

29/135



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ANALISIS ESTRUCTURAL COMPARATIVO
DE DOS ALTERNATIVAS EN UN EDIFICIO
DE CINCO NIVELES, CON DIFERENTES
CLAROS.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

GUSTAVO LUIS MORENO PAMPIN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA

Al Pasante señor GUSTAVO LUIS MORENO PAMPIN,
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Joaquín Rebuelta Gutiérrez, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero CIVIL.

"ANÁLISIS ESTRUCTURAL COMPARATIVO DE DOS ALTERNATIVAS EN UN EDIFICIO DE CINCO NIVELES, CON DIFERENTES CLAROS"

- I. Introducción.
- II. Generalidades.
- III. Análisis por carga vertical.
- IV. Análisis por cargas horizontales en terreno firme y en terreno compresible.
- V. Comparación de resultados.
- VI. Conclusiones y recomendaciones.
- VII. Bibliografía.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

A t e n t a m e n t e
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, 22 de abril de 1982
EL DIRECTOR

ING. JAVIER JIMENEZ

JJE/OB/H/ser

I N D I C E

PROLOGO.

- I INTRODUCCION
- II GENERALIDADES
- III ANALISIS POR CARGA VERTICAL.
- IV ANALISIS POR CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO FIRME.
- V ANALISIS POR CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO COMPRESIBLE.
- VI COMPARACION DE RESULTADOS
- VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
- VIII BIBLIOGRAFIA

PROLOGO

Valéry ha dicho que, de todos los actos humanos, el más completo es el de construir. Pero al margen de las frases de los poetas, lo cierto es que, en las últimas décadas, se ha acelerado de manera portentosa el progreso de la técnica edificatoria, merced a los progresos de racionalización y mecanización que la han industrializado.

En la actualidad, el constructor tiene todos los materiales y sistemas constructivos a su alcance para poder hacer los edificios de manera que, aunque se volteen completamente, no sufran el menor desperfecto; además dispone de medios para empotrarlos en el suelo, de tal forma que si éstos no se abren francamente, tampoco se puedan voltear. Todo eso se lograría con sólo hacerlos muy resistentes para soportar cargas verticales y usar coeficientes sísmicos que condujeran a empujes horizontales tan fuertes, como las cargas mismas. Sin embargo, el costo de la inversión sería tan grande que resultaría antieconómico.

Siendo la seguridad y la economía, en ese orden, quizás los aspectos más importantes que hay que tener presentes en un diseño estructural. Un diseñador debe escoger un tamaño y tipo de material lo suficiente fuerte para soportar las fuerzas a las que está sujeto y lo bastante rígido para que no se deforme en exceso. Algunas veces se

sacrifica la economía - pero nunca la seguridad- por valores estéticos, durabilidad, o bajo costo de mantenimiento.

De aquí se desprende que una de las ramas principales de la Ingeniería Civil es la Ingeniería Estructural, cuya finalidad es el diseño y construcción de estructuras.

Evidentemente, uno de los aspectos fundamentales del - diseño es el conocimiento de las sollicitaciones que actúan sobre las estructuras. Si este conocimiento es inadecuado resultan inútiles los refinamientos que pueden lograrse en el análisis y dimensionamiento.

Todo ello pone de manifiesto la importancia del Análisis Estructural, parte medular de esta rama de la ingeniería, el cual nos permite determinar las fuerzas y desplazamientos que actúan sobre una - estructura, razón por la cual el presente trabajo está enfocado a esta - materia.

I INTRODUCCION

El edificio en estudio es de cinco niveles y está construido sobre una superficie cuadrada, cuyas dimensiones son las siguientes: cada entrepiso tiene una altura de cuatro metros y cada lado de su base mide treinta metros.

Para el edificio objeto de nuestro estudio, se han considerado dos alternativas referentes a las dimensiones de sus claros. Estas alternativas son: claros de cinco metros y claros de siete y medio metros. Además, se establecen otras condiciones que son necesarias para la materialización de estas estructuras.

En el análisis de estas construcciones se consideran, además, los efectos resultantes en caso de estar ubicadas en una región sísmica. Pero dependiendo los efectos sísmicos de la naturaleza del terreno donde la construcción está cimentada, se consideran entonces las posibilidades de que ambas construcciones estén edificadas sobre terreno firme o compresible.

Ha sido aplicados procedimientos adecuados de Análisis Estructural y, de la comparación de sus resultados, se deducen ciertas relaciones cuantitativas que constituyen el propósito de esta tesis.

2 GENERALIDADES

Sabido es que en una construcción su espacio está definido y limitado mediante un sistema arquitectónico superpuesto a un sistema estructural. El sistema estructural es la parte de la estructura - que debe resistir las cargas aplicadas. El objetivo de este sistema es - transmitir las fuerzas desde la fuente de la carga hasta la cimentación.

Además, la ingeniería del diseño puede resumirse como un proceso de cinco etapas:

1. Definición de necesidades y especificación de objetivos.
2. Diseño preliminar de alternativas para la solución.
3. Evaluación de las alternativas.
4. Análisis y diseño final del proyecto.
5. Realización.

El Análisis Estructural es, cuantitativamente, la parte - principal del diseño (1) y estudia la determinación de fuerzas y desplazamientos tanto en el diseño preliminar como en el definitivo.

Las estructuras se componen de elementos resistentes dispuestos de tal manera que, tanto la estructura total como sus componentes, sean capaces de mantenerse sin cambios apreciables durante la carga y - la descarga.

El diseño de una estructura (2) comprende:

1. Determinación de la forma general.
2. Investigación de cargas.
3. Análisis de esfuerzos.
4. Selección de elementos.
5. Dibujo y detalles.

Como componentes básicos de los edificios tendremos es tructuras reticulares, las cuales debido a su naturaleza generalmente - hiperestática, se resuelven por el método de flexibilidades o el método de rigideces (3), requiriendo el cálculo de esfuerzos aplicados en sus - elementos y los desplazamientos ocurridos en su estructura.

Esta tesis aplica un método de rigideces, idóneo como procedimiento de computación.

3 ANALISIS POR CARGA VERTICAL

Para este trabajo se estudiaron dos alternativas: un edificio con claros de 5 m x 5 m y otro edificio con claros de 7.5 m x 7.5 m. Ambos están contruídos sobre una superficie cuadrada que mide 30 m por cada lado y poseen cinco niveles, midiendo 4 m. la altura de cada entrepiso, gráficamente están representados por las figuras 3-1.1, 3-1.2, 3-1.3, 3-2.1, 3-2.2 y 3-2.3.

En ambos edificios se han considerado losas que tienen un espesor de 13 cm. El edificio de claros de 7.5 m x 7.5 m posee, además, dos pares de trabes, midiendo cada trabe 25 cm de ancho y 50 cm de peralte. Cada par está entrecruzado interceptando tres espacios laterales vacíos: el espacio central mide 3 m y cada espacio lateral mide 2 m.

Con base en estas dimensiones se calcularon las cargas de ambos edificios (4), de manera que se ajustarán a las especificaciones reglamentarias vigentes (5) en el Distrito Federal.

De esta forma las cargas de diseño calculadas fueron las siguientes:

Edificio de claros de 5 m:

| | |
|------------------------|---------------------------------|
| Cargo muerto | 0.312 ton/m ² |
| Cargo muerto adicional | 0.020 ton/m ² |
| Cargo vivo | <u>0.204</u> ton/m ² |
| Cargo de servicio | 0.536 ton/m ² |

Cargo de diseño: 0.740 ton/m²

Edificio de claros de 7.5 m:

| | |
|------------------------|---------------------------------|
| Carga muerto | 0.324 ton/m ² |
| Cargo muerto adicional | 0.020 ton/m ² |
| Carga vivo | <u>0.176</u> ton/m ² |
| Cargo de servicio | 0.520 ton/m ² |

Carga de diseño: 0.728 ton/m²

Considerando los resultados anteriores se obtienen los pesos siguientes:

Edificio de claros de 5 m:

$$W = 3.70 \text{ ton/m} \quad 3-1$$

Edificio de claros de 7.5 m:

$$W = 5.46 \text{ ton/m} \quad 3-2$$

Es importante señalar que en esta tesis se aplica el método desarrollado por el Ing. Castillo (6). Las ecuaciones empleadas en este capítulo son las siguientes:

$$r_{ik} = \frac{4EI}{L} \quad 3-3$$

$$-\frac{1}{2} f_{d\phi_K} = -\frac{1}{2} \frac{r_{ik}}{r_{ti}} \quad 3-4$$

$$\overline{M}_{ik} = \frac{WL^2}{12} \quad 3-5$$

$$K_{\phi_n} = \frac{\overline{M}_{ik}}{r_{ti}} \quad 3-6$$

Substituyendo los datos de las figuras 3-1.2 y 3-2.2 en la ecuación 3-3 se obtienen los resultados contenidos en las tablas 3-1 y 3-2, respectivamente.

La tabla 3-1 genera los cuatro conjuntos de nudos con las mismas rigideces:

$$\text{nudo 1} = (\text{nudos: } 1, 2, 3, 4, 31, 32, 33, 34) \quad 3-7$$

$$\text{nudo 5} = (\text{nudos: } 5, 35) \quad 3-8$$

$$\text{nudo 6} = (\text{nudos: } 6, 15, 16, 25, 26) \quad 3-9$$

$$\text{nudo 10} = (\text{nudos: } 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, \\ 20, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 29, 30) \quad 3-10$$

Mientras que la tabla 3-2 da origen a los cuatro conjuntos de nudos con las mismas rigideces:

| | | |
|-----------|---|------|
| nudo 1 = | (nudos: 1,2,3,4,21,22,23,24) | 3-11 |
| nudo 5 = | (nudos: 5,25) | 3-12 |
| nudo 6 = | (nudos: 6,15,16) | 3-13 |
| nudo 10 = | (nudos: 7,8,9,10,11,12,13,14,17,18,19,20) | 3-14 |

A continuación se substituyen los datos de las tablas 3-1 y 3-2 en la ecuación 3-4, se obtienen, respectivamente las tablas 3-3 y 3-4, conservando cada edificio sus mismos conjuntos de nudos.

Del mismo modo, se substituyen 3-1 y 3-2 en la ecuación 3-5 obteniéndose los momentos \overline{M}_{ik} correspondientes a segmentos de losa, verificándose además que

$$\overline{M}_{ik} = - \overline{M}_{ki} \quad 3-15$$

En el edificio con claros de 5 m.

$$\overline{M}_{ik} = 7.71 \text{ ton m} \quad 3-16$$

y en el edificio con claros de 7.5 m

$$\overline{M}_{ik} = 25.59 \text{ ton m} \quad 3-17$$

Tomando los valores 3-16 y 3-17, así como los datos r_{ij} correspondientes de las tablas 3-1 y 3-2 y substituyéndolos en la ecuación 3-6, se originan las tablas respectivas 3-5 y 3-6.

Con los datos de las tablas 3-4 a 3-6 aplicados a los con juntos de nudos 3-7 a 3-14 se programan las tablas 3-7.1 a 3-7.7 y - 3-8.1 a 3-8.5

Se aplica a estas tablas el algoritmo

$$\phi_n = K\phi_n - \frac{1}{2} \sum f_d \phi_{ki} \phi_k \quad 3-18$$

hasta la convergencia

Los valores ϕ_n finales de las tablas 3-7 y 3-8 se substituyen en la fórmula:

$$M_{ik} = \bar{M}_{ik} - r_{ik} \phi_i - r_{ki} t_{ki} \phi_k \quad 3-19$$

donde

$$t_{ki} = 0.5 \quad 3-20$$

junto con los valores r_{ik} de las figuras 3-1.2 y 3-2.2, así como los va lores \bar{M}_{ik} correspondientes a 3-15, 3-16 y 3-17. De esta manera se obtienen las figuras 3-3 y 3-4 donde se detallan los momentos correspondientes al edificio con claros de 5 m y al edificio con claros de 7.5 m, respectivamente.

| |
|-----------|
| TABLA 3-1 |
|-----------|

RIGIDECES EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

| NUDOS | | RIGIDECES | |
|-------|----|-----------|---------|
| | | PARCIALES | TOTALES |
| 1 | 0 | 1.00 | 2.80 |
| | 2 | 1.00 | |
| | 10 | 0.80 | |
| 5 | 4 | 1.00 | 1.80 |
| | 6 | 0.80 | |
| 6 | 7 | 1.00 | 2.60 |
| | 5 | 0.80 | |
| | 15 | 0.80 | |
| 10 | 0 | 1.00 | 3.60 |
| | 9 | 1.00 | |
| | 1 | 0.80 | |
| | 11 | 0.80 | |

| |
|-----------|
| TABLA 3-2 |
|-----------|

RIGIDECES EN EL EDIFICIO DE CLAROS DE 7.5 m.

| NUDOS | | RIGIDECES | |
|-------|----|-----------|---------|
| | | PARCIALES | TOTALES |
| 1 | 0 | 1.00 | 2.53 |
| | 2 | 1.00 | |
| | 10 | 0.53 | |
| 5 | 4 | 1.00 | 1.53 |
| | 6 | 0.53 | |
| 6 | 7 | 1.00 | 2.06 |
| | 5 | 0.53 | |
| | 15 | 0.53 | |
| 10 | 0 | 1.00 | 3.06 |
| | 9 | 1.00 | |
| | 1 | 0.53 | |
| | 11 | 0.53 | |

| |
|-----------|
| TABLA 3-3 |
|-----------|

FACTORES DE DISTRIBUCION DEL GIRO DE LOS NUDOS
VECINOS DEL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

| NUDO | | FACTOR DE DISTRIBUCION DEL GIRO |
|------|----|---------------------------------------|
| 1 | 0 | - 0.18 |
| | 2 | - 0.18 |
| | 10 | - 0.14 |
| 5 | 4 | - 0.28 |
| | 6 | - 0.22 |
| 6 | 7 | - 0.19 |
| | 5 | - 0.15 |
| | 15 | - 0.15 |
| 10 | 0 | - 0.14 |
| | 9 | - 0.14 |
| | 1 | - 0.11 |
| | 11 | - 0.11 |

| |
|-----------|
| TABLA 3-4 |
|-----------|

FACTORES DE DISTRIBUCION DEL GIRO DE LOS NUDOS
VECINOS DEL EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.

| NUDO | | FACTOR DE DISTRIBUCION DEL GIRO |
|------|----|---------------------------------------|
| 1 | 0 | - 0.20 |
| | 2 | - 0.20 |
| | 10 | - 0.10 |
| 5 | 4 | - 0.33 |
| | 6 | - 0.17 |
| 6 | 7 | - 0.24 |
| | 5 | - 0.13 |
| | 15 | - 0.13 |
| 10 | 0 | - 0.16 |
| | 9 | - 0.16 |
| | 1 | - 0.09 |
| | 11 | - 0.09 |

TABLA 3-5

CONSTANTES DE GIRO INICIAL EN EL EDIFICIO
CON CLAROS DE 5 m.

| NUDOS | CONSTANTE DE GIRO INICIAL |
|---------|---------------------------------|
| 1 a 4 | 2.75 |
| 31 a 34 | - 2.75 |
| 5 | 4.28 |
| 35 | - 4.28 |

TABLA 3-6

CONSTANTES DE GIRO INICIAL EN EL EDIFICIO
CON CLAROS DE 7.5 m.

| NUDOS | CONSTANTE DE GIRO INICIAL |
|---------|---------------------------------|
| 1 a 4 | 10.11 |
| 21 a 24 | -10.11 |
| 5 | 16.73 |
| 25 | -16.73 |

TABLA 3-7.1

CALCULO DE GIROS ALREDEDOR DE LOS NUDOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

| NUDO | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|-------------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| $K\phi_n$ | 2.75 | | 2.75 | | 2.75 | | 2.75 | | 4.28 | |
| $f_d\phi_k$ | 2 | -0.18 | 3 | -0.18 | 4 | -0.18 | 5 | -0.18 | 4 | -0.28 |
| | 10 | -0.14 | 1 | -0.18 | 2 | -0.18 | 3 | -0.18 | 6 | -0.22 |
| | | | 9 | -0.14 | 8 | -0.14 | 7 | -0.14 | | |
| ϕ_n | 1 | 2.750 | | 2.255 | | 2.344 | | 2.328 | | 3.628 |
| | 2 | 2.382 | | 1.929 | | 2.016 | | 1.759 | | 3.907 |
| | 3 | 2.437 | | 1.970 | | 2.104 | | 1.680 | | 3.934 |
| | 4 | 2.430 | | 1.956 | | 2.124 | | 1.672 | | 3.928 |
| | 5 | 2.433 | | 1.951 | | 2.126 | | 1.771 | | 3.941 |
| | 6 | 2.434 | | 1.950 | | 2.127 | | 1.678 | | 3.943 |

TABLA 3-7.2

CALCULO DE GIROS ALREDEDOR DE LOS NUDOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

| NUDO | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | |
|-------------|----|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|----|--------|
| $K\phi_n$ | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| $f_d\phi_k$ | 7 | -0.19 | 6 | -0.14 | 7 | -0.14 | 8 | -0.14 | 9 | -0.14 |
| | 5 | -0.15 | 8 | -0.14 | 9 | -0.14 | 10 | -0.14 | 1 | -0.11 |
| | 15 | -0.15 | 4 | -0.11 | 3 | -0.11 | 2 | -0.11 | 11 | -0.11 |
| | | 14 | -0.11 | 13 | -0.11 | 12 | -0.11 | | | |
| ϕ_n | 1 | -0.544 | | -0.180 | | -0.233 | | -0.215 | | -0.272 |
| | 2 | -0.564 | | -0.083 | | -0.183 | | -0.151 | | -0.244 |
| | 3 | -0.526 | | -0.086 | | -0.200 | | -0.156 | | -0.249 |
| | 4 | -0.585 | | -0.075 | | -0.204 | | -0.153 | | -0.249 |
| | 5 | -0.590 | | -0.073 | | -0.204 | | -0.152 | | -0.249 |
| | 6 | -0.591 | | -0.071 | | -0.205 | | -0.152 | | -0.249 |

TABLA 3-7.3

CALCULO DE GIROS ALREDEDOR DE LOS NUDOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

| NUDO | 11 | | 12 | | 13 | | 14 | | 15 | |
|-------------|----|-------|----|-------|----|-------|----|--------|----|-------|
| $K\phi_n$ | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| $f_d\phi_k$ | 12 | -0.14 | 13 | -0.14 | 14 | -0.14 | 15 | -0.14 | 14 | -0.19 |
| | 10 | -0.11 | 11 | -0.14 | 12 | -0.14 | 13 | -0.14 | 6 | -0.15 |
| | 20 | -0.11 | 9 | -0.11 | 8 | -0.11 | 7 | -0.11 | 16 | -0.15 |
| | | | 19 | -0.11 | 18 | -0.11 | 17 | -0.11 | | |
| ϕ_n | 1 | 0.030 | | 0.019 | | 0.023 | | 0.017 | | 0.078 |
| | 2 | 0.024 | | 0.010 | | 0.016 | | -0.004 | | 0.009 |
| | 3 | 0.026 | | 0.011 | | 0.021 | | 0.005 | | 0.078 |
| | 4 | 0.026 | | 0.010 | | 0.020 | | 0.005 | | 0.089 |
| | 5 | 0.026 | | 0.010 | | 0.020 | | -0.007 | | 0.090 |
| | 6 | 0.026 | | 0.010 | | 0.022 | | -0.008 | | 0.090 |

TABLA 3-7.4

CALCULO DE GIROS ALREDEDOR DE LOS NUDOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

| NUDO | 16 | | 17 | | 18 | | 19 | | 20 | |
|-------------|----|--------|----|-------|----|--------|----|--------|----|--------|
| $K\phi_n$ | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| $f_d\phi_k$ | 17 | -0.19 | 16 | -0.14 | 17 | -0.14 | 18 | -0.14 | 19 | -0.14 |
| | 15 | -0.15 | 18 | -0.14 | 19 | -0.14 | 20 | -0.14 | 11 | -0.11 |
| | 25 | -0.15 | 14 | -0.11 | 13 | -0.11 | 12 | -0.11 | 21 | -0.11 |
| | | | 24 | -0.11 | 23 | -0.11 | 22 | -0.11 | | |
| ϕ_n | 1 | -0.012 | | 0.000 | | -0.003 | | -0.002 | | -0.003 |
| | 2 | -0.001 | | 0.000 | | -0.002 | | -0.001 | | -0.003 |
| | 3 | -0.012 | | 0.001 | | -0.002 | | -0.001 | | -0.003 |
| | 4 | -0.003 | | 0.001 | | 0.001 | | 0.001 | | 0.000 |
| | 5 | -0.001 | | 0.001 | | 0.000 | | 0.000 | | 0.000 |
| | 6 | 0.000 | | 0.000 | | 0.000 | | 0.000 | | 0.000 |

TABLA 3-7.5

CALCULO DE GIROS ALREDEDOR DE LOS NUDOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

| NUDO | 21 | | 22 | | 23 | | 24 | | 25 | |
|-------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|----|-------|
| $K\phi_n$ | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| $f_d\phi_k$ | 22 | -0.14 | 23 | -0.14 | 24 | -0.14 | 25 | -0.14 | 24 | -0.19 |
| | 20 | -0.11 | 21 | -0.14 | 22 | -0.14 | 23 | -0.14 | 16 | -0.15 |
| | 30 | -0.11 | 19 | -0.11 | 18 | -0.11 | 17 | -0.11 | 26 | -0.15 |
| | | | 29 | -0.11 | 28 | -0.11 | 27 | -0.11 | | |
| ϕ_n | 1 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | | | |
| | 2 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | |
| | 3 | -0.030 | -0.020 | -0.023 | -0.017 | -0.077 | | | | |
| | 4 | -0.027 | -0.010 | -0.017 | 0.004 | -0.085 | | | | |
| | 5 | -0.026 | -0.011 | -0.021 | 0.006 | -0.089 | | | | |
| | 6 | -0.026 | -0.010 | -0.022 | 0.017 | -0.090 | | | | |

TABLA 3-7.6

CALCULO DE GIROS ALREDEDOR DE LOS NUDOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

| NUDO | 26 | | 27 | | 28 | | 29 | | 30 | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $K\phi_n$ | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| $f_d\phi_k$ | 27 | -0.19 | 26 | -0.14 | 27 | -0.14 | 28 | -0.14 | 29 | -0.14 |
| | 25 | -0.15 | 28 | -0.14 | 29 | -0.14 | 30 | -0.14 | 21 | -0.11 |
| | 35 | -0.15 | 24 | -0.11 | 23 | -0.11 | 22 | -0.11 | 31 | -0.11 |
| | | 34 | -0.11 | 33 | -0.11 | 32 | -0.11 | | | |
| 1 | 0.000 | | 0.000 | | 0.000 | | 0.000 | | 0.000 | |
| 2 | 0.544 | | 0.180 | | 0.233 | | 0.215 | | 0.272 | |
| 3 | 0.563 | | 0.084 | | 0.182 | | 0.151 | | 0.244 | |
| 4 | 0.587 | | 0.077 | | 0.201 | | 0.156 | | 0.249 | |
| 5 | 0.590 | | 0.073 | | 0.203 | | 0.153 | | 0.249 | |
| 6 | 0.591 | | 0.071 | | 0.205 | | 0.152 | | 0.249 | |

TABLA 3-7.7

CALCULO DE GIROS ALREDEDOR DE LOS NUDOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

| NUDO | 31 | | 32 | | 33 | | 34 | | 35 | |
|---------------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
| $K\phi_n$ | -2.75 | | -2.75 | | -2.75 | | -2.75 | | -4.28 | |
| $f_{d\phi_k}$ | 32 | -0.18 | 33 | -0.18 | 34 | -0.18 | 35 | -0.18 | 34 | -0.28 |
| | 30 | -0.14 | 21 | -0.18 | 32 | -0.18 | 33 | -0.18 | 26 | -0.22 |
| | | | 29 | -0.14 | 28 | -0.14 | 27 | -0.14 | | |
| ϕ_n | 1 | -2.750 | | -2.255 | | -2.344 | | -2.328 | | -3.628 |
| | 2 | -2.382 | | -1.929 | | -2.016 | | -1.759 | | -3.907 |
| | 3 | -2.437 | | -1.970 | | -2.104 | | -1.680 | | -3.933 |
| | 4 | -2.430 | | -1.956 | | -2.117 | | -1.672 | | -3.941 |
| | 5 | -2.433 | | -1.952 | | -2.126 | | -1.668 | | -3.943 |
| | 6 | -2.434 | | -1.950 | | -2.127 | | -1.667 | | -3.943 |

TABLA 3-8.1

CALCULO DE GIROS ALREDEDOR DE LOS NUDOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.

| NUDO | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|---------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| K_{ϕ_n} | 10.11 | | 10.11 | | 10.11 | | 10.11 | | 16.73 | |
| $f_{d\phi_k}$ | 2 | -0.20 | 3 | -0.20 | 4 | -0.20 | 5 | -0.20 | 4 | -0.33 |
| | 10 | -0.10 | 1 | -0.20 | 2 | -0.20 | 3 | -0.20 | 6 | -0.17 |
| | | | 9 | -0.10 | 8 | -0.10 | 7 | -0.10 | | |
| ϕ_n | 1 | 10.110 | | 8.088 | | 8.492 | | 8.412 | | 13.954 |
| | 2 | 8.573 | | 6.759 | | 7.145 | | 5.937 | | 15.079 |
| | 3 | 8.830 | | 6.955 | | 7.585 | | 5.590 | | 15.204 |
| | 4 | 8.792 | | 6.877 | | 7.678 | | 5.543 | | 15.238 |
| | 5 | 8.802 | | 6.854 | | 7.691 | | 5.478 | | 15.254 |
| | 6 | 8.812 | | 6.850 | | 7.706 | | 5.526 | | 15.240 |
| | 7 | 8.813 | | 6.846 | | 7.698 | | 5.530 | | 15.239 |
| | 8 | 8.814 | | 6.847 | | 7.697 | | 5.532 | | 15.237 |

TABLA 3-8.2

CALCULO DE GIROS ALREDEDOR DE LOS NUDOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.

| NUDO | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | |
|--------------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|
| K_{ϕ_n} | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| $f_d \phi_k$ | 7 | -0.24 | 6 | -0.16 | 7 | -0.16 | 8 | -0.16 | 9 | -0.16 |
| | 5 | -0.13 | 8 | -0.16 | 9 | -0.16 | 10 | -0.16 | 1 | -0.09 |
| | 15 | -0.13 | 4 | -0.09 | 3 | -0.09 | 2 | -0.09 | 11 | -0.09 |
| | | | 14 | -0.09 | 13 | -0.09 | 12 | -0.09 | | |
| ϕ_n | 1 | -1.814 | | -0.467 | | -0.689 | | -0.618 | | -0.811 |
| | 2 | -1.878 | | -0.127 | | -0.529 | | -0.397 | | -0.715 |
| | 3 | -1.980 | | -0.098 | | -0.607 | | -0.417 | | -0.733 |
| | 4 | -1.951 | | -0.083 | | -0.611 | | -0.402 | | -0.726 |
| | 5 | -1.965 | | -0.081 | | -0.617 | | 0.398 | | -0.728 |
| | 6 | -1.963 | | -0.083 | | -0.618 | | -0.401 | | -0.730 |
| | 7 | -1.961 | | -0.085 | | -0.615 | | -0.401 | | -0.729 |
| | 8 | -1.961 | | -0.086 | | -0.615 | | -0.401 | | -0.729 |

TABLA

3-8.3

CALCULO DE GIROS ALREDEDOR DE LOS NUDOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.

| NUDO | 11 | | 12 | | 13 | | 14 | | 15 | |
|-------------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|
| $K\phi_n$ | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| $f_d\phi_k$ | 12 | -0.16 | 13 | -0.16 | 14 | -0.16 | 15 | -0.16 | 14 | -0.24 |
| | 10 | -0.09 | 11 | -0.16 | 12 | -0.16 | 13 | -0.16 | 6 | -0.13 |
| | 20 | -0.09 | 9 | -0.09 | 8 | -0.09 | 7 | -0.09 | 16 | -0.13 |
| | | | 19 | -0.09 | 18 | -0.09 | 17 | -0.09 | | |
| 1 | 0.073 | | 0.044 | | 0.055 | | 0.033 | | 0.228 | |
| 2 | 0.058 | | 0.018 | | 0.040 | | -0.031 | | 0.255 | |
| 3 | -0.010 | | -0.022 | | 0.002 | | -0.075 | | -0.044 | |
| 4 | 0.001 | | -0.040 | | 0.026 | | -0.002 | | 0.013 | |
| 5 | 0.007 | | -0.010 | | 0.011 | | -0.007 | | 0.005 | |
| 6 | 0.003 | | 0.003 | | 0.003 | | -0.003 | | 0.002 | |
| 7 | 0.001 | | 0.000 | | 0.000 | | 0.000 | | 0.001 | |
| 8 | 0.000 | | 0.000 | | 0.000 | | 0.000 | | 0.000 | |

TABLA 3-8.4

CALCULO DE GIROS ALREDEDOR DE LOS NUDOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.

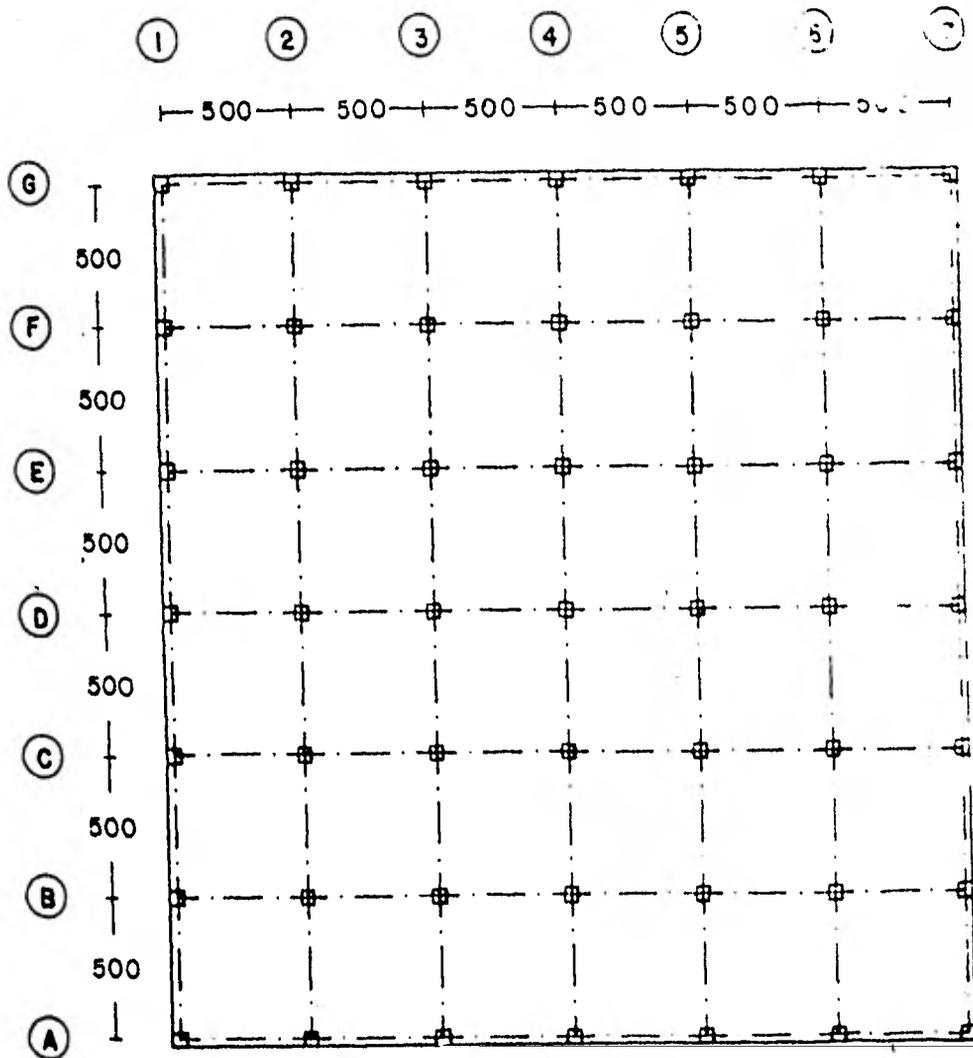
| NUDO | 16 | | 17 | | 18 | | 19 | | 20 | |
|---------------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| K_{ϕ_n} | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| $f_{d\phi_k}$ | 17 | -0.24 | 16 | -0.16 | 17 | -0.16 | 18 | -0.16 | 19 | -0.16 |
| | 15 | -0.13 | 18 | -0.16 | 19 | -0.16 | 20 | -0.16 | 11 | -0.09 |
| | 25 | -0.13 | 14 | -0.09 | 13 | -0.09 | 12 | -0.09 | 21 | -0.09 |
| | | | 24 | -0.09 | 23 | -0.09 | 22 | -0.09 | | |
| 1 | -0.030 | | 0.002 | | -0.005 | | -0.003 | | -0.007 | |
| 2 | 1.780 | | 0.476 | | 0.684 | | 0.618 | | 0.806 | |
| 3 | 1.851 | | 0.138 | | 0.517 | | 0.843 | | 0.638 | |
| 4 | 1.941 | | 0.110 | | 0.526 | | 0.450 | | 0.717 | |
| 5 | 1.953 | | 0.105 | | 0.600 | | 0.410 | | 0.723 | |
| 6 | 1.955 | | 0.089 | | 0.612 | | 0.404 | | 0.727 | |
| 7 | 1.960 | | 0.086 | | 0.613 | | 0.403 | | 0.729 | |
| 8 | 1.960 | | 0.086 | | 0.614 | | 0.401 | | 0.729 | |

CALCULO DE GIROS ALREDEDOR DE LOS NUDOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.

| NUDO | 21 | | 22 | | 23 | | 24 | | 25 | |
|---------------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| K_{ϕ_n} | -10.11 | | -10.11 | | -10.11 | | -10.11 | | -16.73 | |
| $f_{d\phi_k}$ | 22 | - 0.20 | 23 | - 0.20 | 24 | - 0.20 | 25 | - 0.20 | 24 | - 0.33 |
| | 20 | - 0.10 | 21 | - 0.20 | 22 | - 0.20 | 23 | - 0.20 | 16 | - 0.17 |
| | | | 19 | - 0.10 | 18 | - 0.10 | 17 | - 0.10 | | |
| ϕ_n | 1 | -10.109 | | - 8.088 | | - 8.491 | | - 8.412 | | -13.949 |
| | 2 | - 8.573 | | - 7.030 | | - 7.090 | | - 5.950 | | -15.069 |
| | 3 | - 8.768 | | - 7.022 | | - 7.568 | | - 5.596 | | -15.198 |
| | 4 | - 8.778 | | - 6.885 | | - 7.667 | | - 5.554 | | -15.227 |
| | 5 | - 8.805 | | - 6.857 | | - 7.688 | | - 5.538 | | -15.234 |
| | 6 | - 8.812 | | - 6.850 | | - 7.693 | | - 5.533 | | -15.236 |
| | 7 | - 8.813 | | - 6.848 | | - 7.694 | | - 5.533 | | -15.237 |
| | 8 | - 8.813 | | - 6.848 | | - 7.692 | | - 5.534 | | -15.237 |

FIGURA 3-1.1

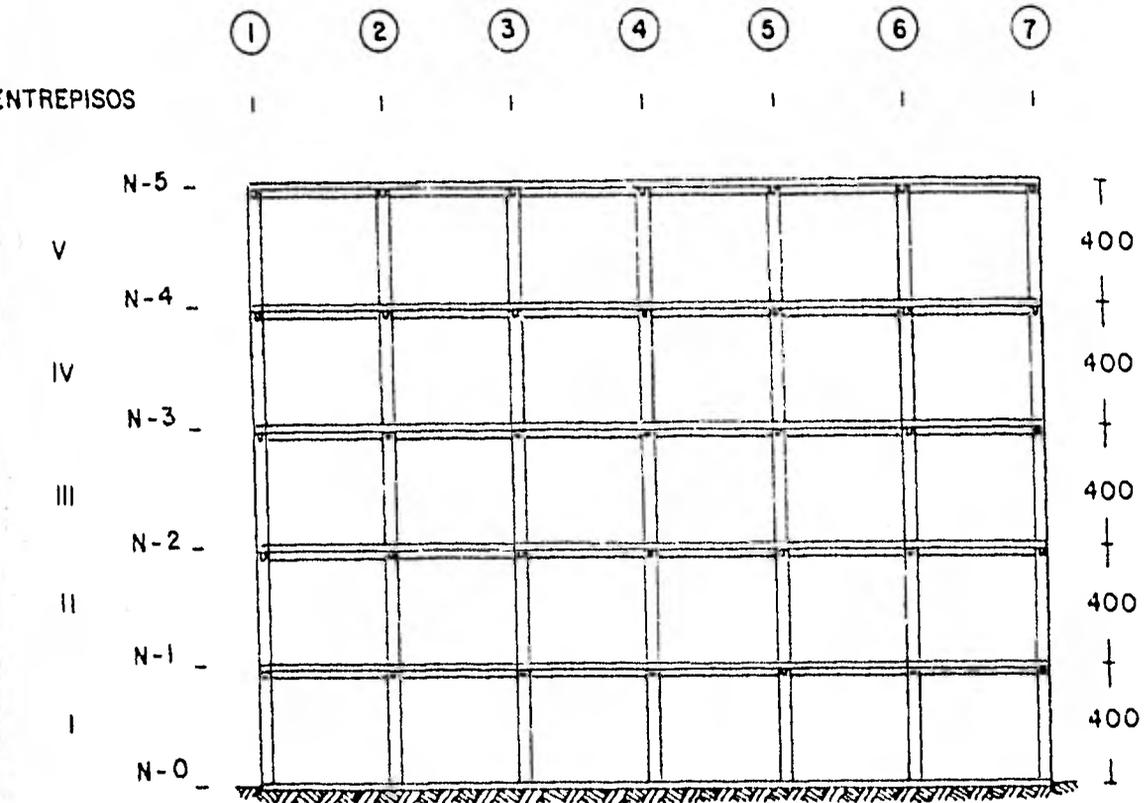
PLANTA TIPO. EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.



ACOTACIONES EN CMS

FIGURA 3-1.2

CORTE TRANSVERSAL. EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.



ACOTACIONES EN CMS

FIGURA 3-1.3

CORTE ESQUEMATICO DE NUDOS.-
EDIFICIO CON CLAROS DE 5 M.

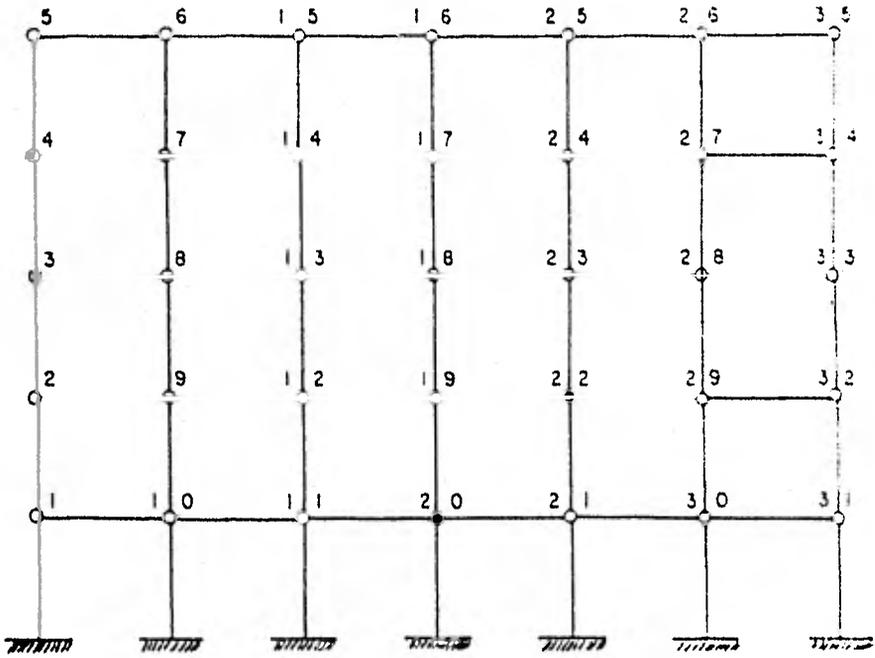
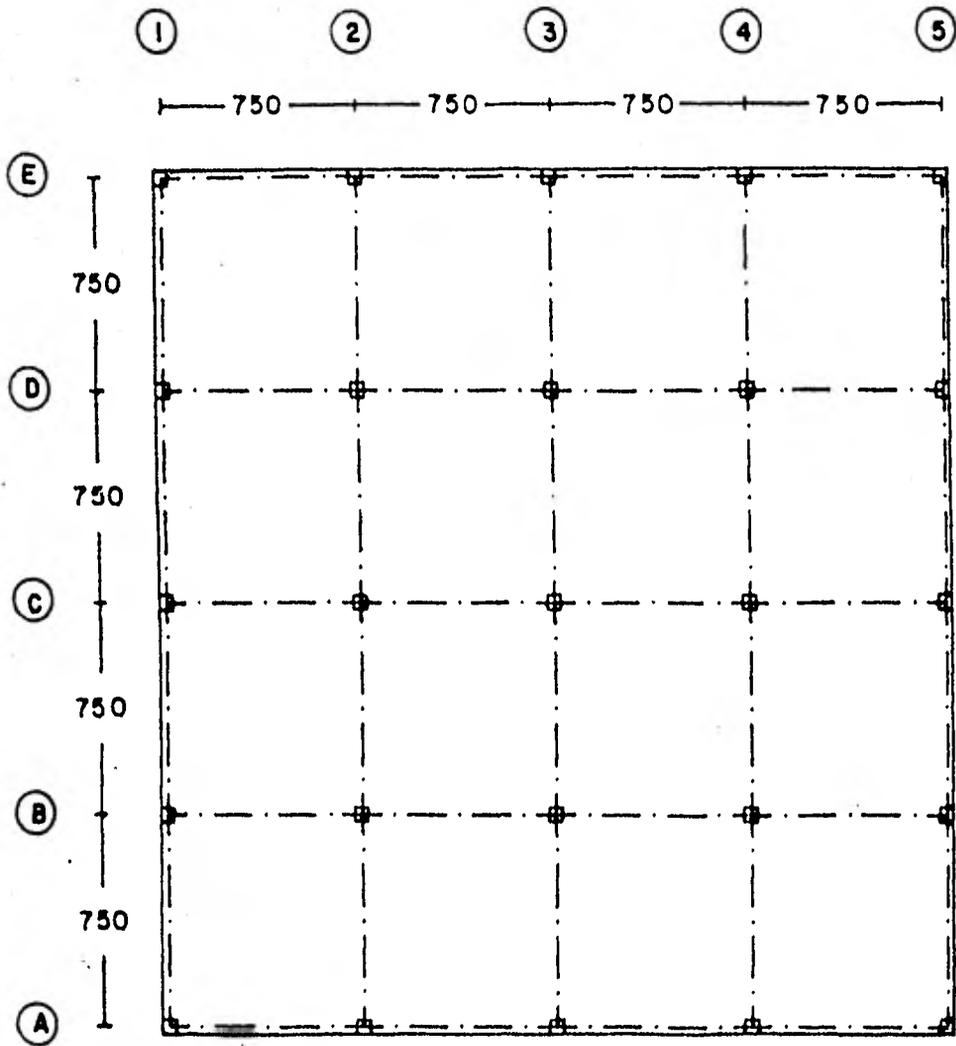


FIGURA 3-2.1

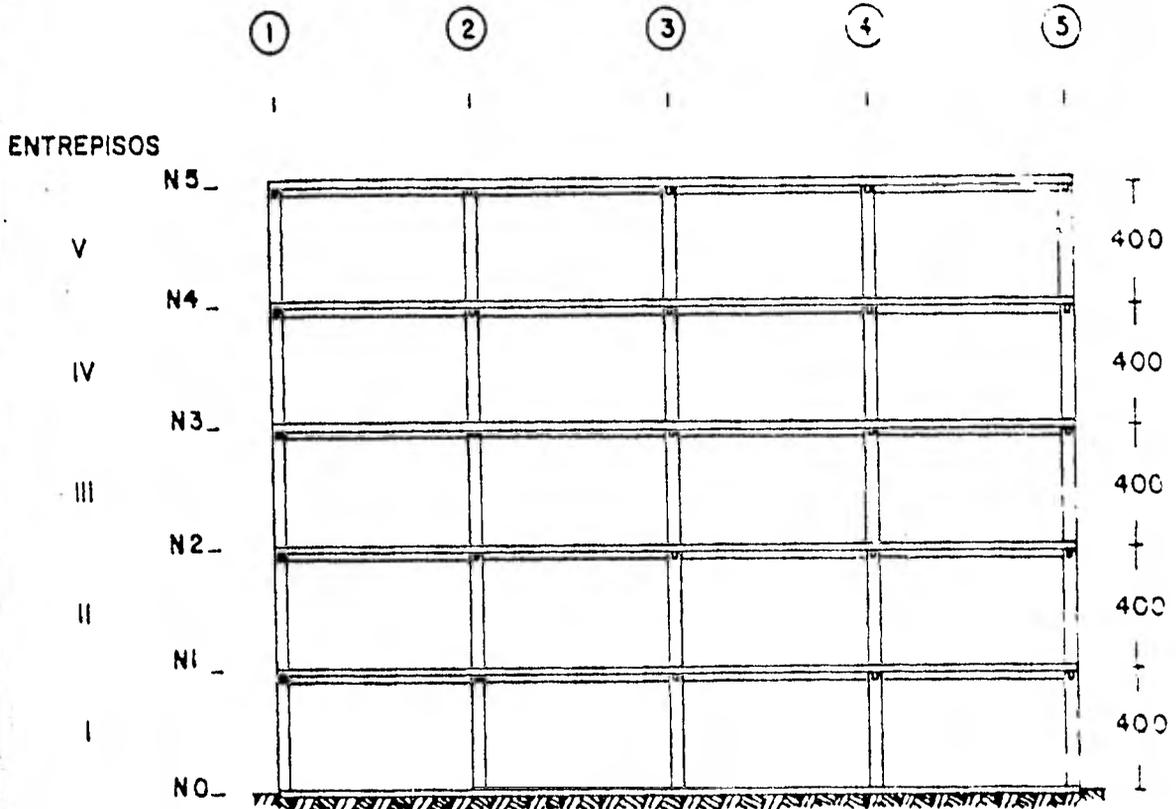
PLANTA TIPO. EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.



ACOTACIONES EN CMS

FIGURA 3-2.2

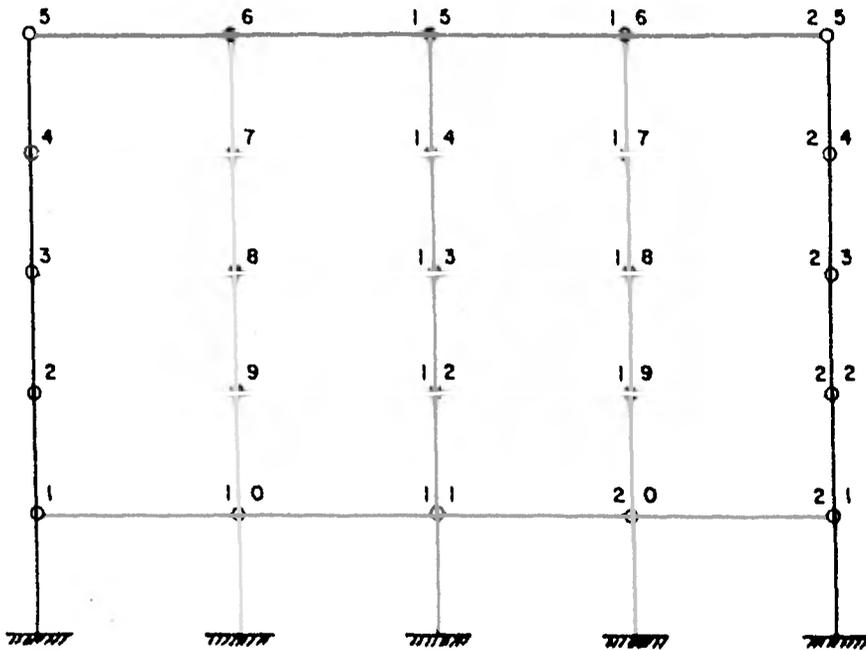
CORTE TRANSVERSAL. EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.



ACOTACIONES EN CMS

FIGURA 3-2.3

CORTE ESQUEMATICO DE NUDOS.-
EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 M.



FIGURA

3-3

MOMENTOS PRODUCIDOS POR CARGA VERTICAL EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

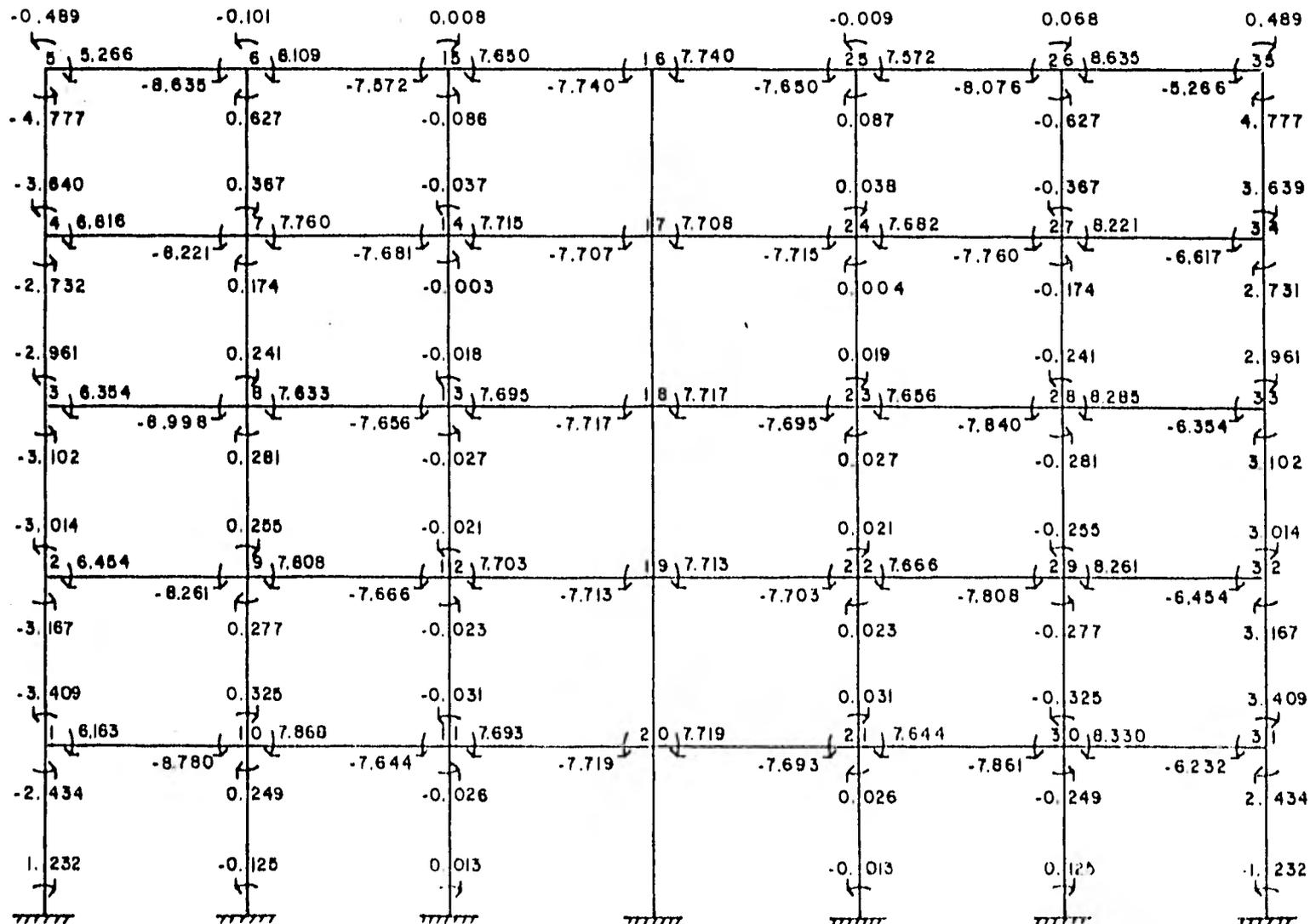
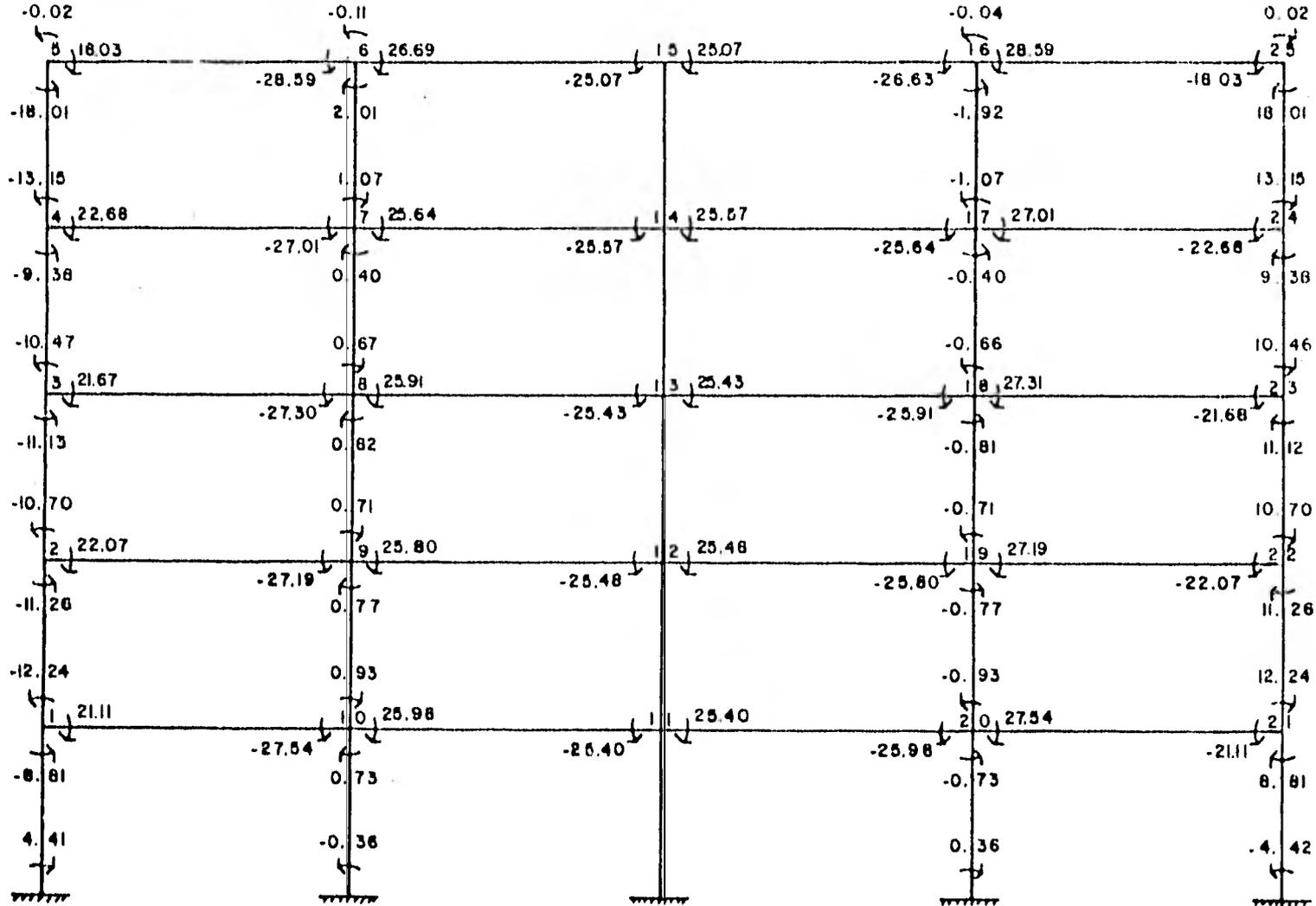


FIGURA 3-4

MOMENTOS PRODUCIDOS POR CARGA VERTICAL EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.



4 ANALISIS POR CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO FIRME

Trataremos a los edificios estudiados en esta tesis, durante el presente capítulo, como si estuvieran construídos en un terreno firme localizado en una región sísmica.

Para conocer las fuerzas cortantes aplicadas en los entrepisos de estas construcciones se utiliza el método de Newmark (7), - considerándose además que ambos edificios pertenecen al grupo B de la clasificación sísmica reglamentaria, estando regidos por la razón

$$\frac{c}{Q} = 0.04 \quad 4-1$$

Partiendo de las cargas de diseño, descritas en el capítulo anterior, se calculan las cargas por piso que son

Edificios con claros de 5 m

$$0.740 \text{ ton/m}^2 \times 900 \text{ m}^2 = 666.0 \text{ ton} \quad 4-2$$

Edificio con claros de 7.5 m

$$0.728 \text{ ton/m}^2 \times 900 \text{ m}^2 = 655.2 \text{ ton} \quad 4-3$$

Con base en estas consideraciones se construyen las tablas 4-1 y 4-2, usando, para el cálculo de la fuerza aplicada en el último nivel, la fórmula

$$F_i = \frac{W_i h_i}{\sum W_i h_i} \frac{a}{Q} \sum W_i \quad 4-4$$

En el análisis por cargas horizontales se impone la reelboración de las tablas de cálculos de giros, que anexan ahora una nueva tabla dedicada al cálculo de desplazamientos. La parte dedicada al cálculo de giros conserva los elementos de programación de las tablas 3-7 y 3-8, con excepción de los valores de K_{ϕ_n} , que son substituídos por otros actuando en un conjunto diferente de nudos. Además se adicionan nuevos elementos de programación, como son los factores de desplazamiento con influencia en los giros, los factores de giro con influencia en los desplazamientos y las constantes de desplazamiento en los entrepisos. Para estas adiciones se requiere el uso de las ecuaciones:

$$R_{L_{ik}} = \frac{6 E I}{L_r^2} \quad 4-5$$

$$F_{\Delta\phi} = \frac{R_{L_{ik}}}{r_{t_i}} \quad 4-6$$

$$F_{\phi\Delta} = \frac{L_r}{2 N} \quad 4-7$$

$$K_{\Delta_p} = \frac{Q_r L_r^2}{6 E I} \quad 4-8$$

donde Q_r corresponde a las fuerzas cortantes que actúan en los entrepisos.

Para el cálculo de las constantes de giro inicial se requieren las ecuaciones.

$$M_D = \frac{V L}{N} \quad 4-9$$

$$K_{\phi_n} = \frac{M_D}{r_{t_i}} \quad 4-10$$

donde V es la fuerza cortante que actúa en el último entrepiso.

De la substitución adecuada de las ecuaciones 4-5 y 4-6 se obtienen las tablas 4-3 y 4-4.

Los factores de desplazamiento obtenidos se asignan a los nudos de acuerdo con su situación en los entrepisos como puede observarse en la tabla 4-5.

De igual forma, substituyendo adecuadamente las ecuaciones 4-9 y 4-10, resulta

Edificio con claros de 5 m.

| <u>Nudos</u> | <u>K_{ϕ_n}</u> | |
|--------------|--------------------------------|------|
| 5 | 14.09 | 4-11 |
| 6,15,16 | 9.76 | 4-12 |

Edificio con claros de 7.5 m

| Nudos | K_{ϕ_n} | |
|-------|--------------|------|
| 5 | 22.84 | 4-13 |
| 6,15 | 16.96 | 4-14 |

Además, con la ecuación 4-7, se obtiene

Edificio con claros de 5 m

$$F_{\phi\Delta} = 0.286 \quad 4-15$$

Edificio con claros de 7.5 m

$$F_{\phi\Delta} = 0.4 \quad 4-16$$

para todos los entresijos.

Al substituir las fuerzas cortantes de las tablas 4-1 y 4-2 substituidas en la ecuación 4-8 dan origen a la tabla 4-6.

Con las tablas 4-3 a 4-6 y los resultados 4-11 a 4-16 se establece la programación de las tablas 4-7.1 a 4-7.5 y 4-8.1 a 4-8.4. Para reducir la laboriosidad de los cálculos se efectuó el empotramiento vertical de la serie de columnas centrales y, además con la práctica adquirida, se inició la secuencia de iteraciones con cifras ϕ_0 muy cercanas a la iteración de convergencia.

Referente a las tablas 4-7 y 4-8 cabe señalar que éstas están constituidas por dos secciones:

la sección dedicada al cálculo de giros y la sección dedicada al cálculo de desplazamientos. Ambas secciones interactúan alternativa y recíprocamente en cada iteración. Para estas cálculas se aplican los algoritmos

$$\phi_n = K\phi_n - \sum f_d \phi_k + \sum F_{\Delta} \phi \Delta \quad 4-17$$

$$\Delta_p = F_{\phi} \Delta (K \Delta_p + \sum \phi_i + \sum \phi_k) \quad 4-18$$

Debido al empotramiento vertical, el término $\sum \phi_i$ de la ecuación 4-18 se duplica, con excepción de las nudas que se empotran, que en la programación se encierran entre paréntesis.

Los valores ϕ_n finales se substituyen en la fórmula

$$M_{ik} = \bar{M}_{ik} - r_{ik} \phi_i - r_i t_{ki} \phi_k + R_{L_{ik}} \Delta \quad 4-19$$

donde

$$t_{ki} = 0.5 \quad 4-20$$

Se multiplica Δ por las siguientes factores

Edificio con claros de 5 m

$$\text{Factor} \frac{0.208}{0.134} = 1.552 \quad 4-21$$

momento : 4-5

$$\text{Factor } \frac{0.144}{0.104} = 1.385 \quad 4-22$$

momentos: 7-6, 14-15, 17-16.

Edificio con claros de 7.5 m.

$$\text{Factor } \frac{0.245}{0.148} = 1.655 \quad 4-23$$

momento: 4-5

$$\text{Factor } \frac{0.182}{0.123} = 1.480 \quad 4-24$$

momentos: 7-6, 14-15

Así se obtienen las figuras 4-1.1 y 4-2.1 que corresponden a las estructuras con empotramiento vertical de la serie de columnas centrales. Los momentos de los segmentos de losa empotrados se calculan por diferencia.

A continuación, se equilibran los momentos de los segmentos de losa empotrados con los correspondientes a los segmentos de losa adyacentes, distribuyéndose proporcionalmente las diferencias entre las columnas que concurren en los mismos nudos, como se describe en las tablas 4-9 y 4-10. Con estos resultados se obtienen las figuras 4-1.2 y 4-2.2

TABLA 4-1

CALCULO DE FUERZAS CORTANTES APLICADAS EN LOS ENTREPISOS DEL
EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m. CONSTRUIDO EN TERRENO FIRME.

| NIVEL | ENTREPISO | W_i ton | h_i m | $W_i h_i$ ton m | F_i ton | V_i ton |
|-------|-----------|--------------|------------|--------------------|--------------|--------------|
| 5 | V | 666.0 | 20 | 13,320.0 | 44.40 | 44.40 |
| 4 | IV | 666.0 | 16 | 10,656.0 | 35.52 | 79.92 |
| 3 | III | 666.0 | 12 | 7,992.0 | 26.64 | 106.56 |
| 2 | II | 666.0 | 8 | 5,238.0 | 17.76 | 124.32 |
| 1 | I | 666.0 | 4 | 2,664.0 | 8.88 | 133.20 |
| | | 3,330.00 | | 39,960.0 | 133.20 | |

TABLA 4-2

CALCULO DE FUERZAS CORTANTES APLICADAS EN LOS ENTREPISOS DEL EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m. CONSTRUIDO EN TERRENO FIRME.

| NIVEL | ENTREPISO | W_i ton | h_i m | $W_i h_i$ ton m | F_i ton | V_i ton |
|-------|-----------|--------------|------------|--------------------|--------------|--------------|
| 5 | V | 655.2 | 20 | 13,104.0 | 43.68 | 43.68 |
| 4 | IV | 655.2 | 16 | 10,483.2 | 34.94 | 78.62 |
| 3 | III | 655.2 | 12 | 7,836.4 | 26.21 | 104.83 |
| 2 | II | 655.2 | 8 | 5,241.6 | 17.47 | 122.30 |
| 1 | I | 655.2 | 4 | 2,620.8 | 8.74 | 131.04 |
| | | 3,276.0 | | 39,312.0 | 131.04 | |

‡

TABLA 4-3

FACTORES DE DESPLAZAMIENTO CON INFLUENCIA EN LOS -
GIROS Y ENTREPISOS EN UN EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

| ENTREPISOS | FACTORES DE DESPLAZAMIENTO EN LAS SERIES DE COLUMNAS | |
|-------------------|---|------------|
| | EXTERIORES | INTERIORES |
| I , II , III , IV | 0.134 | 0.104 |
| V | 0.208 | 0.144 |

TABLA 4-4

FACTORES DE DESPLAZAMIENTO CON INFLUENCIA EN LOS GIROS Y ENTREPISOS EN UN EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.

| ENTREPISOS | FACTORES DE DESPLAZAMIENTO EN LAS SERIES DE COLUMNAS | |
|-------------------|---|------------|
| | EXTERIORES | INTERIORES |
| I , II , III , IV | 0.148 | 0.123 |
| V | 0.245 | 0.182 |

TABLA 4 - 5

DISTRIBUCION DE LOS NUDOS EN LOS ENTREPISOS

| NUDOS | ENTREPISO |
|---------------|-----------|
| 1, 10, 11, 20 | I, II |
| 2, 9, 12, 19 | II, III |
| 4, 7, 14, 17 | III, IV |
| 5, 6, 15, 16 | V |

TABLA 4-6

CONSTANTES DE DESPLAZAMIENTO EN LOS ENTREPISOS

| ENTREPISO | CONSTANTES DE DESPLAZAMIENTO EN | |
|-----------|---------------------------------|--------|
| | EL EDIFICIO CON CLAROS DE : | |
| | 5 m | 7.5 m |
| I | 355.24 | 349.48 |
| II | 331.56 | 326.17 |
| III | 284.20 | 279.58 |
| IV | 213.15 | 209.68 |
| V | 118.42 | 116.50 |

TABLA 4-7.1

CALCULO DE GIROS ALREDEDOR DE LOS NUDOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

| NUDO | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|------------------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| K_{ϕ_n} | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 14.09 | |
| $f_{d\phi_k}$ | 2 | -0.18 | 3 | -0.18 | 4 | -0.18 | 5 | -0.18 | 4 | -0.28 |
| | 10 | -0.14 | 1 | -0.18 | 2 | -0.18 | 3 | -0.18 | 6 | -0.22 |
| | | | 9 | -0.14 | 8 | -0.14 | 7 | -0.14 | | |
| $F_{\Delta\phi}$ | I | 0.134 | | | | | | | | |
| | II | 0.134 | II | 0.134 | | | | | | |
| | | | III | 0.134 | III | 0.134 | | | | |
| | | | | | IV | 0.134 | IV | 0.134 | | |
| | | | | | | | V | 0.208 | V | 0.208 |
| 0 | 42.061 | | 40.439 | | 33.496 | | 38.296 | | 35.193 | |
| 1 | 42.065 | | 40.450 | | 33.533 | | 38.430 | | 29.196 | |
| ϕ_n 2 | 42.056 | | 40.257 | | 33.640 | | 37.578 | | 28.505 | |
| 3 | 42.090 | | 40.429 | | 33.574 | | 37.365 | | 28.130 | |
| 4 | 42.071 | | 40.260 | | 33.529 | | 37.154 | | 27.973 | |

TABLA 4-7.2

CALCULO DE GIROS ALREDEDOR DE LOS NUDOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

| NUDO | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | |
|------------------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| K_{ϕ_n} | 9.76 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| $f_{d\phi_k}$ | 7 | -0.19 | 6 | -0.14 | 7 | -0.14 | 8 | -0.14 | 9 | -0.14 |
| | 5 | -0.15 | 8 | -0.14 | 9 | -0.14 | 10 | -0.14 | 1 | -0.11 |
| | 15 | -0.15 | 4 | -0.11 | 3 | -0.11 | 2 | -0.11 | 11 | -0.11 |
| | | | 14 | -0.11 | 13 | -0.11 | 12 | -0.11 | | |
| $F_{\Delta\phi}$ | | | | | | | | | I | 0.104 |
| | | | | | | | II | 0.104 | II | 0.104 |
| | | | | | III | 0.104 | III | 0.104 | | |
| | | | IV | 0.104 | IV | 0.104 | | | | |
| | V | 0.144 | V | 0.144 | | | | | | |
| 0 | 21.504 | | 25.831 | | 25.418 | | 29.701 | | 29.373 | |
| 1 | 18.229 | | 26.393 | | 25.401 | | 29.715 | | 29.367 | |
| ϕ_n 2 | 17.629 | | 25.493 | | 25.582 | | 29.709 | | 29.361 | |
| 3 | 17.513 | | 25.039 | | 25.523 | | 29.712 | | 29.356 | |
| 4 | 17.488 | | 24.857 | | 25.434 | | 29.740 | | 29.364 | |

TABLA 4-7.3

CALCULO DE GIROS ALREDEDOR DE LOS NUDOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

| NUDO | 11 | | 12 | | 13 | | 14 | | 15 | |
|------------------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| K_{ϕ_n} | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 9.76 | |
| $f_{d\phi_k}$ | 12 | -0.14 | 13 | -0.14 | 14 | -0.14 | 15 | -0.14 | 14 | -0.19 |
| | 10 | -0.11 | 11 | -0.14 | 12 | -0.14 | 13 | -0.14 | 6 | -0.15 |
| | 20 | -0.11 | 9 | -0.11 | 8 | -0.11 | 7 | -0.11 | 16 | -0.15 |
| | | 19 | -0.11 | 18 | -0.11 | 17 | -0.11 | | | |
| $F_{\Delta\phi}$ | I | 0.104 | | | | | | | | |
| | II | 0.104 | II | 0.104 | | | | | | |
| | | | III | 0.104 | III | 0.104 | | | | |
| | | | | | IV | 0.104 | IV | 0.104 | | |
| | | | | | | | V | 0.144 | V | 0.144 |
| 0 | 30.311 | | 30.387 | | 25.861 | | 26.714 | | 22.844 | |
| I | 30.328 | | 30.390 | | 25.900 | | 26.754 | | 19.200 | |
| ϕ_n 2 | 30.312 | | 30.380 | | 25.952 | | 26.193 | | 18.865 | |
| 3 | 30.313 | | 30.391 | | 25.889 | | 25.877 | | 18.664 | |
| 4 | 30.316 | | 30.423 | | 25.849 | | 25.733 | | 18.558 | |

TABLA 4-7.4

CALCULO DE GIROS ALREDEDOR DE LOS NUDOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

| NUDO | 16 | | 17 | | 18 | | 19 | | 20 | | |
|------------------|------|--------|----|--------|-----|--------|-----|--------|-------|--------|-------|
| $K\phi_n$ | 9.76 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | |
| $f_{d\phi_k}$ | 17 | -0.19 | 16 | -0.14 | 17 | -0.14 | 18 | -0.14 | 19 | -0.14 | |
| | 15 | -0.15 | 18 | -0.14 | 19 | -0.14 | 20 | -0.14 | 11 | -0.11 | |
| | | | 14 | -0.11 | 13 | -0.11 | 12 | -0.11 | | | |
| $F_{\Delta\phi}$ | | | | | | | | | I | 0.104 | |
| | | | | | | | | II | 0.104 | II | 0.104 |
| | | | | | III | 0.104 | III | 0.104 | | | |
| | | | IV | 0.104 | IV | 0.104 | | | | | |
| | V | 0.144 | V | 0.144 | | | | | | | |
| ϕ_n | 0 | 26.174 | | 28.987 | | 28.170 | | 33.183 | | 33.414 | |
| | 1 | 22.095 | | 29.690 | | 28.136 | | 33.216 | | 33.502 | |
| | 2 | 21.329 | | 28.788 | | 28.325 | | 33.174 | | 33.504 | |
| | 3 | 21.137 | | 28.292 | | 28.282 | | 32.922 | | 33.537 | |
| | 4 | 21.082 | | 28.070 | | 28.258 | | 33.185 | | 33.509 | |

TABLA 4-7.5

CALCULO DE DESPLAZAMIENTOS DE LOS ENTREPISOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

| ENTREPISO I | ENTREPISO II | ENTREPISO III | ENTREPISO IV | ENTREPISO V |
|------------------------------|---|--|---|--|
| ϕ 1, 10, 11, (20) | ϕ 1, 2, 9, 10, 11, 12, (19,20) | ϕ 2, 3, 8, 9, 12, 13, (18,19) | ϕ 3, 4, 7, 8, 13, 14 (17,18) | ϕ 4, 5, 6, 7, 14, 15, (16,17) |
| $F\phi\Delta_I = 0.286$ | $F\phi\Delta_{II} = 0.286$ | $F\phi\Delta_{III} = 0.286$ | $F\phi\Delta_{IV} = 0.286$ | $F\phi\Delta_V = 0.286$ |
| $K_{\Delta_I} = 355.24$ | $K_{\Delta_{II}} = 331.56$ | $K_{\Delta_{III}} = 284.20$ | $K_{\Delta_{IV}} = 213.15$ | $K_{\Delta_V} = 118.42$ |
| Δ_I | Δ_{II} | Δ_{III} | Δ_{IV} | Δ_V |
| 1 169.353 | 229.572 | 204.821 | 177.760 | 147.103 |
| 2 169.386 | 229.477 | 204.870 | 178.406 | 139.170 |
| 3 169.370 | 229.482 | 204.987 | 177.073 | 136.440 |
| 4 169.396 | 229.544 | 204.901 | 176.250 | 135.285 |

| NUDO | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|------------------|----|--------|-----|--------|-----|--------|----|---------|-------|--------|
| K_{ϕ_n} | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 22.84 | |
| $f_{d\phi_k}$ | 2 | -0.20 | 3 | -0.20 | 4 | -0.20 | 5 | -0.20 | 4 | -0.33 |
| | 10 | -0.10 | 1 | -0.20 | 2 | -0.20 | 3 | -0.20 | 6 | -0.17 |
| | | | 9 | -0.10 | 8 | -0.10 | 7 | -0.10 | | |
| $F_{\Delta\phi}$ | I | 0.148 | | | | | | | | |
| | II | 0.148 | II | 0.148 | | | | | | |
| | | | III | 0.148 | III | 0.148 | | | | |
| | | | | | IV | 0.148 | IV | 0.148 | | |
| | | | | | | | V | 0.245 | V | 0.245 |
| ϕ_n | 0 | 81.397 | | 83.563 | | 73.802 | | 111.343 | | 77.581 |
| | 1 | 80.705 | | 82.634 | | 72.782 | | 111.210 | | 66.507 |
| | 2 | 81.095 | | 82.974 | | 73.425 | | 109.648 | | 64.067 |
| | 3 | 81.230 | | 83.331 | | 73.635 | | 108.143 | | 63.035 |
| | 4 | 81.327 | | 83.540 | | 73.676 | | 106.955 | | 62.349 |
| | 5 | 81.397 | | 83.828 | | 73.608 | | 106.151 | | 61.912 |
| | 6 | 81.416 | | 83.709 | | 73.556 | | 105.566 | | 61.641 |

TABLA 4-8.2

CALCULO DE GIROS ALREDEDOR DE LOS NUDOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.

| NUDO | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | | |
|------------------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|
| K_{ϕ_n} | 16.96 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | |
| $f_{d\phi_k}$ | 7 | -0.24 | 6 | -0.16 | 7 | -0.16 | 8 | -0.16 | 9 | -0.16 | |
| | 5 | -0.13 | 8 | -0.16 | 9 | -0.16 | 10 | -0.16 | 1 | -0.09 | |
| | 15 | -0.13 | 4 | -0.09 | 3 | -0.09 | 2 | -0.09 | 11 | -0.09 | |
| | | | 14 | -0.09 | 13 | -0.09 | 12 | -0.09 | | | |
| $F_{\Delta\phi}$ | | | | | | | | | I | 0.123 | |
| | | | | | | | | II | 0.123 | II | 0.123 |
| | | | | | III | 0.123 | III | 0.123 | | | |
| | | | IV | 0.123 | IV | 0.123 | | | | | |
| | V | 0.182 | V | 0.182 | | | | | | | |
| 0 | 54.421 | | 79.742 | | 62.736 | | 66.636 | | 62.465 | | |
| 1 | 47.491 | | 80.547 | | 61.726 | | 65.829 | | 62.110 | | |
| 2 | 45.493 | | 78.606 | | 62.707 | | 66.094 | | 62.175 | | |
| ϕ_n 3 | 44.947 | | 77.156 | | 62.921 | | 66.430 | | 62.305 | | |
| 4 | 44.731 | | 76.206 | | 62.810 | | 66.631 | | 66.402 | | |
| 5 | 44.550 | | 75.590 | | 62.672 | | 66.711 | | 62.476 | | |
| 6 | 44.416 | | 75.135 | | 62.561 | | 66.776 | | 62.530 | | |

TABLA 4-8.3

CALCULO DE GIROS ALREDEDOR DE LOS NUDOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.

| NUDO | 11 | | 12 | | 13 | | 14 | | 15 | |
|------------------|----|--------|-----|--------|-----|--------|----|--------|-------|--------|
| K_{ϕ_n} | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 16.96 | |
| f_{ϕ_k} | 12 | -0.16 | 13 | -0.16 | 14 | -0.16 | 15 | -0.16 | 14 | -0.24 |
| | 10 | -0.09 | 11 | -0.16 | 12 | -0.16 | 13 | -0.16 | 6 | -0.13 |
| | | | 9 | -0.09 | 8 | -0.09 | 7 | -0.09 | | |
| $F_{\Delta\phi}$ | I | 0.123 | | | | | | | | |
| | II | 0.123 | II | 0.123 | | | | | | |
| | | | III | 0.123 | III | 0.123 | | | | |
| | | | | | IV | 0.123 | IV | 0.123 | | |
| | | | | | | | V | 0.182 | V | 0.182 |
| ϕ_n | 0 | 69.425 | | 72.872 | | 67.475 | | 88.272 | | 63.522 |
| | 1 | 68.904 | | 71.924 | | 66.712 | | 88.050 | | 56.227 |
| | 2 | 69.146 | | 72.321 | | 67.126 | | 86.727 | | 54.365 |
| | 3 | 69.290 | | 72.649 | | 67.322 | | 85.505 | | 52.710 |
| | 4 | 69.378 | | 72.928 | | 67.320 | | 84.687 | | 52.065 |
| | 5 | 69.429 | | 72.948 | | 66.889 | | 84.109 | | 51.678 |
| | 6 | 69.440 | | 73.051 | | 67.122 | | 83.598 | | 51.451 |

TABLA

4-8.4

CALCULO DE DESPLAZAMIENTO DE LOS ENTREPISOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.

| ENTREPISO I | ENTREPISO II | ENTREPISO III | ENTREPISO IV | ENTREPISO V |
|---|--|---|--|---|
| ϕ 1, 10, (11) $F\phi \Delta_I = 0.4$ $K \Delta_I = 349.48$ | ϕ 1, 2, 9, 10, (11,12) $F\phi \Delta_{II} = 0.4$ $K \Delta_{II} = 326.17$ | ϕ 2, 3, 8, 9, (12,13) $F\phi \Delta_{III} = 0.4$ $K \Delta_{III} = 279.58$ | ϕ 3, 4, 7, 8 (13,14) $F\phi \Delta_{IV} = 0.4$ $K \Delta_{IV} = 209.68$ | ϕ 4, 5, 6, 7, (14,15) $F\phi \Delta_V = 0.4$ $K \Delta_V = 116.50$ |
| Δ_I | Δ_{II} | Δ_{III} | Δ_{IV} | Δ_V |
| 1 283.084 | 417.357 | 392.970 | 402.962 | 365.787 |
| 2 281.606 | 419.606 | 393.447 | 406.789 | 348.915 |
| 3 282.066 | 420.925 | 395.771 | 404.922 | 341.288 |
| 4 282.336 | 421.880 | 396.874 | 402.487 | 336.511 |
| 5 282.526 | 422.510 | 397.257 | 400.392 | 333.494 |
| 6 282.662 | 422.948 | 397.222 | 398.688 | 331.477 |

TABLA 4-9

CALCULO DE MOMENTOS CENTRALES EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

MOMENTOS EN LOSA

| NUDO | PISO | MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO | MOMENTOS EQUILIBRANTES | DIFERENCIA DE MOMENTOS |
|------|------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 16 | 5 | 17.126 | 24.289 | 7.163 |
| 17 | 4 | 22.799 | 32.749 | 9.950 |
| 18 | 3 | 21.894 | 33.894 | 12.000 |
| 19 | 2 | 26.676 | 38.717 | 12.041 |
| 20 | 1 | 27.122 | 38.933 | 11.811 |

MOMENTOS EN COLUMNA

| NUDO | ENTREPISO | MOMENTO INICIAL | DISTRIBUCION DE DIFERENCIAS | MOMENTO RESULTANTE |
|------|-----------|--------------------|--------------------------------|-----------------------|
| 16 | | 25.800 | | 25.800 |
| | V | 15.615 | 7.163 | 22.778 |
| 17 | V | 31.653 | 5.670 | 37.323 |
| | IV | 23.895 | 4.280 | 28.175 |
| 18 | IV | 23.801 | 5.120 | 28.921 |
| | III | 31.987 | 6.880 | 38.867 |
| 19 | III | 29.254 | 5.387 | 34.641 |
| | II | 36.139 | 6.654 | 42.793 |
| 20 | II | 36.040 | 6.444 | 42.484 |
| | I | 30.015 | 5.367 | 35.382 |

TABLA 4-10

CALCULO DE MOMENTOS CENTRALES EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 7,5 m.

MOMENTOS EN LOSA

| NUDO | PISO | MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO | MOMENTOS EQUILIBRANTES | DIFERENCIA DE MOMENTOS |
|------|------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 15 | 5 | 26.715 | 39.039 | 12.324 |
| 14 | 4 | 42.777 | 64.218 | 21.441 |
| 13 | 3 | 33.573 | 52.324 | 18.751 |
| 12 | 2 | 31.743 | 56.413 | 24.670 |
| 11 | 1 | 35.698 | 53.400 | 17.702 |

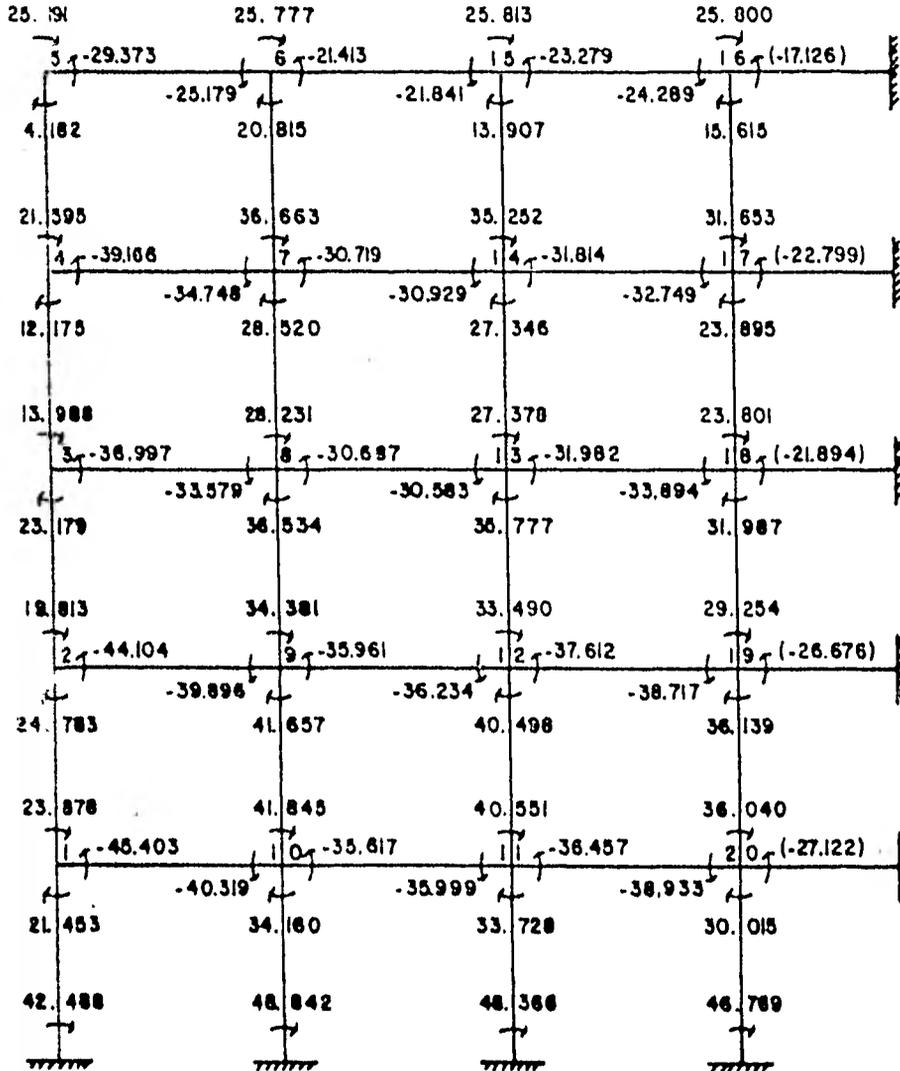
MOMENTOS EN COLUMNA

| NUDO | ENTREPISO | MOMENTO INICIAL | DISTRIBUCION DE DIFERENCIAS | MOMENTO RESULTANTE |
|------|-----------|--------------------|--------------------------------|-----------------------|
| 15 | | 34.700 | | 34.700 |
| | V | 31.054 | 12.324 | 43.378 |
| 14 | V | 74.646 | 14.958 | 89.604 |
| | IV | 32.349 | 6.483 | 38.832 |
| 13 | IV | 40.587 | 8.860 | 49.447 |
| | III | 45.310 | 9.891 | 55.201 |
| 12 | III | 37.346 | 10.451 | 47.797 |
| | II | 50.810 | 14.219 | 65.029 |
| 11 | II | 52.590 | 10.449 | 63.039 |
| | I | 36.508 | 7.253 | 43.761 |

| | |
|--------|-------|
| FIGURA | 4-1.1 |
|--------|-------|

MOMENTOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m. (SIN CORREGIR

LA SERIE DE COLUMNAS CENTRALES).



| | |
|--------|-------|
| FIGURA | 4-1.2 |
|--------|-------|

MOMENTOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

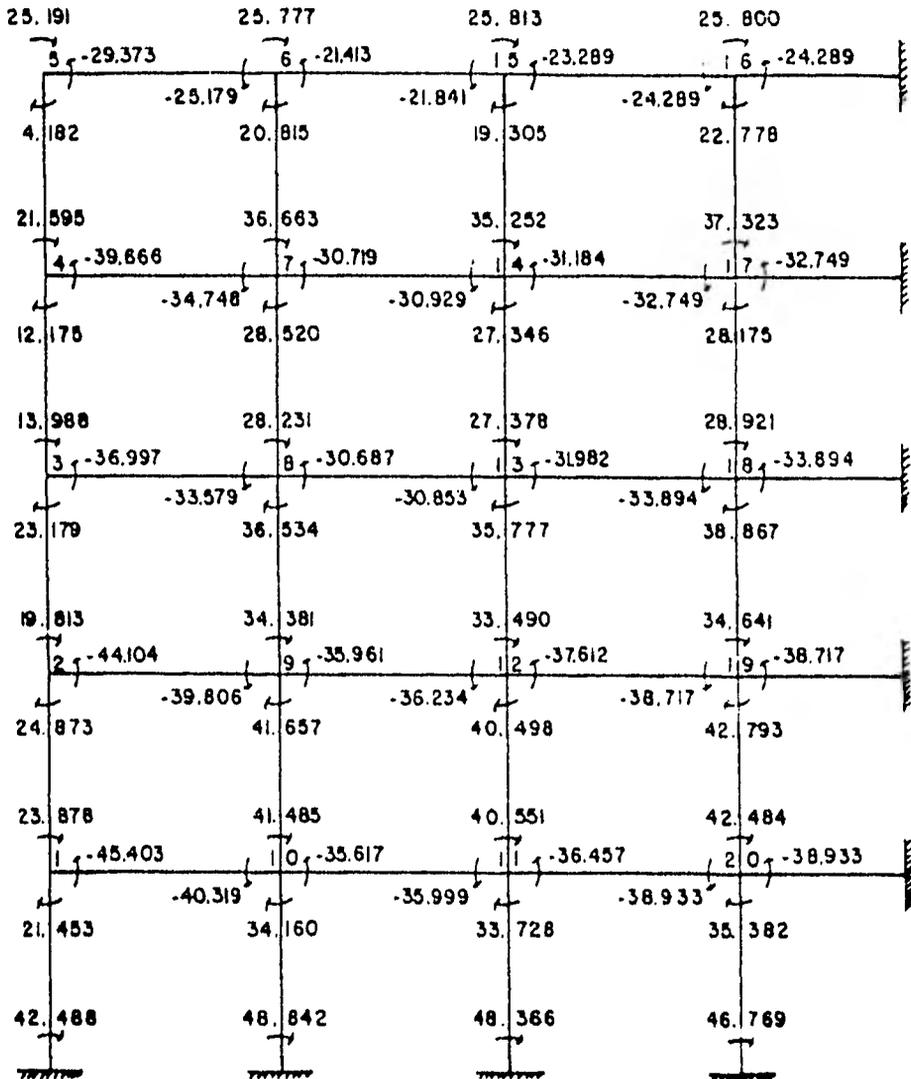


FIGURA 4-2.1

MOMENTOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.
(SIN CORREGIR LA SERIE DE COLUMNAS CENTRALES).

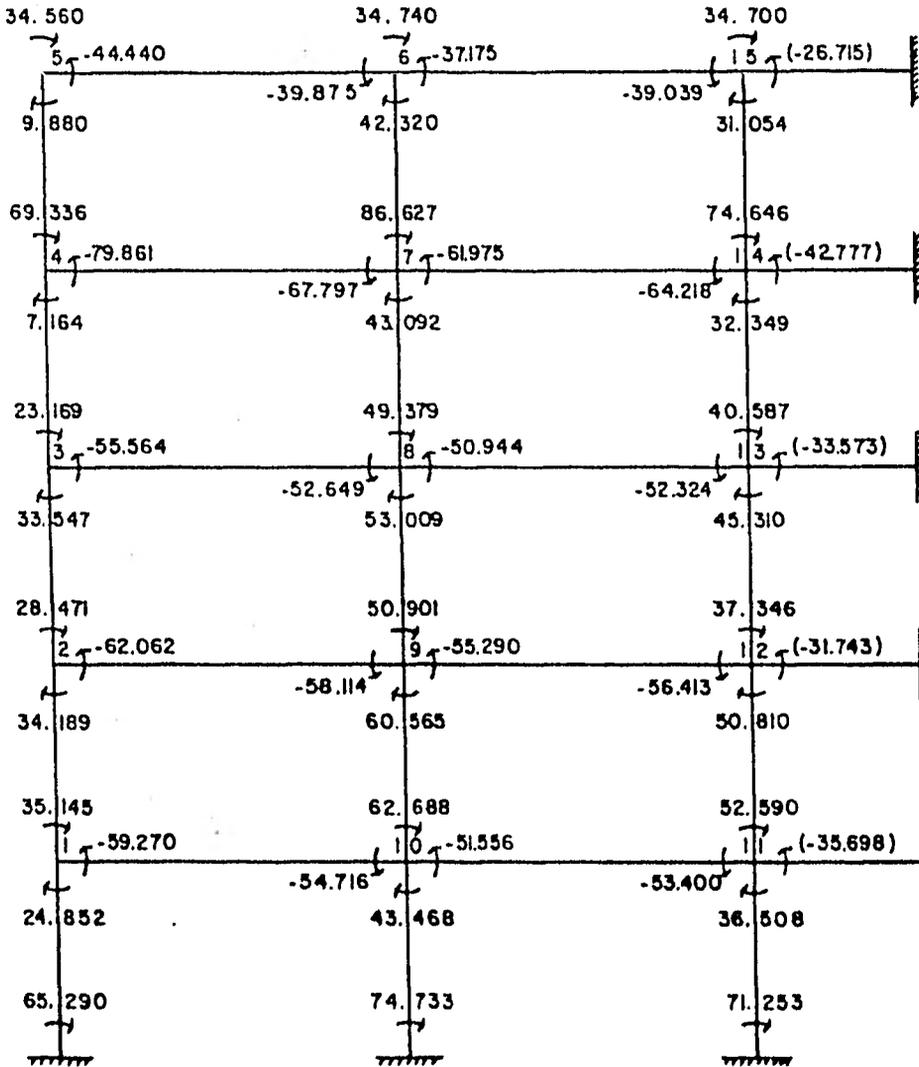
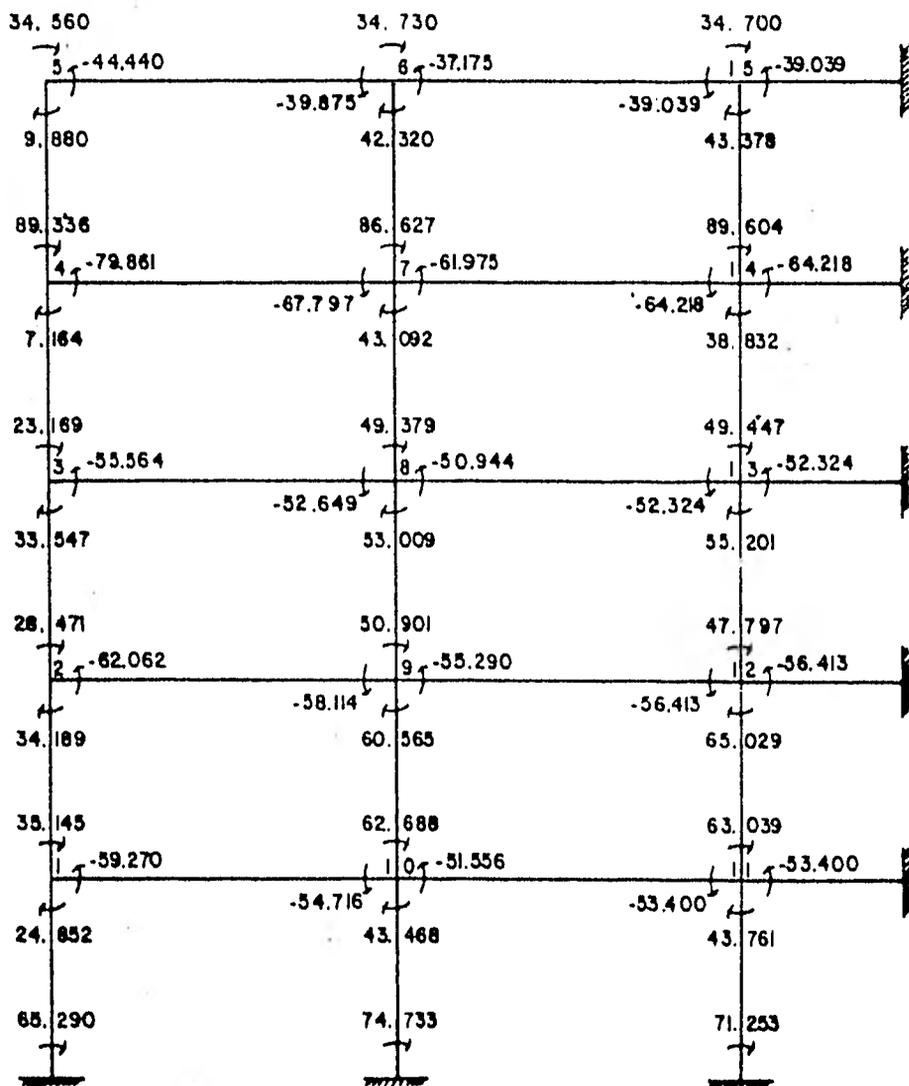


FIGURA 4-2.2

MOMENTOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.



5 ANALISIS POR CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO COMPRESIBLE

Durante este capítulo se considerará que los edificios, - estudiados en esta tesis, están construídos en un terreno compresible localizado en una región sísmica.

Se utilizará el método de Newmark (7), para calcular las fuerzas cortantes aplicadas en los entrepisos de estas construcciones, se supondrá que ambos edificios pertenecen también al grupo B de la - clasificación sísmica reglamentaria, estando regidos por la razón.

$$\frac{c}{Q} = 0.06 \quad 5-1$$

Siendo sus cargas los resultados 4-2 y 4-3 sus fuerzas - cortantes están determinadas en las tablas 5-1 y 5-2.

Las fuerzas cortantes de las tablas 5-1 y 5-2, substituídas en la ecuación 4-8 generan la tabla 5-3.

La programación de las tablas 5-4.1 a 5-4.5 y 5-5.1 a 5-5.4 es la misma que las que rigen a las tablas correspondientes construídas en terreno firme, con excepción de las constantes de desplazamiento que son substituídas por las cifras análogas de la tabla 5-3.

Han sido utilizados los algoritmos 4-17 y 4-18 para calcular los giros y los desplazamientos, respectivamente. Con estas cifras y usando la ecuación 4-19 con las cantidades 4-20 a 4-24, se obtienen las figuras 5-1.1 y 5-2.1 que pertenecen a las estructuras con empotramiento vertical de la serie de columnas centrales.

Posteriormente se procede a equilibrar los momentos de los segmentos de losa empotrados con los momentos de los segmentos de losa adyacentes, y mediante las tablas 5-6 y 5-7 se distribuyen proporcionalmente las diferencias entre las columnas que concurren en los mismos nudos. Los resultados de estas tablas se emplean para elaborar las figuras 5-1.2 y 5-2.2.

TABLA 5-1

CÁLCULO DE FUERZAS CORTANTES APLICADAS EN LOS ENTREPISOS DEL EDIFICIO
 CON CLAROS DE 5 m. CONSTRUIDO EN TERRENO COMPRESIBLE.

| NIVEL | ENTREPISO | W_i ton | h_i m | $W_i h_i$ ton m | F_i ton | V_i ton |
|-------|-----------|--------------|------------|--------------------|--------------|--------------|
| 5 | V | 666.0 | 20 | 13,320.0 | 66.60 | 66.60 |
| 4 | IV | 666.0 | 16 | 10,656.0 | 53.28 | 119.88 |
| 3 | III | 666.0 | 12 | 7,992.0 | 39.96 | 159.84 |
| 2 | II | 666.0 | 8 | 5,328.0 | 26.64 | 186.48 |
| 1 | I | 666.0 | 4 | 2,664.0 | 13.32 | 199.80 |
| | | 3,330.0 | | 39,960.0 | 199.80 | |

TABLA 5-2

CALCULO DE FUERZAS CORTANTES APLICADAS EN LOS ENTREPISOS DEL EDIFICIO
CON CLAROS DE 7.5 m. CONSTRUIDO EN TERRENO COMPRESIBLE.

| NIVEL | ENTREPISO | W_i ton | h_i m | $W_i h_i$ ton m | F_i ton | V_i ton |
|-------|-----------|--------------|------------|--------------------|--------------|--------------|
| 5 | V | 655.2 | 20 | 13,104.0 | 65.52 | 65.52 |
| 4 | IV | 655.2 | 16 | 10,483.2 | 52.42 | 117.94 |
| 3 | III | 655.2 | 12 | 7,862.4 | 39.31 | 157.25 |
| 2 | II | 655.2 | 8 | 5,241.6 | 26.21 | 183.46 |
| 1 | I | 655.2 | 4 | 2,620.8 | 13.10 | 196.56 |
| | | 3,276.0 | | 39,312.0 | 196.56 | |

TABLA 5-3

CONSTANTES DE DESPLAZAMIENTO EN LOS ENTREPIOS

| ENTREPISO | CONSTANTES DE DESPLAZAMIENTO EN | |
|-----------|---------------------------------|--------|
| | EL EDIFICIO CON CLAROS DE : | |
| | 5 m | 7.5 m |
| I | 523.87 | 524.23 |
| II | 497.34 | 489.29 |
| III | 426.29 | 419.39 |
| IV | 319.72 | 314.55 |
| V | 177.62 | 174.74 |

TABLA 5-4.1

CALCULO DE GIROS ALREDEDOR DE LOS NUDOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

| NUDO | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|------------------|----|--------|-----|--------|-----|--------|----|--------|-------|--------|
| K_{ϕ_n} | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 21.14 | |
| $f_{d\phi_k}$ | 2 | -0.18 | 3 | -0.18 | 4 | -0.18 | 5 | -0.18 | 4 | -0.28 |
| | 10 | -0.14 | 1 | -0.18 | 2 | -0.18 | 3 | -0.18 | 6 | -0.22 |
| | | | 9 | -0.14 | 8 | -0.14 | 7 | -0.14 | | |
| $F_{\Delta\phi}$ | I | 0.134 | | | | | | | | |
| | II | 0.134 | II | 0.134 | | | | | | |
| | | | III | 0.134 | III | 0.134 | | | | |
| | | | | | IV | 0.134 | IV | 0.134 | | |
| | | | | | | | V | 0.208 | V | 0.208 |
| ϕ_n | 0 | 63.128 | | 60.617 | | 50.285 | | 55.540 | | 40.764 |
| | 1 | 63.039 | | 60.632 | | 50.215 | | 55.337 | | 41.622 |
| | 2 | 63.093 | | 60.664 | | 50.161 | | 55.318 | | 41.694 |
| | 3 | 63.112 | | 60.680 | | 50.155 | | 55.358 | | 41.740 |

TABLA 5-4.2

CALCULO DE GIROS ALREDEDOR DE LOS NUDOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

| NUDO | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | |
|------------------|--------------|-------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------|----------------------------------|--------------------|----------------------------------|--------------|-------------------------|
| K_{ϕ_n} | 14.64 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| $f_{d\phi_k}$ | 7 5 15 | -0.19 -0.15 -0.15 | 6 8 4 14 | -0.14 -0.14 -0.11 -0.11 | 7 9 3 13 | -0.14 -0.14 -0.11 -0.11 | 8 10 2 12 | -0.14 -0.14 -0.11 -0.11 | 9 1 11 | -0.14 -0.11 -0.11 |
| $F_{\Delta\phi}$ | | | | | | | | | I II | 0.104 0.104 |
| | V | 0.144 | IV V | 0.104 0.144 | III IV | 0.104 0.104 | III | 0.104 | III | 0.104 |
| ϕ_n | 0 | 25.630 | | 37.091 | | 38.244 | | 44.585 | | 43.667 |
| | 1 | 26.095 | | 36.875 | | 38.161 | | 44.593 | | 43.996 |
| | 2 | 26.162 | | 36.954 | | 38.088 | | 44.582 | | 44.041 |
| | 3 | 26.179 | | 37.002 | | 38.075 | | 43.917 | | 44.151 |

TABLA 5-4.3

CALCULO DE GIROS ALREDEDOR DE LOS NUDOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

| NUDO | 11 | | 12 | | 13 | | 14 | | 15 | |
|------------------|----|--------|-----|--------|-----|--------|----|--------|-------|--------|
| K_{ϕ_n} | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 14.64 | |
| $f_{d\phi_k}$ | 12 | -0.14 | 13 | -0.14 | 14 | -0.14 | 15 | -0.14 | 14 | -0.19 |
| | 10 | -0.11 | 11 | -0.14 | 12 | -0.14 | 13 | -0.14 | 6 | -0.15 |
| | 20 | -0.11 | 9 | -0.11 | 8 | -0.11 | 7 | -0.11 | 16 | -0.15 |
| | | | 19 | -0.11 | 18 | -0.11 | 17 | -0.11 | | |
| $F_{\Delta\phi}$ | I | 0.104 | | | | | | | | |
| | II | 0.104 | II | 0.104 | | | | | | |
| | | | III | 0.104 | III | 0.104 | | | | |
| | | | | | IV | 0.104 | IV | 0.104 | | |
| | | | | | | | V | 0.144 | V | 0.144 |
| ϕ_n | 0 | 45.139 | | 45.595 | | 38.801 | | 38.476 | | 27.103 |
| | 1 | 45.429 | | 45.564 | | 38.733 | | 38.316 | | 27.636 |
| | 2 | 45.477 | | 45.584 | | 38.697 | | 38.325 | | 27.660 |
| | 3 | 45.477 | | 45.668 | | 38.679 | | 38.359 | | 27.677 |

TABLA 5-44

CALCULO DE GIROS ALREDEDOR DE LOS NUDOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

| NUDO | 16 | | 17 | | 18 | | 19 | | 20 | |
|------------------|-------|--------|----|--------|-----|--------|-----|--------|----|--------|
| K_{ϕ_n} | 14.64 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| $f_{d\phi_k}$ | 17 | -0.19 | 16 | -0.14 | 17 | -0.14 | 18 | -0.14 | 19 | -0.14 |
| | 15 | -0.15 | 18 | -0.14 | 19 | -0.14 | 20 | -0.14 | 11 | -0.11 |
| | | | 14 | -0.11 | 13 | -0.11 | 12 | -0.11 | | |
| $F_{\Delta\phi}$ | | | | | | | II | 0.104 | II | 0.104 |
| | | | | | III | 0.104 | III | 0.104 | | |
| | V | 0.144 | IV | 0.104 | IV | 0.104 | | | | |
| | | | V | 0.144 | | | | | | |
| ϕ_n | 0 | 30.803 | | 41.923 | | 42.377 | | 49.819 | | 49.874 |
| | 1 | 31.340 | | 41.665 | | 42.285 | | 49.820 | | 50.166 |
| | 2 | 31.502 | | 41.714 | | 42.212 | | 49.811 | | 50.243 |
| | 3 | 31.539 | | 41.760 | | 42.195 | | 49.799 | | 50.269 |

TABLA 5-4.5

CALCULO DE DESPLAZAMIENTO DE LOS ENTREPISOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

| ENTREPISO I | ENTREPISO II | ENTREPISO III | ENTREPISO IV | ENTREPISO V |
|---|--|---|---|---|
| ϕ 1, 10, 11, (20) $F\phi_{\Delta I} = 0.286$ $K_{\Delta I} = 532.87$ | ϕ 1, 2, 9, 10, 11, 12, (19,20) $F\phi_{\Delta II} = 0.286$ $K_{\Delta II} = 497.34$ | ϕ 2, 3, 8, 9, 12, 13, (18,19) $F\phi_{\Delta III} = 0.286$ $K_{\Delta III} = 426.29$ | ϕ 3, 4, 7, 8, 13, 14, (17,18) $F\phi_{\Delta IV} = 0.286$ $K_{\Delta IV} = 319.72$ | ϕ 4, 5, 6, 7, 14, 15, (16,17) $F\phi_{\Delta V} = 0.286$ $K_{\Delta V} = 177.62$ |
| ΔI | ΔII | ΔIII | ΔIV | ΔV |
| 1 253.571 | 343.914 | 307.376 | 263.376 | 200.072 |
| 2 253.958 | 344.296 | 307.219 | 262.818 | 200.883 |
| 3 254.064 | 344.423 | 307.145 | 262.757 | 201.230 |

TABLA 5-5.1

CALCULO DE GIROS ALREDEDOR DE LOS NUDOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.

| NUDO | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|------------------|----|---------|-----|---------|-----|---------|----|---------|-------|--------|
| K_{ϕ_n} | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 34.26 | |
| $f_{d\phi_k}$ | 2 | -0.20 | 3 | -0.20 | 4 | -0.20 | 5 | -0.20 | 4 | -0.33 |
| | 10 | -0.10 | 1 | -0.20 | 2 | -0.20 | 3 | -0.20 | 6 | -0.17 |
| | | | 9 | -0.10 | 8 | -0.10 | 7 | -0.10 | | |
| $F_{\Delta\phi}$ | I | 0.148 | | | | | | | | |
| | II | 0.148 | II | 0.148 | | | | | | |
| | | | III | 0.148 | III | 0.148 | | | | |
| | | | | | IV | 0.148 | IV | 0.148 | | |
| | | | | | | | V | 0.245 | V | 0.245 |
| ϕ_n | 0 | 122.282 | | 125.755 | | 110.573 | | 157.903 | | 92.173 |
| | 1 | 122.265 | | 125.662 | | 110.388 | | 157.471 | | 92.011 |
| | 2 | 122.258 | | 125.607 | | 110.256 | | 157.103 | | 91.892 |
| | 3 | 122.248 | | 125.566 | | 110.170 | | 156.315 | | 91.403 |

TABLA 5-5.2

CALCULO DE GIROS ALREDEDOR DE LOS NUDOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.

| NUDO | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | |
|------------------|------------------|--------------------------------------|-------------------|--|-------------------|--------------------------------------|--------------------|--|---------------------------|---|
| K_{ϕ_n} | 25.45 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| $f_{d\phi_k}$ | 7 5 15 | -0.24 -0.13 -0.13 | 6 8 4 14 | -0.16 -0.16 -0.09 -0.09 | 7 9 3 13 | -0.16 -0.16 -0.09 -0.09 | 8 10 2 12 | -0.16 -0.16 -0.09 -0.09 | 9 1 11 | -0.16 -0.09 -0.09 |
| $F_{\Delta\phi}$ | | | | | | | | | I II III IV V | 0.123 0.123 0.123 0.123 0.182 |
| ϕ_n | 0 1 2 3 | 66.466 66.383 66.313 65.882 | | 112.500 112.149 111.925 111.443 | | 93.846 93.654 93.502 93.478 | | 100.361 100.294 100.244 100.196 | | 93.891 93.877 93.862 93.855 |

TABLA 5-5.3

CALCULO DE GIROS ALREDEDOR DE LOS NUDOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.

| NUDO | 11 | | 12 | | 13 | | 14 | | 15 | |
|------------------|----|---------|-----|---------|-----|---------|----|---------|-------|--------|
| $K\phi_n$ | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 25.45 | |
| $f_{d\phi_k}$ | 12 | -0.16 | 13 | -0.16 | 14 | -0.16 | 15 | -0.16 | 14 | -0.24 |
| | 10 | -0.09 | 11 | -0.16 | 12 | -0.16 | 13 | -0.16 | 6 | -0.13 |
| | | | 9 | -0.09 | 8 | -0.09 | 7 | -0.09 | | |
| $F_{\Delta\phi}$ | I | 0.123 | | | | | | | | |
| | II | 0.123 | II | 0.123 | | | | | | |
| | | | III | 0.123 | III | 0.123 | | | | |
| | | | | | IV | 0.123 | IV | 0.123 | | |
| | | | | | | | V | 0.182 | V | 0.182 |
| ϕ_n | 0 | 104.332 | | 109.622 | | 100.923 | | 125.076 | | 76.947 |
| | 1 | 104.329 | | 109.611 | | 100.695 | | 124.698 | | 76.789 |
| | 2 | 104.308 | | 109.572 | | 100.568 | | 124.432 | | 76.673 |
| | 3 | 104.297 | | 109.536 | | 100.466 | | 123.838 | | 76.307 |

TABLA 5-54

CALCULO DE DESPLAZAMIENTOS DE LOS ENTREPISOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.

| ENTREPISO I | ENTREPISO II | ENTREPISO III | ENTREPISO IV | ENTREPISO V |
|---|---|--|---|---|
| 1, 10 ϕ (11) $F\phi \Delta_I = 0.4$ $K \Delta_I = 524.23$ | 1, 2, 9, 10, ϕ (11,12) $F\phi \Delta_{II} = 0.4$ $K \Delta_{II} = 489.29$ | 2, 3, 8, 9, ϕ (12,13) $F\phi \Delta_{III} = 0.4$ $K \Delta_{III} = 419.39$ | 3, 4, 7, 8, ϕ (13, 14) $F\phi \Delta_{IV} = 0.4$ $K \Delta_{IV} = 314.55$ | 4, 5, 6, 7, ϕ (14, 15) $F\phi \Delta_V = 0.4$ $K \Delta_V = 174.74$ |
| Δ_I | Δ_{II} | Δ_{III} | Δ_{IV} | Δ_V |
| 1 424.363 | 635.129 | 596.402 | 596.077 | 493.939 |
| 2 424.337 | 634.970 | 595.877 | 594.907 | 492.902 |
| 3 424.311 | 634.845 | 595.499 | 594.049 | 489.796 |

| |
|-----------|
| TABLA 5-6 |
|-----------|

CALCULO DE MOMENTOS CENTRALES EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

| |
|------------------|
| MOMENTOS EN LOSA |
|------------------|

| NUDO | PISO | MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO | MOMENTOS EQUILIBRANTES | DIFERENCIA DE MOMENTOS |
|------|------|---------------------------|------------------------|------------------------|
| 16 | 5 | 25.540 | 36.302 | 10.762 |
| 17 | 4 | 33.907 | 48.752 | 14.845 |
| 18 | 3 | 34.315 | 49.228 | 14.913 |
| 19 | 2 | 40.401 | 58.106 | 17.705 |
| 20 | 1 | 39.799 | 59.206 | 19.407 |

| |
|---------------------|
| MOMENTOS EN COLUMNA |
|---------------------|

| NUDO | ENTREPISO | MOMENTO INICIAL | DISTRIBUCION DE DIFERENCIAS | MOMENTO RESULTANTE |
|------|-----------|-----------------|-----------------------------|--------------------|
| 16 | | 38.800 | | 38.800 |
| | V | 23.042 | 10.762 | 33.804 |
| 17 | V | 46.983 | 8.438 | 55.421 |
| | IV | 35.676 | 6.407 | 42.083 |
| 18 | IV | 35.459 | 6.330 | 41.789 |
| | III | 48.084 | 8.583 | 56.667 |
| 19 | III | 44.282 | 7.959 | 52.241 |
| | II | 54.225 | 9.746 | 63.971 |
| 20 | II | 54.000 | 10.585 | 64.585 |
| | I | 45.005 | 8.822 | 53.827 |

TABLA 5-7

CALCULO DE MOMENTOS CENTRALES EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.

MOMENTOS EN LOSA

| NUDO | PISO | MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO | MOMENTOS EQUILIBRANTES | DIFERENCIA DE MOMENTOS |
|------|------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 15 | 5 | 39.746 | 57.902 | 18.156 |
| 14 | 4 | 63.377 | 95.166 | 31.789 |
| 13 | 3 | 50.442 | 78.019 | 27.577 |
| 12 | 2 | 55.319 | 84.606 | 29.287 |
| 11 | 1 | 52.946 | 80.336 | 27.390 |

MOMENTOS EN COLUMNA

| NUDO | ENTREPISO | MOMENTO INICIAL | DISTRIBUCION DE DIFERENCIAS | MOMENTO RESULTANTE |
|------|-----------|--------------------|--------------------------------|-----------------------|
| 15 | | 52.200 | | 52.200 |
| | V | 45.448 | 18.156 | 63.604 |
| 14 | V | 109.846 | 22.025 | 131.871 |
| | IV | 48.697 | 9.764 | 58.461 |
| 13 | IV | 60.383 | 12.963 | 73.346 |
| | III | 68.078 | 14.614 | 82.692 |
| 12 | III | 63.543 | 13.300 | 76.843 |
| | II | 76.382 | 15.987 | 92.369 |
| 11 | II | 79.002 | 16.235 | 95.237 |
| | I | 54.280 | 11.155 | 65.435 |

| |
|-------------|
| FIGURA 5-11 |
|-------------|

MOMENTOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.
(SIN CORREGIR LA SERIE DE COLUMNAS CENTRALES)

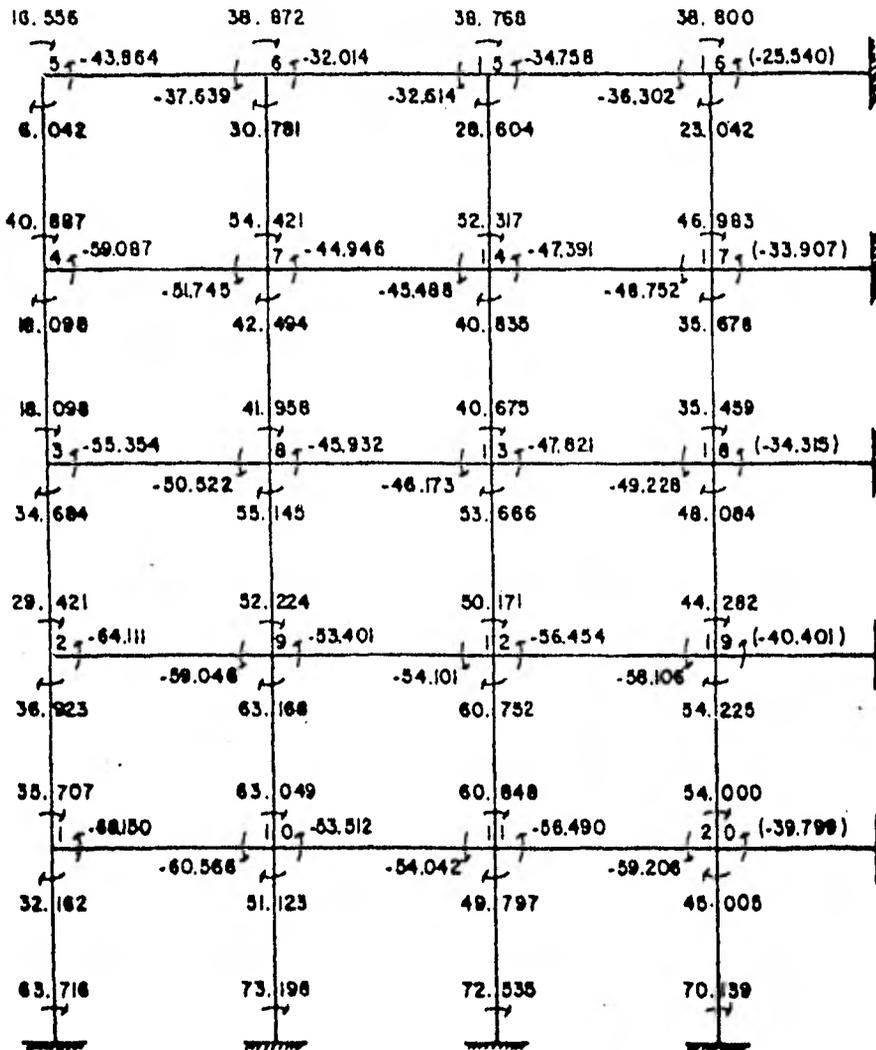


FIGURA 5-1.2

MOMENTOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

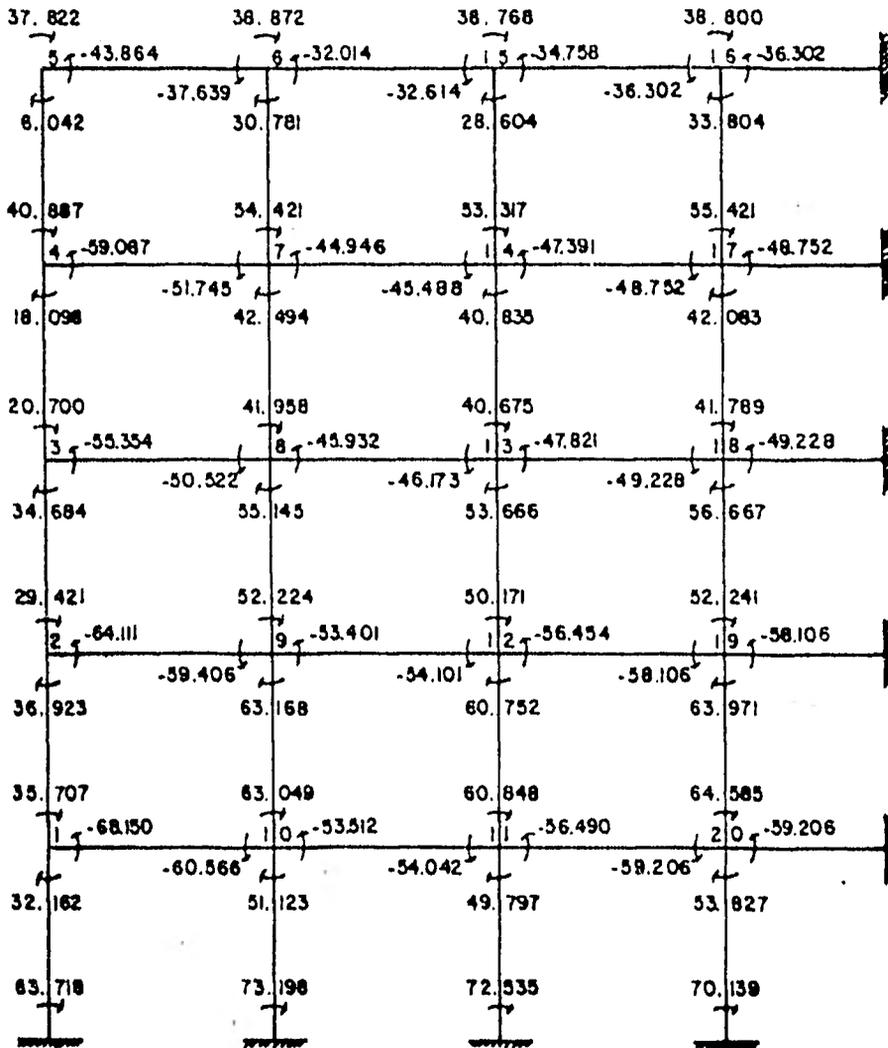


FIGURA 5-2.1

MOMENTOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.
(SIN CORREGIR LA SERIE DE COLUMNAS CENTRALES)

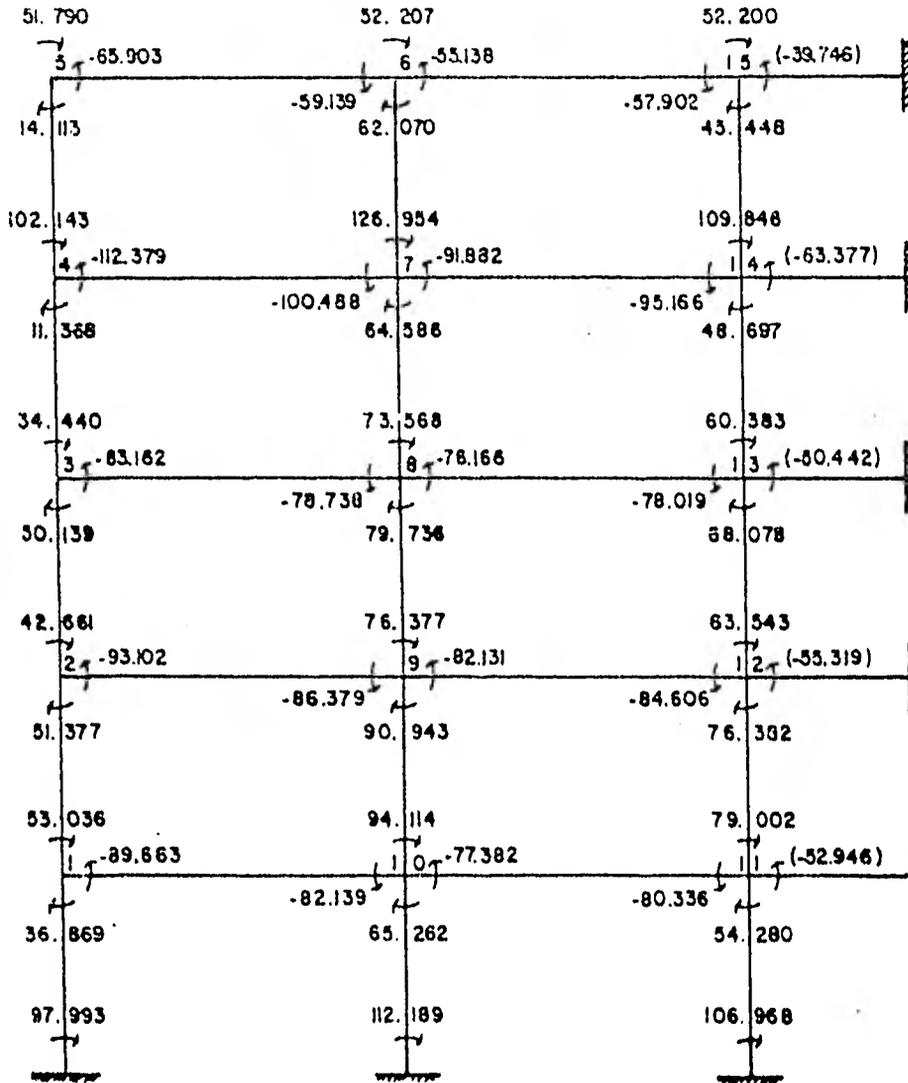
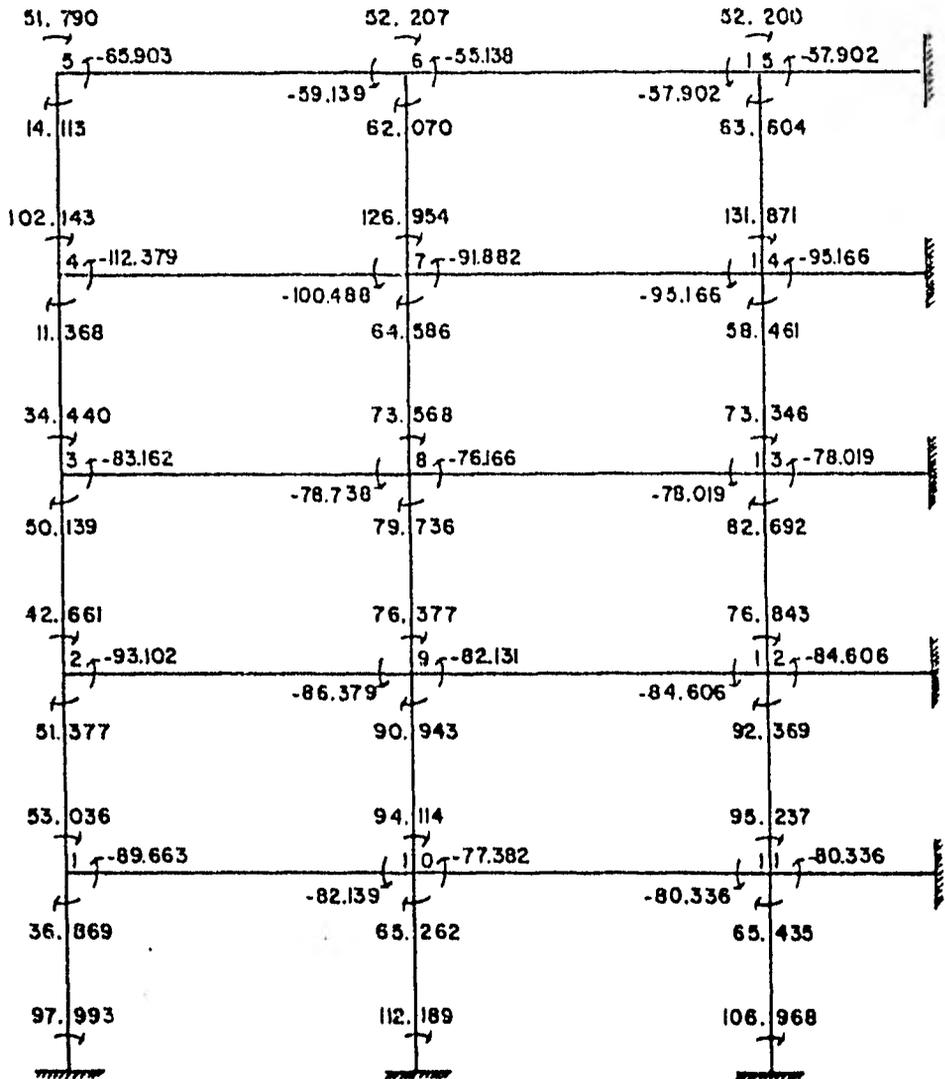


FIGURA 5-2.2

MOMENTOS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m:



6 COMPARACION DE RESULTADOS

Durante el presente capítulo se llevará a cabo un estudio comparativo de los momentos obtenidos en los capítulos anteriores.

Con los momentos aplicados a segmentos de losa correspondientes a las figuras 3-3, 3-4, 4-1.2, 4-2.2, 5-1.2 y 5-2.2 se elaboran las tablas 6-1 a 6-6, se calculan los momentos en los promedios y sus desviaciones estándar (8), construyéndose las tablas 6-7 a 6-12. Siendo la tabla 6-13 un estudio comparativo de los momentos aplicados en segmentos de losa, está basada en estas últimas tablas.

Puede apreciarse que en el edificio con claros de 7.5 m los momentos son 3.4 veces mayores en columnas exteriores y 3.3 veces mayores en columnas interiores que en el edificio con claros de 5 m, en lo que se refiere a carga vertical. Con relación a cargas horizontales los resultados son muy semejantes tanto en terreno firme como en terreno compresible, siendo desde 1.3 hasta 2.0 veces mayores en el edificio con claros de 7.5 m en comparación con el edificio con claros de 5 m. Los valores mínimos se registran en el primer piso y los valores máximos en el cuarto piso.

Para proceder al estudio de momentos aplicados en columna, se introducen en esta tesis los conceptos de asimetría de momentos en columna y fracciones de momentos aplicados a columnas, que se definen a continuación.

Primeramente se define la asimetría de un momento en columna como el cociente entre la diferencia y la suma de los momentos en columna que concurren en un nudo.

En tanto que la fracción de un momento en columna se define como la razón de un momento aplicado en la base o en el techo de una columna localizada en un determinado entrepiso al momento de la columna correspondiente en el entrepiso l aplicado en su base o techo respectivo.

Han sido considerados solamente los momentos en columna producidos por cargas horizontales, donde son más evidentes las asimetrías de estos momentos. Aplicando la definición de asimetría de momento en columna a los datos de las figuras 4-1.2, 4-2.2, 5-1.2 y 5-2.2 se obtienen las tablas 6-26 y 6-27.

Analizando las tablas 6-26 y 6-27 éstas revelan que la asimetría de momentos en las columnas exteriores es superior a la correspondiente a las columnas interiores del mismo piso en ambos edificios. También se observa en el edificio con claros de 7.5 m una asimetría de momentos en columna notable en el piso cuarto de esta construcción.

Aplicando a las mismas figuras 4-1.2, 4-2.2, 5-1.2 y 5-2.2 la definición de fracción de momento en columna, se elaboran las tablas 6-14 a 6-25. Se calculan las fracciones de momento en columnas promedio y sus desviaciones estándar (8), construyéndose las tablas 6-28 a 6-31. Con los datos de estas tablas se representan gráficamente las figuras 6-1 a 6-4.

En estas gráficas pueden apreciarse cambios bruscos muy evidentes en los momentos aplicados a las bases de las columnas entre los pisos tercero y cuarto de ambas construcciones, siendo más acentuados en el edificio con claros de 7.5 m. Existe un cambio notable entre los pisos cuarto y quinto, que ocurre solamente en los momentos aplicados en los techos de las columnas en el edificio con claros de 7.5 m.

| |
|-----------|
| TABLA 6-1 |
|-----------|

CARGA VERTICAL: MOMENTOS APLICADOS A SEGMENTOS DE LOSA EN
EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

| PISO | SERIE DE COLUMNAS | | | |
|------|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5 | 5.266 | 8.635 8.109 | 7.572 7.650 | 7.740 7.740 |
| 4 | 6.616 | 8.221 7.760 | 7.681 7.715 | 7.707 7.708 |
| 3 | 6.354 | 8.998 7.883 | 7.656 7.695 | 7.717 7.717 |
| 2 | 6.454 | 8.261 7.808 | 7.666 7.703 | 7.713 7.713 |
| 1 | 6.163 | 8.760 7.868 | 7.644 7.693 | 7.719 7.719 |

| | |
|-------|-----|
| TABLA | 6-2 |
|-------|-----|

CARGA VERTICAL: MOMENTOS APLICADOS A SEGMENTOS DE
LOSA EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.

| PISO | SERIE DE COLUMNAS | | |
|------|-------------------|----------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 |
| 5 | 18.03 | 28.59 26.69 | 25.07 25.07 |
| 4 | 22.68 | 27.01 25.64 | 25.57 25.57 |
| 3 | 21.67 | 27.30 25.91 | 25.43 25.43 |
| 2 | 22.07 | 27.19 25.80 | 25.48 25.48 |
| 1 | 21.11 | 27.54 25.98 | 25.40 25.40 |

| |
|-----------|
| TABLA 8-3 |
|-----------|

CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO FIRME: MOMENTOS APLICADOS A
SEGMENTOS DE LOSA EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

| PISO | SERIE DE COLUMNAS | | | |
|------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5 | 29.373 | 25.179 21.413 | 21.841 23.289 | 24.289 24.289 |
| 4 | 39.666 | 34.748 30.929 | 30.929 31.814 | 32.749 32.749 |
| 3 | 36.997 | 33.579 30.687 | 30.853 31.982 | 33.894 33.894 |
| 2 | 44.104 | 39.806 35.961 | 36.274 37.612 | 38.717 38.717 |
| 1 | 45.403 | 40.319 35.617 | 35.999 36.457 | 38.933 38.933 |

| | |
|-------|-----|
| TABLA | 6-4 |
|-------|-----|

CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO FIRME: MOMENTOS APLICADOS
A SEGMENTOS DE LOSA EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.

| PISO | SERIE DE COLUMNAS | | |
|------|-------------------|------------------|------------------|
| | 1 | 2 | 3 |
| 5 | 44.440 | 39.875 37.175 | 39.039 39.039 |
| 4 | 79.861 | 67.797 61.975 | 64.218 64.218 |
| 3 | 55.564 | 52.649 50.944 | 52.324 52.324 |
| 2 | 62.062 | 58.114 55.290 | 56.413 56.413 |
| 1 | 59.270 | 54.716 51.556 | 53.400 53.400 |

| |
|-----------|
| TABLA 6-5 |
|-----------|

CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO COMPRESIBLE: MOMENTOS APLICADOS
A SEGMENTOS DE LOSA EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

| PISO | SERIE DE COLUMNAS | | | |
|------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5 | 43.864 | 37.639 32.014 | 32.614 34.758 | 36.302 36.302 |
| 4 | 59.087 | 51.745 44.946 | 45.488 47.391 | 48.752 48.752 |
| 3 | 55.354 | 50.522 45.932 | 46.173 47.821 | 49.228 49.228 |
| 2 | 64.111 | 59.406 53.401 | 54.101 56.454 | 58.106 58.106 |
| 1 | 68.150 | 60.566 53.512 | 54.042 56.490 | 59.206 59.206 |

| | |
|-------|-----|
| TABLA | 6-6 |
|-------|-----|

CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO COMPRESIBLE: MOMENTOS
 APLICADOS A SEGMENTOS DE LOSA EN EL EDIFICIO CON CLAUROS DE 7.5 m.

| PISO | SERIE DE COLUMNAS | | |
|------|-------------------|-------------------|------------------|
| | 1 | 2 | 3 |
| 5 | 65.903 | 59.139 59.138 | 57.902 57.902 |
| 4 | 102.379 | 100.488 91.882 | 95.166 95.166 |
| 3 | 83.162 | 78.738 76.166 | 78.019 78.019 |
| 2 | 93.102 | 86.379 82.131 | 84.606 84.606 |
| 1 | 89.663 | 82.139 77.382 | 80.336 80.336 |

| |
|-----------|
| TABLA 6-7 |
|-----------|

CARGA VERTICAL: MOMENTOS APLICADOS A SEGMENTOS DE LOSA
CON APOYO EN LA SERIE DE COLUMNAS EXTERIORES.

| PISO | MOMENTOS (ton m) EN EL | |
|------|-------------------------|-------|
| | EDIFICIO CON CLAROS DE: | |
| | 5 m | 7.5 m |
| 5 | 5.266 | 18.03 |
| 4 | 6.616 | 22.68 |
| 3 | 6.354 | 21.67 |
| 2 | 6.454 | 22.07 |
| 1 | 6.163 | 21.11 |

| | |
|-------|-----|
| TABLA | 6-8 |
|-------|-----|

CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO FIRME: MOMENTOS APLICADOS A SEGMENTOS DE LOSA CON APOYO EN LA SERIE DE COLUMNAS EXTERIORES.

| PISO | MOMENTOS (ton m) EN EL | |
|------|-------------------------|--------|
| | EDIFICIO CON CLAROS DE: | |
| | 5 m | 7.5 m |
| 5 | 29.373 | 44.440 |
| 4 | 39.666 | 79.861 |
| 3 | 36.997 | 55.564 |
| 2 | 44.104 | 62.062 |
| 1 | 45.403 | 59.270 |

| | |
|-------|-----|
| TABLA | 6-9 |
|-------|-----|

CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO COMPRESIBLE: MOMENTOS
 APLICADOS A SEGMENTOS DE LOSA CON APOYO EN LA SERIE
 DE COLUMNAS EXTERIORES.

| PISO | MOMENTOS (ton m) EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE: | |
|------|---|---------|
| | 5 m | 7.5 m |
| 5 | 43.864 | 65.903 |
| 4 | 59.087 | 102.379 |
| 3 | 55.354 | 83.162 |
| 2 | 64.111 | 93.102 |
| 1 | 68.150 | 89.663 |

| | |
|-------|-----|
| TABLA | 6-9 |
|-------|-----|

CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO COMPRESIBLE: MOMENTOS APLICADOS A SEGMENTOS DE LOSA CON APOYO EN LA SERIE DE COLUMNAS EXTERIORES.

| PISO | MOMENTOS (ton m) EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE: | |
|------|--|---------|
| | 5 m | 7.5 m |
| 5 | 43.864 | 65.903 |
| 4 | 59.087 | 102.379 |
| 3 | 55.354 | 83.162 |
| 2 | 64.111 | 93.102 |
| 1 | 68.150 | 89.663 |

TABLA

6-10

CARGA VERTICAL: MOMENTOS APLICADOS A SEGMENTOS DE LOSA CON APOYO EN LAS SERIES DE COLUMNAS INTERIORES.

| PISO | MOMENTOS (ton m) EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE: | | | | | |
|------|--|---|-------|--------|---|-------|
| | 5 m | | | 7.5 m | | |
| 5 | 7.908 | + | 0.346 | 26.355 | + | 1.450 |
| 4 | 7.799 | + | 0.189 | 25.948 | + | 0.614 |
| 3 | 7.944 | + | 0.477 | 26.018 | + | 0.766 |
| 2 | 7.811 | + | 0.205 | 25.988 | + | 0.706 |
| 1 | 7.901 | + | 0.390 | 26.080 | + | 0.876 |

TABLA

6-II

CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO FIRME: MOMENTOS APLICADOS A SEGMENTOS DE LOSA CON APOYO EN LAS SERIES DE COLUMNAS INTERIORES.

| PISO | MOMENTOS (ton m) EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE: | | | | | |
|------|--|---|-------|--------|---|-------|
| | 5 m | | | 7.5 m | | |
| 5 | 23.383 | + | 1.341 | 38.782 | + | 0.989 |
| 4 | 32.320 | + | 1.315 | 64.552 | + | 2.085 |
| 3 | 32.482 | + | 1.373 | 52.603 | + | 0.658 |
| 2 | 37.848 | + | 1.382 | 56.558 | + | 1.009 |
| 1 | 37.710 | + | 1.763 | 53.268 | + | 1.125 |

TABLA

6-12

CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO COMPRESIBLE: MOMENTOS APLICADOS A SEGMENTOS DE LOSA CON APOYO EN LAS SERIES DE - - COLUMNAS INTERIORES.

| PISO | MOMENTOS (ton m) EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE: | | | | | |
|------|--|---|-------|--------|---|-------|
| | 5 m | | | 7.5 m | | |
| 5 | 34.938 | ± | 2.041 | 57.520 | ± | 1.463 |
| 4 | 47.846 | ± | 2.273 | 95.676 | ± | 3.085 |
| 3 | 48.151 | ± | 1.677 | 77.736 | ± | 0.952 |
| 2 | 56.596 | ± | 2.194 | 84.431 | ± | 1.512 |
| 1 | 57.170 | ± | 2.692 | 80.048 | ± | 1.706 |

| | |
|-------|------|
| TABLA | 6-13 |
|-------|------|

RELACIONES DE CLAROS DE 7.5 m. EN MOMENTOS APLICADOS A SEGMENTOS
CLAROS DE 5 m.

DE LOSA.

| PISO | SERIES DE COLUMNAS: | | | | | |
|------|---------------------|------------------------------------|-------------|-------------------|------------------------------------|-------------|
| | EXTERIORES | | | INTERIORES | | |
| | CARGA VERTICAL | CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO: | | CARGA VERTICAL | CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO: | |
| | | FIRME | COMPRESIBLE | | FIRME | COMPRESIBLE |
| 5 | 3.4 | 1.5 | 1.5 | 3.3 | 1.7 | 1.6 |
| 4 | 3.4 | 2.0 | 1.7 | 3.3 | 2.0 | 2.0 |
| 3 | 3.4 | 1.5 | 1.5 | 3.3 | 1.6 | 1.6 |
| 2 | 3.4 | 1.4 | 1.5 | 3.3 | 1.5 | 1.5 |
| 1 | 3.4 | 1.3 | 1.3 | 3.3 | 1.4 | 1.4 |

TABLA

6-14

MOMENTOS Y FRACCIONES DE MOMENTO (FMC) EN COLUMNAS EXTERIORES, PRODUCIDOS POR CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO FIRME, APLICADOS A LOS ENTREPISOS DEL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

| MOMENTOS. APLICACION | ENTREPISOS | | | | |
|-------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| | I | II | III | IV | V |
| TECHO | 21.453 | 24.783 | 23.179 | 12.175 | 4.182 |
| BASE | 42.488 | 23.878 | 19.813 | 13.988 | 21.595 |

| F M C . APLICACION | ENTREPISOS | | | | |
|-----------------------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | I | II | III | IV | V |
| TECHO | 1.000 | 1.155 | 1.080 | 0.568 | 0.195 |
| BASE | 1.000 | 0.562 | 0.466 | 0.329 | 0.508 |

TABLA 6-15

MOMENTOS Y FRACCIONES DE MOMENTO (FMC) EN TECHOS DE COLUMNAS INTERIORES, PRODUCIDOS POR CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO FIRME, APLICADOS A LOS ENTREPISOS DEL EDIFICIO CON

MOMENTOS

CLAROS DE 5 m.

| ENTREPISOS | | | | |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| I | II | III | IV | V |
| 34.160 | 41.657 | 36.534 | 28.520 | 20.815 |
| 33.728 | 40.498 | 35.777 | 27.346 | 19.307 |
| 35.382 | 42.793 | 38.867 | 28.175 | 22.778 |

F M C

| ENTREPISOS | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| I | II | III | IV | V |
| 1.000 | 1.219 | 1.069 | 0.835 | 0.609 |
| 1.000 | 1.201 | 1.061 | 0.811 | 0.572 |
| 1.000 | 1.209 | 1.098 | 0.796 | 0.644 |

TABLA 6-16

MOMENTOS Y FRACCIONES DE MOMENTO (FMC) EN BASES DE COLUMNAS INTERIORES, PRODUCIDOS POR CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO FIRME, APLICADOS A LOS ENTREPISOS DEL EDIFICIO CON

MOMENTOS

CLAROS DE 5 m.

| ENTREPISOS | | | | |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| I | II | III | IV | V |
| 48.842 | 41.485 | 34.381 | 28.321 | 36.663 |
| 48.366 | 40.551 | 33.490 | 27.378 | 35.252 |
| 46.769 | 42.484 | 34.641 | 28.921 | 37.323 |

F M C

| ENTREPISOS | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| I | II | III | IV | V |
| 1.000 | 0.849 | 0.704 | 0.580 | 0.751 |
| 1.000 | 0.838 | 0.692 | 0.566 | 0.729 |
| 1.000 | 0.908 | 0.741 | 0.618 | 0.798 |

TABLA

6-17

MOMENTOS Y FRACCIONES DE MOMENTO (FMC) EN COLUMNAS EXTERIORES, PRODUCIDOS POR CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO FIRME, APLICADOS A LOS ENTREPISOS DEL EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.

| MOMENTOS. | ENTREPISOS | | | | |
|-----------|------------|--------|--------|--------|--------|
| | I | II | III | IV | V |
| TECHÓ | 24.852 | 34.189 | 33.547 | 7.164 | 9.880 |
| BASE | 65.290 | 35.145 | 28.471 | 23.169 | 69.336 |

| F M C . | ENTREPISOS | | | | |
|---------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | I | II | III | IV | V |
| TECHO | 1.000 | 1.376 | 1.350 | 0.288 | 0.398 |
| BASE | 1.000 | 0.538 | 0.440 | 0.355 | 1.062 |

TABLA 6-18

MOMENTOS Y FRACCIONES DE MOMENTO (FMC) EN TECHOS DE COLUMNAS INTERIORES, PRODUCIDOS POR CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO FIRME, APLICADOS A LOS ENTREPISOS DEL EDIFICIO CON -

MOMENTOS

CLAROS DE 7.5 M.

| ENTREPISOS | | | | |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| I | II | III | IV | V |
| 43.468 | 60.565 | 53.009 | 43.092 | 42.320 |
| 43.761 | 65.029 | 55.201 | 38.832 | 43.378 |

F M C

| ENTREPISOS | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| I | II | III | IV | V |
| 1.000 | 1.393 | 1.219 | 0.991 | 0.974 |
| 1.000 | 1.486 | 1.261 | 0.887 | 0.991 |

TABLA 6-19

MOMENTOS Y FRACCIONES DE MOMENTO (FMC) EN BASES DE COLUMNAS INTERIORES, PRODUCIDOS POR CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO FIRME, APLICADOS A LOS ENTREPISOS DEL EDIFICIO CON CLAROS

MOMENTOS

DE 7.5 m.

| ENTREPISOS | | | | |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| I | II | III | IV | V |
| 74.733 | 62.688 | 50.091 | 49.379 | 86.627 |
| 71.253 | 63.039 | 47.797 | 49.447 | 89.604 |

F M C

| ENTREPISOS | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| I | II | III | IV | V |
| 1.000 | 0.839 | 0.670 | 0.661 | 1.159 |
| 1.000 | 0.885 | 0.671 | 0.694 | 1.258 |

TABLA

6-20

MOMENTOS Y FRACCIONES DE MOMENTO (FMC) EN COLUMNAS EXTERIORES, PRODUCIDOS POR CARGAS HORIZON-
TALES EN TERRENO COMPRESIBLE, APLICADOS A LOS ENTREPISOS DEL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.

| MOMENTOS. APLICACION | ENTREPISOS | | | | |
|-------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| | I | II | III | IV | V |
| TECHO | 32.162 | 36.923 | 34.684 | 18.098 | 6.042 |
| BASE | 63.718 | 35.707 | 29.421 | 20.700 | 40.887 |

| F M C . APLICACION | ENTREPISOS | | | | |
|-----------------------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | I | II | III | IV | V |
| TECHO | 1.000 | 1.148 | 1.078 | 0.563 | 0.188 |
| BASE | 1.000 | 0.560 | 0.462 | 0.325 | 0.642 |

TABLA 6-21

MOMENTOS Y FRACCIONES DE MOMENTO (FMC) EN TECHOS DE COLUMNAS INTERIORES, PRODUCIDOS POR CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO COMPRESIBLE, APLICADOS A LOS ENTREPISOS DEL EDIFICIO

MOMENTOS

CON CLAROS DE 5 m.

| ENTREPISOS | | | | |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| I | II | III | IV | V |
| 51.123 | 63.168 | 55.145 | 42.494 | 30.781 |
| 49.727 | 60.752 | 53.666 | 40.835 | 28.064 |
| 53.827 | 63.971 | 56.667 | 42.083 | 33.804 |

F M C

| ENTREPISOS | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| I | II | III | IV | V |
| 1.000 | 1.236 | 1.079 | 0.831 | 0.602 |
| 1.000 | 1.222 | 1.079 | 0.843 | 0.564 |
| 1.000 | 1.188 | 1.053 | 0.782 | 0.628 |

TABLA 6-22

MOMENTOS Y FRACCIONES DE MOMENTO (FMC) EN BASES DE COLUMNAS INTERIORES, PRODUCIDOS POR CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO COMPRESIBLE, APLICADOS A LOS ENTREPISOS DEL EDIFICIO CON

MOMENTOS

CLAROS DE 5 m.

| ENTREPISOS | | | | |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| I | II | III | IV | V |
| 73.198 | 63.049 | 52.224 | 41.958 | 54.421 |
| 72.535 | 60.848 | 50.171 | 40.675 | 52.317 |
| 70.139 | 64.585 | 52.241 | 41.789 | 55.421 |

F M C

| ENTREPISOS | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| I | II | III | IV | V |
| 1.000 | 0.828 | 0.713 | 0.573 | 0.743 |
| 1.000 | 0.825 | 0.692 | 0.561 | 0.721 |
| 1.000 | 0.805 | 0.745 | 0.596 | 0.790 |

TABLA

6 - 23

MOMENTOS Y FRACCIONES DE MOMENTO (FMC) EN COLUMNAS EXTERIORES, PRODUCIDOS POR CARGAS HORIZON
TALES EN TERRENO COMPRESIBLE, APLICADOS A LOS ENTREPISOS DEL EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.

| MOMENTOS. APLICACION | ENTREPISOS | | | | |
|-------------------------|------------|--------|--------|--------|---------|
| | I | II | III | IV | V |
| TECHO | 36.869 | 51.377 | 50.139 | 11.368 | 14.113 |
| BASE | 97.993 | 53.036 | 42.661 | 34.440 | 102.143 |

| F M C . APLICACION | ENTREPISOS | | | | |
|-----------------------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | I | II | III | IV | V |
| TECHO | 1.000 | 1.394 | 1.360 | 0.308 | 0.382 |
| BASE | 1.000 | 0.541 | 0.435 | 0.351 | 1.042 |

TABLA 6-24

MOMENTOS Y FRACCIONES DE MOMENTO (FMC) EN TECHOS DE COLUMNAS INTERIORES; PRODUCIDOS POR CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO COMPRESIBLE, APLICADOS A LOS ENTREPISOS DEL EDIFICIO

MOMENTOS

CON CLAROS DE 7.5 m.

| ENTREPISOS | | | | |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| I | II | III | IV | V |
| 65.262 | 90.943 | 79.736 | 64.586 | 62.070 |
| 65.435 | 92.369 | 82.692 | 58.461 | 63.604 |

F M C

| ENTREPISOS | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| I | II | III | IV | V |
| 1.000 | 1.394 | 1.222 | 0.990 | 0.951 |
| 1.000 | 1.412 | 1.264 | 0.907 | 0.972 |

TABLA 6-25

MOMENTOS Y FRACCIONES DE MOMENTO (FMC) EN BASES DE COLUMNAS INTERIORES, PRODUCIDOS POR CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO COMPRESIBLE, APLICADOS A LOS ENTREPISOS DEL EDIFICIO CON -

MOMENTOS

CLAROS DE 7.5 m.

| ENTREPISOS | | | | |
|------------|--------|--------|--------|---------|
| I | II | III | IV | V |
| 112.189 | 94.114 | 76.377 | 73.568 | 126.954 |
| 106.968 | 95.237 | 76.843 | 73.346 | 131.871 |

F M C

| ENTREPISOS | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| I | II | III | IV | V |
| 1.000 | 0.839 | 0.681 | 0.656 | 1.132 |
| 1.000 | 0.890 | 0.718 | 0.686 | 1.233 |

TABLA

6 - 26

CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO FIRME. ASIMETRIA DE MOMENTOS EN COLUMNA.

| PISO | ASIMETRIA DE MOMENTOS | | | | | | |
|------|----------------------------|------|------|------|------------------------------|------|------|
| | EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m | | | | EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m | | |
| | SERIE DE COLUMNAS | | | | SERIE DE COLUMNAS | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 |
| 5 | 0.72 | 0.11 | 0.14 | 0.06 | 0.56 | 0.10 | 0.11 |
| 4 | 0.28 | 0.12 | 0.12 | 0.14 | 0.81 | 0.34 | 0.40 |
| 3 | 0.25 | 0.13 | 0.13 | 0.15 | 0.18 | 0.04 | 0.05 |
| 2 | 0.11 | 0.10 | 0.09 | 0.11 | 0.09 | 0.09 | 0.15 |
| 1 | 0.05 | 0.10 | 0.09 | 0.09 | 0.17 | 0.18 | 0.18 |

TABLA 6-27

CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO COMPRESIBLE. ASIMETRIA DE MOMENTOS EN COLUMNA.

| PISO | ASIMETRIA DE MOMENTOS | | | | | | |
|------|----------------------------|------|------|------|------------------------------|------|------|
| | EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m | | | | EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m | | |
| | SERIE DE COLUMNAS | | | | SERIE DE COLUMNAS | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 |
| 5 | 0.57 | 0.12 | 0.15 | 0.07 | 0.57 | 0.09 | 0.10 |
| 4 | 0.39 | 0.12 | 0.12 | 0.14 | 0.80 | 0.33 | 0.38 |
| 3 | 0.25 | 0.14 | 0.14 | 0.15 | 0.19 | 0.04 | 0.06 |
| 2 | 0.11 | 0.09 | 0.10 | 0.10 | 0.09 | 0.09 | 0.09 |
| 1 | 0.05 | 0.10 | 0.10 | 0.09 | 0.18 | 0.18 | 0.19 |

TABLA 6-28

FRACCIONES DE MOMENTO APLICADAS A LAS COLUMNAS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 M,
CONSTRUIDO EN TERRENO FIRME.

| PISO | COLUMNAS EXTERIORES | | COLUMNAS INTERIORES | | | | | |
|------|---------------------|-------|---------------------|---|-------|-------|---|-------|
| | BASE | TECHO | BASE | | | TECHO | | |
| 0 | 1.000 | | 1.000 | + | 0.000 | | | |
| 1 | 0.562 | 1.000 | 0.865 | + | 0.032 | 1.000 | + | 0.000 |
| 2 | 0.466 | 1.155 | 0.712 | + | 0.022 | 1.210 | + | 0.000 |
| 3 | 0.329 | 1.080 | 0.588 | + | 0.022 | 1.076 | + | 0.014 |
| 4 | 0.508 | 0.568 | 0.759 | + | 0.032 | 0.814 | + | 0.014 |
| 5 | | 0.195 | | | | 0.608 | + | 0.030 |

TABLA 6-29

FRACCIONES DE MOMENTO APLICADAS A LAS COLUMNAS DEL EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.

CONSTRUIDO EN TERRENO FIRME.

| PISO | COLUMNAS EXTERIORES | | COLUMNAS INTERIORES | | | | | |
|------|---------------------|-------|---------------------|---|-------|-------|---|-------|
| | BASE | TECHO | BASE | | | TECHO | | |
| 0 | 1.000 | | 1.000 | + | 0.000 | | | |
| 1 | 0.538 | 1.000 | 0.862 | + | 0.024 | 1.000 | + | 0.000 |
| 2 | 0.440 | 1.376 | 0.671 | + | 0.000 | 1.440 | + | 0.046 |
| 3 | 0.355 | 1.350 | 0.678 | + | 0.017 | 1.240 | + | 0.022 |
| 4 | 1.062 | 0.288 | 1.209 | + | 0.050 | 0.939 | + | 0.053 |
| 5 | | 0.398 | | | | 0.983 | + | 0.010 |

TABLA 6-30

FRACCIONES DE MOMENTO APLICADAS A LAS COLUMNAS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m.,
CONSTRUIDO EN TERRENO COMPRESIBLE.

| PISO | COLUMNAS EXTERIORES | | COLUMNAS INTERIORES | | | |
|------|---------------------|-------|---------------------|---|-------|---------------|
| | BASE | TECHO | BASE | | TECHO | |
| 0 | 1.000 | | 1.000 | ± | 0.000 | |
| 1 | 0.540 | 1.000 | 0.810 | ± | 0.010 | 1.000 ± 0.000 |
| 2 | 0.452 | 1.143 | 0.717 | ± | 0.020 | 1.215 ± 0.020 |
| 3 | 0.325 | 1.078 | 0.577 | ± | 0.010 | 1.070 ± 0.014 |
| 4 | 0.640 | 0.563 | 0.751 | ± | 0.028 | 0.610 ± 0.024 |
| 5 | | 0.186 | | | | 0.598 ± 0.026 |

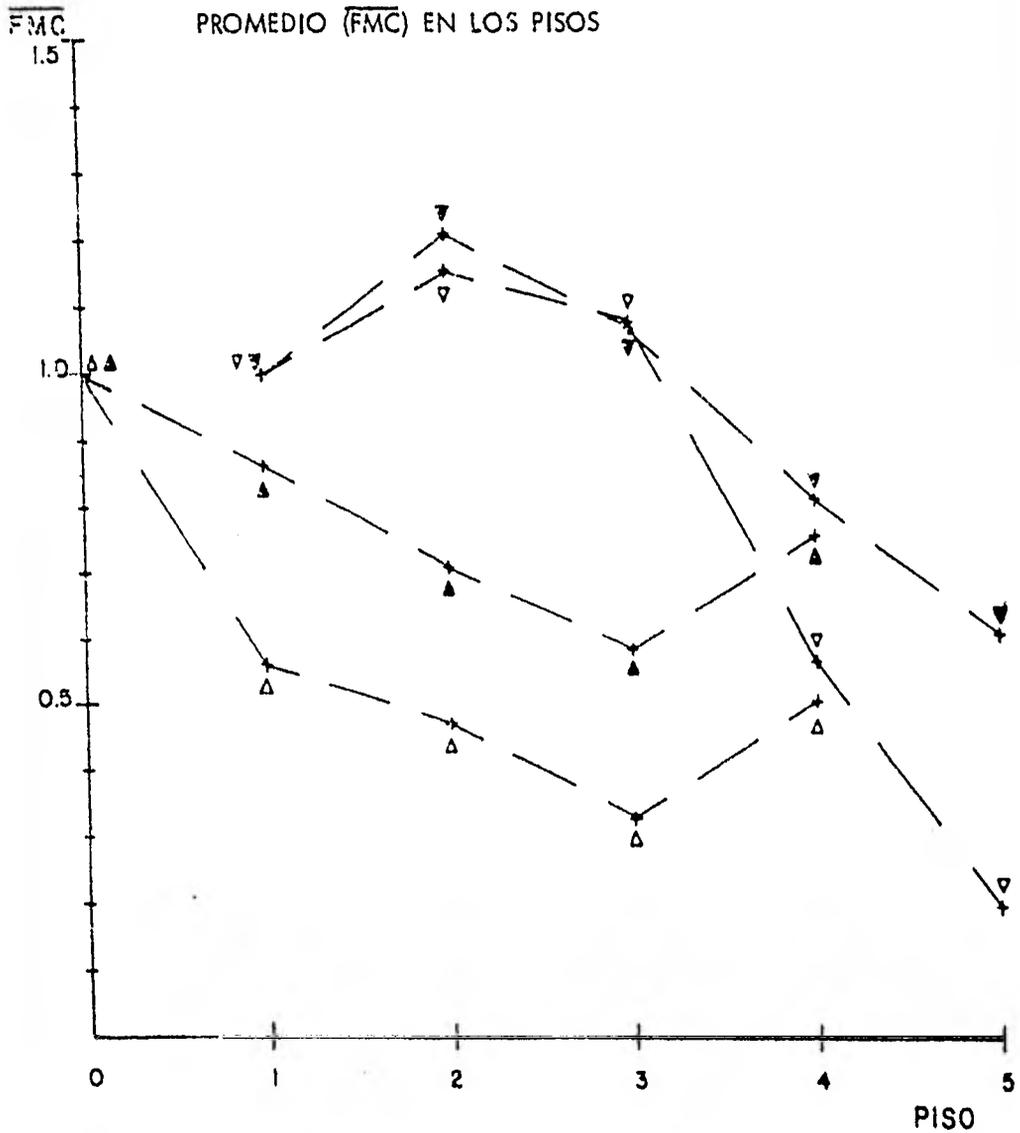
TABLA 6-31

FRACCIONES DE MOMENTO APLICADAS A LAS COLUMNAS EN EL EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 m.
CONSTRUIDO EN TERRENO COMPRESIBLE.

| PISO | COLUMNAS EXTERIORES | | COLUMNAS INTERIORES | | | | | |
|------|---------------------|-------|---------------------|---|-------|-------|---|-------|
| | BASE | TECHO | BASE | | | TECHO | | |
| 0 | 1.000 | | 1.000 | + | 0.000 | | | |
| 1 | 0.541 | 1.000 | 0.855 | + | 0.024 | 1.000 | + | 0.000 |
| 2 | 0.435 | 1.394 | 0.700 | + | 0.020 | 1.403 | + | 0.010 |
| 3 | 0.351 | 1.360 | 0.671 | + | 0.017 | 1.243 | + | 0.022 |
| 4 | 1.042 | 0.309 | 1.183 | + | 0.047 | 0.949 | + | 0.041 |
| 5 | | 0.323 | | | | 0.962 | + | 0.010 |

| | |
|--------|-----|
| FIGURA | 6-1 |
|--------|-----|

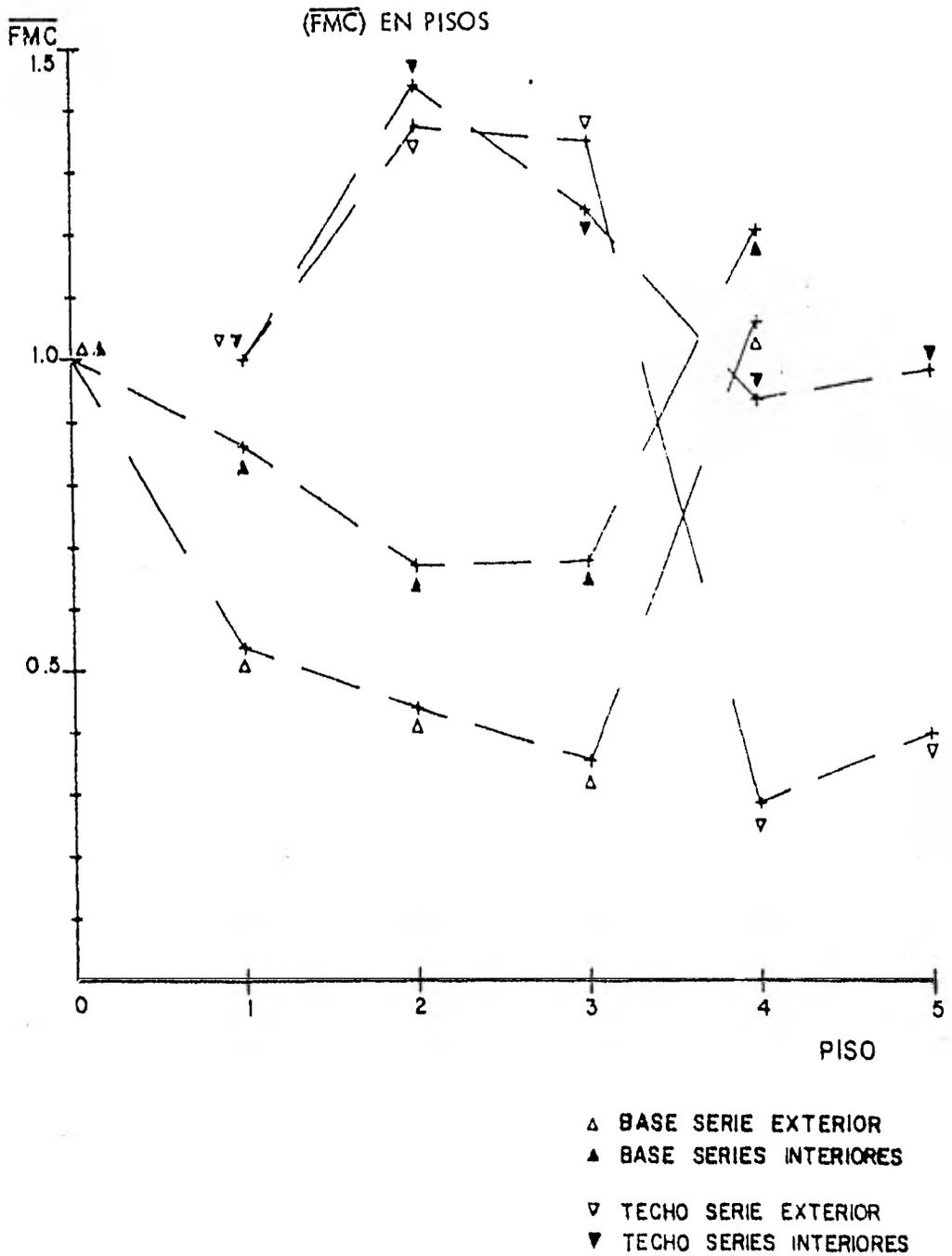
CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO FIRME, EDIFICIO CON CLAROS DE 5 m. FRACCIONES DE MOMENTO EN COLUMNA



- Δ BASE SERIE EXTERIOR
- \blacktriangle BASE SERIES INTERIORES
- ∇ TECHO SERIE EXTERIOR
- \blacktriangledown TECHO SERIES INTERIORES

| | |
|--------|-----|
| FIGURA | 6-2 |
|--------|-----|

CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO FIRME, EDIFICIO CON CLAROS DE 7.5 M. FRACCIONES DE MOMENTO EN COLUMNA PROMEDIO



| |
|------------|
| FIGURA 6-3 |
|------------|

CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO COMPRESIBLE, EDIFICIO
 CON CLAROS DE 5 m. FRACCIONES DE MOMENTO EN CO-
 LUMNA PROMEDIO (\overline{FMC}) EN PISOS

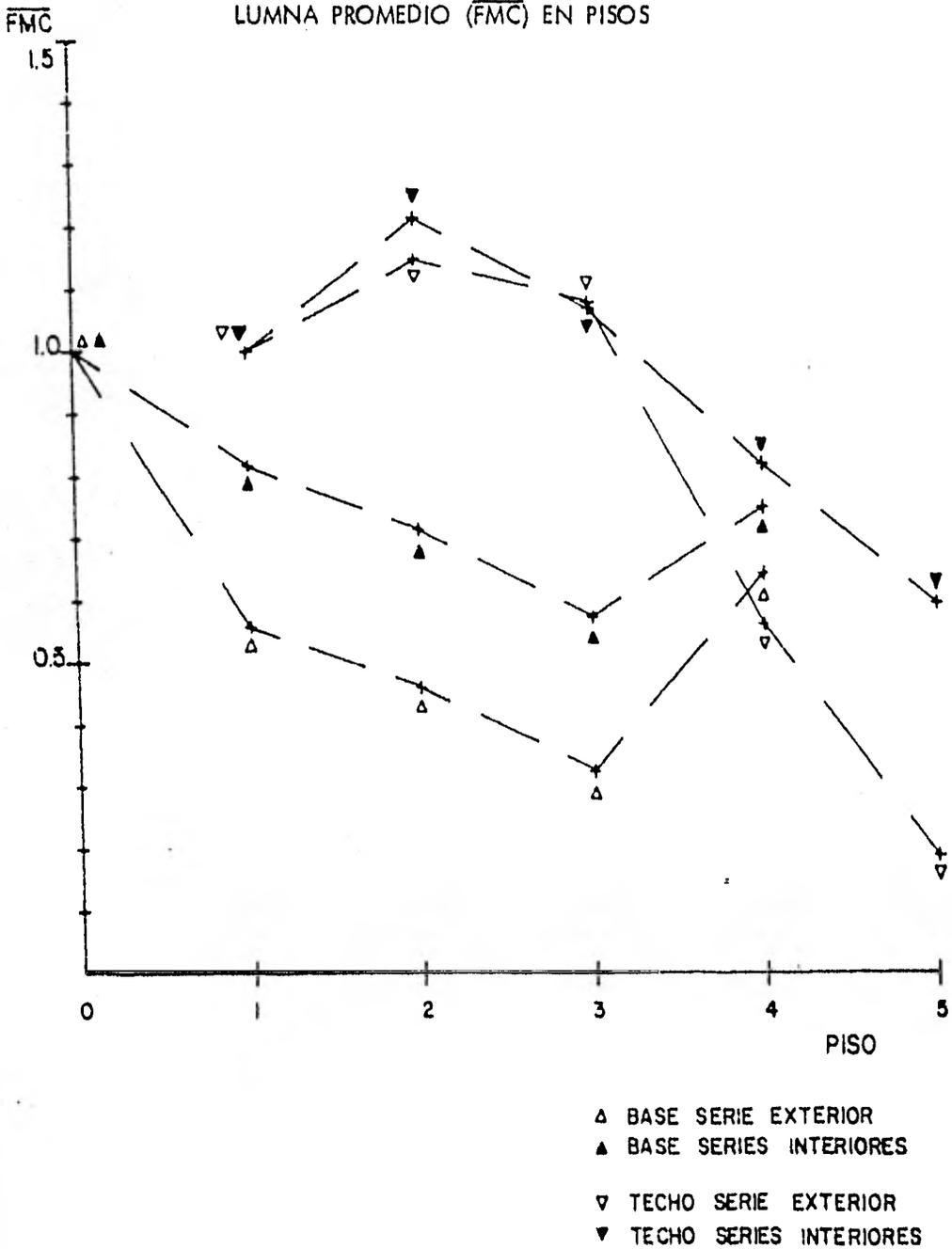
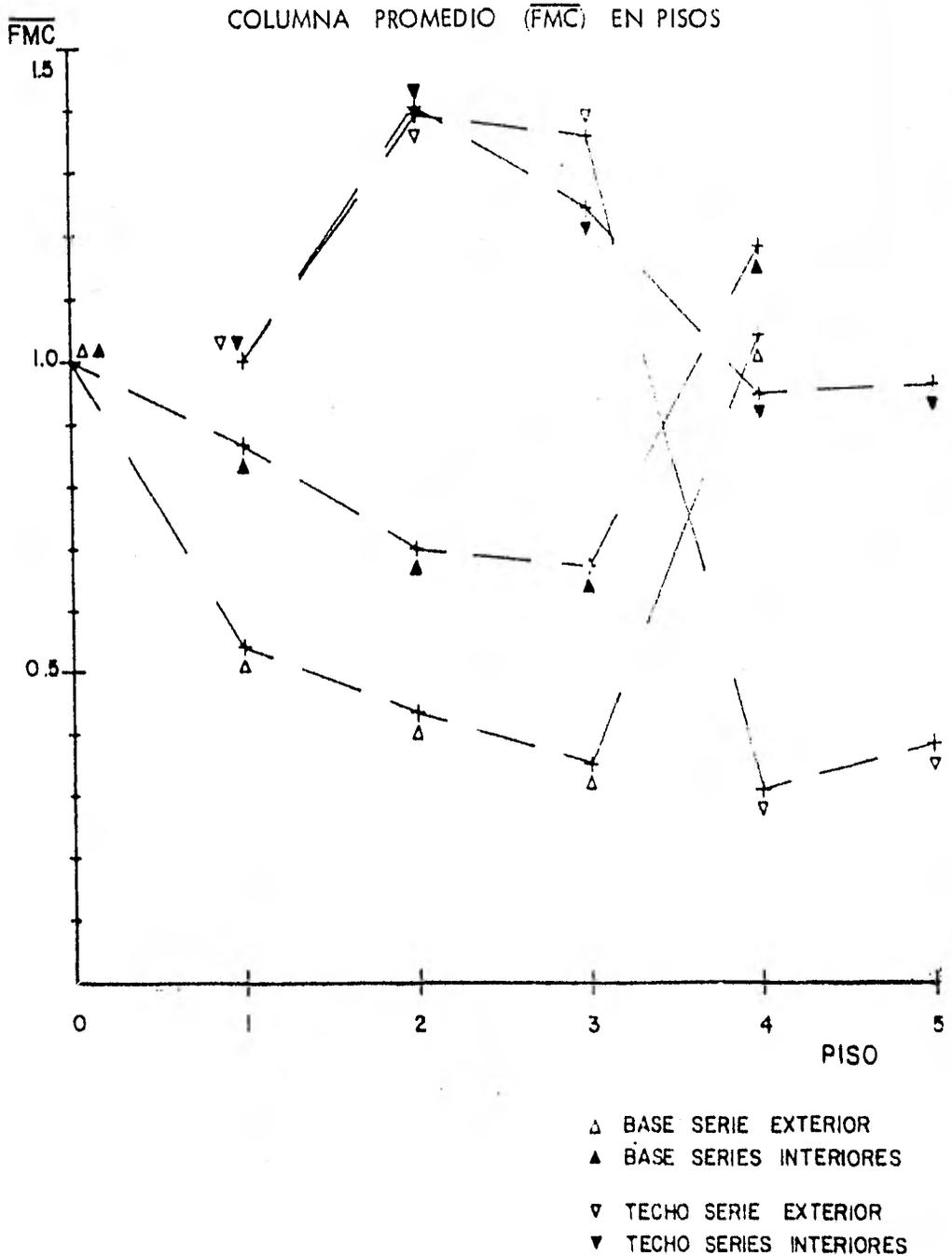


FIGURA 6-4

CARGAS HORIZONTALES EN TERRENO COMPRESIBLE, EDIFICIO
CON CLAROS DE 7.5 m. FRACCIONES DE MOMENTO EN



7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del análisis estructural comparativo entre el edificio con claros de 7.5 m y el edificio con claros de 5 m, con las especificaciones descritas en esta tesis, se deducen las conclusiones siguientes:

Los momentos aplicados en segmentos de losa son lógicamente superiores en el edificio con claros de 7.5 m, siendo de 3.3 a 3.4 veces en momentos producidos con carga vertical. Son de 1.3 a 2.0 veces mayores en momentos producidos por cargas horizontales en cualquier terreno. Los valores mínimos se registran en el primer piso y los valores máximos en el cuarto piso.

Se observa que la serie de columnas exteriores registra asimetrías de momento en columna superiores a los nudos del mismo piso pertenecientes a columnas interiores.

En el edificio con claros de 7.5 m se observan unas asimetrías de momento en columna notables en los nudos localizados en el cuarto piso.

Existen cambios bruscos en las fracciones de momento aplicados en las bases de las columnas entre el tercero y cuarto pisos -

de ambas construcciones, siendo más pronunciados en el edificio con claros de 7.5 m.

Igualmente se aprecia que también existen cambios bruscos en las fracciones de momentos aplicadas en los techos de las columnas de un piso a otro, especialmente en el edificio con claros de 7.5 m. Estos cambios son más evidentes entre los pisos tercero y cuarto y entre el piso cuarto y el quinto piso.

Asimismo se podrían hacer las siguientes recomendaciones:

Para disminuir la brusquedad de los cambios en los momentos actuantes, que, como se mencionó anteriormente, son más evidentes entre los pisos tercero y cuarto y, entre los pisos cuarto y quinto, se podría, precisamente en estos pisos, efectuar algunas de las modificaciones siguientes:

- Modificar la cantidad de acero de la sección de dichas columnas.
- Reducir la longitud de las columnas de las dos últimos entrepisos.
- Cambiar la sección transversal de las citadas columnas.
- Aumentar el número de columnas en estos entrepisos.

Por lo que se refiere a las primeras recomendaciones - éstas pueden considerarse factibles, en tanto que la última, a menos que en momento determinado así lo exigiera el proyecto arquitectónico, de-

berá descartarse ya que modifica sustancialmente la estructura original - y más aún complica su análisis.

Estas observaciones son válidas para las dos alternativas estudiadas, tanto la construcción de claros de 5 m como la de claros - de 7.5 m.

8 BIBLIOGRAFIA

1. WHITE RICHARD N. Y SEXMITH ROBERT G. Ingeniería Estructural vol I, pag 107, 147. Editorial Limusa, S.A. México, D.F., 1976.
2. YUAN YU HSICH. Teoría Elemental de Estructuras, pag 1 Prentice Hall International. Madrid, 1973.
3. LUTHE GARCIA R. Análisis Estructural, pag 322, 447. Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A. México, D.F., 1971.
4. Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, pag. 80. Manual 401 de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M. México, - D.F., 1977.
5. Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, pag. 27. - Manual 400 de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M. México D.F., 1977.
6. CASTILLO MARTINEZ H. Nueva Teoría de las Estructuras, Capítulo 6. Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A. México, D.F., 1975.
7. Diseño Estructural, pag 79. Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M. 1977.
8. MODE E.B. Elementos de Probabilidad y Estadística, pag. 85-87. Editorial Reverté Mexicana, S.A. México, D.F. 1972.