

0957

TEMA DE EXAMEN SIN TESIS  
CARLOS FERNANDO VAZQUEZ CANO  
MEXICO, D. F., ENERO DE 1981  
DEPFI.



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.



DEPA

T. UNAM

1 9 8 1

VAZ



DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE INGENIERIA

- - - 2

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENOMA

de la losa a la inercia de las trabes y comparando los resultados con la hipótesis de momento de inercia constante.

El plazo máximo para desarrollar el trabajo será de 30 días

A t e n t a m e n t e

Una firma manuscrita en tinta que parece decir "Enrique del Valle Calderón".

M en C. Enrique del Valle Calderón

## I N D I C E

1. - INTRODUCCION.
  2. - OBJETIVOS Y ALCANCES DEL TRABAJO.
  3. - CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA EN ESTUDIO.
    - 3.1. - Datos de la Geometría de la estructura.
    - 3.2. - Geometría de los elementos y propiedad de los materiales.
    - 3.3. - Cargas sobre la estructura.
  4. - METODO DE ANALISIS.
    - 4.1. - Método general de rigideces.
    - 4.2. - Análisis dinámico.
  5. - RESULTADOS Y CONCLUSIONES.
    - 5.1. - En las rigideces angulares.
    - 5.2. - Diferencias en los períodos de vibración y en los desplazamientos laterales.
    - 5.3. - Diferencias en las rigideces de entrepiso.
    - 5.4. - Diferencias obtenidas en los elementos mecánicos.
  6. - TABLAS Y GRAFICAS.
- REFERENCIAS.



DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE INGENIERIA

24 de noviembre de 1980.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVIENOMA

Tema de examen sin tesis que se propone al alumno Carlos Fernando Vázquez Cano para obtener el grado de maestro en ingeniería (estructuras)

EFFECTOS DE VARIACIONES EN LOS MOMENTOS DE INERCIA DE MIEMBROS ESTRUCTURALES EN LA OBTENCION DE ELEMENTOS MECANICOS DEBIDOS A CARGAS VERTICALES Y HORIZONTALES.

En estructuras de concreto reforzado es común suponer que los momentos de inercia de los miembros estructurales son constantes en toda la longitud del claro independientemente del nivel de esfuerzos a que estén sometidas las distintas secciones, lo que puede hacer variar los momentos si la sección se agrieta.

Asimismo, cuando se toma en cuenta la contribución de la losa a la inercia de las trabes se supone constante dicha contribución a lo largo del claro sin importar que la losa esté trabajando a esfuerzos de compresión o de tensión. El porcentaje de refuerzo que tengan los miembros estructurales de concreto armado tampoco suele tenerse en cuenta pues cuando se hace el análisis aún no se conocen con detalle las cantidades de refuerzo con las que se tendría que obtener el momento de inercia para las secciones transformadas correspondientes.

Tomando en cuenta lo anterior, se propone hacer el análisis en computadora de una estructura de 19 niveles para la cual se cuenta con la información de secciones, armados, cargas, etc. variando los momentos de inercia de los miembros estructurales en función del nivel de esfuerzos (sección agrietada o no agrietada), del armado que tienen los elementos, y de la contribución

## 1. - INTRODUCCION.

Es común, desde el punto de vista ingenieril, tratar de simplificar los problemas y así poder plantear soluciones relativamente sencillas, adoptando hipótesis que reflejan de manera más ó menos aproximada la esencia del problema.

Para el caso específico de conocer la respuesta de una estructura, que esté sometida tanto a fuerzas verticales como horizontales, será necesario conocer cual es la rigidez de los distintos elementos estructurales que la constituyen.

Generalmente para evaluar ésta rigidez se hacen las siguientes simplificaciones:

- 1) La inercia de vigas y columnas es constante en toda su longitud.
- 2) La contribución de la losa en la rigidez de la viga es constante.
- 3) La inercia de los distintos elementos se toma independientemente del nivel de esfuerzos a los que están trabajando.

Sin embargo, es válido pensar que estas simplificaciones pueden llevar a una evaluación errónea de la rigidez de una estructura, ya que existen varios factores que pueden influir notablemente en su determinación, como son los siguientes:

- a) Valor relativo de los parámetros  $E$  e  $I$ .
- b) Contribución variable del sistema de piso a la rigidez de la viga, - dependiendo de si está trabajando a tensión o compresión.
- c) Nivel de esfuerzos a los que estén trabajando los elementos estruc turales.
- d) Influencia de las deformaciones por fuerza cortante.
- e) El efecto de nudo, cuya influencia en miembros robustos puede llegar a ser importante.
- f) Influencia de las deformaciones por fuerza axial en las columnas, - especialmente en marcos muy esbeltos.
- g) Comportamiento inelástico e interacción suelo-estructura.

## 2. - OBJETIVOS Y ALCANCES DEL TRABAJO.

En el presente trabajo, se pretende establecer cuales son las diferencias en la obtención de los elementos mecánicos que obran sobre una estructura, comparando la hipótesis de momento de inercia constante de vigas y columnas, con otras hipótesis que consideren algunos de los fenómenos mencionados anteriormente.

A continuación se presentan las hipótesis analizadas y las consideraciones hechas en cada una de ellas:

HIPOTESIS 1: Esta hipótesis es la más comunmente empleada, y considera que todos los elementos estructurales tienen momento de inercia constante.

Para tomar en cuenta la contribución del sistema de piso a la rigidez de la viga, se supuso que dicha contribución es constante en toda la longitud, tomando la inercia de la viga como 1.5 en su valor ( $I_v = 1.5 I_v$ ).

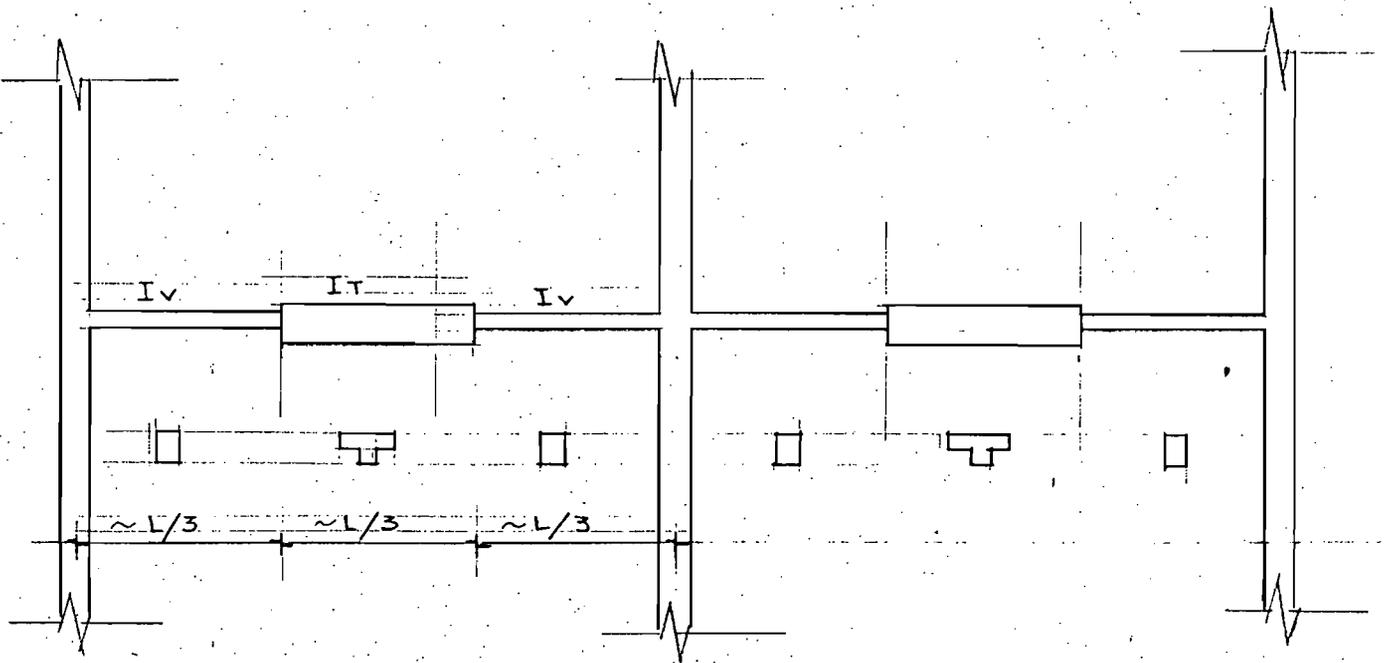
HIPOTESIS 2: Aquí se toman en cuenta los siguientes conceptos:

a) Para las vigas: La contribución del sistema de piso a la rigidez de la viga es variable, dependiendo de si está trabajando a tensión ó compresión.

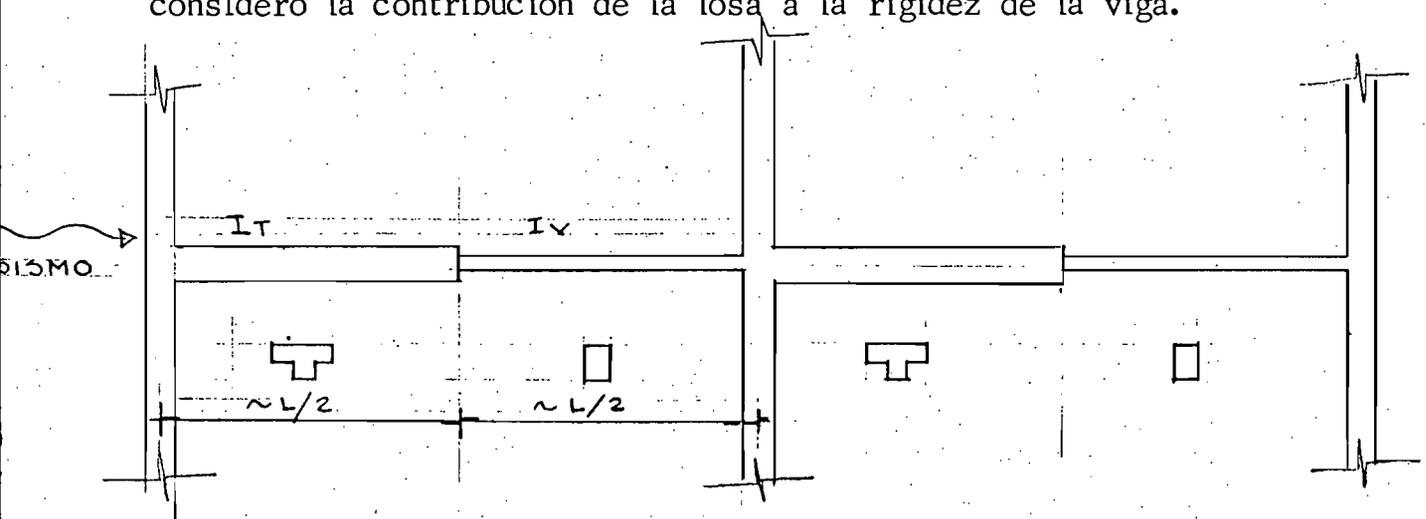
Cuando los momentos producidos por las cargas gravitacionales son mayores\* que los producidos por las fuerzas laterales, la contribución de

\* Se consideró así a partir del nivel I4 para arriba.

la losa se restringe, y se presenta nada más en la zona central, que es - en donde está trabajando a compresión. Esta longitud de la zona central - se tomó igual a  $L/3$ .



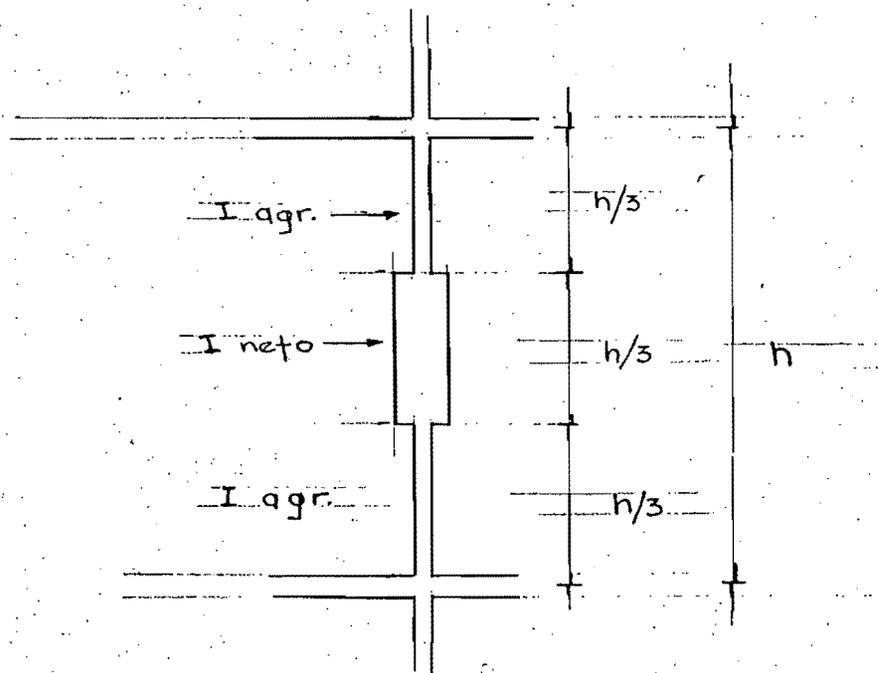
Si los momentos producidos por las fuerzas laterales son mayores, la situación cambia, siendo ahora la zona que está trabajando a compresión aproximadamente igual a la mitad del claro. Sólo en esa zona se consideró la contribución de la losa a la rigidez de la viga.



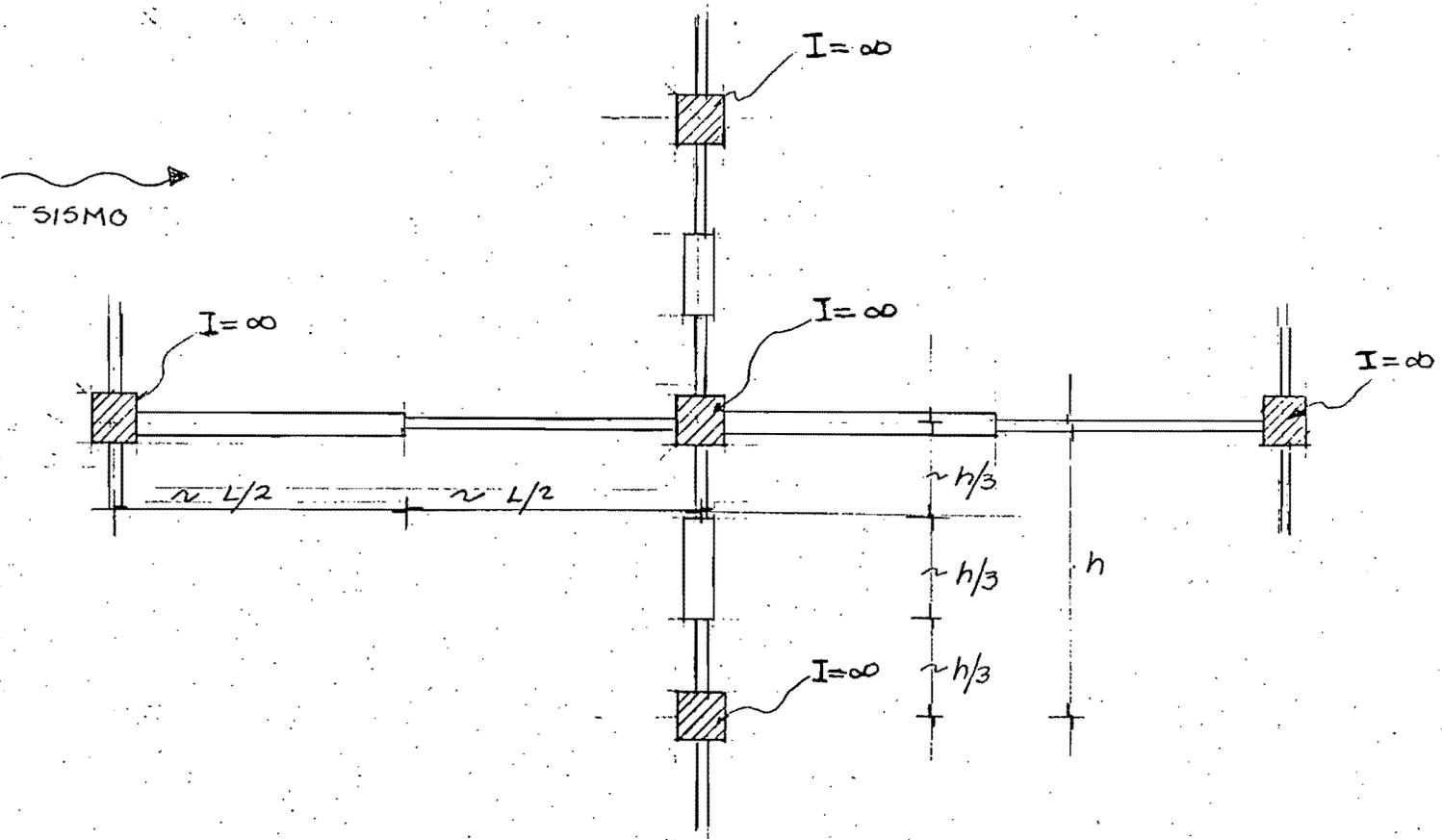
Para el ancho de la viga T, que es el resultado de tomar en cuenta la contribución de la losa, se tomó en cada caso el menor de los 3 valores siguientes: la octava parte del claro menos la mitad del ancho del alma, la mitad de la distancia al paño del alma del miembro más cercano, y 8 veces el espesor del patin. ( Referencia 1 ).

b) Para las columnas: Para estos elementos se consideró que en la parte superior e inferior el momento de inercia ya no podía tomarse en su valor neto, debido a que en esas zonas, la sección se agrieta debido al nivel de esfuerzos a los que está trabajando, y por lo tanto, se tomó el momento de inercia de la sección agrietada.

Como ya se conocía el porcentaje de refuerzos de los distintos elementos, se tomó un Iagr. promedio que resultó ser aproximadamente el 60% del I neto. La longitud en que se tomó este valor fue el tercio superior e inferior de la altura de la columna; para el tercio central se tomó el I neto.



c) Se incluye además en este hipótesis, la influencia del efecto de nudo en la rigidez de los distintos elementos.



Esto se consideró que podía ser un fenómeno importante debido a - que las dimensiones de los elementos estructurales eran considerables.

HIPOTESIS 3: Aquí se hacen las mismas consideraciones que en la hipótesis 2, pero se incluyen además la influencia de las deformaciones por fuerza cortante.

Además de las diferencias obtenidas en los elementos mecánicos bajo cada una de las hipótesis, se analizan las siguientes características:

- 1) Diferencias obtenidas en las rigideces angulares de los distintos elementos.
- 2) En los períodos de vibración.
- 3) Se calculan las rigideces de entrepiso en cada hipótesis, y por el método aproximado de Wilbur ( Referencia 2 ).
- 4) Y por último, se gráfica la envolvente de rigideces de entrepiso de las distintas hipótesis.

### 3. - CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA ANALIZADA.

3.1. - Para efectuar el presente trabajo, se contaban con los datos de una estructura cuyas características se dan a continuación:

- 1) La estructura está formada a base de marcos rígidos.
- 2) La planta del edificio es cuadrada, de 16.20 mts. por lado y con columnas a cada 8.10 mts.
- 3) Consta de 18 niveles, incluyendo la azotea.
- 4) La altura a ejes de cada nivel es de 4.0 mts.
- 5) El sistema de piso está formado por losa maciza, de un espesor de 10 cms. en todos los niveles.
- 6) El edificio está ubicado en la zona compresible de la Ciudad de México, y está destinado para oficinas, (  $C_s=0.24$  ).

3.2. - Características geométricas de las secciones y propiedades de los materiales:

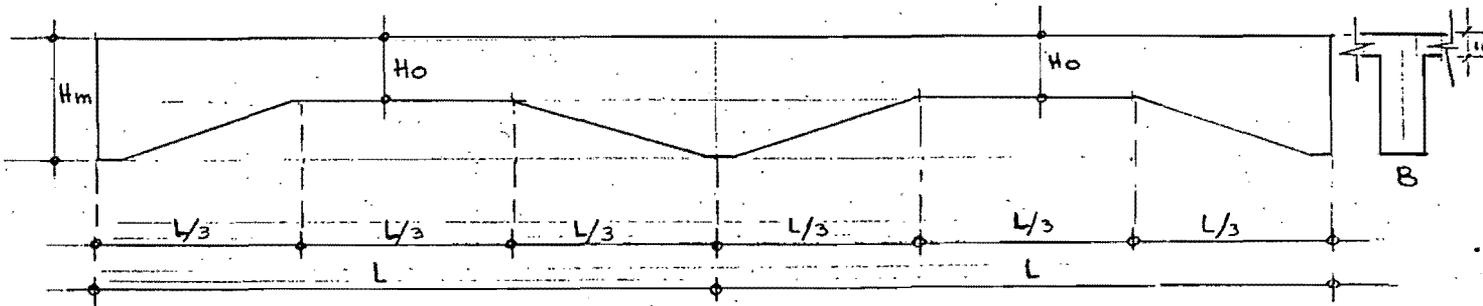
#### a) Columnas exteriores:

Nivel	Dimensiones ( mts. )	As ( cms. <sup>2</sup> )	f'c ( K/cms. <sup>2</sup> )
1- 2	0.95 x 0.95	405.36	300
3- 4	0.95 x 0.95	228.0	300
5- 6	0.95 x 0.95	172.32	300
7- 8	0.95 x 0.95	158.40	300
9-10	0.95 x 0.95	135.60	300
11-17	0.95 x 0.95	95.52	300
18-	0.95 x 0.95	95.52	250

b) Columnas interiores:

Nivel	Dimensiones ( mts. )	As ( cms. <sup>2</sup> )	f'c ( K/cms. <sup>2</sup> )
1-2	0.95 x 0.95	364.80	300
3-4	0.95 x 0.95	228.0	300
5-7	0.90 x 0.90	172.32	300
8-10	0.85 x 0.85	135.60	300
11-13	0.80 x 0.80	106.76	350
14-16	0.75 x 0.75	101.40	250
17-18	0.70 x 0.70	81.12	250

c) Vigas:



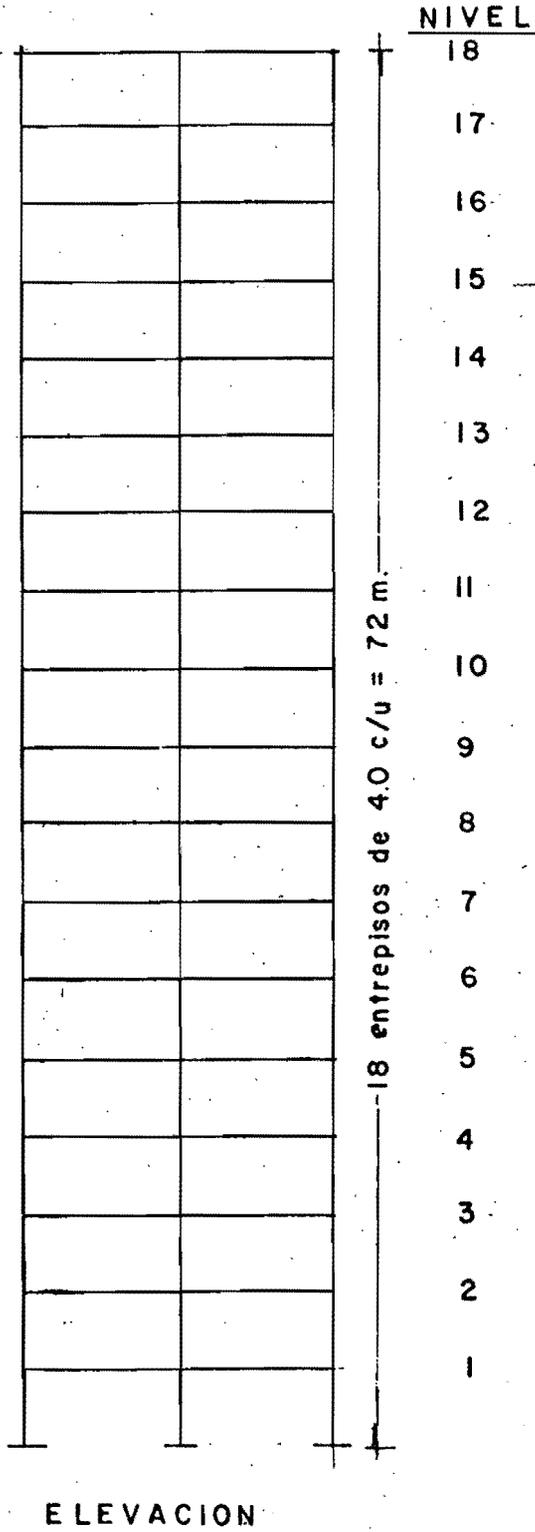
Nivel	Ho ( mts. )	Hm ( mts. )	B ( mts. )	f'c ( Kg/cms. <sup>2</sup> )
1-6	1.0	0.60	0.55	200
7-12	1.0	0.60	0.45	200
13-17	1.0	0.60	0.35	200
18	0.80	0.60	0.35	200

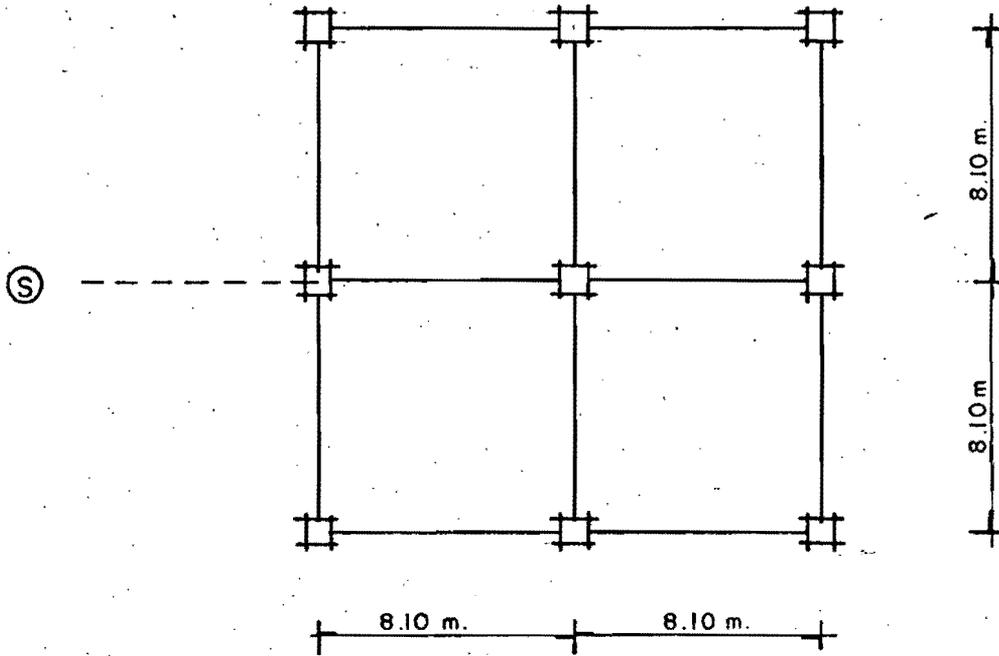
El valor del Módulo de elasticidad Ec se tomó como lo indica el

RDF/76:

$$Ec = 10,000 \sqrt{f'c} \quad ( Kg/cm^2 )$$

El f'y = 4,200 kg/cm<sup>2</sup> en todos los casos.

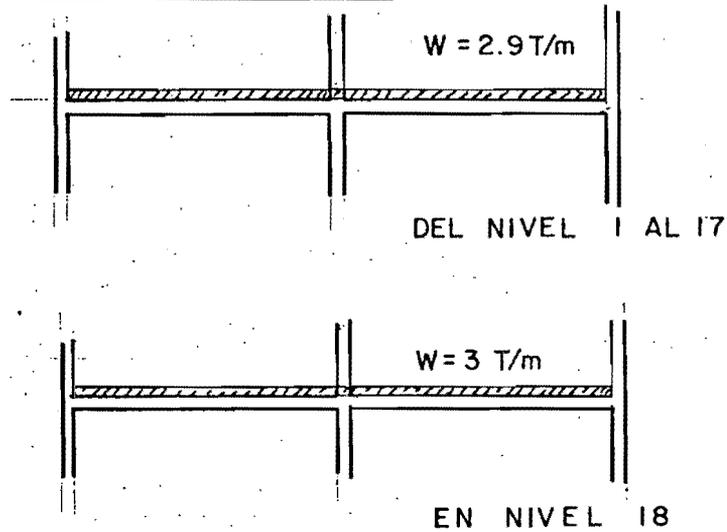




PLANTA TIPO

NOTA: EL MARCO (S) FUE EL ANALIZADO.

3.3 - CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA



#### 4. - METODO DE ANALISIS.

4.1. - Para efectuar el análisis estructural de las hipótesis en estudios, se utilizó el método general de rigideces, en donde la ecuación fundamental está dada por

$$\{F\} = [K] \times \{d\}$$

Siendo:

$\{F\}$  = el vector de fuerzas exteriores que obra sobre la estructura.

$[K]$  = matriz de rigidez de la estructura

$\{d\}$  = vector de desplazamientos.

Para la resolución de este sistema de ecuaciones cuyas incógnitas son los desplazamientos, se utilizó el programa CECAFI-MATRICES, que se encuentran acoplado en la computadora Burroughs/6700 del Centro de Servicios de Cómputo de la UNAM.

Para la obtención de las rigideces angulares de cada elemento estructural, en el caso en que éstos tenían inercia variable, se obtuvo previamente la matriz de flexibilidad.

$$F_{bb} = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} \\ f_{21} & f_{22} \end{bmatrix}, \text{ donde la primera columna}$$

representa los desplazamientos y giros producidos por una fuerza unitaria y un momento cero.

La segunda columna representa los desplazamientos y giros producidos por un momento unitario y una fuerza cero. Se aplicó el principio del trabajo virtual para obtener los desplazamientos y giros.

Ya obtenida la matriz de flexibilidad, la matriz de rigideces angulares

$$k = \begin{bmatrix} r_{AA} & -r_{AB} \\ -r_{BA} & r_{BB} \end{bmatrix}$$

Se obtuvo a partir de la relación existente entre ambas: ( Referencia 3 ).

$$r_{AA} = \frac{f_{22} L^2 - 2f_{12} L + f_{11}}{D}$$

$$r_{AB} = r_{BA} = \frac{f_{12} L - f_{11}}{D}$$

$$r_{BB} = \frac{f_{11}}{D}$$

Donde D = determinante de la matriz de flexibilidad.

4.2. -Para efectuar el análisis dinámico, se obtuvieron los períodos de vibración a partir de la ecuación característica.

$$\left( [K] - \{p_i\}^2 [M] \right) \{y_i\} = 0$$

donde:

$[K]$  = Matriz de rigidez de la estructura.

$[M]$  = Matriz de masa.

$\{P_i^2\}$  = Frecuencia natural del sistema, i-ésimo eigen valor.

$\{y_i\}$  = i-ésimo eigen vector.

Este problema también fué resuelto por el programa CECAFI-MATRICES.

Para obtener las fuerzas sísmicas que actúan sobre la estructura se siguió el criterio que especifica el Artículo 241 del RDF/76. ( Referencia 4 ).

## 5. - RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

### 5.1. - En las rigideces angulares.

En las figuras 1, 2 y 3 se presentan las rigideces angulares de los distintos elementos estructurales. Ahí se puede apreciar que del nivel 14 hacia arriba los valores de las rigideces angulares en las vigas no varían de manera apreciable. Del nivel 14 hacia abajo la rigidez de las vigas de las hipótesis 2 y 3 es mayor que la rigidez angular de las vigas de la hipótesis 1; esto es lógico, pensando que se tienen miembros robustos y que el efecto del nudo si llega a ser importante, así como la contribución del sistema de piso.

Las rigideces angulares de las columnas en las hipótesis 2 y 3 también tienen un incremento con respecto a la hipótesis 1.

### 5.2. - Diferencias en los períodos de vibración y en los desplazamientos laterales.

Para la hipótesis 1, el período de vibración  $T$  fué de 2.7 seg.; para la hipótesis 2  $T = 2.47$  seg.; para la hipótesis 3,  $T = 2.51$  seg.

En la tabla 1 se pueden apreciar las diferencias de los desplazamientos laterales del edificio bajo las 3 hipótesis.

Las diferencias de los desplazamientos máximos ( Nivel 18 ) son las siguientes:

DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS  
( Cms. )

H 1	16.20
H 2	14.77
H 3	13.60

En la Tabla 1 se pueden ver los desplazamientos de todos los niveles y en la Gráfica 1 la variación con la altura de los desplazamientos bajo cada una de las hipótesis. En esta gráfica se puede apreciar que las diferencias en los desplazamientos laterales entre cada una de las hipótesis no fueron muy significativas.

### 5.3. -Diferencia entre las rigideces de entrepiso.

En la Tabla\*2 se relaciona la rigidez de entrepiso obtenida para cada nivel de la hipótesis 1 con respecto a la hipótesis 2, hipótesis 3 y el método aproximado de Wilbur, notándose que en promedio, los entrepisos 1 al 8 de la hipótesis 1 tienen una rigidez de entrepiso 20% menor respecto a las hipótesis 2 y 3.

Sin embargo, se nota que las rigideces obtenidas por el Método de Wilbur son del orden del 30% menores que las obtenidas por la hipótesis 1; no obstante, en el primer y último entrepisos se obtienen rigideces del

\* En las tablas 2.a, 2.b, 2.c y 2.d están calculadas las rigideces de entrepiso para cada caso.

20 y 30% mayores respectivamente, lo que hace suponer que este Método aproximado sobrevalora a la rigidez de entrepiso en esos niveles.

También se obtuvo la envolvente de rigideces de entrepiso obteniéndose los siguientes:

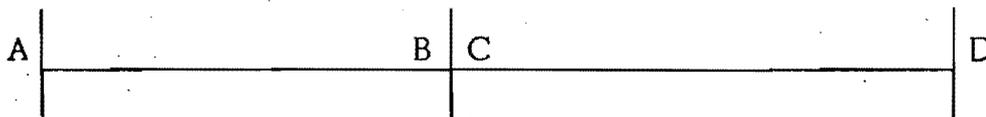
	H1/H2	H1/H3	H1/Wilbur
$\bar{Z}$ Rig. entrepiso	0.84	0.90	1.21

lo que indica que la hipótesis 1 subestima la rigidez de entrepiso en un 10% y que el Método de Wilbur las subestima en un 20% respecto a la hipótesis 1 ( excepto en el primero y último entrepisos ).

En la Gráfica 2 se indican las envolventes de rigidez de las distintas hipótesis.

#### 5.4. -Diferencias obtenidas en los elementos mecánicos.

5.4. a). En los momentos flexionantes, para poner en claro las diferencias obtenidas en las hipótesis analizadas, defino a continuación 4 zonas distintas dentro del marco.



En los resultados analizados, ( tabulados en la tabla 3 hasta el nivel 12<sup>\*</sup> ) se obtuvo lo siguiente:

\* La variación del nivel 13 al 18 es prácticamente despreciable.

a) Para las vigas: En la zona A se obtuvieron momentos mayores para la hipótesis 1 en un 3% promedio respecto a las otras 2 hipótesis.

En la zona B también fueron mayores los de la hipótesis 1 en un 11% promedio.

En la zona C, los momentos obtenidos fueron ahora menores en la hipótesis 1 con respecto a las otras dos en un 9% promedio.

En la zona D, también fueron menores los momentos obtenidos por la hipótesis en un 4% promedio. \*

b) La variación en los momentos que actúan sobre las columnas tuvo un porcentaje un poco menor debido a que ésta se reparte entre las dos columnas que concurren a la viga.

Los momentos que obran sobre la estructura están indicados en forma completa en las figuras 4, 5 y 6.

5.4. b). La variación en las fuerzas cortantes prácticamente fué despreciable en las 3 hipótesis analizadas.

Se han indicado estos diagramas en las figuras 7, 8 y 9.

De los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

\* En la tabla 3 se indican las diferencias nivel por nivel.

El analizar una estructura bajo la hipótesis de momento de inercia constante de los distintos elementos estructurales se justifica, puesto que en las zonas (C y D) donde se presentan momentos mayores que los obtenidos por esta hipótesis, esta diferencia no es muy significativa y puede redistribuirse este exceso de momento a otros elementos estructurales sin poner en peligro alguna zona del edificio. En las zonas A y B, se están obteniendo momentos algo mayores que los que en realidad se presentarían, siendo algo conservadora esta hipótesis uno, sin embargo, no es demasiado importante la diferencia y tal vez el ahorro que pudiera obtenerse es despreciable en comparación con el costo total de la estructura.

Todo esto, apoyado además en la relativa facilidad para plantear y manejar el modelo matemático de esta hipótesis es comparación con las hipótesis de momento de inercia variable.

Para concluir, vale la pena mencionar que en el presente trabajo no se han analizado fenómenos que pueden llegar a tener una influencia importante en la obtención de los elementos mecánicos que obran sobre una estructura, como son: el comportamiento inelástico de la estructura, interacción suelo-estructura, los efectos de esbeltez, efectos de fuerza normal en columnas, etc. y en los cuales para su estudio se requeriría de mayor tiempo.

		[11000 - 6600] [-6600 11000]		[11000 - 6600] [-6600 11000]			
(BIN) [11720 - 53660] [09365 - 022511] [11720 - 53660]		[16720 - 11220] [-11220 16720]	[1636 - 1988] [1588 3166]	[16720 - 11220] [-11220 16720]	(BIN) [11720 - 53660] [09365 - 022511] [11720 - 53660]	NIVEL	
		[16720 - 11220] [-11220 16720]	[1636 - 1988] [1588 3166]	[16720 - 11220] [-11220 16720]			18
		[16720 - 11220] [-11220 16720]	[1636 - 1988] [1588 3166]	[16720 - 11220] [-11220 16720]			17
		[16720 - 11220] [-11220 16720]	[1636 - 1988] [1588 3166]	[16720 - 11220] [-11220 16720]			16
		[16720 - 11220] [-11220 16720]	[1636 - 1988] [1588 3166]	[16720 - 11220] [-11220 16720]			15
		[16720 - 11220] [-11220 16720]	[1636 - 1988] [1588 3166]	[16720 - 11220] [-11220 16720]			14
		[24043 - 16973] [-16973 24043]	[1636 - 1988] [1588 3166]	[24043 - 16973] [-16973 24043]			13
		[24043 - 16973] [-16973 24043]	[1636 - 1988] [1588 3166]	[24043 - 16973] [-16973 24043]			12
		[24043 - 16973] [-16973 24043]	[1636 - 1988] [1588 3166]	[24043 - 16973] [-16973 24043]			11
		[24043 - 16973] [-16973 24043]	[1636 - 1988] [1588 3166]	[24043 - 16973] [-16973 24043]			10
		[24043 - 16973] [-16973 24043]	[1636 - 1988] [1588 3166]	[24043 - 16973] [-16973 24043]			9
		[24043 - 16973] [-16973 24043]	[1636 - 1988] [1588 3166]	[24043 - 16973] [-16973 24043]			8
		[24043 - 16973] [-16973 24043]	[1636 - 1988] [1588 3166]	[24043 - 16973] [-16973 24043]			7
		[26274 - 17633] [-17633 26274]	[1636 - 1988] [1588 3166]	[26274 - 17633] [-17633 26274]			6
		[26274 - 17633] [-17633 26274]	[1636 - 1988] [1588 3166]	[26274 - 17633] [-17633 26274]			5
		[26274 - 17633] [-17633 26274]	[1636 - 1988] [1588 3166]	[26274 - 17633] [-17633 26274]			4
		[26274 - 17633] [-17633 26274]	[1636 - 1988] [1588 3166]	[26274 - 17633] [-17633 26274]			3
		[26274 - 17633] [-17633 26274]	[1636 - 1988] [1588 3166]	[26274 - 17633] [-17633 26274]			2
	[26274 - 17633] [-17633 26274]	[1636 - 1988] [1588 3166]	[26274 - 17633] [-17633 26274]		1		

FIG. 1 - VALOR DE LAS RIGIDEZES ANGULARES ( en T.M. )

HIPOTESIS 1

		NIVEL	
(C.O.N.) [13522 - 8543] [5743 - 2052] [8543 - 13522]	[10547 - 5895] [-5895 10024]	[10024 - 5895] [-5895 10547]	18
	[16561 - 10717] [-10717 15740]	[15740 - 10717] [-10717 16561]	17
	[16618 - 10900] [-10900 15938]	[15938 - 10900] [-10900 16618]	16
	[16618 - 10900] [-10900 15938]	[15938 - 10900] [-10900 16618]	15
	[16618 - 10900] [-10900 15938]	[15938 - 10900] [-10900 16618]	14
	[26149 - 17793] [-17793 21757]	[26149 - 17793] [-17793 21757]	13
	[26149 - 17793] [-17793 21757]	[26149 - 17793] [-17793 21757]	12
	[26149 - 17793] [-17793 21757]	[26149 - 17793] [-17793 21757]	11
	[26537 - 18023] [-18023 21900]	[26537 - 18023] [-18023 21900]	10
	[26537 - 18023] [-18023 21900]	[26537 - 18023] [-18023 21900]	9
	[26537 - 18023] [-18023 21900]	[26537 - 18023] [-18023 21900]	8
	[26888 - 18205] [-18205 21980]	[26888 - 18205] [-18205 21980]	7
	[33904 - 22095] [-22095 26747]	[33904 - 22095] [-22095 26747]	6
	[33904 - 22095] [-22095 26747]	[33904 - 22095] [-22095 26747]	5
	[35100 - 22433] [-22433 26845]	[35100 - 22433] [-22433 26845]	4
	[35100 - 22433] [-22433 26845]	[35100 - 22433] [-22433 26845]	3
	[35100 - 22433] [-22433 26845]	[35100 - 22433] [-22433 26845]	2
	[35100 - 22433] [-22433 26845]	[35100 - 22433] [-22433 26845]	1

(D.O. No. 00 N.17)  
 [148150 - 93625]  
 [57966 - 148150]

[148150 - 93625]  
 [93625 - 148150]  
 (D.O. No. 00 N.17)

FIG. 2 - VALOR DE LAS RIGIDECES ANGULARES ( en T.M. )

HIPOTESIS 2

		NIVEL	
[10307 - 5656] -5656 9796		[10307 - 5656] -5656 9796	18
[16022 - 10891] -10891 15228	[18504 - 18504] -18504 3895	[16022 - 10891] -10891 15228	17
[16077 - 10263] -10263 15419	[18504 - 18504] -18504 3895	[16077 - 10263] -10263 15419	16
[16077 - 10263] -10263 15419	[31136 - 31136] -31136 5725	[16077 - 10263] -10263 15419	15
[16077 - 10263] -10263 15419	[31136 - 31136] -31136 5725	[16077 - 10263] -10263 15419	14
[24774 - 16502] -16502 20728	[51725 - 51725] -51725 31136	[24774 - 16502] -16502 20728	13
[24774 - 16502] -16502 20728	[40308 - 40308] -40308 6315	[24774 - 16502] -16502 20728	12
[24774 - 16502] -16502 20728	[40308 - 40308] -40308 6315	[24774 - 16502] -16502 20728	11
[25142 - 16716] -16716 20853	[6859 - 6859] -6859 40308	[25142 - 16716] -16716 20853	10
[25142 - 16716] -16716 20853	[6859 - 6859] -6859 40308	[25142 - 16716] -16716 20853	9
[25142 - 16716] -16716 20853	[6859 - 6859] -6859 40308	[25142 - 16716] -16716 20853	8
[25474 - 16884] -16884 20940	[56351 - 56351] -56351 97270	[25474 - 16884] -16884 20940	7
[32484 - 20325] -20325 25697	[92540 - 92540] -92540 56351	[32484 - 20325] -20325 25697	6
[32484 - 20325] -20325 25697	[92540 - 92540] -92540 56351	[32484 - 20325] -20325 25697	5
[33630 - 20636] -20636 25791	[116476 - 116476] -116476 70741	[33630 - 20636] -20636 25791	4
[33630 - 20636] -20636 25791	[116476 - 116476] -116476 70741	[33630 - 20636] -20636 25791	3
[33630 - 20636] -20636 25791	[116476 - 116476] -116476 70741	[33630 - 20636] -20636 25791	2
[33630 - 20636] -20636 25791	[116476 - 116476] -116476 70741	[33630 - 20636] -20636 25791	1

[131942 - 80168]  
[80168 - 131942]

[131942 - 80168]  
[80168 - 131942]

(ADD NO d) NIT)

(ADD NO d) NIT)

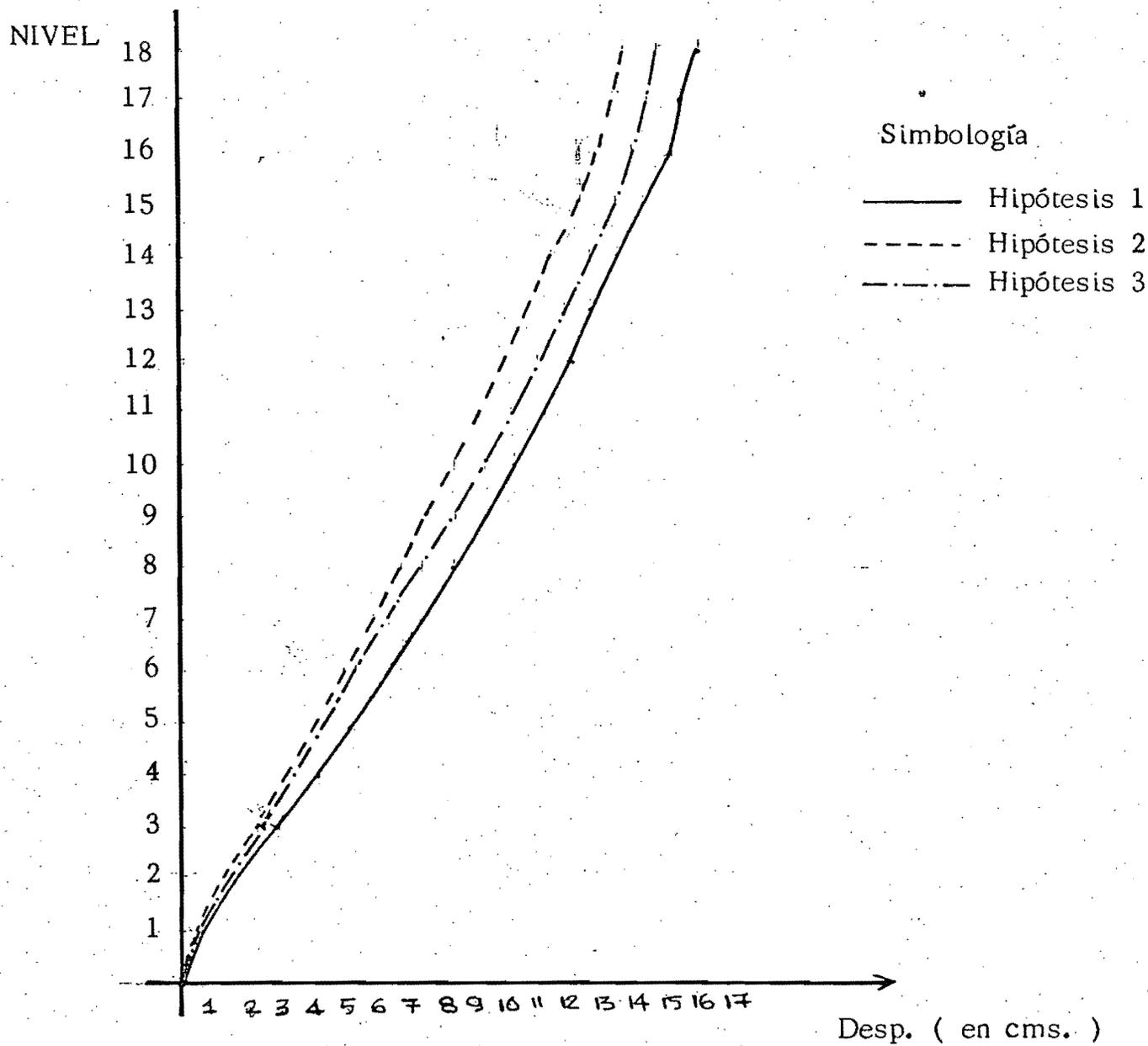
[144622 - 87825]  
[87825 - 144622]

FIG. B - VALOR DE LAS RIGIDEZES ANGULARES ( en T.M. )

HIPOTESIS 3

Nivel	H1	H2	H3
18	16.20	13.60	14.77
17	15.87	13.26	14.44
16	15.40	12.82	14.01
15	14.65	12.27	13.44
14	13.86	11.58	12.73
13	12.95	10.80	11.92
12	12.18	10.02	11.10
11	11.42	9.25	10.27
10	10.59	8.45	9.38
9	9.68	7.68	8.44
8	8.71	6.91	7.45
7	7.67	6.04	6.41
6	6.60	5.14	5.42
5	5.49	4.24	4.46
4	4.34	3.32	3.48
3	3.14	2.39	2.51
2	1.92	1.46	1.53
1	0.76	0.58	0.61

TABLA 1 Desplazamiento de los niveles



GRAFICA 1

Desplazamientos en las 3 hipótesis.

Ent.	V(Ton)	Entrepiso(Cms.)	Rig.ent. T/cm.
18	11.56	0.406	28.47
17	19.74	0.40	49.35
16	29.68	0.743	39.95
15	38.88	0.792	49.09
14	47.19	0.907	52.02
13	55.13	0.77	70.95
12	62.64	0.754	83.07
11	69.69	0.831	83.86
10	76.31	0.909	83.94
9	82.50	0.974	84.63
8	88.29	1.03	85.22
7	93.72	1.07	87.58
6	98.70	1.106	89.24
5	103.14	1.15	89.68
4	106.92	1.202	88.95
3	109.80	1.22	90.0
2	111.64	1.15	96.49
1	112.39	0.763	147.30

TABLA 2. a

Rigideces de entrepiso Hipótesis 1

Ent.	V(Ton)	Ent.(Cms.)	Rig.ent. T/cm.
18	11.24	.3407	33.06
17	20.89	.436	47.91
16	30.10	.556	54.73
15	38.87	.686	57.16
14	45.94	.782	58.9
13	54.56	.78	69.95
12	62.62	.77	81.32
11	69.57	.79	88.06
10	76.67	.76	100.88
9	82.68	.77	107.38
8	88.32	.86	102.70
7	92.87	.90	103,19
6	97.35	.90	108.17
5	101.96	.91	112.04
4	104.66	.92	113.76
3	108.12	.93	116.26
2	109.71	.88	124.67
1	110.46	.58	190.45

TABLA 2. b

Rigideces de entrepiso Hipótesis 2

Nivel	V(Ton)	Ent.(cms.)	Rig.ent.(T/cm.)
18	11.55	.325	35.54
17	20.91	.43	48.6
16	30.21	.56	53.95
15	39.03	.70	55.76
14	46.85	.808	58.56
13	55.09	.82	67.18
12	62.47	.83	75.27
11	69.82	.89	78.45
10	76.71	.93	82.48
9	83.03	.99	83.87
8	89.41	1.03	86.81
7	93.23	.99	94.17
6	98.42	.96	102.52
5	102.09	.97	105.25
4	105.16	.97	108.41
3	108.11	.98	110.32
2	109.95	.92	119.51
1	111.15	.61	182.21

TABLA 2.c

Rigideces de entrepiso Hipótesis 3

Ent.	Rig. (T/M)
18	41.17
17	47.37
16	47.56
15	47.56
14	47.56
13	53.12
12	59.82
11	59.82
10	60.19
9	60.19
8	60.19
7	65.95
6	72.35
5	72.35
4	72.95
3	72.95
2	87.68
1	18.632

TABLA 2.d

Rigideces de entrepiso  
(Wilbur)

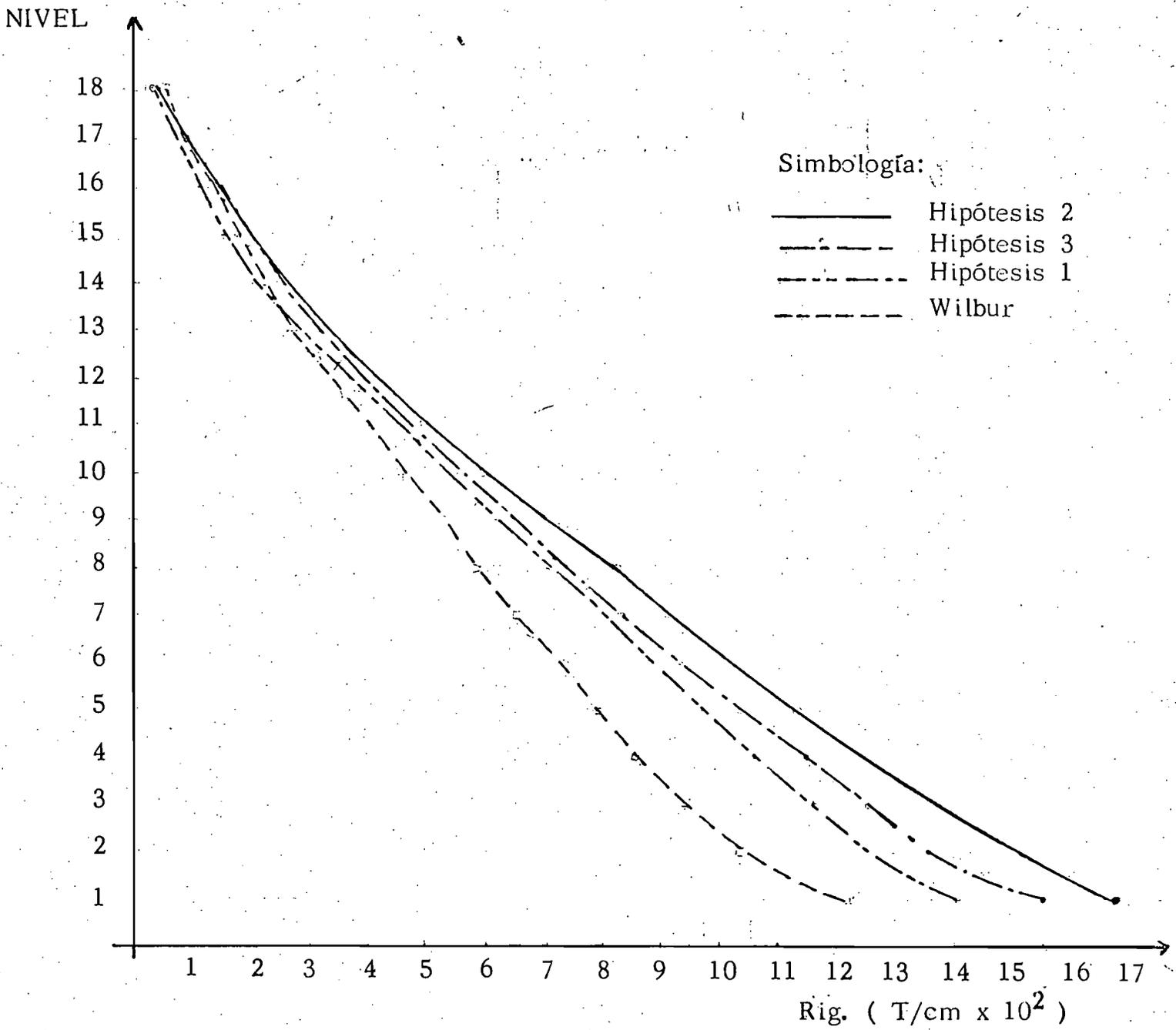
Nivel	H1/H2	H1/H3	H1/Wilbur
18	0.86	0.80	0.69
17	1.03	1.02	1.20
16	0.73	0.74	0.84
15	0.86	0.88	1.03
14	0.88	0.89	1.09
13	1.01	1.06	1.34
12	1.02	1.1	1.39
11	0.95	1.07	1.40
10	0.83	1.02	1.39
9	0.79	1.01	1.41
8	0.83	0.98	1.42
7	0.85	0.93	1.33
6	0.82	0.87	1.23
5	0.80	0.85	1.24
4	0.78	0.82	1.22
3	0.77	0.82	1.23
2	0.77	0.81	1.10
1	0.77	0.81	0.79

TABLA 2

Diferencias en las rigideces de entrepiso por nivel.



DEPFI



GRAFICA 2

ENVOLVENTE DE RIGIDECES

NIVEL	ZONA A		ZONA B		ZONA C		ZONA D	
	H1/H2 - H1/H3							
12	0.99	0.96	1.03	1.06	0.80	0.78	0.88	0.90
11	1.04	1.02	1.08	1.10	0.86	0.87	0.93	0.94
10	1.03	1.02	1.11	1.09	0.87	0.87	0.96	0.94
9	1.04	1.02	1.08	1.09	0.89	0.88	0.93	0.93
8	1.02	1.04	1.09	1.10	0.95	0.91	0.97	0.97
7	1.04	1.07	1.13	1.13	0.99	0.97	1.01	1.0
6	1.01	1.0	1.07	1.05	0.88	0.90	0.92	0.92
5	1.04	1.05	1.11	1.09	0.94	0.93	0.95	0.95
4	1.02	1.0	1.11	1.10	0.90	0.92	0.99	0.98
3	1.04	1.10	1.12	1.14	0.91	0.95	0.98	0.99
2	1.07	1.10	1.15	1.15	0.95	0.98	0.97	0.99
1	1.04	1.06	1.20	1.21	0.99	0.97	1.02	1.05
% promedio	1.03	1.04	1.11	1.11	0.91	0.91	0.96	0.96

TABLA 3 VARIACION DE MOMENTOS EN LAS HIPOTESIS.

NIVEL

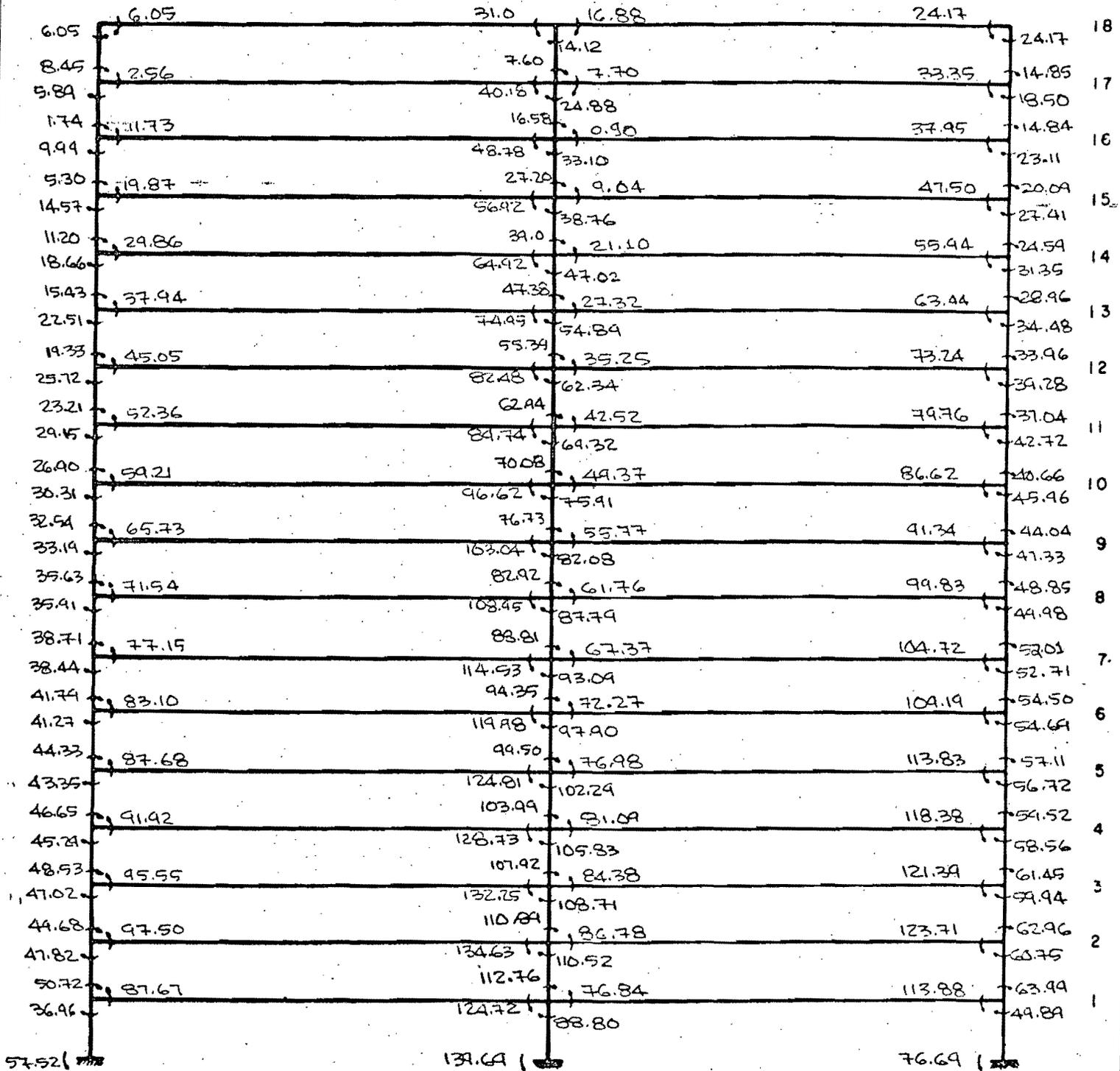


FIG. 4 - MOMENTOS DEBIDO A CARGA VERTICAL + SISMO DE IZQUIERDA A DERECHA (en T.M.)

HIPOTESIS 1

NIVEL

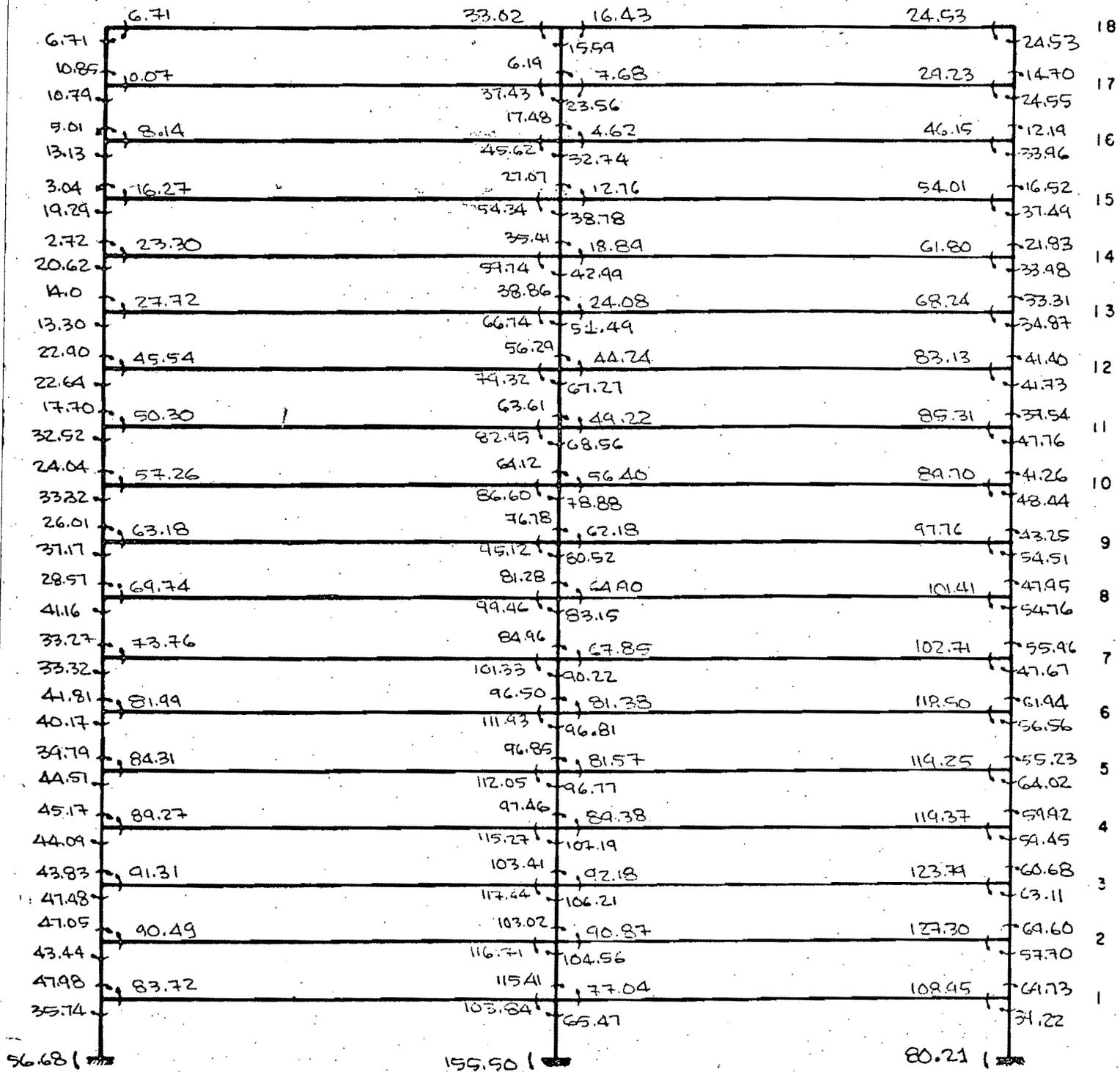


FIG.5 - MOMENTOS DEBIDO A CARGA VERTICAL + SISMO DE IZQUIERDA A DERECHA (en T.M.)

HIPOTESIS 2

NIVEL

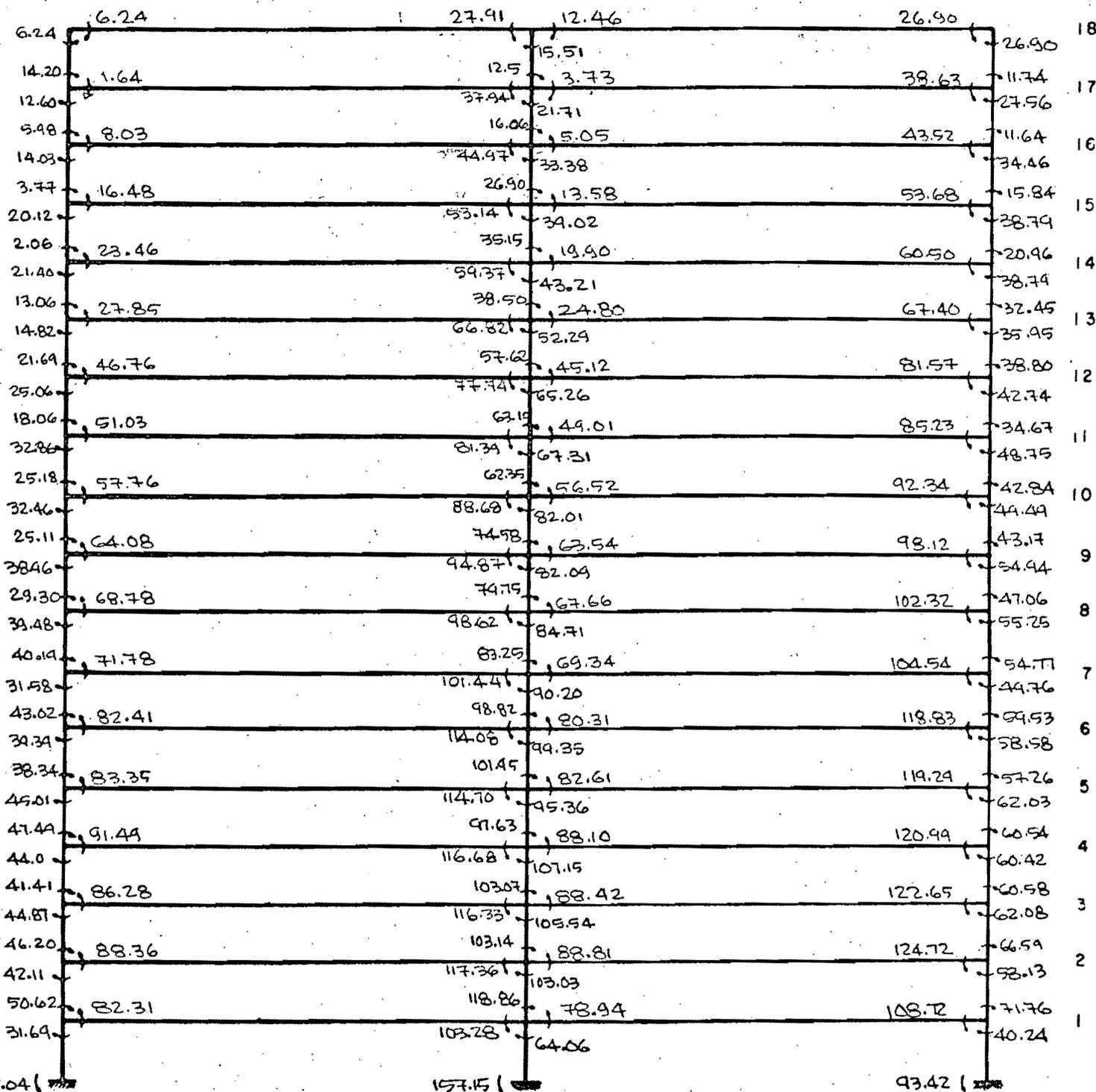


FIG. 6 - MOMENTOS DEBIDO A CARGA VERTICAL + SISMO DE IZQUIERDA A DERECHA (en T.M.)

HIPOTESIS 3

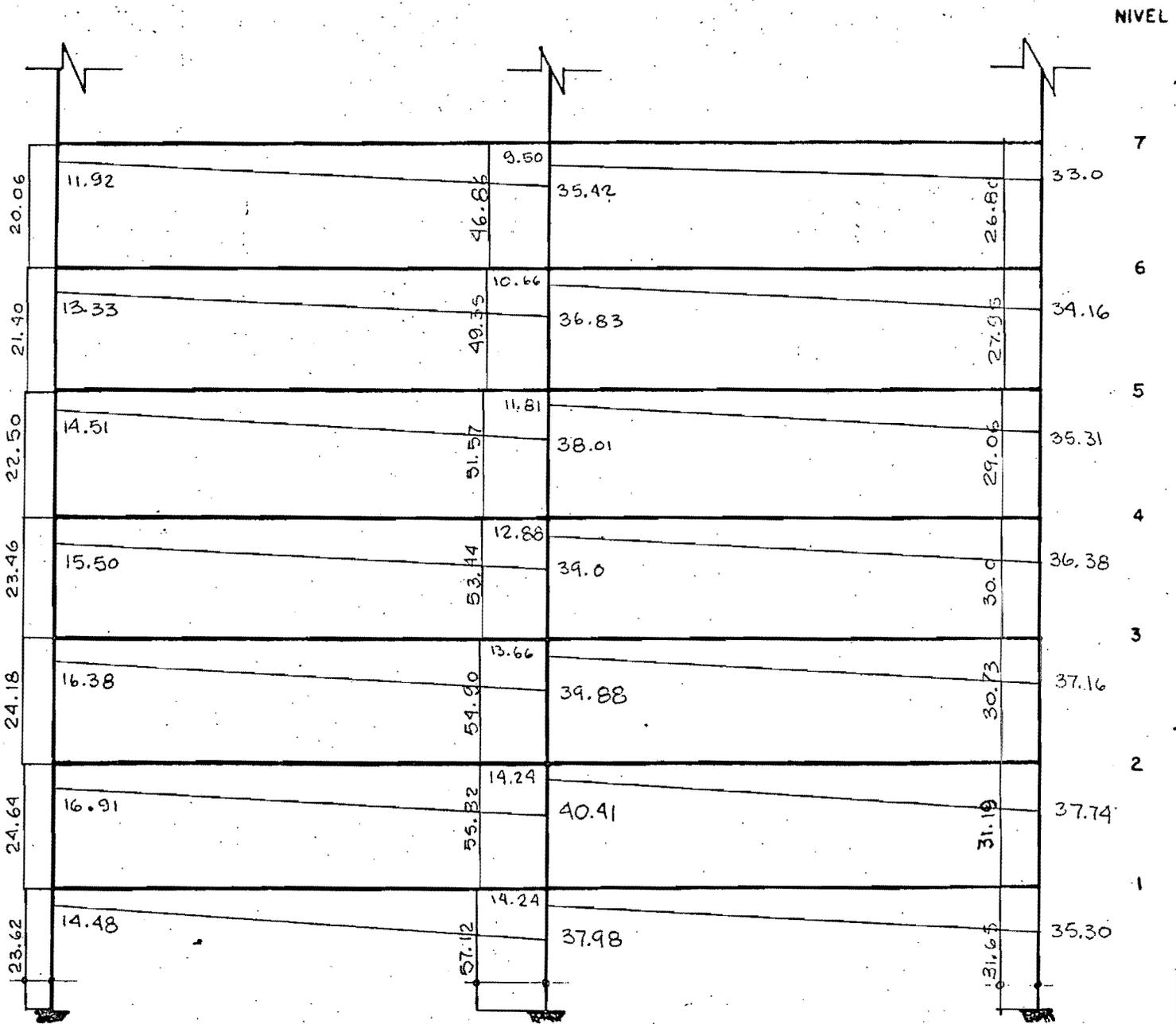


FIG. 7 - DIAGRAMA DE CORTANTES DEBIDO A CARGA VERTICAL + SISMO DE IZQUIERDA A DERECHA (en Ton.)

HIPOTESIS 1

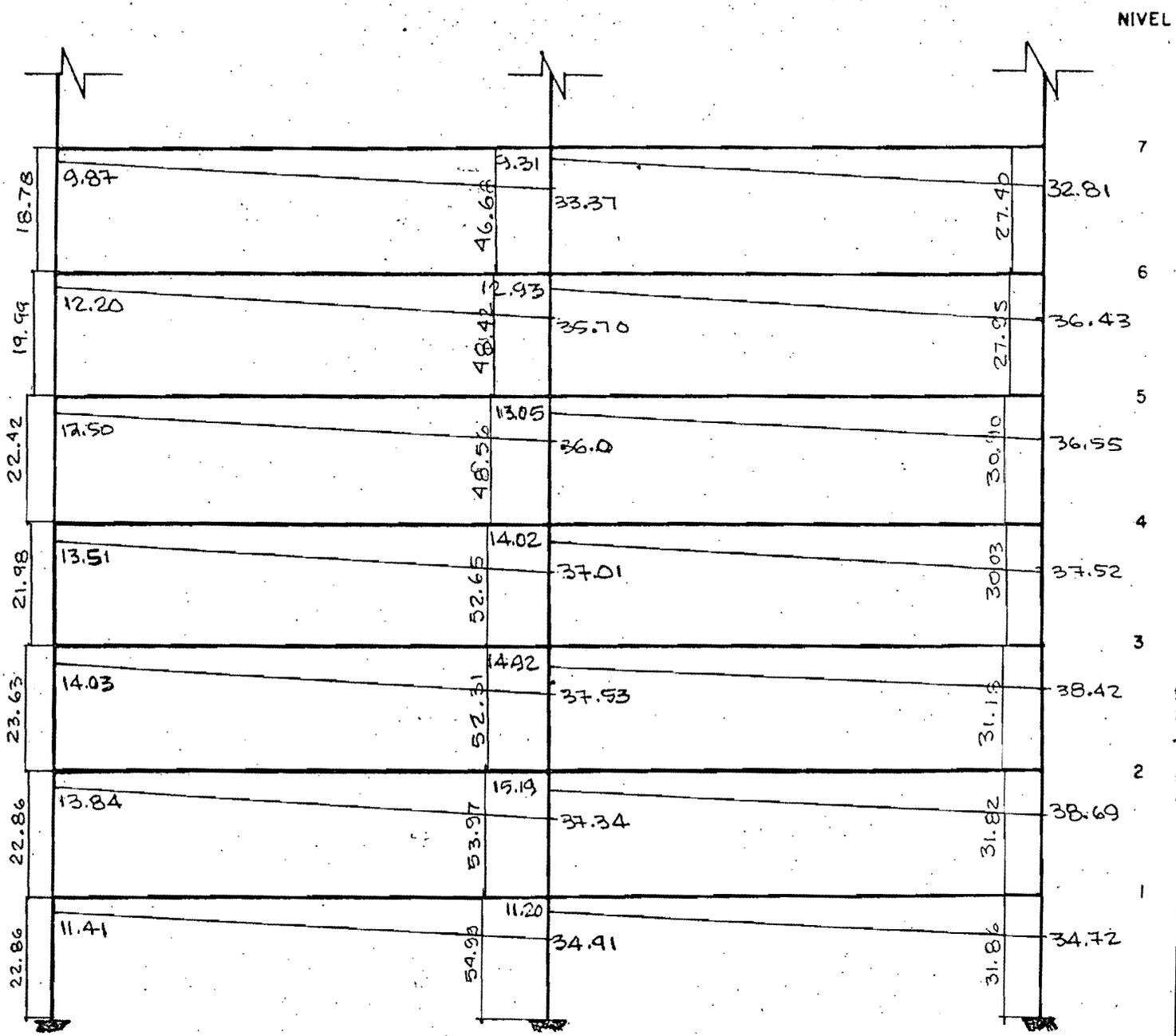


FIG. 8 - DIAGRAMA DE CORTANTES DEBIDO A CARGA VERTICAL + SISMO DE IZQUIERDA A DERECHA (en Ton.)

HIPOTESIS 2

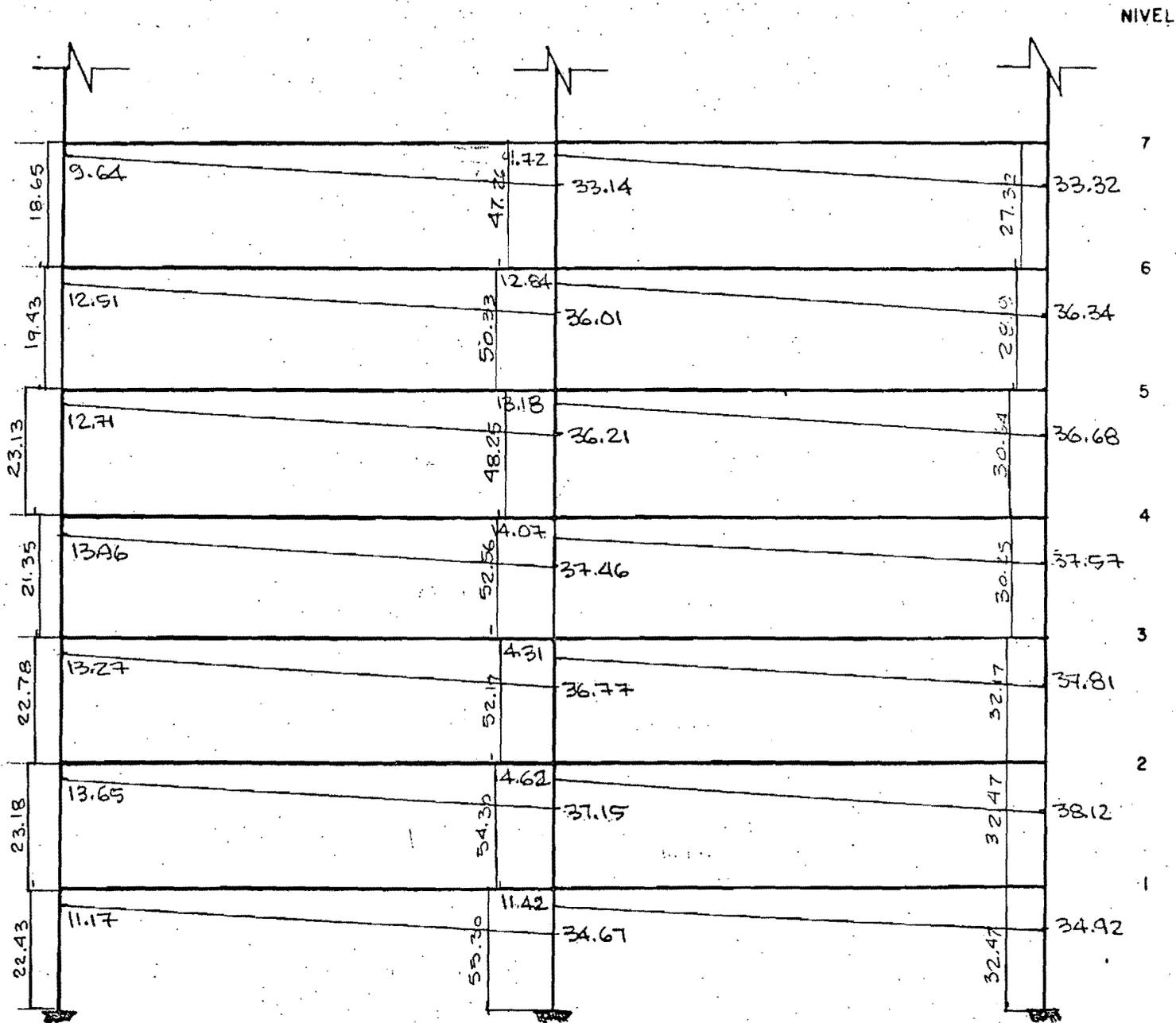


FIG. 9 - DIAGRAMA DE CORTANTES DEBIDO A CARGA VERTICAL + SISMO DE IZQUIERDA A DERECHA (en Ton.)

HIPOTESIS 3

REFERENCIAS:

1. - Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. Instituto de Ingeniería.
2. - "Diseño Sísmico de Edificios". Folleto Complementario al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.
3. - Apuntes de la clase de Teoría General de las Estructuras I, Ing. Julio Damy R.
4. - Manual de Diseño por Sismo, según el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. Instituto de Ingeniería.
5. - "Consideraciones sobre la Rigidez de Estructuras ante Fuerzas Laterales", Ing. Enrique del Valle, Primer Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica, Acapulco, Gro.
6. - Manual del Usuario del CECAFI-MATRICES.