

870115

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

10
25



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

"ANALISIS DE MARCOS RIGIDOS POR COMPUTADORAS
USANDO EL METODO KANI"

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
PRESENTA

JORGE ARTURO MONTOYA NAVARRO

GUADALAJARA, JALISCO 1987



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 está 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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Indice

capítulo I

INTRODUCCION	1
------------------------	---

capítulo II

METODO DE KANI

Estructuras con nudos rígidos	7
Casos particulares	15
Estructuras con nudos desplazables en sentido horizontal	16
Cargas verticales	18
Columnas articuladas en los apoyos	27
Cargas horizontales	28
Columnas de diferente altura en un mismo piso	31
Columnas articuladas en los apoyos y de longitud variable.	39
Comprobación automática de los nudos	41
Estructuras con nudos rígidos	41
Pórtico de varios pisos con nudos desplazables en sentido horizontal	43

capítulo III

DIAGRAMA DE FLUJO

Conveniencia de resolver un problema por computadora	46
Definición del problema en términos matemáticos	47
Selección del método de solución	47
Análisis del problema para establecer el flujo lógico de la secuencia del programa	48
Algoritmo	
Diagrama de flujo	

capítulo IV

CODIFICACION DEL PROGRAMA 57

capítulo V

APLICACIONES DEL PROGRAMA

capítulo VI

CONCLUSIONES 93

bibliografía 96

capítulo I

introducción

A partir de la segunda mitad del siglo veinte bien puede clasificarse como la era de las computadoras. Por sus altas velocidades, gran capacidad de memoria y complejos sistemas de monitores, las computadoras pueden ser utilizadas en todas las fases de la Ingeniería Civil, desde el proyecto original hasta su construcción.

Muchos son los problemas de Ingeniería Civil que pueden adaptarse a las aplicaciones de las computadoras, no obstante, actualmente la biblioteca disponible de programas para su empleo en el campo de la Ingeniería Civil es muy limitada. Es por ello la gran importancia de crear nuevos programas que ayuden a simplificar el trabajo y ahorrar tiempo a los ingenieros.

El propósito principal de este texto es el de proporcionar una herramienta más en el diseño de marcos rígidos, pues con el programa presentado se obtendrá un ahorro considerable de tiempo en las operaciones a realizar, para obtener -

los momentos actuantes en cada uno de los extremos de cada viga y columna que componen el marco.

El método usado para la realización del programa fué el de "G. Kani". En la actualidad existen varios métodos para el cálculo de estructuras reticuladas. Estos últimos años el más difundido ha sido el de "Cross", que al igual que el de "G. Kani" para el cálculo de pórtico de varios pisos, es un método de aproximaciones sucesivas.

Debe aclararse que el hecho de que el método de G. Kani sea de aproximaciones sucesivas no implica que sea un método aproximado, pues un método aproximado es aquel que da resultados aproximados y este método nos da la aproximación deseada. Un método exacto requiere del planteamiento de ecuaciones de deformación, y los resultados obtenidos son hasta cierto punto aproximados, pues dependen del número de decimales con que trabajamos para resolverlas. Un método de aproximaciones sucesivas puede llegar a la misma respuesta, es por tanto absurdo suponer que estos métodos de aproximaciones sucesivas sean considerados como "aproximados".

El método presentado tiene las siguientes ventajas y desventajas, comparado con otros métodos:

+ Ventajas del método:

1.- En el supuesto de nudos fijos, o sea sin considerar el posible desplazamiento de los mismos, el método puede calificarse como "correctivo" en cada nudo, pasando de este a cualquier otro, con lo cual, además de un ahorro de tiempo, supone muy poca probabilidad de error.

2.- En el caso de nudos desplazables, supone una pequeña variación en el desarrollo del proceso, que no tiene gran importancia.

3.- Por ser este un método "correctivo", puede llamarse también con "eliminación automática de errores", debido a que con cada iteración el error desaparece.

4.- La comprobación de resultados puede hacerse fácilmente en cada nudo en cualquier momento, sin necesidad de que los técnicos inspectores conozcan el proceso detallado, pues se requiere de la suma de unos pocos valores obtenidos en la última iteración realizada para conocer el resultado.

5.- Para el caso de que deban variarse los tipos de carga y sección de las barras posteriormente al cálculo efectuado, no es necesario volver a empezar el mismo, sino sólo anotar los cambios y repetirlos únicamente en parte.

6.- La variación de inercia de las barras puede tenerse fácilmente en cuenta. El tener en cuenta a la existencia de cartelas, frecuentemente en obras de hormigón armado, representa un aumento de trabajo muy pequeño en el cálculo, sin que esto signifique que la existencia de ellos tenga pequeña

importancia en los resultados.

El método puede también aplicarse en vigas continuas - con apoyos elásticamente empotrados.

Desventajas del método:

1.- Se permite un máximo de 4 barras por nudo en la dirección a analizar.

2.- Las columnas deberán ser siempre verticales.

3.- Las trabes o vigas deberán estar colocadas horizontalmente.

4.- El método de G. Kani calcula únicamente marcos de estructuras reticuladas.

El programa en sí presenta otras limitaciones aparte de las desventajas del método ya mencionadas, estas son:

1.- Por la manera en que se grabó el programa, este limita algunos arreglos a las siguientes cantidades:

Arreglo	Máximo
No. de nudos	200
Momentos de piso	99
Momentos de empotramiento	800
Influencias de giro	800
Influencias de corrimiento	198

Algunas otras variables limitadas en el programa son:

Variable	Máximo
No. de eje de columnas	100
No. de pisos	99

Todos estos arreglos y variables serán explicados en el capítulo siguiente.

2.- El marco a analizar deberá siempre tener igual número de vigas y columnas en todos sus pisos, y en caso de no cumplir con este requisito, se podrá contar con elementos imaginarios, como se muestra en la figura 1. Para evitar modificaciones en los resultados, se harán algunas modificaciones específicas, como se mostrará en el capítulo V.

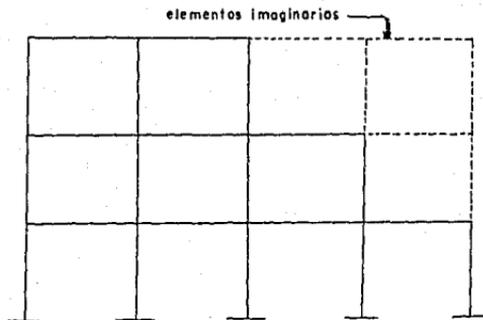


FIGURA 1

capítulo II

método de kani

En este capítulo se explicará más ampliamente el método utilizado en la elaboración del programa.

Antes de empezar, es de gran importancia hacer algunas definiciones necesarias:

1.- Momentos de empotramiento: Son los momentos producidos en las juntas de empotramiento \bar{M}_{ik} , \bar{M}_{ki} .

2.- Fuerzas y métodos de sujeción: Son aquellas fuerzas y momentos que impiden el desplazamiento y giro de un nudo. Determinados los momentos de empotramiento, tenemos que el momento de sujeción \bar{M}_i es igual a la suma de momentos de empotramiento que actúa en el nudo "i".

$$\bar{M}_i = \sum \bar{M}_{ik}$$

Es importante también adoptar una convención de signos de los momentos flectores, por lo que se tomará la siguiente:

"Se considera como positivo el momento flector en el extremo de una barra, cuando su sentido de giro es el de las agujas del reloj (figura 2)".

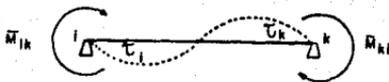


FIGURA 2

estructuras con nudos rígidos

Para empezar tomaremos el caso en el cual se supone que los nudos son indesplazables.

Cada vez que una estructura es sometida a la acción de cargas externas, sin suponer que existe rigidez en los nudos, cada uno gira cierto valor, como se muestra:

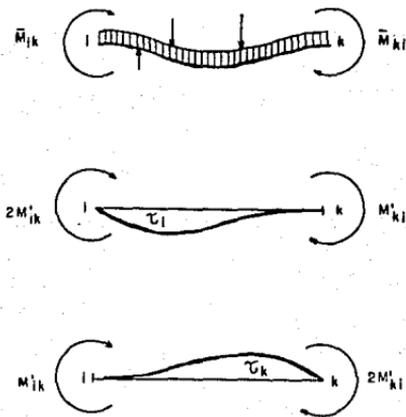


FIGURA 3

1.- La barra se deforma bajo la acción de las cargas - sin girar sus extremos (empotramiento perfecto).

2.- El extremo "i" gira ζ_i , mientras que el "k" no gira.

3.- El extremo "k" gira ζ_k , mientras que el "i" no gira.

El momento total será igual a la suma de estos tres casos, por tanto tomando el extremo "i" tenemos:

+ Valor \bar{M}_{ik} debido a la carga, el cual es un momento de empotramiento perfecto.

+ Valor $2M'_{ki}$ debido al giro propio del extremo "i".

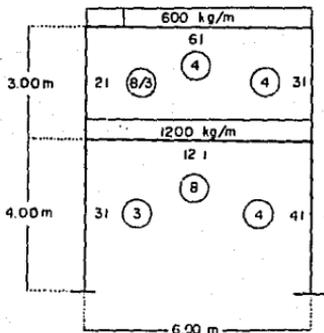
+ Valor M'_{ki} debido al giro propio del extremo "k"

por lo tanto el valor total del momento para el extremo "i" será:

$$M_{ik} = \bar{M}_{ik} + 2M'_{ki} + M'_{ki} \quad (1)$$

El valor M'_{ik} se designará como influencia de giro del extremo "i" y el valor M'_{ki} influencia de giro del extremo k.

Para una mejor exposición del método ésta se hará por medio de un ejemplo (vease figura 4):



Para empezar se calcularán las rigideces de cada miembro y son anotadas en el centro de cada barra, para posteriormente calcular los factores de distribución de cada miembro.

Como siguiente paso, adoptaremos un esquema como el mostrado en la figura 4a, esquema que servirá para realizar los cálculos necesarios previos a la obtención de resultados.

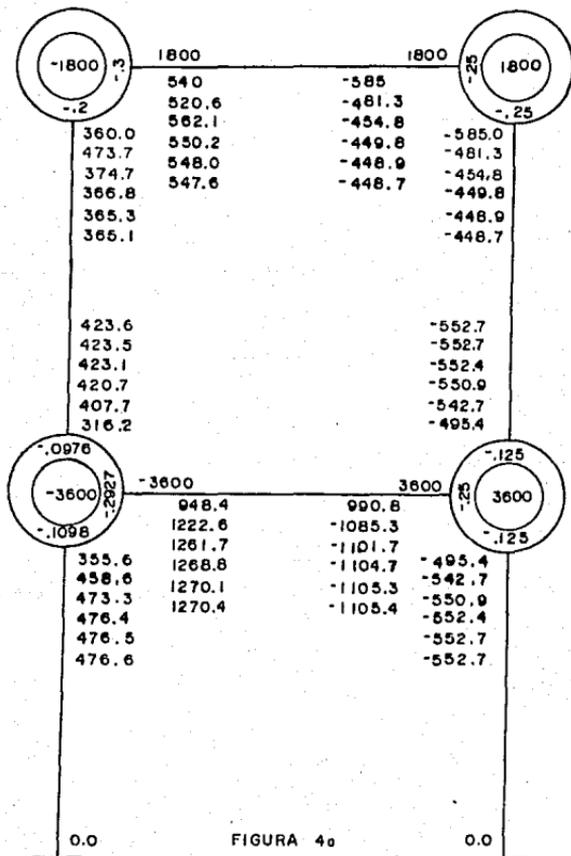


FIGURA 4a

Una vez calculados los factores de distribución de cada miembro del marco, estos son multiplicados por un factor que es igual a $-1/2$, obteniendo los factores de giro, o sea, la suma de estos factores deberá ser igual a $-1/2$ en cada nudo. Estos factores de giro deberán colocarse entre los dos círculos del esquema 4a (la razón por la cual estos factores son multiplicados por $-1/2$ será explicada posteriormente). -
Tenemos por lo tanto:

$$\text{Nudo 1: } \mu_{12} = -\frac{1}{2} \frac{4}{4+(8/3)} = -\frac{3}{10}$$

$$\mu_{13} = -\frac{1}{2} \frac{8/3}{4+(8/3)} = -\frac{2}{10}$$

$$\text{Nudo 2: } \mu_{21} = -\frac{1}{2} \frac{4}{4+4} = -\frac{1}{4}$$

$$\mu_{24} = -1 \frac{4}{4+4} = -\frac{1}{4}$$

μ = Factor de giro

Los momentos de empotramiento perfecto son calculados mediante las fórmulas de los manuales, y con el fin de seguir un orden estos momentos son colocados en los extremos de las barras correspondientes, por ejemplo para la barra 1-2 tenemos:

$$\bar{M}_{12} = -\frac{w_1 l^2}{12} = -1800 \text{ kg-m}$$

$$\bar{M}_{21} = -\frac{w_1 l^2}{12} = 1800 \text{ kg-m}$$

Posteriormente se escriben los momentos de sujeción

en los centros de cada uno de los nudos. Como dijimos anteriormente, estos son iguales a la suma de los momentos de empotramiento perfecto del nudo, Por lo tanto, para el nudo 1:

$$\bar{M}_1 = \bar{M}_{12} + \bar{M}_{13} = -1800 + 0 = -1800$$

Procederemos ahora a calcular el efecto de las variaciones que producen los giros sucesivos de los nudos.

Designaremos como extremo continuo el extremo de la barra que concurre en un nudo, y como opuesto el otro extremo.

Recordando un poco de análisis estructural, tenemos que si un momento M es aplicado a un nudo, cada uno de los miembros conectados al nudo proporcionarán parte del momento resistente para satisfacer el equilibrio del nudo. Esta porción de momento resistente proporcionada por el miembro es llamada factor de distribución.

Haciendo ahora equilibrio en un nudo cualesquiera tenemos: el momento total será igual al momento de sujeción más el momento debido al giro opuesto de la barra, divididos entre -2, es decir:

$$\frac{\bar{M}_i + \sum M_{ki}}{-2}$$

Una vez conociendo el momento en el nudo, este se mul
típlica por los factores de distribución y obtendremos las -
 influencias de giro M'_{ik} del extremo "i".

El cálculo fue simplificado, pues de no haber obteni_
 do los factores de giro y de haber colocado los factores de
 distribución en el esquema 4a, tendríamos que haber dividido
 por (-2) el momento total del nudo "i" cada vez que se hicie_
 ra equilibrio para obtener los valores M'_{ik} , hay que recor_
 dar de la ecuación 1:

$$\begin{aligned} \bar{M}_i + 2\sum M'_{ik} + \sum M'_{ki} &= 0 \\ -2\sum M'_{ik} &= \bar{M}_i + \sum M'_{ki} \end{aligned}$$

Como mencionamos anteriormente, el orden seguido para
 los nudos no afectará el resultado, pero sí el tiempo de con_
 vergencia, por lo que es sugerible empezar siempre del nudo
 más descompensado.

Continuando con el ejemplo calcularemos algunas ite_
 raciones:

a.- Al momento de empezar el problema tenemos para el

$$\begin{aligned} \text{nudo 1: } M'_{12} &= (\text{factor de giro } 12) (\bar{M}_1 + M'_{21} + M'_{31}) \\ &= (-.3)(-1800 + 0 + 0) \\ &= 540 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M'_{13} &= (-.2)(-1800 + 0 + 0) \\ &= 360 \end{aligned}$$

b.- Para el nudo 2:

$$M_{21}' = (-0.25)(1800+540+0) \\ = -585$$

$$M_{24}' = (-0.25)(1800+540+0) \\ = -585$$

En las barras empotradas como el caso de las columnas, las influencias de giro serán nulas, ya que no existe ángulo de giro en ellas.

El cálculo sucesivo de las influencias de giro en cada iteración va dando siempre un resultado más aproximado que el anterior, y daremos por terminado su cálculo cuando los últimos valores de la última interacción sean casi igual que la anterior, o bien lo suficientemente aproximados según el criterio rigente.

De acuerdo con la ecuación 1 obtenemos los momentos definitivos, y son colocados en los extremos de las barras correspondientes de la figura 4b.

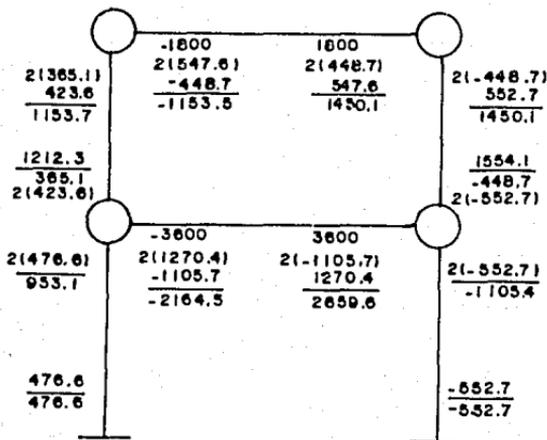


FIGURA 4b

Como dijimos anteriormente, para la comprobación de resultados no es necesario seguir todo el cálculo, pues basta con ver los últimos valores de la figura 4a para comprobar que estos estén bien. Otra manera fácil para la comprobación, será el de ver que la suma de los momentos en cada uno de los nudos sea igual a cero, excepto aquellos en los que actúen momentos exteriores.

Si necesitamos de cambiar algunas secciones de las barras de la estructura, o de las cargas que actúan sobre la misma, caso que sucede normalmente en secciones de hormigón, para llegar más rápidamente a el nuevo resultado, se pueden

tomar las influencias finales del cálculo anterior, y repetir un par de interacciones más con los nuevos datos.

Si se desea construir el diagrama de momentos de la estructura, hay que recordar únicamente la convención de signos adoptada para evitar cualquier confusión.

casos particulares

También podemos encontrarnos con algunos casos particulares como son:

1.- Los extremos de las barras en voladizo se pueden considerar como una barra de longitud infinita, por lo tanto "k" puede tomarse como cero y el momento de empotramiento como el de una barra cualquiera.

2.- En el caso de que actúe un momento exterior sobre un nudo, este puede considerarse como el de un apoyo en cantiliver.

3.- Para el caso de una estructura simétrica el cálculo podrá ser simplificado. Para el caso de un número impar de columnas, por donde pase el eje de simetría los nudos no permitirán ningún giro, por lo que se podrán considerar como empotrados, y resolver únicamente la mitad de la estructura. Cuando tengamos un número par, el eje de simetría pasará por la mitad de las barras horizontales, por lo tanto, podemos tomar barras de una mitad de longitud empotradas por donde -

pase el eje de simetría cuyo K' será igual a la mitad la mitad de la rigidez K original.

4.- En el caso de barras articuladas en uno de sus extremos, deberá introducirse una variación en el cálculo.

Comparando una columna con coeficiente de rigidez K , con otra columna empotrada de rigidez $K'=(3/4)K$, tenemos que el momento para el mismo valor de ángulo de giro es igual. - Por lo tanto, las barras con algún extremo articulado podrán tomarse como empotradas cuyo coeficiente de rigidez es igual a $3/4$ de la articulada, recordándose que para el valor del momento definitivo en el apoyo articulado su valor es igual a cero.

estructuras con nudos desplazables en sentido horizontal

Cuando giran y se desplazan los nudos de una estructura, como explicamos anteriormente descompondremos la deformación de la manera siguiente:

- 1.- La barra $i-k$ se deforma bajo la acción de las cargas sin girar sus extremos (empotramiento perfecto).
- 2.- El extremo "i" gira, mientras que el "k" no gira.
- 3.- El extremo "k" gira, mientras que el "i" no gira.
- 4.- Los extremos $i-k$ se desplazan en un valor δ entre

ellos, sin experimentar un nuevo giro entre ellos.

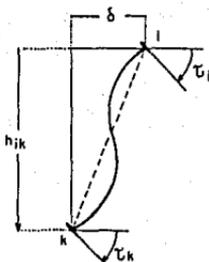


FIGURA 5

Los tres primeros valores son los mismos del caso anterior, bastará únicamente agregar a la ecuación 1 el valor M''_{ik} debido al desplazamiento del extremo "i" de la barra.

$$M_{ik} = \bar{M}_i + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik} \quad (1a)$$

El valor M''_{ik} debido al desplazamiento, lo designaremos como influencia del desplazamiento de los pisos de la estructura.

Escribamos ahora la ecuación de equilibrio de momentos para el nudo "i", con el fin de obtener la regla operativa:

$$\Sigma M_{ik} = 0$$

$$\Sigma \bar{M}_i + 2\Sigma M'_{ik} + \Sigma M'_{ki} + \Sigma M''_{ik} = 0$$

o también:

$$-2\Sigma M'_{ik} = \bar{M}_i + \Sigma (M'_{ki} + M''_{ik})$$

Para barras de sección constante $M_{ik}'' = M_{ki}''$. Estos valores para la influencia de desplazamiento serán anotados en la mitad de las barras, como se verá posteriormente.

El proceso utilizado para el cálculo de las influencias de desplazamiento es parecido al de las influencias de giro.

Se considera en este estudio solamente pórticos de varios pisos con columnas verticales y desplazamientos horizontales.

cargas verticales

Veamos la figura 6, y cortando todas las columnas de un piso "r" la suma de las fuerzas cortantes deberá ser igual a cero.

$$Q_{ik} = 0$$

Analizando primeramente un piso "r" con columnas de igual longitud, obtendremos la ecuación de equilibrio utilizando el valor del esfuerzo cortante en la ecuación la:

$$Q_{ik} = \frac{-N_{ik} + M_{ki}}{h_{ik}}$$

$$\sum Q_{ik} = -\frac{1}{h_{ik}} (2M_{ik}^1 + M_{ki}^1 + M_{ik}^2 + 2M_{ki}^2 + M_{ik}^3 + M_{ki}^3) = 0 \quad (1b)$$

$$\sum M_{ik}^n = -\frac{3}{2} \sum (M_{ik}^1 + M_{ki}^1)$$

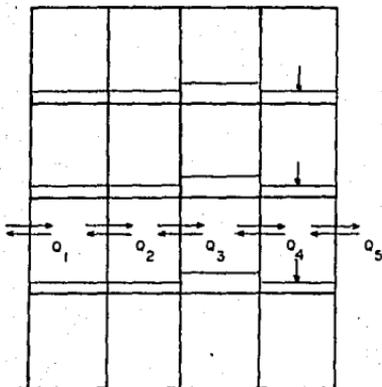


FIGURA 6

De esta última ecuación se obtiene que las influencias de los desplazamientos se obtiene mediante la suma de las influencias de giro de los extremos de las columnas del piso que se está analizando.

La manera en que se repartirá el resultado obtenido - de la suma de las influencias de giro se deducirá del razonamiento siguiente:

Al desplazarse un piso "r", las cabezas de todas las columnas superiores se desplazarán un valor δ respecto a las inferiores, puesto que están unidas por vigas y se supone que las longitudes de las barras son indeformables. Ahora bien, teniendo en cuenta que las influencias de los desplazamientos dependen únicamente de δ y los valores K/h , y es además proporcional a ellos, o sea:

$$M_{ik} = 6EK \frac{\delta}{h}$$

se calcularán las influencias sobre las columnas en proporción a los valores de K/h , y teniendo en cuenta que las columnas del piso son de igual longitud, en relación a los valores de las rigideces K .

Para facilidad de cálculo, se obtendrán unos factores de corrimiento v_{ik} (o coeficientes de desplazamiento) restando el valor de $(3/2)$ proporcionalmente a las rigideces K de las columnas de un piso "r".

El cálculo de las influencias de corrimiento, se hará como sigue:

"Se sumarán las influencias de los giros en todos los extremos de las columnas del piso, multiplicaremos esta suma sucesivamente por los factores de corrimiento obteniendo de esta forma las influencias correspondientes al desplazamiento".

Se calculará entonces primeramente las influencias de giro de cada una de las barras y luego las influencias del desplazamiento, así hasta obtener el grato de aproximación deseado.

ejemplo

Ahora desarrollaremos otro ejemplo bajo la teoría de nudos desplazables.

Como explicamos anteriormente, lo primero que se calculará serán las rigideces de cada miembro, y estas serán anotadas en el centro de las barras (figura 7), para posteriormente calcular los factores de distribución. Una vez obtenidos los factores de distribución, estos son multiplicados por $-1/2$ obteniendo los factores de giro, que al igual que los momentos de empotramiento perfecto en cada barra son colocados en la figura 7a, como se explicó en el proceso de nudos indesplazables.

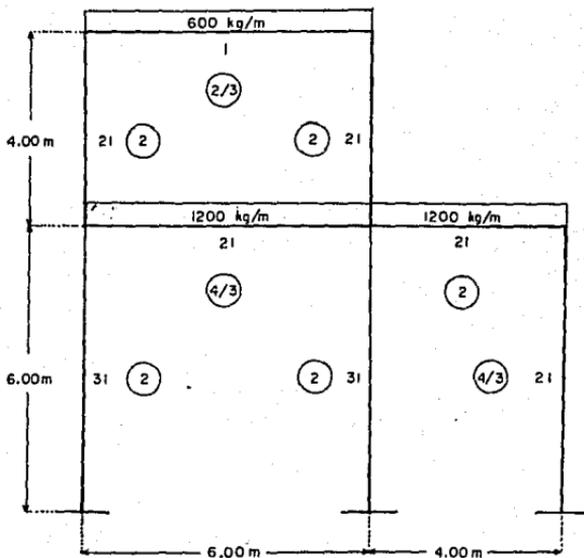


FIGURA 7

Ahora introduciremos los factores de corrimiento, y con el fin de seguir un orden, estos serán colocados del lado izquierdo de las columnas, como se muestra en la figura 7a. Calculando los factores de corrimiento tenemos:

Para el piso superior

$$K=2+2=4$$

repartiendo proporcionalmente el valor $-3/2$ a los valores de K, de izquierda a derecha:

$$\checkmark_{13} = -\frac{3}{2} \frac{2}{4} = -0.75$$

$$\checkmark_{24} = -\frac{3}{2} \frac{2}{4} = -0.75$$

Para el piso inferior:

$$K = 2 + 2 + 4 = \frac{16}{3}$$

repartiendo el valor de $-3/2$ de izquierda a derecha

$$\checkmark_{36} = -\frac{3}{2} \frac{2}{16/3} = -\frac{9}{16} = -0.5625$$

$$\checkmark_{47} = -\frac{3}{2} \frac{4/3}{16/3} = -\frac{6}{16} = -0.3750$$

La primera iteración de las influencias de giro se calcula exactamente igual al proceso anterior, puesto que en la primera iteración se empezará por suponer las influencias de desplazamiento iguales a cero, por no conocer otros valores más aproximados.

La figura 7a. muestra hasta la sexta iteración de las influencias de giro y quinta de las influencias de desplazamiento. Continuemos ahora con la demostración del cálculo de la sexta iteración de las influencias de desplazamientos:

Piso superior de izquierda a derecha:

$$(-0.75) (943.5 + 664.8 - 562.4 + 570.0) = -1211.9$$

$$(-0.79) (943.5 + 664.8 - 562.4 + 570.0) = -1211.9$$

Piso inferior de izquierda a derecha:

$$(-0.5625)(664.8+570.0-1062.4)=-97$$

$$(-0.3750)(664.8+570.0-1062.4)=-64.6$$

Hay que recordar que en el cálculo de las influencias de giro para este proceso de nudos desplazables, se deben tomar en cuenta las influencias debidas a los desplazamientos de la iteración anterior. Por ejemplo, para una séptima iteración tendríamos para los nudos superiores los resultados siguientes:

$$-1800+664.8-187.5-1211.9=-2534.6$$

$$M'_{13}=(-0.375)(-2534.6)=950.5$$

$$M'_{12}=(-0.125)(-2534.6)=316.8$$

$$1800+314.5+570.0-1211.9=1472.6$$

$$M'_{24}=(-0.375)(1472.6)=-552.2$$

$$M'_{21}=(-0.125)(1472.6)=-184.1$$

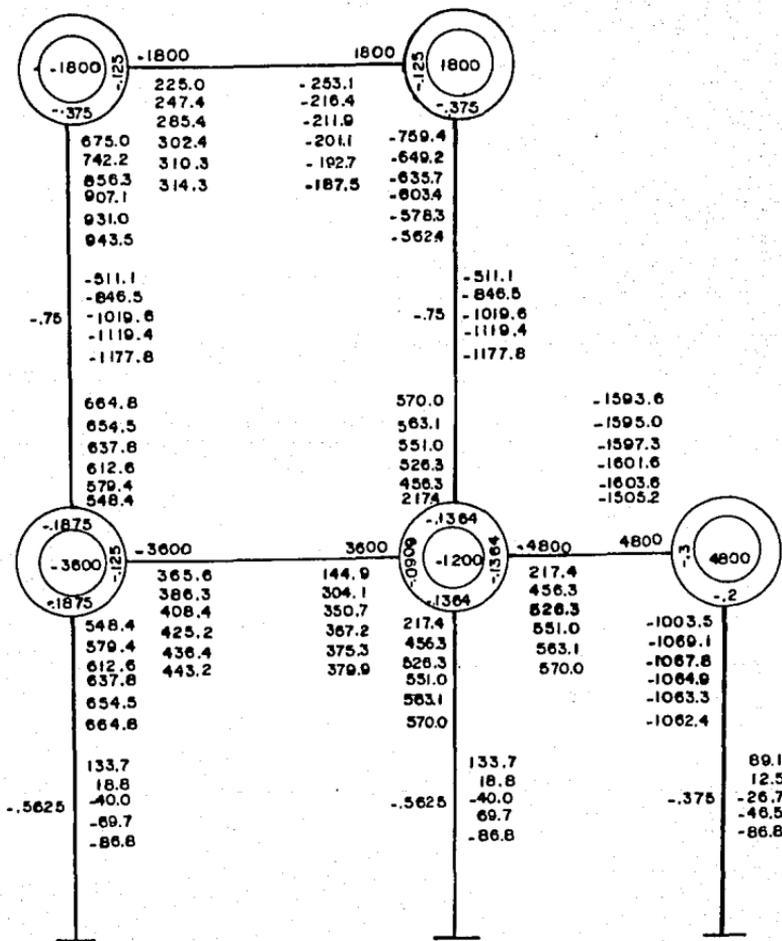


FIGURA 70

Una vez obtenidas las influencias de giro de los nudos y las influencias de los desplazamientos podemos calcular los momentos definitivos de las barras de acuerdo con la fórmula (1a):

Momento del empotramiento perfecto
 Doble influencia del giro del nudo
 Influencia del giro del nudo opuesto
 Influencia del desplazamiento.

La figura 7b muestra el cálculo de estos momentos totales.

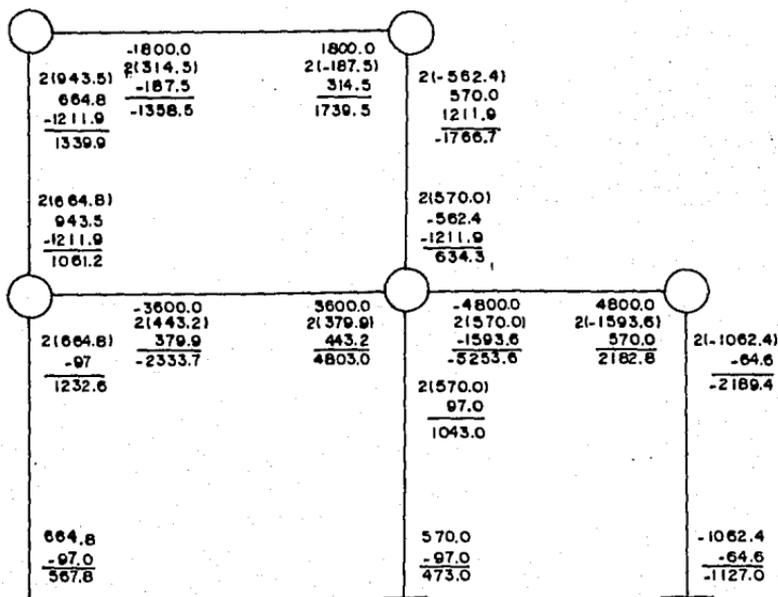


FIGURA 7b

Es conveniente hacer notar que en este problema al hacerse una comprobación de resultados, estos no serán exactos, debido al número tan pequeño de iteraciones realizadas.

Como se observa en este ejemplo el cálculo de los momentos, es realmente sencillo, por lo que no es razonable suponer que ejemplos como este se resuelvan bajo la suposición de nudos indesplazables.

columnas articulada en los apoyos

Es posible resolver problemas en los cuales existan articulaciones en los extremos de las barras, pero deberá hacerse una pequeña variación en los cálculos.

Cuando tengamos una articulación en el extremo de una columna, este apoyo podrá ser considerado como empotrado, pero a esta columna se le asignará una rigidez de:

$$K' = \frac{3}{4} \frac{I}{l}$$

Los factores de corrimiento de las columnas en el caso de articulación en sus apoyos, deberán ser modificados también, repartiendo el valor (-2) proporcionalmente a las rigideces K de dichas columnas, en lugar del valor (-3/2) anteriormente usado. Este valor de (-2) será demostrado posteriormente.

cargas horizontales

Cuando en un pórtico actúen además fuerzas horizontales (figura 8), existirán además de los momentos de sujeción, - unas fuerzas horizontales de fijación, representadas por \bar{H} , que impidan el desplazamiento de los nudos.

En el caso de fuerzas horizontales, calculados los momentos de empotramiento perfecto y momentos de sujeción, de bemos además calcular las fuerzas de fijación mediante las - ecuaciones de equilibrio.

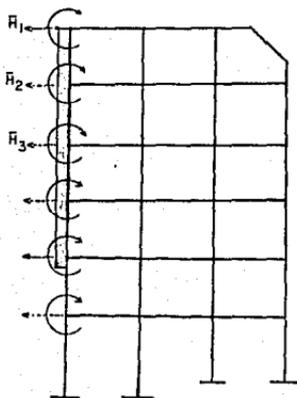


FIGURA 8

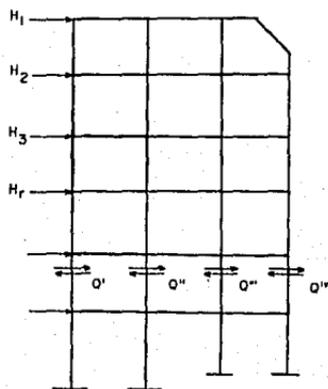


FIGURA 8a

Estas fuerzas de fijación adicionales se presentan en la figura 8a. Efectuando un corte de todas las columnas de un piso "r" y haciendo equilibrio, tenemos:

$$\sum_{ik}^{(r)} Q_{ik} = \sum_{i=1}^{r'} H_i$$

Esto es, la suma de las fuerzas cortantes de las columnas de un piso es igual a la suma de las fuerzas horizontales que actúan sobre este piso. Esta última suma será designada como esfuerzo cortante Q_r :

$$Q_r = \sum_{i=1}^{r'} \bar{H}_i$$

de igual manera:

$$\sum_{(r)}^{ik} Q_{ik} = Q_r$$

Usando la ecuación la y teniendo en cuenta esta última igualdad, si todas las columnas del piso son de igual longitud h_r , tenemos:

$$Q_r h_r = -\sum (3(M'_{ik} + M'_{ki}) + 2M''_{ik})$$

(ecuación similar a lb)

reordenando esta última expresión tenemos:

$$\sum_{(r)} M''_{ik} = -\frac{3}{2} \left[\frac{Q_r h_r}{3} + \sum (M'_{ik} + M'_{ki}) \right]$$

De esta última expresión el valor $(Q_r h_r)/3$ se designará ahora como momento de piso \bar{M}_r :

$$\bar{M}_r = \frac{Q_r h_r}{3}$$

Los factores de corrimiento son iguales a los del caso de cargas verticales, y la única diferencia será que además de sumar todas las influencias de giro de los extremos de las columnas se deberá sumar además el nuevo momento de piso \bar{M}_r , para obtener la influencia del desplazamiento:

El cálculo de un pórtico de varios pisos se hará de la manera siguiente:

1.- Se calcularán primeramente los momentos de empotramiento perfecto de las barras, momentos de sujeción y por último los momentos de piso:

$$\bar{M}_r = \frac{Q_r h_r}{3}$$

Los momentos de piso serán positivos cuando la carga horizontal actúe de izquierda a derecha. Estos momentos de piso se colocarán en el esquema a la izquierda de las columnas del piso en que actúa.

2.- Los factores de giro y de corrimiento se calculan de igual manera que en el caso de cargas verticales.

3.- Al efectuarse la primera iteración de las influencias de desplazamiento debe ya tomarse en cuenta el momento de piso, así como en las demás iteraciones también se hará.

4.- El cálculo de los momentos totales se hace exactamente igual que cuando tenemos cargas verticales con nudos - desplazables.

columnas de diferente altura en un mismo piso

Es posible resolver problemas en los cuales las columnas de un piso "r" sean de diferente altura, pero para ellos haremos unos pequeños cambios en el método.

Las influencias de giro y sus factores no se verán modificados, solamente lo harán las influencias de desplazamiento, debido a que necesitarán algunas correcciones los factores de corrimiento.

Para empezar cuando tengamos un piso con columnas de diferente altura, eligiéremos un valor ficticio h_r , igual a la longitud de las columnas que se encuentra en mayor número en el piso, por lo tanto, haciendo equilibrio:

$$Q_r = \sum_{(r)} Q_{ik}$$

Ecuación que puede transformarse teniendo en cuenta la ecuación 1 y multiplicando por h_r :

$$\sum_{(r)} M''_{ik} \frac{h_r}{h_{ik}} = -\frac{3}{2} \left(\frac{Q_r h_r}{3} + \sum_r (M'_{ik} + M'_{ki}) \frac{h_r}{h_{ik}} \right)$$

y llamando factor de reducción el factor c :

$$c_{ik} = \frac{h_r}{h_{ik}}$$

$$\sum_{(r)} c_{ik} M''_{ik} = -\frac{3}{2} \left(\bar{M}_r + \sum c_{ik} (M'_{ik} + M'_{ki}) \right)$$

Como explicamos anteriormente, al desplazarse transversalmente un piso "r", todas las columnas se desplazarán un mismo valor, por lo que las influencias de desplazamiento dependerán únicamente de la relación:

$$\frac{K_{ik}}{h_{ik}}$$

o bien del valor:

$$\bar{c}_{ik} K_{ik}$$

resultando de ello la ecuación:

$$\frac{M''_{ik}}{\sum c_{ik} M''_{ik}} = \frac{c_{ik} K_{ik}}{\sum \frac{c_{ik} K_{ik}}{2}}$$

Expresando el factor de corrimiento en forma general:

$$V_{ik} = \frac{(-3/2) c_{ik} K_{ik}}{\sum_{ik} K_{ik}}$$

y la igualdad 5a que expresa el valor del momento total -

M''_{ik} :

$$M''_{ik} = V_{ik} (\bar{M}_R + \sum c_{ik} (M'_{ik} + M'_{ki}))$$

El procedimiento que se deberá seguir para calcular los factores de corrimiento será el siguiente:

1.- Cuando un piso tenga columnas de diferente altura - de deberá seleccionar una altura h_r , en la forma que se indicó anteriormente.

2.- Calcularemos unos factores de reducción $c_{ik} = (h_r / h_{ik})$

3.- Se calcularán los factores de corrimiento mediante la ecuación 4a.

Ahora aplicaremos lo antes mencionado a un ejemplo; para ello, tomaremos la figura 7 cambiando únicamente la longitud de una de sus columnas inferiores y disposiciones de cargas (figura 9).

Los factores de giro son calculados como en los ejemplos anteriores, por lo que mostraremos a continuación únicamente el cálculo de los factores de corrimiento.

Para el piso superior debido a que las columnas conservan una misma altura, sus factores de corrimiento son calculados como se mostró anteriormente para cargas verticales y horizontales.

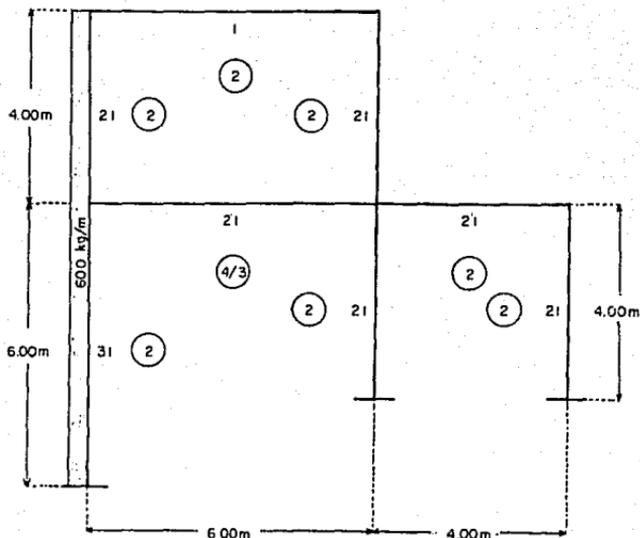


FIGURA 9

Los factores de corrimiento del piso inferior se calcularán de la siguiente manera:

Calculemos los factores de corrección c:

$h_x = 4m$ (altura de la columna en mayor no.)

$$c = \frac{6.00}{4.00} = 1.5 \text{ para la columna de la derecha}$$

$c = \frac{4.00}{4.00} = 1$ para las dos columnas de la izquierda

Ahora calcularemos los factores de corrimiento:

$$v = \frac{(1-3/2)(1.5)(2)}{(1.5)^2(2)+2\{(1.00)^2(2)\}} = -0.5294 \text{ para la columna der.}$$

$$v = \frac{(-3/2)(1.44)(2)}{(1.5)^2(2)+2\{(1.00)^2(2)\}} = -0.3529 \text{ para las 2 col. de la izq.}$$

Los valores de factores de corrección c y factores de corrimiento son anotados en el esquema 9a.

A continuación se calcularán los momentos de empotramiento de acuerdo a fórmulas, como hemos venido haciéndolo, y con el fin de evitar confusiones estos se ponen del lado izquierdo de los extremos de las barras, y las influencias de giro del lado derecho de las barras.

Luego procederemos a calcular las fuerzas de fijación:

Piso superior:

$$H_1 = 600 \text{ kg/m} \frac{4}{2} = 1200 \text{ kg.}$$

$$H_{11} = 600 \text{ kg/m} \frac{4+6}{2} = 3000 \text{ kg.}$$

Hay que recordar que las fuerzas serán positivas si actúan de izquierda a derecha.

Ahora calcularemos las fuerzas cortantes del piso:

$$Q_I = 1200 \text{ kg.}$$

$$Q_{II} = 1200 + 3000 = 4200 \text{ kg}$$

Los momento de piso serán:

$$\bar{N}_I = Q_I \frac{h_I}{3} = \frac{1200(4)}{3} + 1600 \text{ kg.}$$

$$\bar{N}_{II} = Q_{II} \frac{h_{II}}{3} = \frac{4200(6)}{3} = 8400 \text{ kg.}$$

valores anotados dentro de un cuadro a la izquierda de la figura 9a.

Para el comienzo de las iteraciones de las influencias de giro y desplazamiento, se empieza suponiendo el valor de cero en todas ellas por no conocer ningún otro valor más a proximado. El cálculo permite empezar ya sea calculando primeramente las influencias de desplazamiento, o bien las influencias de giro, como lo hicimos en el ejemplo pasado. Como tenemos mayores momentos afectando las influencias de desplazamiento, empezamos calculando estas, tomando como cero - las influencias de giro.

Piso superior:

$$1600(-0.75) = -1200$$

Piso inferior:

$$8400(-0.5294) = -4447.0$$

$$8400(-0.3529) = -2964.4$$

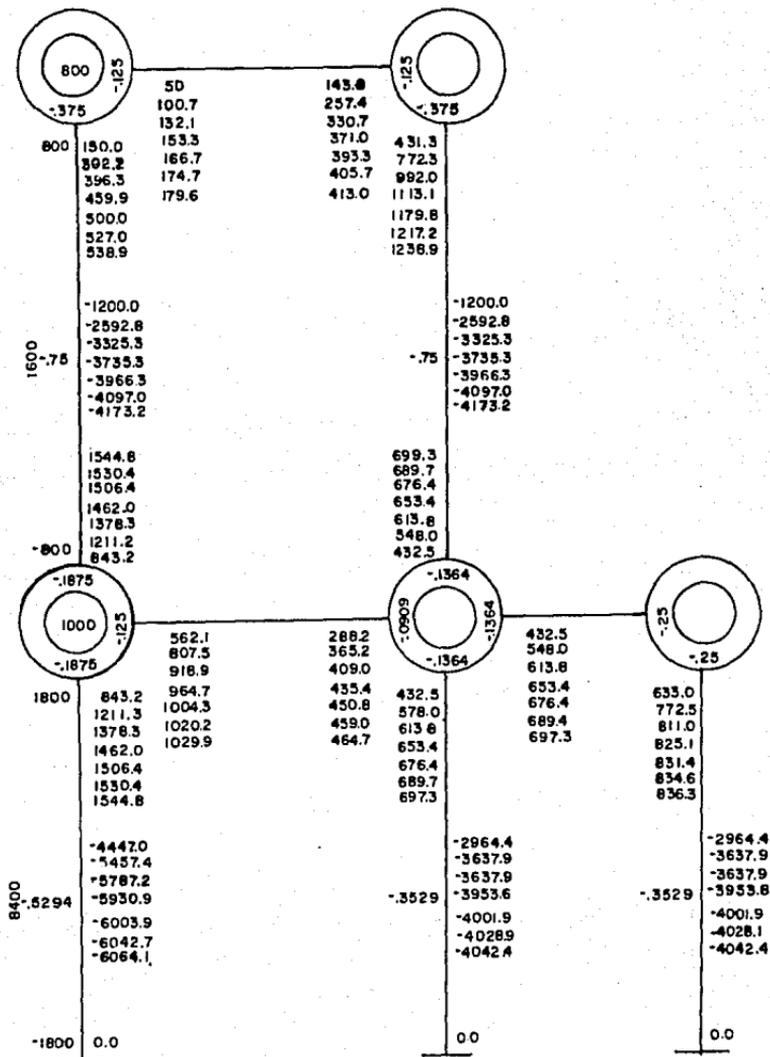


FIGURA 9ª

Las influencias de giro se calculan ahora como ya lo hemos venido haciendo, y continuamos con las siguientes iteraciones hasta llegar a la aproximación deseada.

Hay que recordar siempre el no olvidar nunca el sumar siempre el momento de piso a la suma de las influencias de giro de los extremos de las columnas, al calcular las influencias de desplazamiento, cuando en problemas como este tengamos momentos de piso.

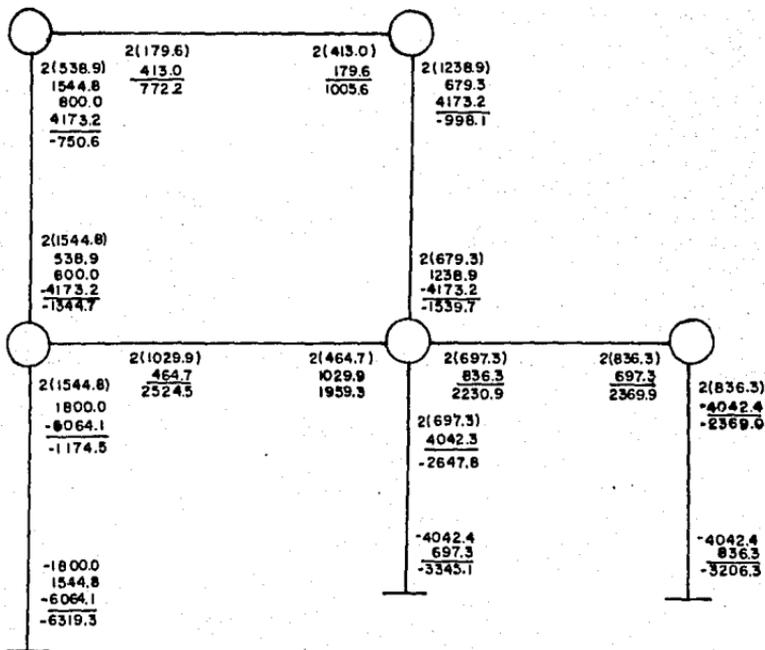


FIGURA 9b

El cálculo de resultados se hace exactamente igual al problema resuelto en el caso de cargas con nudos desplazables, y este se muestra en la figura 9b. El momento total se hará sumando los valores:

Momento de empotramiento

Dos veces la influencia de giro del mismo nudo

Influencia de giro del nudo opuesto

Influencia del desplazamiento

columnas articuladas en los apoyos

Se puede también resolver problemas en los cuales las columnas de un piso sean de diferente altura, y haya una o más columnas articuladas en los apoyos.

Si tuvieramos una articulación en una columna de rigidez K y altura h , ésta experimenta un giro τ y desplazamiento δ igual al de una empotrada de rigidez $K'=(3/4)K$ y longitud $h'=(3/2)h$, por lo que la podremos sustituir por una empotrada con estos valores.

Hay que recordar únicamente la modificación del esfuerzo cortante en la columna:

$$Q_{ik} = - \left(\frac{3M'_{ik}}{h'_{ik}} + m \frac{2M''_{ik}}{h'_{ik}} \right)$$

$m=3/4$ para columna articulada

$m=1$ para columna empotrada.

La variación en el procedimiento será únicamente tomar los valores K' y h' en lugar de K y h , con estos primeros valores calcularemos los factores de giro y los factores de corrimiento con la fórmula:

$$v_{ik} = \frac{(-3/2) c_{ik} K_{ik}}{\sum m c_{ik}^2 K_{ik}}$$

La comprobación se obtiene sumando los valores: -

$$\sum m c_{ik} v_{ik} = -3/2.$$

Si tuvieramos únicamente columnas articuladas en los a poyos, podemos sustituir $m=3/4$ en la fórmula antes mencionada:

$$v_{ik} = \frac{(-3/2) c_{ik} K_{ik}}{(3/4) c_{ik}^2 K_{ik}}$$

$$-2 = \sum c_{ik} v_{ik}$$

con lo que comprobamos lo antes mencionado en columnas articuladas, de repartir el valor (-2) proporcionalmente a las rigideces de estas.

comprobación automática de los nudos

Como explicamos en el principio de este capítulo y el anterior, este método ofrece la ventaja de una comprobación de resultados sin necesidad de que técnicos inspectores conozcan el proceso detallado.

A excepción de los valores fundamentales, es decir, momentos de inercia, rigideces, momentos de empotramiento, etc., el resto de los valores se comprueba por iteración. Por lo que se debe tener especial cuidado en el cálculo de estos primeros valores para llegar a resultados correctos.

estructuras con nudos rígidos

Cuando tengamos una estructura con nudos rígidos, habrá dos posibles maneras de comprobar resultados.

I.- La condición de equilibrio en cada nudo deberá cumplirse, o sea, se deberá comprobar que la suma de momentos en cada nudo sea igual a cero, o si actúa un momento exterior igual a este momento.

II.- La condición de deformación se cumple cuando todas

las barras rígidamente unidas de un mismo nudo giren el mismo ángulo.

El ángulo de giro puede ser determinado fácilmente mediante la suma de tres valores, los cuales son:

1.- ψ_{ik} = ángulo producido por la carga exterior a la barra i-k simplemente apoyada.

2.- El valor del giro producido por el valor del momento resultante en el extremo i ($M_{ik} / (3EK_{ik})$).

3.- El valor producido por el momento resultante que actúa en el extremo K.

$$\psi_{ik} = \psi_{ik} + \frac{M_{ik}}{3EK_{ik}} - \frac{M_{ik}}{6EK_{ik}}$$

si hacemos $T_{ik}^0 = 3E\psi_{ik}$ tenemos:

$$T_{ik} = T_{ik}^0 + \frac{M_{ik}}{K_{ik}} - \frac{1}{2} \frac{M_{ik}}{K_{ik}} \quad (6)$$

El procedimiento a seguir será el siguiente: primero se calculan los valores T_{ik}^0 , mediante datos de manuales y se anotan en un esquema. Calculamos luego los valores M_{ik}/K_{ik} - anotandolos también en los extremos de las barras correspondientes y por últimos dividimos entre -2 los valores M_{ik}/K_{ik} , y los anotamos en los extremos opuestos de las barras. La suma de estos valores determinará el ángulo buscado.

pórtico de varios pisos con nudos desplazables en sentido horizontal

Cuando haya desplazamiento horizontal no solo se deberán cumplir las dos condiciones I, II antes explicadas, sino además otra condición de equilibrio y otra debido a la deformación.

1a. Cuando existen fuerzas horizontales actuando sobre un pórtico, deberemos comprobar que la suma de fuerzas actuantes sea igual a la suma de las fuerzas cortantes. Para comprobar esta condición se podrá hacer un corte indistintamente sobre la columna si la carga horizontal actúa únicamente en los nudos, o bien, si actúa sobre la columna esta se considerará como una viga libremente apoyada y se calculará el punto de inflexión para que sea en este punto donde se haga el corte. La fuerza cortante se calculará con la ecuación:

$$Q_{ik} = -\frac{M_{ik} + M_{ki}}{h_{ik}}$$

La condición de equilibrio 1a. se cumple para un piso, cuando la suma de los momentos definitivos en los extremos de sus columnas es igual al producto con signo contrario de la altura del piso h_r por la suma H_i .

$$-h_r \sum_i H_i = \sum_r (N_{ik} + M_{ki})$$

y para columnas de diferente altura:

$$-h_r \Sigma H_i = \Sigma (M_{ik} + M_{ki}) \frac{h_r}{h_{ik}}$$

IIa. La condición de deformación IIa difiere de la antes vista en la adición del ángulo δ/h , o sea, el ángulo formado por el desplazamiento de la barra respecto su posición original. Este ángulo que llamaremos desplazamiento transversal se puede calcular inmediatamente después de calculadas las influencias de desplazamiento M''_{ik} .

Designando el ángulo $3E\delta/h_{ik}$ con D_{ik} obtenemos:

$$D_{ik} = -\frac{M''_{ik}}{2K_{ik}} \quad (7)$$

añadiendo este nuevo término a la ecuación 6:

$$T_{ik} = D_{ik} + T_{ik}^0 + \frac{M_{ik}}{K_{ik}} - \frac{1}{2} \frac{M_{ki}}{K_{ik}}$$

Para columnas de igual longitud los valores D_{ik} son iguales, mientras que para columnas de diferente altura, serán iguales todos los valores $D_{ik} h_{ik}$.

capítulo III

diagrama de flujo

Una computadora es una herramienta automática pensada para realizar trabajo útil a las personas, pues puede realizar sumas y otro tipo de operaciones a gran velocidad, o tomar cierto tipo de decisiones.

A un computador hay que decirle cómo hacer algo, y este se limitará a seguir instrucciones, por lo que hay que decirle paso a paso lo que tiene que hacer, instrucciones que formarán un programa del computador.

+Las fases principales del desarrollo en la solución y preparación de los programas son las siguientes:

I.- Determinar si es realmente conveniente que el problema sea resuelto por un computador.

- II. Definición del problema en términos matemáticos.
- III. Selección de un método de solución por computadora.
- IV. Análisis del problema para establecer el flujo lógico para las secuencias de programación.
- V. Codificación del problema, o sea, traducirlo en un lenguaje de computador.
- VI. Prueba del programa.

conveniencia de resolver un problema por computadora

Esta puede determinarse bajo ciertos criterios: ¿Se utilizará bastante como para que convenga hacerlo? ¿El cálculo es tan complejo que realmente presentará un ahorro considerable que hacerlo manual resulta impráctico? ¿El costo de programación será redituable?. Estas preguntas determinarán si realmente conviene realizar nuestro programa.

Es necesario un buen criterio de Ingeniería y buenos conocimientos de programación para saber si una evaluación correcta podrá ser dada por la computadora.

Debido a que el cálculo de los momentos resultantes en un pórtico de varios pisos es un problema de Ingeniería muy común, y que además el método analizado para la solución de este problema es un proceso repetitivo, el realizar un programa para su solución será ampliamente redituable no solo en costo, sino además en tiempo.

definición del problema en - términos matemáticos

La definición del problema en términos matemáticos es esencial para elaborar el programa. Se establece en esta parte del procedimiento datos que se deberán entrar, determinan las respuestas requeridas y señala la precisión deseada de los resultados que deben obtenerse.

Para el programa muestra, el problema se define como sigue:

Datos de entrada:

Número de nudos
 Número de ejes de columnas
 Factores de giro
 Factores de corrimiento
 Momentos de empotramiento
 Momentos de piso.

Datos de salida:

Momentos definitivos en los extremos de las barras.

selección del método de solución

Para una buena selección del método es importan_

te tener en cuenta los costos de programación, así como los de tiempo máquina.

Aunque la solución de pórtico de varios pisos se puede realizar por varios métodos como el método de Cross, el método de G. Kani presenta varias ventajas como explicamos ya en los capítulos anteriores. Además de estas ventajas ya explicadas, el método de G. Kani es de fácil programación, pues es un proceso repetitivo de unas cuantas fórmulas en todos los casos, razón por la cual fué seleccionado este método en la elaboración del programa.

Una vez elegido el método se definen por completo las fórmulas matemáticas necesarias, fórmulas ya explicadas ampliamente en el capítulo II.

análisis del problema para establecer el flujo lógico de la secuencia del programa

El objeto de esta etapa consiste en identificar las operaciones que deberá seguir el programa y sus interrelaciones. Un análisis del problema deberá hacerse antes de empezar a resolverlo. Este análisis puede consistir en una serie de pasos escritos, llamado comunmente algoritmo, para después

crear una imagen del proceso, o diagrama de flujo, que establezca los pasos del problema y sus secuencias.

Un algoritmo es una forma de describir la solución de un problema, utilizando necesariamente una aproximación paso a paso, y deberá contar con las siguientes características:

- 1.- Debe ser preciso e indicar el orden de realización de cada paso.
- 2.- Tiene que describir cómo elegir sus alternativas.
- 3.- Debe de estar definido. Si seguimos un algoritmo dos veces, deberemos de obtener la misma respuesta.
- 4.- Debe ser finito
- 5.- Deberá describir tres partes: entrada, proceso y salida.

A continuación se presenta el algoritmo para nuestro problema:

I. Puesto que el programa deberá estar compuesto de varios arreglos, y de estos arreglos varios valores deberán ser cero, deberemos empezar por dar un valor inicial de cero a todos los valores.

II. Se presentará un menú con los datos que deberán ser entrados:

- 1.- Información del programa
+++Datos a entrar+++

- 2.- Datos generales
- 3.- Factores de giro
- 4.- Factores de corrimiento
- 5.- Momentos de empotramiento
- 6.- Momentos de piso
- 7.- Cálculo de resultados
- 8.- Salida del programa.

III. A manera de subrutina se entrará cada uno de estos datos, y habiendo terminado su entrada el programa deberá regresar al MENU original de entrada de datos.

IV. Para la información del programa, se presentará otro MENU:

- 1.- Cálculo de nudos
- 2.- Ejes de columnas
- 3.- Número de pisos
- 4.- Factores de giro
- 5.- Factores de corrimiento
- 6.- Momentos de empotramiento
- 7.- Momentos de piso
- 8.- Continuar el programa.

Cada uno de estos puntos dará una breve explicación de el cálculo de cada una de estas variables, y una vez concluí da la explicación, el programa deberá retornar donde fué ne

cesario parar datos para obtener una aclaración.

Definido el problema se puede dar una solución esquemática, o diagrama de flujo.

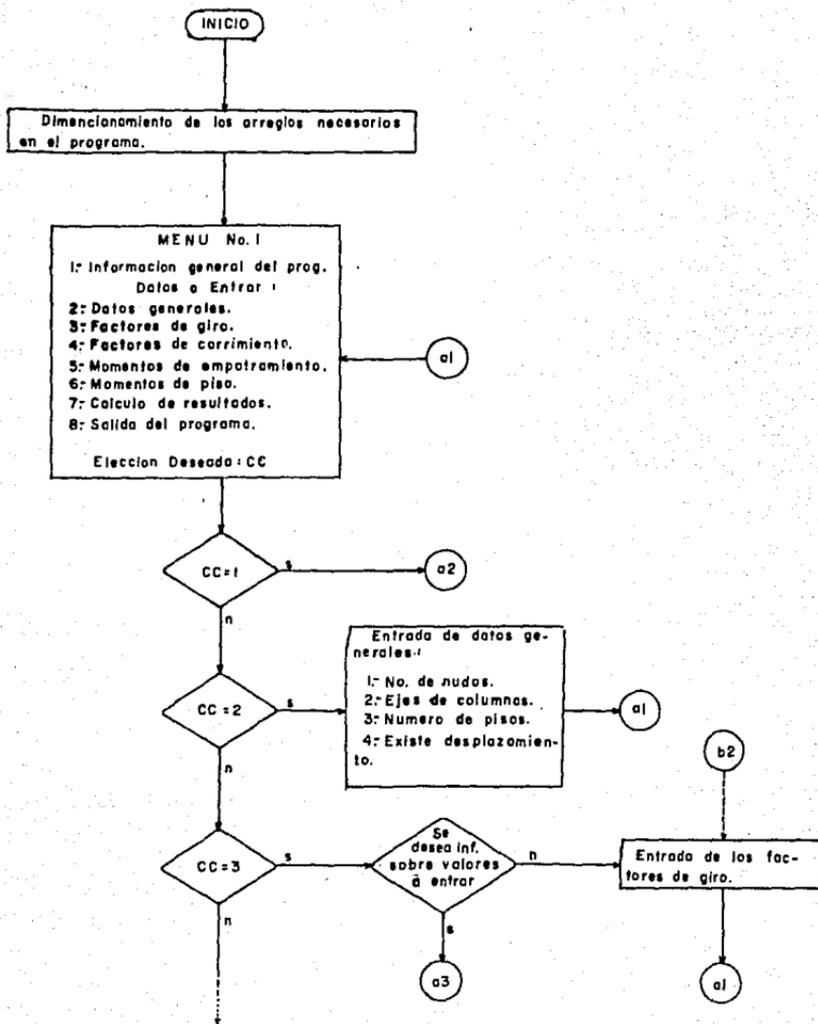
El diagrama de flujo consiste en proposiciones generales que describen las operaciones a realizar, o las secuencias detalladas de cada paso. La figura 10 muestra el diagrama de flujo, en el cual se emplea el método de afirmaciones generales que describen las diferentes operaciones.

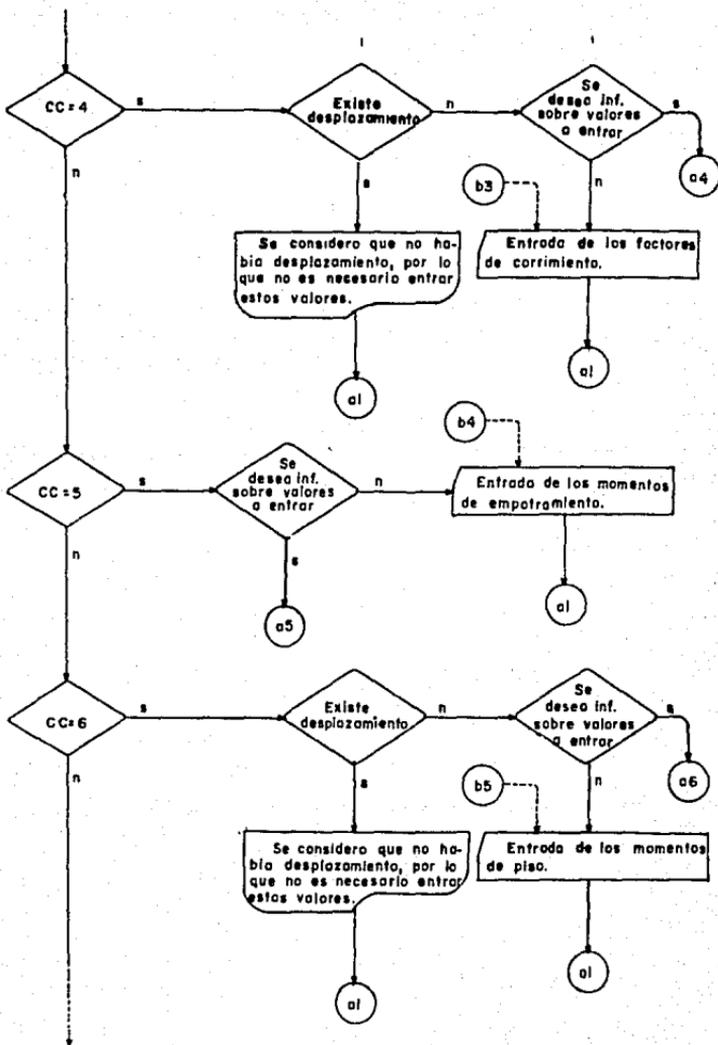
Las dos últimas fases del desarrollo en la preparación del programa que son:

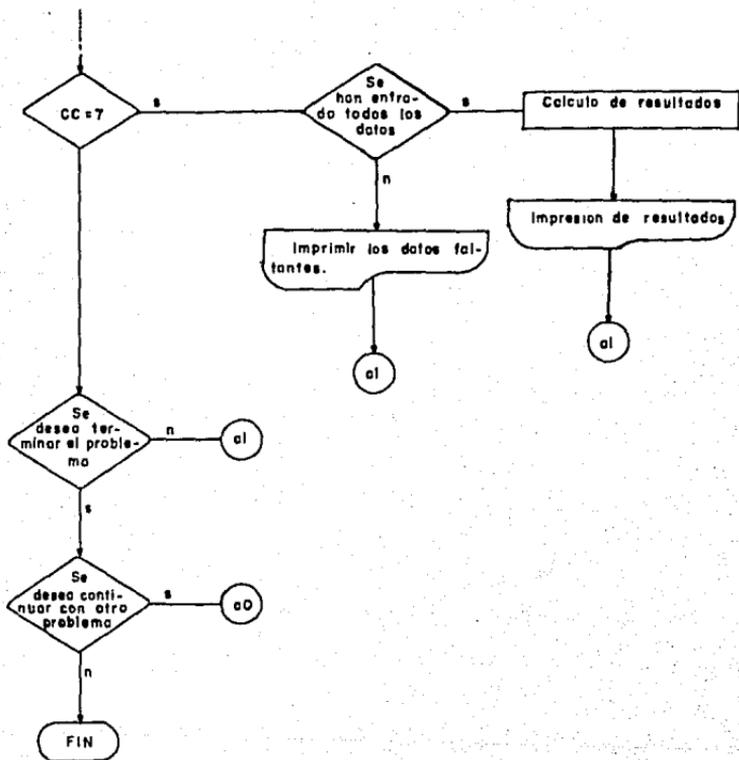
Codificación del programa

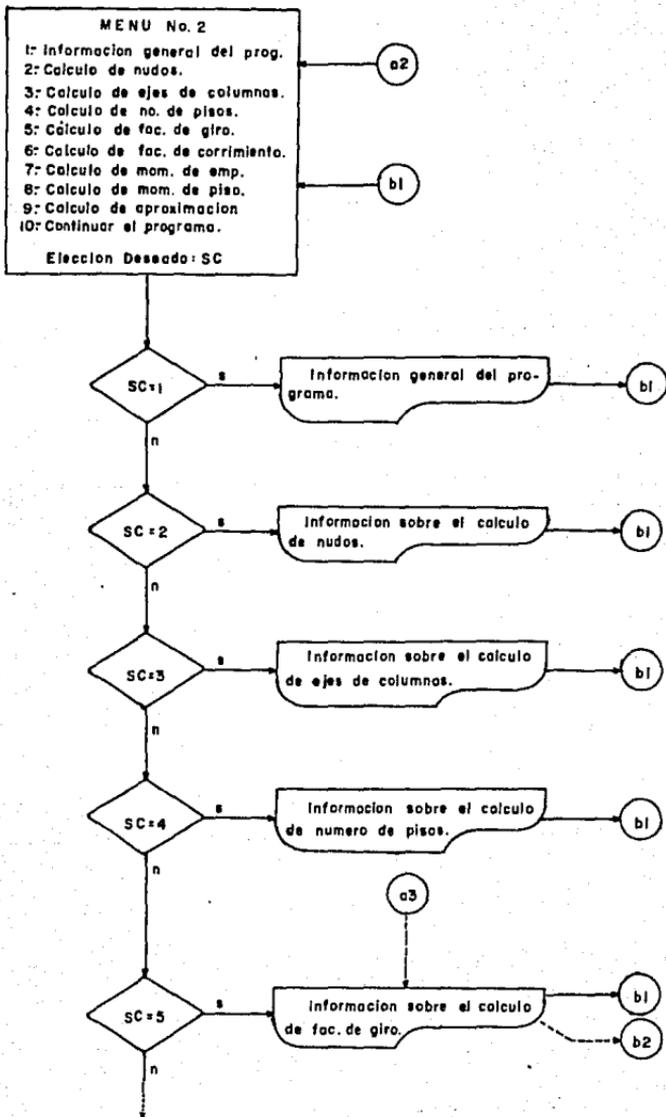
Prueba del programa.

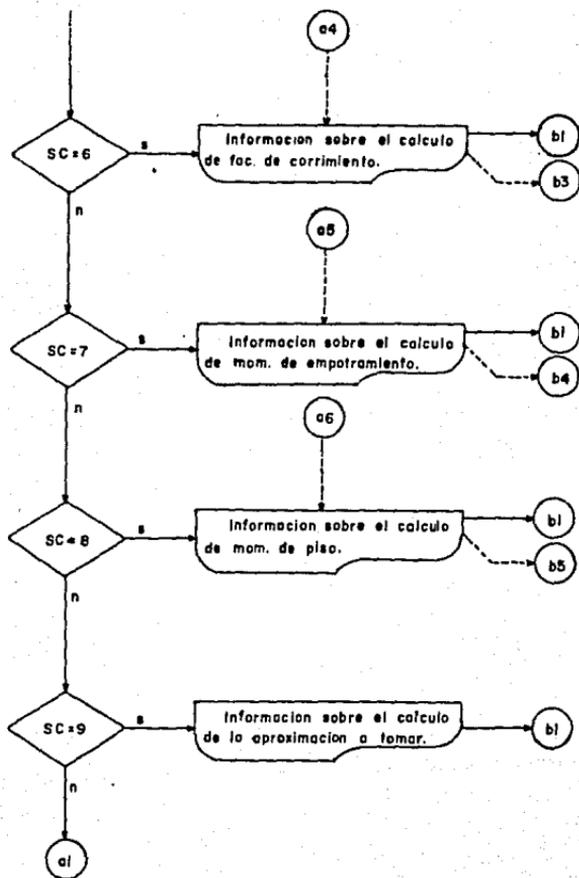
serán explicadas más ampliamente en los siguientes dos capítulos respectivamente.











capítulo IV

codificación

La codificación del problema para transformarlo en un programa, implica escribir un conjunto detallado de instrucciones para una computadora. En general, las instrucciones se pueden escribir en diferentes lenguajes.

Así como entre los seres humanos existe la comunicación en diferentes lenguajes, la comunicación entre la computadora y el hombre emplea diferentes lenguajes comprensibles entre ambos. Los lenguajes más usuales son los siguientes:

FORTRAN: De aplicación científica.

COBOL: Se aplica en sistemas administrativos.

ALGOL: Lenguaje que permite resolver problemas científicos y de Ingeniería.

APL: Es un lenguaje con notaciones complejas y operaciones poco usuales pero muy poderosas.

GPSS: Lenguaje para simulación de problemas.

SPSS: Paquete estadístico para ciencias sociales.

BASIC: De aplicación científica y solución de problemas numéricos.

y muchísimos más, ya que existe una lista enorme de lenguajes distintos que pueden ser utilizados para la comunicación entre el hombre y la computadora.

Puesto que el lenguaje BASIC es un lenguaje que se puede emplear para resolver problemas no solo numéricos y científicos, sino también administrativos, será el lenguaje que se empleará para comunicarnos con la computadora.

La codificación del programa se muestra en las siguientes páginas de este capítulo.

410 NEXT J
420 AA1=0
430 AA2=0
440 AA3=0
450 AA4=0
460 AA5=0
461 CLS 1

470 CLS
480 PRINT
490 PRINT
500 PRINT
510 PRINT "
520 PRINT "
530 PRINT
540 PRINT "
550 PRINT "
560 PRINT "
570 PRINT "
580 PRINT "
590 PRINT "
600 PRINT "
610 PRINT "
620 PRINT "
630 PRINT "
640 PRINT "
650 PRINT
660 PRINT
670 PRINT "

680 GOSUB 6500
690 CC=BUFVAL

700 IF CC>9 OR CC<1 GOTO 670
710 IF CC=1 THEN GOSUB 6880:GOTO 790
720 IF CC=2 THEN GOSUB 800:GOTO 790
730 IF CC=3 THEN GOSUB 1810:GOTO 790
740 IF CC=4 THEN GOSUB 2600:GOTO 790
750 IF CC=5 THEN GOSUB 3120:GOTO 790
760 IF CC=6 THEN GOSUB 3800:GOTO 790
770 IF CC=7 THEN GOSUB 4640:GOTO 790
780 IF CC=8 THEN GOSUB 6700:GOTO 790
790 GOTO 470

800 CLS

810 REM*****

820 REM ++++ SUBROUTINA DE ENTRADA DE DATOS GENERALES ++++

830 REM-----

831 COLOR ,,10,2

840 LOCATE 8,24:PRINT" VARIABLES QUE SE ENTRARAN "

841 COLOR ,,0,0

850 PRINT

860 PRINT"

870 PRINT"

880 PRINT"

890 PRINT"

900 PRINT"

); ";

910 GOSUB 6250

M E N U :

-
- 1.- InformaciFn del Programa
+++ Datos a Entrar +++
 - 2.- Datos Generales
 - 3.- Factores de Giro de los Nudos
 - 4.- Factores de corrimiento de las columnas,
siempre y cuando haya desplazamiento
 - 5.- Momentos de Empotramiento
 - 6.- Entrada de los Momentos de Piso,
siempre y cuando haya desplazamiento
 - 7.- CDiculo de Resultados
 - 8.- Salida del Programa

Eleccion Deseada :";

1. NUmero de Nudos ? "
2. Ejes de Columnas ? "
3. Desplazamiento ? "
4. Nmero de Pisos ? "
Desea alguna aclaraciFn sobre estas variables Si=(S s) No=(N, n
); ";

```

920 E$=BUFFER$
930 IF E$="S" OR E$="s" THEN GOSUB 6880
940 CLS
950 AA1=1
960 PRINT
970 PRINT
980 PRINT
990 PRINT
1000 PRINT
1001 COLOR ,,10,2
1010 LOCATE 6,20:PRINT"ENTRADA DE DATOS GENERALES DEL PROBLEMA:
1011 COLOR ,,0,0
1020 PRINT
1030 PRINT " Dame el número de nudos: ";
1040 GOSUB 6470
1050 NN=BUFVAL
1060 IF NN>=4 THEN GOTO 1130
1061 COLOR ,,0,2
1070 PRINT" ESTE VALOR NO PUEDE SER MENOR DE 4, "
1080 PRINT" POR SER ESTE UN PROGRAMA PARA MARCOS RETICULADOS"
1090 PRINT
1100 PRINT" Tecler cualquier tecla para continuar: ";
1110 A$=INKEY$ :IF A$="" THEN GOTO 1110
1111 COLOR ,,0,0
1120 GOTO 1030
1130 IF NN<=200 THEN 1190
1131 COLOR ,,0,2
1140 PRINT" EL MAXIMO NUMERO DE NUDOS CONSIDERADOS POR EL PROGRAMA ES DE
200"
1150 PRINT
1160 PRINT" Tecler cualquier tecla para continuar: "
1170 A$=INKEY$ :IF A$="" THEN GOTO 1170
1171 COLOR ,,0,0
1180 GOTO 1030
1190 PRINT " Desea hacer alguna corrección Si=(S, s) No=(N, n): ";
1200 GOSUB 6250
1210 E$=BUFFER$
1220 IF E$="S" OR E$="s" THEN GOTO 1030
1230 PRINT
1240 PRINT " Dame el número de ejes de columnas: ";
1250 GOSUB 6470
1260 NC=BUFVAL
1270 IF NC>=2 THEN GOTO 1340
1271 COLOR ,,0,2
1280 PRINT" ESTE VALOR NO PUEDE SER MENOR DE 2, "
1290 PRINT" PORQUE EN EL MARCO MAS SENCILLO TENEMOS POR LO MENOS 2 COLUMN
AS"
1300 PRINT
1310 PRINT" Tecler cualquier tecla para continuar: "
1320 A$=INKEY$ :IF A$="" THEN GOTO 1320
1321 COLOR 0,0
1330 GOTO 1240
1340 IF NC<=(NN/2) THEN 1410
1341 COLOR ,,0,2
1350 BB2=NN/2

```

```

1360 PRINT"                               EL MAXIMO VALOR POSIBLE ES DE: ";BB2;"FAVOR DE CORREGIR"
1361 PRINT"                               PARA EL NUMERO DE NUDOS ENTRADOS"
1370 PRINT
1380 PRINT"                               Teclar cualquier tecla para continuar: "
1390 A$=INKEY% :IF A$="" THEN GOTO 1390
1391 COLOR ,,0,0
1400 GOTO 1240
1410 PRINT "                               Desea hacer alguna correcciFn Si=(S, s) No=(N, n): ";
1420 GOSUB 6250
1430 E$=BUFFER$
1440 IF E$="S" OR E$="s" THEN GOTO 1240
1450 PRINT
1460 NCT=NN-NC
1470 PRINT "                               Existe desplazamiento horizontal en el marco Si=(S, s) No=(N, n
);";
1480 GOSUB 6250
1490 B1$=BUFFER$
1500 IF B1$="S" OR B1$="s" THEN 1530
1510 AA3=1
1520 AA5=1
1530 PRINT "                               Desea hacer alguna correcciFn Si=(S, s) No=(N, n): ";
1540 GOSUB 6250
1550 E$=BUFFER$
1560 IF E$="S" OR E$="s" THEN GOTO 1470
1570 PRINT
1580 PRINT "                               Dame el número de pisos: ";
1590 GOSUB 6470
1600 NP=BUFVAL
1610 IF NP>0 THEN GOTO 1680
1611 COLOR ,,0,2
1620 PRINT"                               ESTE VALOR NO PUEDE SER MENOR A 1,"
1630 PRINT"                               POR CONSIDERARSE QUE UN MARCO TIENE POR LO MENOS 1 PISO"
1640 PRINT
1650 PRINT"                               Teclar cualquier tecla para continuar:";
1660 A$=INKEY% :IF A$="" THEN GOTO 1660
1661 COLOR ,,0,0
1670 GOTO 1580
1680 IF NP<=(NN-(NN/2+1)) THEN 1750
1681 COLOR ,,0,2
1690 BB2=NN-(NN/2+1)
1700 PRINT "                               EL MAXIMO VALOR POSIBLE ES: ";BB2;"FAVOR DE CORREG
IR"
1710 PRINT
1720 PRINT "                               Teclar cualquier tecla para continuar: "
1730 A$=INKEY% :IF A$="" THEN GOTO 1730
1731 COLOR ,,0,0
1740 GOTO 1580
1750 PRINT "                               Desea hacer alguna correcciFn Si=(S, s) No=(N, n): ";
1760 GOSUB 6250
1770 E$=BUFFER$
1780 IF E$="S" OR E$="s" THEN GOTO 1580
1790 RETURN
1800 REM*****
1810 REM                               SUBROUTINA DE ENTRADA DE LOS FACTORES DE GIRO "<0"
1820 REM-----

```

```

1830 CLS
1840 IF AA1=1 THEN 1900
1841 COLOR ,,0,2
1850 LOCATE 10,6:PRINT "<<CENTRAR PRIMERAMENTE LOS DATOS GENERALES PARA ENTRAR E
STOS VALORES>>"
1860 PRINT
1870 PRINT"                               Teclar cualquier tecla para continuar: "
1880 A$=INKEY$ :IF A$="" THEN GOTO 1880
1881 COLOR ,,0,0
1890 RETURN
1900 AA2=1
1901 COLOR ,,10,2
1910 LOCATE 9,23:PRINT"          VARIABLES QUE SE ENTRARAN      "
1911 COLOR ,,0,0
1920 PRINT
1930 PRINT"                               1. N°mero de factores de giro <>0 ?"
1940 PRINT"                               2. Factores de giro ?"
1950 PRINT"          Desea alguna aclaraciFn sobre estos valores Si=(S, s) No=(N, n)
: "
1960 GOSUB 6250
1970 E$=BUFFER$
1980 IF E$="S" OR E$="s" THEN GOSUB 8420
1990 CLS
2000 PRINT
2010 PRINT
2020 PRINT
2021 COLOR ,,10,2
2030 LOCATE 4,16:PRINT"ENTRADA DE LOS FACTORES DE GIRO DE LOS NUDOS:
2031 COLOR ,,0,0
2040 PRINT
2050 PRINT"                               Dame el n°mero de factores de Giro <>0: ";
2060 GOSUB 6470
2070 EN=BUFVAL
2080 IF EN=4 THEN 2150
2081 COLOR ,,0,2
2090 PRINT"                               ESTE VALOR TIENE QUE SER MAYOR O IGUAL A CER0 FORQUE EN"
2100 PRINT"          UN MARCO SENCILLO (2-COLUMNAS Y 1-VIGA) HAY POR LO MENOS 4 F.DE G
<>0"
2110 PRINT
2120 PRINT"                               Teclar cualquier tecla para continuar:"
2130 A$=INKEY$ :IF A$="" THEN GOTO 2130
2131 COLOR ,,0,0
2140 GOTO 2050
2150 IF EN<=(4*NN) THEN 2220
2151 COLOR ,,0,2
2160 BE3=(4*NV)
2170 PRINT"          EL MAXIMO DE ELEMENTOS POSIBLES ES: ";BE3;" FAVOR DE CORREGI
R"
2180 PRINT
2190 PRINT"                               Teclar cualquier tecla para continuar: ";
2200 A$=INKEY$ :IF A$="" THEN GOTO 2200
2201 COLOR ,,0,0
2210 GOTO 2050
2220 PRINT"          Desea hacer alguna correcciFn Si=(S, s) No=(N, n): ";
2230 GOSUB 6250

```

```

2240 E$=BUFFER$
2250 IF E$="S" OR E$="s" THEN GOTO 2050
2260 PRINT
2270 FOR I=1 TO EN
2280 PRINT "                               Dame el no. del elem. con Factor de Giro <X>: ";
2290 GOSUB 6470
2300 X=BUFVAL
2310 IF X>0 THEN 2370
2311 COLOR ,,0,2
2320 PRINT"                               ESTE VALOR DEBE SER MAYOR QUE CERO"
2330 PRINT
2340 PRINT"                               Teclar cualquier tecla para continuar:"
2350 A$=INKEY$ :IF A$="" THEN GOTO 2350
2351 COLOR ,,0,0
2360 GOTO 2280
2370 IF X<=(4*NN) THEN 2430
2371 COLOR ,,0,2
2380 PRINT"                               ESTE VALOR NO PUEDE SER MAYOR DE: ";(4*NN);" FAVOR DE CORREG
IR"
2390 PRINT
2400 PRINT"                               Teclar cualquier tecla para contunuar: ";
2410 A$=INKEY$ :IF A$="" THEN GOTO 2410
2411 COLOR ,,0,0
2420 GOTO 2280
2430 PRINT "                               Dame el Factor de Giro de este elemento: ";
2440 GOSUB 6470
2450 XX=BUFVAL
2460 IF XX>-.5 AND XX<0 THEN 2520
2461 COLOR ,,0,2
2470 PRINT"                               ESTE VALOR DEBE DE ESTAR COMPRENDIDO ENTRE: ";-.5;" Y ";0;" FAVOR
DE CORREGIR"
2480 PRINT
2490 PRINT"                               Teclar cualquier tecla para continuar: ";
2500 A$=INKEY$ :IF A$="" THEN GOTO 2500
2501 COLOR ,,0,0
2510 GOTO 2430
2520 FD(X)=XX
2530 PRINT "                               Desea hacer alguna correcciFn Si=(S, s) No=(N, n): ";
2540 GOSUB 6250
2550 E$=BUFFER$
2560 IF E$="S" OR E$="s" THEN GOTO 2280
2570 PRINT
2580 NEXT I
2590 RETURN
2600 REM*****
2610 REM SUBROUTINA DE ENTRADA DE LOS FACTORES DE CORRIMIENTO DE LAS COLUMNAS
2620 REM-----
2630 CLS
2640 IF AA1=1 THEN 2700
2641 COLOR ,,0,2
2650 LOCATE 10,6:PRINT"<<ENTRAR PRIMERAMENTE LOS DATOS GENERALES PARA ENTRAR ES
TOS VALORES>>"
2660 PRINT
2670 PRINT"                               Teclar cualquier tecla para continuar: ";
2680 A$=INKEY$ :IF A$="" THEN GOTO 2680

```

```

2681 COLOR ,,0,0
2690 RETURN
2700 IF B1#="N" OR B1#="n" THEN 3040
2710 AA3=1
2711 COLOR ,,10,2
2720 LOCATE 10,22:PRINT"          VARIABLES QUE SE ENTRARAN          "
2721 COLOR ,,0,0
2730 PRINT
2740 PRINT"          1. Factores de Corrimiento de las columnas"
2750 PRINT"          Desea alguna aclaraciFn sobre esta variable Si=(S, s) No=(N, n):
";
2760 GOSUB 6250
2770 E#=BUFFER#
2780 IF E#="S" OR E#="s" THEN GOSUB 8570
2790 CLS
2800 PRINT
2810 PRINT
2820 PRINT
2821 COLOR ,,10,2
2830 LOCATE 4,15:PRINT"ENTRADA DE LOS FACTORES DE CORRIMIENTO DE LAS COLUMNAS:
"
2831 COLOR ,,0,0
2840 PRINT
2850 FOR I=1 TO NCT
2860 PRINT"          Dame el valor del F. C. de la columna: "I;
2870 GOSUB 6470
2880 TT=BUFVAL
2890 IF TT<=0 AND TT>=-1.5 THEN 2960
2891 COLOR ,,0,2
2900 PRINT"          ESTE FACTOR DE CORRIMIENTO DEBE ESTAR COMPRENDIDO ENTRE "
2910 PRINT"          0 Y -1.5 Y MAS USUALMENTE ENTRE 0 Y -.8"
2920 PRINT
2930 PRINT"          Teclar cualquier tecla para continuar:";
2940 A#=INKEY# :IF A#="" THEN GOTO 2940
2941 COLOR ,,0,0
2950 GOTO 2860
2960 C(I)=TT
2970 PRINT"          Desea hacer alguna correcciFn Si=(S, s) No=(N, n): ";
2980 GOSUB 6250
2990 E#=BUFFER#
3000 IF E#="s" OR E#="S" THEN GOTO 2860
3010 PRINT
3020 NEXT I
3030 GOTO 3110
3040 FOR I=1 TO 10
3050 PRINT
3060 NEXT I
3061 COLOR ,,0,2
3070 PRINT"          <<<<<< SE CONSIDERO QUE NO HABIA DESPLAZAMIENTO >>>>>>"
3080 PRINT
3090 PRINT"          Teclar cualquier tecla para continuar:";
3100 A#=INKEY# :IF A#="" THEN GOTO 3100
3101 COLOR ,,0,0
3110 RETURN
3120 REM*****

```

```

3130 REM      SUBROUTINA DE ENTRADA DE LOS MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO <> 0
3140 REM-----
3150 CLS
3160 IF AA1=1 THEN 3220
3161 COLOR ,,0,2
3170 LOCATE 10,6:PRINT"<<ENTRAR PRIMERAMENTE LOS DATOS GENERALES PARA ENTRAR ES
TOS VALORES>>"
3180 PRINT
3190 PRINT"          Teclrear cualquier tecla para continuar: "
3200 A$=INKEY$:IF A$="" THEN GOTO 3200
3201 COLOR ,,0,0
3210 RETURN
3220 AA4=1
3221 COLOR ,,10,2
3230 LOCATE 9,20:PRINT"          VARIABLES QUE SE ENTRARAN          "
3231 COLOR ,,0,0
3240 PRINT
3250 PRINT"          1. Nmero de momentos de empotramiento <> 0?"
3260 PRINT"          2. Momentos de empotramiento?"
3270 PRINT"          Desea alguna informacifn sobre estas variables Si=(S, s) No=(N,
n): ";
3280 GOSUB 6250
3290 E$=BUFFER$
3300 IF E$="S" OR E$="s" THEN GOSUB 8840
3310 CLS
3320 PRINT
3330 PRINT
3340 PRINT
3341 COLOR ,,10,2
3350 LOCATE 4,15:PRINT"ENTRADA DE LOS MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO <> 0:
3351 COLOR ,,0,0
3360 PRINT
3370 PRINT"          Dame el no. de momentos de emp. <>0: ";
3380 GOSUB 6470
3390 JJ=BUFVAL
3400 IF JJ=0 THEN GOTO 3460
3401 COLOR ,,0,2
3410 PRINT"          ESTE VALOR NO PUEDE SER MENOR A CERO"
3420 PRINT
3430 PRINT"          Teclrear cualquier tecla para continuar:";
3440 A$=INKEY$:IF A$="" THEN GOTO 3440
3441 COLOR ,,0,0
3450 GOTO 3370
3460 IF JJ<(4*NN) THEN 3520
3461 COLOR ,,0,2
3470 PRINT"          EL MAXIMO VALOR POSIBLE DE ELEMENTOS ES: ";NP;" FAVOR DE CORREGI
R"
3480 PRINT
3490 PRINT"          Teclrear cualquier tecla para continuar: ";
3500 A$=INKEY$:IF A$="" THEN GOTO 3500
3501 COLOR ,,0,0
3510 GOTO 3370
3520 PRINT
3530 FOR I=1 TO JJ
3540 PRINT"          Dame el no. del extremo con momento de empotramiento <>0: ";

```

```

3550 GOSUB 6470
3560 J2=BUFVAL
3570 IF J2>0 THEN 3630
3571 COLOR ,,0,2
3580 PRINT "
3590 PRINT
3600 PRINT "
3610 A$=INKEY$ :IF A$="" THEN GOTO 3610
3611 COLOR ,,0,0
3620 GOTO 3540
3630 IF J2<=(4*NN) THEN 3690
3631 COLOR ,,0,2
3640 PRINT "
3650 PRINT
3660 PRINT "
3670 A$=INKEY$ :IF A$="" THEN GOTO 3670
3671 COLOR ,,0,0
3680 GOTO 3540
3690 PRINT "
3700 GOSUB 6470
3710 ME=BUFVAL
3720 MEMP(J2)=ME
3730 PRINT "
3740 GOSUB 6250
3750 E$=BUFFER$
3760 IF E$="S" OR E$="s" THEN GOTO 3540
3770 PRINT
3780 NEXT I
3790 RETURN
3800 REM*****
3810 REM
3820 REM-----
3830 CLS
3840 IF AA1=1 THEN 3900
3841 COLOR ,,0,2
3850 LOCATE 10,6:PRINT"<<ENTRAR PRIMERAMENTE LOS DATOS GENERALES PARA ENTRAR ES
3860 PRINT
3870 PRINT "
3880 A$=INKEY$ :IF A$="" THEN GOTO 3880
3881 COLOR ,,0,0
3890 RETURN
3900 IF B1$="N" OR B1$="n" THEN 4560
3910 AA5=1
3911 COLOR ,,10,2
3920 LOCATE 8,23:PRINT "
3921 COLOR ,,0,0
3930 PRINT
3940 PRINT "
3950 PRINT "
3960 PRINT "
3970 PRINT "
3980 GOSUB 6250

```

ESTE VALOR NO PUEDE SER MENOR DE CERO"

Teclear cualquier tecla para continuar :"

ESTE VALOR NO PUEDE SER MAYOR A: "(4*NN);" FAVOR DE CORREGIR

Teclear cualquier tecla para continuar:";

Dame el valor del mom. de emp. para este nudo: "

Desea hacer alguna correcciFn Si=(S, s) No=(N, n): "

SUBROUTINA DE ENTRADA DE LOS MOMENTOS DE PISO <> 0

Teclear cualquier tecla para continuar: "

1. Nmero de Momentos de Piso <>0?"
2. Nmero de Piso?"
3. Momento del Piso?"

Desea alguna aclaraciFn sobre estas variables Si=(S, s) No=(N, n): "

```

3990 E$=BUFFER$
4000 IF E$="S" OR E$="s" THEN GOSUB 8990
4010 CLS
4020 PRINT
4030 PRINT
4040 PRINT
4050 PRINT
4051 COLOR ,,10,2
4060 LOCATE 5,18:PRINT"ENTRADA DE LOS MOMENTOS DE PISO <>0:
4061 COLOR ,,0,0
4070 PRINT
4071 PRINT"          Hay momentos de piso <> 0 Si=(S, s) No=(N, n) :";
4072 GOSUB 6250
4073 E$=BUFFER$
4074 IF E$="N" OR E$="n" THEN 4624
4080 PRINT"          Dame el no. de mom. de piso <>0: ";
4090 GOSUB 6470
4100 J3=BUFVAL
4110 IF J3>0 THEN 4170
4111 COLOR ,,0,2
4120 PRINT"          ESTE VALOR NO PUEDE SER MENOR DE CERO"
4130 PRINT
4140 PRINT"          Teclar cualquier tecla para continuar:";
4150 A$=INKEY$ :IF A$="" THEN GOTO 4150
4151 COLOR ,,0,0
4160 GOTO 4080
4170 IF J3<=(4*NN) THEN 4230
4171 COLOR ,,0,2
4180 PRINT"          ESTE VALOR NO PUEDE SER MAYOR A: ";(4*NN);" FAVOR DE CORREGIR
"
4190 PRINT
4200 PRINT"          Teclar cualquier tecla para continuar: ";
4210 A$=INKEY$ :IF A$="" THEN GOTO 4210
4211 COLOR ,,0,0
4220 GOTO 4080
4230 PRINT"          Desea hacer alguna correccioFn Si=(S, s) No=(N, n) :";
4240 GOSUB 6250
4250 E$=BUFFER$
4260 IF E$="S" OR E$="s" THEN GOTO 4080
4270 PRINT
4280 FOR I=1 TO J3
4290 PRINT"          Dame el nGmero del piso: ";
4300 GOSUB 6470
4310 J4=BUFVAL
4320 IF J4>0 THEN 4390
4321 COLOR ,,0,2
4330 PRINT"          ESTE VALOR DEBE DE SER MAYOR QUE CERO,"
4340 PRINT"          PUESTO QUE LOS PISOS SE EMPIEZAN A NUMERAR DEL (1) EN ADELANT
E"
4350 PRINT
4360 PRINT"          Teclar cualquier tecla para continuar:";
4370 A$=INKEY$ :IF A$="" THEN GOTO 4370
4371 COLOR ,,0,0
4380 GOTO 4290
4390 IF J4<=NP THEN 4450

```

```

4391 COLOR ,,0,2
4400 PRINT " ESTE VALOR NO PUEDE SER MAYOR A: ";NP;" FAVOR DE CORREGIR"
4410 PRINT
4420 PRINT " Teclrear cualquier tecla para continuar: ";
4430 A%=INKEY$: IF A%="" THEN GOTO 4430
4431 COLOR ,,0,0
4440 GOTO 4290
4450 PRINT " Dame el valor del mom. de piso para este piso: ";
4460 GOSUB 6470
4470 YY=BUFVAL
4480 MP(J4)=YY
4490 PRINT " Desea hacer alguna correcciFn Si=(S, s) No=(N, n): ";
4500 GOSUB 6250
4510 E%=BUFFER%
4520 IF E%="S" OR E%="s" THEN GOTO 4290
4530 PRINT
4540 NEXT I
4550 GOTO 4630
4560 FOR I=1 TO 10
4570 PRINT
4580 NEXT I
4581 COLOR ,,0,2
4590 PRINT " <<<<< SE CONSIDERO QUE NO HAY DESPLAZAMIENTO >>>>> "
4600 PRINT
4610 PRINT " Teclrear cualquier tecla para continuar:
4620 A%=INKEY$: IF A%="" THEN GOTO 4620
4621 COLOR ,,0,0
4623 GOTO 4630
4624 AA5=1
4630 RETURN
4640 REM*****
4650 REM SUBROUTINA DE CALCULO DE LOS MOMENTOS RESULTANTES
4660 REM I. ENTRADA DE APROXIMACION DESEADA
4670 REM-----
4680 CLS
4690 IF AA1=0 THEN 4741
4700 IF AA2=0 THEN 4741
4710 IF AA3=0 THEN 4741
4720 IF AA4=0 THEN 4741
4730 IF AA5=0 THEN 4741
4740 GOTO 4861
4741 COLOR ,,0,2
4750 LOCATE 8,6:PRINT"Para poder calcular los resultados faltaron de entrar los
datos:"
4760 IF AA1=0 THEN PRINT " Datos Generales "
4770 IF AA2=0 THEN PRINT " Factores de Giro "
4780 IF AA3=0 THEN PRINT " Factores de Corrimiento "
4790 IF AA4=0 THEN PRINT " Momentos de empotramiento "
4800 IF AA5=0 THEN PRINT " Momentos de Piso "
4810 PRINT
4820 PRINT " Teclrear cualquier tecla para continuar: ";
4830 A%=INKEY$: IF A%="" THEN GOTO 4830
4831 COLOR ,,0,0
4840 RETURN
4881 COLOR ,,10,2

```

```

4890 LOCATE 10,27:PRINT" APROXIMACION DESEADA "
4891 COLOR ,,0,0
4910 PRINT
4920 PRINT
4930 PRINT" Dame la aproximacion que se desea alcanzar: ";
4940 GOSUB 6470
4950 AP=BUFVAL
4960 PRINT" Desea hacer alguna correccion Si=(S, s) No=(N, n): ";
4970 GOSUB 6250
4980 E%=BUFFER#
4990 IF E%="S" OR E%="s" THEN GOTO 4930
5000 REM*****
5010 REM II. CALCULO DE LOS MOMENTOS RESULTANTES
5020 REM-----
5030 FOR I=1 TO NN
5040 MSUJ(I)=MEMP(4*I-3)+MEMP(4*I-2)+MEMP(4*I-1)+MEMP(4*I)
5050 NEXT I
5060 X5=0
5070 FOR I=1 TO NN
5080 IF (4*I-5)<=0 THEN F1=0 ELSE 5100
5090 GOTO 5110
5100 F1=MPA(4*I-5)
5110 IF (4*I+1)>(4*NN) THEN F2=0 ELSE 5130
5120 GOTO 5140
5130 F2=MPA(4*I+1)
5140 IF (4*I-4*NC)<=0 THEN F3=0 ELSE 5160
5150 GOTO 5170
5160 F3=MPA(4*I-4*NC)
5170 IF (4*I+4*NC-2)<=0 OR (4*I+4*NC-2)>(4*NN) THEN F4=0 ELSE 5190
5180 GOTO 5200
5190 F4=MPA(4*I+4*NC-2)
5200 IF (1-NC)<=0 THEN F5=0 ELSE 5220
5210 GOTO 5230
5220 F5=MBP(1-NC)
5230 IF 1>NCT THEN F6=0 ELSE 5250
5240 GOTO 5260
5250 F6=MBP(I)
5260 A=MSUJ(I)+F1+F2+F3+F4+F5+F6
5270 G1=MPA(4*I)
5280 G2=MPA(4*I-3)
5290 G3=MPA(4*I-2)
5300 G4=MPA(4*I-1)
5310 MPA(4*I)=A*FD(4*I)
5320 MPA(4*I-3)=A*FD(4*I-3)
5330 MPA(4*I-2)=A*FD(4*I-2)
5340 MPA(4*I-1)=A*FD(4*I-1)
5350 IF ABS(G1-MPA(4*I))<=AP THEN X5=X5+1
5360 IF ABS(G2-MPA(4*I-3))<=AP THEN X5=X5+1
5370 IF ABS(G3-MPA(4*I-2))<=AP THEN X5=X5+1
5380 IF ABS(G4-MPA(4*I-1))<=AP THEN X5=X5+1
5390 NEXT I
5400 X7=1
5410 X6=-1
5420 FOR J=1 TO NP
5430 H=0

```

```

5440 X6=X6+1
5450 X7=(NC#X6)+1
5460 FOR J=X7 TO (X7+NC-1)
5470 H=H+MPA(4#J)+MPA(4#J+4#NC-2)
5480 NEXT J
5490 H1=H+MP(I)
5500 FOR K=X7 TO (X7+NC-1)
5510 G5=MBP(K)
5520 MBP(K)=C(K)#H1
5530 IF ABS(G5-MBP(K))<=AP THEN X5=X5+1
5540 NEXT K
5550 NEXT I
5560 IF X5=(4#NN+NCT) THEN 5580
5570 GOTO 5060
5580 REM*****
5590 REM          CALCULO DE RESULTADOS
5600 REM-----
5610 R=0
5620 FOR I=1 TO NP
5630 FOR N=(1+R) TO (NC+R)
5640 M=4#N-1
5650 M1=4#N+1
5660 M2=4#N
5670 M3=(NC-1)#4+M1+1
5680 MR(M)=MEMP(M)+2#MPA(M)+MPA(M1)
5690 MR(M2)=MEMP(M2)+2#MPA(M2)+MPA(M3)+MBP(N)
5700 MR(M1)=MEMP(M1)+2#MPA(M1)+MPA(M)
5710 MR(M3)=MEMP(M3)+2#MPA(M3)+MPA(M2)+MBP(N)
5720 NEXT N
5730 R=R+NC
5740 NEXT I
5750 CLS
5760 REM*****
5770 REM          IMPRESION DE RESULTADOS
5780 REM-----
5790 PRINT
5800 PRINT
5810 PRINT"          LOS DATOS REQUERIDOS FUERON  "
5820 PRINT"          ====="
5830 PRINT"      Extremo Numero      Factor de distribucion      Mom. de Empotrani
ento"
5840 PRINT"      -----"
5850 FOR I=1 TO (4#NN)
5860 IF FD(I)=0 AND MEMP(I)=0 THEN 5880
5870 PRINT TAB(8);I;TAB(31);FD(I);TAB(55);MEMP(I)
5880 NEXT I
5890 PRINT
5900 PRINT
5910 PRINT"          TECLEAR CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR: ";
5920 A$=INKEY$:IF A$="" THEN GOTO 5920
5930 CLS
5940 IF B1$="N" OR B1$="n" THEN GOTO 6080
5950 PRINT
5960 PRINT

```

```

5970 PRINT
5980 PRINT
5990 PRINT "          Columna numero          Factor de Dist. de Col.  "
6000 PRINT "-----"
6010 FOR I=1 TO NCT
6020 PRINT TAB(21);I;TAB(47);C(I)
6030 NEXT I
6040 PRINT
6050 PRINT
6060 PRINT "          TECLAR CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR : "
6070 A$=INKEY$:IF A$="" THEN GOTO 6070
6080 CLS
6090 PRINT
6100 PRINT
6110 PRINT"          LOS MOMENTOS ACTUANTES EN LAS BARRAS SON:"
6120 PRINT"-----"
6130 PRINT
6140 PRINT"          Extremo numero:          Momento Resultante:"
6150 PRINT"-----"
6160 FOR I=1 TO (4*N)
6170 IF MR(I)=0 THEN GOTO 6190
6180 PRINT TAB(18);I;TAB(50);MR(I)
6190 NEXT I
6200 PRINT
6210 PRINT"          TECLAR CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR : ";
6220 A$=INKEY$:IF A$="" THEN GOTO 6220
6230 RETURN
6240 END
6250 REM*****
6260 REM          SUBROUTINA DE ENTRADA DE LAS LETRAS "S, s, N, n"
6270 REM-----
6280 BUFFER$="":BUFLEN=0
6290 A$=INKEY$:IF A$="" THEN GOTO 6290 ELSE CO=ASC(A$)
6300 IF CO<32 THEN 6360
6310 IF CO=78 OR CO=83 OR CO=110 OR CO=115 THEN 6320 ELSE PRINT CHR$(1);GOTO 6290
6320 PRINT A$;
6330 BUFFER$=BUFFER$+A$
6340 BUFLN=BUFLN+1
6350 GOTO 6290
6360 IF CO<>8 THEN 6440
6370 IF BUFLN=0 THEN PRINT CHR$(1);GOTO 6290
6380 LOCATE ,POS(0)-1
6390 PRINT " ";
6400 LOCATE ,POS(0)-1
6410 BUFLN=BUFLN-1
6420 BUFFER$=LEFT$(BUFFER$,BUFLN)
6430 GOTO 6290
6440 IF CO<>13 OR BUFLN=0 THEN PRINT CHR$(1);GOTO 6290
6450 PRINT CHR$(13);
6460 RETURN
6470 REM*****
6480 REM          SUBROUTINA DE ENTRADA DE NUMEROS
6490 REM-----
6500 BUFFER$="":BUFLN=0

```

```

6510 A$=INKEY$;IF A$="" THEN GOTO 6510 ELSE CO=ASC(A$)
6520 IF CO<32 THEN 6580
6530 IF CO<43 OR CO>57 OR CO=44 OR CO=47 THEN PRINT CHR$(1);:GOTO 6510
6540 PRINT A$;
6550 BUFFER$=BUFFER$+A$
6560 BUFLN=BUFLN+1
6570 GOTO 6510
6580 IF CO<8 THEN 6660
6590 IF BUFLN=0 THEN PRINT CHR$(1);:GOTO 6510
6600 LOCATE ,POS(0)-1
6610 PRINT " ";
6620 LOCATE ,POS(0)-1
6630 BUFLN=BUFLN-1
6640 BUFFER$=LEFT$(BUFFER$,BUFLN)
6650 GOTO 6510
6660 IF CO<13 OR BUFLN=0 THEN PRINT CHR$(1);:GOTO 6510
6670 BUFLN=VAL(BUFFER$)
6680 PRINT CHR$(13);
6690 RETURN
6700 REM*****
6710 REM SALIDA DEL PROGRAMA
6720 REM-----
6730 CLS
6731 COLOR ,,10,2
6740 LOCATE 7,28:PRINT" SALIDA DEL PROGRAMA "
6741 COLOR ,,0,0
6750 PRINT
6760 PRINT
6770 PRINT" Desea terminar el problema que esta realizando Si=(S,s) No=(N,n)
: ";
6780 GOSUB 6250
6790 B2$=BUFFER$
6800 IF B2$="N" OR B2$="n" THEN RETURN
6810 PRINT" Desea continuar con otro problema Si=(S, s) No=(N, n): ";
6820 GOSUB 6250
6830 B3$=BUFFER$
6840 IF B3$="S" OR B3$="s" THEN 260
6850 CLS
6860 LOCATE 12,33:PRINT"JUNIO DE 1987
6870 END
6880 REM*****
6890 REM SUBROUTINA DE AYUDA GENERAL
6900 REM-----
6910 CLS
6920 FOR I=1 TO 4
6930 PRINT
6940 NEXT I
6950 PRINT" M E N U : "
6960 PRINT" ===== "
6970 PRINT
6980 PRINT" 1. InformaciFn General"
6990 PRINT" 2. CDiculo de Nudos"
7000 PRINT" 3. CDiculo de Ejes de Columnas"
7010 PRINT" 4. CDiculo de Nmero de Pisos"
7020 PRINT" 5. CDiculo de Factores de Giro"

```

7030 PRINT" 6. CDiculo de Factores de Corrimiento"
 7040 PRINT" 7. CDiculo de Momentos de Empotramiento"
 7050 PRINT" 8. CDiculo de Momentos de Piso"
 7060 PRINT" 9. CDiculo de AproximaciFn
 7070 PRINT" 10. Continuar con el Programa"

7080 PRINT
 7090 PRINT
 7100 PRINT"

ElecciFn Deseada :";

7110 GOSUB 6500
 7120 CC=BUFVAL
 7130 IF CC>10 OR CC<1 THEN 7100
 7140 IF CC=1 THEN GOSUB 7250:GOTO 7240
 7150 IF CC=2 THEN GOSUB 7520:GOTO 7240
 7160 IF CC=3 THEN GOSUB 7980:GOTO 7240
 7170 IF CC=4 THEN GOSUB 8200:GOTO 7240
 7180 IF CC=5 THEN GOSUB 8420:GOTO 7240
 7190 IF CC=6 THEN GOSUB 8570:GOTO 7240
 7200 IF CC=7 THEN GOSUB 8840:GOTO 7240
 7210 IF CC=8 THEN GOSUB 8990:GOTO 7240
 7220 IF CC=9 THEN GOSUB 9150:GOTO 7240

7230 RETURN

7240 GOTO 6910

7250 REM*****

7260 REM SUBROUTINA DE INFORMACION GENERAL

7270 REM-----

7280 CLS

7290 PRINT

7300 PRINT

7310 PRINT

7311 COLOR ,,10,2

7320 LOCATE 4,31:PRINT" INFORMACION GENERAL "

7321 COLOR ,,0,0

7330 PRINT

7340 PRINT

7350 PRINT" El proposito principal de este programa es el de proporcionar u
 na herra-

7360 PRINT" mienta mDs en el dise7o de marcos rUgidos, pues con el programa pre
 sentado se"

7370 PRINT" obtendrD un ahorro considerable de tiempo en las operaciones a rea
 lizar pa-

7380 PRINT" ra obtener los momentos actuantes en cada uno de los extremos de lo
 s elemen-

7390 PRINT" tos que componen nuestro marco."

7400 PRINT" El mEtodo utilizado para la realizaciFn de este programa fue el
 de G. Ka-

7410 PRINT" ni, que al igual que el mEtodo de Cross, actualmente mDs difundido,
 es un mE-

7420 PRINT" todo de aproximaciones sucesivas."

7430 PRINT" Debe aclararse que el hecho de que el mEtodo sea de aproximacio
 nes suce-

7440 PRINT" sivas, no implica que este sea un mEtodo aproximado, pues un mEtodo
 aproxi-

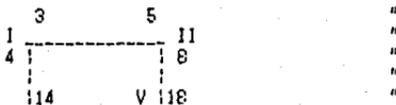
7450 PRINT" mado es aquel que da resultados aproximados, y este mEtodo puede da
 r la apro-

7460 PRINT" ximaciFn que se desee, es por tanto, absurdo suponer que este mEtod

```

0 sea con-"
7470 PRINT" siderado como aproximado."
7480 PRINT
7490 PRINT"          Teclar cualquier tecla para continuar:"
7500 A%=INKEY% :IF A%="" THEN GOTO 7500
7510 RETURN
7520 REM*****
7530 REM          SUBROUTINA DE CALCULO DE NUDOS
7540 REM-----
7550 CLS
7560 FOR I=1 TO 5
7570 PRINT
7580 NEXT I
7581 COLOR ,,10,2
7590 LOCATE 5,30:PRINT" CALCULO DE LOS NUDOS "
7591 COLOR,,0,0
7600 PRINT
7610 PRINT
7620 PRINT"          La numeraciFn de los nudos deberD hacerse en forma corrida empe
zando de"
7630 PRINT" izquierda a derecha, y de arriba hacia abajo."
7640 PRINT"          Puesto que el programa estarD dise7ado para marcos reticulados
con igual"
7650 PRINT" n7mero de nudos en cada piso, habrD ocaciones en las que sea neces
ario supo-"
7660 PRINT" ner nudos imaginarios, a los cuales no llega ning6n elemento. De la
mima ma-"
7670 PRINT" nera se supondrDn vigas o columnas imaginarias."
7680 PRINT"          Para evitar que estos elementos imaginarios afecten el resultad
o del pro-"
7690 PRINT" grama, se les asignarD el valor de cero a todos los datos asociados
a ellos."
7700 PRINT"          Los nudos llevarDn otra numeraciFn junto a ellos con el fin de
distinguir"
7710 PRINT" los elementos que llegen a El. Esta numerasciFn se harD empezando d
el lado"
7720 PRINT" izquierdo de este, y siguiendo la direcciFn de las manecillas del r
eloj muj-"
7730 PRINT" tiplicando: 1*(N7mero de nudo=NN), 2*NN, 3*NN, 4*NN respectivamente
"
7740 PRINT
7750 PRINT"          Teclar cualquier tecla para continuar:"
7760 A%=INKEY% :IF A%="" THEN GOTO 7760
7770 CLS
7780 FOR I=1 TO 6
7790 PRINT
7800 NEXT I
7810 PRINT"          A continuaciFn se muestra un ejemplo indicando como deberD de nu
merarse "
7820 PRINT" un marco:"
7830 PRINT"
7840 PRINT"
7850 PRINT"
7860 PRINT"
7870 PRINT"

```




```

8390 PRINT"                               Teclar cualquier tecla para continuar: ";
8400 A$=INKEY$:IF A$="" THEN GOTO 8400
8410 RETURN
8420 REM*****
8430 REM                               CALCULO DE FACTORES DE GIRO
8440 REM-----
8450 CLS
8460 COLOR ,,10,2
8470 LOCATE 9,25:PRINT" CALCULO DE LOS FACTORES DE GIRO "
8471 COLOR ,,0,0
8480 PRINT
8490 PRINT
8491 PRINT"      Habrd Factores de Giro diferentes de 0 en todos los extremos de
las ba-"
8492 PRINT" rras no terminados en empotramientos, o bien, apoyos articulados."
8500 PRINT"      Los factores de giro son obtenidos mediante la siguiente fFrmula:
a:"
8520 PRINT"      -x*(Rigidez del elem i)/(Sumatoria de rigideces del nudo)"
8530 PRINT
8540 PRINT"                               Teclar cualquier tecla para continuar: ";
8550 A$=INKEY$:IF A$="" THEN GOTO 8550
8560 RETURN
8570 REM*****
8580 REM                               CALCULO DE FACTORES DE CORRIMIENTO
8590 REM-----
8600 CLS
8610 COLOR ,,10,2
8620 LOCATE 2,22:PRINT" CALCULO DE FACTORES DE CORRIMIENTO "
8621 COLOR ,,0,0
8630 PRINT
8640 PRINT
8650 PRINT"      Los factores de corrimiento se obtienen mediante las siguientes
fFrmulas:"
8660 PRINT"      I. Para columnas de igual longitud y apoyos empotrados, reparti
endo pro-"
8670 PRINT" porcionalmente el valor de -3/2 a las rigideces K de las columnas."
8680 PRINT"      II. Para columnas de igual longitud y apoyos articulados, repar
tiendo "
8690 PRINT" proporcionalmente el valor de -2 a las rigideces K de las columnas.
"
8700 PRINT"      III. Para columnas de longitud variable y apoyos empotrados, de
acuerdo "
8710 PRINT" a la fFrmula:"
8720 PRINT"                               c(ik)=h(r)/h(ik) "
8730 PRINT"                               FC(ik)=[(-3/2)*c(ik)*K(ik)]/[Sumatoria(c(ik)*K(ik))]"
8740 PRINT"
8750 PRINT"      IV. Para columnas con uno o mDs apoyos articulados y de longitu
d varia-"
8760 PRINT" ble o de igual longitud, de acuerdo a la fFrmula:"
8770 PRINT"                               m=3/4 para columnas articuladas "
8780 PRINT"                               m=1 para columnas empotradas "
8790 PRINT"                               FC(ik)=[(-3/2)*c(ik)*K(ik)]/[Sumatoria(m*c(ik)*2*K(ik))]"
8800 PRINT
8810 PRINT"                               Teclar cualquier tecla para continuar: ";
8820 A$=INKEY$:IF A$="" THEN GOTO 8820

```

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

```
8830 RETURN
8840 REM*****
8850 REM          SUBROUTINA DE CALCULO DE MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO
8860 REM-----
8870 CLS
8880 COLOR ,,10,2
8890 LOCATE 8,22:PRINT" CALCULO DE MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO "
8891 COLOR ,,0,0
8900 PRINT
8910 PRINT
8911 PRINT"          Se considerarD que existe momento de empotramiento en un a barr
a que com-"
8912 PRINT" ponga nuestro marco, siempre y cuando haya una fuerza externa actua
ndo entre"
8913 PRINT" cada uno de sus extremos."
8920 PRINT"          Los momentos de empotramiento se calculan por medio de ffrmulas
de los "
8930 PRINT" manuales, por ejemplo:"
8940 PRINT"          para carga uniformemente repartida  $M=w\lambda^2/12$ "
8950 PRINT
8960 PRINT"          Tclear cualquier tecla para continuar:"
8970 A$=INKEY$ :IF A$="" THEN GOTO 8970
8980 RETURN
8990 REM*****
9000 REM          SUBROUTINA DE CALCULO DE LOS MOMENTOS DE PISO
9010 REM-----
9020 CLS
9030 COLOR ,,10,2
9040 LOCATE 8,25:PRINT" CALCULO DE LOS MOMENTOS DE PISO "
9041 COLOR ,,0,0
9050 PRINT
9060 PRINT
9061 PRINT"          Se considerarD que existen momentos de piso en aquellos pisos e
n los cua-"
9062 PRINT" les haya una o mds fuerzas horizontales actuando por encima de ello
s."
9070 PRINT"          Los momentos de piso se obtienen mediante la siguiente ffrmla
:"
9080 PRINT"          Qr=Fuerza cortante del piso r"
9090 PRINT"          hr=Altura de columnas del piso r"
9100 PRINT"          Mr=Qr*hr/3 "
9110 PRINT
9120 PRINT"          Tclear cualquier tecla para continuar:":
9130 A$=INKEY$ :IF A$="" THEN GOTO 9130
9140 RETURN
9150 REM*****
9160 REM          SUBROUTINA DE CALCULO DE APROXIMACION DESEADA
9170 REM-----
9180 CLS
9190 COLOR ,,10,2
9200 LOCATE 8,29:PRINT" CALCULO DE APROXIMACION "
9201 COLOR ,,0,0
9210 PRINT
9220 PRINT
9230 PRINT"          Este dato determinarD la exactitud requerida del cdculo, por 1
```

```
o que en-"  
9240 PRINT" tre mDs cercano a cero sea este valor, mayor serD la exactitud del  
resultado"  
9250 PRINT" obtenido del programa."  
9260 PRINT  
9270 PRINT" Teclar cualquier tecla para continuar:  
9280 A$=INKEY$ :IF A$="" THEN GOTO 9280  
9290 RETURN
```

el primitivo esquema de razonamiento con el que el programa se ha diseñado, por lo que generalmente es preciso una reescritura total del programa.

Esta puesta a punto de la secuencia y lógica del programa toma un tiempo largo pero necesario. El empleo satisfactorio continuado del programa durante un período considerable sirve como proceso final de verificación del programa.

La codificación mostrada en el capítulo anterior ha sido ya pasada por un largo período de depuración, y la verificación de sus resultados se muestra en los ejemplos para distintos casos contenidos en este capítulo, ejemplos tomados del capítulo II resueltos ahora por el programa.

Es necesario hacer algunas aclaraciones de los datos requeridos por el programa para evitar cualquier confusión:

1.- Cálculo de nudos: La numeración de los nudos deberá hacerse en forma corrida, empezando del número (1) de izquierda a derecha, y de arriba hacia abajo (figura 11).

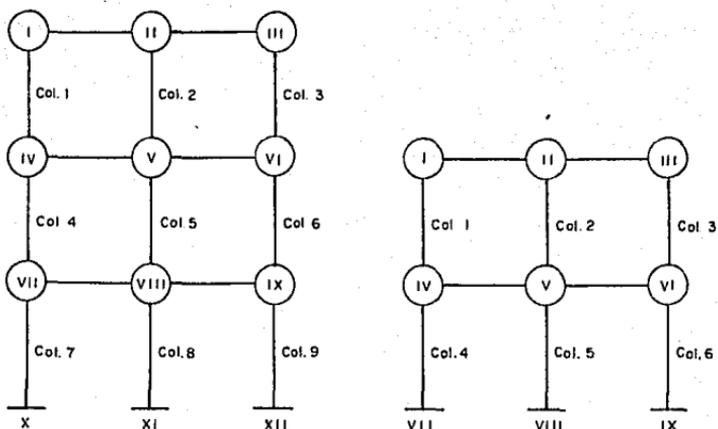


FIGURA 11

Puesto que el programa está diseñado para marcos reticulados con igual número de nudos en cada piso, habrá ocasiones en las que sea necesario suponer nudos imaginarios, a los cuales no llega ningún elemento. De la misma manera se supondrán vigas o columnas imaginarias (figura 12).

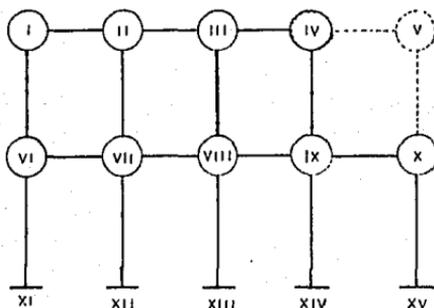


FIGURA 12

Para evitar que estos elementos imaginarios afecten el resultado del problema, se les asignará el valor de "0" a todos los datos asociados con ellos.

Los nudos llevan otra numeración junto a ellos, esto con el fin de distinguir los elementos que lleguen a él, figura 13.

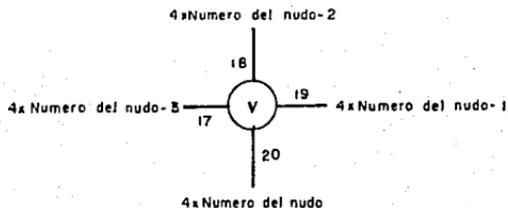


FIGURA 13

La numeración de una estructura se muestra en la figura 14.

2. Eje de columnas: Es aquella línea recta por la cual pasa una o más columnas (figura 15).

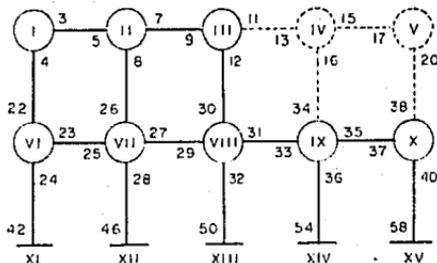


FIGURA 14

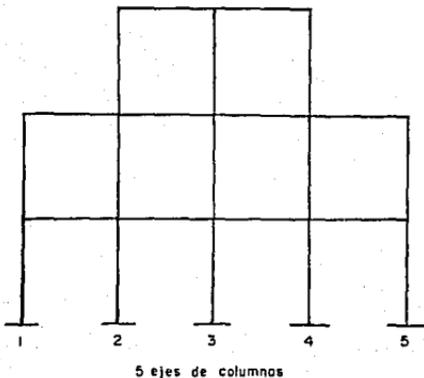


FIGURA 15

3. Número de pisos: En lo que respecta al número de pisos, estos deberán estar siempre numerados de arriba hacia abajo, como se muestra en la figura 11.

4. Factores de giro: Estos pueden ser obtenidos mediante la siguiente fórmula:

$$-\frac{1}{2} \frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}}$$

5. Factores de corrimiento: Se obtienen mediante las siguientes fórmulas:

a. Para columnas de igual longitud y apoyos empotrados, repartiendo proporcionalmente el valor de $-3/2$ proporcionalmente a las rigideces K de las columnas.

b. Para columnas de igual longitud y apoyos articulados - repartiendo proporcionalmente el valor de -2 a las rigideces

K' de las columnas.

c. Para columnas de longitud variable y apoyos empotrados, de acuerdo a la fórmula:

$$V_{ik} = \frac{(-3/2) c_{ik} K_{ik}}{\sum c_{ik} K_{ik}}$$

$$c_{ik} = \frac{h_r}{h_{ik}}$$

(valores explicados en el capítulo II)

d. Para columnas con uno o más apoyos articulados y de longitud variable o igual longitud:

$$V_{ik} = \frac{(-3-2) c_{ik} K_{ik}}{\sum_m c_{ik}^2 K_{ik}}$$

6. Momentos de empotramiento: Son calculados por medio de las fórmulas de los manuales.

7. Momentos de piso: Calculados por la fórmula:

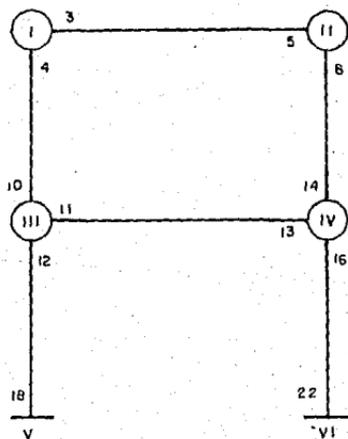
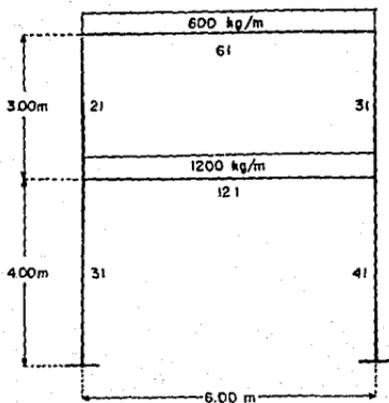
$$\bar{M}_r = \frac{Q_r h_r}{3}$$

8. Aproximación: Esta dato determinará la exactitud requerida del programa, por lo que entre más cercano a cero sea este valor, mayor será la exactitud del resultado obtenido del programa.

A continuación se muestran una serie de ejemplos que -

comprobarán los resultados alcanzados por el programa. La solución manual de estos ejercicios se muestra en el capítulo II. Debe aclararse que en los resultados alcanzados por el programa se emplea una aproximación de unidad, por lo que se verán algunas diferencias entre los resultados manuales y los obtenidos por el programa, esto por hacer que el programa alcance una mayor exactitud.

ejemplo no 1



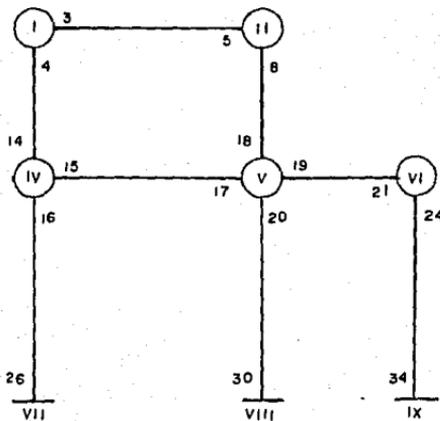
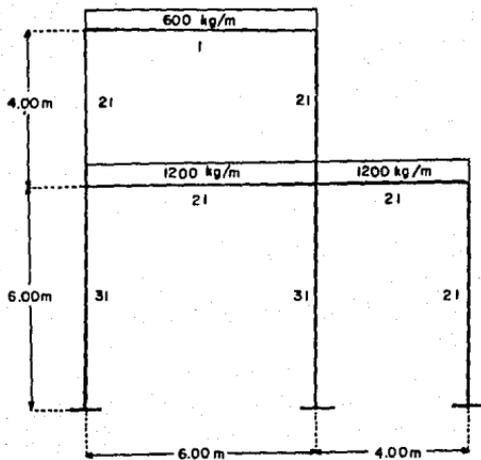
LOS DATOS REQUERIDOS FUERON

Extremo Numero	Factor de distribucion	Mom. de Empotramiento
3	-.3	-1800
4	-.2	0
5	-.25	1800
8	-.25	0
10	-.0976	0
11	-.2927	-3600
12	-.1098	0
13	-.25	3600
14	-.125	0
16	-.125	0

LOS MOMENTOS ACTUANTES EN LAS BARRAS SON:

Extremo numero:	Momento Resultante:
3	-1153.628
4	1153.675
5	1450.123
8	-1450.133
10	1212.27
11	-2164.57
12	953.1484
13	2659.57
14	-1554.139
16	-1105.43
18	476.5742
22	-552.7152

ejemplo no 2



LOS DATOS REQUERIDOS FUERON

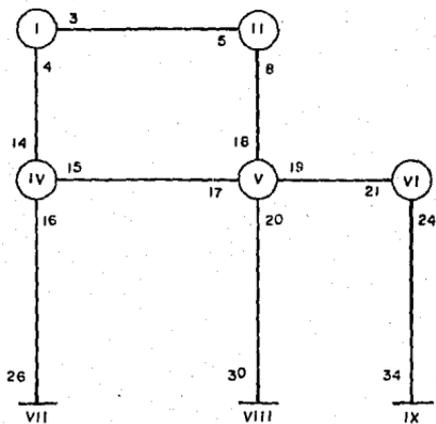
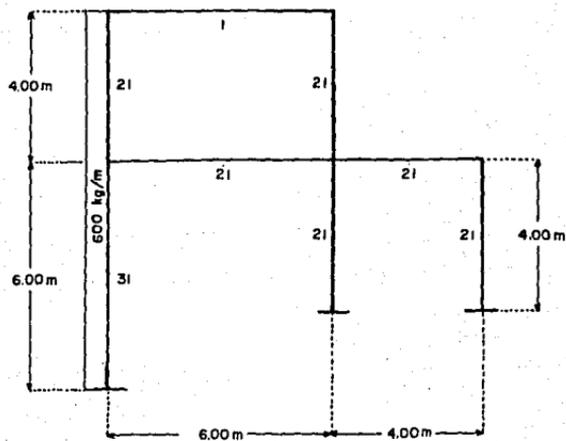
Extremo Numero	Factor de distribucion	Mom. de Empotramiento
3	-.125	-1800
4	-.375	0
5	-.125	1800
8	-.375	0
14	-.1875	0
15	-.125	-3600
16	-.1875	0
17	-9.089999E-02	3600
18	-.1364	0
19	-.1364	-4800
20	-.1364	0
21	-.3	4800
24	-.2	0

Columna numero	Factor de Dist. de Col.
1	-.75
2	-.75
3	0
4	-.5625
5	-.5625
6	-.375

LOS MOMENTOS ACTUANTES EN LAS BARRAS SON:

Extremo numero:	Momento Resultante:
3	-1340.361
4	1340.133
5	1759.612
8	-1759.956
14	1059.878
15	-2307.935
16	1247.55
17	4825.306
18	-640.0551
19	-5232.647
20	1047.699
21	2196.25
24	-2196.339
26	568.1386
30	468.2128
34	-1135.261

ejemplo no 3



LOS DATOS REQUERIDOS FUERON

Extremo Numero	Factor de distribucion	Mom. de Empotramiento
3	-.125	0
4	-.375	800
5	-.125	0
8	-.375	0
14	-.1875	-800
15	-.125	0
16	-.1875	1600
17	-9.089999E-02	0
18	-.1364	0
19	-.1364	0
20	-.1364	0
21	-.25	0
24	-.25	0
26	0	-1800

Columna numero

Factor de Dist. de Col.

1	-.75
2	-.75
3	0
4	-.5294
5	-.3529
6	-.3529

LOS MOMENTOS ACTUANTES EN LAS BARRAS SON:

Extremo numero:

Momento Resultante:

3	792.9008
4	-793.3804
5	1029.336
8	-1030.101
14	-1367.581
15	2554.136
16	-1167.64
17	1983.743
18	-1588.938
19	2252.355
20	-2647.195
21	2383.91
24	-2384.087
26	-6329.905
30	-3354.129
34	-3222.575

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

Computadoras digitales fueron primeramente usadas para analizar estructuras efectivamente desde 1950. En ese tiempo la mayoría de los Ingenieros encargados de resolver problemas estructurales estaban restringidos a usar básicamente reglas de cálculo. A partir de 1960, sin embargo, grandes computadoras públicas empezaron a hacerse disponibles, en su mayoría de firmas localizadas en grandes ciudades. Con la creación de fichas de silicón, el costo de las computadoras bajó dramáticamente a partir de 1970. Consecuentemente, todos los ingenieros empezaron a usar calculadoras programables de mano, y muchos empezaron a confiar en terminales públicas o en computadoras de casa.

Hoy en día, el nuevo profesionista enfrenta nuevos retos. La tecnología avanza a pasos gigantes, y es precisamente el ingeniero más que ningún otro profesionista, el que deberá de estar siempre capacitado para irle sacando el mayor provecho a todos estos avances, pues de él depende en su mayoría que la tecnología siga perfeccionándose.

Al iniciar esta tesis se buscó presentar un trabajo que fuera actual, y de ayuda no solo a estudiantes de Ingeniería Civil, sino también a profesionistas de la misma carrera, y mi mayor satisfacción sería que este texto sea de ayuda tanto para estudiantes como a profesionistas de Ingeniería Civil.

Programas como el presentado en este texto son de gran ayuda, pues permiten simplificar el trabajo del Ingeniero, y ayudan también a ahorrar tiempo, y permiten comprobar que el Ingeniero debe de aprovechar estas nuevas herramientas en su trabajo.

Debemos mencionar que cada vez que el programa presenta do sea requerido para la solución de un problema, el Ingeniero, no la computadora, es el responsable de verificar que los resultados alcanzados sean correctos, pues de un uso inadecuado del programa obtendremos resultados erróneos. Comprobaciones pueden hacerse de acuerdo a lo explicado en el capítulo II.

profesionalismo y uso del programa

Desde que es una obstrucción asignar una instrucción que proteja el programa de un uso inadecuado, este programa no presenta ninguna protección de ninguna clase.

Más importante, desde que el programa es únicamente para el uso de Ingenieros profesionistas, o aquellos aspirantes a serlo, es esperado un uso ético del programa.

bibliografía

Tuma, Jan J. (1969): STRUCTURAL ANALISIS with and Intro
duction to TRANSPORT, FLEXIBILITY and STIFFNESS MATRIX
and their aplications, MacGraw-Hill, New York.

Hibbeler, Russel C. (1985): STRUCTURAL ANALISIS, Machi-
llan Publishing Company, New York.

Merrit, Frederick S. (1976): MANUEL DEL INGENIERO CIVIL,
2a. edición. MacGraw-Hill, México, D. F.

Kani, G. (1981): CALCULO DE PORTICO DE VARIOS PISOS, 2a.
edición, Verte, Barcelona.

Villanueva Abuxarqui, V.F. (1982): PROGRAMACION BASIC, -
Diana, México, D. F.