

14
24

870115

Universidad Autónoma de Guadalajara

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

"PROGRAMA PARA EL ANALISIS ESTRUCTURAL
DE MARCOS RIGIDOS"

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

I N G E N I E R O C I V I L

PRESENTA

ARIEL MORAN WERNIK

GUADALAJARA, JAL., 1989



Universidad Nacional
Autónoma de México



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

CONTENIDO

<i>CAPITULO</i>	<i>PAGINA</i>
<i>I .- INTRODUCCION -----</i>	<i>1</i>
<i>II .- ANALISIS ESTRUCTURAL -----</i>	<i>4</i>
<i>III .- DIAFRAMA DE FLUJO -----</i>	<i>22</i>
<i>IV .- CODIFICACION -----</i>	<i>34</i>
<i>V .- EJEMPLOS -----</i>	<i>51</i>
<i>VI .- CONCLUSIONES -----</i>	<i>59</i>
<i>BIBLIOGRAFIA -----</i>	<i>61</i>

En agradecimiento:

*A Dios por permitirme llegar al final de mis estudios y
el principio de una vida productiva.*

*A mi familia, por apoyarme en todos los momentos y de
infundarme los mejores principios que son la base para
una buena formación.*

*A mi esposa, por ayudarme en todo, desde el último año
de mi carrera y en la realización de esta tesis.*

*A mi hija, por ser la principal razón para tratar de su-
perarme.*

I N T R O D U C C I O N

INTRODUCCION

En la actualidad existen un sin fin de sistemas de computación dedicados a la ingeniería civil, esto es debido a la eficacia, rapidez y economía que representa la computadora a comparación de los procedimientos manuales ya establecidos. De tal manera la demanda de estas (cajas mágicas) va en aumento a medida que se desarrollan nuevas técnicas y procedimientos ya sean de control de obra o de cálculo estructural.

Los lenguajes actuales como el Dhase III, Lotus, Basic etc... son armas poderosas para atacar cualquier problema y llegar al objetivo deseado.

En este caso para el desarrollo de este trabajo se utiliza el lenguaje Basic, pues es un lenguaje científico.

Para mencionar algunas ventajas en las computadoras aplicadas a la Ingeniería podemos enumerar las siguientes:

a).- Existe un ahorro de tiempo considerable: Debido a la rapidez de cálculo y memoria los cálculos más complicados que antes llevaban días pueden llevarnos pocos minutos o segundos.

b).- Se reduce la probabilidad de error matemático: Un sistema tiene un flujo de información ya establecido, la máquina no razona, el programador es el que le indica cuales son los pasos a seguir.

c).- Los resultados son más precisos: Se pueden obtener resultados con la aproximación matemática que uno desee.

d).- Facilita la aproximación a condiciones reales: En muchos casos es necesario realizar cálculos a base de tanteo, esto también produce un ahorro de tiempo y una mayor seguridad de que el modelo se acerque a las condiciones en las cuales está trabajando.

Todos estos factores van a redundar en una considerable disminución de costos, pues en una empresa de cualquier tipo, el tiempo es "oro" y puede

que en algunos de los casos una persona realice las funciones de varios empleados que anteriormente se necesitaban para cierto fin.

Particularmente en la ingeniería civil los problemas aplicables a las computadoras podemos dividirlos en dos grandes grupos.

a) Administrativo

b) Cálculo.

El lenguaje más versátil para asuntos administrativos enfocados a la ingeniería civil es el Base III, que trabaja por medio de ficheros de archivos; estos programas pueden estar dedicados a nóminas, estimaciones, control de obra, control de personal, presupuestos etc...

En el cálculo, el lenguaje de programación más completo es el Basic, este trabajo consiste en el análisis de estructuras, pero no solo para eso, también se pueden hacer diseños de estructuras, redes de agua potable y drenaje, topografía, estudio de modelos reales y matemáticos, etc...

Un método muy sencillo y muy práctico para el diseño estructural es el método de Cross, comúnmente llamado el de transmisión de momentos; Su aplicación a las computadoras es extensa pues se vale de que es un proceso iterativo o sea que la solución se obtiene por la ejecución de pasos repetitivos.

Este trabajo consistirá precisamente en el método de las transmisiones de momentos; en el capítulo I, veremos una introducción a la teoría del análisis, se discutirán conceptos como momentos de empotramiento, rigidez, factor de distribución, factor de transporte, entre otros.

En el capítulo II, se presentará una pequeña explicación de lo que consiste y como funciona el programa, además de sus alcances y limitaciones. El capítulo III, consta de el programa escrito en lenguaje máquina. Se presentarán dos ejemplos ilustrativos en el capítulo IV, uno de ellos con cargas laterales producidas por el viento y uno con cargas de gravedad.

Al final se obtendrán las conclusiones de este trabajo.

A N A L I S I S E S T R U C T U R A L

GENERALIDADES. —

Existen algunos que consideran que la distribución de momentos constituye la mayor contribución individual que se haya hecho a la teoría de las estructuras indeterminadas, pero, esto es cuestión de opinión, lo cierto es que este método es una gran herramienta para analizar y calcular, con exactitud muchos tipos de marcos, siendo este un proceso de aproximaciones sucesivas que puede ser tan exacto como uno quiera dependiendo del número de iteraciones actualizadas.

El método de la distribución de momentos fue creado por el profesor Hardy Cross, que comenzó enseñándola a sus alumnos en la Universidad de Illinois, en 1924, saliendo a la luz pública en el año de 1932; por medio de la American Society of Civil Engineers, en un artículo titulado "Analysis of Continuous Frames by Distributing Fixed-End Moments".

Este método se usa para estudiar todo tipo de pórticos y vigas estáticamente indeterminadas en las que las barras están principalmente sometidas a flexión.

Existen cuatro efectos teóricos sobre una barra; el momento producido en el extremo de una barra es la suma de estos 4 efectos los cuales se enuncian a continuación:

- 1.- Momento debido a las cargas que actúan sobre un elemento, que actúan perpendicularmente al elemento, si se considera como una viga con extremos empotrados (momento de empotramiento).
- 2.- El momento debido a la rotación del extremo considerando mientras el otro sigue empotrado.
- 3.- El momento debido a la rotación del extremo opuesto estando empotrado el extremo considerado.

4.- *El debido a la traslación relativa del extremo considerado y el opuesto. Todos estos efectos se irán explicando más detalladamente conforme avance el capítulo.*

En forma global podemos decir que para la solución de un problema se pueden separar estos efectos en varios pasos, fijando nudos y luego soltándolos y así sucesivamente por ejemplo:

En una estructura de nudos rígidos y sin traslación, (como es el caso de una viga), se fijan todos los nudos de manera que no exista rotación entre ellos, para que todos los elementos trabajen como vigas doblemente empotradas, al liberar un nudo se distribuyen momentos resistentes en los extremos del nudo considerado de acuerdo a sus factores de distribución o sus rigideces (puesto que las rigideces están relacionados con los factores de distribución). Estando liberado el nudo además de los efectos de los nudos cercanos mencionados con anterioridad, se transmiten momentos a los extremos lejanos de estas barras de acuerdo a los factores de distribución, para inmediatamente volverse a fijar y así los nudos se pueden soltar y volver a fijar hasta que el nudo haya rotado hasta su posición final o cercana a ella.

Los términos rigidez, factor de distribución y factor de transmisión se explicarán más adelante con mayor detenimiento.

La ventaja de este método es que no es necesario resolver sistemas de ecuaciones simultáneas, como se presentan el caso en otros métodos. Solo en el caso de marcos con traslación de nudos en que el grado de libertad es el número de ecuaciones. La aplicación en sí de este método es muy extensa, se puede aplicar a marcos con barras prismáticas o no, con o sin traslación de nudos, solo que aquí se tratan las vigas y pónticos con elementos prismáticos.

Primero analizaremos los pónticos sin desplazamiento relativos entre sus nudos para comprender bien los fundamentos de la teoría y después procederemos a analizar pónticos con uno o más grados de libertad.

Convención de signos.-

Es necesario la convención de signos que se habrá de usar en el método, cualquier momento considerado en el extremo de un miembro será siempre el momento que el miembro aplique en la unión o apoyo. Si el miembro tiende a hacer girar el apoyo en sentido de las manecillas del reloj, el momento se considerará positivo. Si el miembro tiende a hacer girar el apoyo en el sentido contrario a las ma-

negativas del arco, el momento se considerará negativo.

Momentos de empalmamiento perfecto. -

Se le denominará momentos de empalmamiento perfecto a los que aparecen en los extremos de la barra mientras esta está sujeta, se representan por las letras M.E.P.

Mostraremos los M.E.P. más usuales:

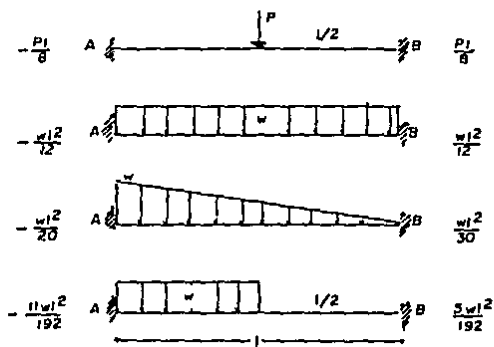


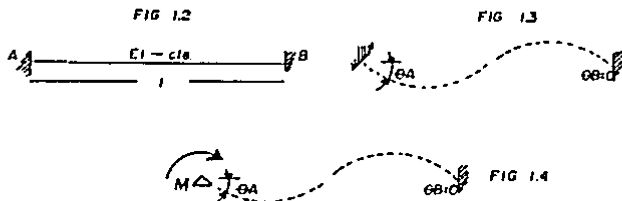
fig.1

Estos M.E.P. se pueden obtener por otros métodos como el de deformaciones compatibles, trabajo mínimo etc...

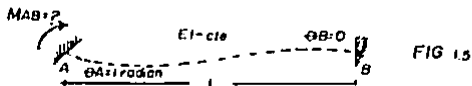
Rigidez y Factor de distribución. -

Es necesario tener una medida de la capacidad de resistir un miembro a la rotación de un extremo cuando se aplica un momento a ese extremo. Obsérvese la fig. 1.2, si el apoyo A gira un cierto ángulo, la viga podrá representarse en la fig. 1.3, el extremo A se puede representar como un apoyo simple y el efecto del muro girado por un par externo M . Se puede observar en la fig. 1.4 la cá-

pacidad del miembro de resistir a la rotación; Supongamos que $\theta_A=1$ radian, entonces el valor de M requerido para producir esta rotación se le llama rigidez absoluta.



Usando la ec. de la pendiente-desviación para la fig. 1.5 el momento necesario en el extremo A para rotar $\theta_A=1$ mientras el otro extremo permanecerá fijo será:



$$M_{AB} = -2EI/l(2\theta_A + \theta_B)$$

$$M_{AB} = 1EI/l(2 \cdot 0) = 4EK \quad (1.1)$$

A este momento se le denominará rigidez absoluta y se le denominará como S , por lo tanto:

$$S = 4E I/l$$

$$S = 4EK$$

Donde $K=I/l$ Factor de rigidez de la barra.

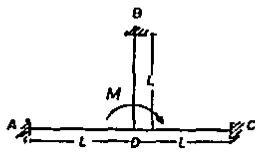


Fig 1.6

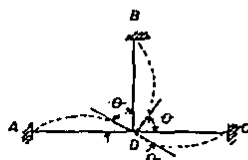


Fig 1.7

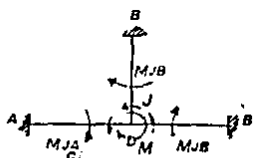


Fig 1.8

Analiza la fig. 1.6 que presenta a un pórtico compuesto por 3 barras unidos todos por un nudo en D (Observe que no existen desplazamiento entre sus nudos), empotrados en el otro extremo, supongamos que aplicamos un momento en sentido horario, por lo tanto el nudo tenderá girar en el mismo sentido, esa rotación tendrá un valor de θ ; Las tres barras son las que soportan el momento M, en la fig. 1.7 se muestra la deformación del pórtico después de aplicar el momento M, y como D es un nudo rígido, cada tangente a su elástica tendrá un ángulo θ . En los extremos de las 3 barras existen momentos resistentes que impedirán que el nudo gire libremente y se representan como M_{DA} , M_{DB} y M_{DC} , por lo tanto se debe de cumplir que:

$$M_{DA} + M_{DB} + M_{DC} = M \quad (1.2)$$

Y las ecuaciones de pendiente desviación para las 4 barras son:

$$\begin{aligned} M_{DA} &= 4E I_{DA} / L_{DA} \theta = 4E k_{DA} \theta = S_{DA} \theta \\ M_{DB} &= 4E I_{DB} / L_{DB} \theta = 4E k_{DB} \theta = S_{DB} \theta \\ M_{DC} &= 4E I_{DC} / L_{DC} \theta = 4E k_{DC} \theta = S_{DC} \theta \end{aligned} \quad (1.3)$$

La Ec. 1.3 indica que cuando existe un momento externo sobre un nudo, los momentos resistentes que se desarrollan en los extremos de las barras que concurren a él, son directamente proporcionales a sus rigideces rotacionales cuando los otros

extremos estan empotrados.

Substituyendo la Ec. 1.3 en la Ec. 1.2:

$$\begin{aligned}(S_{DA} + S_{DB}) - S_{DC} &= \theta \\ 4E (K_{DA} + K_{DB} + K_{DC}) \theta &= \theta \\ \theta &= \theta / 4E \Sigma K\end{aligned}\quad (1.4)$$

Donde $\Sigma K = K_{DA} + K_{DB} + K_{DC}$

De las ecuaciones 1.4 y 1.3 se observa que:

$$\begin{aligned}M_{DA} &= K_{DA} / \Sigma K \cdot \theta \\ M_{DB} &= K_{DB} / \Sigma K \cdot \theta \\ M_{DC} &= K_{DC} / \Sigma K \cdot \theta\end{aligned}\quad (1.5)$$

De la Ec. 1.5 observemos la relación $K_i / \Sigma K$, se define "El factor de distribución para cualquier miembro de una junta es igual a la rigidez del miembro dividida por la suma de las rigideces de todos los miembros de la junta".

Rigidez relativa de un miembro.-

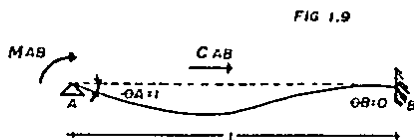
Es obvio que los valores de rigidez absoluta son incómodos para trabajar, resultaría más fácil usar en los cálculos si se reducen a términos más pequeños, por un divisor común. Cuando se efectúa esta división, los valores resultantes estarán de todas maneras relacionados en proporción a sus correspondientes valores de rigidez absoluta.

Factor de transporte.-

También por el método de pendiente desviación se pueden determinar los momentos en los extremos lejanos de las barras, de la fig. 1.6, 1.7 y 1.8.

$$\begin{aligned}
 M_{AD} &= 2E I_{DA} / \ell_{DA} \theta \\
 M_{BD} &= 2E I_{DB} / \ell_{DB} \theta \\
 M_{CD} &= 2E I_{DC} / \ell_{DC} \theta
 \end{aligned}
 \tag{1.6}$$

M_{AD} , M_{BD} y M_{CD} se llaman momentos transmitidos, la ecuación 1--6 indica que el momento empotrado del extremo lejano es igual a la mitad del momento distribuido en el extremo cercano. Obsérvese la fig. 1.9.



Se aplica un momento positivo M_{AB} en A, entonces el momento del extremo lejano B, está dado por:

$$M_{BA} = C_{AB} M_{AB} \tag{1.7}$$

Donde C_{AB} es el factor de transmisión de A hacia B, se supone EI constante.

$$\begin{aligned}
 \text{Si } M_{AD} &= 2E I / \ell (2 \theta_A) \\
 M_{BA} &= 2E I / \ell \theta_A = 1/2 M_{AD}
 \end{aligned}$$

$$\text{Por lo tanto } C_{AB} = 1/2$$

Así se demuestra que para una barra prismática, de sección constante el factor de distribución es igual a 1/2.

Proceso de Fijación y Liberación de un nudo.-

Esta teoría se basa en el principio de superposición y su definición se enuncia como sigue:

Si los desplazamientos y esfuerzos en todos los puntos de una estructura son proporcionales a las cargas que los causan, entonces los desplazamientos y esfuerzos totales resultantes de la aplicación de varias cargas serán la suma de los desplazamientos y esfuerzos cuando se aplican separadamente.

En el caso de la aplicación de un momento artificial a un nudo rígido de un pórtico y luego eliminarlo es lo mismo que si no se aplicara nada en la estructura real, ya que las dos acciones se neutralizan.

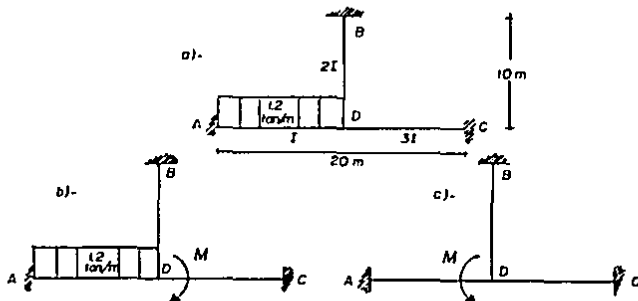


FIG. 1.10

Se necesita un momento ficticio M sobre el nudo D fig. 1.10(b), el cual impide la rotación del nudo conservando $\theta_D=0$, hay una carga uniforme sobre la barra AD, si observamos esta barra del pórtico es una barra doblemente empotrada.

$$M_{AD}^f = -M_{DA}^f = (1.2)(10)^2/12 = 10 \text{ ton.m}$$

$$M_{DD}^f = -M_{DD}^f = 0$$

$$M_{CD}^f = -M_{DC}^f$$

Los resultados se muestran en la tabla 1, en el primer renglón. (fila a)

Se observa que en la fig. 1.10 c), para mantener la condición de $\theta_D=0$, se necesita en este caso un momento de fijación que será en dirección de las manecillas del reloj o sea con un valor positivo y una magnitud de 10 ton.m .

Momentos en los extremos
Ton.m

Paso	M_{AD}	M_{DA}	M_{BD}	M_{DB}	M_{CD}	M_{DC}	
a)- M.E.P.	-10	10	0	0	0	0	
b)- M.D.	0	-1.67	0	-3.33	0	-5.00	Tabla 1
c)- M.T.	-0.83	0	-1.67	0	-2.50	0	
d)-	-10.83	8.33	-1.67	-3.33	-2.50	-5.00	

Como un segundo paso liberamos el nudo D, esto es aplicamos un par M de la misma magnitud pero de sentido opuesto para eliminar la restricción artificial.

Por lo tanto el momento resistente se distribuirá en los extremos cercanos.

$$M_{DA} = -10 (1/6) = -1.67 \text{ Ton.m}$$

$$M_{DB} = -10 (2/6) = -3.33 \text{ Ton.m}$$

$$M_{DC} = -10 (3/6) = -5 \text{ Ton.m}$$

El resultado se muestra en la fila b de la tabla 1, dentro de este mismo paso, una vez obtenido el momento en el extremo cercano se obtiene el del extremo lejano, esto es, se transporta con la mitad del valor del extremo distribuido el resultado se representa en la fila c.

$$M_{AD} = 1/2 (-1.67) = -0.83$$

$$M_{BD} = 1/2 (-3.33) = -1.67$$

$$M_{CD} = 1/2 (-5.00) = -2.50$$

Como solución será la suma de las tres filas.

Una comprobación al método muy importante es que una vez obtenidos los momentos finales, la suma de los momentos en cada nudo considerado debe ser igual a cero para mantener el equilibrio.

Como se puede apreciar este método es una herramienta veloz para la solución de pónticos rígidos, por necesitar solamente de dos ciclos: Uno de fijación y el otro de liberación.

Proceso de fijación y liberación de dos o más nudos:

Como para un nudo, se aplica también el principio de superposición, se danán a continuación una serie de pasos para facilitar este método.

1.- Se fijan los nudos por lo tanto todas las barras quedan doblemente empotradas, se escriben los momentos de empotramiento perfecto de todas las barras.

2.- Se sueltan los nudos, esta operación se hace nudo por nudo, se calcula el momento de liberación en este nudo y se escriben los momentos distribuidos en los extremos cercanos de las barras que concurren al nudo analizado.

3.- Se calculan los momentos transportados de las barras lejanas.

4.- Se fija nuevamente el nudo y se elige el siguiente nudo que se va a soltar. Se repite el paso 2 y 3 nuevamente.

5.- Los nudos se liberan y se vuelven a fijar uno por uno así los pasos 2 y 3 se repiten varias veces. Se pueden detener los ciclos tan pronto los momentos transmitidos sean tan pequeños que puedan despreciarse.

6.- La solución es la suma de todos los momentos.

Distribución de momentos con tracción de nudos.-

El método descrito anteriormente nos sirvió para analizar pónticos sin grado de libertad o sea que no se permitió el desplazamiento lateral de sus nudos y barras, esto en la realidad no es muy frecuente pues la mayoría de las estructuras están sujetas a desplazamientos relativos entre sus elementos, para ana-

Lizar este tipo de estructuras se deben de hacer ciertos ajustes al método de distribución de momentos.

Existen dos métodos para incluir en el análisis los efectos del desplazamiento de las juntas, el primero es el conocido por el nombre de correcciones sucesivas del cortante y el otro es el método alternativo o indirecto, que será el que se estudiará.

Este método consiste en la aplicación y eliminación de restricciones para la traslación de nudos, basados en el principio de superposición, el cual nos lleva a la utilización de ecuaciones simultáneas.

Es conveniente clasificar los marcos de acuerdo al grado de libertad de desplazamiento de sus juntas, un marco con un grado de libertad significa que, todos los desplazamientos de todas las juntas dependen del desplazamiento de una sola junta, como ejemplo, observemos la fig. 1.11 que muestra varios tipos de marcos con grado de libertad igual a uno.

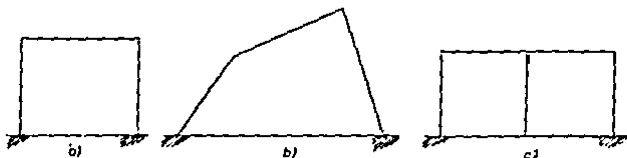


FIG 1.11

En estos marcos, si se conoce el desplazamiento de una de sus juntas se pueden determinar el desplazamiento de las otras juntas.

En la fig. 1.12 se muestran ejemplos de marcos con dos grados de libertad.

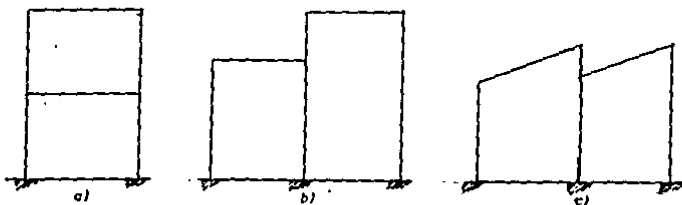


FIG 1.12

Para estudiar la mecánica del método consideraremos el marco de la fig. 1.13a que tiene un grado de libertad, sometido al sistema de cargas mostrado.

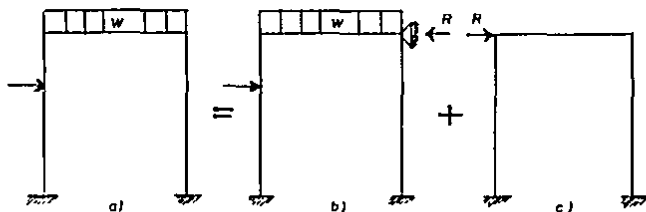


FIG 1.13

El método consiste en aplicar el principio de superposición, primero se coloca un apoyo en (c) fig. 1.13b para evitar el desplazamiento de sus juntas, este apoyo posteriormente se va a eliminar. Se coloca la restricción para poder calcular la estructura por el método normal para marcos sin desplazamiento, la fig. R se obtiene de la estática. Después se elimina la restricción artificial aplicando una fuerza R de igual magnitud pero de sentido opuesto y el problema se reduce al análisis de un pórtico con fuerzas laterales aplicadas en los nudos. Consideramos el marco de la fig. 1.14 los nudos B y C son los que tendrán desplazamientos, en este caso iguales pues es de grado de libertad uno; se consideran dos efectos por separado.

- 1.- Rotación sin traslación.
- 2.- Traslación sin rotación.

En la fig. 1.14a se puede observar un marco impedido de rotar pero no de desplazarse; en la fig. 1.14c un marco impedido de desplazarse pero no de rotar.

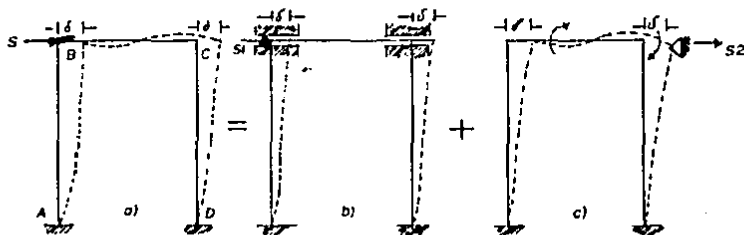


FIG 1.14

En el paso uno no se permite rotación en c y d, esto se logra colocando unas restricciones artificiales pero permitiendo el desplazamiento en todo momento, este desplazamiento se produce al aplicar una fuerza S_1 , se van a inducir momentos en las columnas a partir del cual se puede calcular la fuerza S_1 .

En el paso 2 se evitan todas las traslaciones de nudos, poniendo un apoyo lateral ficticio, los nudos B y C giran hasta su posición final, la fuerza final S_2 en el apoyo ficticio se calcula a partir de los momentos resultantes en los extremos.

En conclusión se afirma que el paso uno nos da los momentos de empotramiento en los extremos y el paso dos nos da los momentos distribuidos y transmitidos.

Obtención del momento de empotramiento debido a la traslación de un nudo.-

Si siguiendo la explicación anterior según el paso de traslación sin rotación se pueden obtener los momentos de empotramiento debido al desplazamiento, observar la fig. 1.15a.

Si aplicamos una fuerza P , lateral al pórtico, este se deformará desplazándose lateralmente, este desplazamiento tendrá un valor de Δ . Debido a esta deformación, se producen momentos de empotramiento perfecto en las columnas AB y CD. Se puede obtener aplicando las ecuaciones de pendiente desviación.

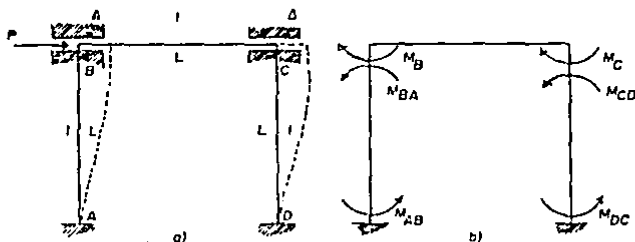


FIG 1.15

$$M_{AB} = M_{BA} = 2E I_{AB} / \ell_{AB} (-3\Delta / \ell_{AB}) = -6 E I_{AB} \Delta / \ell_{AB}^2$$

$$M_{CD} = M_{DC} = 2E I_{CD} / \ell_{CD} (-3\Delta / \ell_{CD}) = -6 E I_{CD} \Delta / \ell_{CD}^2$$

(1-8)

Estos momentos son representados en la fig. 1.15b, como M_{BA} , M_{AB} , M_{CD} y M_{DC} . Para equilibrar el momento en los nudos B y C son necesarios aplicar momentos M_B y M_C respectivamente, para evitar la rotación de los nudos y mantener la condición de $\theta_B=0$ y $\theta_C=0$; El valor del momento M_B será igual al de M_{BA} pero de signo contrario.

Análisis de pórticos con dos grados de libertad.-

Aquí también se aplica el principio de la superposición de manera que se puede analizar un marco con dos grados de libertad, dividiéndolo en dos casos independientes, el cual cada caso se puede reducir a un análisis de un grado de libertad. Vamos a estudiar el caso más sencillo, que es el marco que representa en la fig. 1.16a que soporta dos cargas puntuales en sus nudos con valor F_1 y F_2 ; Refiriéndonos a la explicación anterior, el pórtico, se va a analizar como en la fig. 1.16b y c, cada inciso represente un pórtico con un grado de libertad, anulizando el inciso b, se coloca un apoyo ficticio que evite el desplazamiento de los nudos C y D, mientras que los nudos B y E se desplazan horizontalmente debido a una fuerza Y_1 aplicada lateralmente en B; Se aplica el método y todos los momentos en los extremos quedan en función de Y_1 , también todas las fuerzas cortantes que actúan en el pórtico, la reacción del apoyo quedará también en función de Y_1 , podemos ponerle un valor de MY_1 , como lo muestra la fig. 1.16b.

Lo mismo sucede en la fig. 1.16c en que el apoyo ficticio se coloca ahora en E; el empuje lo provocará una fuerza Y_2 , quedando todos los momentos y fuerzas en función de Y_2 , la reacción tendrá un valor de SY_2 , siendo S una constante de proporcionalidad.

Aplicando el principio de superposición todas las fuerzas y momentos pueden estar en función de Y_1 y Y_2 ; como lo muestra la fig. 1.16d, y superponiendo finalmente la fig. inicial, fig. 1.16a y la fig. 1.16d, se puede obtener la solución mediante un sistema de ecuaciones simultáneas;

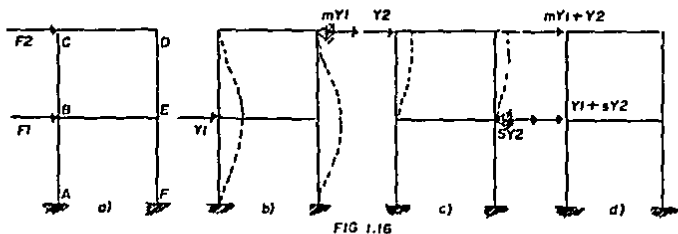


FIG 1.16

Así queda el sistema de ecuaciones simultáneas, que se obtiene de la superposición de la fig. 1.16a y d.

$$\begin{aligned} Y_1 + sY_2 &= F_1 \\ mY_1 + Y_2 &= F_2 \end{aligned} \quad (1.9)$$

Análisis de pórticos con tres o más grados de libertad. -

De la misma forma en que se resolvió sin pórticos con dos grados de libertad, también se puede resolver para cualquier grado de libertad.

Consideramos un pórtico de tres niveles y dos enjutas; tendrá tres grados de libertad, lo podemos ver en la fig. 1.17a.

Como primer paso, se hace que el pórtico esté impedido de desplazarse y esto se logra colocando apoyos en todos los nudos, luego se calculan los momentos de empotramiento y se realiza la distribución de momentos normales sin traslación de nudos, de ahí se obtienen todos los momentos en las juntas y se calculan las reacciones en los apoyos, en este caso se llamarán $R_1, R_2,$ y R_3 , fig. 1.17b una vez obtenidas, se eliminan estas fuerzas aplicándoles otras de la misma magnitud pero en sentido contrario fig. 1.17c.

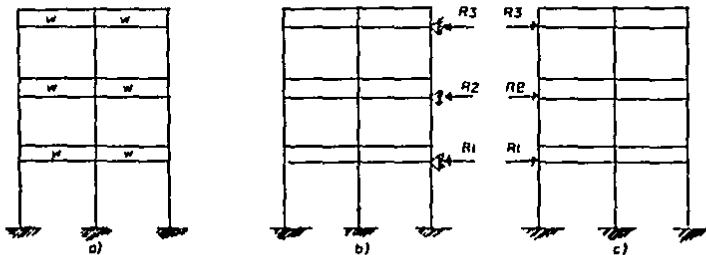


FIG 1.17

La suma de los pasos b y c, nos dan la solución, pero, la solución final se obtiene analizando 3 casos independientes, convirtiendo cada caso en un problema con un grado de libertad, ver la fig. 1.18a,b,c.

En el caso de la fig. 1.18a, las reacciones quedan en función de X_1 , esta fuerza X_1 , es una fuerza aplicada en el nivel 1 que va a producir un desplazamiento lateral, las reacciones tendrán un valor de S_{21} y S_{31} ; el primer subíndice representa el nivel y segundo representa en que nivel está aplicada la fuerza X_1 que va a producir el desplazamiento. En la fig. 1.18b y fig. 1.18c se ve el mismo caso. Así se obtiene el sistema de ecuaciones simultáneas.

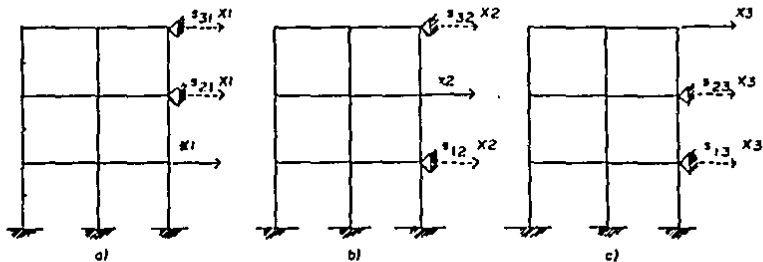


FIG 1.18.

Recordando que los momentos finales de cada barra están en función de X_1 , X_2 , y X_3 , una vez resuelto el sistema de ecuaciones, se superponen los resultados para obtener la solución del pórtico. El sistema de ecuaciones se muestra a continuación.

$$\begin{aligned}X_1 + S_{12}X_2 + S_{13}X_3 &= R_1 \\S_{21}X_1 + X_2 + S_{23}X_3 &= R_2 \\S_{31}X_1 + S_{32}X_2 + X_3 &= R_3\end{aligned}$$

Así como se pudo resolver para un marco con grado de libertad tres se puede resolver para un pórtico de n grados de libertad.

DIAGRAMA DE FLUJO

Generalidades

Acabamos de ver la teoría de la distribución de momentos para el análisis estructural de marcos rígidos. En este capítulo nos enteraremos de cómo es el funcionamiento de este programa; Primeramente, se explicará el funcionamiento del programa, paso a paso, para que el usuario se familiarice con el sistema; Como una segunda parte de este capítulo, se mostrará un diagrama de flujo del programa, esto con el fin de ver en que consiste el programa rápidamente y aclarar alguna duda existente.

Entre los programas de computación son muy complejos, sobre todo los programas comerciales, pero, aun estos tienen ciertas limitaciones; ahí estáriba la diferencia entre la computadora y el hombre. El programa para el cálculo de esfuerzos mediante el método de la Distribución de Momentos también tiene sus limitantes, vamos a explicar algunas de ellas.

Una de las limitantes más importantes es que no puede calcular cualquier tipo de marco rígido, solamente estructuras reticulares o sea, todos los elementos son ortogonales entre sí, además debido a los formatos de pantalla solo acepta como máximo tres niveles y tres crujeas, como mínimo acepta un nivel por una crujea, como se pueda pensar, esta es la máxima limitación de este programa, pero en el caso del número de niveles, tiene fácil solución, pues todas las operaciones matemáticas están hechas para funcionar con "n" número de niveles solo que con la limitante del formato acepta ese número de niveles. Al introducir datos, la máquina nos irá preguntando las cargas, dimensiones y rigideces de columnas por niveles, se aclara que un nivel consta de los elementos que se representan en la sig figura.

Se necesita realizar de antemano el análisis de cargas, solo acepta de gravedad uniformemente repartidas, no acepta cargas puntuales ni otro tipo de carga lineal. Las unidades son en el sistema métrico decimal, por lo tanto, la carga está en kg/m , la longitud de los claros y alturas en metros; acerca de las dimensiones de las secciones de cada elemento, se darán a conocer las rigideces relativas de cada elemento; el programa supone que todos los elementos tienen el mismo módulo de elasticidad por consiguiente simplemente podemos colocar el valor de la inercia relativa; los valores limitantes los veremos más adelante.

También el programa fue diseñado para el cálculo de posibles cargas laterales producidas por viento y se consideran uniformemente repartidas y aplicadas a todo lo largo del costado del marco, claro que también las unidades están en el sistema métrico decimal kg/m .

Generalidades

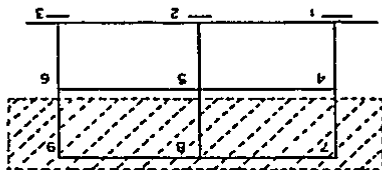
Acabamos de ver la teoría de la distribución de momentos para el análisis estructural de marcos rígidos. En este capítulo nos enteraremos de como es el funcionamiento de este programa; Primeramente, se explicará el funcionamiento del programa, paso a paso, para que el usuario se familiarice con el sistema; Como una segunda parte de este capítulo, se mostrará un diagrama de flujo del programa, esto con el fin de ver en que consiste el programa rápidamente y aclarar alguna duda existente.

Todos los programas de computación son muy completos, sobre todo los programas comerciales, pero, aun estos tienen ciertas limitaciones; ahí estaba la diferencia entre la computadora y el hombre. El programa para el cálculo de esfuerzos mediante el metodo de la Distribución de Momentos también tiene sus limitantes, vamos a explicar algunas de ellas.

Una de las limitantes mas importantes es que no puede calcular cualquier tipo de marco rígido, solamente estructuras reticulares o sea, todos los elementos son ortogonales entre sí, además debido a los formatos de pantalla solo acepta como máximo tres niveles y tres cruñas, como mínimo acepta un nivel por una cruña, como se puede pensar, esta es la máxima limitación de este programa, pero en el caso del numero de niveles, tiene fácil solución, pues todas las operaciones matematicas estan hechas para funcionar con "n" numero de niveles solo que con la limitante del formato acepta ese numero de niveles. Al introducir datos, la máquina nos irá preguntando las cargas, dimensiones y rigideces de columnas por niveles, se aclara que un nivel consta de los elementos que se representan en la sig figura.

Se necesita relizar de antemano el analisis de cargas, solo acepta de gravedad uniformemente repartidas, no acepta cargas puntuales ni otro tipo de carga lineal, las unidades son en el sistema métrico decimal, por lo tanto, la carga estará en kg/m , la longitudes de los claros y alturas en metros; acerca de las dimensiones de las sección de cada elemento, se darán a conocer las rigideces relativas de cada elemento; el programa supone que todos los elementos tienen el mismo módulo de elasticidad por consiguiente simplemente podemos colocar el valor de la inercia relativa; los valores limitantes los veremos mas adelante.

También el programa fue diseñado para el cálculo de posibles cargas laterales producidas por viento y se consideran uniformemente repartidas y aplicadas a todo lo largo del costado del marco, claro que también las unidades están en el sistema métrico decimal kg/m .



El interior del recuadro
representa el NIVEL 2

Este programa está preparado para cualquier tipo de error de captura. Por ejemplo: Si la máquina pregunta un valor numérico entero y el usuario por error escribe una letra o un número, funcionará simplemente la máquina hasta el comando y en algunas ocasiones mandará mensajes como ayuda al usuario.

Los valores numéricos limitantes los veremos en el tema de introducción al sistema, que son ciertos parámetros máximos y mínimos con los cuales puede obtenerse el resultado deseado, estos parámetros fueron acordados a criterio.

Introducción al sistema

Para iniciar el programa se oprime la tecla F4 o se escribe RUN y se oprime ENTER, inmediatamente después aparece el título del programa, el título desaparecerá por sí solo.

En la pantalla aparece un menú de la siguiente forma:

M E N U

Observaciones y limitaciones	1
Entrada de datos	2
Corrección de datos (después de 2).....	3
Solución de marco (después de 2 o 3)	4
Fin	5
OPRIMA LA OPCION DESEADA	?

Usted tendrá que oprimir cualquiera de las cinco opciones del menú de pantalla. Para un mejor entendimiento explicaremos paso a paso y en orden.

Si oprime la opción "1" aparecerá brevemente escrito las observaciones y limitaciones del programa; Aquí se dan los parámetros que anteriormente mencionamos y que están seleccionados a criterio, si usted quiere un valor fuera de estos parámetros simplemente obtendrá una negativa de la máquina y así se deberá hasta que el usuario introduzca los datos correctamente.

Los criterios fueron en base a suposiciones lógicas y de experiencia que indican la longitud de la tralla es 2 m como mínima y 20 m como máxima. Epor parte paramétrica en estructuras de pocos niveles se dan dimensiones mayores a 22 m y si no dan solo son casos extraordinarios; Admisiones de menos de 2 m no justifican la construcción de un marco estructural, sea de concreto o de acero.

La continuación se muestra la forma en que aparece inmediatamente después de oprimir "1".

Observaciones y limitaciones:

- Como máximo acepta 3 niveles y 3 crujeas.
- Altura máxima de columnas 19 mt., Long. máxima de trabe 20 mt., longitud mínima 2 mt.
- Solo acepta carga uniformemente repartida de gravedad y de viento.
- Carga de gravedad $1.000 \leq W_g \leq 20.000$ (kg/a).
- Carga de viento $0.0 \leq W_v \leq 500$ (kg/m).
- Inercias relativas $1 \leq EI \leq 10$.
- Las inercias de columnas y vigas en un mismo nivel es la misma.

PREMIORE CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR

En la pantalla se muestra esta página con los rangos de valores extremos.

Oprima cualquier tecla, en la pantalla aparecerá el esquema de marco rígido con la numeración de los nudos, esto es con el fin de darle una idea al usuario de cual es el tipo de estructura que puede calcular y además mostrar la numeración en la cual aparecerán los momentos resultantes finales y cargas axiales, esta pequeña representación de la estructura aparece en la resolución de los ejemplos; inmediatamente después retorna al menú inicial.

Al oprimir "2" el usuario estará listo para meter los datos del problema, aparecerá en la pantalla la siguiente forma.

ENTRADA DE DATOS

Numero de crujeas ?
Numero de niveles ?
Tiene carga lateral <S/N> ?
Carga lateral por viento (kg/m) ?

Cuando pregunte si tiene carga lateral, el usuario tiene que responder "S" de si o "N" de no, si usted contesta que no, automáticamente la carga lateral es igual a cero y no aparece el mensaje del quinto renglón, si usted oprime que sí, entonces si aparecerá el mensaje y solo podrá introducir una carga menor que 500 kg/m

Luego aparece en pantalla la siguiente pregunta,

Distancia de la cruzija 1
en (mt)

En este caso le está preguntando cuanto mide la primera cruzija, en caso de que fueran dos o tres cruzijas volverá aparecer el mensaje pero de la siguiente forma.

Distancia de la cruzija 2
en (mt)

Y así hasta la última cruzija. Después de meter la última cruzija se procede a introducir los datos por niveles, que son, los que aparecen en la siguiente pantalla.

ENTRADA DE DATOS

NIVEL 1

Altura del nivel en (mt)

Carga línel en este nivel

Inercia relativa de las trabes (I<EI<I0)

Inercia relativas de columnas (I<CI<I0)

Esta pantalla es en el caso del primer nivel. Al introducir la inercia relativa de las columnas del primer nivel y en caso de que el marco sea de más de dos niveles volverá a aparecer la misma pantalla pero el segundo renglon dirá.

NIVEL 2

Inmediatamente después, vuelve al menú principal, se aclara que si el usuario no ha introducido datos de entrada y elige la opción "3", se desplegará el siguiente mensaje

ANTES QUE NADA METER DATOS. NO 1

Esto es, primero se elige la opción "2" y luego la "3"; En el caso que haya seleccionado "2" y quiera corregir con "2" la máquina mandará el siguiente mensaje.

PARA CORREGIR DATOS SOLO EL NO 1, NO EN NO 2

Una vez seleccionada "Entrada de datos", no podrá volver a escoger esa opción, la única manera de corregir datos es con la opción 1.

Para corregir datos oprima "1", del menú principal, aparecerá una especie de menú para seleccionar las opciones, aparecerá de acuerdo al número de niveles; supongamos que nuestro problema sea de un nivel por dos cruzijas, para generalizar las XXX representan en el siguiente esquema cualquier valor.

ESTOS SON LOS DATOS QUE USTED SETIO

A)-

NIVEL 1 :

Carga unit= XXXX kg/m

El columna= X

Altura de columna= X.XX mt.

El viga= X

B)-

Longitud de cruzia: 1= XX.XX mt

Longitud de cruzia: 2= XX.XX mt

C)-

Carga lateral uniforme= XXX.XX kg/m

DESEA HACER ALGUNA CORECCION <S/N> ?

CUAL INCISO DESEA CORREGIR (A,B o C)?

Si el usuario no desea hacer alguna corrección inmediatamente volverá al menú principal. En caso contrario preguntará en cual inciso de los tres está el error; Si escoge el inciso "A" se desplegará la pantalla siguiente.

EN CUAL NIVEL ESTA EL ERROR ?

1.- Carga de gravedad 2.- Altura de columna

3.- El columna 4.- El viga

CUAL DATO DESEA CORREGIR ?

LONGITUD DE COLUMNA (mt) ?

Aquí preguntará en que nivel está el error. Al introducir el nivel, aparecerá el pequeño menú con cuatro opciones y al mismo tiempo preguntará que cual es el dato a corregir. suponemos que el usuario oprime la opción "1", ahí aparecerá cual es dato a corregir con su correspondiente mensaje y sus unidades. En el caso que el error esté en la distancia de cruzia aparecerá el mensaje.

CUAL CRUJIA DESEA CORREGIR ?

CUAL ES LA LONGITUD DE CRUJIA (mt) ?

Otro mensaje se desplegará al escoger la opción "C" del menú de corrección que es el de la carga lateral debida a viento, se podrá poner una carga en entre 0 y 500 kg/m.

CUAL ES LA CARGA LATERAL (kg/m) ?

Más adelante veremos la opción "4" del menú principal que es la de "solución del marco". Al escoger la opción "5" usted está saliendo del sistema y aparecerán en la pantalla las teclas función.

El programa no se activará al seleccionar "Solución del marco" sin antes haber metido los datos. Una vez que se introdujeron correctamente los datos puede elegir la opción "4"; Al oprimir la tecla aparecerá en la pantalla un mensaje, que quiere decir que el programa está funcionando y sea se están efectuando las operaciones correspondientes para la obtención de la solución deseada; El mensaje es el que se muestra a continuación.

SI ESTAN GENERANDO LOS RESULTADOS, POR FAVOR

*** ESPERE UN MOMENTO ***

Al desaparecer este mensaje, se imprimen los resultados como se muestran en el capítulo de ejemplo, en pantalla, si la estructura es de muchas barras, se moverán los resultados por medio de páginas que con apretar cualquier tecla se moverá a la siguiente instantáneamente hasta que aparezca el menú secundario que a continuación se presenta.

M E N U

Creación de un nuevo problema	1
Utilización del mismo problema	2
Impresión de datos y resultados.....	3
Fin	4
OPRIMA LA OPCION DESEADA	?

Veamos que sucede con este menú; si escogemos la opción "1", todos los datos de entrada y todas las variables se hacen cero y podemos comenzar un problema nuevo, cuando usted llama esta opción, volvemos al menú principal.

Este programa trabaja con archivo de datos, esto es, si elige la opción "2", se activa el archivo, grabando nada más los datos de entrada e inmediatamente se borran todo tipo de variable, para después cargar el sistema nada más con los datos de entrada del problema; Esto es con el fin de poder utilizar el problema actual ya sea para hacer pequeños cambios; Por conveniencia, si necesitamos hacer muchos cambios conviene volver a meter los datos nuevos, esto es, por la lentitud con la que se realizan las correcciones de datos.

NOTA: desde el comienzo hasta el final de la corrida del programa, el disco de trabajo siempre deberá estar dentro del "Drive A".

La impresión de resultados y la de datos es muy importante, al seleccionar "3", despues aparece un letrero así.

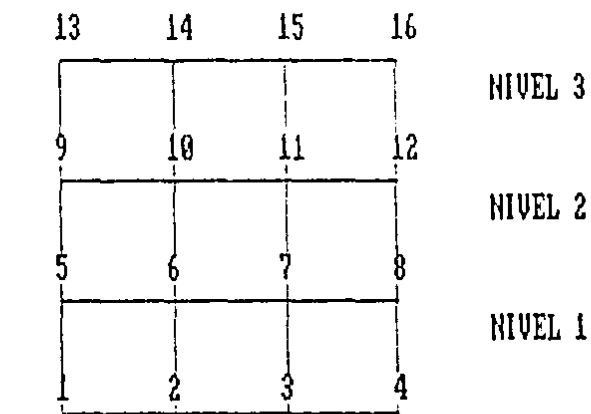
PARA LIBRAR EL ISPOOLING, OPRIMA DOS VECES
AL MISMO TIEMPO: (CONTROL), (ALT) Y (*)
DESPUES PUEDE OPRIMIR CUALQUIER TECLA

Al ejecutar la acción esta mandando a imprimir los datos y los resultados, para despues en pantalla volver al menú secundario. Si quiere volver a imprimir, basta con oprimir la opción "3" otra vez.

Finalmente para salir de sistema usted elige la opción "4" que es el fin del programa, usted puede salirse en el paso que usted quiera.

Enseguida aparecerá una pantalla despues de elegir observaciones y limitaciones, representa la numeración de los nudos para la obtencion de resultados; siempre es de abajo hacia arriba y de izquierda a derecha independientemente del numero de nudos.

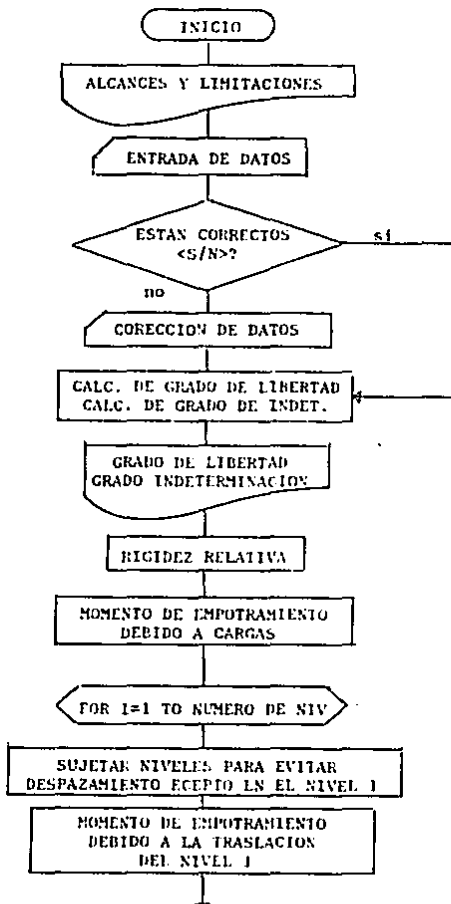
- Aquí se muestra la numeración de los nudos para la obtención de fuerzas y momentos:



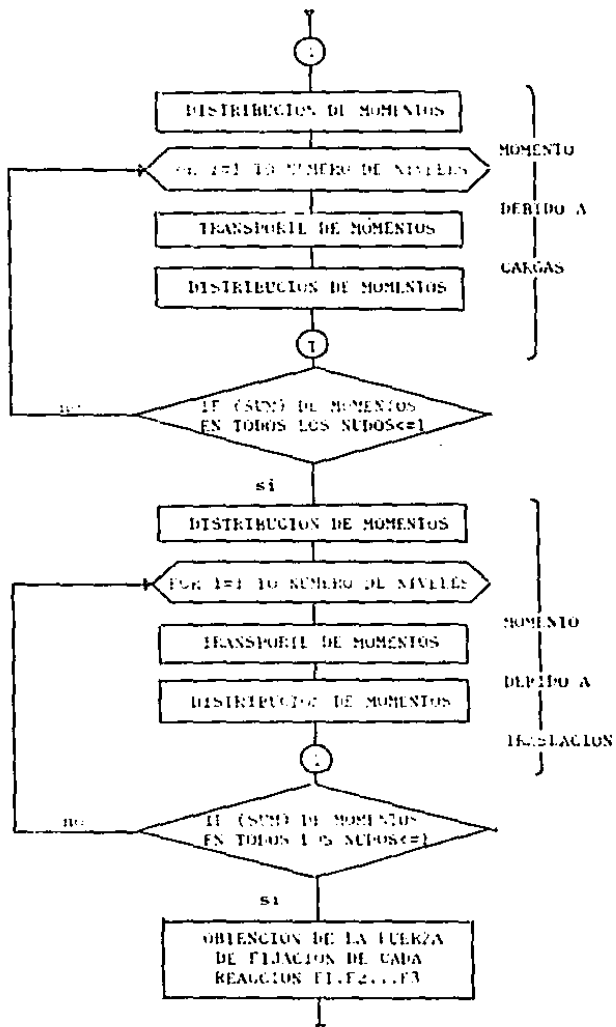
PRESIONE CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR....

PROGRAMA PARA EL ANALISIS ESTRUCTURAL
DE MARCOS RIGIDOS

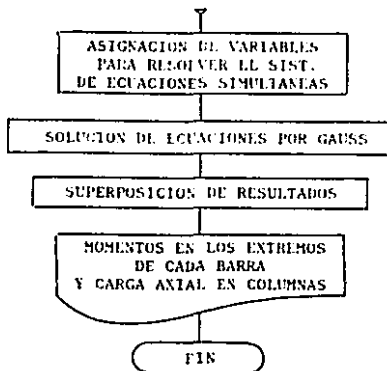
DIAGRAMA DE FLUJO:



PROGRAMA PARA EL ANALISIS ESTRUCTURAL
DE MARCOS RIGIDOS



PROGRAMA PARA EL ANALISIS ESTRUCTURAL
DE MARCOS RIGIDOS



C O D I F I C A C I O N

```

10 KEY OFF
20 CLS:LOCATE 1,1:PRINT""
30 LOCATE 6,5:PRINT"* * * * * "
40 LOCATE 7,5:PRINT"* * * * * "
50 LOCATE 8,5:PRINT"*          Universidad Autónoma de Guadalajara
   "
60 LOCATE 9,5:PRINT"*
   "
70 LOCATE 11,5:PRINT"*          de marcos rígidos
   "
80 LOCATE 10,5:PRINT"*          Programa para el analisis Estructural
   "
90 LOCATE 12,5:PRINT"*
   "
100 LOCATE 13,5:PRINT"*
   "
110 LOCATE 14,5:PRINT"*          Realizador: Ariel Morón Wernick
Credencial: 885421   "
120 LOCATE 15,5:PRINT"*
   "
130 LOCATE 16,5:PRINT"*          Facultad de Ingeniería
   "
140 LOCATE 17,5:PRINT"*
   "
150 LOCATE 18,5:PRINT"* * * * * "
   "
160 LOCATE 19,5:PRINT"* * * * * "
   "
170 FOR I=1 TO 10000
180 NEXT I:GOTO 290
190 CLEAR
200 IF TTT=>1 THEN 210 ELSE 290
210 OPEN "I".02,"A:KITYS.DAT"
220 FOR I=1 TO 3
230 IF EOF(2) THEN 270 ELSE INPUT #2,NI(1),CAR(1),IV(1),IC(1),CR(1)
240 NEXT I
250 IF EOF(2) THEN 270 ELSE INPUT #2,CARL,CR,NI
260 CLOSE #2
270 CAR=1
280 REM ##### MENU PRINCIPAL #####
290 CLS:PRINT
300 LOCATE 4,18:PRINT"          M E N U"
310 LOCATE 9,15:PRINT" Observaciones y limitaciones ..... 1"
320 LOCATE 11,15:PRINT" Entrada de datos ..... 2"
330 LOCATE 13,15:PRINT" Corrección de datos (DESPUES DE 2) ..... 3"
340 LOCATE 16,15:PRINT" Solucion del marco (DESPUES DE 2 o 3) ..... 4"
350 LOCATE 18,15:PRINT" Fin ..... 5"
360 LOCATE 22,15:PRINT" OPRIMA LA OPCION DESEADA ..... "IRAS
370 AA=VAL(RAS)
380 IF AA=0 THEN 360
390 IF AA>5 THEN 360
400 IF AA<=0 THEN 360

```

```

410 IF AA=5 THEN GOTO 420 ELSE 430
420 CLS:KEY ON:LSD
430 IF AA=1 THEN 1230
440 IF AA=2 THEN CAR=CAK+1 ELSE 510
450 IF CAK>1 THEN 460 ELSE 500
460 LOCATE 23,15:PRINT "PARA CORREGIR DATOS SOLO EL No 3, NO EL No 2"
470 GOTO 360
480 LOCATE 23,15:PRINT "ANTES QUE SADA METER DATOS, NO 2"
490 GOTO 360
500 IF AA=2 THEN 1390 ELSE 510
510 IF AA=3 THEN 520 ELSE 540
520 IF CAN>=1 THEN 560 ELSE 480
530 IF AA=4 THEN 540 ELSE 290
540 IF CAK>=1 THEN 2060 ELSE 290
550 REM ##### CORRECCION DE DATOS #####
560 CLS::PRINT:PRINT "          ESTOS SON LOS DATOS QUE USTED
METIO:"
570 PRINT "A).-"
580 FOR I=1 TO NI
590 PRINT "    NIVEL":I:""
600 PRINT "    Carga unif=":CAR(I):"(kg/m)", "Altura columna=":NI(I):"m"
610 PRINT "    EI Columna=":IC(I),"          EI VIGA=":IV(I)
620 NEXT I
630 PRINT:PRINT"B).-"
640 FOR J=1 TO CR
650 PRINT "    Longitud de cruzija":J:"=":CR(J):"m"
660 NEXT J
670 PRINT:PRINT"C).-"
680 PRINT "    Carga Inter al uniforme=":CARL:"m"
690 GOSUB 7060
700 LOCATE 21,40:INPUT"DESEA HACER ALGUNA CORECCION <S/N>":M$
710 IF M$="S" THEN 740 ELSE 720
720 IF M$="N" THEN CLS
730 IF M$="N" THEN 290 ELSE 700
740 LOCATE 23,40:INPUT"CUAL INCISO DESEA COREGIR (A,B o C)":M$
750 IF M$="A" THEN 760 ELSE 1060
760 CLS:PRINT:PRINT:LOCATE 8,15:INPUT "EN CUAL NIVEL ESTA EL ERROR":I$
770 I=VAL(I$)
780 IF I<1 THEN 760
790 IF I>NI THEN 760
800 IF I=1 THEN 830 ELSE 810
810 IF I=2 THEN 830 ELSE 820
820 IF I=3 THEN 830 ELSE 760
830 LOCATE 11,15:PRINT " 1.-Carga de gravedad          2.-Altura de columna"
840 LOCATE 12,15:PRINT " 3.-EI Columna          4.-EI Viga"
850 LOCATE 15,15:INPUT " CUAL DATO DESEA CORREGIR":M$
860 M=VAL(M$)
870 IF M<1 OR M>4 THEN 850
880 IF M=1 THEN LOCATE 18,16:INPUT"CARGA GRAVEDAD (kg/m)":L$ ELSE 920
890 CAR(I)=VAL(L$)
900 IF CAR(I)<1000 OR CAR(I)>20000 THEN 880
910 IF M=1 THEN GOTO 1050
920 IF M=2 THEN LOCATE 18,16:INPUT"ALTURA DE COLUMNA (m)":L$ ELSE 960
930 NI(I)=VAL(L$)

```

```

940 IF N1(1)>10 OR N1(1)<2 THEN 920
950 IF M=2 THEN GOTO 1050
960 IF M=3 THEN LOCATE 18,16:INPUT"E1 COLUMNA":L$ ELSE 1000
970 IC(1)=VAL(L$)
980 IF IC(1)<1 OR IC(1)>10 THEN 960
990 IF M=3 THEN GOTO 1050
1000 IF M=4 THEN LOCATE 18,16:INPUT"E1 VIGA":L$ ELSE 1020
1010 IV(1)=VAL(L$)
1020 IF M=4 THEN 1030 ELSE 830
1030 IF IV(1)<1 OR IV(1)>10 THEN 1000
1040 IF M>4 THEN 850
1050 GOTO 560
1060 IF M$="B" THEN 1070 ELSE 1180
1070 CLS:PRINT:LOCATE 12,25:INPUT"CUAL CRUJIA DESEA CORREGIR":I$
1080 I=VAL(I$)
1090 IF I<1 THEN 1070
1100 IF I>CR THEN 1070
1110 IF I=1 THEN 1140 ELSE 1120
1120 IF I=2 THEN 1140 ELSE 1130
1130 IF I=3 THEN 1140 ELSE 1070
1140 LOCATE 14,25:INPUT"CUAL ES LA LONGITUD DE LA CRUJIA (m)":L$
1150 CR(1)=VAL(L$)
1160 IF CR(1)>20 OR CR(1)<2 THEN 1140
1170 GOTO 560
1180 IF M$="C" THEN 1190 ELSE 740
1190 CLS:PRINT:LOCATE 14,27:INPUT"CUAL ES LA CARGA LATERAL (kg/m)":CARL
1200 IF CARL<0 OR CARL>500 THEN 1190
1210 GOTO 560
1220 REM ##### OBSERVACIONES Y LIMITACIONES#####
1230 CLS:LOCATE 2,18:PRINT " ** OBSERVACIONES Y LIMITACIONES **"
1240 LOCATE 4,18:PRINT"- Como máximo acepta 3 niveles y 3 crujiás."
1250 LOCATE 6,18:PRINT"- Longitud máxima de columnas 10 mt., Long."
1260 LOCATE 7,18:PRINT" máxima de trabe 20 mt., Longitud mínima 2 mt."
1270 LOCATE 9,18:PRINT"- Solo acepta carga uniforme por gravedad"
1280 LOCATE 10,18:PRINT" y de viento."
1290 LOCATE 12,18:PRINT"- Carga de gravedad 1,000<=W g<=20,000 (kg/m)."

```

```

1480 LOCATE 6.15:PRINT"          ENTRADA DE DATOS"
1490 LOCATE 12.20:INPUT"Numero de crujiás ..... ":CR$
1500 CR=VAL(CR$)
1510 IF CR>3 THEN 1490
1520 IF CR<1 THEN 1490
1530 IF CR=1 THEN 1560 ELSE 1540
1540 IF CR=2 THEN 1560 ELSE 1550
1550 IF CR=3 THEN 1560 ELSE 1490
1560 LOCATE 14.20:INPUT"Numero de niveles ..... ":N1$
1570 N1=VAL(N1$)
1580 IF N1>3 THEN 1560
1590 IF N1<1 THEN 1560
1600 IF N1=1 THEN 1630 ELSE 1610
1610 IF N1=2 THEN 1630 ELSE 1620
1620 IF N1=3 THEN 1630 ELSE 1560
1630 LOCATE 16.20:INPUT"Tiene carga lateral <S/N> ..... ":B$
1640 IF B$="S" THEN 1650 ELSE 1690
1650 LOCATE 18.20:INPUT"Carga lateral por viento (kg/m) ..... ":CARL
1660 IF CARL<0 THEN 1650
1670 IF CARL>500 THEN 1650
1680 GOTO 1700
1690 IF B$<>"N" THEN 1630
1700 CLS
1710 LOCATE 1.1:PRINT"
1720 FOR I=1 TO CR
1730 CLS
1740 LOCATE 6.30:PRINT"          ENTRADA DE DATOS"
1750 LOCATE 14.30:PRINT"Distancia de la crujiá":I
1760 LOCATE 15.30:INPUT"En (mL): .....":L$
1770 CR(1)=VAL(L$)
1780 IF CR(1)>20 THEN 1750
1790 IF CR(1)<2 THEN 1750
1800 NEXT I
1810 CLS
1820 FOR I=1 TO N1
1830 LOCATE 6.15:PRINT"          ENTRADA DE DATOS"
1840 LOCATE 11.20:PRINT"NIVEL:":I
1850 LOCATE 14.20:INPUT"Altura de nivel en (mL): ..... ":L$
1860 NI(1)=VAL(L$)
1870 IF NI(1)>10 THEN 1850
1880 IF NI(1)<2 THEN 1850
1890 LOCATE 16.20:INPUT"Carga lineal en este nivel (kg/m): ..... ":L$
1900 CAR(1)=VAL(L$)
1910 IF CAR(1)>20000 THEN 1890
1920 IF CAR(1)<1000 THEN 1890
1930 LOCATE 18.20:INPUT"Inercia relativa de las trabes (1<EI<10): ... ":L$
1940 IV(1)=VAL(L$)
1950 IF IV(1)>10 THEN 1930
1960 IF IV(1)<1 THEN 1930
1970 LOCATE 20.20:INPUT"Inercia relativa columnas (1<EI<10): ..... ":L$
1980 IC(1)=VAL(L$)
1990 IF IC(1)<1 THEN 1970
2000 IF IC(1)>10 THEN 1970
2010 CLS

```

```

2020 NEXT I
2030 CLS
2040 GOTO 290
2050 REM ##### SOLUCION NUMERICA #####
2060 CLS:LOCATE 1,1:PRINT""
2070 GR=CR*NI*3
2080 LOCATE 6,15:PRINT"          ESTABILIDAD Y DETERMINACION"
2090 LOCATE 12,15:PRINT"Grado de indeterminación del pórtico .....":GR
2100 LOCATE 14,15:PRINT"Grado de libertad .....":NI
2110 LOCATE 22,15:PRINT".....PRESIONE CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR ....."
2120 C$=INKEYS:IF C$="" THEN 2120
2130 CLS
2140 SCREEN 0
2150 LOCATE 13,19:PRINT"SE ESTAN GENERANDO LOS RESULTADOS. POR FAVOR"
2160 COLOR 20,11
2170 LOCATE 15,19:PRINT"*** ESPERE UN MOMENTO ***"
2180 FOR I=1 TO NI
2190 FOR J=1 TO (CR+1)
2200 SU=J+(CR+1)*(I-1)
2210 SO=SU+CR+1
2220 L(SU,SO)=NI(I):EI(SO,SU)=IC(I)
2230 L(SO,SU)=NI(I):EI(SU,SO)=IC(I)
2240 NEXT J
2250 NEXT I
2260 FOR I=1 TO NI
2270 FOR J=1 TO CR
2280 SE=J+(CR+1)*I
2290 SI=SE+1
2300 L(SE,SI)=CR(J):EI(SE,SI)=IV(I)
2310 L(SI,SE)=CR(J):EI(SI,SE)=IV(I)
2320 NEXT J
2330 NEXT I
2340 FOR I=1 TO NI
2350 FOR J=1 TO (CR+1)
2360 SE=J+(CR+1)*I
2370 SI=SE+1:SA=SE-1:TA=SE+(CR+1):TE=SE-(CR+1)
2380 IF I=NI THEN 2540
2390 IF J=1 THEN 2400 ELSE 2410
2400 SIM=EI(SE,SI)/L(SE,SI)+EI(SE,TA)/L(SE,TA)+EI(SE,TE)/L(SE,TE):GOTO 2450
2410 IF J=(CR+1) THEN 2420 ELSE 2430
2420 SAM=EI(SE,SA)/L(SE,SA)+EI(SE,TA)/L(SE,TA)+EI(SE,TE)/L(SE,TE):GOTO 2450
2430 SUT=EI(SE,SI)/L(SE,SI)+EI(SE,SA)/L(SE,SA)+EI(SE,TE)/L(SE,TE)
2440 SUM=SUT+EI(SE,TA)/L(SE,TA)
2450 IF J=1 THEN 2460 ELSE 2480
2460 EIK(SE,SI)=(EI(SE,SI)/L(SE,SI))/SIM
2470 GOTO 2670
2480 IF J=(CR+1) THEN 2490 ELSE 2510
2490 EIK(SE,SA)=(EI(SE,SA)/L(SE,SA))/SAM
2500 GOTO 2670
2510 EIK(SE,SI)=(EI(SE,SI)/L(SE,SI))/SUM
2520 EIK(SE,SA)=(EI(SE,SA)/L(SE,SA))/SUM
2530 GOTO 2670
2540 IF J=1 THEN 2550 ELSE 2560
2550 KIM=EI(SE,SI)/L(SE,SI)+EI(SE,TE)/L(SE,TE):GOTO 2590

```

```

2560 IF J=(CR+1) THEN 2570 ELSE 2580
2570 KAM=EI(SE,TE)/L(SL,TE)+EI(SE,SA)/L(SE,SA):GOTO 2590
2580 KIM=LI(SE,TE)/L(SL,TE)+EI(SL,SA)/L(SE,SA)+EI(SE,S1)/L(SE,S1)
2590 IF J=1 THEN 2600 ELSE 2620
2600 LIK(SL,S1)=(EI(SE,S1)/L(SL,S1))/KIM
2610 GOTO 2670
2620 IF J=(CR+1) THEN 2630 ELSE 2650
2630 EIK(SE,SA)=(EI(SE,SA)/L(SL,SA))/KAM
2640 GOTO 2670
2650 EIK(SE,S1)=(EI(SE,S1)/L(SL,S1))/KUM
2660 EIK(SE,SA)=(EI(SE,SA)/L(SL,SA))/KUM
2670 IF I=N1 THEN 2700
2680 IF J=1 THEN 2690 ELSE 2720
2690 EIK(SL,TE)=(EI(SL,TE)/L(SE,TE))/SIM
2700 LIK(SE,TA)=(EI(SE,TA)/L(SL,TA))/SIM
2710 GOTO 2860
2720 IF J=(CR+1) THEN 2730 ELSE 2760
2730 EIK(SE,TA)=(EI(SE,TA)/L(SE,TA))/SAM
2740 EIK(SE,TE)=(EI(SE,TE)/L(SE,TE))/SAM
2750 GOTO 2860
2760 EIK(SE,TE)=(EI(SE,TE)/L(SE,TE))/SUM
2770 EIK(SE,TA)=(EI(SE,TA)/L(SE,TA))/SUM
2780 GOTO 2860
2790 IF J=1 THEN 2800 ELSE 2820
2800 EIK(SE,TE)=(EI(SE,TE)/L(SE,TE))/KIM
2810 GOTO 2860
2820 IF J=(CR+1) THEN 2830 ELSE 2850
2830 EIK(SE,TE)=(EI(SE,TE)/L(SE,TE))/KAM
2840 GOTO 2860
2850 EIK(SE,TE)=(EI(SE,TE)/L(SL,TE))/KUM
2860 NEXT J
2870 NEXT I
2880 FOR I=1 TO N1
2890 FOR J=1 TO (CR+1)
2900 SE=J+(CR+1)*I
2910 SI=SE+1:SA=SE-1:TA=SE+(CR+1):TE=SE-(CR+1)
2920 IF I=N1 THEN 2930 ELSE 2950
2930 MD(SE,S1)=0:MD(SE,SA)=0:MD(SE,TE)=0:ME(SE,S1)=0:ME(SE,SA)=0:ME(SE,TE)=0
2940 GOTO 2970
2950 ME(SE,S1)=0:ME(SE,SA)=0:ME(SE,TE)=0:ME(SE,TA)=0
2960 MD(SE,S1)=0:MD(SE,SA)=0:MD(SE,TE)=0:MD(SE,TA)=0
2970 NEXT J
2980 NEXT I
2990 PAW=PAW+1
3000 IF PAW=1 THEN 3010 ELSE 3170
3010 FOR I=1 TO N1
3020 FOR J=1 TO CR
3030 SE=J+(CR+1)*I
3040 SI=SE+1
3050 SA=SE-1
3060 T1=1+(CR+1)*I:T2=T1-(CR+1)
3070 ME(SE,S1)=-CAR(I)*CR(J)^2/12
3080 ME(S1,SE)=CAR(I)*CR(J)^2/12
3090 IF J=1 THEN 3100 ELSE 3140

```

```

3100 ME(T1,T2)=CARL*NI(1)^2/12
3110 ME(T2,T1)=-CARL*NI(1)^2/12
3120 MZ(1,SE)=ME(1,SE)
3130 MZ(SE,1)=ME(SE,1)
3140 NEXT J
3150 NEXT I
3160 GOTO 3340
3170 S1=S1+1
3180 FOR J=1 TO (CR+1)
3190 SE=J+(CR+1)*S1
3200 1A=SE+(CR+1)
3210 1I=SE-(CR+1)
3220 IF S1=NI THEN 3280 ELSE 3230
3230 ME(SE,TE)=-6*EI(SE,TE)/NI(S1)*5000
3240 ME(TE,SE)=-6*EI(TE,SE)/NI(S1)*5000
3250 ME(SE,TA)=6*EI(SE,TA)/NI(S1+1)*5000
3260 ME(TA,SE)=6*EI(TA,SE)/NI(S1+1)*5000
3270 GOTO 3300
3280 ME(SE,TE)=-6*EI(SE,TE)/NI(S1)*5000
3290 ME(TE,SE)=-6*EI(TE,SE)/NI(S1)*5000
3300 IF S1=1 THEN 3310 ELSE 3330
3310 MY(SE,TE)=ME(SE,TE)
3320 MY(TE,SE)=ME(TE,SE)
3330 NEXT J
3340 FOR I=1 TO NI
3350 FOR J=1 TO (CR+1)
3360 SE=J+(CR+1)*I
3370 SI=SE+1;SA=SE-1;TA=SE+(CR+1);TE=SE-(CR+1)
3380 IF I=NI THEN 3390 ELSE 3400
3390 EQ=ME(SE,S1)+ME(SE,SA)+ME(SE,TE):GOTO 3410
3400 EQ=ME(SE,S1)+ME(SE,SA)+ME(SE,TA)+ME(SE,TE)
3410 MD(SE,S1)=- (EQ*EIK(SE,S1))
3420 MD(SE,SA)=- (EQ*EIK(SE,SA))
3430 MD(SE,TE)=- (EQ*EIK(SE,TE))
3440 IF I=NI THEN 3460 ELSE 3450
3450 MD(SE,TA)=- (EQ*EIK(SE,TA))
3460 NEXT J
3470 NEXT I
3480 IF PAW=1 THEN 4070 ELSE 4530
3490 GOSUB 6230
3500 FOR I=1 TO NI
3510 FOR J=1 TO (CR+1)
3520 SE=J+(CR+1)*I
3530 SI=SE+1;SA=SE-1;TA=SE+(CR+1);TE=SE-(CR+1)
3540 IF NI=1 THEN 3550 ELSE 3640
3550 IF J=1 THEN 3560 ELSE 3580
3560 ME(S1,SE)=.5*MD(SE,S1)
3570 GOTO 4040
3580 IF J=(CR+1) THEN 3590 ELSE 3610
3590 ME(SA,SE)=.5*MD(SE,SA)
3600 GOTO 4040
3610 ME(S1,SE)=.5*MD(SE,S1)
3620 ME(SA,SE)=.5*MD(SE,SA)
3630 GOTO 4040

```



```

3640 IF J=1 THEN 3650 ELSE 3770
3650 IF J=1 THEN 3660 ELSE 3690
3660 ME(SI,SE)=.5*MD(SE,SI)
3670 ME(TA,SE)=.5*MD(SI,TA)
3680 GOTO 4040
3690 IF J=(CR+1) THEN 3700 ELSE 3730
3700 ME(SA,SE)=.5*MD(SI,SA)
3710 ME(TA,SE)=.5*MD(SI,TA)
3720 GOTO 4040
3730 ME(SI,SE)=.5*MD(SE,SI)
3740 ME(SA,SE)=.5*MD(SI,SA)
3750 ME(TA,SE)=.5*MD(SE,TA)
3760 GOTO 4040
3770 IF I=NI THEN 3930 ELSE 3780
3780 IF J=1 THEN 3790 ELSE 3830
3790 ME(SI,SE)=.5*MD(SE,SI)
3800 ME(TA,SE)=.5*MD(SI,TA)
3810 ME(TE,SE)=.5*MD(SE,TE)
3820 GOTO 4040
3830 IF J=(CR+1) THEN 3840 ELSE 3880
3840 ME(SA,SE)=.5*MD(SE,SA)
3850 ME(TA,SE)=.5*MD(SE,TA)
3860 ME(TE,SE)=.5*MD(SE,TE)
3870 GOTO 4040
3880 ME(SI,SE)=.5*MD(SE,SI)
3890 ME(SA,SE)=.5*MD(SE,SA)
3900 ME(TA,SE)=.5*MD(SE,TA)
3910 ME(TE,SE)=.5*MD(SE,TE)
3920 GOTO 4040
3930 IF J=1 THEN 3940 ELSE 3970
3940 ME(SI,SE)=.5*MD(SE,SI)
3950 ME(TE,SE)=.5*MD(SE,TE)
3960 GOTO 4040
3970 IF J=(CR+1) THEN 3980 ELSE 4010
3980 ME(SA,SE)=.5*MD(SI,SA)
3990 ME(TE,SE)=.5*MD(SE,TE)
4000 GOTO 4040
4010 ME(SI,SE)=.5*MD(SE,SI)
4020 ME(SA,SE)=.5*MD(SE,SA)
4030 ME(TE,SE)=.5*MD(SE,TE)
4040 NEXT J
4050 NEXT I
4060 GOTO 3340
4070 FOR I=1 TO NI
4080 FOR J=1 TO (CR+1)
4090 SE=J+(CR+1)*I
4100 SI=SE+1:SA=SE-1:TA=SE+(CR+1):TE=SE-(CR+1)
4110 MF(SE,SI)=MF(SE,SI)+ME(SE,SI)+MD(SE,SI)
4120 MF(SE,SA)=MF(SE,SA)+ME(SE,SA)+MD(SE,SA)
4130 MF(SE,TE)=MF(SE,TE)+ME(SE,TE)+MD(SE,TE)
4140 IF I=NI THEN 4160 ELSE 4150
4150 MF(SE,TA)=MF(SE,TA)+ME(SE,TA)+MD(SE,TA)
4160 NEXT J
4170 NEXT I

```

```

4180 MOR=0
4190 FOR I=1 TO N1
4200 FOR J=1 TO CR
4210 SE=J+(CR+1)*I
4220 SI=SE+1
4230 MOR=ABS(ME(SE,SI))+ABS(ME(SI,SE))+MOR
4240 NEXT J
4250 NEXT I
4260 IF MOR<1 THEN 4270 ELSE 3490
4270 FOR J=1 TO (CR+1)
4280 TE=J;SE=J+(CR+1)
4290 IF J=1 THEN 4300 ELSE 4320
4300 MF(TE,SE)=MZ(1,(CR+2))+.5*(MF(SE,TE)-MZ((CR+2),1))
4310 GOTO 4330
4320 MF(TE,SE)=.5*MF(SL,TE)
4330 NEXT J
4340 FOR I=1 TO N1
4350 FOR J=1 TO (CR+1)
4360 SE=J+(CR+1)*I
4370 TA=SE+(CR+1)
4380 TE=SL-(CR+1)
4390 IF J=1 THEN 4400 ELSE 4430
4400 IF I=N1 THEN 4410 ELSE 4420
4410 MS(1)=-((CARL*NI(1))^2/(2*NI(1)));GOTO 4430
4420 MS(1)=-((CARL*NI(1))^2/(2*NI(1))+CARL*NI(1+1)^2/(2*NI(1+1)))
4430 IF I=N1 THEN 4440 ELSE 4460
4440 MS(1)=-((MF(SE,TE)+MF(TE,SE))/NI(1)+MS(1))
4450 GOTO 4470
4460 MS(1)=(MF(SE,TA)+MF(TA,SE))/NI(1+1)-((MF(SE,TE)+MF(TE,SE))/NI(1)+MS(1))
4470 NEXT J
4480 NEXT I
4490 FOR I=1 TO N1
4500 B(I)=-MS(I)
4510 NEXT I
4520 GOTO 2880
4530 FOR I=1 TO N1
4540 FOR J=1 TO (CR+1)
4550 SE=J+(CR+1)*I
4560 SI=SE+1;SA=SE-1;TA=SE+(CR+1);TE=SE-(CR+1)
4570 MR(SI,SE,SI)=MR(SI,SE,SI)+ME(SE,SI)+MD(SE,SI)
4580 MR(SI,SE,SA)=MR(SI,SE,SA)+ME(SE,SA)+MD(SE,SA)
4590 MR(SI,SL,TE)=MR(SI,SE,TE)+ME(SE,TE)+MD(SE,TE)
4600 IF I=N1 THEN 4620 ELSE 4610
4610 MR(SI,SE,TA)=MR(SI,SE,TA)+ME(SE,TA)+MD(SE,TA)
4620 NEXT J
4630 NEXT I
4640 MOR=0
4650 FOR I=1 TO N1
4660 FOR J=1 TO CR
4670 SE=J+(CR+1)*I
4680 SI=SE+1
4690 MOR=ABS(ME(SE,SI))+ABS(ME(SI,SE))+MOR
4700 NEXT J
4710 NEXT I

```

```

4720 IF MOR<1 THEN 4730 ELSE 3490
4730 FOR J=1 TO (CR+1)
4740 TE=J
4750 SE=J+(CR+1)
4760 IF S1=1 THEN 4770 ELSE 4790
4770 MR(S1,TE,SE)=MY(TL,SL)*.5*(MR(S1,SE,TE)-MY(SE,TE))
4780 GOTO 4800
4790 MR(S1,TL,SL)=.5*MR(S1,SL,TE)
4800 NEXT J
4810 FOR I=1 TO N1
4820 FOR J=1 TO (CR+1)
4830 SE=J+(CR+1)*I
4840 TA=SE+(CR+1): TE=SE-(CR+1)
4850 IF I=N1 THEN 4860 ELSE 4250
4860 M(S1,I)=- (MR(S1,SE,TE)+MR(S1,TE,SL))/N1(1)+M(S1,I)
4870 GOTO 4890
4880 M(S1,I)=(MR(S1,SE,TA)+MR(S1,TA,SE))/N1(1+I)-
(MR(S1,SE,TE)+MR(S1,TL,SE))/N1(1)+M(S1,I)
4890 NEXT J
4900 NEXT I
4910 FOR I=1 TO N1
4920 FOR J=1 TO (CR+1)
4930 SE=J+(CR+1)*I
4940 S1=SE+1:SA=SE-1:TA=SE+(CR+1):TE=SE-(CR+1)
4950 IF I=1 THEN 4960 ELSE 4970
4960 MR(S1,TL,SE)=MR(S1,TE,SE)/M(S1,S1)
4970 MR(S1,SL,SL)=MR(S1,SE,S1)/M(S1,S1)
4980 MR(S1,SE,SA)=MR(S1,SE,SA)/M(S1,S1)
4990 MR(S1,SL,TE)=MR(S1,SE,TE)/M(S1,S1)
5000 IF I=N1 THEN 5020 ELSE 5010
5010 MR(S1,SL,TA)=MR(S1,SE,TA)/M(S1,S1)
5020 NEXT J
5030 NEXT I
5040 REM ##### ELIMINACION DE GAUSS #####
5050 FOR I=1 TO N1
5060 A(S1,I)=M(S1,I)/M(S1,S1)
5070 NEXT I
5080 IF S1=N1 THEN 5090 ELSE 2880
5090 FOR M=1 TO N1
5100 FOR J=1 TO N1
5110 IF M=1 THEN 5120 ELSE 5170
5120 B(M)=B(M)/A(M,M)
5130 X(M)=A(M,M)
5140 FOR J=(M+1) TO N1
5150 C(J)=A(J,M)
5160 NEXT J
5170 IF I<M THEN 5410
5180 A(M,I)=A(M,I)/X(M)
5190 FOR J=(M+1) TO N1
5200 A(J,I)=A(M,I)*-C(J)+A(J,I)
5210 IF M=1 THEN 5220 ELSE 5400
5220 ZZ=M
5230 FOR II=M TO M
5240 FOR JJ=1 TO Y

```

```

5250 AA(11, JJ)=A(11, JJ)
5260 NEXT JJ
5270 BB(11)=B(11)
5280 NEXT 11
5290 FOR IS=M TO Y
5300 FOR IR=1 TO Y
5310 IF IS=Y THEN 5330 ELSE 5320
5320 A(1S, 1R)=A(1S+1, 1R):GOTO 5340
5330 A(1S, 1R)=AA(ZZ, 1R)
5340 NEXT IR
5350 IF IS=Y THEN 5370 ELSE 5360
5360 B(1S)=B(1S+1):GOTO 5360
5370 B(1S)=BB(ZZ)
5380 NEXT IS
5390 B(J)=B(M)*-C(J)+B(J)
5400 NEXT J
5410 NEXT I
5420 NEXT M
5430 FOR I=(N1-1) TO 1 STEP -1
5440 FOR M=1 TO 1
5450 B(M)=B(1+1)*-A(M, 1+1)+B(M)
5460 NEXT M
5470 NEXT I
5480 FOR I=1 TO N1
5490 FOR J=1 TO (CR+1)
5500 SI=J+(CR+1)*I
5510 S1=SE+1:SA=SE-1:TA=SI+(CR+1):TL=SE-(CR+1)
5520 FOR I=1 TO N1
5530 IF I=1 THEN 5540 ELSE 5550
5540 MI(TL, SE)=MR(K, TL, SE)*B(K)+MI(TL, SE)
5550 MI(SL, S1)=MR(K, SE, S1)*B(K)+MI(SE, S1)
5560 MI(SL, SA)=MR(K, SE, SA)*B(K)+MI(SE, SA)
5570 MI(SE, TE)=MR(K, SE, TE)*B(K)+MI(SE, TE)
5580 IF I=N1 THEN 5600 ELSE 5590
5590 MI(SE, TA)=MR(K, SE, TA)*B(K)+MI(SE, TA)
5600 NEXT I
5610 NEXT J
5620 NEXT I
5630 FOR I=1 TO N1
5640 FOR J=1 TO (CR+1)
5650 SE=J+(CR+1)*I
5660 S1=SE+1:SA=SE-1:TA=SE+(CR+1):TL=SE-(CR+1)
5670 IF I=1 THEN 5680 ELSE 5690
5680 MI(TL, SE)=MI(TL, SE)+MF(TE, SE)
5690 MI(SL, S1)=MI(SL, S1)+MF(SE, S1)
5700 MI(SL, SA)=MI(SE, SA)+MF(SE, SA)
5710 MI(SE, TE)=MI(SE, TE)+MF(SL, TE)
5720 IF I=N1 THEN 5740 ELSE 5730
5730 MI(SE, TA)=MI(SE, TA)+MF(SE, TA)
5740 NEXT J
5750 NEXT I
5760 GOTO 6500
5770 REN ##### RESULTADOS EN PANTALLA #####
5780 CUS:SCRLEN 0.1

```

```

5790 COLOR 7,9
5800 PRINT""," BARRA"," MOMENTO"," CARGA AXIAL"
5810 PRINT""," " " kg/m " " kg " ":PRINT
5820 FOR J=1 TO (CR+1)
5830 FOR I=1 TO NI
5840 LLE=LLE+1
5850 IF LLE>6 THEN GOTO ELSE 5910
5860 LLE=1:GOSUB 7060
5870 LOCATE 23,12:PRINT"..PRESTONE CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR..";
5880 C$=INKEY$:IF C$="" THEN 5880
5890 CLS:PRINT""," BARRA"," MOMENTO"," CARGA AXIAL"
5900 PRINT""," " " kg/m " " kg " ":PRINT
5910 P=J+(CR+1)*(I-1)
5920 S=J+(CR+1)*I
5930 PRINT " ",P;S,
5940 PRINT USING"#####.##":M1(P,S)
5950 PRINT " ",S;P,
5960 PRINT USING"#####.##":M1(S,P),
5970 PRINT " ";
5980 PRINT USING"#####.##":P(S,P)
5990 PRINT " ",CHR$(219);" ";CHR$(219);" ";CHR$(219);" ";CHR$(219);"
";CHR$(219);" ";CHR$(219);" ";CHR$(219);" ";CHR$(219);CHR$(219);" ";CHR$(219);"
";CHR$(219);" ";CHR$(219);" ";CHR$(219)
6000 NEXT I
6010 NEXT J
6020 FOR I=1 TO NI
6030 FOR J=1 TO CR
6040 LLE=LLE+1
6050 IF LLE>6 THEN GOTO ELSE 6110
6060 LLE=1:GOSUB 7060
6070 LOCATE 23,12:PRINT"..PRESTONE CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR..";
6080 C$=INKEY$:IF C$="" THEN 6080
6090 CLS:PRINT""," BARRA"," MOMENTO"," CARGA AXIAL"
6100 PRINT""," " " kg/m " " kg " ":PRINT
6110 S1=J+(CR+1)*I
6120 S1=SE+I
6130 PRINT " ",S1;S1,
6140 PRINT USING"#####.##":M1(S1,S1)
6150 PRINT " ",S1;SE,
6160 PRINT USING"#####.##":M1(S1,SE)
6170 PRINT " ",CHR$(219);" ";CHR$(219);" ";CHR$(219);" ";CHR$(219);"
";CHR$(219);" ";CHR$(219);" ";CHR$(219);" ";CHR$(219);CHR$(219);" ";CHR$(219);"
";CHR$(219);" ";CHR$(219);" ";CHR$(219)
6180 NEXT J
6190 NEXT I
6200 GOSUB 7060:LOCATE 23,12:PRINT"..PRESTONE CUALQUIER TECLA PARA
CONTINUAR..";
6210 C$=INKEY$:IF C$="" THEN 6210
6220 CLS:GOTO 6330
6230 FOR I=1 TO NI
6240 FOR J=1 TO (CR+1)
6250 S1=J+(CR+1)*I
6260 S1=SI+1:SA=SE-1:TA=SE+(CR+1):TE=SE-(CR+1)
6270 IF I=NI THEN 6280 ELSE 6290

```

```

6280 ME(SE,SA)=0:ML(SE,S1)=0:ML(SL,IL)=0:GOTO 6300
6290 ME(SE,S1)=0:ME(SE,SA)=0:ME(SL,TA)=0:ME(SE,TE)=0
6300 NEXT J
6310 NEXT I
6320 RETURN
6330 CLS:PRINT
6340 LOCATE 4,15:PRINT"                M E N U "
6350 LOCATE 11,15:PRINT" Creación de un nuevo problema ..... 1"
6360 LOCATE 13,15:PRINT" Utilización del mismo problema ..... 2"
6370 LOCATE 15,15:PRINT" Impresión de datos y resultados ..... 3"
6380 LOCATE 17,15:PRINT" Fin ..... 4"
6390 LOCATE 20,15:INPUT" OPRIMA LA OPCION DESADA ..... ";AR$
6400 BR=VAL(AR$)
6410 IF BR=0 THEN 6390
6420 IF BR<0 THEN 6330
6430 IF BR>4 THEN 6330
6440 IF BR=4 THEN 6450 ELSE 6460
6450 CLS:KEY ON:END
6460 IF BR=1 THEN 190
6470 IF BR=2 THEN 7310 ELSE 6480
6480 IF BR=3 THEN 7400 ELSE 6330
6490 REM #####OBTENCION DE CARGAS AXIALES #####
6500 FOR I=1 TO NI
6510 FOR J=1 TO (CR+1)
6520 SE=J+(CR+1)*I
6530 SI=SE+1:SA=SE-1:TE=SE-(CR+1):TA=SE+(CR+1)
6540 IF I=NI THEN 6600 ELSE 6550
6550 IF J=1 THEN 6560 ELSE 6570
6560 O(SE)=(LI(SE,TE)/L(SE,TE)+EI(SE,TA)/L(SE,TA))/(EI(SE,S1)/L(SE,S1)):GOTO
6660
6570 IF J=(CR+1) THEN 6580 ELSE 6590
6580 O(SE)=(EI(SI,TE)/L(SE,TE)+EI(SL,TA)/L(SE,TA))/(LI(SE,SA)/L(SE,SA)):GOTO
6660
6590
O(SE)=(EI(SE,TE)/L(SE,TE)+EI(SE,TA)/L(SE,TA))/(EI(SE,SA)/L(SE,SA)+EI(SE,S1)/L(S
E,S1)):GOTO 6660
6600 IF J=1 THEN 6610 ELSE 6620
6610 O(SE)=(LI(SE,TE)/L(SE,TE))/(EI(SE,S1)/L(SE,S1)):GOTO 6650
6620 IF J=(CR+1) THEN 6630 ELSE 6640
6630 O(SL)=(EI(SE,TE)/L(SE,TE))/(EI(SE,SA)/L(SE,SA)):GOTO 6650
6640 O(SE)=(EI(SE,TE)/L(SE,TE))/(EI(SE,SA)/L(SE,SA)+EI(SE,S1)/L(SL,S1))
6650 O(J)=1
6660 NEXT J
6670 NEXT I
6680 FOR J=1 TO (CR+1)
6690 FOR I=1 TO NI
6700 I*=J+(CR+1)*(I-1):S=J+(CR+1)*I
6710 Q=(O(S)+O(I))/2
6720 IF Q<2 THEN 6730 ELSE 6740
6730 K(P,S)=(20-Q)/20*SQR(1+Q):GOTO 6750
6740 K(P,S)=.9*SQR(1+Q)
6750 K(S,P)=K(P,S)
6760 NEXT I
6770 NEXT J

```

```

6780 FOR J=1 TO (CR+1)
6790 FOR I=NI TO 1 STEP -1
6800 SE=J+(CR+1)*I:SU=J+(CR+1)*(I+1)
6810 SA=SE-1:S1=SE+1:TA=SE+CR+1:TE=SL-(CR+1)
6820 IF J=1 THEN 6830 ELSE 6870
6830 IF I=NI THEN 6840 ELSE 6850
6840 P(SE,TE)=(MT(SE,S1)+MT(S1,SE)-CAR(1)*L(SE,S1)^2/2)/L(S1,S1):GOTO 7020
6850 P(SE,TE)=(MT(SE,S1)+MT(S1,SE)-CAR(1)*L(SE,S1)^2/2-
P(SU,SE)*L(SE,S1))/L(SE,S1)
6860 GOTO 7020
6870 IF J=(CR+1) THEN 6880 ELSE 6920
6880 IF I=NI THEN 6890 ELSE 6900
6890 P(SE,TE)=(MT(SE,SA)+MT(SA,SE)+CAR(1)*L(SE,SA)^2/2)/L(SE,SA):GOTO 7020
6900
P(SE,TE)=(MT(SE,SA)+MT(SA,SL)+CAR(1)*L(SE,SA)^2/2+P(SU,SE)*L(SE,SA))/L(SE,SA)
6910 GOTO 7020
6920 IF I=NI THEN 6930 ELSE 6980
6930 P(SE,TE)=(MT(SE,SA)+MT(SA,SL)+CAR(1)*L(SE,SA)^2/2)/L(SE,SA)
6940 KI=P(SE,TE)
6950 P(SE,TE)=P(SE,TE)-(MT(SE,S1)+MT(S1,SE)-CAR(1)*L(SE,S1)^2/2)/L(SE,S1)
6960 KA=P(SE,TE)-KI
6970 GOTO 7020
6980 P(SE,TE)=(MT(SE,SA)+MT(SA,SE)+CAR(1)*L(SE,SA)^2/2+KI*L(SE,SA))/L(SE,SA)
6990 KI=P(SE,TE)
7000 P(SE,TE)=P(SE,TE)-(MT(SE,S1)+MT(S1,SE)-CAR(1)*L(SE,S1)^2/2-
KA*L(SE,S1))/L(SE,S1)
7010 KA=P(SE,TE)-KI
7020 NEXT I
7030 NEXT J
7040 GOTO 5780
7050 REM ##### SUB-RUTINA GRAFICA EN PANTALLA #####
7060 RETURN
7070 CLS:SCREEN 2
7080 LINE (210,68)-(402,68)
7090 LINE (210,100)-(402,100)
7100 LINE (210,132)-(402,132)
7110 LINE (210,162)-(402,162)
7120 LINE (180,163)-(422,163)
7130 LINE (210,69)-(210,162)
7140 LINE (275,68)-(275,162)
7150 LINE (339,68)-(339,162)
7160 LINE (401,68)-(401,162)
7170 FOR I=1 TO 4
7180 LOCATE 20,(18+8*I):PRINT I
7190 LOCATE 16,(18+8*I):PRINT I+4
7200 LOCATE 12,(18+8*I):PRINT I+8
7210 LOCATE 8,(18+8*I):PRINT I+12
7220 NEXT I
7230 LOCATE 4,18:PRINT"- Aqui se muestra la numeración de los nudos"
7240 LOCATE 10,18:PRINT"NIVEL 3"
7250 LOCATE 14,18:PRINT"NIVEL 2"
7260 LOCATE 18,18:PRINT"NIVEL 1"
7270 LOCATE 5,18:PRINT" para la obtención de fuerzas y momentos:"
7280 LOCATE 23,18:PRINT" PRESIONE CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR....";

```

```

7290 C$=INKEY$:IF C$="" THEN 7290
7300 SCREEN 0:RETURN
7310 CLS
7320 OPEN "0",#1,"A:KITYS.DAT"
7330 FOR J=1 TO 3
7340 PRINT #1,NI(1),CAR(1),IV(1),IC(1),CR(1)
7350 NEXT J
7360 PRINT #1,CARL,CR,NI
7370 CLOSE #1
7380 CLEAR:II7=II1+1:GOTO 1390
7390 REM ##### IMPRESION DE RESULTADOS #####
7400 GOTO 7810
7410 GOSUB 7430
7420 GOTO 7490
7430 CLS:LPRINT"":LPRINT"":LPRINT"":LPRINT"":LPRINT"":LPRINT""
7440 LPRINT " ";CHR$(219);" ";CHR$(219);" ";CHR$(219);" I M P R E S I O N
D E R E S U L T A D O S ";CHR$(219);" ";CHR$(219)
7450 LPRINT " ";":LPRINT"":LPRINT
7460 LPRINT " ";":," BARRA"," MOMENTO"," CARGA AXIAL"
7470 LPRINT " ";":," " " kg/m " " kg "":LPRINT
7480 RETURN
7490 FOR J=1 TO (CR+1)
7500 FOR I=1 TO NI
7510 P=J+(CR+1)*(I-1)
7520 S=J+(CR+1)*I
7530 LPRINT " ";":",P;S,
7540 LPRINT USING"#####.##";MT(P,S)
7550 LPRINT " ";":",S;P,
7560 LPRINT USING"#####.##";MT(S,P),
7570 LPRINT " ";":
7580 LPRINT USING"#####.##";P(S,P)
7590 LPRINT " ";":",CHR$(219);" ";CHR$(219);" ";CHR$(219);"
";CHR$(219);" ";CHR$(219);" ";CHR$(219);" ";CHR$(219);" ";CHR$(219),CHR$(219);"
";CHR$(219);" ";CHR$(219);" ";CHR$(219);" ";CHR$(219)
7600 NEXT I
7610 NEXT J
7620 FOR I=1 TO NI
7630 FOR J=1 TO CR
7640 IF NI=3 AND I=2 AND J=2 THEN 7650 ELSE 7660
7650 LPRINT CHR$(12):GOSUB 7430
7660 SE=J+(CR+1)*I
7670 S1=SE+1
7680 LPRINT " ";":",SE;S1,
7690 LPRINT USING"#####.##";MT(SE,S1)
7700 LPRINT " ";":",S1;SE,
7710 LPRINT USING"#####.##";MT(S1,SE)
7720 LPRINT " ";":",CHR$(219);" ";CHR$(219);" ";CHR$(219);"
";CHR$(219);" ";CHR$(219);" ";CHR$(219);" ";CHR$(219);" ";CHR$(219),CHR$(219);"
";CHR$(219);" ";CHR$(219);" ";CHR$(219);" ";CHR$(219)
7730 NEXT J
7740 NEXT I
7750 LOCATE 13,19:PRINT"PARA LIBRAR EL SPOOLING. OPRIMA DOS VECES"
7760 LOCATE 14,19:PRINT"AL MISMO TIEMPO: (CONTROL), (ALT) Y (*)"
7770 LOCATE 15,19:PRINT"DESPUES PUEDE OPRIMIR CUALQUIER TECLA"

```



```

7780 C5=INKEY$:IF C5="" THEN 7790
7790 CLS
7800 GOTO 6340
7810 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
7820 LPRINT " ";CHR$(219);" ";CHR$(219);" H O J A D E D
A T O S D E E N T R A D A ";CHR$(219);" ";CHR$(219)
7830 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
7840 LPRINT" ";"NUMERO DE NIVELES ";:NI
7850 LPRINT
7860 LPRINT" ";"NUMERO DE CRUJIAS ";:CR
7870 LPRINT
7880 LPRINT
7890 FOR I=1 TO NI
7900 LPRINT" ";"NIVEL ";:I:LPRINT
7910 LPRINT" ";"CARGA LINEALMENTE REPATIDA (kg/m)
: ";CAR(I)
7920 LPRINT
7930 LPRINT" ";"ALTURA DE COLUMNA (mt)
: ";NI(1)
7940 LPRINT
7950 LPRINT" ";"INERCIA TRABES
: ";IV(1)
7960 LPRINT
7970 LPRINT" ";"INERCIA RELATIVA COLUMNAS
: ";IC(1)
7980 LPRINT:LPRINT
7990 NEXT I
8000 LPRINT
8010 FOR J=1 TO CR
8020 LPRINT" ";"LONGITUD DE CRUJIA (mL) ";:J:"
: ";CR(J)
8030 LPRINT
8040 NEXT J
8050 LPRINT:LPRINT
8060 LPRINT" ";"CARGA LATERAL (kg/m)
: ";CARL
8070 LPRINT CHR$(12):GOTO 7410

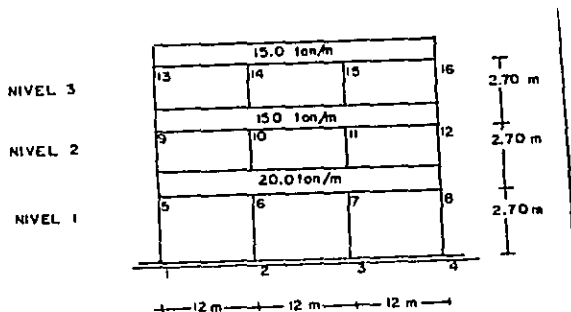
```

EJEMPLOS

Una vez enterados de cual es el funcionamiento de este programa procederemos a la solución de dos ejemplos ilustrativos.

Ejemplo 1

Se tiene una estructura reticular de tres niveles y tres cruñas sometida a las cargas que se muestran en la figura.



Teóricamente el material tiene el mismo módulo de elasticidad en todas sus barras, a continuación se da las inercias para las trabes y columnas, recordando que las inercias en las columnas de un mismo nivel son las mismas, igualmente la de las vigas.

NIVEL 1 : Inercia de columnas = 1
Inercia de vigas = 3

NIVEL 2 : Inercia de columnas = 1
Inercia de vigas = 2

NIVEL 3 : Inercia de columnas = 1
Inercia de vigas = 2

Encontrar los momentos en lo extremos de las barras y las cargas axiales de las columnas del marco.

LA SOLUCION SE MUESTRA EN LA SIGUIENTE PAGINA.

■ ■ HOJA DE DATOS DE ENTRADA ■ ■

NUMERO DE NIVELES : 3

NUMERO DE CRUJIAS : 3

NIVEL : 1

CARGA LINEALMENTE REPATIDA (kg/m) : 20000

ALTURA DE COLUMNA (mt) : 2.7

INERCIA TRABES : 3

INERCIA RELATIVA COLUMNAS : 1

NIVEL : 2

CARGA LINEALMENTE REPATIDA (kg/m) : 15000

ALTURA DE COLUMNA (mt) : 2.7

INERCIA TRABES : 2

INERCIA RELATIVA COLUMNAS : 1

NIVEL : 3

CARGA LINEALMENTE REPATIDA (kg/m) : 15000

ALTURA DE COLUMNA (mt) : 2.7

INERCIA TRABES : 2

INERCIA RELATIVA COLUMNAS : 1

LONGITUD DE CRUJIA (mt) : 1 : 12

LONGITUD DE CRUJIA (mt) : 2 : 12

LONGITUD DE CRUJIA (mt) : 3 : 12

CARGA LATERAL (kg/m) : 0

IMPRESION DE RESULTADOS

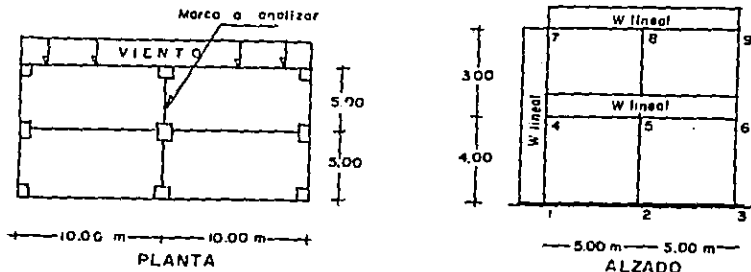
BARRA	MOMENTO kg/m	CARGA AXIAL kg
1 5	42456.49	
5 1	84912.98	286139.30
5 9	101101.20	
9 5	74832.86	172471.20
9 13	90116.25	
13 9	131668.00	84412.76
2 6	-4934.13	
6 2	-9868.25	613860.80
6 10	-8798.24	
10 6	-2793.99	367528.80
10 14	-5935.32	
14 10	-15080.98	185587.30
3 7	4934.13	
7 3	9868.25	613860.80
7 11	8798.24	
11 7	2793.99	367528.80
11 15	5935.32	
15 11	15080.98	185587.30
4 8	-42456.49	
8 4	-84912.98	286139.30
8 12	-101101.20	
12 8	-74832.86	172471.20
12 16	-90116.25	
16 12	-131668.00	84412.76
5 6	-186014.20	
6 5	261997.00	
6 7	-243330.60	
7 6	243330.60	
7 8	-261997.00	
8 7	186014.20	
9 10	-164969.10	
10 9	188247.70	

■ ■ I M P R E S I O N D E R E S U L T A D O S ■ ■

BARRA	MOHENTO kg/m	CARGA AXIAL kg
10 11	-179518.40	
11 10	179518.40	
■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■
11 12	-188247.70	
12 11	164949.10	
■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■
13 14	-131668.00	
14 13	198715.00	
■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■
14 15	-183634.00	
15 14	183634.00	
■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■
15 16	-198715.00	
16 15	131668.00	
■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■

Ejemplo 2

La siguiente estructura se va a diseñar para soportar vientos hasta de 110 km/hr, en el primer nivel soporta una carga de 17.500 kg/m, el segundo nivel de 15.000 kg/m, en la fig-1 se muestra la planta del edificio.



En la fig-2 se se muestra el marco a analizar, con sus cargas representadas y sus dimensiones; A continuación se muestran las inercias de los elementos.

NIVEL 1 : Inercias de columnas = 1
Inercias de vigas = 2

NIVEL 2 : Inercias de columnas = 1
Inercias de vigas = 2

En este caso nos solo nos interesa saber cuales son los momentos en los extremos y cargas en las columnas de cada baira, del marco interior, que se representa en la fig-2.

solucion:

Se necesita determinar el valor de la carga lineal producida por el viento.

De la formula de manual de Altos Hornos de México:

$$W = 0.00555 * C * A * V^2$$

donde C = 0.75

$$W = 0.00555 * 0.75 * 10 * 110^2$$

$$W = 499.12 \text{ kg/m}$$

Este dato va a entrar como la carga lineal en la hoja de resultados.

■ ■ HOJA DE DATOS DE ENTRADA ■ ■

NUMERO DE NIVELES : 2

NUMERO DE CRUJIAS : 2

NIVEL : 1

CARGA LINEALMENTE REPATIDA (kg/m) : 17500

ALTURA DE COLUMNA (mt) : 4

INERCIA TRABES : 2

INERCIA RELATIVA COLUMNAS : 1

NIVEL : 2

CARGA LINEALMENTE REPATIDA (kg/m) : 15000

ALTURA DE COLUMNA (mt) : 3

INERCIA TRABES : 2

INERCIA RELATIVA COLUMNAS : 1

LONGITUD DE CRUJIA (mt) : 1 : 5

LONGITUD DE CRUJIA (mt) : 2 : 5

CARGA LATERAL (kg/m) : 499.12

■ ■ IMPRESION DE RESULTADOS ■ ■

BARRA	MOMENTO Kg/m	CARGA AXIAL kg
1 4	975.07	
4 1	6198.27	73637.13
■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■
4 7	17800.70	
7 4	18267.55	33631.37
■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■
2 5	-2221.78	
5 2	-2191.91	178404.10
■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■
5 8	2044.45	
8 5	1409.09	83478.34
■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■
3 6	-6094.61	
6 3	-9937.57	72958.78
■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■
6 9	-14227.55	
9 6	-15971.30	32890.30
■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■
4 5	-23998.97	
5 4	42720.19	
■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■
5 6	-42572.72	
6 5	24165.13	
■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■
7 8	-18267.55	
8 7	37610.72	
■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■
8 9	-39019.82	
9 8	15971.30	
■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Se comprobó que el uso de la computadora es una gran herramienta para el cálculo de estructuras, además del de distribución de momentos, puede realizar cálculos en otros métodos de análisis estructural, como lo son el de Kani, pendiente de desviación entre otros.

Se pudo ver también las limitantes de este problema sobre todo en lo que corresponde a tipos de marcos que se pueden analizar, además del tipo de cargas a las que están sometidas. En este caso, se diseñó para meter las dimensiones y las cargas en forma de nivel y de cruzi, una forma más ventajosa sería trabajar por medio de coordenadas, esto con el fin de poder formar cualquier tipo de estructura en el espacio, su desventaja es que la entrada de datos sería muy tardada pues tendrían que estar los datos en forma de ordenadas y abscisas.

Nuestro problema pudo tener otro enfoque, el análisis sísmico, pero ese tema podría ser otra adaptación al problema. En el cálculo de concreto (método plástico), se necesitan conocer los esfuerzos a que están sometidos, esto es, una combinación de cargas actuantes, que podrían separarse como cargas vivas, muertas, de sismo y viento entre otras; este programa es una manera fácil de calcular todos los tipos de solicitudes a las que está sometida una estructura en una manera segura y rápida; pues es rapidez lo que en un momento da la pauta para poder elegir entre uno o otro método, o sistema.

B I B L I O G R A F I A

BIBLIOGRAFIA

J. Sterline Kinney. "Análisis de Estructuras indeterminadas". C, E, C, S, A, 1982

Yuan-Jyu-Hsieh. "Teoría elemental de estructuras". Prentice Hall, Nov. 1984.

Casio. "Owner's Manual Tx-750. 1986 .

Luis Toyares Aguilar. "Programación básica". McGraw Hill. México D.T. 1985.

José Canba y Francisco Chucón. "Apuntes de Análisis Estructural I". U.N.A.M 1988.