



Escuela Nacional de Estudios Profesionales

ACATLAN - U. N. A. M.

**Diseño Programado de Elementos Estructurales
Sujetos a Esfuerzos Combinados**

T E S I S
Que para obtener el título de :
I N G E N I E R O C I V I L
p r e s e n t a :
BRUNO MARTINEZ MORENO



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

INTRODUCCION

- I. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE ELEMENTOS SUJETOS A FLEXION.
 - II. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE ELEMENTOS SUJETOS A ESFUERZOS COMBINADOS.
 - III. ALGORITMO DE SOLUCION.
 - IV. DIAGRAMA DE FLUJO
 - V. PROGRAMA DE DISEÑO.
 - VI. APLICACIONES.
- CONCLUSIONES.
- BIBLIOGRAFIA.

INTRODUCCION

Siendo el Diseño Estructural una de las partes de la Ingeniería Civil - donde se desarrolla e invierte más trabajo y tiempo se han hecho esfuerzos por tratar de simplificar en lo posible dicha labor.

La palabra "simplificar" encierra en sí otra palabra muy conocida como es "optimizar".

Bien, con esto desembocamos al punto clave de este escrito, es decir, - lo que nos interesa es "optimizar tiempo y trabajo", y por consiguiente costo.

Debido al desarrollo acelerado de la Computación en los últimos 20 años se ha logrado un valioso avance en su aplicación a la resolución de problemas en todas las áreas del conocimiento científico.

De éste modo, teniendo a mi alcance la herramienta con la cual podría - cumplir el objetivo anteriormente mencionado fue como esta tesis resultó ser una de las miles aplicaciones de la Computación en la Ingeniería Civil.

El Diseño de Estructuras encierra 2 partes fundamentales; la primera, - llamada Análisis Estructural, consiste en determinar las CARGAS a las - que estará sujeta la Estructura para poder determinar los esfuerzos que éstas producen en la estructura; dichos esfuerzos se denominan comunmente como Elementos Mecánicos.

La segunda parte del diseño consiste en buscar una sección que sea capaz de resistir los elementos mecánicos que actúan en la estructura; dicha búsqueda desemboca en un ciclo: proponer una sección y revisar que cumpla ciertos requerimientos (elementos mecánicos, flecha, etc), si es adecuado tratar de mejorarla y dar por terminado el diseño; si no es -- adecuada se propone otra y se vuelve a revisar, y así sucesivamente hasta encontrar la sección conveniente.

Este procedimiento mecanizado en el diseño estructural conduce a una fácil adaptación a un programa computacional.

En ésta Tesis se elaboró un sistema mediante el cual diseñar estructuras de acero, dando por hecho que ya se tienen como datos los Elementos Mecánicos, que forman parte de la primera fase del diseño de estructuras.

Esta omisión se hace debido a la gran cantidad de programas ya existentes para desarrollar el análisis de cualquier tipo de estructura.

Sin embargo, en la 2a. fase del diseño la elaboración de programas se ha limitado debido a que interviene en bastante porcentaje el criterio y --sentimiento del diseñador, par de cuestiones que una computadora nunca -podrá poseer.

Para el diseño de Estructuras de Acero se tienen tabulados en los manuales existentes los datos necesarios para el diseño de una gran cantidad de formas de perfiles laminados, así el estructurista primero selecciona la forma de perfil y escoge uno que considere será adecuado, y empieza -el ciclo anteriormente descrito, siendo lo mas tardado probar si el perfil es o no conveniente.

Debido a la gran cantidad de formas de perfiles que el diseñador puede -escoger, de antemano se ha seleccionado una única forma, que es la mas -común para estructuras regulares, así se establece que solo se trabajará con perfiles "I". En el capítulo III se tratará mas ampliamente el he--cho de seleccionar solo un perfil.

En los capítulos I y II se tratará muy brevemente el comportamiento es--tructural de una barra sujeta a diferentes esfuerzos. Estos esfuerzos -son Flexión, Cortante, Tensión, Compresión y las consiguientes combina--ciones, siendo las de mayor importancia y ocurrencia las de Flexocompre--sión, Flexotensión y Flexión y Cortante.

Para entender dichos esfuerzos combinados es fundamental entender prime--ro la flexión pura, cuestión tratada en el primer capítulo de ésta Tesis. El objetivo de éstos 2 capítulos no es desarrollar una teoría sobre el -comportamiento estructural, sino solamente sentar el peso que tiene en el diseño de estructuras, ya que si se sabe como se comporta un elemento su--jeto a ciertas cargas, se puede determinar mas fácilmente como se debe -dimensionar, por ejemplo, si en un momento dado que es lo que necesito -mas, aumentar el peralte, disminuir el radio de giro, etc.

Los capítulos III, IV y V constituyen todo lo referente al diseño, elabo--ración y funcionamiento del mismo, que viene a ser la parte medular de -ésta Tesis.

En el último capítulo se dan las aplicaciones que puede tener el programa tanto en la vida práctica como a nivel escolar.

Las especificaciones de Diseño a seguir son las recomendadas por el Instituto Americano de Construcción de Acero, las cuales se presentan al final de los capítulos I y II de acuerdo a lo estudiado en dichos ítems. Como último se aclara que se trabajará con acero A-36 con un esfuerzo a la fluencia de $2'530.0 \text{ K/cm}^2$, debido a ser el mas comercial.

Las especificaciones de Diseño a seguir son las recomendadas por el Instituto Americano de Construcción de Acero, las cuales se presentan al final de los capítulos I y II de acuerdo a lo estudiado en dichos ítems. Como último se aclara que se trabajará con acero A-36 con un esfuerzo a la fluencia de $2'530.0 \text{ K/cm}^2$, debido a ser el mas comercial.

CAPITULO I

COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE ELEMENTOS SUJETOS A FLEXION.

En éste capítulo se tratará lo referente a elementos estructurales sujetos a Flexión Pura, así como las especificaciones de diseño correspondiente a tal esfuerzo.

Las barras de eje recto sometidas a la acción de fuerzas transversales y, frecuentemente, de pares aplicados en los extremos, constituyen un porcentaje importante de las piezas que forman parte de las estructuras reticulares. Su capacidad para resistir cargas y transmitir las a los apoyos -- proviene fundamentalmente de su resistencia a flexión, pues aunque ésta -- solicitación se presenta en la mayor parte de los casos acompañada por -- fuerzas cortantes, éstas suelen tener una influencia secundaria en el comportamiento de los elementos estructurales en consideración.

En la mayoría de las estructuras ordinarias los elementos sujetos a éste tipo de esfuerzo son prismáticos, es decir, el eje de la barra en el plano de flexión es de longitud varias veces mayor que las dimensiones de -- sus secciones transversales denominándose como vigas. Las vigas por estudiar son de sección constante a todo lo largo.

El diseño de una viga es idéntico al descrito en la introducción de ésta Tesis: Una vez obtenidas las solicitaciones que obrarán en el elemento, se escoge una viga con ciertas características geométricas y mecánicas y se calcula su capacidad de carga, la cual se compara con las solicitaciones a que quedará sometida en la estructura de la que formará parte, el resultado de ésta comparación indica si la viga escogida es adecuada o si deben modificarse sus características para obtener una resistencia mas -- cercana a la deseada.

Además, deben satisfacerse simultáneamente algunos requisitos de funcionalidad, por ejemplo, que las deformaciones máximas producidas por las solicitaciones de trabajo no excedan determinados valores límite.

Como una viga puede fallar de muchas maneras sustancialmente diferentes y no es en general fácil predecir a primera vista, en cada caso particular, cual es la mas crítica, dado el gran número de factores que intervienen -- en el fenómeno (tipo de acero empleado, proporciones de las secciones ---

transversales, soporte exterior, etc. los que, además, están relacionados entre sí), debe determinarse primero la forma mas probable de falla para obtener la carga correspondiente y no sobrestimar la resistencia, como su cedería si se considerase otra forma de colapso.

El colapso de una viga de acero estructural puede presentarse de algunas de las maneras siguientes; que son las mas comunes:

- 1) Por exceso de flexión en el plano de las cargas.
- 2) Por cortante.
- 3) Por inestabilidad (pandeo lateral por flexotorsión o pandeo local).

Para el primer tipo de falla lo importante es tener presente un momento - resistente capaz de contrarrestar al momento producido por las cargas actuantes en nuestro elemento; recordando la fórmula de la escuadría, - - - $M = S \cdot \sigma$. S vemos que el momento es función directa del módulo de sección y del esfuerzo actuante, el cual debe ser menor a cierto valor admisible. A su vez "S" es función directa del momento de inercia "I" e inversa del peralte "d", lo que indica, que para aumentar el momento resistente tenemos que aumentar "d" ya que "I" aumenta en proporciones varias veces mayor que "d"; ésto constituye una herramienta importante para el diseñador. La falla por Cortante se prevée dotando al perfil de suficiente área para resistir dicho esfuerzo.

Para perfiles en forma de "I" el cortante se resiste por el área del alma, de éste modo el criterio para atacar un problema de cortante es sin duda aumentar el peralte.

El tercer tipo de falla, en vigas sujetas a flexión, se debe a la carga de compresión existente en el patín superior, originada por el momento -- flexionante actuante.

El patín se pandea lateralmente si no es suficientemente rígido.

El reglamento AISC establece ciertas proporciones entre las dimensiones - de la sección para evitar tal tipo de falla. En el caso de perfiles laminados tal problema puede ignorarse, ya que dichos perfiles cumplen con las proporciones dadas.

Las especificaciones que establece el AISC para el diseño de estructuras se divide en 2 grupos: Secciones Compactas y Secciones NO Compactas.

El primer tipo de secciones es un caso muy especial, ya que las proporcio

nes entre sus dimensiones deben cumplir con valores admisibles mas estrictos, que permitan se cumplan dichas normas, lo cual incrementa el costo de la estructura; por otro lado las conexiones entre piezas de sección compacta deben cumplir con ciertos requisitos difíciles de lograr. Este tipo de secciones constituyen las estructuras con un factor de ductilidad de 6 para su análisis sísmico, factor difícil de obtenerse por los múltiples requerimientos que exige el Reglamento del D.D.F. de Diseño Sísmico. Por todos estos motivos, de aquí en adelante se entiende se estudian las especificaciones correspondientes al 2o. tipo de Secciones.

ESPECIFICACIONES A.I.S.C.

Nota: Las fórmulas se presentan simplificadas, dando por hecho que el acero es A - 36.

En las fibras extremas de miembros sujetos a flexión:

I. Tensión:

$$F_b = 0.60 F_y$$

II. Compresión:

II.1) El esfuerzo a flexión permisible será el mayor de las fórmulas 1 ó 2 y 3 según cual sea aplicable, pero nunca mayor a 0.60F_y.

Cuando: $53\sqrt{CB} \leq L/r_T \leq 119\sqrt{CB}$

$$F_b = 1680.0 - \frac{(L/r_T)^2}{16.81 CB} \quad \text{----- 1}$$

Cuando: $L/r_T \geq 119\sqrt{CB}$

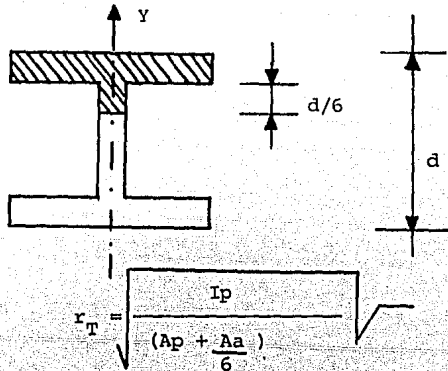
$$F_b = \frac{11950 \times 10^3 CB}{(L/r_T)^2} \quad \text{----- 2}$$

O cuando el patín comprimido es macizo de sección transversal aproximadamente rectangular y a su vez no es menor que la del patín a tensión:

$$F_b = \frac{843700 CB}{(L_d/A_p)} \quad \text{----- 3}$$

L. = Longitud libre de Pandeo (Distancia entre secciones arriostradas o contraventeadas).

r_T . = Radio de giro de la sección achurada



I_p .- Momento de Inercia de dicha sección respecto a " y ".

A_p .- Area del patín comprimido.

A_a .- Area del alma.

$$CB = 1.75 + 1.05 \frac{M_1}{M_2} + 0.3 \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^2 \leq 2.3$$

M_1 .- Menor momento flexionante en el extremo de la pieza.

M_2 .- Mayor momento flexionante en el extremo de la pieza.

Donde: $(M_1/M_2) > 0.00$ si la curvatura es doble.

$(M_1/M_2) < 0.00$ si la curvatura es simple.

Si el momento flexionante en cualquier punto de la longitud no arriostrada es mayor que los de los extremos $CB = 1.0$, aplicando lo mismo a cantilevers.

CAPITULO II

COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE ELEMENTOS SUJETOS A ESFUERZOS COMBINADOS.

Los tipos de esfuerzo combinado mas comunes son Flexocompresión, Flexotensión, Flexión y Cortante.

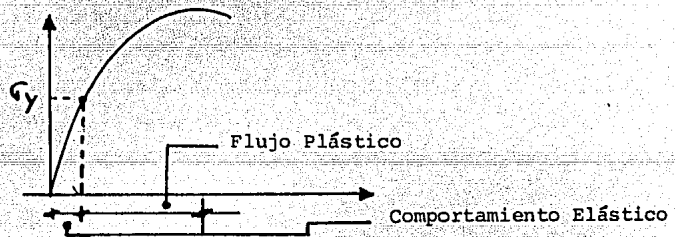
El cortante en sí aparece junto con cada uno de tales esfuerzos ya que actúa en forma independiente, por lo que siempre se estudiará como un solo esfuerzo sin atender a la acción de los demás.

Los 2 primeros son los que son correlativos con respecto a los esfuerzos que los forman. La mejor forma de estudiarlos es tratar independientemente a c/u de los esfuerzos que forman la combinación y después estudiarlos conjuntamente.

El esfuerzo a flexión se trató en el capítulo anterior, así que solo se tratará en éste Compresión y Tensión antes de pasar a la combinación de éstos últimos con el primero.

II.1 Comportamiento de barras sujetas a Tensión.

El comportamiento estructural de una barra sujeta a tensión se presenta en la siguiente figura:



El diseño elástico establece que en miembros sujetos a tensión el esfuerzo permisible máximo es el 60% del de fluencia.

Sabiendo que $\sigma = P/A$ ó $\sigma = T/A \Rightarrow A = T/\sigma_p$

Así para una carga dada de tensión, el perfil adecuado será aquel cuya área sea igual o mayor al resultado de "T" entre el esfuerzo admisible -- que es $0.6 \sigma_y$, que para acero A-36 será de 1520.0 K/cm^2 , constituyendo uno de los problemas mas sencillos del diseño estructural.

II.2 Comportamiento de barras sujetas a Compresión.

Una columna se puede definir como una pieza recta sobre la que actúa una fuerza axial de compresión.

El comportamiento de una barra sujeta a compresión difiere mucho de aquel a tensión, donde los elementos se diseñan de manera que los esfuerzos máximos no sobrepasen un cierto valor, generalmente un porcentaje del esfuerzo de fluencia, no siendo éste el caso para columnas esbeltas sujetas a compresión ya que el diseño no se basa en el cálculo de esfuerzos debido a que eventualmente la columna puede llegar a ser inestable, para valores quizá reducidos de los esfuerzos.

La resistencia de una pieza flexocomprimida no depende de la magnitud de los esfuerzos sino de las condiciones que originan el equilibrio inestable, caracterizado por incrementos muy grandes de las deformaciones correspondientes a pequeños aumentos de las cargas.

Euler en 1744 determinó que existía una carga, para la cual la columna entraba a un estado incipiente de falla tomando en cuenta los problemas de inestabilidad, la cual se denominó como carga crítica de Euler, siendo su valor:

$$P_{crit} = \frac{\pi^2 EI}{4 L^2} \quad \text{--- 1}$$

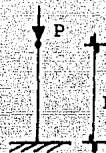


Fig. 1.

basándose en el modelo de la figura (1) y que la carga no era excéntrica. Posteriormente se hicieron modificaciones a ésta fórmula, introduciendo un factor que tomara en cuenta las condiciones de apoyo en ambos extremos de la columna, es decir:

$$P_{crit} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2} \quad \text{--- 2}$$

Siendo "K" el factor de longitud efectiva, y sus posibles valores se encuentran con facilidad en la literatura.

Dividiendo entre el área "A" la fórmula (2):

$$\frac{P_{crit}}{A} = \frac{\pi^2 EI}{A(KL)^2}$$

$$\frac{P_{crit}}{A} = \frac{\pi^2 E}{(KL)^2} \cdot \frac{I}{A}$$

Recordando que:

$$\frac{I}{A} = r^2 \quad \text{y} \quad \sigma = \frac{P}{A}$$

$$\sigma_{crit} = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2} \quad \text{-----} \quad 3$$

Esfuerzo Crítico de Pandeo Elástico.

(Aplicable a columnas esbeltas o largas).

Para columnas esbeltas o cuando $KL/r \geq 100$ el esfuerzo para el cual la pieza está en estado incipiente de falla está dado por la fórmula (3), diseñándose para éste y dando un factor de seguridad bien especificado.

Para columnas cortas y columnas de longitud intermedia el esfuerzo cambia; en las especificaciones AISC se presentan las fórmulas para calcular el esfuerzo máximo admisible según el caso en el que esté la columna.

II.3 Comportamiento de barras sujetas a Flexotensión.

Las barras sujetas a flexotensión tienen un comportamiento casi lineal y de mas fácil diseño debido a que no se presentan problemas de inestabilidad, en consecuencia el diseño consiste en encontrar un módulo de sección y área suficientes para soportar al momento flexionante y la tensión respectivamente. En éste tipo de esfuerzo por lo general rige flexión, ya que el acero resiste mucha tensión al comportarse tan elásticamente, dicho de otro modo, el acero resiste tensión por naturaleza propia.

Este tipo de combinación es de rara ocurrencia ya que solo se presenta bajo la acción de cargas dinámicas como sismo y viento.

II.4 Comportamiento de Barras sujetas a Flexocompresión.

Las piezas flexocomprimidas son elementos estructurales sometidos a la acción simultánea de fuerzas normales de compresión y momentos flexionantes, que pueden actuar alrededor de uno de los ejes centroidales o principales de sus secciones transversales. Su estudio es importante, ya que las barras sujetas a compresión axial no existen nunca en estructuras reales y por lo general se acompañan de flexión.

Al deformarse el eje de la barra por efecto de las cargas transversales o de los pares aplicados en sus extremos, las fuerzas axiales producen momentos flexionantes secundarios, proporcionales a su intensidad y a la magnitud de los desplazamientos de los puntos del eje, que hacen que la respuesta de las piezas flexocomprimidas no sea lineal, dependiendo en gran parte de la esbeltez de la pieza. Con la única excepción de las piezas muy cortas, el comportamiento de las barras flexocomprimidas, constituye un problema de inestabilidad, pues la interacción de fuerza axial y flexión ocasiona eventualmente deformaciones que crecen más rápidamente que las cargas y que siguen aumentando aún cuando éstas disminuyan, lo que caracteriza el colapso. Una barra flexocomprimida puede fallar por alguna de las causas siguientes o por una combinación de 2 ó más de ellas:

- 1) Porque se alcance su resistencia máxima bajo momento y fuerza axial combinados, al formarse articulaciones plásticas en la sección o secciones en las que el momento tiene su mayor intensidad.
- 2) Por inestabilidad en el plano de los momentos ocasionada por exceso de flexión en ese plano, teniendo en cuenta la acción simultánea de la fuerza normal.
- 3) Por pandeo lateral debido a flexotorsión.
- 4) Por pandeo debido a compresión axial, alrededor de los ejes de momento de inercia mínimo.
- 5) Por pandeo local.

La 1.ª es crítica para piezas cortas y de paredes gruesas o en piezas --

largas con ciertas condiciones de apoyo y carga que permitan se formen articulaciones plásticas en uno de los extremos de la pieza.

La 2a. es crítica en barras flexionadas alrededor de sus ejes de menor momento de inercia.

La 3a. es común en miembros de sección I, flexionadas alrededor de sus -- ejes de mayor momento de inercia y desprovistos de elementos exteriores adecuados de contraventeo. La 4a. es crítica cuando la fuerza axial es mucho más importante que la flexión.

Para el diseño de barras flexocomprimidas debe hacerse un balance para -- ver cual de los esfuerzos rige, para tomar las medidas necesarias.

En el caso de la flexión se pueden seguir las mismas recomendaciones da-- das en el capítulo anterior.

Para compresión lo mas común es tratar de aumentar el radio de giro del -- menor momento de inercia o disminuir la longitud de pandeo ya sea por medio de arriostramientos o contravientos.

II.5 Barras sujetas a Cortante.

En ésta sección se dedican unas líneas al esfuerzo cortante. Tal como en el caso de la tensión, la revisión a cortante es por demás sencilla, consistiendo solo en que el área del alma (por tratarse de perfiles "I") sea mayor o igual a la necesaria, es decir: Sea " τ " el esfuerzo permisible a cortante:

$$\tau = \frac{V}{A w} \quad \begin{array}{l} V = \text{Cortante Actuante} \\ A w = \text{Area necesaria} \end{array}$$

por lo que: $A w = \frac{V}{\tau}$, siendo ambos conocidos.

II.6 ESPECIFICACIONES DE DISEÑO.

En ésta sección se dan a continuación las especificaciones para esfuerzos de Tensión, Cortante, Compresión, Flexotensión y Flexocompresión.

II.6.1. TENSION.

El esfuerzo permisible máximo es $F_t = 0.60 F_y$.

II.6.2. CORTANTE.

El esfuerzo admisible es: $F_v = 0.40 F_y$.

II.6.3. COMPRESION.

En la sección real de miembros a compresión axial cuando; KL/r , la máxima

relación de esbeltez, es menor a Cc :

$$F_a = \frac{F_y \left[1 - \frac{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}{2 C_c^2} \right]}{F.S.}$$

En donde F.S. = $\frac{5}{3} + \frac{3}{8} \frac{KL/r}{C_c} - \frac{KL/r^3}{8 C_c^3}$

donde $C_c = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{F_y}}$ que para A-36 es 126.0

Cuando $\frac{KL}{r} \geq C_c$

$$F_a = \frac{10'500,000}{\frac{KL}{r}^2}$$

Como requisito $\frac{KL}{r} < 200.0$

II.6.4 FLEXOCOMPRESION.

Para éste esfuerzo se usará una fórmula de interacción que envuelva tanto a la flexión como a la compresión, la cual será una de las siguientes según la que sea aplicable:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq LIM \quad \text{--- 1}$$

$$\frac{f_a}{0.6F_y} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq LIM \quad \text{--- 2}$$

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_{mx} f_{bx}}{\left(1 - \frac{f_a}{F_{éx}}\right) F_{bx}} + \frac{C_{my} f_{by}}{\left(1 - \frac{f_a}{F_{éy}}\right) F_{by}} \leq LIM \quad \text{--- 3}$$

Donde LIM = 1 para cargas permanentes

1.33 cargas permanentes + una accidental.

f_a = Esfzo. real a Compresión.

$f_{bx,y}$ = Esfzo. real a flexión alrededor del eje "X, Y".

F_a = Esfzo. permisible a Compresión.

$F_{bx, F_{by}}$ = Esfuerzo permisible a flexión alrededor de "X, Y".

$F_{éx, y}$: Esfzo. permisible debido a la carga crítica de Euler (Respecto al eje de flexión).

C_m : Factor de Corrección que toma en cuenta la variación de los momentos flexionantes a lo largo del elemento.

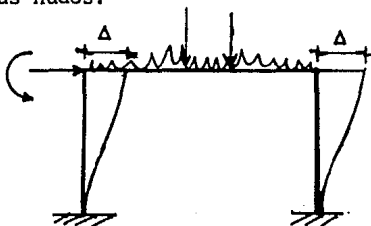
Si $f_a/F_a > 0.15$ se usa "3"

Si $f_a/F_a \leq 0.15$ se usa "1"

Cuando la sección de diseño esté impedida de pandeo, arriostrada o contraventeada (ésto se presenta en los apoyos de la pieza) se usa "2."

"Valores que puede tener C_m :"

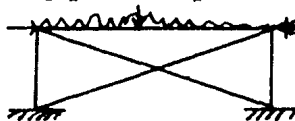
- 1) Para miembros a compresión en marcos sujetos a traslación lateral -- de sus nudos.



$$C_m = 0.85$$

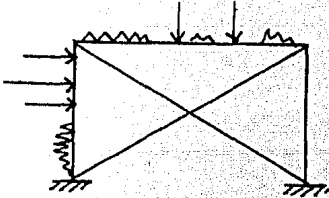
- 2) Miembros a compresión en marcos impedidos de traslación lateral de sus nudos y no sujetos a carga transversal entre sus apoyos en el plano de -- flexión:

$$C_m = 0.6 - 0.4 \frac{M_1}{M_2} \leq 0.4$$



Donde M_1/M_2 tiene el mismo significado que lo explicado en lo referente a especificaciones del capítulo anterior.

3) Miembros a compresión en marcos contraventeados (desplazamiento lateral impedido) en el plano de carga y sujetos a carga transversal entre sus apoyos, cuyos extremos están restringidos.



$$C_m = 0.85$$

4) Lo mismo que "3" pero con extremos NO restringidos.

$$C_m = 1.0$$

$$F_e' = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{K L_b}{r_b}\right)^2} \frac{12}{23}$$

L_b = Longitud real sin contraventear en el plano de flexión.

r_b = El correspondiente radio de giro.

K = Factor de longitud efectiva en el plano de flexión.

El valor de "K" para marcos continuos se obtiene por medio de programas ya existentes o por medio de utilización de nomogramas.

II.6.5. FLEXOTENSION.

Se usará la fórmula "2", pp. 13 y "fa" será el esfuerzo real a tensión (T/A) donde T es la fuerza de tensión y A es el área.

CAPITULO III

ALGORITMO DE SOLUCION.

En éste capítulo se presenta el modo de atacar el problema por medio de algoritmos computacionales.

En el diseño estructural se busca que un elemento dado sujeto a ciertas - clases de esfuerzo sea capaz de resistirlas, pero que a su vez "trabaje" lo mas cercano posible al 100% de dicha capacidad.

Un criterio sencillo de medir el porcentaje al cual trabaja un elemento - es a través de lo que se conoce como la eficiencia " η ", la cual se va- lía como el cociente del esfuerzo REAL y el esfuerzo PERMISIBLE de la mis- ma.

La eficiencia puede tener solo 3 valores:

- 1) Si $\eta = 1$ la eficiencia es la óptima.
- 2) Si $\eta < 1$ la pieza resiste los esfuerzos.
- 3) Si $\eta > 1$ la pieza no resiste los esfuerzos y se dice que está - - "escasa".

De éste modo lo conveniente es estar en los 2 primeros casos, pero se nece- sita saber que tanto es adecuado dentro del 2o. caso, por ejemplo, si -- $\eta = 20\%$ la pieza resiste pero está demasiado sobrada.

Por el motivo anterior es conveniente establecer un rango aceptable en - donde pueda estar el valor de " η ", el cual se escoge a criterio del di- señador.

Un rango bastante bueno dá como límite mínimo a 0.9 y como máximo a 1.05 (se permite tener a la pieza un 5% escasa).

Este rango de eficiencias se aplicará a elementos sujetos a flexión sim- ple, ya sea bajo la acción de cargas parmanentes (CM + CV) o la combina- ción de éstas con alguna accidental (CM +CV+CA) y para elementos sujetos a esfuerzos combinados solo bajo la acción de cargas permanentes. Para elementos sujetos a CM+CV+CA la eficiencia óptima vale 1.33 y el rango de selección se obtiene con el mismo criterio que el anterior, de modo que - el límite inferior es 1.197 y el superior de 1.3965.

Si se tienen varios elementos con eficiencia dentro del rango dado, el - criterio para seleccionar al mejor será escogiendo al menor valor MINVAL, donde:

$$\text{MINVAL} =$$

$$\left| 1 - 7 \right|$$

De acuerdo a lo anterior visto la única labor del diseñador es probar perfiles hasta encontrar 1 ó varios que estén dentro del rango adecuado. Dicha labor de pruebas será el trabajo que efectúe la computadora, es decir, probar tantos perfiles como sea necesario y seleccionar el óptimo. El modo de operar del programa será, primero alimentar a la máquina con ciertos datos como elementos mecánicos, longitudes y cosas afines necesarias para el diseño, que los denominaré como datos primarios. Después mediante una clave se dirige a un ARCHIVO donde están tabuladas las propiedades de varios perfiles y prueba uno, algunos o todos y selecciona el mejor. Definir el tamaño del archivo es indispensable, debido a la labor que implica alimentar a la computadora con dichos datos, ya que existen una gran variedad de formas de perfiles (I, T, H, L, etc.) y a su vez en los manuales se encuentran una gran cantidad de dimensiones para cada tipo de perfil.

Esto nos orilla a seleccionar solo un tipo de perfil.

En particular seleccioné los perfiles I - W dados por el manual A.I.S.C., que en total son 187, constituyendo un total de 2760 datos necesarios para el diseño; como dato informativo me tomó cerca de una semana introducirlos correctamente.

Los perfiles I - W vienen ordenados en varios grupos de bloques o familias, diferenciándose una de otra por el valor del peralte nominal (en pulgadas) que las representa, teniendo éstos los siguientes valores:

4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 21, 24, 27, 30, 33 y 36.

A su vez cada familia se subdivide en varios perfiles, diferenciándose uno de otro principalmente por su peso (en lb por pie), de modo que cada perfil tiene un nombre específico formado por 2 variables, el peralte NOMINAL y su peso, así por ejemplo, el perfil W36 X 300 indica que el peralte nominal es de 36" y su peso de 300 lb. por pie.

Probar los 187 perfiles cada vez que se quiera diseñar una pieza no es factible, primero porque por lo general se diseñan varios o muchos elementos y segundo porque arquitectónicamente el peralte ya está delimitado, por lo que lo más conveniente es seleccionar una familia dada (definida por el valor del peralte nominal), probar los perfiles que la compongan y seleccio-

ar el óptimo. Esto constituye la clave de entrada al Archivo de datos. Con todo lo anterior se puede configurar el diagrama general de funcionamiento (sig. página):

En éste diagrama está representado el diseño de una sola barra, pero en -- realidad el programa está conformado de modo de poder diseñar todas las barras de una estructura.

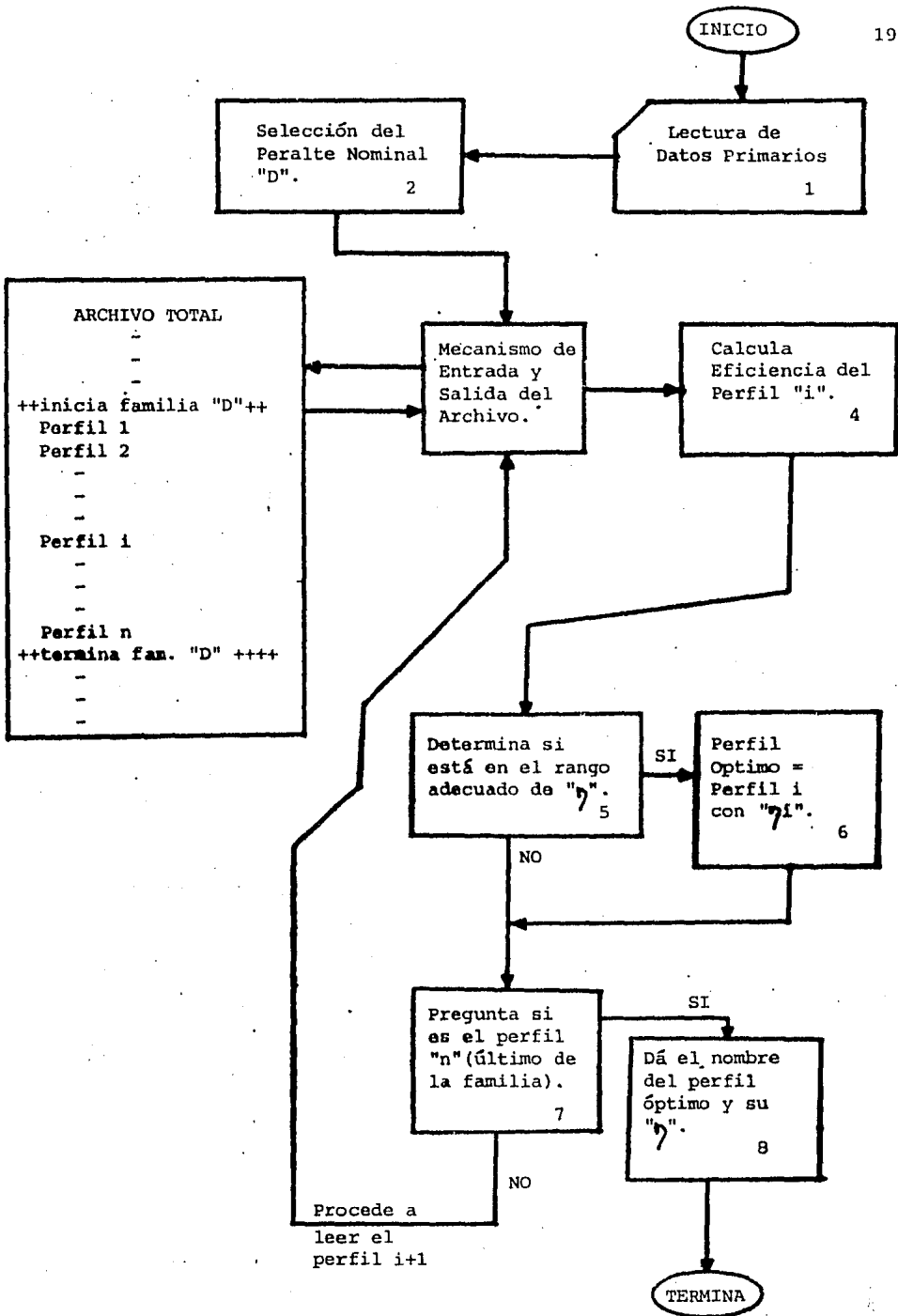
En el bloque "1" se leen todos los datos necesarios para poder diseñar una estructura, que en resumen son los siguientes:

- a) Lectura de Elementos Mecánicos.
- b) Lectura de Longitudes de todas las barras.
- c) Tipo de Cargas: 1) CM+CV ó 2) CM+CV+CA
- d) Caso correspondiente al valor de "Cm", ver capítulo anterior.
- e) Definir si el momento máximo se presenta en los apoyos, para ciertas - barras.

En el bloque "2" se selecciona el peralte que se desea probar; en el caso de vigas se ofrece una subrutina de prediseño que proporciona el valor del peralte aproximadamente, mostrándose su funcionamiento en el ANEXO I de -- éste capítulo.

El bloque "3" constituye el archivo de datos, ordenado por familias desde $d = 6$ " hasta $d = 36$ "; las familias donde $d = 4$ y $d = 5$ se omiten debido a su escaso uso. La explicación del mecanismo de entrada y salida al archivo - así como la configuración de este último se muestra en el ANEXO II de éste capítulo.

En el bloque "4" se determina la eficiencia " η " dependiendo del tipo de diseño. Los demás bloques considero son explícitos por sí solos, excepto el último que necesita una aclaración: En caso de que ningún perfil cumpla con el requisito del bloque "5" se dá dicho mensaje, por lo que habrá que probar otro peralte; con éste motivo al final del diseño de cada barra, aún cuando se tenga un perfil adecuado dentro de la familia escogida, se ofrecen una serie de alternativas para mejorar el diseño, las cuales se -- tratan a detalle en el Capítulo V. Al terminar el diseño de todas las barras se tabulan los nombres de los perfiles correspondientes a cada una de ellas, así como las dimensiones de los mismos y sus longitudes, dándose -

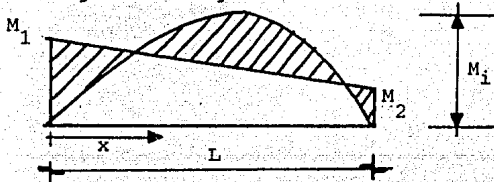


también como resultado importante el peso total de la estructura (claro - sin incluir las juntas).

El desglose detallado del funcionamiento de todos los bloques se muestra en el próximo capítulo.

ANEXO I:

Partiendo del siguiente diagrama de momentos:



$$EI = (2M_1 + M_2 - 2M_i) \frac{L}{6} x - \frac{M_1}{2} x^2 + \frac{M_1 - M_2 + 6M_i}{6L} x^3 - \frac{M_i}{L} x^4$$

Si se considera que la flecha máxima se presenta cerca del claro, $x=L/2$, y:

$$\Delta_{cL} = \frac{L^2}{48 EI} (3M_1 + 3M_2 - 5M_i) \quad \dots 1$$

flecha producida por los esfuerzos actuantes.

Sabemos que: $I = \frac{Sd}{2}$ y $G = \frac{M_{\max}}{s}$

1) Si $M_{\max} = M_1$.

$$G = \frac{M_1}{s}, \quad s = \frac{M_1}{G}, \quad I = \frac{M_1}{G} \frac{d}{2}$$

por lo que:

$$\Delta_{cL} = \frac{L^2}{48 E \frac{M_1}{G} \frac{d}{2}} (3M_1 + 3M_2 - 5M_i) \quad \dots 2$$

$$\text{y si } \sigma = \sigma_y / 1.65$$

$$\Delta = \frac{\sigma_y L^2}{39.6 E d} \left(3 + 3 \frac{M_2}{M_1} - 5 \frac{M_i}{M_1} \right) \text{ --- 3}$$

$$d = \frac{\sigma_y L}{39.6 E (\Delta/L)} \left[3 + \frac{1}{M_1} (3 M_2 - 5 M_i) \right] \text{ --- 4}$$

Para acero A-36: $\sigma_y = 2530.0 \text{ k/cm}^2$.

$\Delta/L = 1/360.0$; $E = 2'039'000.0 \text{ k/cm}^2$

L = Longitud de la pieza.

2) Si $M_{\text{máx}} = M_i$

$$d = \frac{\sigma_y L}{39.6 E \left(\frac{\Delta}{L} \right)} \left[\frac{3}{M_1} (M_1 + M_2) - 5 \right] \text{ --- 5}$$

ANEXO II.

El objeto de presentar la configuración de éste archivo es por si se desea aumentarlo o modificarlo.

Cada perfil tiene asignado un número de registro, de acuerdo al orden en el que están en el archivo.

El dato importante es el número de registro en el que comienza cada familia.

El orden de las familias en el Archivo y los registros o líneas que forman parte de cada familia es el siguiente:

	FAMILIA	REGISTROS
1°.)	6 W	1 al 6
2°.)	8 W	7 al 19
3°.)	10 W	20 al 37
4°.)	12 W	38 al 66
5°.)	14 W	67 al 102

	FAMILIA	REGISTROS
6°.)	18 W	103 - 115
7°.)	16 W	116 - 126
8°.)	21 W	127 - 139
9°.)	27 W	140 - 146
10°.)	24 W	147 - 157
11°.)	30 W	158 - 165
12°.)	33 W	166 - 172
13°.)	36 W	173 - 184
14°.)	0 W	185

Este último es para cerrar el Archivo.

El número de registro con el que comienza cada familia lo denominaremos como el Índice.

De éste modo se relaciona cada índice con el peralte nominal correspondiente, pudiéndose formar un vector en el que se puedan almacenar dichos datos, de manera que al dar como dato el peralte nominal, la máquina vaya y busque en el archivo la familia correspondiente. Dicho vector, que lo llamaré IDX, estará configurado como:

IDX =	6	1
	8	7
	10	20
	12	38
	14	67
	18	103
	16	116
	21	127
	27	140
	24	147
	30	158
	33	166
	36	173
0	185	

El número de familias es de 13.

Es decir, por ejemplo:

$IDX_{11} = 6$

$IDX_{12} = 1$

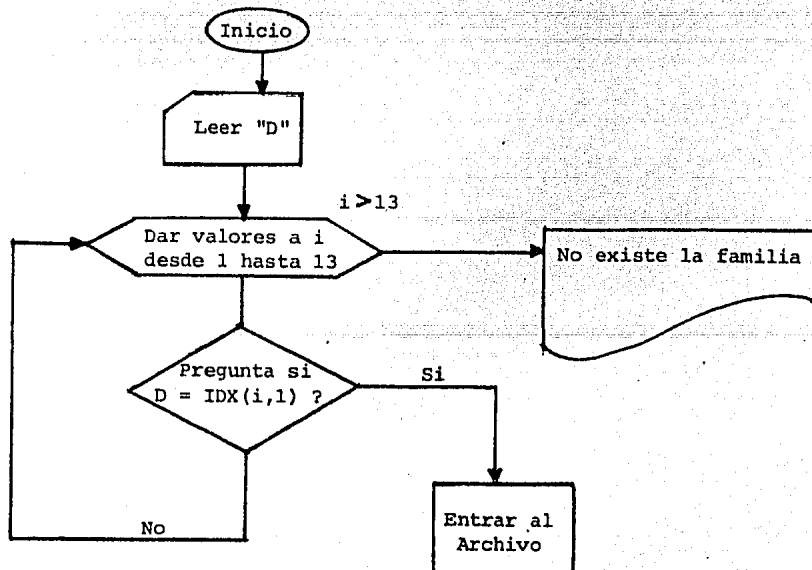
$IDX_{41} = 12$

$IDX_{62} = 103$

y así sucesivamente.

De otra forma, será valuado como $IDX(i,j)$, donde "i" es el número de renglón y "j" el de columna.

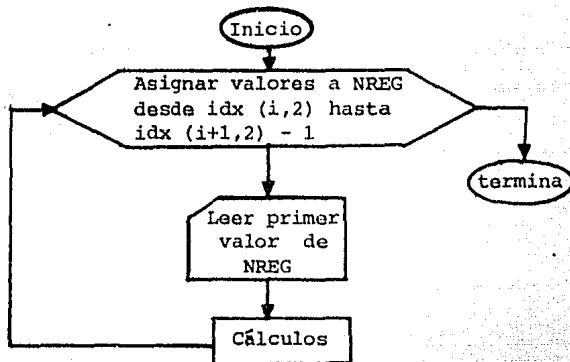
El siguiente diagrama muestra la forma de relacionar el peralte con su índice:



Por ejemplo si $D = 12$ " (Sabemos que $idx_{41} = 12$)

- 1°) Pregunta si $d = idx_{11}$? no \rightarrow prosigue
- 2°) " " $d = idx_{21}$? no \rightarrow "
- 3°) " " $d = idx_{31}$? no \rightarrow "
- 4°) " " $d = idx_{41}$? Sí, procede a leer la familia "d-w".

El modo de leer los datos del archivo es a través del número de registro, es decir, conocido éste último, la máquina se dirige al renglón del archivo donde esté localizado tal registro (en el registro se encuentran los - datos necesarios) y lee los datos, ilustrándose en el siguiente diagrama:



Continuando el ejemplo anterior la máquina leerá los registros del 38 al 66, es decir, desde $NREG = idx_{42} = 38$ hasta $idx_{5,2} - 1 = 67 - 1 = 66$.

DIAGRAMA DE FLUJO.

CAPITULO IV

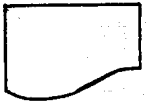
Nomenclatura:



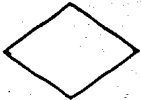
Asignación a variables (fórmulas, etc.)



Lectura de Datos.



Salida o Escritura de Datos.



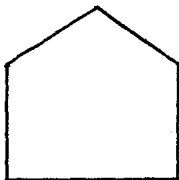
Decisiones, Preguntas de tipo condicional.



Inicio y Salida de un Ciclo.



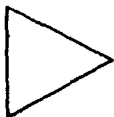
Indicador de Llamado o Comienzo de una Subrutina.



Representación de un G Ø _ T Ø _ computado.



Iniciación o Terminación de un programa o una subrutina..



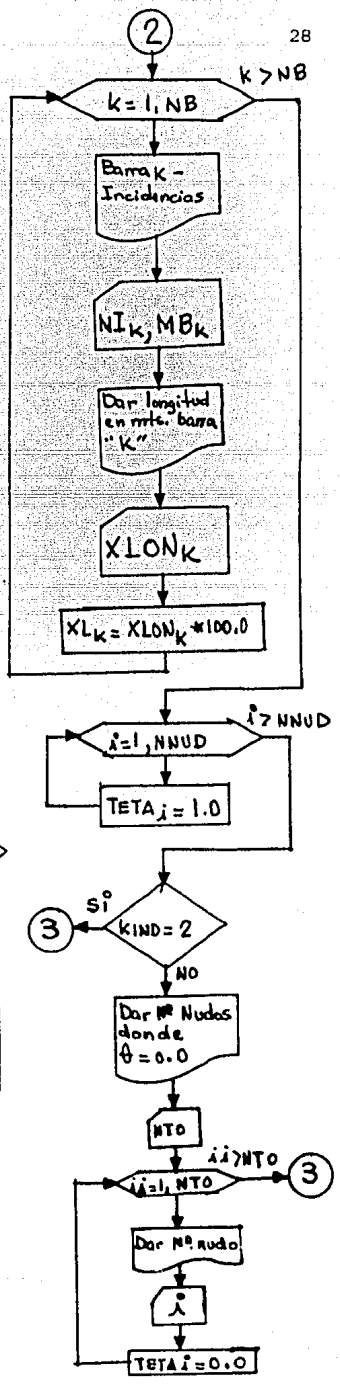
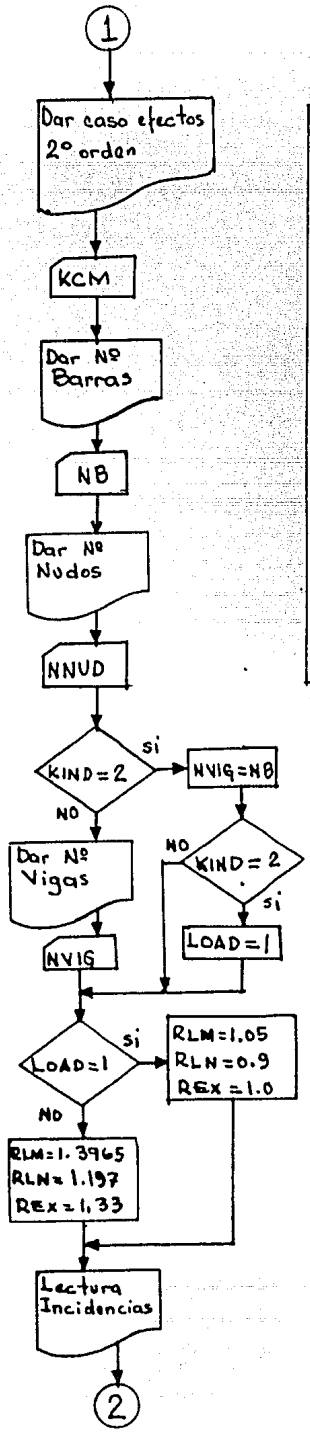
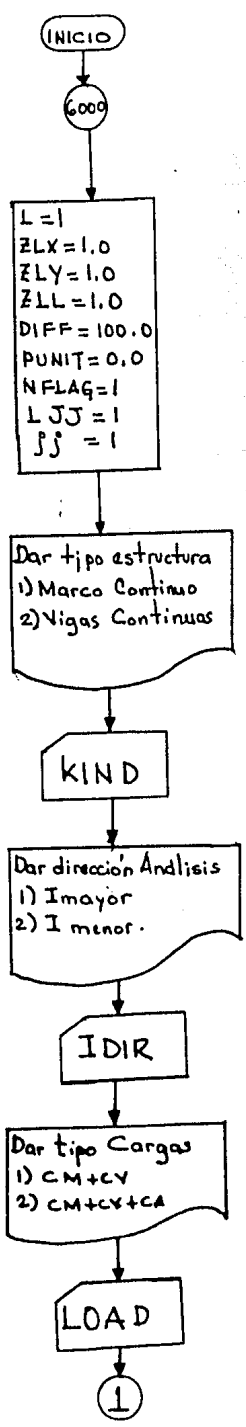
Contador de cada paso dentro de un ciclo.

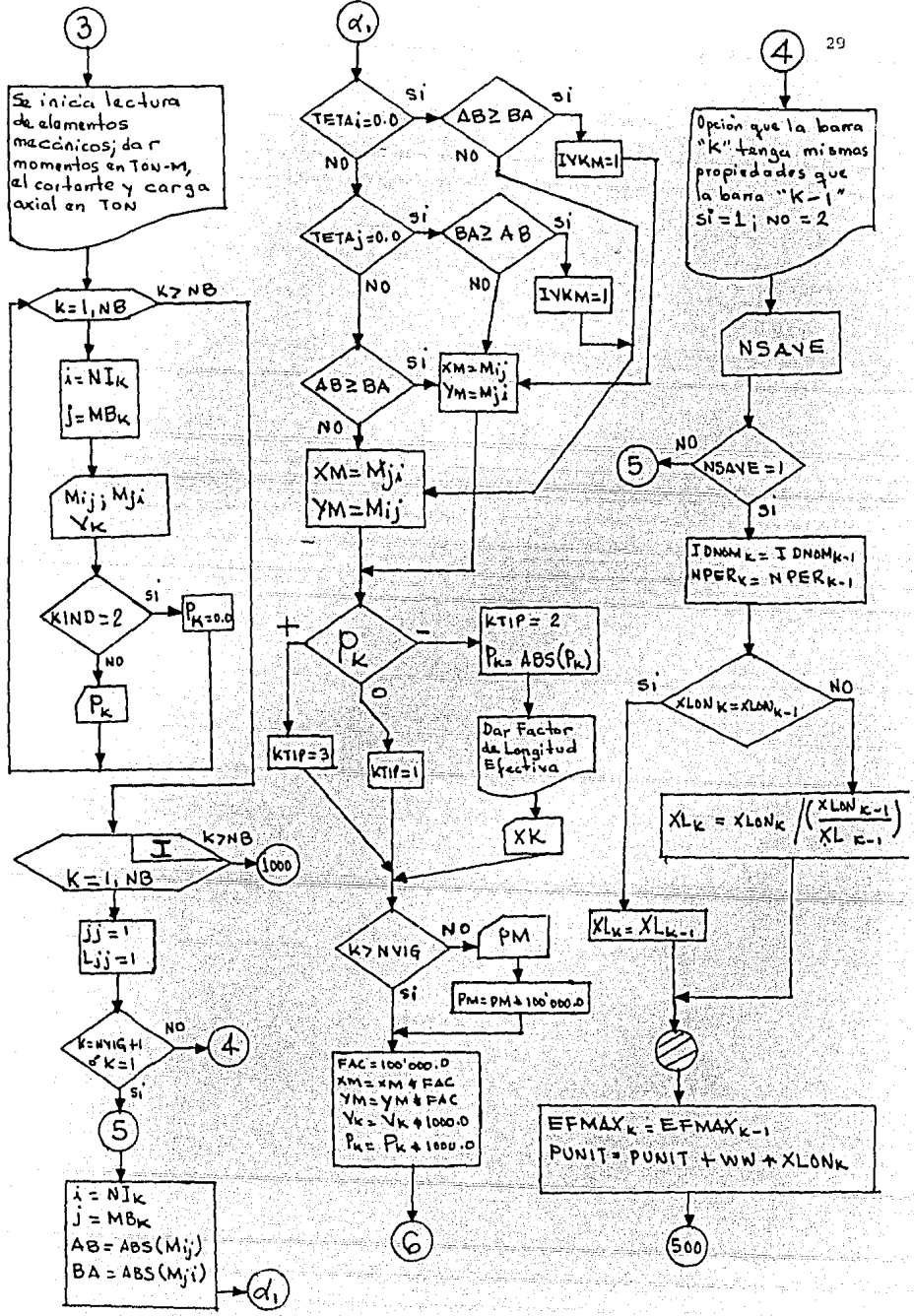


Conectores.

INDICADORES:

- Si KIND =
- 1- Marco Continuo
 - 2- Vigas Continuas.
- Si IDIR =
- 1- Inercia Mayor
 - 2- Inercia Menor.
- Si LOAD =
- 1- CM + CV
 - 2- CM + CV + CA
- Si NPAN =
- 1- Pandeo en el eje "x"
 - 2- Pandeo en el eje "y"
 - 3- Pandeo en ambos ejes.
- Si IVKM =
- 1- Barra con momento máximo en el apoyo.
 - 2- Barra sin apoyo.
- Si IVKJ =
- 1- Se diseñan trabes.
 - 2- Se diseñan columnas.
- Si IVK =
- 1- No pasa por cortante
 - 2- No hay problemas por cortante.
- Si IVKF=
- 1- No pasa por flecha.
 - 2- No hay problemas por flecha.
- Si KTIP=
- 1- Flexión
 - 2- Flexocompresión
 - 3- Flexotensión.
- Si NFLAC=
- 1- Rango de Selección Normal.
 - 2- Rango de Selección Alterado.
- Si L=1 : Ningún perfil pasó.
- Si L≠1 : Al menos un perfil pasó.
- Si Ljj>jj : Mayoría Sobrados.
- Si Ljj<jj : Mayoría Escasos.
- Si Ljj=jj : Igual número de escasos y sobrados.





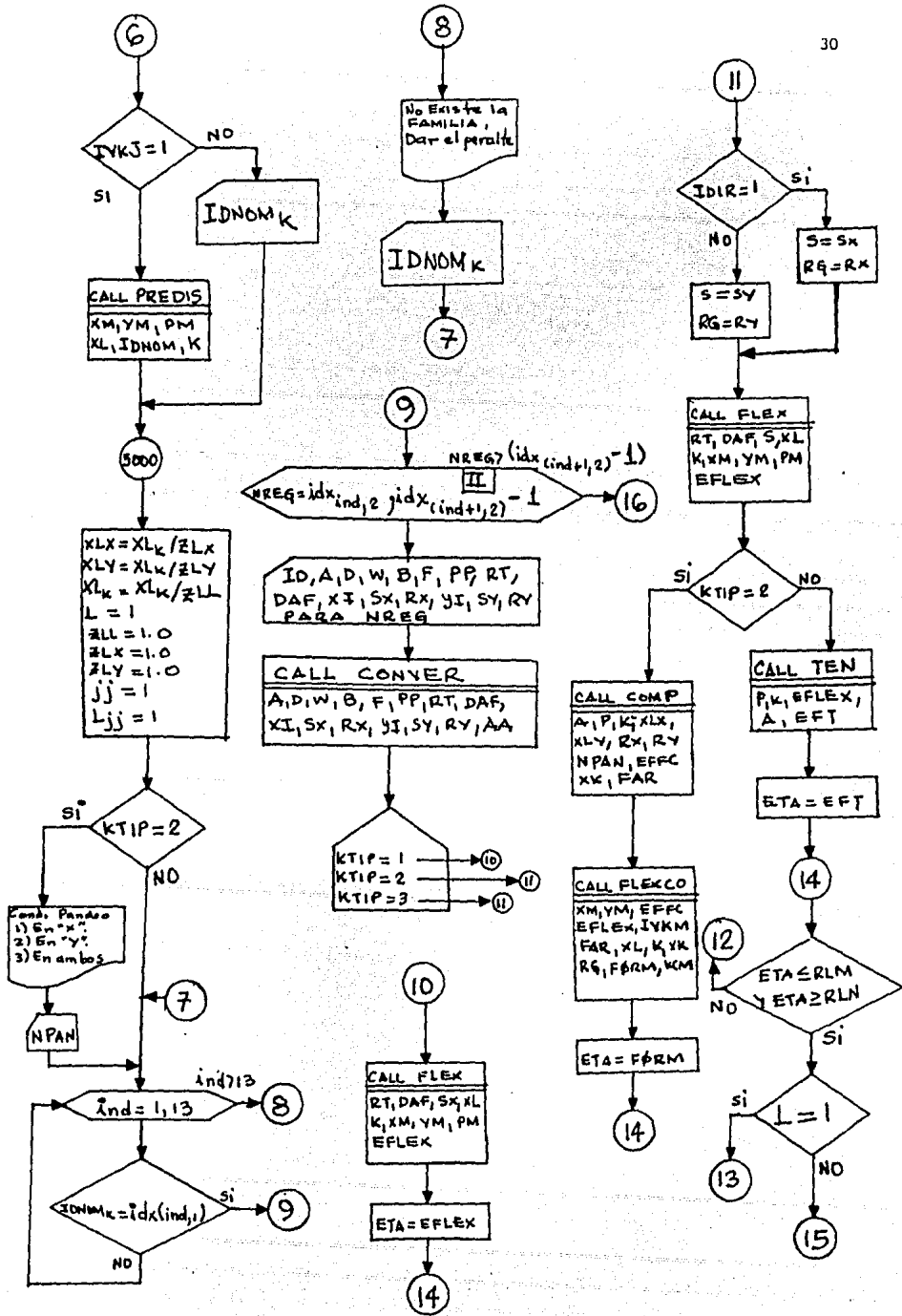
Se inicia lectura de elementos mecánicos; da r momentos en Ton-m, al cortante y carga axial en Ton

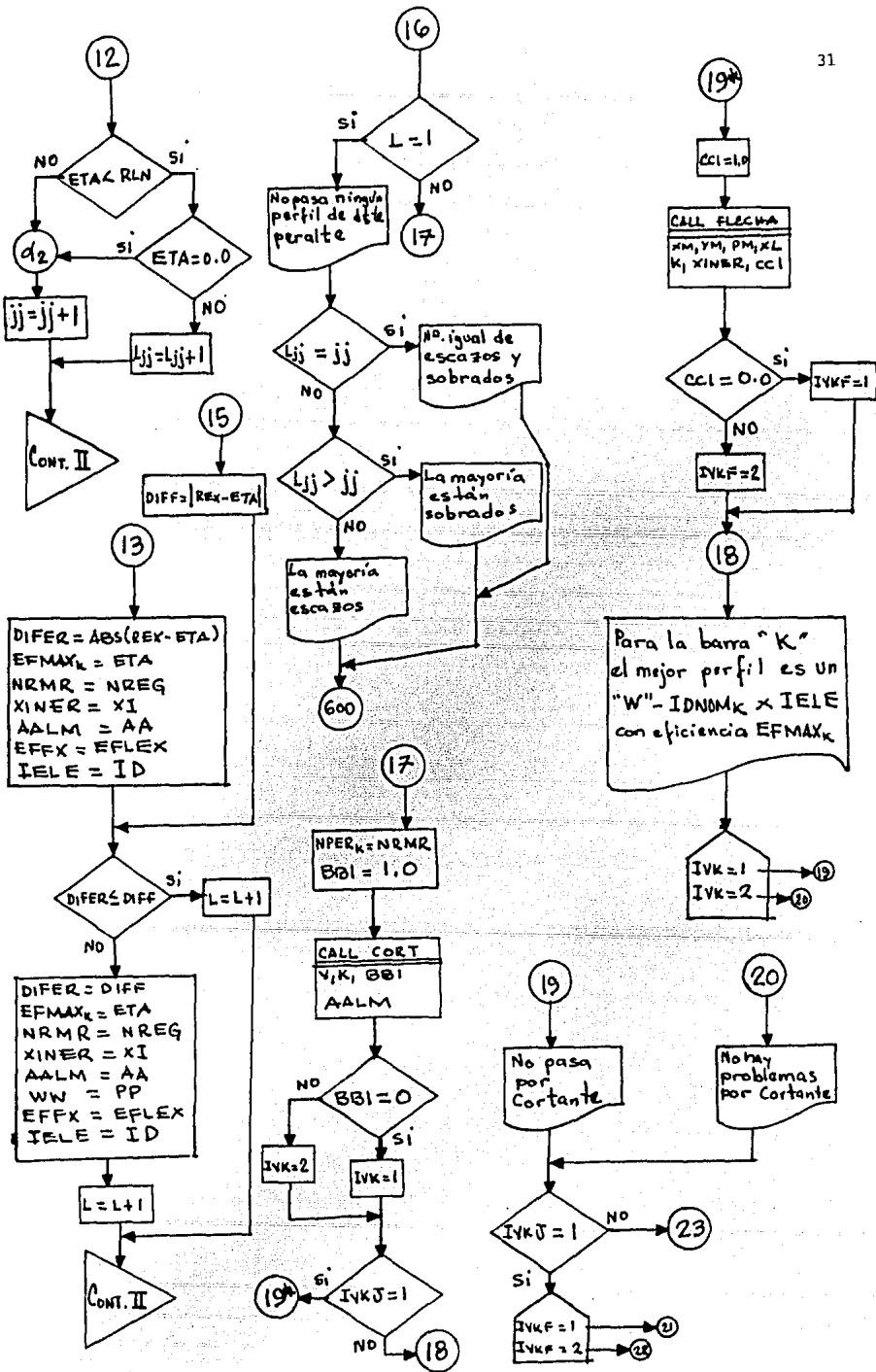
Opción que la barra "k" tenga mismas propiedades que la barra "k-1" si=1; no=2

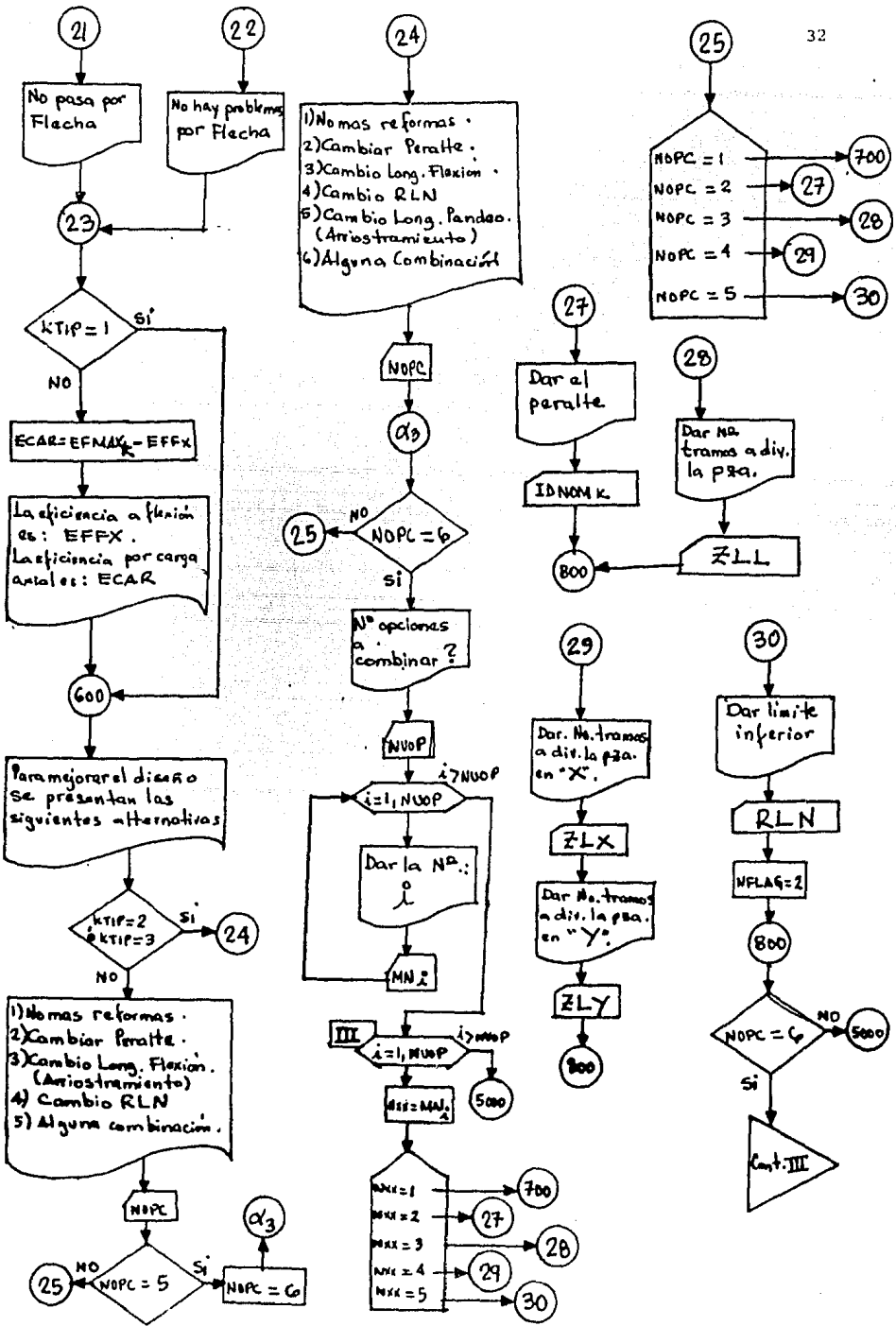
i = NI_k
j = MB_k
AB = ABS(M_{i,j})
BA = ABS(M_{j,i})

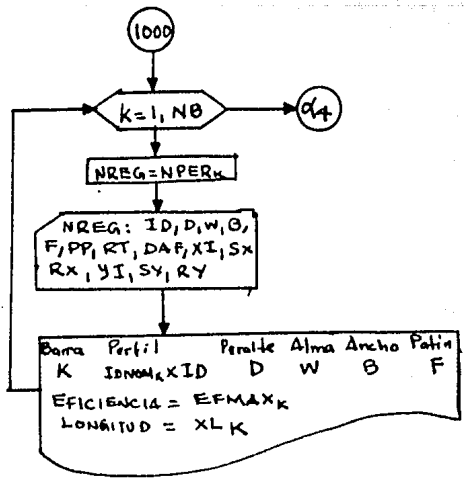
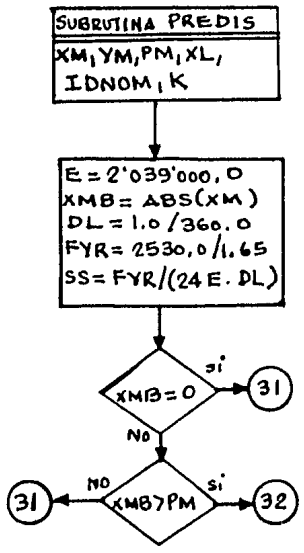
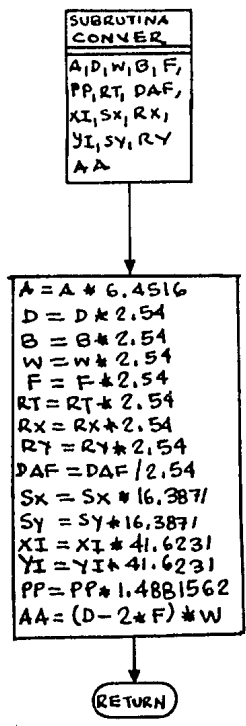
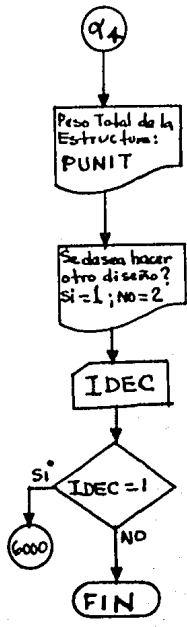
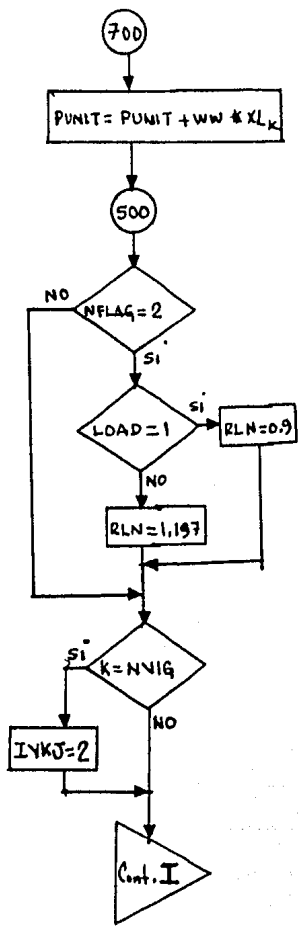
FAC = 100'000.0
XM = XM + FAC
YM = YM + FAC
V_k = V_k + 1000.0
P_k = P_k + 1000.0

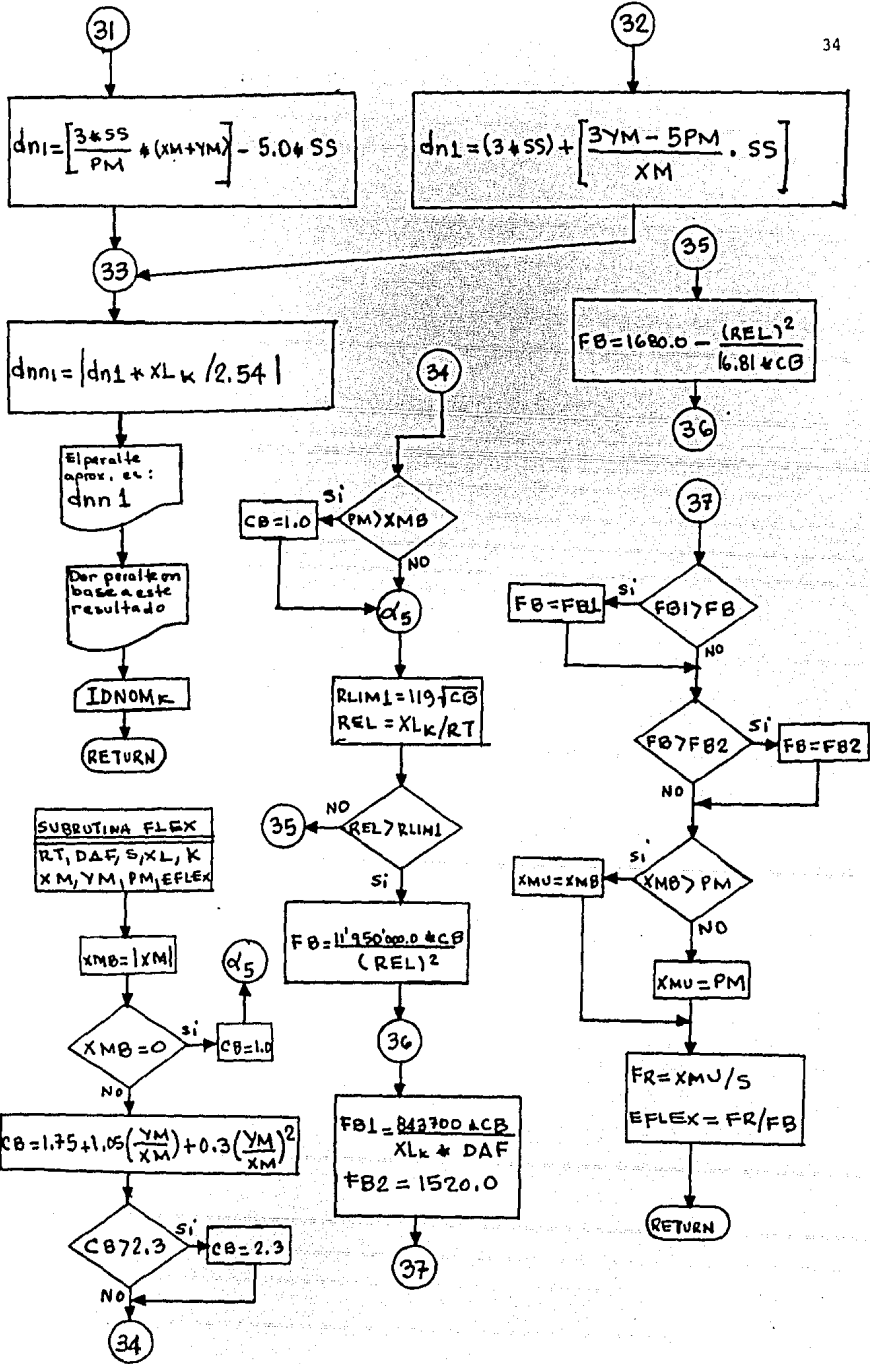
EFMAX_k = EFMAX_{k-1}
PUNIT = PUNIT + WW + XLON_k

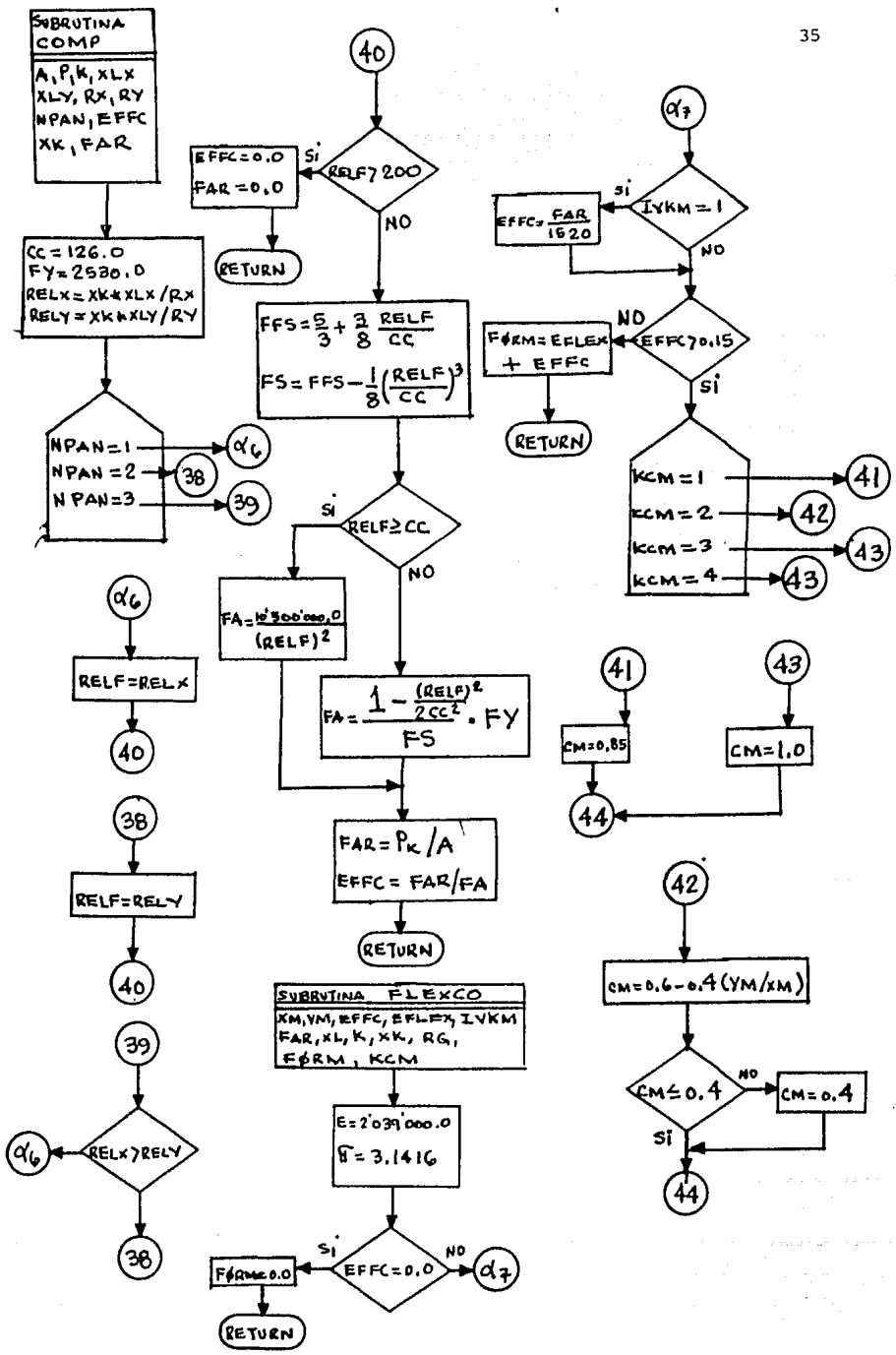












44

$$FEX = \frac{12}{23} \cdot \frac{\pi^2 E}{(XK \cdot XLK / RG)^2}$$

$$FIX = CM / (1 - FAR / FEX)$$

$$FORM = EFLEX \cdot FIX + EFFC$$

RETURN

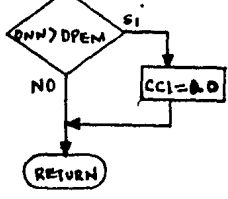
SUBROUTINA FLECHA
 XM, YM, PM, XL, K
 XINER, CCI

$$E = 2'039'000.0$$

$$DPEN = XLK / 360.0$$

$$DR = \frac{(XLK)^2 [3XM + 3YM - 5PM]}{48 + E \cdot XINER}$$

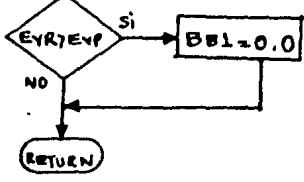
$$DNN = |DR|$$



SUBROUTINA COEF
 V, K, BB1
 AALM

$$EYP = 1012.0$$

$$EYR = \sqrt{K} / AALM$$



SUBROUTINA TEN
 P, K, EFLEX
 A, EFT

$$REY = Pk / A / 1520.0$$

$$EFT = REY + EFLEX$$

RETURN

CAPITULO V

PROGRAMA DE DISEÑO.

En este capítulo se presenta el manejo del programa así como la codificación del mismo en Lenguaje FORTRAN.

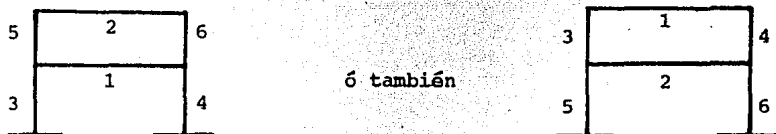
El desarrollo siguiente constituye el instructivo del manejo del programa en la secuencia que el mismo es presentado (el programa está diseñado para correrse por terminal de VIDEO).

I) El programa está diseñado de modo que se diseñen primero todas las trabes y después todas las columnas, debido a la dificultad de encontrar un algoritmo que distinguiera a una trabe de una columna (sin tener que aumentar las localidades de memoria y sin que el programador tuviera que alimentar con mas datos) en caso de que aquella estuviese sujeta a esfuerzos combinados. Por otro lado esto nos permite en un momento dado ahorrar el diseño de algunas vigas, debido a que se presenta la opción de que la viga "i+1" tenga las mismas propiedades que la viga "i", quedando esto muy a criterio del diseñador, caso muy frecuente en edificios con simetría en cargas y geometría.

Esto nos conduce a los siguientes pasos:

- 1o). Numerar todas las vigas, de modo que se le asignen números a las de un nivel antes de pasar al siguiente. El orden de numeración por nivel se hará a partir del 1o. hasta el último o viceversa.
- 2º). Numerar las columnas siguiendo el mismo criterio que en las trabes.
- 3º). Numerar los nudos.

Ejemplo: Sea un pórtico de una cruzja y 2 niveles, un orden posible es:



II) La clave para seleccionar el tipo de diseño estriba en el valor que se le asigne a la carga axial, es decir; si:

- $P = 0.00$ —————> Flexión Pura.
 $P > 0.00$ —————> Flexo - Tensión
 $P < 0.00$ —————> Flexo - Compresión.

Las vigas continuas solo se diseñan a flexión pura.

III) De acuerdo a lo visto en el Capítulo II en lo referente a especificaciones de diseño, hay que seleccionar el caso en el cual se encuentra la estructura en caso de efectos de segundo orden.

IV) Se presenta la opción de trabajar con 2 tipos de acciones:

1) Cargas Permanentes (CM + CV).

2) Cargas Permanentes + Carga Accidental (CM + CV + CA).

De acuerdo a lo visto en el capítulo III en lo que se refiere a eficiencias se recuerda que los rangos para éstas combinaciones son:

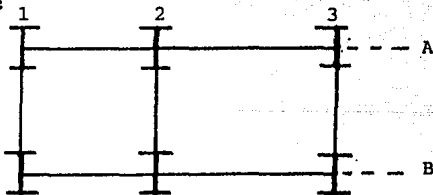
CM + CV	- - - - -	0.9000	a	1.0500
CM + CV + CA	- - - - -	1.1970	a	1.3965

V) El programa se puede aplicar a 2 tipos de estructuras:

1) Marcos Continuos.

2) Vigas Continuas.

VI) Se presenta la opción de trabajar (solo para marcos continuos), con los marcos orientados en la dirección de la inercia mayor del perfil (I mayor = 1) o en la dirección de la inercia menor (I menor = 2), es decir por ejemplo:



Los marcos "A" y "B" orientados con I menor

Los marcos "1", "2" y "3" orientados con I mayor

VII) Para poder leer los elementos mecánicos, se le alimentará a la máquina con las incidencias de cada barra y su longitud. Para el caso de traveses, cuando se pregunte el valor del momento positivo, en caso de que no lo haya dar cualquier valor mayor o igual a cero, para evitar errores de división entre cero en la subrutina de prediseño, ya que de cualquier mo-

do en éstos casos el resultado obtenido en ésta subrutina estará lejos de ser una buena aproximación del real.

VIII) El programa pregunta cuantos y cuales son los nudos donde el giro - sea cero, es decir, que números de nudos corresponden a los apoyos, por si se da el caso de que el momento máximo se presente en el apoyo, cuestión que modifica el cálculo del esfuerzo permisible. En el capítulo anterior puede observarse el algoritmo mediante el cual se realiza dicha modificación.

IX) Después de seleccionar el valor del peralte nominal, la máquina procede a obtener el perfil óptimo.

X) Una vez obtenido el perfil óptimo se realizan las revisiones por Constante y por flecha si es trabe.

En caso de que no pase ningún perfil la máquina da el mensaje, aludiendo si están escasos o sobrados.

XI) Al finalizar éste paso se ofrecen varias alternativas:

- 1) No mas reformas: El diseñador está conforme con el perfil óptimo y -- procede a diseñar la próxima pieza.
- 2) Cambiar el peralte: Probar otro peralte, ya sea que no haya pasado el seleccionado o que se desee hacer otra prueba.
- 3) Cambio Longitud Flexión: Mediante algún arriostamiento trabajar con - una longitud menor en el plano de flexión.
- 4) Cambio Longitud Pandeo: Mediante algún arriostamiento disminuir la - longitud ya sea en el eje "x" o en el "y".
- 5) Cambio de límite inferior en el rango de selección.
- 6) Alguna combinación de las anteriores.

Las siguientes notas aclaratorias son de MUCHA IMPORTANCIA:

- 1) Se recomienda tener a la mano papel y lápiz, para apuntar las modificaciones que se hagan en el diseño de una barra.
- 2) En el caso del peralte:
 - 2.a) Si no pasó ninguno y al presentarse la tabla de opciones y el diseño

dor opta por la 1a. ésto desemboca en errores.

- 2.b) Si pasó el seleccionado, llamémosle el "1" y se prueba otro, llamémosle el "2" , y resulta también adecuado, la máquina toma como bueno el último perfil adecuado, por lo que si el diseñador quiere que darse con el "1", al presentarse la tabla de opciones habrá que optar por la "2" y volver a probar al "1" .
- c.c) En caso de que el seleccionado sea adecuado y se prueba otro que resulte no serlo, al presentarse la tabla de opciones el diseñador puede de optar por la 1a. y dejar como bueno al primer perfil probado.
- 3) En el caso "3" si se divide la pieza en N números de tramos hay que tomar en cuenta que para volver a probar con su longitud original habría que dividirlo entre su inverso (1/N).
También puede darse el caso de dividir la pieza 2 veces seguidas, por lo que la longitud final cambia mucho; por este motivo al final del -- programa se tabulan los perfiles seleccionados para cada barra y se dá como dato el estado final de su longitud en el plano de flexión.
- 4) Para el caso "4" no se ofrece el estado final de dicha longitud, ya -- que el modo de indicar un arriostamiento es a base de contravientos, por lo que es más fácil indicarlo en una figura en el papel, para no -- perderse y saber cual es la condición final de la longitud de pandeo.
- 5) Para el caso "5" , en caso de llegar al caso extremo de que con ninguna de las modificaciones anteriores se encuentre un perfil adecuado solo pueden ocurrir 2 cosas:
- a) Que los perfiles probados estén muy sobrados, que es lo mas frecuente.
 - b) Que estén escasos.
- Para el caso "b", que realmente es extraordinario, el programa no ofrece solución. Para el "a" se da la opción de modificar el límite inferior a criterio del diseñador.

XII) Una variable importante es el factor de longitud efectiva, que se -- supone como dato, al poder obtenerlo en programas ya existentes muy bien implementados o manualmente por medio de nomogramas.

XIII) Para terminar la corrida se tabulan los siguientes datos: Barra, -- Perfil, Peralte, Alma, Ancho, Patín, Eficiencia y Longitud de cada barra. Las dimensiones están en pulgadas y la longitud en centímetros. Como último dato se ofrece el peso en Kg. de la estructura.

En el próximo capítulo se pueden apreciar varias corridas del programa.

C ***** PROGRAMA PRINCIPAL *****

```

PROGRAM BRUNO
DIMENSION M(6,6),V(6),P(6),NI(6),MB(6),TETA(6),IDNOM(6)
DIMENSION NPER(6),EFMAX(6),XL(6),MN(4),IDX(14,2)
DIMENSION XLON(6)
REAL M
DATA IDX/ 6, 8, 10, 12, 14, 18, 16, 21, 27, 24, 30, 33, 36, 0,
1      1, 7, 20, 38, 67, 103, 116, 127, 140, 147, 158, 166, 173, 185/
CALL ASSIGN(1, 'AISC.DAT')
DEFINE FILE 1(184,29,U,IV)
CALL ASSIGN(4, 'BRUNO.DAT')
NFAI=14-1
TYPE 6000
WRITE(4,6000)
TYPE 6001
WRITE(4,6001)
TYPE 6002
WRITE(4,6002)
TYPE 6003
WRITE(4,6003)
TYPE 6004
WRITE(4,6004)
ACCEPT *,LBRU1
TYPE 6005
WRITE(4,6005)
TYPE 6006
WRITE(4,6006)
TYPE 6007
WRITE(4,6007)
ACCEPT *,LBRU2
TYPE 6008
WRITE(4,6008)
TYPE 6009
WRITE(4,6009)
TYPE 6010
WRITE(4,6010)
TYPE 6011
WRITE(4,6011)
ACCEPT *,LBRU3
TYPE 6012

```

```
WRITE(4,6012)
TYPE 6013
WRITE(4,6013)
TYPE 6014
WRITE(4,6014)
TYPE 6015
WRITE(4,6015)
ACCEPT *,LBRU4
TYPE 6016
WRITE(4,6016)
TYPE 6017
WRITE(4,6017)
70 L=1
JJ=1
LJJ=1
ZLX=1.0
ZLY=1.0
ZLL=1.0
DIFF=1000.0
PUNIT=0.0
NFLAG=1
TYPE 101
WRITE(4,101)
ACCEPT *,KIND
WRITE(4,*)KIND
IF(KIND.EG.2)GO TO 75
TYPE 102
WRITE(4,102)
ACCEPT *,IDIR
WRITE(4,*)IDIR
TYPE 103
WRITE(4,103)
ACCEPT *,LOAD
WRITE(4,*)LOAD
TYPE 104
WRITE(4,104)
ACCEPT *,KCM
WRITE(4,*)KCM
75 CONTINUE
TYPE 105
```

```

WRITE(4,105)
ACCEPT *,NB
WRITE(4,*)NH
TYPE 106
WRITE(4,106)
ACCEPT *,MNUD
WRITE(4,*)MNUD
IF(KIND.EQ.2)GO TO 1
TYPE 107
WRITE(4,107)
ACCEPT *,NVIG
WRITE(4,*)NVIG
GO TO 2
1 NVIG=NH
IF(KIND.EQ.2)LOAD=1
2 IF(LOAD.EQ.1)GO TO 3
RLN=1.3965
RLN=1.197
REX=1.33
GO TO 4
3 RLN=1.05
RLN=0.9
REX=1.0
4 TYPE 108
WRITE(4,108)
DO 5 K=1,NB
TYPE 109,K
WRITE(4,109)K
ACCEPT *,NI(K),MB(K)
WRITE(4,*)NI(K),MB(K)
TYPE 110,K
WRITE(4,110)K
ACCEPT *,XLON(K)
WRITE(4,*)XLON(K)
5 XL(K)=XLON(K)*100.0
CONTINUE
DO 6 I=1,MNUD
TEIA(I)=1.0
6 CONTINUE
IF(KIND.EQ.2)GO TO 8

```



```

TYPE 111
WRITE(4,111)
ACCEPT *, NTO
WRITE(4,*)NTO
DO 7 II=1,NTO
TYPE 112
WRITE(4,112)
ACCEPT *, I
WRITE(4,*)I
TETA(I)=0.0
7 CONTINUE
8 IVKM=2
IVKJ=1
TYPE 113
WRITE(4,113)
TYPE 114
WRITE(4,114)
TYPE 115
WRITE(4,115)
DO 9 K=1,NB
I=NI(K)
J=MB(K)
TYPE 117,K
WRITE(4,117)K
TYPE 116, I, J, J, I
WRITE(4,116)I, J, J, I
ACCEPT *, M(I, J), M(J, I)
WRITE(4,*)M(I, J), M(J, I)
TYPE 118, K
WRITE(4,118)K
ACCEPT *, V(K)
WRITE(4,*)V(K)
IF(KIND. EQ. 2)GO TO 10
TYPE 119, K
WRITE(4,119)K
ACCEPT *, P(K)
WRITE(4,*)P(K)
GO TO 9
10 P(K)=0.0
9 CONTINUE

```

```

DO 11 K=1,N0
L=1
JJ=1
LJJ=1
TYPE 156,K
WRITE(4,156)K
IF(K.EQ.NVIC+1.OR.K.EQ.1)GO TO 12
KK=K-1
TYPE 120,K
WRITE(4,120)K
TYPE 121,KK
WRITE(4,121)KK
ACCEPT 4,NSAVE
WRITE(4,*)NSAVE
IF(NSAVE.EQ.2)GO TO 12
IDNOM(K)=IDNOM(K-1)
NPER(K)=NPER(K-1)
IF(XLON(K).EQ.XLON(K-1))GO TO 1200
XL(X)=(XLON(K))/(XLON(K-1)/XL(K-1))
GO TO 1201
1200 XL(X)=XL(K-1)
1201 CONTINUE
EFMAX(K)=EFMAX(K-1)
PUNIT=PUNIT+QW*XLON(K)
GO TO 64
12 I=NI(K)
J=NB(K)
AB=ABS(M(I,J))
BA=ABS(M(J,I))
IF(TE1A(I).EQ.0)GO TO 13
IF(TE1A(J).EQ.0)GO TO 14
IF(AB.GE.BA)GO TO 15
18 XM=M(J,I)
YM=M(I,J)
GO TO 14
13 IF(AB.GE.BA)GO TO 17
GO TO 18
14 IF(BA.GE.AB)GO TO 19
15 XM=M(I,J)
YM=M(J,I)

```

```
GO TO 16
17 IVKM=1
GO TO 15
19 IVKM=1
GO TO 18
16 CONTINUE
IF(P(K))20, 21, 22
20 KTIP=2
P(K)=ABS(P(K))
TYPE 122, K
WRITE(4, 122)K
ACCEPT *, XK
WRITE(4, *)XK
GO TO 23
21 KTIP=1
GO TO 23
22 KTIP=3
23 IF(K.GT.NVIC)GO TO 24
TYPE 123, K
WRITE(4, 123)K
ACCEPT *, PM
WRITE(4, *)PM
PM=PM+100000.0
GO TO 25
24 XM=XM+100000.0
YM=YM+100000.0
V(K)=V(K)*1000.0
P(K)=P(K)*1000.0
25 IF(IVKJ.EQ.1)GO TO 26
TYPE 124, K
WRITE(4, 124)K
ACCEPT *, IDNOM(K)
WRITE(4, *)IDNOM(K)
GO TO 27
26 CALL PREDIS(XM, YM, PM, XL, IDNOM, K)
27 XLX=XL(K)/ZLK
L=1
JJ=1
LJJ=1
XLY=XL(K)/ZLY
```

```

XL(K)=XL(K)/ZLL
ZLL=1.0
ZLY=1.0
ZLX=1.0
IF(KTIP.NF.2)GO TO 28
TYPE 125
WRITE(4,125)
ACCEPT *,NPAN
WRITE(4,*)NPAN
GO TO 28
303 CONTINUE
TYPE 157
WRITE(4,157)
ACCEPT *,IDNOM(K)
28 CONTINUE
DO 301 IND=1,NFAM
301 IF(IDNOM(K).EQ.IDX(IND,1))GO TO 302
TYPE 158
WRITE(4,158)
GO TO 303
302 DO 304 NRFC=IDX(IND,2),IDX(IND+1,2)-1
READ(1,NRFG)ID,A,D,W,B,F,PP,RT,DAF,XI,SX,RX,YI,SY,RY
CALL CONVER(A,D,W,B,F,PP,RT,DAF,XI,SX,RX,YI,SY,RY,AA)
GO TO(29,30,30)KTIP
29 CALL FLEX(RT,DAF,SX,XL,K,XM,YM,PM,EFLEX)
ETA=EFLEX
GO TO 34
30 IF(IDIR.EQ.1)GO TO 31
S=SY
RG=RY
GO TO 32
31 S=SX
RG=RX
32 CALL FLEX(RT,DAF,S,XL,K,XM,YM,PM,EFLEX)
IF(KTIP.EQ.2)GO TO 33
CALL TEN(P,K,EFLEX,A,EFT)
ETA=EFT
GO TO 34
33 CALL COMP(A,P,K,XLX,XLY,RX,RY,NPAN,EFFC,XK,FAR)
CALL FLEXCO(XM,YM,EFFC,EFLEX,IVKM,FAR,XL,K,XK,RG,FORM,KCM)

```

```

ETA=FORM
34 IF(ETA. LE. RLM. AND. ETA. GE. RLN)GO TO 35
   IF(ETA. LT. RLN)GO TO 1500
1600 JJ=JJ+1
   GO TO 301
1500 IF(ETA. EQ. 0. 0)GO TO 1600
   LJJ=LJJ+1
   GO TO 301
35 IF(L. EQ. 1)GO TO 36
   DIFF=ABS(REX-ETA)
   GO TO 37
36 DIFER=ABS(REX-ETA)
   EFMAX(K)=ETA
   NRMR=NREC
   XINER=XI
   AALM=AA
   WW=PP
   EFFX=EFLEX
   IELE=ID
37 IF(DIFER. LE. DIFF)GO TO 38
   DIFER=DIFF
   EFMAX(K)=ETA
   NRMR=NREC
   XINER=XI
   AALM=AA
   WW=PP
   EFFX=EFLEX
   IELE=ID
38 L=L+1
304 CONTINUE
   IF(L. EQ. 1)GO TO 40
   NPER(K)=NRMR
   BB1=1. 0
   CALL CORT(V, K, BB1, AALM)
   IF(BB1 EQ. 0. 0)GO TO 41
   IVK=2
   GO TO 42
41 IVK=1
42 IF(IVKJ. NE. 1)GO TO 43
   CC1=1. 0

```

```
CALL FLECHA(XM, YM, PM, XL, K, XINER, CC1)
IF(CC1.EQ 0.0)GO TO 44
IVKF=2
GO TO 43
44 IVKF=1
43 CONTINUE
TYPE 159,K
WRITE(4,159)K
TYPE 126, IDNOM(K), IELE
WRITE(4,126)IDNOM(K), IELE
TYPE 127,EFMAX(K)
WRITE(4,127)EFMAX(K)
GO TO(45,46)IVK
45 TYPE 128
WRITE(4,128)
GO TO 47
46 TYPE 129
WRITE(4,129)
47 IF(IVKJ.NE.1)GO TO 50
GO TO(48,49)IVKF
48 TYPE 130
WRITE(4,130)
GO TO 50
49 TYPE 131
WRITE(4,131)
50 ACCEPT *,NPAR
IF(KTIP.EG.1)GO TO 51
ECAR=EFMAX(K)-EFFX
TYPE 132,EFFX
WRITE(4,132)EFFX
TYPE 133,ECAR
WRITE(4,133)ECAR
ACCEPT *,NPAR2
GO TO 51
40 TYPE 134
WRITE(4,134)
IF(LJJ.EG.JJ)GO TO 1504
IF(LJJ.GT.JJ)GO TO 1506
GO TO 1505
1504 TYPE 1510
```

```
WRITE(4, 1510)
GO TO 51
1505 TYPE 1511
WRITE(4, 1511)
GO TO 51
1506 TYPE 1512
WRITE(4, 1512)
51 ACCEPT *,LLCOM
TYPE 135
WRITE(4, 135)
TYPE 136
WRITE(4, 136)
IF(KTIP. EG. 2. OR. KTIP. EQ. 3)GO TO 52
TYPE 137
WRITE(4, 137)
TYPE 138
WRITE(4, 138)
TYPE 139
WRITE(4, 139)
TYPE 140
WRITE(4, 140)
TYPE 141
WRITE(4, 141)
TYPE 142
WRITE(4, 142)
ACCEPT *,NOPC
WRITE(4, *)NOPC
IF(NOPC. NE. 5)GO TO 53
NOPC=6
GO TO 54
52 TYPE 137
WRITE(4, 137)
TYPE 138
WRITE(4, 138)
TYPE 139
WRITE(4, 139)
TYPE 140
WRITE(4, 140)
TYPE 143
WRITE(4, 143)
```

```
TYPE 144
WRITE(4,144)
TYPE 142
WRITE(4,142)
ACCEPT *,NCP C
WRITE(4,*)NCP C
54 IF(NCP C.EG.6)GO TO 55
53 GO TO(63,58,59,60,61)NCP C
55 TYPE 145
WRITE(4,145)
ACCEPT *,NUQP
WRITE(4,*)NUQP
DO 56 I=1,NUQP
TYPE 146,I
WRITE(4,146)I
ACCEPT *,MN(I)
WRITE(4,*)MN(I)
56 CONTINUE
DO 57 I=1,NUQP
NXX=MN(I)
GO TO(63,58,59,60,61)NXX
58 TYPE 147
WRITE(4,147)
ACCEPT *,IDNOM(K)
WRITE(4,*)IDNOM(K)
GO TO 62
59 TYPE 148
WRITE(4,148)
ACCEPT *,ZLL
WRITE(4,*)ZLL
GO TO 62
60 TYPE 149
WRITE(4,149)
ACCEPT *,RLN
WRITE(4,*)RLN
NFLAG=2
GO TO 62
61 TYPE 150
WRITE(4,150)
ACCEPT *,ZLX
```



```

WRITE(4,*)ZLX
TYPE 151
WRITE(4,151)
ACCEPT *,ZLY
WRITE(4,*)ZLY
62 IF(NCPC.NE.6)GO TO 27
57 CONTINUE
GO TO 27
63 PUNIT=PUNIT+HW*XLON(K)
64 IF(NFLAC.NE.2)GO TO 64
IF(LOAD.EQ.1)GO TO 65
RLN=1.197
GO TO 66
65 RLN=0.9
66 IF(K.NE.NVIC)GO TO 11
IVKJ=2
11 CONTINUE
TYPE 6018
WRITE(4,6018)
TYPE 152
WRITE(4,152)
DO 80 K=1,N8
NREG=NPER(K)
READ(1,MREG)ID, A, D, W, B, F, PP, RT, DAF, XI, SX, RX, YI, SY, RY
TYPE 153, K, IDNOM(K), ID, D, W, B, F, EFMAX(K), XL(K)
WRITE(4,153)K, IDNOM(K), ID, D, W, B, F, EFMAX(K), XL(K)
80 CONTINUE
TYPE 154,PUNIT
WRITE(4,154)PUNIT
TYPE 155
WRITE(4,155)
ACCEPT *,IDEC
WRITE(4,*)IDEC
IF(IDEC.EQ.1)GO TO 70
101 FORMAT(///,15X,'DAR TIPO DE ESTRUCTURA: ',/,15X,'1)MARCO CONTINUO.'
1,/,15X,'2)VIGAS CONTINUAS.')
102 FORMAT(//,15X,'DAR DIRECCION ANALISIS; I-MAYOR=1, I-MENOR=2:')
103 FORMAT(///,15X,'DAR TIPO DE CARGAS: ',/,15X,'CM+CV=1)CM+CV+CA=2:')
104 FORMAT(///,15X,'DAR CASO DE EFECTOS DE SEGUNDO ORDEN:')
105 FORMAT(///,15X,'DAR NUMERO DE BARRAS:')

```

```

106  FORMAT(///, 15X, 'DAR NUMERO DE NUDOS: ')
107  FORMAT(///, 15X, 'DAR NUMERO DE VIGAS: ')
108  FORMAT(///, 15X, '***SE INICIA LECTURA DE INCIDENCIAS***')
109  FORMAT(///, 15X, 'INCIDENCIAS DE LA BARRA: ', I2)
110  FORMAT(///, 15X, 'DAR LONGITUD EN MTS DE LA BARRA: ', I2)
111  FORMAT(///, 15X, 'DAR NO. DE NUDOS DONDE EL GIRO SEA CERO: ')
112  FORMAT(///, 15X, 'DAR NUMERO DE NUDD: ')
113  FGRMAT(///, 15X, '***SE INICIA LECTURA DE ELEMENTOS MECANICOS***')
114  FCRMAT(//, 15X, 'DAR MOMENTOS EN TON-M CON SU SIGNO')
115  FCRMAT(//, 15X, 'EL CORTANTE Y LA CARGA AXIAL EN TON')
116  FORMAT(//, 15X, 'DIRECCION ', I2, ' - ', I2, ' Y ', I2, ' - ', I2)
117  FORMAT(///, 15X, 'MOMENTOS PARA LA BARRA: ', I2)
118  FORMAT(///, 15X, 'DAR CORTANTE DE LA BARRA: ', I2)
119  FCRMAT(///, 15X, 'DAR CARGA AXIAL DE LA BARRA: ', I2)
120  FCRMAT(//, 15X, 'OPCION QUE LA BARRA', I3, ' TENGA MISMAS PROPIEDADES')
121  FCRMAT(//, 15X, 'QUE LA BARRA ', I2, ' ; SI=1; NO=2')
122  FCRMAT(///, 15X, 'DAR FACTOR DE LONGITUD EFECTIVA DE LA BARRA: ', I2)
123  FCRMAT(///, 15X, 'DAR MOMENTO POSITIVO DE LA BARRA: ', I2)
124  FGRMAT(///, 15X, 'DAR PERALTE NOMINAL QUE SE CONSIDERE, BARRA: ', I2)
125  FCRMAT(///, 15X, 'DAR TIPO PANDEO; EN X=1, EN Y=2, EN AMBOS=3: ')
126  FCRMAT(///, 15X, 'EL MEJOR PERFIL ES UN: W ', I2, ' X ', I3)
127  FCRMAT(//, 15X, 'CON EFICIENCIA= ', F10.5)
128  FCRMAT(///, 15X, '***NO PASA POR CORTANTE***')
129  FCRMAT(///, 15X, '***NO HAY PROBLEMAS POR CORTANTE***')
130  FGRMAT(///, 15X, '***NO PASA POR FLECHA***')
131  FCRMAT(///, 15X, '***NO HAY PROBLEMAS POR FLECHA***')
132  FCRMAT(///, 15X, 'LA EFICIENCIA A FLEXION ES: ', F10.5)
133  FCRMAT(//, 15X, 'LA EFICIENCIA POR CARGA AXIAL ES: ', F10.5)
134  FCRMAT(///, 15X, '***NO PASO NINGUN PERFIL DE ESTE PERALTE***')
135  FCRMAT(///, 15X, 'PARA MEJORAR EL DISENO SE PRESENTAN')
136  FCRMAT(//, 15X, 'LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS: ')
137  FCRMAT(///, 15X, '1)NO MAS REFORMAS. ')
138  FCRMAT(//, 15X, '2)CAMBIAR EL PERALTE. ')
139  FCRMAT(//, 15X, '3)CAMBIO LONGITUD A FLEXION(ARRIOSTRAMIENTO). ')
140  FCRMAT(//, 15X, '4)CAMBIO LIMITE INFERIOR RANGO SELECCION. ')
141  FCRMAT(//, 15X, '5)ALGUNA COMBINACION DE LAS ANTERIORES. ')
142  FCRMAT(///, 17X, 'DAR EL CASO: ')
143  FCRMAT(//, 15X, '5)CAMBIO LONGITUD PANDEO(ARRIOSTRAMIENTO). ')
144  FCRMAT(//, 15X, '6)ALGUNA COMBINACION DE LAS ANTERIORES. ')
145  FCRMAT(///, 15X, 'NUMERO OPCIONES A COMBINAR?')

```

```

146  FORMAT(//,15X,'DAR LA NUMERO: ',I2)
147  FORMAT(//,15X,'DAR EL PERALTE: ')
148  FORMAT(//,15X,'DAR NO. TRAMOS A DIVIDIR LA PZA.: ')
149  FORMAT(//,15X,'DAR LIMITE INFERIOR: ')
150  FORMAT(//,15X,'DAR NO. TRAMOS A DIV LONG EN "X"')
151  FORMAT(//,15X,'DAR NO. TRAMOS A DIV LONG EN "Y"')
152  FORMAT(//,9X,'BARRA',3X,'PERFIL',4X,'PERALTE',2X,'ALMA',3X,'ANCHO
1',4X,'PATIN',3X,'EFICIENCIA',3X,'LONGITUD')
153  FORMAT(//,9X,I2,5X,'W-',I2,'X',I3,2X,F6.2,3X,F5.3,2X,F6.3,3X,F5.3
1,4X,F7.4,6X,F7.2)
154  FORMAT(//,15X,' PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA EN KG: ',/,50X,F15.5)
155  FORMAT(//,15X,'SE DESEA EFECTUAR OTRO DISEÑO? ;SI=1,NO=2')
156  FORMAT(//,15X,'***INICIA DISEÑO BARRA: ',I2)
157  FORMAT(//,15X,'DAR EL PERALTE ADECUADO POR FAVOR: ')
158  FORMAT(//,15X,'***** NO EXISTE LA FAMILIA *****')
159  FORMAT(//,15X,'** PARA LA BARRA: ',I2)
6000  FORMAT(//,20X,'***** PROGRAMA POR TABULACION AISC *****')
6001  FORMAT(//,20X,'ELABORADO POR: ',/,30X,'ING. BRUNO MARTINEZ MORENO',
1/,30X,'ENEP ACATLAN',4X,'JUNIO 1984')
6002  FORMAT(//,20X,'** LEER CUIDADOSAMENTE LAS SIGUIENTES',/,23X,'INST
1RUCCIONES **')
6003  FORMAT(//,20X,'I)PARA EL CASO DE MARCOS CONTINUOS,NUME-',/,22X,
1'RAR LAS BARRAS DE LA ESTRUCTURA DE LA',/,22X,'SIGUIENTE FORMA: ')
6004  FORMAT(//,22X,'SEAN NB= NUMERO TOTAL DE BARRAS. ',/,29X,'NV= NUMER
10 DE VIGAS. ')
6005  FORMAT(//,20X,'1)EL ORDEN DE NUMERACION SE HARA COMEN-',/,22X,'ZAN
1DDO POR EL PRIMER NIVEL Y TERMINANDO',/,22X,'CON EL ULTIMO O VICEV
2ERSA. ')
6006  FORMAT(//,20X,'2)LOS NUMEROS DEL 1 AL NV SE LE ASIGNA',/,21X,'-
1RAN A TODAS LAS VIGAS,NUMERANDO TODAS',/,22X,'LAS DE UN NIVEL
2 ANTES DE PASAR AL',/,22X,'SIGUIENTE. ')
6007  FORMAT(//,20X,'3)LOS NUMEROS RESTANTES,NB-NV,SE LE ASIG',/,21X,'-N
1ARAN A LAS COLUMNAS,CON EL MISMO CRI-',/,22X,'TERIO QUE EN LAS TR
2ABES. ')
6008  FORMAT(//,20X,'II)NUMERAR LOS NUDOS. ')
6009  FORMAT(//,20X,'III)LA CLAVE PARA SELECCIONAR EL TIPO DE',/,24X,
1'DISEÑO SERA DE ACUERDO AL VALOR DE',/,24X,'P,LA CARGA AXIAL,ES
2 DECIR,SI: ',/,24X,'P=0.0 --> FLEXION PURA',/,24X,'P>0.0 --> FLEX
30TENSION',/,24X,'P<0.0 --> FLEXOCOMPRESION')
6010  FORMAT(//,20X,'LAS VIGAS CONTINUAS SE DISEÑAN SOLO A',/,20X,'FLEX

```

```

        IION SIMPLE. ')
6011  FORMAT(///, 20X, 'IV)EN CASO DE EFECTOS DE SEGUNDO ORDEN, ', /, 23X, 'LA
        1 ESTRUCTURA ESTARA EN UNO DE LOS', /, 23X, 'SIGUIENTES CASOS:')
6012  FORMAT(///, 20X, '1)MIEMBROS A COMPRESION SUJETOS A TRASLA', /, 21X, '-
        1CION DE SUS NUDOS. ')
6013  FORMAT(///, 20X, '2)MIEMBROS A COMPRESION EN MARCOS IMPEDI', /, 21X, '-
        1DOS DE TRASLACION LATERAL DE SUS NUDOS', /, 22X, 'Y NO SUJETOS A CA
        2RGA TRANSVERSAL ENTRE', /, 22X, 'SUS APOYOS EN EL PLANO DE FLEXION.
        3')
6014  FORMAT(///, 20X, '3)MIEMBROS A COMPRESION EN MARCOS CONTRA', /, 21X, '-
        1VENTEADOS(DESPLAZAMIENTO LATERAL IMPE-', /, 22X, 'DIDO)EN EL PLANO
        2 DE CARCA Y SUJETOS A', /, 22X, 'CARGA TRANSVERSAL ENTRE SUS APOYOS
        3 CON', /, 22X, 'EXTREMOS RESTRINGIDOS. ')
6015  FORMAT(///, 20X, '4)LO MISMO QUE "3" PERO CON EXTREMOS NO', /, 22X, 'RE
        1STRINGIDOS. ')
6016  FORMAT(///, 20X, 'V)EL RANGO DE SELECCION DE EFICIENCIAS', /, 22X, 'DE
        1 PERFILES, ES PARA: ')
6017  FORMAT(///, 22X, 'CM+CV', 5X, '0.900-1.0500', /, 22X, 'CM+CV+CA', 2X, '1.19
        17-1.3965', /, 20X, 'PARA UN CASO EXTREMO SE PRESENTA LA', /, 20X, 'OP
        1CION DE MODIFICAR EL LIMITE INFERIOR. ')
6018  FORMAT(///, 24X, '*** TABLA FINAL DE PERFILES ***', /, 20X, 'LAS DIMENS
        1IONES ESTAN EN PULGADAS, LAS', /, 20X, 'LONGITUDES EN CMS. ')
1510  FORMAT(///, 15X, '***NO. IGUAL ESCAZOS Y SOBRADOS***')
1511  FORMAT(///, 15X, '***LA MAYORIA ESTAN ESCAZOS***')
1512  FORMAT(///, 15X, '***LA MAYORIA ESTAN SOBRADOS***')
        END

```

C ***** SUBROUTINA CONVER *****

```

SUBROUTINE CONVER(A, D, W, B, F, PP, RT, DAF, XI, SX, RX, YI, SY, RY, AA)
A=A*6. 4516
D=D*2. 54
B=B*2. 54
W=W*2. 54
F=F*2. 54
RT=RT*2. 54
RX-RX*2. 54
RY=RY*2. 54
DAF=DAF/2. 54
SX=SX*16. 3871
SY=SY*16. 3871
XI=XI*41. 6231
YI=YI*41. 6231
PP=PP*1. 4981562
AA=(D-2. 0+F)*W
RETURN
END

```

C ***** SUBROUTINA PREDIS *****

```

SUBROUTINE PREDIS(XM, YM, PM, XL, IDNOM, K)
DIMENSION XL(6), IDNOM(6)
E=2039000. 0
XMB=ABS(XM)
DL=1. 0/360. 0
FYR=2530. 0/1. 65
SS=FYR/(24. 0*E*DL)
IF(XMB. EQ. 0. 0)GO TO 906
IF(XMB. GT. PM)GO TO 907
906 DN1=((3. 0+SS/PM)*(XM+YM))-(5. 0*SS)
GO TO 908
907 DN1=(3. 0*SS)+(SS*(3. 0*YM-5. 0*PM)/XM)
908 DNN1=ABS(DN1)*XL(K)/2. 54
TYPE 909, DNN1
WRITE(4, 709)DNN1
909 FORMAT(//, 15X, 'EL PERALTE APROXIMADO ES: ', F15. 5, '//, 15X, 'ESCOG
1ER UN PERALTE NOMINAL EN PULGADAS EN BASE A ESTE RESULTADO')
TYPE 912, K
WRITE(4, 912)K
912 FORMAT(//, 15X, 'DAR EL PERALTE NOMINAL DE LA BARRA: ', I2)
ACCEPT *, IDNOM(K)
WRITE(4, *)IDNOM(K)
RETURN
END

```

C

***** SUBROUTINA FLEX *****

```

SUBROUTINE FLEX(RT, DAF, S, XL, K, XM, YM, PM, EFLEX)
DIMENSION XL(6)
XMB=ARS(XM)
IF(XMB.EQ.0.0)GO TO 710
CB=1.75+(1.05*YM/XM)+(0.3*((YM/XM)**2.0))
IF(CB.GT.2.3)GO TO 711
712 IF(PM.GT.XMA)GO TO 710
GO TO 713
711 CB=2.3
GO TO 712
710 CB=1.0
713 RLIM1=119.0*SQRT(CB)
REL=XL(K)/RT
IF(REL.GT.RLIM1)GO TO 714
FB=(1680.0)-((REL**2.0)/(16.81*CB))
GO TO 715
714 FB=(1195000.0*CB)/(REL**2.0)
715 FB1=(843/00.0*CB)/(XL(K)*DAF)
FB2=1520.0
IF(FB1.GT.FB)GO TO 716
717 IF(FB.GT.FB2)GO TO 718
GO TO 717
716 FB=FB1
GO TO 717
718 FB=FB2
719 IF(XMB.GT.PM)GO TO 720
XHU=PM
GO TO 721
720 XHU=XMB
721 FR=XHU/S
EFLEX=FR/FB
RETURN
END

```

C ***** SUBROUTINA COMP *****

```

SUBROUTINE COMP(A, P, K, XLX, XLY, RX, RY, NPAN, EFFC, XK, FAR)
DIMENSION P(4)
CC=124.0
FY=2530.0
RELX=XK*XLX/RX
RELY=XK*XLY/RY
GO TO(700, 701, 702)NPAN
700 RELF=RELX
GO TO 703
701 RELF=RELY
GO TO 703
702 IF(RELX, CT, RELY)GO TO 700
GO TO 701
703 IF(RELF, CE, 200.0)GO TO 704
GO TO 705
704 EFFC=0.0
FAR=0.0
GO TO 708
705 FACSS=(5.0/3.0)+(3.0/8.0*RELF/CC)
FSS=FACSS-(((RELF**3.0)/(CC**3.0))/8.0)
IF(RELF, CE, CC)GO TO 706
FA=(1-((RELF**2.0)/(2.0*CC**2.0)))/FSS*FY
GO TO 707
706 FA=(1050000.0)/(RELF**2.0)
707 FAR=P(K)/4
EFFC=FAR/FA
708 RETURN
END

```

C

**** SUBROUTINE FLEXCD ****

```

SUBROUTINE FLEXCD(XM, YM, EFFC, EFLEX, IVKM, FAR, XL, K, XK, RG, FORM, KCM)
DIMENSION XL(6)
PI=3.1416
E=2039000.0
IF(EFFC.EQ.0.0)GO TO 7000
IF(IVKM.EQ.1)GO TO 730
GO TO 734
730 EFFC=FAR/1520.0
GO TO 731
7000 FORM=0.0
GO TO 740
734 IF(EFFC.GT.0.15)GO TO 735
FORM=EFLEX+EFFC
GO TO 740
735 GO TO(736, 737, 738, 738)KCM
736 CM=0.85
GO TO 739
737 CM=0.6-(0.4*YM/XM)
IF(CM.LE.0.4)GO TO 739
CM=0.4
GO TO 737
738 CM=1.0
739 FEX=((PI**2.0*E)/((XK*XL(K)/RG)**2.0))*12.0/23.0
FIX=CM/(1-FAR/FEX)
FORM=EFLEX*FIX+EFFC
RETURN
END

```


C ***** SUBROUTINA FLECHA *****

```

SUBROUTINE FLECHA(XM, YM, PM, XL, K, XINER, CC1)
DIMENSION XL(6)
E=2039000.0
DPEM=XL(K)/360.0
DR1=(XL(K)**2.0)/(48.0*XINER)
DR2=(3.0*XM+3.0*YM-5.0*PM)
DRE=DR1+DR2
DNM=ABS(DRE)
IF(DNM.GT.DPEM)GO TO 6002
GO TO 6003
6002 CC1=0.0
6003 RETURN
END

```

C ***** SUBROUTINA CORT *****

```

SUBROUTINE CORT(V, K, BB1, AALM)
DIMENSION V(6)
EVP=1012.0
EVR=V(K)/AALM
IF(EVR.GT.EVP)GO TO 6000
GO TO 6001
6000 BB1=0.0
6001 RETURN
END

```

C ***** SUBROUTINA TEN *****

```

SUBROUTINE TEN(P, K, EFLEX, A, EFT)
DIMENSION P(6)
REYNA=P(K)/A/1520.0
EFT=REYNA+EFLEX
RETURN
END

```

CAPITULO VI.

APLICACIONES.

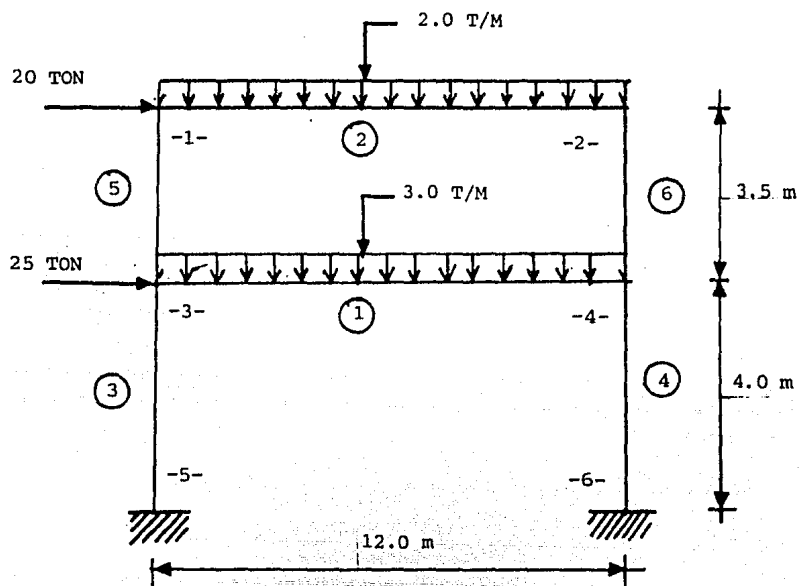
De acuerdo a lo visto en los capítulos anteriores podrá obviarse en que tipo de estructuras puede ocuparse éste programa.

Puede utilizarse tanto en vigas como en marcos continuos ordinarios, de preferencia simétricos en cargas y geometría y no sujetos a acciones de elevada magnitud que provoquen que se desemboque al diseño de piezas muy robustas, de modo de que ningún perfil tabulado satisfaga los requerimientos dados o de modo de tener que recurrir al diseño de secciones compactas, no comprendidas en éste trabajo.

Sin embargo, en caso de presentarse éste caso el programa es perfectamente válido para fines de prediseño y aminorar en parte el trabajo que se tenga que efectuar.

A continuación se presentan unos ejemplos sencillos para mostrar el funcionamiento del programa. Las corridas mostradas se presentan tal y como sucede en una terminal de video.

EJEMPLO UNO:



FACTORES DE LONGITUD EFECTIVA:

Columnas Inferiores = 1.10

Columnas Superiores = 1.05

Los números dentro del círculo indican barras.

Los números entre guiones indican nudos.

V : Cortante.

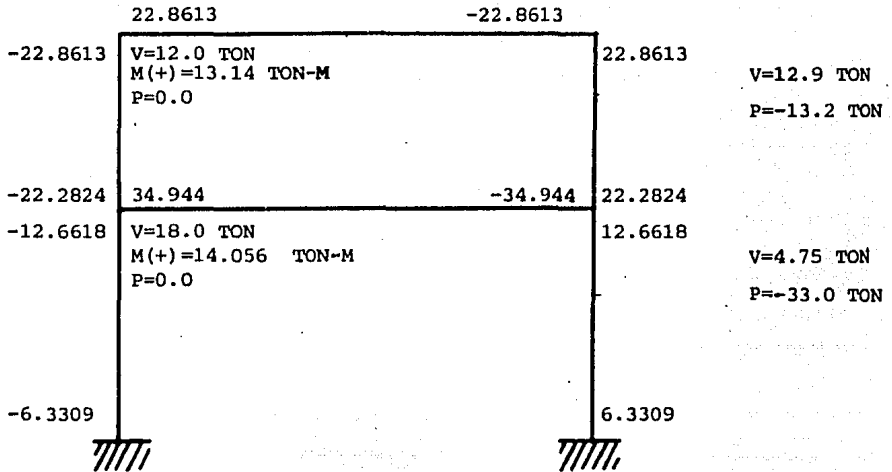
P : Carga Axial.

M(+) : Momento Positivo.

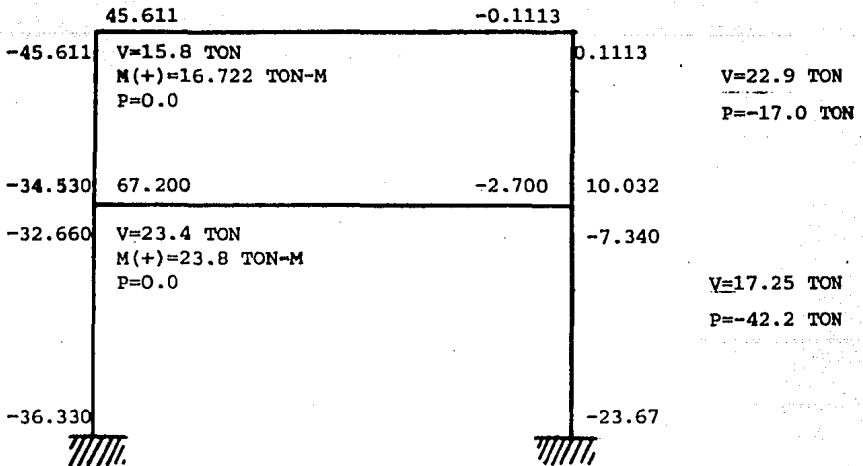
Los cortantes y cargas axiales indicados a la derecha de las figuras corresponden a las columnas de todo el piso.

Los momentos finales indicados están en ton-m.

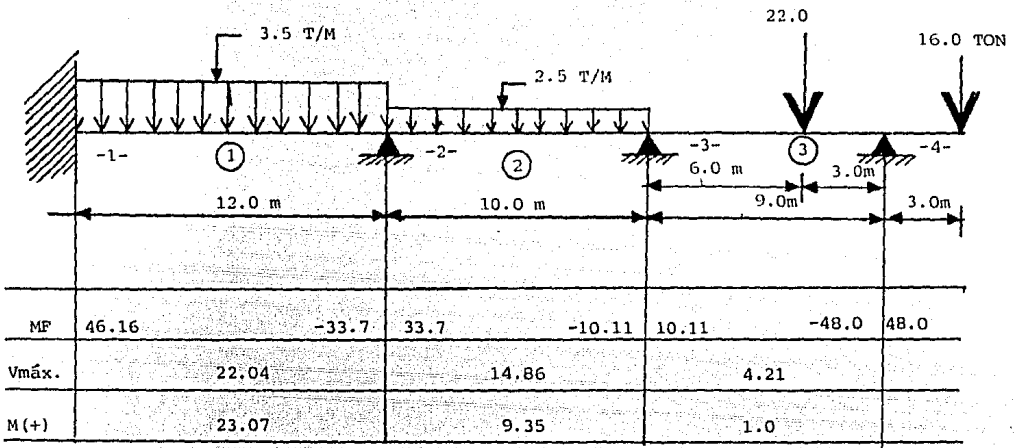
1.1 - CM + CV : PRIMERA CORRIDA



1.2 - CM + CV + CA : SEGUNDA CORRIDA



EJEMPLO DOS : TERCERA CORRIDA



MF : Momentos Finales en ton-m.

Vmáx.: Cortante Máximo en la barra.

M(+): Momento Positivo en ton-m.

Los números dentro de un círculo indican barras

Los números entre guiones indican nudos.

NOTA: La barra en cantilever no se diseña.

ELABORADO POR:

ING. BRUNO MARTINEZ MORENO
ENEP ACATLAN JUNIO 1984

** LEER CUIDADOSAMENTE LAS SIGUIENTES
INSTRUCCIONES **

I) PARA EL CASO DE MARCOS CONTINUOS, NUMERAR LAS BARRAS DE LA ESTRUCTURA DE LA SIGUIENTE FORMA:

SEAN NB= NUMERO TOTAL DE BARRAS.
NV= NUMERO DE VIGAS.

1) EL ORDEN DE NUMERACION SE HARA COMENZANDO POR EL PRIMER NIVEL Y TERMINANDO CON EL ULTIMO O VICEVERSA.

2) LOS NUMEROS DEL 1 AL NV SE LE ASIGNARAN A TODAS LAS VIGAS, NUMERANDO TODAS LAS DE UN NIVEL ANTES DE PASAR AL SIGUIENTE.

3) LOS NUMEROS RESTANTES, NB-NV, SE LE ASIGNARAN A LAS COLUMNAS, CON EL MISMO CRITERIO QUE EN LAS TRABES.

II) NUMERAR LOS NUJOS.

III) LA CLAVE PARA SELECCIONAR EL TIPO DE DISEÑO SERA DE ACUERDO AL VALOR DE P, LA CARGA AXIAL, ES DECIR, SI:
P=0.0 --> FLEXION PURA
P>0.0 --> FLEXOTENSION
P<0.0 --> FLEXOCOMPRESION

LAS VIGAS CONTINUAS SE DISEÑAN SOLO A FLEXION SIMPLE.

IV) EN CASO DE EFECTOS DE SEGUNDO ORDEN, LA ESTRUCTURA ESTARA EN UNO DE LOS SIGUIENTES CASOS:

1) MIEMBROS A COMPRESION SUJETOS A TRASLACION DE SUS NUJOS.

2) MIEMBROS A COMPRESION EN MARCOS IMPEDIDOS DE TRASLACION LATERAL DE SUS NUDOS Y NO SUJETOS A CARGA TRANSVERSAL ENTRE SUS APOYOS EN EL PLANO DE FLEXION. 67

3) MIEMBROS A COMPRESION EN MARCOS CONTRAVENTEAOS (DESPLAZAMIENTO LATERAL IMPEDIDO) EN EL PLANO DE CARGA Y SUJETOS A CARGA TRANSVERSAL ENTRE SUS APOYOS CON EXTREMOS RESTRINGIDOS.

4) LO MISMO QUE "3" PERO CON EXTREMOS NO RESTRINGIDOS.

V) EL RANGO DE SELECCION DE EFICIENCIAS DE PERFILES, ES PARA:

CM+CV 0.900-1.0500
CM+CV+CA 1.197-1.3965

PARA UN CASO EXTREMO SE PRESENTA LA OPCION DE MODIFICAR EL LIMITE INFERIOR.

DAR TIPO DE ESTRUCTURA:

- 1) MARCO CONTINUO.
- 2) VIGAS CONTINUAS.

1

DAR DIRECCION ANALISIS, I-MAYOR=1, I-MENOR=2:

1

DAR TIPO DE CARGAS:
CM+CV=1; CM+CV+CA=2:

1

DAR CASO DE EFECTOS DE SEGUNDO ORDEN:

1

DAR NUMERO DE BARRAS:

6

DAR NUMERO DE NUDOS:

6

DAR NUMERO DE VIGAS:

2

SE INICIA LECTURA DE INCIDENCIAS

68

3 4 INCIDENCIAS DE LA BARRA: 1

12.00000 DAR LONGITUD EN MTS DE LA BARRA: 1

1 2 INCIDENCIAS DE LA BARRA: 2

12.00000 DAR LONGITUD EN MTS DE LA BARRA: 2

3 5 INCIDENCIAS DE LA BARRA: 3

4.000000 DAR LONGITUD EN MTS DE LA BARRA: 3

4 6 INCIDENCIAS DE LA BARRA: 4

4.000000 DAR LONGITUD EN MTS DE LA BARRA: 4

1 3 INCIDENCIAS DE LA BARRA: 5

3.500000 DAR LONGITUD EN MTS DE LA BARRA: 5

2 4 INCIDENCIAS DE LA BARRA: 6

3.500000 DAR LONGITUD EN MTS DE LA BARRA: 6

2 DAR NO. DE NUDOS DONDE EL GIRO SEA CERO:

5 DAR NUMERO DE NUDO:

6 DAR NUMERO DE NUDO:

SE INICIA LECTURA DE ELEMENTOS MECANICOS

DAR MOMENTOS EN TON-M CON SU SIGNO

69

EL CORTANTE Y LA CARGA AXIAL EN TON

MOMENTOS PARA LA BARRA: 1

34.94400 DIRECCION 3 - 4 Y 4 - 3
-34.94400

18.00000 DAR CORTANTE DE LA BARRA: 1

0.0000000 DAR CARGA AXIAL DE LA BARRA: 1

MOMENTOS PARA LA BARRA: 2

22.86130 DIRECCION 1 - 2 Y 2 - 1
-22.86130

12.00000 DAR CORTANTE DE LA BARRA: 2

0.0000000 DAR CARGA AXIAL DE LA BARRA: 2

MOMENTOS PARA LA BARRA: 3

-12.66180 DIRECCION 3 - 5 Y 5 - 3
6.330900

4.7500000 DAR CORTANTE DE LA BARRA: 3

-33.00000 DAR CARGA AXIAL DE LA BARRA: 3

MOMENTOS PARA LA BARRA: 4

12.66180 DIRECCION 4 - 6 Y 6 - 4
6.330900

4.7500000 DAR CORTANTE DE LA BARRA: 4

-33.00000 DAR CARGA AXIAL DE LA BARRA: 4

MOMENTOS PARA LA BARRA: 5

70

-22.86130 DIRECCION 1 - 3 Y 3 - 1
-22.28240

12.90000 DAR CORTANTE DE LA BARRA: 5

-13.20000 DAR CARGA AXIAL DE LA BARRA: 5

MOMENTOS PARA LA BARRA: 6

22.86130 DIRECCION 2 - 4 Y 4 - 2
22.28240

12.90000 DAR CORTANTE DE LA BARRA: 6

-13.20000 DAR CARGA AXIAL DE LA BARRA: 6

***INICIA DISEÑO BARRA: 1

14.05600 DAR MOMENTO POSITIVO DE LA BARRA: 1

EL PERALTE APROXIMADO ES: 26.64576

ESCOGER UN PERALTE NOMINAL EN PULGADAS EN BASE A ESTE RESULTADO

27 DAR EL PERALTE NOMINAL DE LA BARRA: 1

** PARA LA BARRA: 1

EL MEJOR PERFIL ES UN: W 27 X 84

CON EFICIENCIA= 0.94483

NO HAY PROBLEMAS POR CORTANTE

NO HAY PROBLEMAS POR FLECHA

PARA MEJORAR EL DISEÑO SE PRESENTAN

LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

1)NO MAS REFORMAS.

2)CAMBIAR EL PERALTE.

3)CAMBIO LONGITUD A FLEXION(ARRIOSTRAMIENTO).

4)CAMBIO LIMITE INFERIOR RANGO SELECCION.

5)ALGUNA COMBINACION DE LAS ANTERIORES.

71

DAR EL CASO:

1 13.14000
***INICIA DISEÑO BARRA: 2

OPCION QUE LA BARRA 2 TENGA MISMAS PROPIEDADES

2 QUE LA BARRA 1; SI=1; NO=2

DAR MOMENTO POSITIVO DE LA BARRA: 2

EL PERALTE APROXIMADO ES: 26.64576

ESCOGER UN PERALTE NOMINAL EN PULCADAS EN BASE A ESTE RESULTADO

27 DAR EL PERALTE NOMINAL DE LA BARRA: 2

NO PASO NINGUN PERFIL DE ESTE PERALTE

LA MAYORIA ESTAN SOBRADOS

PARA MEJORAR EL DISEÑO SE PRESENTAN

LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

1)NO MAS REFORMAS.

2)CAMBIAR EL PERALTE.

3)CAMBIO LONGITUD A FLEXION(ARRIOSTRAMIENTO).

4)CAMBIO LIMITE INFERIOR RANGO SELECCION.

5)ALGUNA COMBINACION DE LAS ANTERIORES.

DAR EL CASO:

24 DAR EL PERALTE:

** PARA LA BARRA: 2

EL MEJOR PERFIL ES UN: W 24 X 76
CON EFICIENCIA= 0.99751

72

NO HAY PROBLEMAS POR CORTANTE

NO HAY PROBLEMAS POR FLECHA

PARA MEJORAR EL DISEÑO SE PRESENTAN
LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

1)NO HAS REFORMAS.

2)CAMBIAR EL PERALTE.

3)CAMBIO LONGITUD A FLEXION(ARRIOSTRAMIENTO).

4)CAMBIO LIMITE INFERIOR RANGO SELECCION.

5)ALCUNA COMBINACION DE LAS ANTERIORES.

DAR EL CASO:

1

***INICIA DISEÑO BARRA: 3

1.100000

DAR FACTOR DE LONGITUD EFECTIVA DE LA BARRA: 3

10

DAR PERALTE NOMINAL QUE SE CONSIDERE, BARRA: 3

3

DAR TIPO PANDEO: EN X=1, EN Y=2, EN AMBOS=3:

** PARA LA BARRA: 3

EL MEJOR PERFIL ES UN: W 10 X 60
CON EFICIENCIA= 0.93030

NO HAY PROBLEMAS POR CORTANTE

LA EFICIENCIA A FLEXION ES: 0.79090

LA EFICIENCIA POR CARGA AXIAL ES: 0.15939

PARA MEJORAR EL DISEÑO SE PRESENTAN
LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

73

- 1) NO MAS REFORMAS.
- 2) CAMBIAR EL PERALTE.
- 3) CAMBIO LONGITUD A FLEXION (ARRIOSTRAMIENTO).
- 4) CAMBIO LIMITE INFERIOR RANGO SELECCION.
- 5) CAMBIO LONGITUD PANDEO (ARRIOSTRAMIENTO).
- 6) ALCUNA COMBINACION DE LAS ANTERIORES.

DAR EL CASO:

1

***INICIA DISEÑO BARRA: 4
OPCION QUE LA BARRA 4 TENGA MISMAS PROPIEDADES
QUE LA BARRA 3; SI=1; NO=2

1

***INICIA DISEÑO BARRA: 5
OPCION QUE LA BARRA 5 TENGA MISMAS PROPIEDADES
QUE LA BARRA 4; SI=1; NO=2

2

1. 050000 DAR FACTOR DE LONGITUD EFECTIVA DE LA BARRA: 5

16

DAR PERALTE NOMINAL QUE SE CONSIDERE, BARRA: 5

3

DAR TIPO PANDEO; EN X=1, EN Y=2, EN AMBOS=3:

NO PASO NINGUN PERFIL DE ESTE PERALTE

LA MAYORIA ESTAN ESCAZOS

PARA MEJORAR EL DISEÑO SE PRESENTAN
LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

- 1) NO MAS REFORMAS.
- 2) CAMBIAR EL PERALTE.

- 3)CAMBIO LONGITUD A FLEXION(ARRIOSTRAMIENTO).
4)CAMBIO LIMITE INFERIOR RANGO SELECCION.
5)CAMBIO LONGITUD PANDEO(ARRIOSTRAMIENTO).
6)ALCUNA COMBINACION DE LAS ANTERIORES.

74

DAR EL CASO:

2

DAR EL PERALTE:

18

DAR TIPO PANDEO: EN X=1, EN Y=2, EN AMBOS=3:

3

++ PARA LA BARRA: 5

EL MEJOR PERFIL ES UN: W 18 X 60

CON EFICIENCIA= 0.96227

NO HAY PROBLEMAS POR CORTANTE

LA EFICIENCIA A FLEXION ES: 0.84583

LA EFICIENCIA POR CARGA AXIAL ES: 0.11244

PARA MEJORAR EL DISEÑO SE PRESENTAN

LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

- 1)NUNCA MAS REFORMAS.
- 2)CAMBIAR EL PERALTE.
- 3)CAMBIO LONGITUD A FLEXION(ARRIOSTRAMIENTO).
- 4)CAMBIO LIMITE INFERIOR RANGO SELECCION.
- 5)CAMBIO LONGITUD PANDEO(ARRIOSTRAMIENTO).
- 6)ALCUNA COMBINACION DE LAS ANTERIORES.

DAR EL CASO:

1

***+INICIA DISEÑO BARRA: 6

OPCION QUE LA BARRA 6 TENGA MISMAS PROPIEDADES

QUE LA BARRA 5; SI=1; NO=2

1

*** TABLA FINAL DE PERFILES ***

LAS DIMENSIONES ESTAN EN PULGADAS, LAS
LONGITUDES EN CMS.

75

BARRA	PERFIL	PERALTE	ALMA	ANCHO	PATIN	EFICIENCIA	LONGITUD
1	W-27X 84	26.71	0.460	9.960	0.640	0.9448	1200.00
2	W-24X 76	23.92	0.440	8.990	0.680	0.9975	1200.00
3	W-10X 60	10.22	0.420	10.080	0.680	0.9503	400.00
4	W-10X 60	10.22	0.420	10.080	0.680	0.9503	400.00
5	W-18X 60	18.24	0.415	7.555	0.695	0.9623	350.00
6	W-18X 60	18.24	0.415	7.555	0.695	0.9623	350.00

PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA EN KG:

4196.60059

SE DESEA EFECTUAR OTRO DISEÑO? ; SI=1, NO=2

1

DAR TIPO DE ESTRUCTURA:

- 1) MARCO CONTINUO.
- 2) VICAS CONTINUAS.

1

DAR DIRECCION ANALISIS; I-MAYOR=1, I-MENOR=2:

1

DAR TIPO DE CARGAS:

- CM+CV=1; CM+CV+CA=2:

2

DAR CASO DE EFECTOS DE SEGUNDO ORDEN:

1

DAR NUMERO DE BARRAS:

6

DAR NUMERO DE NUDOS:

6

DAR NUMERO DE VIGAS:

2

SE INICIA LECTURA DE INCIDENCIAS

INCIDENCIAS DE LA BARRA: 1

3

4

12.00000 DAR LONGITUD EN MTS DE LA BARRA: 1

1 2 INCIDENCIAS DE LA BARRA: 2

12.00000 DAR LONGITUD EN MTS DE LA BARRA: 2

3 5 INCIDENCIAS DE LA BARRA: 3

4.000000 DAR LONGITUD EN MTS DE LA BARRA: 3

4 6 INCIDENCIAS DE LA BARRA: 4

4.000000 DAR LONGITUD EN MTS DE LA BARRA: 4

1 3 INCIDENCIAS DE LA BARRA: 5

3.500000 DAR LONGITUD EN MTS DE LA BARRA: 5

2 4 INCIDENCIAS DE LA BARRA: 6

3.500000 DAR LONGITUD EN MTS DE LA BARRA: 6

2 DAR NO. DE NUDOS DONDE EL GIRO SEA CERO:

3 DAR NUMERO DE NUDO:

6 DAR NUMERO DE NUDO:

SE INICIA LECTURA DE ELEMENTOS MECANICOS

DAR MOMENTOS EN TON-M CON SU SIGNO
EL CORTANTE Y LA CARGA AXIAL EN TON

77

MOMENTOS PARA LA BARRA: 1
 DIRFCCION 3 - 4 Y 4 - 3
 67.20000 -2.700000

DAR CORTANTE DE LA BARRA: 1
 23.40000

DAR CARGA AXIAL DE LA BARRA: 1
 0.0000000

MOMENTOS PARA LA BARRA: 2
 DIRECCION 1 - 2 Y 2 - 1
 45.61100 -0.1113000

DAR CORTANTE DE LA BARRA: 2
 15.80000

DAR CARGA AXIAL DE LA BARRA: 2
 0.0000000

MOMENTOS PARA LA BARRA: 3
 DIRECCION 3 - 5 Y 5 - 3
 32.66000 36.33000

DAR CORTANTE DE LA BARRA: 3
 17.25000

DAR CARGA AXIAL DE LA BARRA: 3
 -42.20000

MOMENTOS PARA LA BARRA: 4
 DIRECCION 4 - 6 Y 6 - 4
 -7.340000 -23.67000

DAR CORTANTE DE LA BARRA: 4
 17.25000

DAR CARGA AXIAL DE LA BARRA: 4
 -42.20000

MOMENTOS PARA LA BARRA: 5
 DIRFCCION 1 - 3 Y 3 - 1
 45.61100 34.53000

DAR CORTANTE DE LA BARRA: 5
 22.90000

-17.00000

DAR CARGA AXIAL DE LA BARRA: 5

78

MOMENTOS PARA LA BARRA: 6

0.1113000

DIRECCION 2 - 4 Y 4 - 2
10.03200

22.90000

DAR CORTANTE DE LA BARRA: 6

-17.00000

DAR CARGA AXIAL DE LA BARRA: 6

*-<<<INICIA DISEÑO BARRA: 1

23.80000

DAR MOMENTO POSITIVO DE LA BARRA: 1

EL PERALTE APROXIMADO ES: 26.64533

ESCOGER UN PERALTE NOMINAL EN PULGADAS EN BASE A ESTE RESULTADO

27

DAR EL PERALTE NOMINAL DE LA BARRA: 1

*-<< PARA LA BARRA: 1

EL MEJOR PERFIL ES UN: W 27 X 94

CON EFICIENCIA= 1.21154

<<<NO HAY PROBLEMAS POR CORTANTE***

<<<NO HAY PROBLEMAS POR FLECHA***

PARA MEJORAR EL DISEÑO SE PRESENTAN

LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

1)NO MAS REFORMAS.

2)CAMBIAR EL PERALTE.

3)CAMBIO LONGITUD A FLEXION(ARRIOSTRAMIENTO).

4)CAMBIO LIMITE INFERIOR RANGO SELECCION.

5)ALGUNA COMBINACION DE LAS ANTERIORES.

DAR EL CASO:

***INICIA DISEÑO BARRA: 2

OPCIÓN QUE LA BARRA 2 TENGA MISMAS PROPIEDADES

79

QUE LA BARRA 1:SI=1:NO=2

2

DAR MOMENTO POSITIVO DE LA BARRA: 2

16.72200

EL PERALTE APROXIMADO ES: 26.64532

ESCOGER UN PERALTE NOMINAL EN PULGADAS EN BASE A ESTE RESULTADO

DAR EL PERALTE NOMINAL DE LA BARRA: 2

27

NO PASO NINGUN PERFIL DE ESTE PERALTE

LA MAYORÍA ESTAN SOBRADOS

PARA MEJORAR EL DISEÑO SE PRESENTAN

LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

1)NO MAS REFORMAS.

2)CAMBIAR EL PERALTE.

3)CAMBIO LONGITUD A FLEXIÓN(ARRIOSTRAMIENTO).

4)CAMBIO LIMITE INFERIOR RANGO SELECCION.

5)ALGUNA COMBINACION DE LAS ANTERIORES.

DAR EL CASO:

2

DAR EL PERALTE:

24

*** PARA LA BARRA: 2

EL MEJOR PERFIL ES UN: W 24 X 76

CON EFICIENCIA= 1.26943

NO HAY PROBLEMAS POR CORTANTE

NO HAY PROBLEMAS POR FLECHA

PARA MEJORAR EL DISEÑO SE PRESENTAN
LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

80

- 1) NO MAS REFORMAS.
- 2) CAMBIAR EL PERALTE.
- 3) CAMBIO LONGITUD A FLEXION (ARRIOSTRAMIENTO).
- 4) CAMBIO LIMITE INFERIOR RANGO SELECCION.
- 5) ALGUNA COMBINACION DE LAS ANTERIORES.

DAR EL CASO:

1
***INICIA DISEÑO BARRA: 3
DAR FACTOR DE LONGITUD EFECTIVA DE LA BARRA: 3
1.100000
DAR PERALTE NOMINAL QUE SE CONSIDERE, BARRA: 3
12
DAR TIPO PANDEO; EN X=1, EN Y=2, EN AMBOS=3:
3
** PARA LA BARRA: 3
EL MEJOR PERFIL ES UN: W 12 X 79
CON EFICIENCIA= 1.37784

NO HAY PROBLEMAS POR CORTANTE

LA EFICIENCIA A FLEXION ES: 1.34313
LA EFICIENCIA POR CARGA AXIAL ES: 0.01471

PARA MEJORAR EL DISEÑO SE PRESENTAN
LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

- 1) NO MAS REFORMAS.
- 2) CAMBIAR EL PERALTE.
- 3) CAMBIO LONGITUD A FLEXION (ARRIOSTRAMIENTO).
- 4) CAMBIO LIMITE INFERIOR RANGO SELECCION.
- 5) CAMBIO LONGITUD PANDEO (ARRIOSTRAMIENTO).

6)ALGUNA COMBINACION DE LAS ANTERIORES.

81

DAR EL CASO:

1

***INICIA DISEÑO BARRA: 4

OPCION QUE LA BARRA 4 TENGA MISMAS PROPIEDADES

QUE LA BARRA 3: SI=1; NO=2

2

DAR FACTOR DE LONGITUD EFECTIVA DE LA BARRA: 4

1.100000

DAR PERALTE NOMINAL QUE SE CONSIDERE, BARRA: 4

12

DAR TIPO PANDEO: EN X=1, EN Y=2, EN AMBOS=3:

3

** PARA LA BARRA: 4

EL MEJOR PERFIL ES UN: W 12 X 58

CON EFICIENCIA= 1.33122

NO HAY PROBLEMAS POR CORTANTE

LA EFICIENCIA A FLEXION ES: 1.21831

LA EFICIENCIA POR CARGA AXIAL ES: 0.11291

PARA MEJORAR EL DISEÑO SE PRESENTAN

LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

1)NO MAS REFORMAS.

2)CAMBIAR EL PERALTE.

3)CAMBIO LONGITUD A FLEXION(ARRIOSTRAMIENTO).

4)CAMBIO LIMITE INFERIOR RANGO SELECCION.

5)CAMBIO LONGITUD PANDEO(ARRIOSTRAMIENTO).

6)ALGUNA COMBINACION DE LAS ANTERIORES.

DAR EL CASO:

1

***INICIA DISEÑO BARRA: 5

OPCIÓN QUE LA BARRA 5 TENGA MISMAS PROPIEDADES

QUE LA BARRA 4: SI=1; NO=2

92

2

DAR FACTOR DE LONGITUD EFECTIVA DE LA BARRA: 5

1.050000

DAR PERALTE NOMINAL QUE SE CONSIDERE. BARRA: 5

8

DAR TIPO PANDEO; EN X=1, EN Y=2, EN AMBOS=3:

3

NO PASO NINGUN PERFIL DE ESTE PERALTE

LA MAYORÍA ESTAN ESCAZOS

PARA MEJORAR EL DISEÑO SE PRESENTAN

LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

1) NO MÁS REFORMAS.

2) CAMBIAR EL PERALTE.

3) CAMBIO LONGITUD A FLEXIÓN (ARRIOSTRAMIENTO).

4) CAMBIO LÍMITE INFERIOR RANGO SELECCIÓN.

5) CAMBIO LONGITUD PANDEO (ARRIOSTRAMIENTO).

6) ALGUNA COMBINACIÓN DE LAS ANTERIORES.

DAR EL CASO:

2

DAR EL PERALTE:

10

DAR TIPO PANDEO; EN X=1, EN Y=2, EN AMBOS=3:

3

NO PASO NINGUN PERFIL DE ESTE PERALTE

LA MAYORÍA ESTAN ESCAZOS

PARA MEJORAR EL DISEÑO SE PRESENTAN

LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

1)NO HAS REFORMAS.

83

2)CAMBIAR EL PERALTE.

3)CAMBIO LONGITUD A FLEXION(ARRIOSTRAMIENTO).

4)CAMBIO LIMITE INFERIOR RANGO SELECCION.

5)CAMBIO LONGITUD PANDEO(ARRIOSTRAMIENTO).

6)ALGUNA COMBINACION DE LAS ANTERIORES.

DAR EL CASO:

2

DAR EL PERALTE:

14

DAR TIPO PANDEO: EN X=1, EN Y=2, EN AMBOS=3:

3

** PARA LA BARRA: 5

EL MEJOR PERFIL ES UN: W 14 X 90

CON EFICIENCIA= 1.34594

NO HAY PROBLEMAS POR CORTANTE

LA EFICIENCIA A FLEXION ES: 1.26052

LA EFICIENCIA POR CARGA AXIAL ES: 0.06542

PARA MEJORAR EL DISEÑO SE PRESENTAN

LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

1)NO HAS REFORMAS.

2)CAMBIAR EL PERALTE.

3)CAMBIO LONGITUD A FLEXION(ARRIOSTRAMIENTO).

4)CAMBIO LIMITE INFERIOR RANGO SELECCION.

5)CAMBIO LONGITUD PANDEO(ARRIOSTRAMIENTO).

6)ALGUNA COMBINACION DE LAS ANTERIORES.

DAR EL CASO:

1

***INICIA DISEÑO BARRA: 6

OPCIÓN QUE LA BARRA 6 TENGA MISMAS PROPIEDADES
QUE LA BARRA 5: SI=1; NO=2 84

2

1.050000

DAR FACTOR DE LONGITUD EFECTIVA DE LA BARRA: 6

10

DAR PERALTE NOMINAL QUE SE CONSIDERE, BARRA: 6

3

DAR TIPO PANDEO: EN X=1, EN Y=2, EN AMBOS=3:

** PARA LA BARRA: 6

EL MEJOR PERFIL ES UN: W 10 X 54

CON EFICIENCIA= 1.22862

NO PASA POR CORTANTE*

LA EFICIENCIA A FLEXIÓN ES: 1.11890

LA EFICIENCIA POR CARGA AXIAL ES: 0.10972

PARA MEJORAR EL DISEÑO SE PRESENTAN

LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

1) NO MÁS REFORMAS.

2) CAMBIAR EL PERALTE.

3) CAMBIO LONGITUD A FLEXIÓN (ARRIOSTRAMIENTO).

4) CAMBIO LÍMITE INFERIOR RANGO SELECCIÓN.

5) CAMBIO LONGITUD PANDEO (ARRIOSTRAMIENTO).

6) ALGUNA COMBINACIÓN DE LAS ANTERIORES.

2

DAR EL CASO:

12

DAR EL PERALTE:

3

DAR TIPO PANDEO: EN X=1, EN Y=2, EN AMBOS=3:

*+ PARA LA BARRA: 6

85

EL MEJOR PERFIL ES UN: W 12 X 45

CON EFICIENCIA= 1.28682

NO HAY PROBLEMAS POR CORTANTE

LA EFICIENCIA A FLEXION ES: 1.15549

LA EFICIENCIA POR CARGA AXIAL ES: 0.13133

PARA MEJORAR EL DISEÑO SE PRESENTAN
LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

- 1)NO MAS REFORMAS.
- 2)CAMBIAR EL PERALTE.
- 3)CAMBIO LONGITUD A FLEXION(ARRIOSTRAMIENTO).
- 4)CAMBIO LIMITE INFERIOR RANGO SELECCION.
- 5)CAMBIO LONGITUD PANDEO(ARRIOSTRAMIENTO).
- 6)ALCUNA COMBINACION DE LAS ANTERIORES.

DAR EL CASO:

*** TABLA FINAL DE PERFILES ***

LAS DIMENSIONES ESTAN EN PULGADAS, LAS
LONGITUDES EN CMS.

BARRA	PERFIL	PERALTE	ALMA	ANCHO	PATIN	EFICIENCIA	LONGITUD
1	W-27X 94	26.92	0.490	9.990	0.745	1.2115	1200.00
2	W-24X 76	23.92	0.440	8.990	0.680	1.2694	1200.00
3	W-12X 79	12.38	0.470	12.080	0.735	1.3778	400.00
4	W-12X 58	12.19	0.360	10.010	0.640	1.3312	400.00
5	W-14X 90	14.02	0.440	14.520	0.710	1.3459	350.00
6	W-12X 45	12.06	0.335	8.045	0.575	1.2868	350.00

PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA EN KG:

4554.50244

SE DESEA EFECTUAR OTRO DISEÑO? ;SI=1,NO=2

DAR TIPO DE ESTRUCTURA:

1) MARCO CONTINUO.

2) VIGAS CONTINUAS.

8.

2

DAR NUMERO DE BARRAS:

3

DAR NUMERO DE NUDOS:

4

SE INICIA LECTURA DE INCIDENCIAS

INCIDENCIAS DE LA BARRA: 1

1

2

DAR LONGITUD EN MTS DE LA BARRA: 1

12.00000

INCIDENCIAS DE LA BARRA: 2

2

3

DAR LONGITUD EN MTS DE LA BARRA: 2

10.00000

INCIDENCIAS DE LA BARRA: 3

3

4

DAR LONGITUD EN MTS DE LA BARRA: 3

9.000000

SE INICIA LECTURA DE ELEMENTOS MECANICOS

DAR MOMENTOS EN TON-M CON SU SIGNO

EL CORTANTE Y LA CARGA AXIAL EN TON

MOMENTOS PARA LA BARRA: 1

DIRECCION 1 - 2 Y 2 - 1

46.16000

-33.70000

DAR CORTANTE DE LA BARRA: 1

22.04000

MOMENTOS PARA LA BARRA: 2

DIRECCION 2 - 3 Y 3 - 2

33.70000

-10.11000

14. 86000 DAR CORTANTE DE LA BARRA: 2

87

MOMENTOS PARA LA BARRA: 3

10. 11000 DIRECCION 3 - 4 Y 4 - 3
-48.00000

4. 210000 DAR CORTANTE DE LA BARRA: 3

***INICIA DISEÑO BARRA: 1

23. 07000 DAR MOMENTO POSITIVO DE LA BARRA: 1

EL PERALTE APROXIMADO ES: 26.64567

ESCOGER UN PERALTE NOMINAL EN PULCADAS EN BASE A ESTE RESULTADO

27 DAR EL PERALTE NOMINAL DE LA BARRA: 1

** PARA LA BARRA: 1

EL MEJOR PERFIL ES UN. W 27 X 102

CON EFICIENCIA= 0.96252

NO HAY PROBLEMAS POR CORTANTE

NO HAY PROBLEMAS POR FLECHA

PARA MEJORAR EL DISEÑO SE PRESENTAN

LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

- 1) NO MAS REFORMAS.
- 2) CAMBIAR EL PERALTE.
- 3) CAMBIO LONGITUD A FLEXION (ARRIOSTRAMIENTO).
- 4) CAMBIO LIMITE INFERIOR RANGO SELECCION.
- 5) ALGUNA COMBINACION DE LAS ANTERIORES.

DAR EL CASO:

***INICIA DISEÑO BARRA: 2

OPCION QUE LA BARRA 2 TENGA MISMAS PROPIEDADES 88

QUE LA BARRA 1:SI=1:NO=2

2

DAR MOMENTO POSITIVO DE LA BARRA: 2

9.349999

EL PERALTE APROXIMADO ES: 22.20446

ESCOGER UN PERALTE NOMINAL EN PULCADAS EN BASE A ESTE RESULTADO

DAR EL PERALTE NOMINAL DE LA BARRA: 2

21

NO PASO NINGUN PERFIL DE ESTE PERALTE

LA MAYORIA ESTAN SOBRADOS

PARA MEJORAR EL DISEÑO SE PRESENTAN

LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

1)NO MAS REFORMAS.

2)CAMBIAR EL PERALTE.

3)CAMBIO LONGITUD A FLEXION(ARRIOSTRAMIENTO).

4)CAMBIO LIMITE INFERIOR RANGO SELECCION.

5)ALCUNA COMBINACION DE LAS ANTERIORES.

DAR EL CASO:

2

DAR EL PERALTE:

18

** PARA LA BARRA: 2

EL MEJOR PERFIL ES UN: W 18 X 55

CON EFICIENCIA= 1.03466

NO HAY PROBLEMAS POR CORTANTE

NO HAY PROBLEMAS POR FLECHA

PARA MEJORAR EL DISEÑO SE PRESENTAN
LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

89

- 1) NO MAS REFORMAS.
- 2) CAMBIAR EL PERALTE.
- 3) CAMBIO LONGITUD A FLEXION (ARRIOSTRAMIENTO).
- 4) CAMBIO LIMITE INFERIOR RANGO SELECCION.
- 5) A) CUNA COMBINACION DE LAS ANTERIORES.

DAR EL CASO:

1

***INICIA DISEÑO BARRA: 3
OPCION QUE LA BARRA 3 TENGA MISMAS PROPIEDADES
QUE LA BARRA 2; SI=1, NO=2

2

1.000000

DAR MOMENTO POSITIVO DE LA BARRA: 3

EL PERALTE APROXIMADO ES: 19.98886

ESCOGER UN PERALTE NOMINAL EN PULGADAS EN BASE A ESTE RESULTADO

DAR EL PERALTE NOMINAL DE LA BARRA: 3

18

NO PASO NINGUN PERFIL DE ESTE PERALTE

LA MAYORIA ESTAN SOBRADOS

PARA MEJORAR EL DISEÑO SE PRESENTAN
LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

- 1) NO MAS REFORMAS.
- 2) CAMBIAR EL PERALTE.
- 3) CAMBIO LONGITUD A FLEXION (ARRIOSTRAMIENTO).
- 4) CAMBIO LIMITE INFERIOR RANGO SELECCION
- 5) A) CUNA COMBINACION DE LAS ANTERIORES.

DAR EL CASO:

2

8

DAR EL PERALTE:

90

NO PASO NINGUN PERFIL DE ESTE PERALTE

LA MAYORIA ESTAN SOBRADOS

PARA MEJORAR EL DISEÑO SE PRESENTAN
LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

- 1) NO MAS REFORMAS.
- 2) CAMBIAR EL PERALTE.
- 3) CAMBIO LONGITUD A FLEXION (ARRIOSTRAMIENTO).
- 4) CAMBIO LIMITE INFERIOR RANGO SELECCION.
- 5) ALGUNA COMBINACION DE LAS ANTERIORES.

2

DAR EL CASO:

6

DAR EL PERALTE:

++ PARA LA BARRA: 3

EL MEJOR PERFIL ES UN: W 6 X 15

CON EFICIENCIA= 1.01511

NO HAY PROBLEMAS POR CORTANTE

NO PASA POR FLECHA*

PARA MEJORAR EL DISEÑO SE PRESENTAN
LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

- 1) NO MAS REFORMAS.
- 2) CAMBIAR EL PERALTE.
- 3) CAMBIO LONGITUD A FLEXION (ARRIOSTRAMIENTO).
- 4) CAMBIO LIMITE INFERIOR RANGO SELECCION.
- 5) ALGUNA COMBINACION DE LAS ANTERIORES.

DAR EL CASO:

3

91

2.000000

DAR NO. TRAMOS A DIVIDIR LA PZA. :

** PARA LA BARRA: 3

EL MEJOR PERFIL ES UN: W 6 X 12

CON EFICIENCIA= 0.94309

NO HAY PROBLEMAS POR CORTANTE

NO HAY PROBLEMAS POR FLECHA

PARA MEJORAR EL DISEÑO SE PRESENTAN

LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

- 1)NO MAS REFORMAS.
- 2)CAMBIAR EL PERALTE.
- 3)CAMBIO LONGITUD A FLEXION(ARRIOSTRAMIENTO).
- 4)CAMBIO LIMITE INFERIOR RANGO SELECCION.
- 5)ALGUNA COMBINACION DE LAS ANTERIORES.

DAR EL CASO:

1

*** TABLA FINAL DE PERFILES ***

LAS DIMENSIONES ESTAN EN PULGADAS, LAS LONGITUDES EN CMS.

BARRA	PERFIL	PERALTE	ALMA	ANCHO	PATIN	EFICIENCIA	LONGITUD
1	W-27X102	27.09	0.515	10.015	0.830	0.9625	1200.00
2	W-18X 55	18.11	0.390	7.530	0.630	1.0347	1000.00
3	W- 6X 12	6.03	0.230	4.000	0.280	0.9431	450.00

PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA EN KG:

2800.71021

SE DESEA EFECTUAR OTRO DISEÑO? ; SI=1, NO=2

2

CONCLUSIONES

En mi opinión pienso que el objetivo de una conclusión es comentar abiertamente lo bueno, lo malo, las limitaciones, las ventajas, las experiencias y demás cosas que se hayan obtenido durante la realización de la tesis profesional.

Sinceramente creo que mi trabajo no es por demás una tesis brillante, ni - mucho menos un tratado relevante que reditúe múltiples beneficios.

En realidad tiene un gran número de limitaciones y desventajas, como son - por ejemplo el no poder diseñar piezas compactas, el no usar perfiles laminados propuestos por los manuales de acero del país, el no poder diseñar - con otro tipo de perfiles, como son las secciones cajón para columnas, las secciones "T" para vigas, etc.

Sin embargo, desde mi punto de vista, la mejor forma de tomar las cosas es ver que es lo bueno y que es lo que aporta un cierto trabajo.

En el caso de una tesis profesional creo que se deben plantear tres tipos de beneficios.

El primero, se refiere a que tipo de aportación se ha obtenido a nivel profesional, lo cual lógicamente incluye cualquier innovación técnica y cosas por ese estilo. En mi caso, creo que mi aportación es pequeña, pero hay - que recordar que de una semillita nacen árboles. Puedo decir que ésta tesis puede ser utilizada fundamentalmente para trabajos de prediseño de estructuras de acero. Es cierto que los perfiles obtenidos no los hay en el mercado nacional, pero puede pensarse en poder armarlos, y aunque mucho difiere un perfil armado de uno laminado, el hecho primordial es que al menos puede visualizarse por donde "andan" las dimensiones de las secciones y ya no se tiene que partir ciertamente de cero, lo cual es una gran ayuda. De éste modo, el programa puede ser bastante útil si se le sabe sacar provecho y adecuarlo al problema dado.

El segundo tipo de beneficio se refiere al académico, es decir, la aportación a nivel escolar, en el cual pienso que es de magnífica utilidad, como por ejemplo, la ayuda que pueda prestar tanto al estudiante como al mismo profesor es bastante buena, pensando en que al poder reducir en parte el - trabajo tedioso de los números para obtener ciertos resultados, el tiempo que se ahorra puede ser aprovechado por el maestro para profundizar mas en

su cátedra. Así, el programa puede ser tan útil como para fines de enseñanza o como herramienta para simplificar el trabajo y ganar tiempo.

El tercer beneficio es el personal, aplicado a mi formación como Ingeniero. Pues bien, sin duda alguna he aprendido cosas nuevas, como es el Manejo de Archivos por computadora y el quizá poder aplicar ésta herramienta a cualquier problema en mi vida profesional; aparte he reafirmado mis conocimientos en la materia del diseño estructural de acero como aclarado ciertos - - otros que habían sido interpretados en forma errónea.

Pero lo mas importante para mí ha sido el hecho de sentir que una tesis profesional es muy distinta a un simple trabajo escolar, es decir, sentir la responsabilidad de hacer correctamente un trabajo, sabiendo que el hecho de incurrir en errores, ya no afecta una calificación, sino que podría traer consigo graves consecuencias en caso de que el trabajo sea utilizado. Sentir ésta diferencia es básica para decir que realmente ha uno aprovechado el tiempo al elaborar la tesis profesional.

Como yo en verdad la sentí, simplemente me siento satisfecho.

BIBLIOGRAFIA

ESTRUCTURAS DE ACERO. Comportamiento y Diseño.

Oscar de Buen López de Heredia.

Limusa.

AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION MANUAL.

Octava Edición.

STEEL STRUCTURES.

William MacGuire.

Prentice Hall.

FORTRAN PARA INGENIERIA.

W. Shick y C.J. Merz.

MacGraw Hill.

STEEL BUILDINGS. Analysis and Design.

Crawley and Dillon.

John Wiley & Sons.