

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

" DISEÑO DE TRABES DE ACERO DE
SECCION " I " POR COMPUTADORA "

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

PRESENTA

LUIS MIGUEL CEBALLOS ZAMORA

GUADALAJARA, JAL., 1990.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

I.- INTRODUCCION.....	pág. #6.
II.- ESPECIFICACIONES DEL AISL PARA DISEÑO DE TRABES DE ACERO DE SECCION "I".....	pág. #11.
III.- PRESENTACION DE LOS PROCEDIMIENTOS DE DI- SEÑO MEDIANTE DIAGRAMAS DE FLUJO.....	pág. #40.
IV.- PROGRAMA EN LENGUAJE "BASIC" ADAPTADO A COMPUTADORAS "IBM PC" O COMPATIBLES.....	pág. #47.
V.- EJEMPLOS.....	pág. #67.
VI.- BIBLIOGRAFIA.....	pág. #108.

I. - I N I R D U C C I O N .

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

La Ingenieria Civil, una de las principales fuerzas motrices que impulsan la economia de cualquier país, especialmente el nuestro, se ha visto sumergida en un proceso de cambios y solicitudes que han provocado que esta rama de la construcción tenga que superarse y modificarse día con día.

El Ingeniero Civil ha tenido que esforzarse en encontrar nuevas herramientas y materiales que lo lleven a lograr una mayor eficiencia en el manejo de los recursos, tanto humanos como materiales, reduciendo tiempos y costos, aumentando la calidad de sus desarrollos y permitiendole ser competitivo en el medio en que se desenvuelve.

Una de las herramientas que posiblemente sea la que más ha revolucionado la industria de la construcción, después del uso del acero y de el concreto, es la COMPUTADORA PERSONAL. Su relativo bajo costo, y su gran capacidad y rapidez actuales han permitido al Ingeniero Civil superar su capacidad de producción a un costo relativamente bajo si se compara con los beneficios que recibe.

Si bien, las decisiones finales deben ser tomadas definitivamente por el Ingeniero Civil, la computadora es una herramienta que le permite normar su criterio en base a información proporcionada por la misma.

En esta tesis, pretendo proporcionar una herramienta más que permita al Ingeniero Civil, realizar diseños de Trabes de Acero, haciendo uso de una Computadora IBM PC o compatible con un mínimo de 128 K (Kilobytes) de RAM (memoria de acceso aleatorio) y una unidad de disco.

El uso de de el Programa es posible mediante la utilización de un interprete de lenguaje basic (qwbasic) y los alcances dependerán en mucho de la creatividad de el usuario.

El programa es muy ambicioso, pretende llegar a una solución, que si bien a lo mejor no es la óptima, si es la mejor (la trabe de menor peso sin considerar atiesadores) dentro de los parametros que se proporcionan.

El usuario tiene la libertad de seleccionar de acuerdo a su experiencia y limitantes: los espesores de placa con los que se quiera trabajar o de que se dispongan, el tipo de acero, la relación ancho/peralte, el peralte máximo admisible, la ubicación y la magnitud de las cargas (siempre y cuando sean uniformes o puntuales), la ubicación de los momentos puros y su magnitud, la localización de los apoyos (siendo posible trabajar o no con voladizos) y algunas cosas más que se descubrirán con su uso.

El programa realiza el análisis estructural de la viga, calculando las reacciones, cortantes, momentos y deformaciones utilizando para esto último el método de la Viga Conjugada.

Analiza los resultados de el análisis estructural y partiendo de una sección con un peralte inicial propuesto por el usuario y utilizando las placas disponibles de menor a mayor espesor procede a realizar las reviciones recomendadas por el AISC (Instituto Americano de Construcción en Acero) y por algunos de los autores más reconocidos en la materia, aumentandose el peralte cada vez que no cumpla con una de las restricciones en 2.5 cms.

Si no es posible diseñar una trabe con las especificaciones de diseño estipuladas, el programa lo señalará y solicitará que se modifiquen.

Una vez que el programa encuentra la menor sección que cumpla con todas las disposiciones del AISC y demás , presenta un menu de opciones que van desde la presentación de la información proporcionada para diseño, hasta la de impresión de resultados o modificaciones al diseño.

El hecho de utilizar procesos repetitivos de diseño implica utilizar mayor capacidad de memoria RAM, lo que en ocasiones, si no es suficiente, provoca errores y rompimiento de el proceso de diseño.

En el capítulo concerniente a los ejemplos se presentan los lineamientos generales para uso e interpretación de el programa,

mediante la revisión de casos específicos, que pretenden dar una idea, de algunos de los múltiples usos que se le pueden dar al mismo.

Finalmente, recomendamos al usuario, que si bien el programa puede ser una manera práctica de diseñar traveses armados de acero, no debe perder de vista que las estructuras están sujetas frecuentemente a fuerzas y condiciones de servicio que no pueden ser previstas con precisión y que las fórmulas y teorías estructurales utilizadas en él, fueron establecidas en base a resultados experimentales, que si bien son confiables, deben usarse con cierta reserva. De esta manera, la experiencia y el buen juicio siempre jugarán un papel importante en el uso de el programa, aunque sera necesario complementarlos con un análisis científico, basado en las teorías de las Estructuras y de la mecánica estructural.

**II.- ESPECIFICACIONES DEL AISC PARA DISEÑO DE
TRABES DE ACERO DE SECCION "I".**

ESPECIFICACIONES DEL AISC PARA DISEÑO DE TRABES DE ACERO DE SECCION "I".

ANTECEDENTES. Para el desarrollo de la presente tesis, se ha utilizado el Manual de Construcción en Acero del AISC, en su octava edición, así como diferentes textos que en base al mismo, han desarrollado distintos autores (consultar bibliografía).

DEFINICION. Las Trabes de Acero, son vigas de acero fabricadas exprofeso cuando las vigas laminadas no son aplicables, por no existir perfiles capaces de soportar los elementos mecánicos de un problema dado; es decir, se emplean cuando los claros o las cargas son demasiado grandes para que la estructura pueda resolverse con perfiles laminados. Las formas más comunes (que es la que trata la presente tesis) constan de dos placas gruesas en los patines a los que se suelda una placa de alma relativamente delgada. Los peraltes de las trabes alcanzan hasta 6 metros o más y son comunes los claros de varios cientos de metros.

Las trabes armadas se prefieren en particular en los puentes de carreteras; permiten una visión sin obstáculos y minimizan los problemas de tolerancia en los cruces de tráfico y en pasos a desnivel de muchos niveles. También se usan las trabes armadas en varios tipos de edificios y de plantas industriales para soportar cargas pesadas.

De acuerdo con la teoría de vigas, el momento flexionante que hay en cada sección transversal es equilibrado fundamentalmente por los patines, mientras que el alma resiste casi toda la fuerza cortante. Así pues, para dimensionar la sección transversal se requiere determinar un alma que tenga la capacidad necesaria al cortante y unos patines que junto con el alma, tengan el módulo de sección necesario.

El peralte de una trabe armada se ve influido por muchos factores y es imposible establecer reglas con las que se pueda trabajar sin que ocurran excepciones. En muchos casos el factor determinante es el espacio libre disponible o, como en el caso de puentes de tablero superior, el libramiento para el nivel máximo de aguas o el tráfico que pase por debajo. Aun sin existir dichas limitaciones, el rango de peraltes para resultados económicos es considerable. Aunque el peralte de la trabe promedio es de un décimo a un doceavo de su claro, en ocasiones puede ser necesario utilizar trabes con peraltes hasta de un sexto o de un octavo del claro, en particular si existen cargas concentradas muy pesadas como ocurre con las trabes que soportan columnas de edificios. Por otro lado, con cargas más ligeras se pueden usar de manera económica trabes con peraltes pequeños de un catorzeavo o un quinceavo del claro.

REQUERIMIENTOS QUE DEBE CUMPLIR UNA SECCION
PARA PROCEDER A SU REVISION.

1) DE DEFLEXION.

Las deflexiones excesivas son indeseables porque:

-Pueden producir grietas en los plafones de techos, en los pisos, o en los muros divisorios.

-Pueden causar incomodidades a los usuarios de la estructura.

-Son indicadores de falta de rigidez de la estructura, lo que puede ocasionar vibraciones y sobre-esfuerzos de la misma, bajo cargas dinámicas.

-Pueden producir distorsiones en las conexiones y apoyos y conducir a esfuerzos secundarios altos no deseables.

-Pueden originar un drenaje deficiente en azoteas, incrementando las cargas debido al "estancamiento" del agua.

Conociendo que la deflexión (Δ) de una viga con un sistema de cargas determinado es directamente proporcional a un valor "K", el cual es posible conocer haciendo uso del análisis estructural, e inversamente proporcional al módulo de Elasticidad del material con que esta formada la viga y de la Inercia de la sección de la misma, podemos obtener para un punto determinado de la viga:

$$Y_{\text{real}} = \frac{K}{E I}$$

donde:

Y_{real} = Deflexión Real.

E = Módulo de Elasticidad.

I = Inercia de la Sección.

K = Constante que depende del sistema de cargas y de la ubicación de los apoyos (debe encontrarse haciendo uso de el Análisis estructural).

El AISC con el fin de establecer deflexiones máximas permisibles recomienda que la relación claro/peralte de vigas y trabes utilizadas en pisos no debe exceder de $56250/F_y$ (F_y = Esfuerzo de Fluencia Mínimo especificado del acero utilizado). Así mismo establece que para trabes y vigas que soporten techos planos, no debe ser mayor que $42200/F_b$ (F_b = Esfuerzo de flexión permisible).

Así, para una viga con carga uniforme con o sin voladizos y libremente apoyada tenemos:

a) Analizando el tramo entre apoyos:

$$\text{Flecha Máxima entre Apoyos} = Y_{\text{real}} = \frac{5wL^4}{384EI}$$

$$\text{Momento Máximo entre Apoyos} = M = \frac{wL^2}{8}$$

donde:

W = Carga Uniformemente Repartida sobre la trabe (kg/ml).

L = Longitud total de la trabe.

Resolviendo:

$$Y_{\text{real}} = \frac{5WL^4}{384 EI} = \frac{5 L^2}{48 EI} \frac{WL^2}{8} = \frac{5L^2 W}{48EI}$$

Como el esfuerzo actuante a flexión $f_b = \frac{Mc}{I}$ donde

c = distancia del eje neutro a la fibra más alejada de la trabe.

$$\text{entonces } Y_{\text{real}} = \frac{5L^2 f_b}{48Ec}$$

Para Vigas simétricas, como es nuestro caso, el peralte total $d = 2c$, por lo tanto:

$$Y_{\text{real}} = \frac{5f_b L^2}{24Ed} = \frac{5f_b L}{24E d}$$

Resolviendo para L/d:

$$\frac{L}{d} = \frac{Y_{\text{real}} (24E)}{5 f_b}$$

Haciendo $\frac{L}{d} = \frac{42200}{F_b}$ (Especificaciones AISC -
Bresler, pag. 541)

Considerando Acero A-36 ($F_y=2530 \text{ kg/cm}^2$), un material con $E = 2.039 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$, $F_b=0.6F_y=1518 \text{ kg/cm}^2$, sustituyendo e igualando ambas ecuaciones obtenemos:

$$\frac{Y_{\text{real}}(24)(2.039 \times 10^6)}{5(1518)(L)} = \frac{42200}{1518}$$

resolviendo,

$$Y_{\text{real}} \leq \frac{L}{232}$$

b) Analizando uno de los voladizos.

$$\text{Flecha Máxima en el Voladizo} = Y_{\text{real}} = \frac{WSN^3}{4EI} + \frac{WN^4}{8EI}$$

donde:

S = Longitud entre Apoyos en cms.

N = Longitud del Voladizo en cms.

$$\text{Momento Máximo} = M = \frac{WN^2}{2}$$

Considerando $f = Mc/I$, $c=d/2$, $S/d \leq 42200/F_b$ (AISC),

$F_b = 0.6F_y = 1518 \text{ kg/cm}^2$ y resolviendo para Y_{real} tenemos:

$$Y_{\text{real}} \leq \frac{N(2+N/S)}{96.63}$$

2) CORTANTE. (AISC - 1.5.1.2)

El área de la sección transversal del alma debe ser tal que impida la fluencia por cortante puro; de esta manera el esfuerzo cortante máximo producido debe ser menor que el esfuerzo permitido de $0.40 F_y$ (AISC - 1.5.1.2).

En perfiles laminados y en perfiles armados (como es el caso que nos ocupa), el área efectiva para resistir cortante podrá calcularse como el producto del peralte total por el espesor del alma.

Matemáticamente:

$$F_v = 0.4 F_y$$

$$f_v = \frac{V_{\max}}{(h)(t_w)}$$

Al diseñar debemos cuidar que se cumpla que:

$$f_v \leq F_v$$

donde,

F_y = Esfuerzo de Fluencia mínimo especificado del acero utilizado (kgs/cm^2).

F_v = Esfuerzo Cortante Permisible (kgs/cm^2).

f_v = Esfuerzo Cortante Actuante (kgs/cm^2).

h = Peralte total del Alma (cms).

t_w = Espesor del Alma (cms).

3) FLEXION (AISC - 1.5.1.4):

Que el esfuerzo producido en la fibra más alejada en cualquier punto de la viga, por el Momento Máximo al que pueda ser sometido, sea menor que el Esfuerzo Máximo Permitido:

1.5.1.4.1 Tensión y Compresión en las fibras extremas de miembros laminados en caliente o armados (excepto vigas híbridas), cargados en el plano de su eje, menor, simétricos con respecto a dicho eje, y que cumplan con los requisitos de esta sección:

$$F_b = 0.66F_y$$

Para que un miembro se califique bajo esta sección debe cumplir con los siguientes requisitos:

a) Los patines estarán unidos continuamente al alma.

Nota.- Este requisito se considerará cumplido en nuestro estudio.

b) La relación ancho/espesor de elementos no atiesados del patín a compresión, como se define en la sección 1.9.1.1, no excederá de:

$$\frac{545}{(F_y)^{0.5}}$$

- c) La relación ancho/espesor de elementos atiesados de el patin en compresión, como se define en la sección 1.9.2.1 no excedera de:

$$\frac{1590}{(F_y)^{0.5}}$$

- d) La relación peralte/espesor del alma o almas no debe exceder el valor dado por las fórmulas (1.5-4a) o (1.5-4b), según sea aplicable.

$$d/t = \frac{5370}{F_y^{0.5}} \left(1 - \frac{3.74 f_a}{F_y}\right) \quad \text{cuando } f_a/F_y \leq 0.16 \quad (1.5-4a)$$

$$d/t = \frac{2150}{F_y^{0.5}} \quad \text{cuando } f_a/F_y > 0.16 \quad (1.5-4b)$$

donde f_a = esfuerzo axial actuante en kg/cm^2

- e) La longitud entre soportes laterales del patin en compresión de miembros que no sean circulares o miembros en cajón, no excederá el valor de:

$$\frac{637 b_f}{F_y^{0.5}} \text{ ni de } \frac{1'410,000}{(d/A_f)F_y}$$

1.5.1.4.2 Los miembros (excepto vigas híbridas) que cumplan con los requisitos de la Sección 1.5.1.4.1, salvo que $b_f/2t_f$ (b_f = ancho del patín en cms, t_f = espesor del patín en cms) exceda $545/F_y^{0.5}$, pero menor de $800/F_y^{0.5}$, podrán ser diseñadas sobre la base de un esfuerzo de flexión permisible:

$$F_b = (0.79 - 0.000239(b_f/2t_f)(F_y^{0.5})) \quad (1.5-5a)$$

1.5.1.4.5 En las fibras extremas de miembros a flexión, no incluidos en las Secciones 1.5.1.4.1 y 1.5.1.4.2 y para el caso que estamos estudiando:

a) Tensión:

$$F_b = 0.6F_y$$

b) Compresión:

-Para miembros que cumplan los requisitos de la Sección 1.9.1.2, que tengan un eje de simetría en el plano del alma y que estén cargados en el plano de ésta y compresión en las fibras extremas de perfiles CE flexionados con respecto a su eje mayor; el mayor de los valores calculados con las fórmulas (1.5-6a) ó (1.5-6b) y (1.5-7), según sea el caso (a menos que un valor mayor se justifique sobre la base de un análisis más preciso), pero no mayor de $0.6F_y$.

Cuando:

$$((7172 \times 10^3 \text{ Cb})/F_y)^{0.5} \leq (L/r_t) \leq ((35850 \times 10^3 \text{ b})/F_y)^{0.5}$$

donde:

r_t = radio de giro de una sección que comprende el patín de compresión y 1/3 del alma en compresión, tomado con respecto a un eje en el plano del alma, en cms.

Cb = Coeficiente de Flexión que depende de la variación del momento de flexión. Podrá tomarse conservadoramente como la unidad.

entonces:

$$F_b = \left(\frac{2}{3} - \frac{F_y(L/r_t)^2}{107570 \times 10^3 \text{ Cb}} \right) F_y \quad (1.5-6a)$$

Cuando:

$$\frac{L}{r_t} > (3850 \times 10^3 \text{ Cb}/F_y)^{0.5}$$

entonces,

$$F_b = \frac{11950 \times 10^3 \text{ Cb}}{(L/r_t)^2} \quad (1.5-6b)$$

O, cuando el patín en compresión es sólido y de una sección transversal aproximadamente rectangular y su área no es menor que la del patín en tensión:

$$F_b = \frac{843700 \text{ Cb}}{L_d/A_f} \quad (1.5-7)$$

-Para miembros que cumplan los requisitos de la Sección 1.9.1.2, pero no incluidos en el párrafo anterior:

$$F_b = 0.60F_y$$

siempre que las secciones flexionadas con respecto a su eje mayor estén arriostradas lateralmente en la región del esfuerzo de compresión a intervalos no mayores de:

$$\frac{637b_f}{F_y 0.5}$$

4) RESISTENCIA AL PANDEO EN EL PLANO VERTICAL DEL PATIN EN COMPRESION (AISC - 1.10.2).

El Espesor Mínimo del alma se establece mediante la condición de que el alma no debe pandearse bajo los esfuerzos verticales de compresión en su plano, resultantes de la curvatura de la viga en flexión.

Cuando se utiliza la resistencia de postpandeo de la placa del alma, el criterio para la relación permisible de peralte/espesor del alma aún está determinado por las consideraciones de pandeo; pero éstas surgen por el hecho de que la curvatura de una trabe armada sujeta a esfuerzo crea una compresión vertical en el alma, debido a una componente hacia abajo del esfuerzo del patín en una longitud curva de la viga en el lado de compresión y de una componente hacia arriba en el lado de tensión. La resistencia vertical al pandeo de la placa del alma debe ser suficiente para soportar la fuerza de compresión y esto se satisface si la relación de peralte/espesor del alma (h/t_w) cumple con la condición 1.10.2 del AISC, que requiere que la relación de la distancia libre entre los patines con respecto al espesor del alma no exceda de:

$$\frac{h}{t_w} \leq \frac{984\ 000}{(F_y(F_y+1160))^{0.5}} \quad (\text{Sec. 1.10.2})$$

Con objeto de impedir un Pandeo Local prematuro del patin, antes de que se alcance el Esfuerzo de Fluencia, la sección 1.9.1.2 del AISC establece relaciones de ancho/espesor sin atiesar máximas, como en el diseño de una columna como sigue:

$$\frac{b}{2t_f} \leq \frac{800}{F_y^{0.5}} \quad (\text{Sec. 1.9.1.2})$$

donde:

b = ancho del patin de la trabe.

5) REDUCCION DE ESFUERZO DEBIDO A QUE $h/t_w > 6370 / ((F_b)^{0.5})$
 (AISC 1.10.6).

La contribución del alma a la resistencia a la flexión de la trabe dependerá de la relación h/t_w , porque las almas muy delgadas pueden pandearse con cargas bastantes menores que las de plastificación o de fluencia total.

La relación límite h/t_w que permite el desarrollo de la Fluencia sin que haya pandeo es tal que el esfuerzo crítico de flexión es igual a F_y , y por consiguiente:

$$\frac{h}{t_w} \leq \frac{6370}{(F_b)^{0.5}}$$

Una alma delgada que no cumpla con el anterior requisito y sometida a flexión pura se deforma lateralmente desde su posición original y por tanto no soporta su parte correspondiente de carga, a menos que se rigidice con atiesadores longitudinales. Con objeto de valuar adecuadamente la capacidad de momento flexionante de una trabe sin atiesadores longitudinales se deberá utilizar un esfuerzo flexionante permisible F'_b :

$$F'_b = F_b (1 - 0.005 \left(\frac{A_w}{A_f} \frac{h}{t_w} - \frac{6370}{(F_b)^{0.5}} \right)^2)$$

Donde

A_w = Area del Alma de la Sección en estudio.

A_f = Area de el Patin en Compresión.

Debe tenerse mucho cuidado que en este caso, el valor del Esfuerzo Admisible no sea menor que el actuante a Flexión:

$$F'b \geq f_b \quad \text{ó de otra manera} \quad F'b \geq Mc/I$$

6) RESISTENCIA A ESFUERZOS PRODUCIDOS POR LA INTERACCION DE FLEXION Y FUERZA CORTANTE (AISC - 1.10.7).

Cuando las almas de las Trabes de alma llena, están sujetas a una combinación de esfuerzos cortantes y de tensión, deben diseñarse en tal forma que el esfuerzo flexionante de tensión debido al momento en el plano del alma de la trabe, no exceda de $0.6F_y$ ni de:

$$(0.825 - 0.375 \frac{f_v}{F_v}) F_y \quad (1.10-7)$$

donde:

f_v = esfuerzo cortante promedio en el alma (fuerza cortante total dividida entre el área del alma), en kg/cm^2 .

F_v = esfuerzo cortante permisible en el alma, en kg/cm^2 , de acuerdo con la fórmula (1.10-2).

Los estudios analíticos y experimentales han demostrado que la interacción del cortante y flexión puede desprejarse si:

- a) el esfuerzo cortante en el alma no es mayor que el 60 por ciento del valor permisible de F_v ; ó
- b) el esfuerzo flexionante en el alma no es mayor que el 75 por ciento del valor máximo admisible.

7) REVISION DEL ALMA POR PANDEO PRODUCIDO POR LA CARGA TRANSVERSAL APLICADA ENTRE LOS ATIESADORES (AISC-1.10.10.2).

Las cargas aplicadas en el patín de una traba armada entre dos atiesadores transversales pueden producir en el alma delgada que lo soporta un segundo tipo de falla, consistente en el pandeo elástico del tablero comprendido entre los patines y los dos atiesadores.

Se han realizado pocas investigaciones experimentales tendientes a aclarar este problema, por lo que su solución se basa en consideraciones teóricas aproximadas.

Se supone que el alma tiene que resistir la carga por sí sola, sin ninguna ayuda de patines y atiesadores, y que su resistencia está limitada por la iniciación del pandeo elástico, despreciando la capacidad adicional de carga posterior. Por consiguiente, se considera como límite de utilidad estructural la resistencia al pandeo elástico del tablero de alma, y si las cargas son mayores que ese límite se colocan atiesadores adicionales.

De acuerdo con las normas AISC, las almas de las travesaños armadas deben dimensionarse o atiesarse de manera que los esfuerzos de compresión producidos por cargas concentradas o distribuidas que obren sobre ellas, directamente o a través de los patines y que no estén soportadas por atiesadores transversales, no deben exceder los siguientes valores:

$$\left(5.5 + \frac{4}{(a/h)^2} \right) \frac{703000}{(h/t_w)^2} \quad \text{kg/cm}^2$$

cuando el patín está restringido contra la rotación, ni de:

$$\left(2 + \frac{4}{(a/h)^2} \right) \frac{703000}{(h/t_w)^2} \quad \text{kg/cm}^2$$

cuando el patín no está restringido contra la rotación.

donde,

h = distancia libre entre patines de una trabe en la sección en consideración, en cm.

a = distancia libre entre atiesadores transversales.

Estos esfuerzos se calcularán como sigue:

1. Las cargas concentradas, en kg, se dividirán entre el producto del espesor del alma y la menor dimensión del tablero, ya sea ésta la separación entre atiesadores o peralte del alma.
2. Las cargas distribuidas, en kilogramos por centímetro lineal, se dividirán entre el espesor del alma.

ATIESADORES

Con el fin de reforzar el alma de trabes armadas, se utilizan atiesadores, estos pueden ser de dos tipos:

a) Atiesadores de Carga, que se colocan en los soportes y en otros puntos de concentración de cargas, y que sirven para distribuir la reacción o las cargas a todo el peralte del alma.

b) Atiesadores de Estabilidad, transversales o longitudinales, para prevenir el pandeo del alma o para incrementar su resistencia de postpandeo.

Los atiesadores de carga se colocarán en pares en extremos de trabes cuyas almas no estén reforzadas y donde se requieran según las normas que a continuación se señalan:

El AISC, en su sección 1.10.10, establece que se deberán colocar atiesadores de carga cuando los esfuerzos de compresión en la raíz de la unión del alma al patín, resultante de cargas concentradas que no son soportadas por atiesadores, excedan el valor de $0.75F_y$.

Así, utilizaremos atiesadores de carga cuando:

Para Cargas interiores

$$\frac{R}{t(N+2k)} > 0.75F_y \quad (\text{kg/cm}^2) \quad 1.10-8 \text{ (AISC)}$$

Para reacciones en apoyos

$$\frac{R}{t(N+k)} > 0.75F_y \quad (\text{kg/cm}^2) \quad 1.10-9 \text{ (AISC)}$$

Donde:

R = Carga concentrada o Reacción en Kgs.

t = Espesor del alma en centímetros.

N = Longitud del empuje en centímetros. ($N = k$ para reacciones).

k = Distancia del paño exterior del patín a la raíz de la unión del mismo con el alma, en centímetros.

Los atiesadores de carga deben tener un contacto directo contra el patín o patines através del cual recibirán las cargas o reacciones y deberán extenderse lo mas cerca posible al paño de los patines de placas o ángulos.

Se diseñaran como columnas, considerando como sección de la columna el par de atiesadores mas una porción centrada del alma con un ancho no mayor de 25 veces su espesor en atiesadores interiores, ni mayor de 12 cuando estan localizados en los extremos del alma.

La longitud efectiva para calcular L/r deberá considerarse como el 75% de la longitud total del atiesador. Solamente aquella porción del atiesador fuera del acodamiento del ángulo o soldadura de patín o alma, debe considerarse como efectiva en el empuje.

El grueso mínimo de el atiesador de apoyo no debe ser menor que:

$$\frac{b'a}{12} (F_y/2530)^{0.5}$$

donde:

$b'a$ = ancho del atiesador.

F_y = Esfuerzo de Fluencia mínimo especificado del acero utilizado (kg/cm^2).

El momento de inercia con respecto al plano del alma de atiesadores simples o colocados en pares, no deberá ser menor que $(h/50)^4$.

El esfuerzo permisible en el atiesador (F_p) según las especificaciones del AASHTO de 1973 es:

$$F_p = 0.55F_y \left(1 - \frac{(L/r)^2 F_y}{39.48 E} \right)$$

Reduciendo la longitud total del atiesador a un 75% y simplificando para acero A36 ($F_y=2530 \text{ kg}/\text{cm}^2$) tenemos:

$$F_p = 1392 - 0.0246(L/r)^2$$

ATIESADORES INTERMEDIOS

Los atiesadores de estabilidad transversales intermedios, no son necesarios cuando la relación h/t_w es menor de 260, y el esfuerzo máximo de corte en el alma (f_v) es menor que el permitido por la fórmula:

$$F_v = \frac{F_y}{2.89} C_v \leq 0.4 F_y \quad (\text{AISC 1.10-1})$$

donde:

$$C_v = \frac{3'164,000 k}{F_y (h/t_w)^2} ; \quad \text{cuando "C}_v\text{" sea menor de 0.80}$$

$$C_v = \frac{1590}{(h/t_w)} (k/F_y)^{0.5} ; \quad \text{cuando "C}_v\text{" sea mayor de 0.80}$$

$$k = 4.0 + \frac{5.34}{(a/h)^2} ; \quad \text{cuando } a/h \text{ sea menor que } 1.00$$

$$k = 5.34 + \frac{4.00}{(a/h)^2} ; \quad \text{cuando } a/h \text{ sea mayor que } 1.00$$

Cuando a/h sea mayor de 3, este valor debe tomarse como infinito, por lo que:

$$k = 5.34$$

La separación de los aliesadores intermedios, cuando son necesarios, sera tal que el esfuerzo de corte en el alma no exceda el valor de F_v calculado por:

$$F_v = \frac{F_y}{2.89} \left(C_v + \frac{1 - C_v}{1.15(1+(a/h)^2)^{0.5}} \right); \text{ si } C_v \text{ es menor que } 1.0$$

$$\text{ó } F_v = \frac{F_y}{2.89} C_v < 0.4F_y; \text{ si } C_v \text{ es mayor que } 1.0$$

Ademas debemos cuidar que se cumpla que:

$$a < 260 t_w \quad \text{Si } a < h$$

$$\text{ó } h < 260 t_w \quad \text{Si } h < a$$

Al seleccionar los limites minimos del espesor del alma se han escogido las dimensiones de los tableros del alma para evitar distorsiones excesivas durante la fabricación, manejo y montaje. Estos limites son:

$$\frac{a}{h} = < \left(\frac{260}{h/t_w} \right)^2 \quad \text{siendo } a/h = < 3$$

El momento de Inercia con referencia a un eje en el plano del alma, de un par de atiesadores intermedios o de un atiesador intermedio simple, no será menor de $(h/50)^4$. (AISC 1.10.5.4).

Así mismo, el área de la sección transversal de un atiesador o de un par de atiesadores intermedios, en cm^2 , separados como lo requiere la fórmula (1.10-2), será mayor o igual que la calculada por la fórmula (1.10-3):

$$A_{st} = \frac{1-C_v}{2} \left(\frac{a}{h} - \frac{(a/h)^2}{(1+(a/h)^2)^{0.5}} \right) Y D h t_w$$

C_v , a , h , t_w están definidos anteriormente.

Y = cociente entre el esfuerzo de fluencia del acero del alma y el esfuerzo de fluencia del acero del atiesador.

$D = 1.0$ para un par de atiesadores.

1.8 para atiesadores formados por un ángulo.

2.4 para atiesadores formados por una placa.

Cuando el esfuerzo cortante máximo, f_v , en un tablero sea menor que el permitido por la fórmula (1.10-2), el área total podrá ser reducida en igual proporción.

Cuando se requieren atiesadores intermedios se conectarán para poder transmitir una fuerza cortante total no menor que la calculada por la fórmula (1.10-4), expresada en kilogramos por cada centímetro de longitud de un atiesador sencillo o de un par de atiesadores:

$$f_{vB} = h((F_y/1400)^3)^{0.5} \quad (1.10-4)$$

en donde: F_y = esfuerzo de fluencia del acero del alma.

La capacidad de un tablero para desarrollar un campo de tensión diagonal depende de las condiciones en que se encuentran sus bordes, que deben ser tales que permitan anclar las fuerzas de membrana que aparecen en el alma. Las condiciones en los tableros extremos son diferentes de los de los intermedios, pues carecen en uno de los bordes verticales del tablero adyacente capaz de resistir las componentes horizontales de las tensiones. Los atiesadores extremos, permiten, trabajando en conjunto con la porción de alma inmediata a ellos, desarrollar una cierta tensión diagonal, pero su grado de utilidad es incierto; de hecho, se ha comprobado experimentalmente que son insuficientes.

El anclaje del campo de tensión diagonal en los extremos de la trabe puede lograrse de dos maneras diferentes; la primera consiste en limitar el ancho del tablero extremo de manera que se elimine el campo de tensión y solamente se desarrolle en él acción de viga; así, los tableros extremos no requieren anclaje, y se lo proporcionan los contiguos. El segundo procedimiento consiste en colocar en el extremo de la trabe una placa vertical que, junto con los atiesadores de los apoyos, si existen, forme un poste de resistencia suficiente para soportar la fuerza horizontal.

Las especificaciones del AISC están basadas en el primer método de acuerdo con ellas, "en trabes armadas diseñadas teniendo en cuenta la acción del campo de tensión diagonal, la

separación entre atiesadores en los tableros extremos, en tableros que contengan agujeros grandes y en los adyacentes a estos, será tal que:

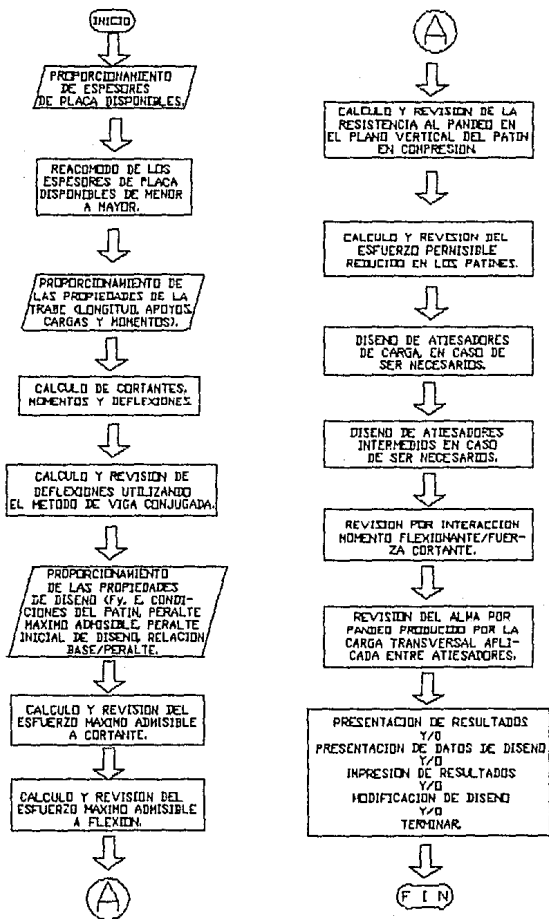
$$a \leq \frac{2920t_w}{(f_v)^{0.5}}$$

y

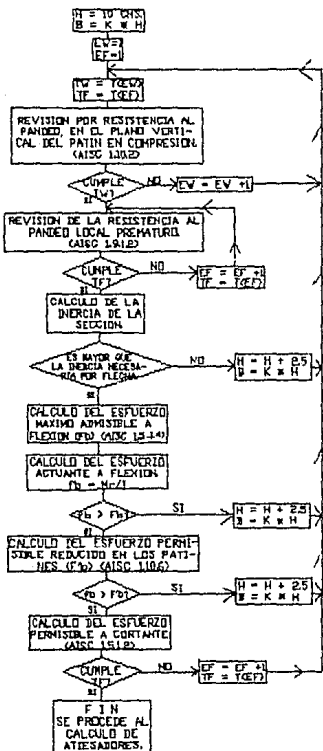
$$h \leq \frac{2920t_w}{(f_v)^{0.5}}$$

**III.- PRESENTACION DE LOS PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO
MEDIANTE DIAGRAMAS DE FLUJO.**

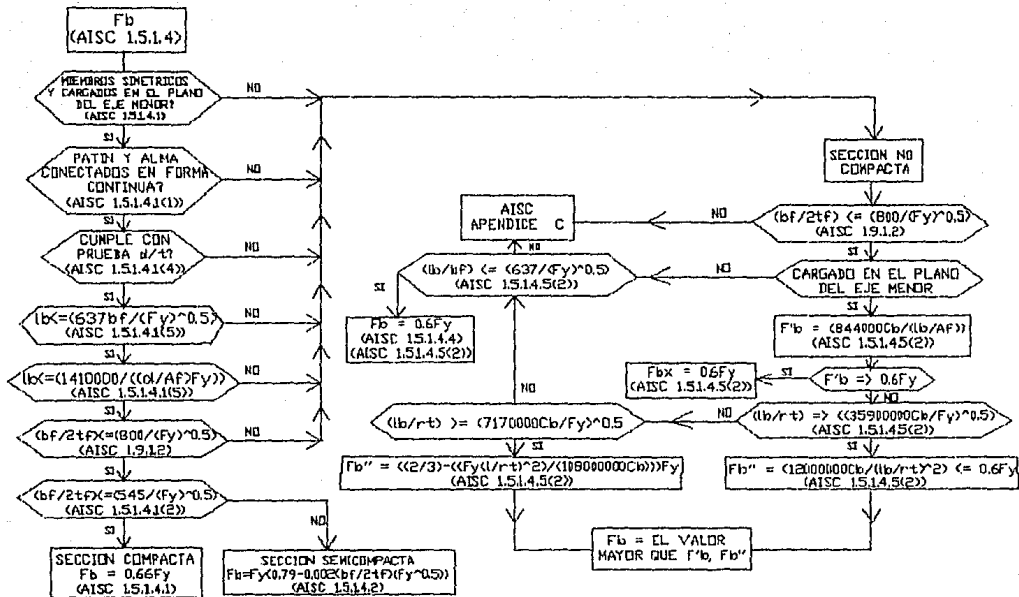
PROCEDIMIENTO GENERAL DE DISEÑO.



PROCEDIMIENTO DE SELECCION DE LA SECCION FINAL DE LA TRABE.

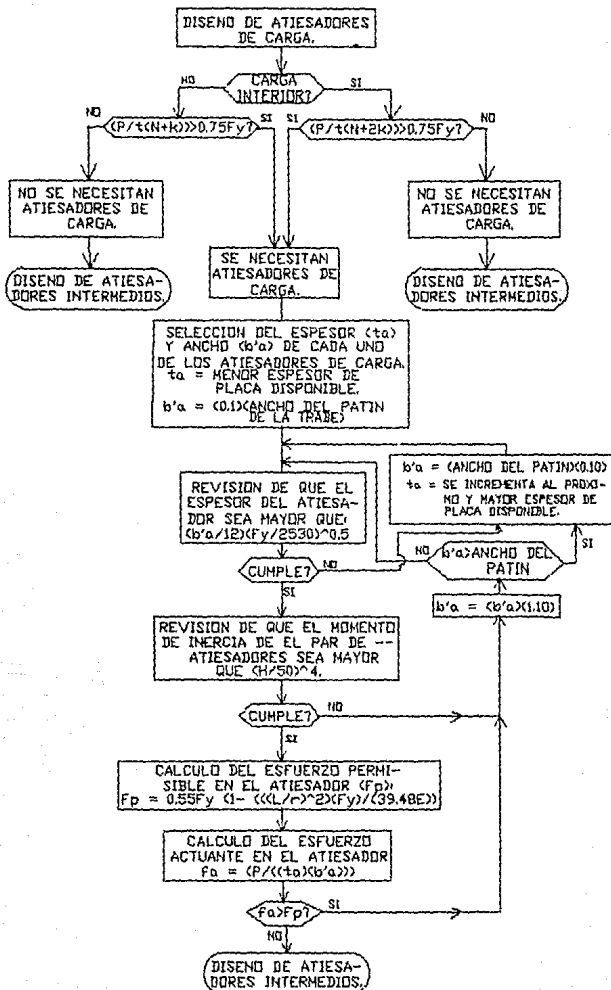


H = ALTURA TOTAL DE LA TRABE.
 B = BASE DE LA TRABE.
 K = FACTOR DE RELACION B/H REQUERIDO.
 EV = NUMERO DE ESPESOR DE PLACA DE ALMA EN REVISION.
 EF = NUMERO DE ESPESOR DE PLACA DE PATIN EN REVISION.
 TV = ESPESOR DEL ALMA EN REVISION.
 TF = ESPESOR DEL PATIN EN REVISION.
 Fb = ESFUERZO ACTUANTE A FLEXION.
 Fb1 = ESFUERZO MAXIMO PERMISIBLE A FLEXION.
 Fb1 = ESFUERZO PERMISIBLE A REDUCCION EN LOS PATINES.
 H = MOMENTO MAXIMO A DEBIDO A LA FLEXION.
 C = DISTANCIA DEL CENTROIDE DE LA SECCION EN REVISION A LA FIBRA EN COMPRESION MAS ALEJADA.

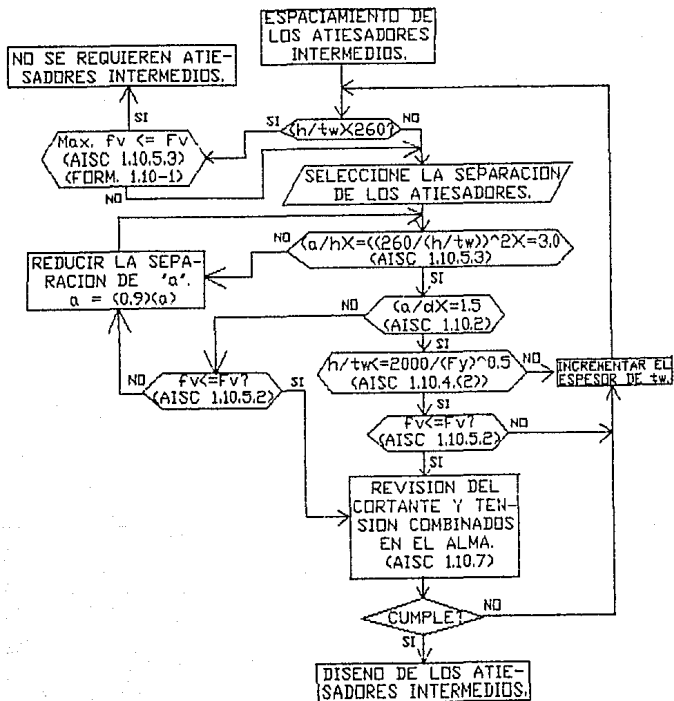


PROCEDIMIENTO GENERAL DE CALCULO DE EL ESFUERZO PERMISIBLE EN FLEXION CON RELACION A UN EJE MENOR (AISC 1.5.1.4)

PROCESO DE DISEÑO DE ATIESADORES DE CARGA.



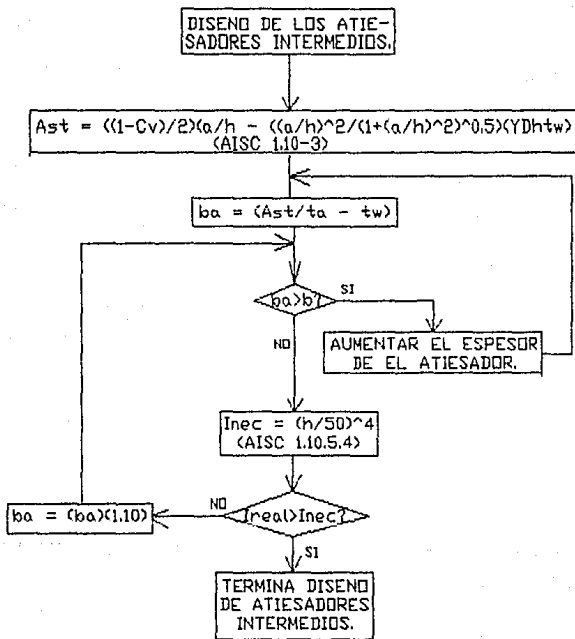
SELECCION DE EL ESPACIAMIENTO DE LOS ATIESADORES INTERMEDIOS.



OBS. DENTRO DE LAS CONDICIONES DE DISEÑO QUEDA ESTABLECIDO QUE:

$$h/tw = 984000 / (F_y(F_y + 1160))^{0.5} \quad (\text{AISC 1.10.2})$$

DISEÑO DE ATIESADORES INTERMEDIOS.



A_{st} = Area Mínima del atiesador.
 b_a = Ancho del atiesador.
 t_a = Espesor del atiesador.

**IV.- PROGRAMA EN LENGUAJE "BASIC" ADAPTADO A
COMPUTADORAS "IBM PC" O COMPATIBLES.**

```

10 COLOR 0,0,0:CLS:COLOR 15,1,0
20 FOR I=1 TO 11 :LOCATE I,11:PRINT " " :NEXT I:LOCATE 10,11:PRINT "
   " :LOCATE 11,11:PRINT " " :LOCATE 12,11:PRINT " "
30 FOR I=1 TO 10:LOCATE I,21:PRINT " " :NEXT I
   " :LOCATE 1,31:PRINT " " :NEXT I:LOCATE 1,31:PRINT " "
   " :LOCATE 2,31:PRINT " " :LOCATE 3,31:PRINT " " :FO
R I=3 TO 12:LOCATE I,41:PRINT " " :NEXT I:LOCATE 7,36:PRINT " " :LOCATE 8,
36 "
40 PRINT " "
50 FOR I=1 TO 3: LOCATE I,51:PRINT " " :NEXT I:FOR I=4 TO 12:LOCATE
I,51:PRINT " " :NEXT I:FOR I=10 TO 12: LOCATE I,56:PRINT " " :NEXT I
: FOR I=7 TO 9:LOCATE I,62:PRINT " " :NEXT I:FOR I=7 TO 8:LOCATE I,58:PRINT "
" :NEXT I
60 COLOR 10,1 ,0:LOCATE 16,33:PRINT "*****":LOCATE 17,34:PRINT "*****" :
LOCATE 18,36:PRINT "****":LOCATE 19,35:PRINT "*****":LOCATE 20,34:PRINT"*****
*":LOCATE 21,34: PRINT "*****":LOCATE 22,35:PRINT "*****":LOCATE 23,31
70 PRINT "*****":LOCATE 24,35:PRINT " * *";
80 SECCIONA$="FACAEB-AGDFGBCE-FE-B-AGDACDFHGBFDGBFDGCEB-":PUENTE$="CE-B-CBE-FE-B
-DAB-FDGFCE-G-B-G-A-CE-CD-FA-FGB-CE":PLAY "MLT120LBOOXSECCIONA$:XSECCIONA$:XPUE
NT E$;"
90 COLOR 15,1,0:CLS
100 GOSUB 9930
110 LOCATE 7,21 : PRINT "* T E S I S   P R O F E S I O N A L *"
120 LOCATE 9,13
130 PRINT "+ DISEÑO DE TRABES DE ACERO DE SECCION I POR COMPUTADORA +"
140 LOCATE 11,15: PRINT "Que para obtener el titulo de INGENIERO CIVIL presenta:
"
150 LOCATE 13,28:PRINT "-LUIS NIGUEL CEBALLOS ZAMORA-"
160 LOCATE 15,31 : PRINT "Guadalajara Jal., 1990."
170 FOR I=1 TO 15000:NEXT I
180 ' INICIO DE PROGRAMA DE PLACAS.
190 IF W=0 THEN DIM EX(50),TF(50),TW(50)
200 GOSUB 9930
210 LOCATE 10,10
220 PRINT "PROPORCIONE LOS ESPESORES DE PLACA DISPONIBLES. EN CENTIMETROS: "
230 LOCATE 11,32
240 PRINT " *<> PARA TERMINAR*":IF WW=2 THEN TF=1:GOTO 280
250 IF W<>0 THEN LOCATE 8,10:PRINT "SE NECESITAN PLACAS DE MAYOR ESPESOR...."
260 IF W<>0 THEN LOCATE 15,22:PRINT "MAXIMO ESPESOR YA PROPORCIONADO: ";TF(TP-1)
¥100;" CMS."
270 IF W=0 THEN TP=1
280 FOR I=TP TO 50
290 LOCATE 13,35
300 PRINT " "
310 LOCATE 13,35
320 PRINT "E("I") = ";
330 INPUT A
340 IF A=0 AND I=1 THEN 200
350 IF A=0 THEN 380
360 EX(I)=A/100
370 NEXT I
380 NW=I-1
390 FOR I=TP TO NW
400 TF=EX(I)
410 FOR K=1 TO NW
420 IF TF<EX(K) THEN 460
430 F=1
440 S=K
450 TF=EX(K)

```

```

460 NEXT K
470 TF(I)=TF
480 IF F=1 THEN S10
490 EX(I)=1000000!
500 GOTO 520
510 EX(S)=1000000!
520 NEXT I
530 TF=NW
540 IF W<0 OR WW=2 THEN 3660
550 GOSUB 10010
560 LOCATE 11,20
570 INPUT "CLARO DE LA VIGA EN METROS: ",L:IF L<=0 THEN CLS:GOTO 550
580 GOSUB 10010
590 LOCATE 8,20
600 PRINT "UBIQUE LOS APOYOS: "
610 LOCATE 11,20
620 INPUT "APOYO IZQUIERDO (MTS.): ",AI
630 IF AI<0 OR AI=>L THEN 500
640 LOCATE 13,20
650 INPUT "APOYO DERECHO (MTS.): ",AD
660 IF AD<=0 OR AD>L THEN 580
670 IF AI=>AD THEN 580
680 GOSUB 10010
690 LOCATE 9,20
700 PRINT "PROPORCIONE:"
710 LOCATE 11,20
720 INPUT "NUMERO DE CARGAS UNIFORMES: ",N1
730 IF N1<0 THEN 680
740 IF N1=0 THEN 970
750 ON ERROR GOTO 9920
760 DIM W(N1+20),A(N1+20),B(N1+20)
770 ON ERROR GOTO 0
780 FOR I=1 TO N1
790 GOSUB 10010
800 LOCATE 8,20
810 PRINT "PROPORCIONE:"
820 LOCATE 10,20
830 PRINT "CARGA ("I") (KG/ML) = ";:INPUT W(I)
840 LOCATE 11,20
850 PRINT "ORIGEN "I" (MTS. ) = ";:INPUT A(I)
860 LOCATE 12,20
870 PRINT "TERMINA "I" (MTS. ) = ";:INPUT B(I)
880 IF A(I)<0 OR B(I)>L THEN 790
890 IF A(I)>B(I) THEN 790
900 R1=R1+W(I)*(B(I)-A(I))
910 B=(B(I)+A(I))*0.5
920 IF W<=A1 THEN 950
930 K2=K2+W(I)*(B(I)-A(I))*(B-A1)
940 GOTO 960
950 K2=K2-W(I)*(B(I)-A(I))*(AI-0)
960 NEXT I
970 GOSUB 10010
980 LOCATE 8,20
990 PRINT "PROPORCIONE:"
1000 LOCATE 11,20
1010 INPUT "NUMERO DE CARGAS PUNTUALES: ",N2:MUZ=N2
1020 IF N2<0 THEN 970
1030 IF N2=0 THEN 1220

```

```

1040 ON ERROR GOTO 9920
1050 DIM F(N2+20),C(N2+20),PU(N2+20)
1060 ON ERROR GOTO 0
1070 FOR I=1 TO N2
1080 GOSUB 10010
1090 LOCATE 8,20
1100 PRINT "PROPORCIONE:"
1110 LOCATE 11,20
1120 PRINT "CARGA      "I" (KGS.) = ";:INPUT F(I):PU(I)=F(I)
1130 LOCATE 13,20
1140 PRINT "UBICACION "I" (MTS.) = ";:INPUT C(I):CU(I)=C(I)
1150 IF C(I)<0 OR C(I)>L THEN 1080
1160 R1=R1+F(I)
1170 IF C(I)<=AI THEN 1200
1180 R2=R2+F(I)*(C(I)-AI)
1190 GOTO 1210
1200 R2=R2-F(I)*(AI-C(I))
1210 NEXT I
1220 REM
1230 GOSUB 10010
1240 LOCATE 11,20
1250 REM
1260 INPUT "NUMERO DE MOMENTOS PUROS? ",NM
1270 IF NM<0 THEN CLS:GOTO 1310
1280 IF NM=0 THEN 1410
1290 IF N1=0 AND N2=0 AND NM=0 THEN CLS:END
1300 ON ERROR GOTO 9920
1310 DIM MOM(NM+20),UM(NM+20)
1320 ON ERROR GOTO 0
1330 FOR I=1 TO NM
1340 GOSUB 9930
1350 LOCATE 8,14:PRINT "PROPORCIONE: "
1360 LOCATE 10,18:PRINT "MOMENTO PURO ("I") EN KG*M":LOCATE 11,18:INPUT "(POSITIVO EN EL SENTIDO DEL RELOJ) = ",MOM(I)
1370 LOCATE 13,18:PRINT "UBICACION DEL MOMENTO PURO ("I") EN MTS. ";:INPUT UM(I)
1380 IF UM(I)<0 OR UM(I)>L THEN 1340
1390 R2=R2+MOM(I)
1400 NEXT I
1410 R2=R2/(AD-AI)
1420 R1=R1-R2
1430 CLS:LOCATE 24,40
1440 PRINT "CALCULANDO CORTANTES Y MOMENTOS....."
1450 COLOR 15,1,0
1460 N=50:N5=L/N:NSEF=N
1470 ON ERROR GOTO 9920
1480 DIM H(N+1),Y(N+1),X(N+1),M(N+1),V(N+1)
1490 ON ERROR GOTO 0
1500 FOR J=1 TO N+1
1510 LOCATE 11,38
1520 PRINT (N+1-J)
1530 X(J)=(J-1)*(L/N)
1540 IF X(J)<AI THEN 1600
1550 M(J)=(X(J)-AI)*R1
1560 V(J)=R1
1570 IF X(J)<AD THEN 1600
1580 M(J)=M(J)+(X(J)-AD)*R2
1590 V(J)=V(J)+R2
1600 IF NM=0 THEN 1650

```



```

1610 FOR I=1 TO NM
1620 IF X(J)<UM(1) THEN 1640
1630 M(J)=M(J)+MOM(NM)
1640 NEXT I
1650 IF N1=0 THEN 1750
1660 FOR I=1 TO N1
1670 IF X(J)<=A(I) THEN 1740
1680 IF X(J)>B(I) THEN 1720
1690 M(J)=M(J)-W(I)*(X(J)-A(I))^2*.5
1700 V(J)=V(J)-W(I)*(X(J)-A(I))
1710 GOTO 1740
1720 M(J)=M(J)-W(I)*(B(I)-A(I))*X(J)-(B(I)+A(I))**.5
1730 V(J)=V(J)-W(I)*(B(I)-A(I))
1740 NEXT I
1750 IF N2=0 THEN 1810
1760 FOR I=1 TO N2
1770 IF X(J)<C(I) THEN 1800
1780 M(J)=M(J)-F(I)*(X(J)-C(I))
1790 V(J)=V(J)-F(I)
1800 NEXT I
1810 T=ABS(M(J))
1820 Y=ABS(V(J))
1830 IF T<=Y THEN 1850
1840 M=T
1850 IF Y<=V THEN 1870
1860 V=Y
1870 NEXT J
1880 M=INT(M*100+.5)/100
1890 V=INT(V*100+.5)/100
1900 REM
1910 REM
1920 REM
1930 REM
1940 CLS:LOCATE 24,55
1950 PRINT "CALCULANDO FLECHAS....."
1960 COLOR 15,1,0
1970 FOR K=2 TO N+1 STEP 2
1980 IF K>N THEN 2000
1990 H(K)=(M(K-1)+M(K+1))/2)*2*N5:GOTO 2010
2000 H(K)=M(K-1)*N5*.5
2010 NEXT K
2020 IF AI=0 AND AD=L THEN GOSUB 2080
2030 IF AI<>0 AND AD=L THEN GOSUB 2280
2040 IF AI=0 AND AD<>L THEN GOSUB 2670
2050 IF AI<>0 AND AD<>L THEN GOSUB 3060
2060 FI=ABS(FI):FL=ABS(FL):FD=ABS(FD)
2070 GOTO 3660
2080 FOR K=2 TO N+1 STEP 2
2090 T1=T1+H(K)
2100 T2=T2+H(K)*X(K)
2110 NEXT K
2120 T2=T2/AD
2130 T1=T1-T2
2140 FOR J=1 TO N+1
2150 Y(J)=T1*X(J)
2160 FOR I=2 TO N+1 STEP 2
2170 IF X(J)<=X(I) THEN 2200
2180 Y(J)=Y(J)-H(I)*(X(J)-X(I))

```

```
2190 NEXT I
2200 YM=ABS(Y(J))
2210 IF YM<=FL THEN 2230
2220 FL=YM
2230 NEXT J
2240 FL=INT(FL*100+.5)/100
2250 FI=0
2260 FD=0
2270 RETURN
2280 K=0
2290 K=K+2
2300 IF X(K)>=AI THEN 2320
2310 GOTO 2290
2320 FOR I=K TO N+1 STEP 2
2330 T1=T1+H(I)
2340 T2=T2+H(I)*(X(I)-AI)
2350 NEXT I
2360 T2=T2/(AD-AI)
2370 T1=T1-T2
2380 FOR J=K TO N+1
2390 Y(J)=T1*(X(J)-AI)
2400 FOR I=K TO N+1 STEP 2
2410 IF X(J)<=X(I) THEN 2440
2420 Y(J)=Y(J)-H(I)*(X(J)-X(I))
2430 NEXT I
2440 YM=ABS(Y(J))
2450 IF YM<=FL THEN 2470
2460 FL=YM
2470 NEXT J
2480 FL=INT(FL*100+.5)/100
2490 A1=K
2500 A1=A1-1
2510 IF A1<AI THEN 2530
2520 GOTO 2500
2530 FOR J=A1 TO 1 STEP -1
2540 Y(J)=-T1*(AI-X(J))
2550 FOR I=(K-2) TO 2 STEP -1
2560 IF X(J)>=X(I) THEN 2590
2570 Y(J)=Y(J)-H(I)*(X(I)-X(J))
2580 NEXT I
2590 YZ=ABS(Y(J))
2600 IF YZ<=FZ THEN 2620
2610 FZ=YZ
2620 NEXT J
2630 FZ=INT(FZ*100+.5)/100
2640 FI=FZ
2650 FD=0
2660 RETURN
2670 K=0
2680 K=K+2
2690 IF X(K)>AD THEN 2710
2700 GOTO 2680
2710 K=K-2
2720 FOR I=2 TO K STEP 2
2730 T1=T1+H(I)
2740 T2=T2+H(I)*X(I)
2750 NEXT I
2760 T2=T2/(AD-AI)
```

```

2770 T1=T1-T2
2780 FOR J=1 TO K
2790 Y(J)=T1*X(J)
2800 FOR I=2 TO K STEP 2
2810 IF X(J)<=X(I) THEN 2840
2820 Y(J)=Y(J)-H(I)*(X(J)-X(I))
2830 NEXT I
2840 YN=ABS(Y(J))
2850 IF YN<=FL THEN 2870
2860 FL=YN
2870 NEXT J
2880 FL=INT(FL*100+.5)/100
2890 A1=K
2900 A1=A1+1
2910 IF X(A1)>AD THEN 2930
2920 GOTO 2900
2930 FOR J=A1 TO N+1
2940 Y(J)=T2*(X(J)-AD)
2950 FOR I=(K+2) TO N+1 STEP 2
2960 IF X(J)<=X(I) THEN 2990
2970 Y(J)=Y(J)+H(I)*(X(J)-X(I))
2980 NEXT I
2990 YZ=ABS(Y(J))
3000 IF YZ> FZ THEN FZ=YZ
3010 NEXT J
3020 FZ=INT(FZ*100+.5)/100
3030 FI=0
3040 FD=FZ
3050 RETURN
3060 FOR I=2 TO N+1 STEP 2
3070 IF X(I)>=A1 THEN 3090
3080 NEXT I
3090 K1=I
3100 FOR I=K1 TO N+1 STEP 2
3110 IF X(I)>AD THEN 3130
3120 NEXT I
3130 K2=I-2
3140 FOR I=K1 TO K2
3150 T1=T1+H(I)
3160 T2=T2+H(I)*(X(I)-A1)
3170 NEXT I
3180 T2=T2/(AD-A1)
3190 T1=T1-T2
3200 A1=0
3210 A1=A1+1
3220 IF X(A1)>A1 THEN 3240
3230 GOTO 3210
3240 A2=A1-1
3250 A2=A2+1
3260 IF X(A2)>AD THEN 3280
3270 GOTO 3250
3280 A2=A2-1
3290 FOR J=(A1-1) TO A2
3300 Y(J)=F1*(X(J)-A1)
3310 FOR I=K1 TO K2 STEP 2
3320 IF X(J)<=X(I) THEN 3350
3330 Y(J)=Y(J)-H(I)*(X(J)-X(I))
3340 NEXT I

```

```

3350 YM=ABS(Y(J))
3360 IF YM>FL THEN FL=YM
3370 NEXT J
3380 FL=INT(FL*100+.5)/100
3390 A1=A1-1
3400 FOR J=(A1-2) TO 1 STEP -1
3410 Y(J)=T1*(A1-X(J))
3420 FOR I=(K1-2) TO 2 STEP -2
3430 IF X(J)>X(I) THEN 3460
3440 Y(J)=Y(J)+H(I)*(X(I)-X(J))
3450 NEXT I
3460 YZ=ABS(Y(J))
3470 IF YZ>FZ THEN FZ=YZ
3480 NEXT J
3490 FZ=INT(FZ*100+.5)/100
3500 A2=A2+1
3510 K2=K2+2
3520 FOR J=A2 TO N+1
3530 Y(J)=T2*(X(J)-AD)
3540 IF K2>(N+1) THEN 3590
3550 FOR I=K2 TO N+1 STEP 2
3560 IF X(J)<=X(I) THEN 3590
3570 Y(J)=Y(J)+H(I)*(X(J)-X(I))
3580 NEXT I
3590 YY=ABS(Y(J))
3600 IF YY>FW THEN FW=YY
3610 NEXT J
3620 FW=INT(FW*100+.5)/100
3630 FI=FZ
3640 FD=FW
3650 RETURN
3660 K=KE
3670 IF WWW=7 THEN 4120
3680 IF WW=1 AND FY=0 THEN 3760
3690 IF WW=2 THEN 4120
3700 IF W=1 THEN 4150
3710 IF W=2 THEN 4200
3720 IF W=3 THEN W=0
3730 IF W=4 THEN 7250
3740 IF W=5 THEN W=0
3750 IF W=6 THEN 7590
3760 GOSUB 10010
3770 LOCATE 8,20:PRINT "PROPORCIONE:"
3780 LOCATE 11,20
3790 INPUT "Fy en kgs/cm2: ",FY
3800 IF FY=2530 THEN E=2039000!:GOTO 3850
3810 GOSUB 10010
3820 LOCATE 8,20:PRINT "PROPORCIONE:"
3830 LOCATE 11,20
3840 INPUT "E en Kgs/cm2: ",E
3850 FY=FY*10000:E=E*10000
3860 GOSUB 9930
3870 LOCATE 10,14
3880 PRINT "EL PATIN SUPERIOR ESTA RESTRINGIDO CONTRA LA ROTACION":LOCATE 12,33:
PRINT "S/N":LOCATE 14,36:INPUT " ",ROTACION$
3890 IF ROTACION$<>"S" AND ROTACION$<>"s" AND ROTACION$<>"N" AND ROTACION$<>"n"
THEN 3870
3900 GOSUB 10010
3910 IF W<0 AND A<0 THEN LOCATE 8,20:PRINT "SE NECESITA AUMENTAR EL PERALTE"

```

```

=LOCATE 9,20:PRINT "MAXIMO ADMISIBLE DE "H1" MTS..."
3920 LOCATE 11,20
3930 PRINT "PERALTE MAXIMO ADMISIBLE (MTS.): "
3940 LOCATE 13,33
3950 INPUT " ",H1
3960 IF W=3 AND H1<H THEN 3900
3970 IF W=5 AND H1<H THEN 3900
3980 IF W=3 THEN 4150
3990 IF W=5 THEN 4150
4000 GOSUB 10010
4010 LOCATE 10,20
4020 PRINT "PERALTE INICIAL DE DISEÑO (MTS.): "
4030 LOCATE 12,33
4040 INPUT " ",H
4050 IF H>H1 THEN 3900
4060 GOSUB 10010
4070 LOCATE 10,20
4080 PRINT "RELACION DE DISEÑO BASE/PERALTE:"
4090 LOCATE 12,33
4100 INPUT " ",K
4110 KE=K
4120 ZI=0:ZY=0
4130 ' REVISION DE LA RESISTENCIA AL PANDEO EN EL PLANO VERTICAL DEL PATIN EN -
4140 'COMPRESION (AISC-1.10.2)
4150 ZI=ZI+1
4160 AB=H*100*((FY/10000)*((FY/10000)+1160))-.5/984000!:AB=AB/100
4170 IF TF(ZI)<AB AND ZI=TF THEN CLS:W=1:TF=TF+1:GOTO 180
4180 IF TF(ZI)<AB THEN 4150
4190 'REVISION DE LA RESISTENCIA AL PANDEO LOCAL PREMÁTURO (AISC-1.9.1.2)
4200 ZY=ZY+1
4210 AC=K*H*100*(FY/10000)-.5/1600:AC=AC/100
4220 IF TF(ZY)<AC AND ZY=TF THEN CLS:W=2:TF=TF+1:GOTO 180
4230 IF TF(ZY)<AC THEN 4200
4240 IX=((K*H*(H+2*TF(ZY))3/12)-((K*H-TF(ZI))3*H3/12)
4250 F1=(AD-AT)/237
4260 F2=AT*(2+(AI/L))/96.63
4270 F3=(L-AD)*(2+((L-AD)/L))/96.63
4280 IF FL<0 THEN AE(1)=FL/(E*F1)
4290 IF FI<0 THEN AE(2)=FI/(E*F2)
4300 IF FD<0 THEN AE(3)=FD/(E*F3)
4310 IF IX<AE(1) THEN H=H*.025:ZI=ZI-1:ZY=ZY-1:GOTO 4350
4320 IF IX<AE(2) THEN H=H*.025:ZI=ZI-1:ZY=ZY-1:GOTO 4350
4330 IF IX<AE(3) THEN H=H*.025:ZI=ZI-1:ZY=ZY-1:GOTO 4350
4340 GOTO 4370
4350 IF H>H1 THEN CLS:W=3:GOTO 3900
4360 GOTO 4150
4370 'CALCULO DE FB.
4380 IF TR=1 THEN 4430
4390 TR=1
4400 CLS:LOCATE 24,25
4410 PRINT "CALCULANDO EL ESFUERZO PERMISIBLE EN FLEXION (Fb)...."
4420 COLOR 15,1,0
4430 LB=AD-AI
4440 IF LB>((637*K*H*100/(FY/10000)-.5)/100) THEN 4580
4450 D=H+2*TF(ZY)
4460 AF=K*H*TF(ZY)
4470 IF LB<((1410000!/(((D*K*100)/(AF*10000))*(FY/10000)))/100) THEN 4580
4480 IF ((K*H)/(2*TF(ZY))>(800/(FY/10000)-.5) THEN 4580

```

```

4490 IF ((K*H)/(2*TF(ZY)))>(545/(FY/10000)^.5) THEN 4770
4500 CLS:PRINT "CONSIDERACIONES PARA CALCULO DEL ESFUERZO MAXIMO ADMISIBLE A FLE
XION:":PRINT"-Viga simetrica y cargada en el plano del eje menor."
4510 PRINT "-Patin y alma conectados en forma continua.":PRINT"-Arriostramiento
lateral en los apoyos."
4520 PRINT:INPUT " SE CUMPLEN <S/N>? " :S#
4530 IF A#<"S" AND A#<"H" THEN 4520
4540 IF A#="N" THEN 4580
4550 'SECCION COMPACTA
4560 S=1:FB=.66*FY
4570 GOTO 4820
4580 'SECCION NO COMPACTA.
4590 LB=AD-AI
4600 D=H+2*TF(ZY)
4610 AF=K*H*TF(ZY)
4620 PI=(TF(ZY)*(K*H)^3+(1/6)*H*TF(ZI)^3)/12
4630 AY=(TF(ZY)*K*H*(1/6)*H*TF(ZI))
4640 RT=((IT/AY)^.5)
4650 FPB=(844000!/(LB*D/AF))*10000
4660 IF FPB>(.6*FY) THEN FB=.6*FY:GOTO 4750
4670 IF (LB/RT)>((359000000H*10000/FY)^.5) THEN 4710
4680 IF (LB/RT)<((7170000!*10000/FY)^.5) THEN FB=.6*FY:GOTO 4750
4690 F1B=(2/3)-((FY/10000)*(LB/RT)^2/108000000H))*FY
4700 GOTO 4720
4710 F1B=(12000000H/(LB/RT)^2)*10000
4720 IF F1B>(.6*FY) THEN F1B=.6*FY
4730 IF F1B>FPB THEN FB=F1B:GOTO 4750
4740 FB=FPB
4750 S=2
4760 GOTO 4820
4770 'SECCION SEMICOMPACTA.
4780 FB=FY*(.79-.002*(K*H/(2*TF(ZY)))*(FY/10000)^.5)
4790 S=3
4800 GOTO 4820
4810 ' REVISION DEL ESFUERZO A FLEXION.
4820 IX=((K*H*(H+2*TF(ZY))^3)/12)-((K*H-TF(ZI))*H^3/12)
4830 FMB=M*(H+2*TF(ZY))*1.5/IX
4840 IF FB>FMB THEN GOTO 4890
4850 H=H+.025:ZI=ZI-1:ZY=ZY-1
4860 IF H>H1 THEN CLS:W=5:GOTO 3900
4870 GOTO 4150
4880 'DETERMINACION DEL ESFUERZO PERMISIBLE REDUCIDO EN LOS PATINES.
4890 IF (H/TF(ZI))<(.6370/(FB/10000)^.5) THEN 4970
4900 FB=FB*(1-.0005*((TF(ZI)*H)/(TF(ZY)*K*H))*((H/TF(ZI))-(.6370/(FB/10000)^.5)))
4910 IX=((K*H*(H+2*TF(ZY))^3)/12)-((K*H-TF(ZI))*H^3/12)
4920 FMB=M*(H+2*TF(ZY))*1.5/IX
4930 IF FB>FMB THEN GOTO 4970
4940 H=H+.025:ZI=ZI-1:ZY=ZY-1
4950 IF H>H1 THEN CLS:W=5:GOTO 3900
4960 GOTO 4150
4970 REM
4980 IF S=1 THEN REM "SECCION COMPACTA*":PRINT "Fb = "FB/10000" kgs/cm2":PRINT
"fb = "FMB/10000" kg/cm2"
4990 IF S=2 THEN REM "SECCION NO COMPACTA*":PRINT "fb = "FB/10000" kgs/cm2":P
RINT "fb = "FMB/10000" kg/cm2"
5000 IF S=3 THEN REM "SECCION SEMICOMPACTA*":PRINT "Fb = "FB/10000" kgs/cm2":
PRINT "fb = "FMB/10000" kg/cm2"
5010 REM

```

```

5020 'REVISION DEL ESFUERZO CORT5020 'REVISION DEL ESFUERZO CORTANTE (1.5.1.2. A.
5030 AV=V/(.4*FY*H)
5040 IF TF(ZI)<AV THEN ZY=ZY-1
5050 IF TF(ZI)<AV AND ZI=TP THEN CLS:W=1:TP=TP+1:GOTO20
5060 IF TF(ZI) <AV THEN 4150
5070 IF AQ=1 THEN 5670
5080 AQ=1
5090 GOSUB 10010
5100 LOCATE 11,20
5110 PRINT "DISEÑO DE ATIESADORES DE CARGA."
5120 IF WW=1 OR WW=2 THEN N2=NU2-2
5130 NU2=N2+2
5140 ON ERROR GOTO 9920
5150 DIM K(N2+5),L(N2+5),CF(N2+5),PF(N2+5),KU(N2+5),LU(N2+5)
5160 ON ERROR GOTO 0
5170 FOR I=1 TO 10000:NEXT I
5180 GOSUB 10010
5190 LOCATE 8,20
5200 PRINT "REACCION IZQUIERDA:"
5210 LOCATE 10,20
5220 PRINT "R = "R1" KGS."
5230 F(N2+1)=R1:C(N2+1)=A1
5240 LOCATE 11,20
5250 PRINT "UBICACION: "A1" MTS."
5260 LOCATE 12,20
5270 INPUT "LONG. DEL EMPUJE EN MTS.: ",L(N2+1):LU(N2+1)=L(N2+1)
5280 LOCATE 13,20
5290 INPUT "VALOR DE k EN MTS.: ",K(N2+1):KU(N2+1)=K(N2+1)
5300 GOSUB 10010
5310 LOCATE 8,20
5320 PRINT "REACCION DERECHA: ":PRINT
5330 LOCATE 10,20
5340 PRINT "R = "R2" KGS."
5350 F(N2+2)=R2:C(N2+2)=A2
5360 LOCATE 11,20
5370 PRINT "UBICACION: "A2" MTS."
5380 LOCATE 12,20
5390 INPUT "LONG. DEL EMPUJE EN MTS.: ",L(N2+2):LU(N2+2)=L(N2+2)
5400 LOCATE 13,20
5410 INPUT "VALOR DE k EN MTS.: ",K(N2+2):KU(N2+2)=K(N2+2)
5420 IF N2=0 THEN 5650
5430 GOSUB 9650
5440 FOR RT=1 TO N2
5450 GOSUB 10010
5460 LOCATE 8,20
5470 PRINT "CARGA CONCENTRADA NUM. "RT"."
5480 LOCATE 10,20
5490 PRINT "P("RT") = "PU(RT)" KGS."
5500 LOCATE 11,20
5510 PRINT "UBICACION: "C(RT)" MTS."
5520 LOCATE 12,20
5530 INPUT "LONG. DEL EMPUJE EN MTS.: ",L(RT):LU(RT)=L(RT)
5540 LOCATE 13,20
5550 INPUT "VALOR DE k EN MTS.: ",K(RT):KU(RT)=K(RT)
5560 NEXT RT
5570 FOR I=1 TO N2
5580 IF C(I)=A1 AND P(I)<>R1 THEN P(I)=R1:P(N2+1)=0
5590 IF C(I)=A2 AND P(I)<>R2 THEN P(I)=R2 :P(N2+2)=0

```

```

5600 NEXT I
5610 CLS:LOCATE 23,42:PRINT "Espere un momento por favor...."
5620 N2=N2+2:GOSUB 9650
5630 IF N2=0 THEN N2=2
5640 ON ERROR GOTO 9920
5650 DIM AC(N2+5),BC(N2+5)
5660 ON ERROR GOTO 0
5670 FOR I=1 TO N2
5680 IF C(I)=0 OR C(I)=L THEN 5710
5690 AC(I)=P(I)/(TF(ZI)*(L(I)+2*K(I)))
5700 GOTO 5720
5710 AC(I)=P(I)/(TF(ZI)*(L(I)+K(I)))
5720 NEXT I
5730 RE=.75*FY
5740 FOR I=1 TO N2
5750 IF AC(I)<=RE THEN AC(I)=0
5760 NEXT I
5770 J=0
5780 FOR I=1 TO N2
5790 IF AC(I)=0 THEN 5860
5800 J=J+1
5810 BC(J)=C(I)
5820 C(J)=C(I)
5830 P(J)=P(I)
5840 L(J)=L(I)
5850 K(J)=K(I)
5860 NEXT I
5870 N2=J
5880 A=L
5890 RH=H/TF(ZI)
5900 IF RH>260 THEN AW=1:MV=V/(H*TF(ZI)):GOTO 5950: ' SE NECESITAN ATIESADORES EN
TODA LA VIGA SIN MAS CALCULOS.
5910 GOSUB 9350
5920 MV=V/(H*TF(ZI))
5930 IF FV>MV THEN 5960
5940 AZ=2
5950 GOTO 5980: ' SE NECESITAN ATIESADORES INTERMEDIOS.
5960 ' NO SE NECESITAN ATIESADORES INTERMEDIOS.
5970 IF N2=0 THEN 7650: ' NO SE NECESITAN ATIESADORES DE NINGUN TIPO.
5980 IF N2=0 THEN 6000: ' NO SE NECESITAN ATIESADORES DE CARGA.
5990 ' SE NECESITAN ATIESADORES DE CARGA TAMBIEN.
6000 ' CALCULO DE ESFUERZOS CORTANTES ACTUALES EN CADA TRAMO.
6010 ON ERROR GOTO 9920
6020 DIM MV(N+1)
6030 ON ERROR GOTO 0
6040 FOR J=1 TO N+1
6050 MV(J)=ABS(V(J)/(H*TF(ZI)))
6060 NEXT J
6070 IF AW=1 OR AZ=2 THEN GOSUB 9490: ' SI SE NECESITAN ATIESADORES INTERMEDIOS.
6080 IF AW=0 AND AZ=0 THEN FOR J=1 TO N2: TA(J)=C(J):NEXT J:J=J-1:GOTO 6620
6090 ON ERROR GOTO 9920
6100 DIM TA(60),SV(60),SM(60)
6110 ON ERROR GOTO 0
6120 J=0:II=0:ZW=1
6130 J=J+1
6140 IF J=1 THEN TA(1)=TE:GOTO 6160
6150 TA(J)=TA(J-1)+TI
6160 IF TA(J)<L THEN 6240

```



```

6170 TA(J)=0:SM(J)=0:SV(J)=0:J=J-1
6180 IF I1=N2 OR TA(J)=L THEN 6210
6190 II=II+1:J=J+1:TA(J)=C(II)
6200 GOTO 6300
6210 IF (INT((L-TA(J))*10+.5)/10)>(INT((TE*10)+.5)/10) AND (TA(J)<L THEN J=J+1
:TA(J)=L-TE:GOTO 6240
6220 SV(J+1)=MV:SM(J+1)=FV
6230 NUMATIESADDORES=J : GOTO 6620 : ' FINALIZA LA LOCALIZACION DE OTIESADDORES.
6240 IF N2=0 THEN 6300
6250 IF I1=N2 THEN 6300
6260 II=II+1
6270 IF TA(J)=C(II) AND C(II)=0 THEN 6130
6280 IF TA(J)=>C(II) THEN TA(J)=C(II):GOTO 6300
6290 II=II-1
6300 FOR QY=1 TO N+1
6310 IF X(QY)=>TA(J-1) THEN 6330
6320 NEXT QY
6330 FOR ZW=1 TO N+1
6340 IF X(ZW)=TA(J) THEN 6370
6350 IF X(ZW)>TA(J) THEN ZW=ZW-1:GOTO 6370
6360 NEXT ZW
6370 A=TA(J)-TA(J-1)
6380 IF A=0 AND J<1 THEN J=J-1:GOTO 6130
6390 IF A=0 THEN 6130
6400 MV=MV(QY)
6410 FOR ZX=QY TO ZW
6420 IF MV(ZX)=>MV THEN MV=MV(ZX)
6430 NEXT ZX
6440 GOSUB 9350
6450 IF FV=>MV THEN SV(J)=MV:SM(J)=FV:GOTO 6500
6460 TA(J)=TA(J-1)+(TA(J)-TA(J-1))*9
6470 IF I1=0 OR N2=0 THEN 6490
6480 IF (TA(J)<C(II)) THEN II=II-1
6490 GOTO 6330
6500 A=L-TA(J)
6510 IF A=0 THEN 6230
6520 FOR ZP=1 TO N+1
6530 IF X(ZP)=>TA(J) THEN 6550
6540 NEXT ZP
6550 MV=MV(ZP)
6560 FOR ZX=ZP TO N+1
6570 IF MV(ZX)=>MV THEN MV=MV(ZX)
6580 NEXT ZX
6590 GOSUB 9350
6600 IF FV=>MV AND AW<1 THEN 6180
6610 GOTO 6130
6620 ON ERROR GOTO 9920
6630 DIM LA(150)
6640 ON ERROR GOTO 0
6650 YI=0
6660 IF J=0 THEN 6740
6670 FOR IY=1 TO J
6680 YI=YI+1
6690 IF (TA(IY)-TA(IY-1))<0 THEN LA(YI)=INT((TA(IY)-TA(IY-1))*100+.5)/100:GOTO
6710
6700 YI=YI-1
6710 IF TA(IY)=L THEN 6730
6720 NEXT IY

```

```

6730 IF TA(J)<L THEN YI=YI+1:LA(YI)=L-TA(J)
6740 REVISION FOR INTERACCION MOMENTO FLEXIONANTE/FUERZA CORTANTE.
6750 RV=0
6760 FOR IY=1 TO J
6770 ON ERROR GOTO 9920
6780 IF (SV(IY)/SM(IY))>RV THEN RV=SV(IY)/SM(IY)
6790 ON ERROR GOTO 0
6800 NEXT IY
6810 FII=(.825-.375*RV)*FY
6820 IF FII>(.4*FY) THEN FII=.6*FY
6830 FMB=*(H+2*TF(ZY))*S/IX
6840 IF FII>FMB THEN 6880
6850 ZY=ZY-1
6860 IF TF(ZI)=TP THEN CLS:W=1:TP=TP+1:GOTO 180
6870 GOTO 4150
6880 REM REVISION DEL ALMA POR PANDEO PRODUCIDO POR LA CARGA TRANSVERSAL APLICADA
A ENTRE ATIESADORES.
6890 IF N1=0 THEN 7120
6900 IF J=0 THEN YI=1:LA=AD-AI:GOTO 6920
6910 LA=TI
6920 IF ROTACION#="N" OR ROTACION#="n" THEN GOTO 6950
6930 FC=(5.5+4/(LA/H)^2)*703000!*10000/(H/TF(ZI))^2
6940 GOTO 6960
6950 FC=(2+4/(LA/H)^2)*703000!*10000/(H/TF(ZI))^2
6960 WMAX=0
6970 FOR I=1 TO N1
6980 IF W(I)>WMAX THEN WMAX=W(I)
6990 NEXT I
7000 IF (WMAX/TF(ZI))<=FC THEN 7120
7010 IF J<>0 THEN 7090
7020 IF J=0 AND CONTADOR=0 THEN LA=L:CONTADOR=1
7030 LA=LA/2:CONTADOR=CONTADOR*2
7040 FOR I=1 TO (CONTADOR-1)
7050 TA(I)=(L/CONTADOR)*I:LA(I)=L/CONTADOR
7060 NEXT I
7070 J=I-1:YI=J+1:LA(J+1)=L/CONTADOR
7080 GOTO 6920
7090 TI=.8*TI
7100 IF TE>TI THEN TE=TI
7110 GOTO 6120
7120 REM DISEÑO DE LOS ATIESADORES INTERMEDIOS.
7130 IF AW<1 AND AZ<2 THEN 7350:REM SOLO SE NECESITAN ATIESADORES DE CARGA.
7140 ON ERROR GOTO 9920
7150 DIM BA(J+20), EAT(J+20)
7160 ON ERROR GOTO 0
7170 A=TI
7180 GOSUB 9350
7190 AST=((1-CV)/2)*(A/H-(A/H)^2/(1+(A/H)^2)^(1/2))*H*TF(ZI)
7200 ZA=1
7210 IF AST<0 THEN BA=.05*KE*H:GOTO 7270
7220 BA=(AST/TF(ZA))-TF(ZI)
7230 IF BA<=(KE*H-TF(ZI)) THEN 7270
7240 IF ZA=TP THEN CLS:W=4:TP=TP+1:GOTO 180
7250 ZA=ZA+1
7260 GOTO 7220
7270 IAT=TF(ZA)*(BA+TF(ZI))^3/12
7280 IF IAT>((H/50)^4) THEN GOTO 7310
/290 BA=BA*1.1

```

```

7300 GOTO 7230
7310 FOR I=1 TO J
7320 BA(I)=BA
7330 EAT(I)=TF(ZA)
7340 NEXT I
7350 REM DISEÑO DE ATIESADORES DE CARGA.
7360 III=1
7370 ON ERROR GOTO 9920
7380 DIM IAT(J+20),AAT(J+20),RAT(J+20),KLR(J+20),FPAT(J+20),FAAT(J+20)
7390 ON ERROR GOTO 0
7400 IF N2=0 THEN 7650: REM NO SE NECESITAN ATIESADORES DE CARGA.
7410 REM INICIO DE REVISION.
7420 ZAC=ZA
7430 FOR AAA=1 TO J
7440 IF TA(AAA)<>C(III) THEN NEXT AAA
7450 REM DISEÑO DE ATIESADORES DE CARGA.
7460 IAT(AAA)=EAT(AAA)*(BA(AAA)+TF(ZI))^3/12
7470 IF TA(AAA)=0 OR TA(AAA)=L THEN NEX=12
7480 NEX=25
7490 AAT(AAA)= BA(AAA)*EAT(AAA)+NEX*TF(ZI)^2
7500 RAT(AAA)=(IAT(AAA)/AAT(AAA))^0.5
7510 KLR(AAA)=.75*H/RAT(AAA)
7520 FPAT(AAA)= (.55*FY-(.0773*FY^2*KLR(AAA)^2)/(3.1416^2*E))
7530 FAAT(AAA)=P(III)/AAT(AAA)
7540 IF FAAT(AAA)<=FPAT(AAA) THEN 7620
7550 BA(AAA)=BA(AAA)*1.1
7560 IF BA(AAA)<=(KE*H-TF(ZI)) THEN 7460
7570 IF ZAC=TP THEN CLS:N=6:TP=TF+1:GOTO 180
7580 ZAC=ZAC+1
7590 EAT(AAA)=TF(ZAC)
7600 BA(AAA)=BA(AAA)*.1
7610 GOTO 7460
7620 IF III=N2 THEN 7650
7630 III=III+1
7640 GOTO 7410
7650 REM PRESENTACION DE RESULTADOS.
7660 CLS
7670 LOCATE 3,20
7680 PRINT "*MENU DE RESULTADOS FINALES*"
7690 LOCATE 5,10: PRINT "1.-  DIMENSIONES DE LA SECCION FINAL."
7700 LOCATE 7,10: PRINT "2.-  ATIESADORES (UBICACION Y DIMENSIONES)."

```

```

7870 GOTO 7650
7880 CLS:IF J<=0 THEN 7930
7890 IF J=0 THEN LOCATE 12,25:PRINT "*NO SE NECESITAN ATIESADORES*"
7900 LOCATE 23,20:PRINT "PRESIONE CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR...."
7910 IF INKEY#="" THEN 7910
7920 GOTO 7650
7930 NUM=J:BBB=1:Y=0
7940 IF NUM>15 THEN NUM=15
7950 LOCATE 2,28:PRINT "*ATIESADORES*"
7960 LOCATE 4,5:PRINT "NUM."
7970 LOCATE 4,16:PRINT "UBICACION"
7980 LOCATE 4,34:PRINT "ANCHO"
7990 LOCATE 4,50:PRINT "ESPESOR"
8000 LOCATE 4,65:PRINT "ALTURA"
8010 LOCATE 5,18:PRINT "(CM)"
8020 LOCATE 5,35:PRINT "(CM)"
8030 LOCATE 5,52:PRINT "(CM)"
8040 LOCATE 5,66:PRINT "(CM)"
8050 FOR I=BBB TO NUM
8060 Y=Y+1
8070 LOCATE Y+6,5:PRINT I;
8080 LOCATE Y+6,18:PRINT INT (TA(I)*100);
8090 LOCATE Y+6,34:PRINT INT (BA(I)*100);
8100 LOCATE Y+6,51:PRINT (EAT(I)*100);
8110 LOCATE Y+6,66:PRINT INT (H*100)
8120 NEXT I
8130 IF J=NUM THEN I=Y+2:GOTO 8180
8140 IF J<NUM THEN 8180
8150 IF J>NUM THEN NUM=J:BBB=I:Y=0:LOCATE I+7,18:PRINT"PRESIONE CUALQUIER TECLA
PARA CONTINUAR...."
8160 IF INKEY#="" THEN 8150
8170 CLS:GOTO 7930
8180 LOCATE I+6,18:PRINT "PRESIONE CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR...."
8190 IF INKEY#="" THEN 8180
8200 GOTO 7650
8210 CLS
8220 WAT=0
8230 LOCATE 4,20:PRINT "*PESO TOTAL DE LA TRABE*
8240 WTR = (TF(ZI)*HXL+2*TF(ZY)*KE*HXL)*7843
8250 FOR I=1 TO NUMATIESADORES: WAT = WAT + EAT(I)*BA(I)*H*7843:NEXT I
8260 WTR =INT (WTR):WAT=INT (WAT) :WTR%=STR$(WTR):WAT%=STR$(WAT)
8270 LOCATE 9,10:PRINT "PESO DE LA TRABE      = ":LOCATE 9,(44-LEN(WTR%)):PRI
NT WTR
8280 LOCATE 11,10:PRINT "PESO DE LOS ATIESADORES = ":LOCATE 11,(44-LEN(WAT%)):P
RINT WAT
8290 LOCATE 13,9:PRINT "
-----"
8300 WTT=WTR+WAT:WTT%=STR$(WTT)
8310 LOCATE 15,(44-LEN(WTT%)):PRINT WTT
8320 LOCATE 15,10:PRINT "PESO TOTAL DE LA TRABE  ="
8330 LOCATE 22,17:PRINT "PRESIONE CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR...."
8340 IF INKEY#="" THEN 8340
8350 GOTO 7650
8360 CLS
8370 LOCATE 2,20:PRINT "*INFORMACION PROPORCIONADA PARA DISEÑAR*"
8380 LOCATE 4,10:PRINT "--LONGITUD DE LA VIGA:  ";L;" METROS."
8390 LOCATE 5,10:PRINT "--APOYO IZQUIERDO   :  ";A1;" METROS."
8400 LOCATE 6,10:PRINT "--APOYO DERECHO    :  ";A2;" METROS."
8410 LOCATE 7,10:PRINT "--NUMERO DE CARGAS UNIFORMES: ";N1

```

```

8420 FOR I=1 TO N1:PRINT TAB(14);"W("I)": " ;W(I);" " ;"URIGEN: ";A(I);"TERMINA:
";B(I);NEXT I
8430 PRINT TAB(10);"-NUMERO DE CARGAS PUNTALES: ";(NU2-2)
8440 FOR I=1 TO (NU2-2):PRINT TAB(14);"P("I)": " ;PU(I);" " ;"UBICACION: " ;CU(I)
" MTS.":NEXT I
8450 PRINT TAB(10);"-NUMERO DE MOMENTOS PUROS: " ;NM
8460 FOR I=1 TO NM:PRINT TAB(14);"M("I)": " ;MM(I);" " ;"UBICACION: " ;UM(I);" M
TS.":NEXT I
8470 PRINT TAB(10);"-ESFUERZO MINIMO DE FLUENCIA (Fy) : ";FY/10000;" Kg/cm2."
8480 PRINT TAB(10);"-MODULO DE ELASTICIDAD : " ;E/10000;" Kg/cm2."
8490 IF ROTACION%="S" OR ROTACION%="e" THEN RES%="SI"
8500 IF ROTACION%="N" OR ROTACION%="n" THEN RES%="NO"
8510 PRINT TAB(10);"-EL PATIN SUPERIOR ";RES%;" ESTA RESTRINGIDO CONTRA LA ROTAC
ION."
8520 PRINT TAB(10);"-RELACION DE DISENO BASE/PERALTE: " ;KE
8530 PRINT TAB(10);"-LONG. DE APOYO (n) Y DISTANCIA K EN CARGAS Y REACCIONES:"
8540 FOR I=1 TO (NU2-2): PRINT TAB(14);"P = ";PU(I);" : n = ";LU(I);" k = ";KU(I)
";" MTS.":NEXT I
8550 PRINT TAB(14);"REACCION IZQUIERDA = ";R1;" : n = ";LU(NU2-1);" k = ";KU(NU2
-1);" MTS."
8560 PRINT TAB(14);"REACCION DERECHA = ";R2;" : n = ";LU(NU2);" k = ";KU(NU2);
" MTS."
8570 PRINT:PRINT TAB(14);"PRESIONE CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR...."
8580 IF INKEY%="" THEN 8580
8590 GOTO 7650
8600 REM MODIFICAR DISENO.
8610 GOSUB 10010
8620 LOCATE 7,21
8630 PRINT "SELECCIONE:"
8640 LOCATE 9,21:PRINT "1.- REINICIAR DISENO."
8650 LOCATE 10,21:PRINT "2.- MODIFICAR ANALISIS ESTRUCTURAL."
8660 LOCATE 11,21:PRINT "3.- MODIFICAR DATOS DE DISENO."
8670 LOCATE 12,21:PRINT "4.- MODIFICAR ESPESORES DE PLACA."
8680 LOCATE 13,21:PRINT "5.- REGRESAR AL MENU DE RESULTADOS."
8690 LOCATE 15,34:INPUT RRR
8700 IF RRR>5 OR RRR<1 THEN 8690
8710 IF RRR=1 THEN CLEAR:GOTO 180
8720 IF RRR=2 THEN WWW=7: AQ=0:R1=0:R2=0:H=.1:W1=0:W2=0:W3=0:W4=0:W5=0:W6=0:FOR
LL=1 TO (NSEP+1): M(LL)=0:V(LL)=0:H(LL)=0:Y(LL)=0:X(LL)=0: NEXT LL:V=0:M=0:T1=0:
T2=0:K=0:FL=0:FZ=0:FW=0:FI=0:FD=0:GOTO 550
8730 IF RRR=3 THEN WW=1:AQ=0:WWW=0:FY=0:GOTO 3660
8740 IF RRR=4 THEN WW=2:AQ=0:GOTO 200
8750 IF RRR=5 THEN 7650
8760 END
8770 REM IMPRIMIR RESULTADOS.
8780 LPRINT:LPRINT
8790 LPRINT TAB(20);"*IMPRESION DE INFORMACION Y RESULTADOS*"
8800 LPRINT:LPRINT
8810 LPRINT TAB(5);"PERALTE TOTAL (d) = ";INT(((H+2*TF(ZY))*100)" CMS."
8820 LPRINT TAB(5);"BASE (b) = ";INT(KE*H*100)" CMS."
8830 LPRINT TAB(5);"ESPESOR DEL ALMA = ";TF(ZI)*100" CMS."
8840 LPRINT TAB(5);"ESPESOR DEL PATIN = ";TF(ZY)*100" CMS."
8850 LPRINT
8860 IF J=0 THEN LPRINT TAB(5);"-NO SE REQUIEREN ATIESADORES EN LA TRABE.":GOTO
8930
8870 LPRINT TAB(5);"ATIESADORES:"
8880 LPRINT TAB(5)"HUM."TAB(16)"UBICACION"TAB(34)"ANCHO"TAB(50)"ESPESOR"TAB(64)"
ALTURA"

```

```

8890 LPRINT TAB(19)"(CM)"TAB(35)"(CM)"TAB(51)"(CM)"TAB(65)"(CM)"
8900 FOR I=1 TO J
8910 LPRINT TAB(5);I;TAB(18);INT(TA(I)*100);TAB(34);INT(BA(I)*100);TAB(51);EAT(I)
      *100;TAB(64);INT(H*100)
8920 NEXT I
8930 LPRINT
8940 LPRINT TAB(5);"PESO TOTAL DE LA TRABE:"
8950 WAT=0;WTR=(TF(ZI)*H*KL+2*TF(ZY)*KE*H*KL)*7843
8960 FOR I=1 TO NUMATIESADORES;WAT=WAT+EAT(I)*BA(I)*H*7843;NEXT I
8970 WTR=INT(WTR);WTR%=STR$(WTR);WAT=INT(WAT);WAT%=STR$(WAT)
8980 LPRINT TAB(5);"PESO DE LA TRABE      = ";TAB(38-LEN(WTR%));WTR
8990 LPRINT TAB(5);"PESO DE LOS ATIESADORES = ";TAB(38-LEN(WAT%));WAT
9000 LPRINT TAB(33);"-----"
9010 WTT=WTR+WAT;WTT%=STR$(WTT)
9020 LPRINT TAB(38-LEN(WTT%));WTT
9030 LPRINT
9040 LPRINT TAB(5); "LONGITUD DE LA VIGA: ";L;" MTS."
9050 LPRINT TAB(5); "APOYO IZQUIERDO      : ";AI;" MTS.";TAB(38);"REACCION IZQUIER
DA = ";R1;" KGS."
9060 LPRINT TAB(5); "APOYO DERECHO       : ";AD;" MTS.";TAB(38);"REACCION DERECHA
      = ";R2;" KGS."
9070 LPRINT TAB(5); "NUMERO DE CARGAS UNIFORMES: ";N1
9080 FOR I=1 TO N1
9090 LPRINT TAB(10);"W("I)" = ";W(I);" KGS/ML.";TAB(40);"ORIGEN: ";A(I);TAB(55);
      "TERMINA: ";B(I);" MTS."
9100 NEXT I
9110 LPRINT TAB(5); "NUMERO DE CARGAS PUNTUALES: ";(NU2-2)
9120 FOR I=1 TO (NU2-2)
9130 LPRINT TAB(10);"P("I)" = ";PU(I);" KGS.";TAB(40);"UBICACION: ";CU(I);" MTS.
      "
9140 NEXT I
9150 LPRINT TAB(5); "NUMERO DE MOMENTOS Puros: ";NM
9160 FOR I=1 TO NM
9170 LPRINT TAB(10);"M("I)" = ";MM(I);" KG*ML.";TAB(35);"UBICACION: ";UM(I);" MT
      S."
9180 NEXT I
9190 LPRINT TAB(5); "ESFUERZO MINIMO DE FLUENCIA (FY) = ";FY/10000;" KG/CM2."
9200 LPRINT TAB(5); "MODULO DE ELASTICIDAD (E)      = ";E/10000;" KG/CM2."
9210 IF ROTACION%="S" OR ROTACION%="s" THEN RES%="S1"
9220 IF ROTACION%="N" OR ROTACION%="n" THEN RES%="NO"
9230 LPRINT TAB(5);"EL PATIN SUPERIOR ";RES%;" ESTA RESTRINGIDO CONTRA LA ROTACI
      ON."
9240 LPRINT TAB(5);"RELACION DE DISENO BASE/PERALTE: ";KE
9250 LPRINT TAB(5);"LONGITU DE APOYO (n) Y DISTANCIA K EN CARGAS Y REACCIONES:"
9260 FOR I=1 TO (NU2-2)
9270 LPRINT TAB(10);"P = ";PU(I);": n = ";LU(I);" k = ";KU(I);" MTS."
9280 NEXT I
9290 LPRINT TAB(10);"REACCION IZQUIERDA = ";R1;": n = ";LU(NU2-1);" k = ";KU(NU
      2-1);" MTS."
9300 LPRINT TAB(10);"REACCION DERECHA  = ";R2;": n = ";LU(NU2);" k = ";KU(NU2)
      "; MTS."
9310 LPRINT TAB(5);"MOMENTO MAXIMO = ";M;" KG*ML."
9320 LPRINT TAB(5);"CORTANTE MAXIMO = ";V;" KGS."
9330 GOTO 7650
9340 END
9350 REM SUBROUTINA PARA CALCULO DEL FV (1.10-1 A-I.S.C.).
9360 RH=H/TF(ZI)
9370 RF=A/H

```

```

9380 IF RP>3 THEN KV=5.34:GOTO 9410
9390 IF RP<=1 THEN KV=4+(5.34/RP^2):GOTO 9410
9400 KV=5.34+(4/RP^2)
9410 CV=3164000!*KV/((FY/10000)*RH^2)
9420 IF CV<=.8 THEN 9440
9430 CV=(1590/RH)*(KV/(FY/10000))^.5
9440 IF CV>1 THEN 9460
9450 FV=(FY/2.89)*(CV+(1-CV)/(1.15*(1+RP^2)^.5)):GOTO 9470
9460 FV=FY*CV/2.89
9470 IF FV>(.4*FY) THEN FV=.4*FY
9480 RETURN
9490 REM SUBROUTINA PARA CALCULO DE LA SEPARACION DE ATIESADORES.
9500 IF A<=H THEN 9530
9510 IF H<(260*TF(ZI)) THEN 9550
9520 A=260*TF(ZI):GOTO 9500
9530 IF A<=(260*TF(ZI)) THEN 9550
9540 A=260*TF(ZI)
9550 KL=(260/(H/TF(ZI)))^2
9560 IF KL>3 THEN KL=3
9570 IF A<=(KL*H) THEN I1=A:GOTO 9590
9580 A=KL*H:I1=A
9590 IF A<= H THEN 9620
9600 IF H<=(2920*TF(ZI)/(MV/10000)^.5) THEN TE=H:GOTO 9640
9610 A=H:GOTO 9590
9620 IF A<=(2920*TF(ZI)/(MV/10000)^.5) THEN TE=A:GOTO 9640
9630 A=2920*TF(ZI)/(MV/10000)^.5:TE=A
9640 RETURN
9650 FOR I=1 TO N2
9660 CF=C(I)
9670 FOR KP=1 TO N2
9680 IF CF<C(KP) THEN 9750
9690 F=1
9700 S=KP
9710 CF=C(KP)
9720 PF=P(KP)
9730 LF=L(KP)
9740 KF=K(KP)
9750 NEXT KP
9760 C(I)=CF
9770 PF(I)=PF
9780 LF(I)=LF
9790 KF(I)=KF
9800 IF F=1 THEN 9830
9810 C(I)=9E+20
9820 GOTO 9840
9830 C(S)=9E+20
9840 NEXT I
9850 FOR I=1 TO N2
9860 C(I)=CF(I)
9870 P(I)=PF(I)
9880 L(I)=LF(I)
9890 K(I)=KF(I)
9900 NEXT I
9910 RETURN
9920 RESUME NEXT
9930 CLS
9940 COLOR 10,15,0
9950 LOCATE 6,7:FOR II=1 TO 71:PRINT " ";NEXT II

```

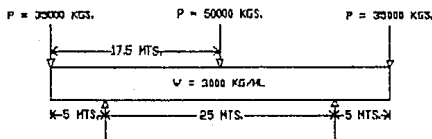
```
9960 FOR II=1 TO 10:LOCATE II+6,76:PRINT " ":NEXT II
9970 FOR II=1 TO 10:LOCATE II+6,7:PRINT " ":NEXT II
9980 LOCATE 16,8:FOR II=1 TO 70:PRINT " ";NEXT II
9990 COLOR 13,1,0
10000 RETURN
10010 CLS
10020 COLOR 10,15,0
10030 LOCATE 6,17:FOR II=1 TO 41:PRINT " ";NEXT II
10040 FOR II=1 TO 10:LOCATE II+6,56:PRINT " ":NEXT II
10050 FOR II=1 TO 10:LOCATE II+6,17:PRINT " ":NEXT II
10060 LOCATE 16,18:FOR II=1 TO 40:PRINT " ";NEXT II
10070 COLOR 15,1,0
10080 COLOR 15,1,0
10090 RETURN
```


V.- EJEMPLOS.

EJEMPLO # 1 :

Diseñar una trabe armada soldada de las dimensiones y con las cargas mostradas en la figura adyacente, utilizando las normas del AISC y las siguientes especificaciones:

- El patin comprimido esta soportado lateralmente en los apoyos y en los puntos de aplicación de cargas concentradas.
- Se debe considerar un peralte maximo de 2.50 mts.
- Se propone un peralte inicial de diseño de 1.50 mts.
- Utilizar Acero tipo A36.
- Relación base/peralte = 0.25.
- La longitud de empuje en las reacciones es de 0.45 mts. y en las cargas concentradas de 0.30 mts.
- La distancia desde la cara exterior del patin hasta el pie del filete de la unión del alma al patin se considerará como 0.0254 mts. (3/4" de Patin + 1/4" de soldadura).
- Los espesores de placa disponibles son:
3/16" (0.48 cms), 1/4" (0.635 cms), 5/16" (0.79 cms), 3/8" (0.95 cms), 7/16" (1.11 cms), 1/2" (1.27 cms), 5/8" (1.59 cms), 3/4" (1.905 cms) y 1" (2.54 cms).



EJECUTANDO EL PROGRAMA.....

```
PROPORCIONE LOS ESPESORES DE PLACA DISPO-  
NIBLE EN CENTIMETROS *<O> PARA TERMINAR*  
  
E(1) = ? 0.48  
  
IBM EGA MONITOR =
```

El programa realiza un sistema iterativo donde el usuario proporciona los espesores de placa con los que cuenta, suministrando para terminar un espesor igual a cero.

```
CLARO DE LA VIGA EN METROS: 35  
  
IBM EGA MONITOR =
```

UBIQUE LOS APOYOS:

APOYO IZQUIERDO (MTS.): 5.0

APOYO DERECHO (MTS.): 30.0

IBM EGA MONITOR

La ubicación se obtiene considerando la distancia existente entre el origen izquierdo de la traba y el apoyo izquierdo y derecho respectivamente.

PROPORCIONE:

NUMERO DE CARGAS UNIFORMES: 1

IBM EGA MONITOR

PROPORCIONE:

CARGA (1) (KB/ML) = ? 3000

ORIGEN (1) (MTS.) = ? 0

TERMINA (1) (MTS.) = ? 35

IBM EGA MONITOR

=

El origen y la terminación de la carga se obtiene considerando la distancia de los mismos al origen izquierdo de la viga.

PROPORCIONE:

NUMERO DE CARGAS PUNTUALES: 3

IBM EGA MONITOR

=

PROPORCIONE:

CARGA (1) (KGS.) = ? 35000

UBICACION (1) (MTS.) = ? 0

ITEM EGA MONITOR

=

PROPORCIONE:

CARGA (2) (KGS.) = ? 50000

UBICACION (2) (MTS.) = ? 17.50

ITEM EGA MONITOR

=

PROPORCIONE:

CARGA (3) (KGS.) = ? 35000

UBICACION (3) (MTS.) = ? 35

IBM EGA MONITOR

=

NUMERO DE MOMENTOS PUROS = ? 0

IBM EGA MONITOR

=

Calculando Cortantes y Momentos...

IBM EGA MONITOR

■

Calculando flechas....

IBM EGA MONITOR

■

PROPORCIONE:

$$F_y \text{ (kg/cm}^2\text{)} = ? \quad 2530$$

IBM EGA MONITOR

=

EL PATIN SUPERIOR ESTA RESTRINGIDO CONTRA
LA ROTACION ?

<SI / NO>

SI

IBM EGA MONITOR

=

PERALTE MAXIMO ADMISIBLE (NTS.) = ? 2.50

IBM EGA MONITOR =

PERALTE INICIAL DE DISEÑO (NTS.) = ? 1.50

IBM EGA MONITOR =

RELACION DE DISEÑO BASE/FERALTE:

0.25

IBM EGA MONITOR

=

Calculando el esfuerzo permisible en
flexión.....

IBM EGA MONITOR

=

DISEÑO DE ATIESADORES DE CARGA....

IBM EGA MONITOR

REACCION IZQUIERDA:

R = 112500 KGS.

UBICACION: 5 MTS.

LONGITUD DEL EMPUJE EN MTS.: 0.45

VALOR DE k EN MTS.: 0.0254

IBM EGA MONITOR

El programa proporciona el valor de la reacción y su ubicación y solicita la longitud de empuje de la carga (en mts.) y la distancia existente desde la cara exterior del patín hasta el pie de el filete de la unión del alma al patín.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

REACCION DERECHA:

R = 112500 KGS.

UBICACION: 30 MTS.

LONGITUD DEL EMPUJE EN MTS.: 0.45

VALOR DE k EN MTS.: 0.0254

IBM EGA MONITOR

=

CARGA CONCENTRADA NUM. 1

P(1) = 35000 KGS.

UBICACION: 0 MTS.

LONGITUD DEL EMPUJE EN MTS.: 0.30

VALOR DE k EN MTS.: 0.0254

IBM EGA MONITOR

=

CARGA CONCENTRADA NUM. 2

P(2) = 50000 KGS.

UBICACION: 17.50 MTS.

LONGITUD DEL EMPUJE EN MTS.: 0.30

VALOR DE K EN MTS.: 0.0254

IBM EGA MONITOR

=

CARGA CONCENTRADA NUM. 3

P(3) = 35000 KGS.

UBICACION: 35 MTS.

LONGITUD DEL EMPUJE EN MTS.: 0.30

VALOR DE K EN MTS.: 0.0254

IBM EGA MONITOR

=

Espera un momento por favor....

IBM EGA MONITOR

Una vez realizado el diseño, el programa presenta varias alternativas donde el usuario puede manejar los resultados y/o hacer las modificaciones que quiera al diseño:

MENU DE RESULTADOS FINALES

- 1.- DIMENSIONES DE LA SECCION FINAL.
- 2.- ATIESADORES (UBICACION Y DIMENSIONES).
- 3.- PESO TOTAL DE LA TRAPE.
- 4.- INFORMACION PROPORCIONADA PARA DISENAR.
- 5.- IMPRESION DE RESULTADOS.
- 6.- MODIFICAR EL DISENO.
- 7.- SALIR DEL SISTEMA.

SELECCION: ? __

IBM EGA MONITOR

Seleccionando la opción #1:

DIMENSIONES DE LA SECCION FINAL	
PERALTE TOTAL (d)	= 208 cms.
BASE (b)	= 51 cms.
ESPESOR DEL ALMA	= 0.79 cms.
ESPESOR DEL FATIN	= 1.905 cms.
Presione cualquier tecla para continuar...	
IBM EGA MONITOR	=

Seleccionando la opción #2:

ATIESADORES				
NUM.	UBICACION (CM)	ANCHO (CM)	ESPESOR (CM)	ALTURA (CM)
1	119	40	0.48	204
2	324	40	0.48	204
3	500	44	1.59	204
4	705	40	0.48	204
5	911	40	0.48	204
:	:	:	:	:
:	:	:	:	:
17	3381	40	0.48	204
Presione cualquier tecla para continuar...				
IBM EGA MONITOR	=			

Seleccionando la Opción #3:

```

      *PESO TOTAL DE LA TRABE*

PESO DE LA TRABE           = 9805

PESO DE LOS ATIESADORES   = 689
                        -----

PESO TOTAL DE LA TRABE    = 10494 KGS.

Presione cualquier tecla para continuar...

IBM EGA MONITOR           =

```

Seleccionando la Opción #4:

```

      *INFORMACION PROPORCIONADA PARA DISEÑAR*

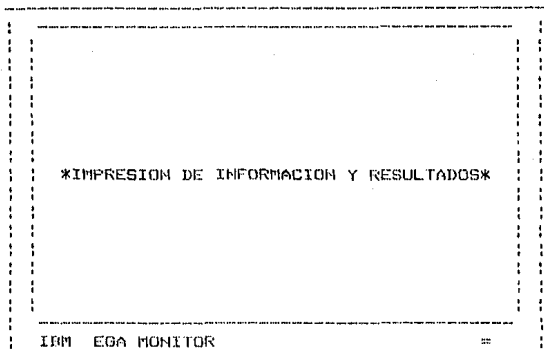
-Longitud de la viga:      35 mts.
-Apoyo Izquierdo:         5 mts.
-Apoyo Derecho:           30 mts.
-Número de cargas Uniformes: 1
  w(1) = 3000 Origen: 0 Termina: 35
-Número de cargas Puntuales: 3
  p(1) = 33000 Ubicación: 0.0 mts.
  p(2) = 50000 Ubicación: 17.5 mts.
  p(3) = 35000 Ubicación: 35.0 mts.
  ::          ::          ::          ::          ::
Reacción Derecha = 112500: n=0.45: k=...

Presione cualquier tecla para continuar...

IBM EGA MONITOR           =

```

Seleccionando la Opción #5:



El usuario obtiene mediante esta opción (siendo necesario para ello la utilización de una impresora compatible con IRM) un informe detallado de los datos proporcionados para diseño y de los resultados de el mismo.

En la hoja siguiente se muestra un ejemplo de los resultados obtenidos al utilizar esta opción para el caso que nos ocupa:

IMPRESION DE INFORMACION Y RESULTADOS

PERALTE TOTAL (d) = 208 CMS.
 BASE (b) = 31 CMS.
 ESPESOR DEL ALMA = .7900001 CMS.
 ESPESOR DEL PATIN = 1.905 CMS.

ATIESADORES:

NUM.	UBICACION (CM)	ANCHO (C/U EN CMS)	ESPESOR (CM)	ALTURA (CM)
1	119	20	.48	204
2	324	20	.48	204
3	500	22	1.59	204
4	705	20	.48	204
5	911	20	.48	204
6	1117	20	.48	204
7	1323	20	.48	204
8	1529	20	.48	204
9	1734	20	.48	204
10	1940	20	.48	204
11	2146	20	.48	204
12	2352	20	.48	204
13	2558	20	.48	204
14	2763	20	.48	204
15	2969	20	.48	204
16	3000	22	1.59	204
17	3380	20	.48	204

PESO TOTAL DE LA TRABE: _____
 PESO DE LA TRABE = 9805
 PESO DE LOS ATIESADORES = 689

 10494

LONGITUD DE LA VIGA: 35 MTS.
 APOYO IZQUIERDO : 5 MTS. REACCION IZQUIERDA = 112500 KGS.
 APOYO DERECHO : 30 MTS. REACCION DERECHA = 112500 KGS.

NUMERO DE CARGAS UNIFORMES: 1
 W(1) = 3000 KGS/ML. ORIGEN: 0 TERMINA: 35 MTS.
 NUMERO DE CARGAS PUNTUALES: 3

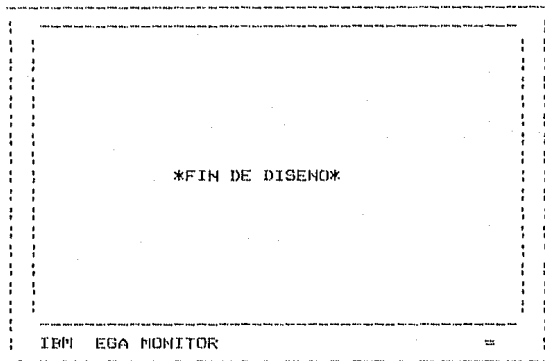
P(1) = 35000 KGS. UBICACION: 0 MTS.
 P(2) = 50000 KGS. UBICACION: 17.5 MTS.
 P(3) = 35000 KGS. UBICACION: 35 MTS.

NUMERO DE MOMENTOS PUROS: 0
 ESFUERZO MINIMO DE FLUENCIA (FY) = 2530 KG/CM2.
 MODULO DE ELASTICIDAD (E) = 2039000 KG/CM2.
 EL PATIN SUPERIOR SI ESTA RESTRINGIDO CONTRA LA ROTACION.
 RELACION DE DISEÑO BASE/PERALTE: .25

LONGITUD DE APOYO (n) Y DISTANCIA k EN CARGAS Y REACCIONES:
 P = 35000 : n = .3 k = .0254 MTS.
 P = 50000 : n = .3 k = .0254 MTS.
 P = 35000 : n = .3 k = .0254 MTS.
 REACCION IZQUIERDA = 112500 KGS : n = .45 k = .0254 MTS.
 REACCION DERECHA = 112500 KGS : n = .45 k = .0254 MTS.

MOMENTO MAXIMO = 334375 KG*MM.
 CORTANTE MAXIMO = 40700 KGS.

Seleccionando la Opción #7:

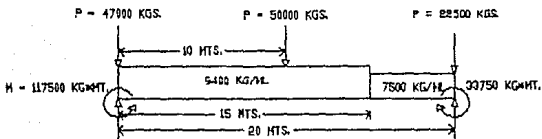


Con esta opción se da por terminado el diseño. La computadora vuelve al GWDASIC (que es el interprete de programación en BASIC utilizado en este programa) y presenta las alternativas de volver a correr el programa (utilizando el Comando RUN "Diseno.mcz") o acceder al sistema operativo (utilizando el comando SYSTEM).

EJEMPLO # 2 :

Diseñar una trabe armada soldada de las dimensiones y con las cargas mostradas en la figura adyacente, utilizando las normas del AISC y las siguientes especificaciones:

- El patin comprimido no esta soportado lateralmente en los apoyos y en los puntos de aplicación de cargas concentradas.
- Se debe considerar un peralte maximo de 2.60 mts.
- Se propone un peralte inicial de diseño de 2.00 mts.
- Utilizar Acero tipo A36.
- Relación base/peralte = 0.30.
- La longitud de empuje en las reacciones es de 0.45 mts. y en las cargas concentradas de 0.30 mts.
- La distancia desde la cara exterior del patin hasta el pie del filete de la unión del alma al patin se considerará como 0.0254 mts. (3/4" de Patin + 1/4" de soldadura).
- Los espesores de placa disponibles son:
3/16" (0.48 cms), 1/4" (0.635 cms), 5/16" (0.79 cms), 3/8" (0.95 cms), 7/16" (1.11 cms), 1/2" (1.27 cms), 5/8" (1.59 cms), 3/4" (1.905 cms) y 1" (2.54 cms).



EJECUTANDO EL PROGRAMA.....

PROPORCIONE LOS ESPESORES DE PLACA DISPONIBLE EN CENTIMETROS *<O> PARA TERMINAR*

E(1) = ? 0.48

IBM EGA MONITOR

=

Se inicia la proporción de espesores de placa disponibles, debiendose suministrar un espesor de placa igual a cero para salir del ciclo.

CLARO DE LA VIGA EN METROS: 20

IBM EGA MONITOR

=

UBIQUE LOS APOYOS:

APOYO IZQUIERDO (MTS.): 0

APOYO DERECHO (MTS.): 20

IBM EGA MONITOR

La ubicación se proporciona considerandose la distancia existente entre el origen izquierdo de la trabe, a los apoyos izquierdo y derecho respectivamente.

PROPORCIONE:

NUMERO DE CARGAS UNIFORMES: 2

IBM EGA MONITOR

PROPORCIONE:

CARGA (1) (KG/PL) = ? 9400

ORIGEN (1) (MTS.) = ? 0

TERMINA (1) (MTS.) = ? 15

IBM EGA MONITOR

=

El proporcionamiento de las cargas puede hacerse en cualquier orden, considerandose el origen, como la distancia entre el punto más a la izquierda de la trabe a el inicio de aplicacion de la carga; así mismo la terminación será la distancia de el punto más a la izquierda de la trabe a donde finaliza la aplicación de la carga.

PROPORCIONE:

CARGA (2) (KG/PL) = ? 7500

ORIGEN (2) (MTS.) = ? 15

TERMINA (2) (MTS.) = ? 20

IBM EGA MONITOR

=

PROPORCIONE:

NUMERO DE CARGAS PUNTUALES: 3

IBM EGA MONITOR

=

PROPORCIONE:

CARGA (1) (KGS.) = ? 47000

UBICACION (1) (MTS.) = ? 0

IBM EGA MONITOR

=

PROPORCIONE:

CARGA (2) (KGS.) = ? 50000

UBICACION (2) (MTS.) = ? 10

IBM EGA MONITOR

=

PROPORCIONE:

CARGA (3) (KGS.) = ? 22500

UBICACION (5) (MTS.) = ? 20

IBM EGA MONITOR

=

NUMERO DE MOMENTOS PUROS = ? 2

IBM EGA MONITOR

PROPORCIONE:

MOMENTO PURO (1) EN KG*M
(POSITIVO EN EL SENTIDO DEL RELOJ)=-117500

UBICACION DEL MOMENTO PURO (1) EN MTS. = 0

IBM EGA MONITOR

PROPORCIONE:

MOMENTO PURO (2) EN KG*MM
(POSITIVO EN EL SENTIDO DEL RELOJ) = 33750

UBICACION DE EL MOMENTO PURO (2) EN MTS.=20

IBM EGA MONITOR

==

Calculando Cortantes y Momentos...

IBM EGA MONITOR

==

Calculando Flechas....

IBM EGA MONITOR

=

PROPORZIONE:

$$F_y \text{ (kg/cm}^2\text{)} = ? 2530$$

IBM EGA MONITOR

=

EL PATIN SUPERIOR ESTA RESTRINGIDO CONTRA

LA ROTACION ?

<SI / NO>

NO

IBM EGA MONITOR

=

PERALTE MAXIMO ADMISIBLE (MTS.) = ? 2.60

IBM EGA MONITOR

=

PERALTE INICIAL DE DISEÑO (MTS.) = ? 2.00

IBM EGA MONITOR

=

RELACION DE DISEÑO BASE/PERALTE:

0.30

IBM EGA MONITOR

=

Calculando el esfuerzo permisible en
flexión.....

IBM EGA MONITOR

III

DISEÑO DE ATIESADORES DE CARGA....

IBM EGA MONITOR

III

REACCION IZQUIERDA:

R = 169000 KGS.

UBICACION: 0 MTS.

LONGITUD DEL EMPUJE EN MTS.: 0.45

VALOR DE k EN MTS.: 0.0254

IBM EGA MONITOR

=

REACCION DERECHA:

R = 129000 KGS.

UBICACION: 20 MTS.

LONGITUD DEL EMPUJE EN MTS.: 0.45

VALOR DE k EN MTS.: 0.0254

IBM EGA MONITOR

=

CARGA CONCENTRADA NUM. 1

$P(1) = 47000$ KGS.

UBICACION: 0 MTS.

LONGITUD DEL EMPUJE EN MTS.: 0.30

VALOR DE k EN MTS.: 0.0254

IBM EGA MONITOR

=

CARGA CONCENTRADA NUM. 2

$P(2) = 50000$ KGS.

UBICACION: 10 MTS.

LONGITUD DEL EMPUJE EN MTS.: 0.30

VALOR DE k EN MTS.: 0.0254

IBM EGA MONITOR

=

CARGA CONCENTRADA NUM. 3

P(3) = 22500 KGS.

UBICACION: 20 MTS.

LONGITUD DEL EMPUJE EN MTS.: 0.30

VALOR DE k EN MTS.: 0.0254

IBM EGA MONITOR

=

Espere un momento por favor....

IBM EGA MONITOR

=

MENU DE RESULTADOS FINALES

- 1.- DIMENSIONES DE LA SECCION FINAL.
- 2.- ATIESADORES (UBICACION Y DIMENSIONES).
- 3.- PESO TOTAL DE LA TRABE.
- 4.- INFORMACION PROPORCIONADA PARA DISEÑAR.
- 5.- IMPRESION DE RESULTADOS.
- 6.- MODIFICAR EL DISEÑO.
- 7.- SALIR DEL SISTEMA.

SELECCION: ? ____

IBM EGA MONITOR

Seleccionando la opción #1:

DIMENSIONES DE LA SECCION FINAL

PERALTE TOTAL (d) = 257 CMS.
BASE (b) = 75 CMS.
ESPESOR DEL ALMA = 1.11 CMS.
ESPESOR DEL PATIN = 2.54 CMS.

Presione cualquier tecla para continuar...

IBM EGA MONITOR

Seleccionando la opción #2:

ATIESADORES				
NUM.	UBICACION (CM)	ANCHO (CM)	ESPESOR (CM)	ALTURA (CM)
1	0	62	1.59	252
2	211	61	.48	252
3	422	61	.48	252
4	633	61	.48	252
5	844	61	.48	252
:	:	:	:	:
11	2000	71	.95	252

IBM EGA MONITOR =

Seleccionando la Opción #3:

PESO TOTAL DE LA TRABE	
PESO DE LA TRABE	= 9805
PESO DE LOS ATIESADORES	= 689

PESO TOTAL DE LA TRABE	= 10494 KGS.

Presione cualquier tecla para continuar...

IBM EGA MONITOR =

IMPRESION DE INFORMACION Y RESULTADOS

PERALTE TOTAL (d) = 257 CMS.
 BASE (b) = 75 CMS.
 ESPESOR DEL ALMA = 1.11 CMS.
 ESPESOR DEL PATIN = 2.54 CMS.

ATIESADORES:

NUM.	UBICACION (CM)	ANCHO (C/U EN CMS)	ESPESOR (CM)	ALTURA (CM)
1	0	31	1.59	252
2	211	30	.48	252
3	422	30	.48	252
4	633	30	.48	252
5	844	30	.48	252
6	1055	30	.48	252
7	1266	30	.48	252
8	1477	30	.48	252
9	1688	30	.48	252
10	1899	30	.48	252
11	2000	35	.95	252

PESO TOTAL DE LA TRABE:
 PESO DE LA TRABE = 10432
 PESO DE LOS ATIESADORES = 858

 11290

LONGITUD DE LA VIGA: 20 MTS.

APOYO IZQUIERDO : 0 MTS. REACCION IZQUIERDA = 169000 KGS.
 APOYO DERECHO : 20 MTS. REACCION DERECHA = 129000 KGS.

NUMERO DE CARGAS UNIFORMES: 2

W (1) = 9400 KGS/ML. ORIGEN: 0 TERMINA: 15 MTS.
 W (2) = 7500 KGS/ML. ORIGEN: 15 TERMINA: 20 MTS.

NUMERO DE CARGAS PUNTALES: 3

P (1) = 47000 KGS. UBICACION: 0 MTS.
 P (2) = 50000 KGS. UBICACION: 10 MTS.
 P (3) = 22500 KGS. UBICACION: 20 MTS.

NUMERO DE MOMENTOS PUROS: 2

M (1) = -117500 KG*ML. UBICACION: 0 MTS.
 M (2) = 33750 KG*ML. UBICACION: 20 MTS.

ESFUERZO MINIMO DE FLUENCIA (FY) = 2530 KG/CM2.
 MODULO DE ELASTICIDAD (E) = 2039000 KG/CM2.

EL PATIN SUPERIOR NO ESTA RESTRINGIDO CONTRA LA ROTACION.

RELACION DE DISEÑO BASE/PERALTE: .3

LONGITU DE APOYO (n) Y DISTANCIA k EN CARGAS Y REACCIONES:

P = 47000 : n = .3 k = .0254 MTS.
 P = 50000 : n = .3 k = .0254 MTS.
 P = 22500 : n = .3 k = .0254 MTS.

REACCION IZQUIERDA = 169000 KGS : n = .45 k = .0254 MTS.
 REACCION DERECHA = 129000 KGS : n = .45 k = .0254 MTS.

MOMENTO MAXIMO = 783750 KG*ML.
 CORTANTE MAXIMO = 122000 KGS.

Seleccionando la Opción #6:

```

      *MODIFICAR DISEÑO*
SELECCIONE:
1.- REINICIAR DISEÑO.
2.- MODIFICAR EL ANALISIS ESTRUCTURAL.
3.- MODIFICAR DATOS DE DISEÑO.
4.- MODIFICAR ESPESORES DE PLACA.
5.- REGRESAR AL MENU DE RESULTADOS.

      ?____

IDM  EGA MONITOR

```

Una vez realizado el diseño original, es posible la realización de diseños a el mismo; esto es desición de el usuario, pero consiste solamente en reiniciar alguna de las etapas de el diseño, lo cual se realiza de manera identica a la mostrada en los casos estudiados.

Seleccionando la Opción #7:

El programa da por terminada la sesión de diseño, volviendo al interprete GWBASIC. Para tener acceso al sistema operativo, utilizar el comando SYSTEM, y para volver a utilizar el programa el comando RUN "Diseno.mc2".

VI - BIBLIOGRAFIA

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

DISEÑO BASICO DE ESTRUCTURAS DE ACERO,
Johnston G. Bruce, Lin F.J., Galambos T.V.,
Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., Mexico, 3a. ed., 1986, 398 págs.

DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO,
Bresler, Lin, Scalzi,
Limusa, México, 1a. ed., 1980, 928 págs.

DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO,
Gaylord H. Edwin, Gaylord N. Charles,
Cecsa, México, 1a. ed., 1980, 720 págs.

ESTRUCTURAS DE ACERO,
De Buen Oscar, Lopez de Heredia,
Limusa, Mexico, 1a. ed., 1980, 676 págs.

MANUAL DE CONSTRUCCION EN ACERO,
Instituto Mexicano de Construcción en Acero,
Limusa, Mexico, 1a. ed., 1987, 240 págs.

MANUAL OF STEEL CONSTRUCTION,
American Institute of Steel Construction, Inc.,
Aisc, E.U., 8a. Ed., 1980.

ESTA TESIS SE IMPRIMIO
EN



1990

GUADALAJARA

MATRIZ
CHAPULTEPEC SUR 54
TEL. 16-81-21 30-28-26 16-08-06

MINERVA
AV. VALLARTA 2763
TEL. 16-60-58

CONDOMINIO
16 DE SEPTIEMBRE 730 CASETA 1-A
TEL. 16-80-96

MULBAR
AV. CORONA 181-187
TEL. 13-81-99

TEPEYAC
LOCAL 15 ZONA D

TOLSA
AV. TOLSA 349
TEL. 26-06-62

COUNTRY
CIRC. PROVIDENCIA 1077
TEL. 41-52-48

PLAZA DEL SOL
LOCAL 9 ZONA B
TEL. 21-00-61

PLAZA DEL ANGEL
LOCAL 18 ZONA B

PLAZA COLON
LOCAL 14 ZONA E

PLAZA SAN PEDRO
TEL. 39-22-21

PLAZA PATRIA
LOCAL 9 ZONA J
TEL. 41-50-88

ABASTOS
CALZ. LAZARO CARDENAS 2519-B

FARROQUA
AV. JUAREZ 549-A
TEL. 14-83-42

CHAPULTEPEC
AV. CHAPULTEPEC SUR 449
TEL. 26-08-14

PALACIO FEDERAL
INT. PALACIO FED. HOSPITAL Y ALCALDE

ALAMO
TEXTILES 3200 ALAMO IND.
TEL. 35-91-60

PROCURADURIA
CALZ. INDEPENDENCIA 509
TEL. 41-10-87