

20/168

**Universidad Nacional Autónoma de México**

**FACULTAD DE INGENIERIA**



---

**PROGRAMAS DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS  
DE CONCRETO PARA MINICOMPUTADORAS**

**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**  
**INGENIERO CIVIL**  
**P R E S E N T A**  
**ROBERTO STARK FELDMAN**



---

**MEXICO, D. F.**

**1981**



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.

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

INDICE:

	Pag.
I) Introducción	1
II) Programas de diseño:	
II a) Algoritmos empleados	2 - 43
II b) Diagramas de flujo	44 - 68
II c) Programas particulares	69 - 86
III) Ejemplos de diseño	87 - 93
IV) Conclusiones	94 - 95
V) Bibliografía	96

## INTRODUCCION

El siguiente trabajo consiste en una serie de programas de dimensionamiento para estructuras de concreto, tanto reforzado como presforzado.

Los procesos de cálculo se enfocan a los casos prácticos, apoyados en la teoría respectiva.

En cada uno de los programas se resuelven los casos más comunes de secciones y condiciones de carga habituales dando base para analizar los casos más sofisticados del dimensionamiento, siempre apoyados en el reglamento vigente (en este caso es el Reglamento del Departamento del D.F. 1976).

Los programas dimensionan los diferentes elementos estructurales bajo condiciones límite de resistencia y condiciones de servicio (Deflexiones), alimentados por el análisis considerando tanto cargas gravitacionales como cargas horizontales.

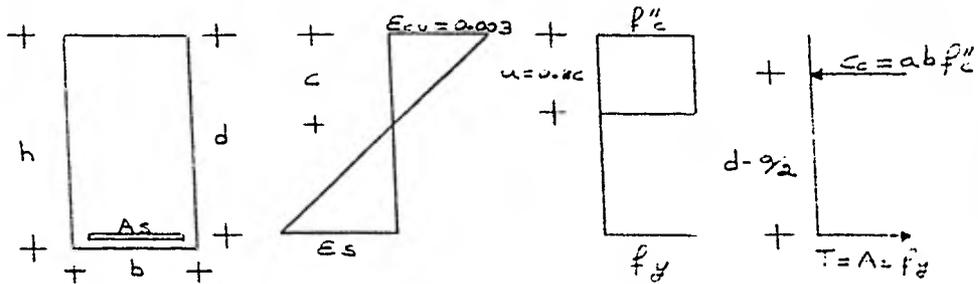
Este trabajo consta de los siguientes programas:

En concreto reforzado son de: trabes rectangulares, columnas y losas.

En concreto presforzado son de: trabes y losas.

## PROGRAMA: DISEÑO DE TRABES RECTANGULARES

Para determinar el momento resistente de la pieza, supon-  
gamos que estamos trabajando con una pieza que va a tener  
una falla dúctil. Haciendo los diagramas de deformación, pa-  
sando a los de esfuerzos y planteando el equilibrio nos re-  
sulta:



Por equilibrio de fuerzas:

$$C_c = T$$

$$abF''c = AsF_y$$

$$\text{De donde } a = AsF_y / bF''c$$

Obteniendo el momento que produce el par de fuerzas:

$$M_u = AsF_y (d - a/2) FR$$

Substituyendo el valor de a obtenido con anterioridad:

$$M_u / FR = AsF_y [d - 0.5(AsF_y / bF''c)]$$

$$p = As / bd \text{ (Porcentaje de refuerzo longitudinal)}$$

$$M_u / FR = Asbd / bdF_y [d - 0.5(AsF_yd / bF''cd)]$$

$$M_u / FR = p d F_y [d - 0.5(p F_y / F''c d)]$$

$$q = p F_y / F''c \text{ (Indice de refuerzo)}$$

$$M_u / FR = p F''c d [d - 0.5(p F_y / F''c)]$$

$$Mu/FR = \rho F'c b d^2 (1 - 0.5q)$$

$$0.5q^2 - q - Mu/F'c b d^2 FR = 0$$

$$q^2 - 2q - 2Mu/F'c b d^2 FR = 0$$

$$\text{Por lo tanto } q = (2 \pm \sqrt{4 + 8(Mu/F'c b d^2 FR)}) / 2$$

Esta última es la expresión que se utilizó en el programa.

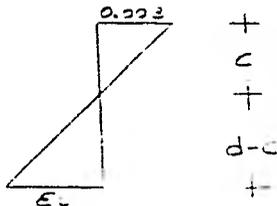
Vamos a verificar nuestra suposición de que  $f_s = f_y$ :

Considerando que el reglamento pide que el porcentaje de acero sea menor o igual que un 75% del porcentaje balanceado.

Encontrando el valor de  $q$  de la ecuación anterior podremos encontrar el área de acero necesaria para resistir el momento externo.

$$\rho = q F'c / F_y ; \quad A_s = \rho a c ; \quad T = A_s F_y ; \quad a = T / b F'c$$

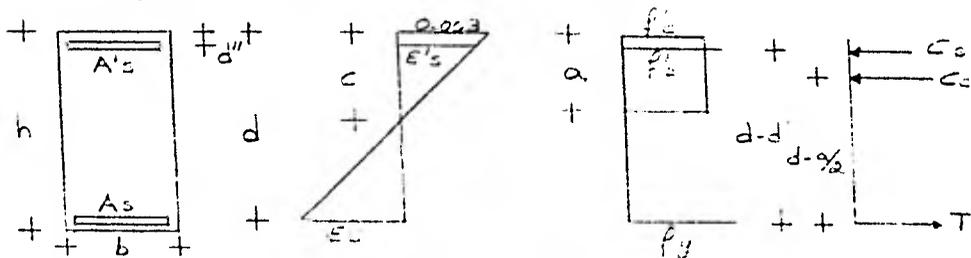
$$c = a / 0.8$$



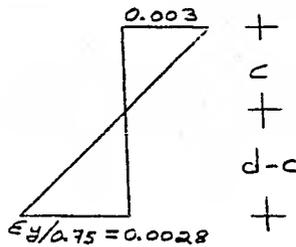
$$\rho_d = 0.003(a-c)/c$$

$$0.75\rho_d > 0.0021$$

Si no se cumple esta condición la pieza se debe diseñar como una pieza doblemente armada.

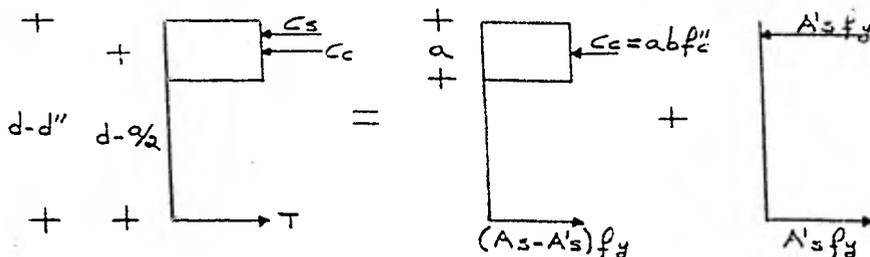


Para determinar la profundidad del eje neutro.



$$c = 0.003d / (0.003 + 0.0028)$$

Al determinar el valor de  $c$  podremos determinar la fuerza que proporciona el concreto.



Utilizando el valor de  $c$  :

$$a = 0.8c \quad ; \quad M1 = abF''c(d-a/2)FR$$

$M2 = Mu - M1$  (Momento adicional del momento máximo que se puede obtener considerando una falla dúctil y utilizando únicamente el concreto para tomar las compresiones)

$$M2 = A'sFy(d-rec.)FR$$

$$\text{Por lo tanto } A's = M2 / FyFR(d-rec)$$

$A's$ .- Acero adicional en la fibra de compresión.

$$As = A's + abF''c/4200 \text{ (Acero total en la fibra de tensión)}$$

Estudiando el problema de cortante tenemos:

Si no se han alcanzado esfuerzos de tensión en el concreto se considera que la viga trabaja en el rango elástico de la curva esfuerzo-deformación, y por lo tanto la expresión:

$v = VQ/Ib$  es válida

Siendo:  $v$ .- Esfuerzo de cortante generado.

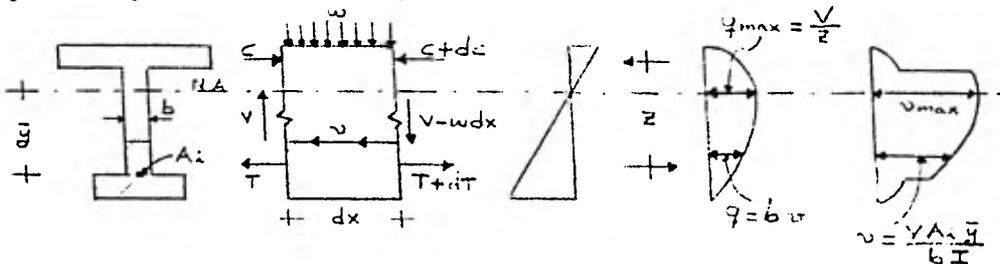
$V$ .- Fuerza cortante a una distancia  $x$

$Q$ .- Momento estático del area que queda arriba del punto en estudio.

$I$ .- Momento de inercia.

$b$ .- Ancho de la pieza en el punto que se esta analizando

Cuando existen esfuerzos de tensión, la sección empieza a agrietarse y la expresión anterior deja de tener validez por lo que resulta la siguiente expresión:



$$dT = v b dx \quad ; \quad v = 1/b (dT/dx) \quad \text{---(1)}$$

$$\text{Si } dM = dT(jd) \quad ; \quad dT = dM/jd \quad \text{---(2)}$$

Substituyendo (2) en (1)

$$v = 1/objd (dM/dx) \quad ; \quad \text{pero } dM/dx = V$$

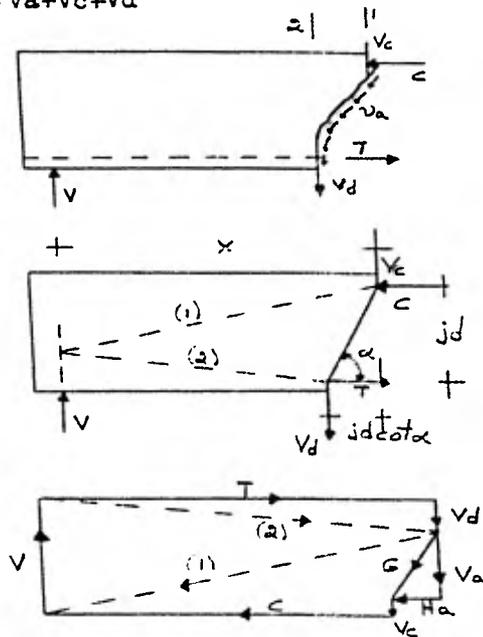
$$v = V/bjd \quad \quad jd \hat{=} d \text{ (Suposición hecha a raíz de observaciones en varias piezas de concreto)}$$

Por lo tanto:  $v = 1/bj$  (Esfuerzo externo producido por la fuerza cortante generada por cargas que actúan sobre la viga)

La fuerza externa total  $V$  es resistida por la sección sin estribos por la combinación de:

- 1) Una fuerza cortante ( $V_c$ ) en la zona de compresión.
- 2) Una fuerza de "dovela" tomada a través de la grieta por el refuerzo de tensión ( $V_d$ ).
- 3) Por la componente vertical de las fuerzas cortantes inclinadas ( $V_a$ ) transmitidas a través de la grieta por la trabazón de las partículas del agregado.

Por lo tanto:  $V = V_a + V_c + V_d$



El momento de resistencia de la viga se expresa mediante:  
 $M = xV = jd(T + Vd \cot \alpha)$

Si se ignora la contribución de la fuerza de dovela a la resistencia a flexión (lo cual es justificable para fines de diseño, especialmente en la ausencia de estribo), el momento se simplifica a:

$$M = Tjd$$

Mecanismos principales de resistencia a fuerza cortante:

Quando se combinan las relaciones entre el momento externo y el momento interno de resistencia dado por la ecuación anterior con la bien conocida relación entre cortante y la razón de cambio del momento flexionante a lo largo de una viga, resultan los siguientes modos de resistencia cortante interna:

$$V = dM/dx = d(Tjd)/dx = jd dT/dx = Td(jd)/dx$$

$$\text{Si } jd = \text{cte.} \quad ; \quad V = jd(dT/dx)$$

Por otro lado  $q = dT/dx$  siendo  $q$  - esfuerzo de adherencia

Por lo tanto  $V = q(jd)$  (ec. de acción de viga perfecta)

Tal comportamiento es posible solamente si: el flujo de cortante o la fuerza de adherencia puede ser eficientemente transferida entre el refuerzo por flexión y el concreto que lo circunda. Cuando por alguna razón la adherencia entre el acero y el concreto es destruida, la fuerza de tensión  $T$  no puede cambiar y en consecuencia  $dT/dx = 0$ .

Bajo tales circunstancias el cortante externo puede ser resistido solamente por una compresión interna inclinada.

Este caso extremo puede ser llamado acción de arco, el cual hay que evitar.

$$V = Td(jd)/dx = Cd(jd)/dx$$

Las pruebas efectuadas han indicado que en vigas sin refuerzo en el alma, la contribución de la acción de dovela no excede del 25% de la resistencia total.

La contribución de la acción de trabazón entre los agregados varía entre el 50 y el 70% y la zona de compresión contri

buye del 25 al 40%.

La acción de arco puede ocurrir solamente a expensas de el deslizamiento del acero, o sea la pérdida total de adherencia.

Resistencia de la pieza si ponemos estribos:

La inclusión de refuerzo en el alma tales como estribos no cambia fundamentalmente los mecanismos de resistencia al concreto descritos con anterioridad.

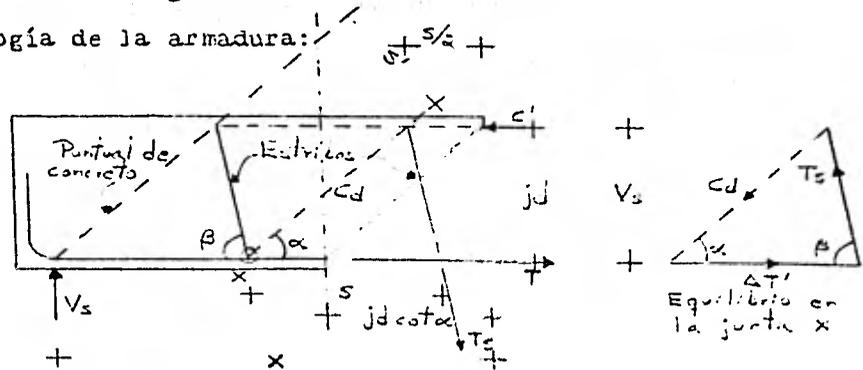
En adición a la fuerza de adherencia  $dT$ , resistida por la combinación de: la trabazón de los agregados, el refuerzo longitudinal y la zona de compresión, otra fuerza de adherencia  $dT'$  puede ser soportada por lo que ha sido tradicionalmente llamada acción de armadura.

Los estribos contribuyen a la resistencia del mecanismo por cortante de la siguiente manera:

- a) Mejora la contribución de la acción de doveja. Un estribo puede soportar efectivamente una barra longitudinal que sea atravesada por una grieta inclinada cercana a él.
- b) Limita la apertura de las grietas diagonales dentro del rango elástico, mejorando y preservando así la transferencia de la fuerza cortante por la trabazón de los agregados.
- c) Proporcionan confinamiento, cuando los estribos están adecuadamente espaciados, incrementando así la resistencia a compresión en zonas particularmente afectadas por la acción de arco.
- d) Mejoran la capacidad por adherencia de la pieza, pues tienden a evitar fallas por deslizamiento al nivel del ace

ro de refuerzo longitudinal.

Analogía de la armadura:



Observando la figura:

$$V_s = C d \text{sen } \alpha = T \text{sen } \beta$$

$$S = (j d) (\cot \alpha + \cot \beta)$$

$$T_s / s = V_s / j d \text{sen } \beta (\cot \alpha + \cot \beta) = A_v f_s / s$$

Suponiendo que  $f_s = f_y$

$$A_v = V_s (s) / j d \text{sen } \beta (\cot \alpha + \cot \beta) f_y$$

Multiplicando por  $b d / b d$

$$A_v = V_s / j d \text{sen } \beta (\cot \alpha + \cot \beta) (s b d / b d f_y)$$

$$A_v = (1 / j d \text{sen } \beta (\cot \alpha + \cot \beta)) (V_s / b d) (b d s / f_y)$$

Considerando  $j d = d$

$$A_v = (v_s / \text{sen } \beta (\cot \alpha + \cot \beta)) (b s / f_y)$$

Siendo  $v_s$ .- esfuerzo cortante que toma el estribo

$$V = V_c + V_s \quad \text{de donde:} \quad V_s = V - V_c$$

$$\text{Por lo tanto:} \quad v_s = (V - V_c) / b d$$

Viendo los ensayos de piezas sometidas a fuerza cortante vemos que la inclinación de las grietas son aproximadamente de  $45^\circ$ , por lo tanto  $\alpha = 45^\circ$ .

$$A_v = (v_s / \text{sen } \beta (1 + \cot \beta)) (b s / f_y)$$

Los estribos en la práctica se colocan verticalmente por lo que  $\beta = 90^\circ$ .

Por lo tanto:  $A_v = v_s b s / f_y$

Si despejamos a  $s$  (separación de estribos)

$$s = A_v f_y / v_s b$$

Pero:  $v_s = (V - V_c) / b d$

Por lo tanto:  $s = A_v f_y d / (V - V_c)$

Utilizando el Factor de reducción y el Factor de carga recomendados en el reglamento, la expresión nos queda:

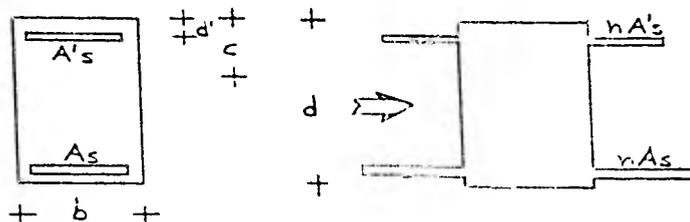
$$s = 0.8 A_v f_y d / (V_u - V_c)$$

Siendo  $V_c = 0.5 F_R b d \sqrt{f'_c}$  si  $p > 0.01$

ó  $V_c = F_R (0.2 + 30p) b d \sqrt{f'_c}$  si  $p < 0.01$

Hasta aquí hemos visto el problema de condiciones por resistencia, ahora vamos a ver el problema por condiciones de servicio entre las cuales figura las deflexiones.

Primero se determina el momento de inercia con la sección transformada:



Tomando momentos con respecto a  $c$ :

$$b c^2 / 2 + n A_s' s (c - d') = n A_s (d - c)$$

Siendo  $n = E_s / E_c$

De la ecuación anterior podemos obtener el valor de  $c$  y

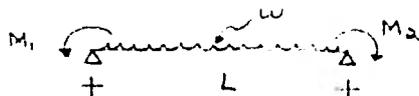
utilizando el teorema de Steiner, podemos calcular el valor del momento de inercia.

$$I_{ag} = bc^3/3 + nA's(c-d')^2 + nAs(a-c)^2$$

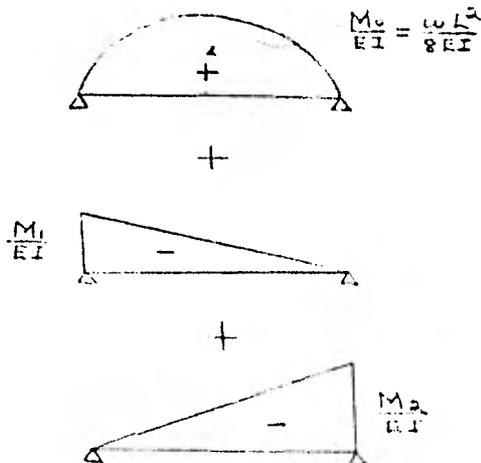
El reglamento nos pide que se obtenga los momentos de inercia de el centro del claro de la pieza y de ambos extremos, multiplicando por dos el obtenido en el centro, sumando los de los extremos y dividiendo entre cuatro obtenemos un  $I_{ag}$  promedio que es el que usamos.

También obtuvimos una expresión para calcular la flecha máxima en el centro del claro a partir de los momentos extremos.

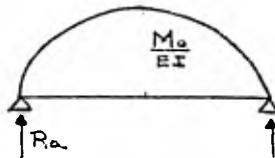
Primer caso: Si tenemos una carga uniformemente repartida



Empleando el método de la viga conjugada:



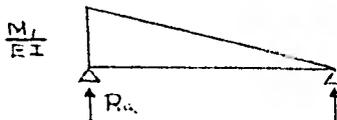
Tomando momentos con respecto al centro del claro:



$$R_a = L/3(WL^2/8EI) \quad ; \quad M_c = L/3(WL^2/8EI)L/2 - L/16(WL^2/8EI)$$

$$M_c = WL^4/EI(1/48 - 1/128) \quad ; \quad M_c = 5WL^4/384EI$$

Por lo tanto:  $M_c = 5M_oL^2/48EI$  siendo  $M_o = WL^2/8$

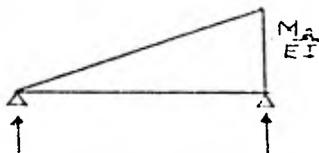


$$R_a = M_1L/3EI \quad ; \quad M_c = M_1L^2/6EI - (M_1/EI + M_2/2EI)L/4 [L/6 [M_1/2 + 2M_2]/(M_1/2 + M_2)]$$

$$M_c = 1/EI(M_1L^2/6) - 1/EI(3M_1L/8)(5L/18)$$

$$M_c = M_1L^2/EI(1/6 - 5/48) \quad ; \quad M_c = M_1L^2/16EI$$

En forma similar para:



$$M_c = M_2L^2/16EI$$

Sumando los tres diagramas tenemos:

$$M_c = 5M_oL^2/48EI - (M_1 + M_2)L^2/16EI$$

$$M_c = L^2/48EI [5M_o - 3(M_1 + M_2)]$$

Si definimos a  $M_p = M_o - \frac{1}{2}(M_1 + M_2)$

$$M_1 + M_2 = 2(M_o - M_p)$$

Entonces:

$$M_c = \Delta_m = (5L^2/48EI) [M_p + \frac{1}{2}(M_1 + M_2) - 3(M_1 + M_2)/5]$$

$$\Delta_m = (5L^2/48EI) [M_p + (M_o - M_p) - 6(M_o - M_p)/5]$$

$$\Delta_m = (5L^2/48EI) [M_p - (M_o - M_p)/5]$$

$$\Delta_m = (5L^2/48EI) (1.2M_p - 0.2M_o)$$

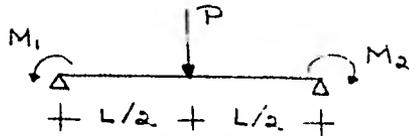
$$\Delta_m = (5L^2/48EI) (1.2 - 0.2M_o/M_p)$$

Si  $K = 1.2 - 0.2M_o/M_p$

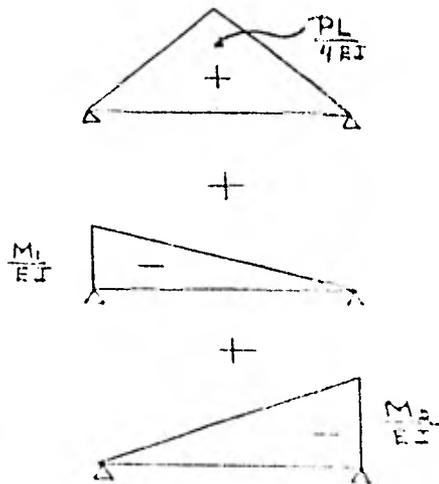
$$\Delta_m = K(5/48)M_p L^2/EI$$

Esta expresión fué la utilizada en el programa.

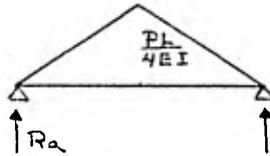
Segundo caso: Si tenemos carga concentrada al centro del claro:



Empleando el método de la viga conjugada:



tomando momentos al centro del claro:



$$R_a = PL^2/16EI \quad ; \quad M_c = (PL^2/16EI)(L/2) - (PL^2/16EI)(L/6)$$

$$M_c = (PL^3/EI)(1/32 - 1/96) \quad ; \quad M_c = PL^3/48EI$$

Por lo tanto:  $M_c = M_o L^2/12EI$  siendo  $M_o = PL/4$

En forma análoga a lo que se hizo en el primer caso, la flecha al centro del claro de una viga con un momento concentrado en el extremo es:

$$M_c = M_1 L^2/16EI$$

$$\text{y} \quad M_c = M_2 L^2/16EI$$

Por lo tanto sumando los diagramas tenemos:

$$M_c = \Delta_m = M_o L^2/12EI - (L^2/16EI)(M_1 + M_2)$$

$$\Delta_m = (L^2/48EI)[4M_o - 3(M_1 + M_2)]$$

Si definimos a  $M_p = M_o - \frac{1}{2}(M_1 + M_2)$

$$M_1 + M_2 = 2(M_o - M_p)$$

$$\Delta_m = (L^2/48EI)[4M_o - 6(M_o - M_p)]$$

$$\Delta_m = (L^2/48EI)(6M_p - 2M_o)$$

$$\Delta_m = (5L^2/48EI)(1.2 - 0.4M_o/M_p)$$

Si  $K = 1.2 - 0.4M_o/M_p$  nos queda:

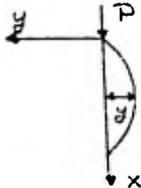
$$\Delta_m = K(5/48)M_p L^2/EI$$

Esta expresión fue utilizada en el programa.

## PROGRAMA: DISEÑO DE COLUMNAS

En este programa primero se calcula el valor de la longitud efectiva de pandeo  $KL$  siendo nuestra incógnita  $K$ .

Recordando la fórmula de Euler:



$$d^2y/dx^2 = M/EI$$

$$M = -Py$$

$$d^2y/dx^2 = -Py/EI$$

$$d^2y/dx^2 + c^2y = 0 \quad \text{siendo } c^2 = P/EI$$

Resolviendo la ecuación diferencial:

$$\lambda^2 + c^2 = 0 \quad ; \quad \lambda = \pm Ki$$

$$\alpha = 0$$

$$\beta = c$$

La solución general es:

$$y = e^{\alpha x} (A \cos \beta x + B \sin \beta x)$$

Substituyendo los valores de  $\alpha$  y  $\beta$

$$y = B \cos cx + A \sin cx$$

Plantando las condiciones de frontera:

$$y = 0 \quad , \quad x = 0 \quad ; \quad y = 0 \quad , \quad x = L$$

Substituyendo los valores de las condiciones de frontera nos queda:

$$0 = B + 0 \quad \text{de donde } B = 0$$

Substituyendo la segunda condición nos queda:

$$0 = A \operatorname{senc} L$$

Como  $A \neq 0$  entonces  $\operatorname{senc} L = 0$ , esto se cumple para  $cL = n\pi$  siendo  $n = 1, 2, 3, \text{etc.}$

$$c = \sqrt{P/EI} \quad ; \quad \sqrt{P/EI} L = n\pi$$

Despejando a P:

$$P_{cr} = n^2 \pi^2 EI / L^2$$

$$\text{Si } n = 1 \quad P_{cr} = \pi^2 EI / L^2$$

La ecuación anterior es el caso fundamental considerando que ambos extremos de la columna están articulados, ahora si variamos las condiciones de apoyo, la expresión de  $P_{cr}$  variaría de la siguiente manera:



$$P_{cr} = \pi^2 EI / 4L^2$$



$$P_{cr} = \pi^2 EI / 0.49 L^2$$



$$P_{cr} = \pi^2 EI / 0.25 L^2$$

De aquí podemos concluir que la expresión general para la  $P_{cr}$  es:

$$P_{cr} = \pi^2 EI / (KL)^2$$

Siendo K un factor que toma en cuenta las condiciones de apoyo de la columna. Este factor K es conocido como el factor de longitud efectiva.

$$K = L_{efectiva} / L_{total}$$



Observando la figura y partiendo de la ecuación general:

$$y = A \operatorname{sen} \pi x / KL \quad \text{--- (1)}$$

Considerando las condiciones de frontera:

$$\delta_2 = -y \quad \text{cuando } x = x_2 \quad \text{y} \quad \delta_1 = -y \quad \text{cuando } x = x_2 - L$$

$$\delta_2 = -A \operatorname{sen} \pi x_2 / KL \quad \text{--- (2)}$$

$$\delta_1 = -A \operatorname{sen} \pi (x_2 - L) / KL \quad \text{--- (3)}$$

Recordando que:

$$\operatorname{sen}(A-B) = \operatorname{sen} A \cos B - \cos A \operatorname{sen} B$$

Nos queda:

$$\delta_1 = -A (\operatorname{sen}(\pi x_2 / KL) \cos \pi / K - \cos(\pi x_2 / KL) \operatorname{sen} \pi / K) \quad \text{--- (4)}$$

De la figura:

$$\alpha = (\delta_2 - \delta_1) / L$$

$$\alpha = -A/L [(1 - \cos \pi / K) \operatorname{sen} \pi x_2 / KL + \cos(\pi x_2 / KL) \operatorname{sen} \pi / K] \quad \text{--- (5)}$$

$$\theta_2 = - \left[ \frac{dy}{dx} \right]_{x=x_2} - \alpha \quad \text{y} \quad \theta_1 = \left[ \frac{dy}{dx} \right]_{x=x_2-L} + \alpha$$

$$\theta_2 = A/L [(1 - \cos \pi / K) \operatorname{sen} \pi x_2 / KL + (\operatorname{sen} \pi / K - \pi / K) \cos \pi x_2 / KL] \quad \text{--- (6)}$$

$$\theta_1 = A/L [(\pi / K) \operatorname{sen} \pi / K - 1 + \cos \pi / K] \operatorname{sen} \pi x_2 / KL + (\pi / K) \cos \pi / K - \operatorname{sen} \pi / K \cos \pi x_2 / KL \quad \text{--- (7)}$$

Por otro lado:

$$\theta_2 = P \delta_2 b / 2EI_2 \quad (\text{Extremo superior de la columna})$$

$$P = \pi^2 EI / (KL)^2$$

Substituyendo el valor de  $\delta_2$  de la ec. (2)

$$\theta_2 = A / 2L (\pi / K)^2 (Ib / LI_2) \operatorname{sen} \pi x_2 / KL \quad \text{--- (8)}$$

Si definimos como:  $\psi_s = Ib / LI_2$

$$\theta_2 = -A \psi_s / 2L (\pi / K)^2 \operatorname{sen} \pi x_2 / KL \quad \text{--- (9)}$$

En forma similar para el extremo inferior:

$$\alpha_2 = -\lambda \psi_2 / 2L (\eta/K)^2 (\sin(\eta X_2 / KL) \cos \eta/K - \cos(\eta X_2 / KL) \sin \eta/K) \quad \text{--- (10)}$$

Siendo  $\psi_2 = I_b / I_1 L$

Iguando la ec. (6) con la (9) y simplificando:

$$\cot \eta X_2 / KL = \frac{-(\psi_2 / 2) (\eta / K)^2 + \cos \eta / K - 1}{\sin \eta / K - \eta / K} \quad \text{--- (11)}$$

En forma similar igualando las ecs. (7) con (10)

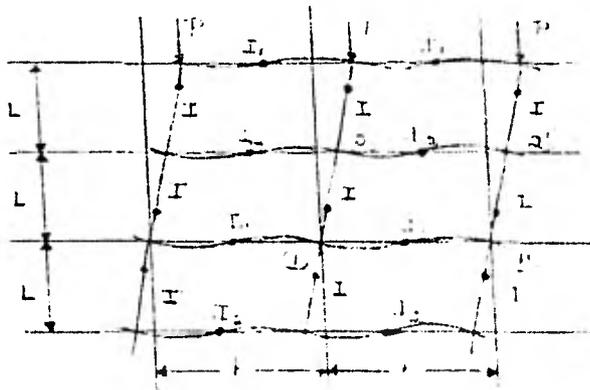
$$\cot \eta X_2 / KL = \frac{-(\psi_1 / 2) (\eta / K)^2 \cos \eta / K + 1 - \cos \eta / K - (\eta / K) \sin \eta / K}{(\eta / K) \cos \eta / K - \sin \eta / K - (\psi_1 / 2) (\eta / K)^2 \sin \eta / K} \quad \text{--- (12)}$$

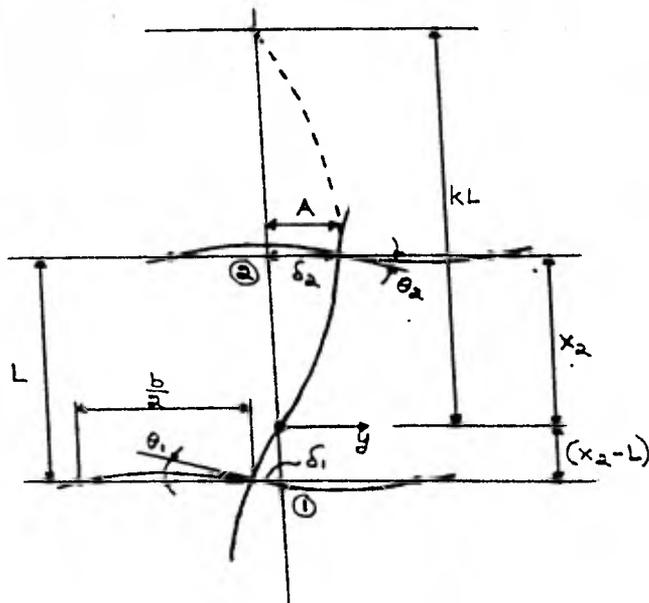
Iguando (11) con (12) y simplificando:

$$\frac{\psi_1 \psi_2 (\eta / K)^2 + (\psi_1 + \psi_2) / 2 \left[ 1 - \frac{\eta / K}{\tan \eta / K} \right] + \frac{2 \tan \eta / 2K}{\eta / K} = 1$$

Esta es la expresión utilizada en el programa.

Segundo caso considerado es cuando el marco no está impedido para desplazarse lateralmente.





Observando la figura y partiendo de la ec. general:

$$y = A \sin X/KL \quad \text{--- (1)}$$

Las condiciones de frontera son:

$$\delta_2 = y \quad \text{cuando } X = X_2 \quad \text{y} \quad \delta_1 = -y \quad \text{cuando } X = X_2 - L$$

$$\delta_2 = A \sin \pi X_2 / KL \quad \text{--- (2)}$$

$$\delta_1 = -A (\sin \pi X_2 / KL) \cos \pi / K - \cos (\pi X_2 / KL) \sin \pi / K \quad \text{--- (3)}$$

$$\theta_2 = \left[ \frac{dy}{dx} \right]_{X = X_2} \quad \text{y} \quad \theta_1 = \left[ \frac{dy}{dx} \right]_{X = X_2 - L}$$

$$\theta_2 = (A \pi / KL) \cos \pi X_2 / KL \quad \text{--- (4)}$$

$$\theta_1 = (A \pi / KL) (\cos (\pi X_2 / KL) \cos \pi / K + \sin \pi X_2 / KL (\sin \pi / K)) \quad \text{--- (5)}$$

Por otro lado:

$$\theta_2 = P \delta_2 / 6EI_2 \quad \text{--- (6)}$$

Substituyendo P por  $\pi^2 EI / (KL)^2$  y  $\delta_2$  de la ec. (2)

$$\theta_2 = A / 6L (\pi / K)^2 (I_b / I_2 L) \text{sen}^2 \pi x_2 / KL \quad \text{--- (7)}$$

Si definimos a  $\psi_s = I_b / I_2 L$

$$\theta_2 = A \psi_s / 6L (\pi / K)^2 \text{sen}^2 \pi x_2 / KL \quad \text{--- (8)}$$

En forma similar para el extremo inferior:

$$\theta_1 = -A \psi_r / 6L (\pi / K)^2 (\text{sen}(\pi x_2 / KL) \cos \pi / K - \cos(\pi x_2 / KL) \text{sen} \pi / K) \quad \text{--- (9)}$$

Si definimos a:  $\psi_r = I_b / I_1 L$

Eliminando  $\theta_2$  de las ecs. (4) con (8) y  $\theta_1$  de las ecs. (5) con (9), se obtienen como en la condición anterior dos ecuaciones igualadas a  $\cot \pi x_2 / KL$  que igualandolas y simplificando nos resulta:

$$\frac{(\psi_r \psi_s) (\pi / K)^2 - 36}{6(\psi_r + \psi_s)} = \frac{-\pi / K}{\tan \pi / K}$$

Esta ecuación fue la utilizada en el programa.

Estas dos ecuaciones son las que puestas en forma de nomograma se conocen como los nomogramas de Jackson y Moreland.

Cuando la relación de esbeltez  $KL/r$  sea menor de 22 la columna se diseñará como columna corta. Si rebasa de 22 pero es menor de 100 se deben considerar efectos de esbeltez y para ello se puede utilizar el método de amplificación de momentos, considerando el efecto  $\Delta$ . Cuando es arriba de 100 se deben considerar efectos de segundo orden.

En una forma aproximada se puede considerar una deflexión  $\Delta_{max}$ , la cual es compuesta por una deflexión  $\Delta_0$  debido al momento flexionante y una deflexión adicional  $\Delta$ , debida a un momento secundario debido a la carga de compresión.

Se puede suponer que el momento por flexión secundaria tomo la forma de una curva senoidal.

Viendo las siguientes figuras:

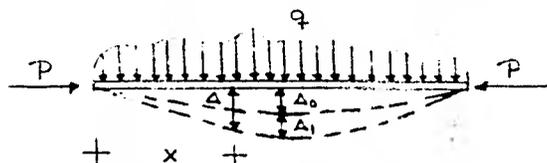


Diagrama de momentos primario

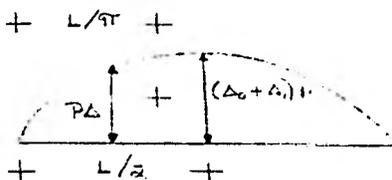


Diagrama de momentos secundario

Y utilizando el método de la viga conjugada tenemos:

$$\Delta_1 = P/EI (\Delta_0 + \Delta_1) (L/2) (2/\pi) (L/4\pi) = (\Delta_0 + \Delta_1) PL^2/\pi^2 EI$$

De donde:

$$\Delta_1 = \Delta_0 \left[ \frac{PL^2/\pi^2 EI}{1 - PL^2/\pi^2 EI} \right] = \Delta_0 \left( \frac{\alpha}{1 - \alpha} \right)$$

Siendo  $\alpha = PL^2/\pi^2 EI$

$$\Delta_{max} = \Delta_0 + \Delta_1 = \Delta_0 + \Delta_0 \left( \frac{\alpha}{1 - \alpha} \right) = \frac{\Delta_0}{1 - \alpha}$$

$$M_{max} = M_m + P \Delta_{max}$$

Substituyendo el valor de  $\Delta_{max}$  y haciendo  $P = \alpha \pi^2 EI/L^2$  de la ecuación anterior.

$$M_{\max} = M_m \left( \frac{C_m}{1-\alpha} \right) = M_m \delta$$

Donde  $\delta = C_m / (1-\alpha)$  (factor de amplificación)

Substituyendo el valor de  $\alpha$  tenemos:

$$\delta = \frac{C_m}{1 - P_L / \pi^2 EI}$$

Recordando la fórmula de Euler obtenemos el valor de  $P_{cr}$ :

$$P_{cr} = \pi^2 EI / L^2$$

Por lo tanto 
$$\delta = \frac{C_m}{1 - P/P_{cr}}$$

Un valor conservador de  $C_m$  es igual a la unidad, que es un valor cercano a la realidad cuando el marco no está restringido para desplazarse lateralmente.

Basándonos en el reglamento del A.C.I. la expresión del factor de amplificación  $\delta$  quedaría como está escrita anteriormente.

Si nos basamos en el reglamento del Departamento del D.F., cuando los extremos de la columna no están restringidos lateralmente para desplazarse, la expresión que tomaremos es la mayor de:

Tomando el entrepiso completo suponiendo que todas las columnas están cargadas y que el diafragma de losa trabaja como tal, nos quedaría

$$FA \frac{1}{1 - \Sigma P_u / \Sigma P_c} \gg 1$$

Esta forma de calcular el FA resulta un poco más racional ya que toma en cuenta el gran diafragma que forma la losa y pone en énfasis el trabajo de conjunto y no sólo de un elemento.

La segunda condición que debemos revisar es si la columna estuviera restringida de sus extremos para desplazarse lateralmente, el FA sería:

$$FA = \frac{C_m}{1 - P_u/P_c} \gg 1$$

Siendo  $C_m = 0.6 \pm 0.4 M_1/M_2 \gg 0.4$

El valor de FA que tomaremos para el diseño será como antes fue dicho, el mayor de los dos casos o condiciones.

Otro procedimiento para valuar FA es un procedimiento aproximado, y sería:

$$FA = 1 + \frac{W_u/h}{R/Q - 1.2W_u/h}$$

Siendo:

R.- Rigidez de entrepiso, definida como la fuerza constante en ese entrepiso dividida entre el desplazamiento relativo de los niveles que lo limitan.

Wu.- Suma de las cargas de diseño, muertas y vivas (cargas nominales multiplicadas por el factor de carga correspondiente) acumuladas desde el extremo superior del edificio hasta el entrepiso considerado.

Q.- Factor de ductilidad.

h.- Altura del entrepiso.

Si se aplica este procedimiento para valuar los efectos de esbeltez, cada columna aislada debe revisarse suponiendo sus extremos restringidos para desplazarse lateralmente.

Para valuar la Por se encontró con el problema de obtener un valor satisfactorio de EI.

Ya que este varía con el agrietamiento de la pieza, los e-

fectos del tiempo, la no linealidad de la curva esfuerzo deformación del concreto, etc.

MacGregor, Breen y Pfrang propusieron una expresión empírica para evaluar a EI:

$$EI = 0.4E_c I_g / (1 + u)$$

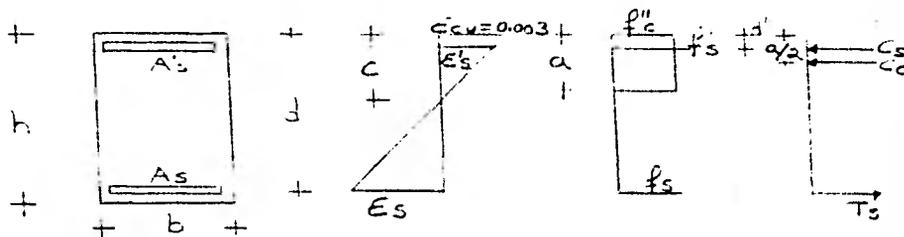
Siendo:

$E_c$ .- Módulo de elasticidad del concreto.

$I_g$ .- Momento de inercia de la sección de concreto.

$u$ .- Factor que toma en cuenta las deformaciones durante el tiempo debidas al flujo plástico de la pieza y usualmente es la relación del momento producido por las cargas muertas entre el momento producido por todas las cargas.

Para determinar el acero necesario para resistir la descarga y momento de diseño se obtuvieron varias expresiones que son las siguientes:



Primero vamos a desarrollar una expresión con la cual podamos encontrar la descarga resistente en la condición de falla balanceada, esto nos sirve como un límite para clasificar la condición de falla a la que está sujeta la pieza en las condiciones de diseño, ya sea falla por tensión o falla por compresión, o falla balanceada.

La condición de falla balanceada tiene la característi

ca de que el acero de tensión alcanza su fluencia al mismo tiempo que el concreto. Esto es:  $\epsilon_o = 0.003$  cuando  $\epsilon_s = 0.0021$

Observando la figura anterior podemos encontrar el valor de  $C_b$ :

$$C_b = 0.003d/0.0051$$

Suponiendo que el acero de compresión fluye y basándonos en el diagrama de fuerzas de la figura anterior obtenemos:

$$P_b = C_b \times 0.8bF''_c + FR$$

Tomando momentos con respecto al eje neutro tenemos:

$$M_b = [P_b(C_b - 0.8C_b/2) + A_s F_y (C_b - 5) + A_s F_y (d - C_b)] FR$$

Ya encontrado el límite el cual se ha llamado falla balanceada, estamos en la posibilidad de distinguir los otros dos tipos de condiciones de falla: falla a compresión cuando  $P_u > P_b$  y falla a tensión cuando  $P_u < P_b$ .

Falla a compresión:

Tiene la característica de que  $P_u > P_o$ ,  $f_s < f_y$  y  $f'_s > f_y$ .

Observando el diagrama de deformaciones de la figura anterior y multiplicando la expresión de la deformación por el módulo de elasticidad del acero de refuerzo encontramos una expresión para  $f_s$ :

$$f_s = 2.1 \times 10^6 \left[ \frac{0.003d}{a/0.8} - 0.003 \right]$$

Multiplicando por el área de acero obtenemos la fuerza de tensión:

$$T_s = A_s f_s = 2.1 \times 10^6 A_s \left[ \frac{0.003d}{a/0.8} - 0.003 \right]$$

Efectuando suma de fuerzas:

$$P_u / FR = abF''_c + A_s F_y - 2.1 \times 10^6 A_s \left[ \frac{0.003d(0.8)}{a} - 0.003 \right]$$

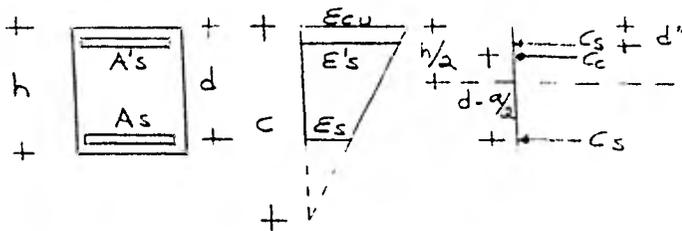
$$a^2 b F'' c + a (A_s F_y + 2.1 \times 10^6 A_s \alpha 0.003 - P_u / FR) - 2.1 \times 10^6 A_s (0.003 d \times 0.8) = 0$$

Resolviendo la eo. de segundo grado obtenemos el valor de "a". Apartir de este valor de "a" y tomando momentos con respecto al eje neutro obtenemos la expresión del MR.

$$MR = FR [ab F'' c (a/0.8 - a/2) + A_s F_y (a/0.8 - r) + 2.1 \times 10^6 A_s \left[ \frac{0.003 d}{a/0.8} - 0.003 \right] (d - a/0.8)]$$

Quando el valor de c es mayor que el valor de d, la expresión anterior deja de tener validez ya que el acero que antes teniamos a tensión ahora pasa a trabajar a compresión.

La nueva expresión nos quedaría de la siguiente manera considerando que el acero A's esta fluyendo:



$$e_s = (c - d) 0.003 / c$$

$$f_s = e_s E_s$$

$$P_u / FR = hb F'' c + A_s F_y + e_c x 2.1 \times 10^6 A_s - h / c (e_c x 2.1 \times 10^6 A_s)$$

$$c = 6300 h A_s / (hb F'' c + A_s F_y + 6300 A_s - P_u / FR)$$

Conociendo de esta manera el valor de c y tomando momentos con respecto al centroide de la pieza tenemos:

$$MR = A_s F_y (h/2 - rec) - A_s f_s (h/2 - rec)$$

Falla a tensión:

Tiene la característica de que  $P_u < P_b$ ,  $f_s > f_y$  y  $f'_s \leq f_y$

$$f'a = 2.1 \times 10^6 \left[ \frac{0.003(0.8a-r)}{a/0.8} \right]$$

$$P_u/FR = abF''c + 2.1 \times 10^6 [0.003(0.8a-r)0.8A_s/a] - A_s f_y$$

$$P_u a/FR = a^2 b F''c + 2.1 \times 10^6 A_s (0.003 \times 0.8^2 a) - 2.1 \times 10^6 A_s (0.003 \times 0.8 \times 5) - A_s f_y a$$

$$a^2 b F''c + a(2.1 \times 10^6 A_s \times 0.003 \times 0.8^2 - A_s f_y - P_u/FR) - 2.1 \times 10^6 (0.003 \times 0.8 \times 5) = 0$$

Resolviendo la ecuación de segundo grado obtenemos el valor de "a" y substituyendo este en la expresión de f'a; el valor que se obtenga no debe ser mayor de  $f_y$ , si es mayor, el valor de "a" lo podemos obtener:

$$P_u/FR = abF''c \quad ; \quad a = P_u/FRbF''c$$

Teniendo ya el valor de "a" obtenemos el momento resistente:

Sí  $f'a < f_y$ :

$$M_R = FR [abF''c(a/0.8 - a/2) + 2.1 \times 10^6 A_s [0.003(0.8a-r)0.8/a] (a/0.8 - r) + A_s f_y (d - a/0.8)]$$

Sí  $f'a > f_y$ :

$$M_R = FR [abF''c(a/0.8 - a/2) + A_s f_y (a/0.8 - r) + A_s f_y (d - a/0.8)]$$

El diseño de los estribos se realizó utilizando lo antes expuesto en vigas, pero además se debe tomar en cuenta que en las columnas se tiene una fuerza axial  $P_u$  que ayuda a a confinar la pieza por lo que el refuerzo para resistir el cortante es menor.

Viendo las expresiones que nos da el reglamento, son las mismas que para las trabes pero se multiplican por un factor de corrección que toma en cuenta lo antes expuesto.

$V_c = 0.5FRbd\sqrt{F^*c}$  (F) F.- Factor de corrección.

Sí  $P_u > P_b$ :

$$F = 1 - 0.003P_u/bh$$

Sí  $P_u < 0.7F^*cbh + 2000A_s$

Entonces  $F = 1 + 0.007P_u/bh$

Sí  $P_u > 0.7F^*cbh + 2000A_s$

$$P' = bhF''c + A_s f_y$$

$$F = (1 + 0.007P_u/bh)P_u/P'$$

$$S = FRaestfyd/(V_u - V_c) \leq FRaestfy/5.5b$$

Cuando se tiene flexión biaxial en las columnas. Bresler obtuvo una expresión para calcular los valores máximos de la carga de compresión que actúa con excentricidades  $e_x$  y  $e_y$  en secciones rectangulares con refuerzo simétrico. La expresión es:

$$\frac{1}{P_r} = \frac{1}{P_x} + \frac{1}{P_y} - \frac{1}{P_o}$$

Siendo:

$P_r$ .- Carga normal máxima que actúa a excentricidades  $e_x$  y  $e_y$ .

$P_x$ .- Carga normal máxima a una excentricidad  $e_x$  contenida en un plano de simetría ( $e_y = 0$ ).

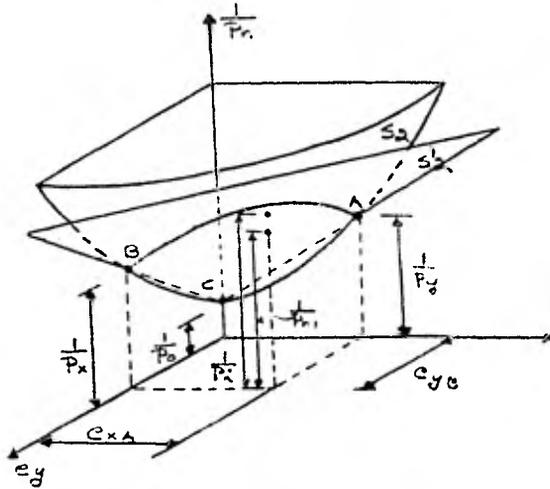
$P_y$ .- Carga normal máxima a una excentricidad  $e_y$  contenida en un plano de simetría normal al anterior ( $e_x = 0$ ).

$P_o$ .- Carga axial máxima que puede resistir la columna ( $e_x = e_y = 0$ ),  $P_o = FR(bhF''c + A_s f_y)$

El problema se reduce a una combinación de soluciones

mas simples: dos de flexocompresión y una de compresión axial.

La expresión propuesta por Bresler representa una familia de planos que aproximan los puntos de la superficie de interacción. Esta expresión es válida para valores de  $P_r$  mayores que  $0.1P_o$ .



Lo anterior se esquematiza trazando la figura formada graficando la superficie de falla real  $S_2$  y el plano de aproximación propuesto por Bresler  $S'_2$

## PROGRAMA: DISEÑO DE LOSAS

Primero con las cargas que tiene que aguantar la losa y con las dimensiones de los tableros formados se calculó el espesor de losa necesario para que no haya flechas excesivas y estuvieramos cumpliendo las condiciones de servicio.

Esta expresión es una expresión semi-empírica, basada en la teoría de placas y en pruebas de laboratorio:

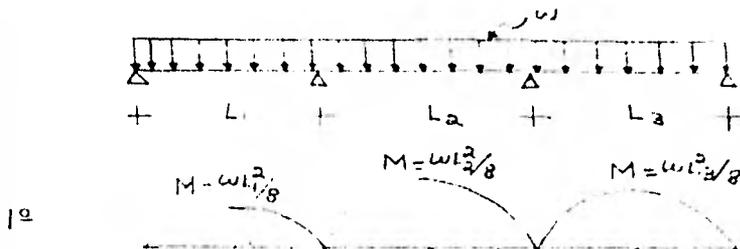
$$d_{\min} = P/300$$

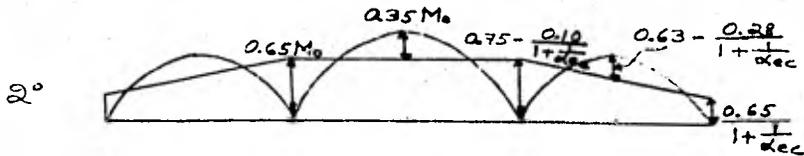
Siendo P.- Perímetro del tablero incrementando la longitud en un 25% en losa colada monolíticamente y en 50% en losa no colada monolíticamente en lados discontinuos.

Este peralte mínimo se debe corregir multiplicandolo por un factor igual a:

$$F = 0.034 \sqrt[4]{f_s W U}$$

La losa se supone que es una viga continua con un ancho tributario de la mitad de un claro transversal mas la mitad del otro. En primer término se considera a la losa trabajando como libremente apoyada, se obtiene el momento isostático y se corrige este tomando en cuenta la hiperestaticidad de la losa, haciendo los diagramas quedaría así:





Siendo  $\alpha_{ec}$ .- Relación de la rigidez a la flexión de una columna equivalente a la rigidez a la flexión combinada de losas y vigas en una unión, considerada en la dirección del claro para el cual se determinan los momentos.

$$\alpha_{ec} = K_{ec} / \Sigma(K_s K_b)$$

Siendo  $K_{ec}$ .- Rigidez a la flexión de una columna equivalente; momento entre rotación unitaria.

$$1/K_{ec} = 1/\Sigma K_c + 1/K_t$$

Siendo  $K_s$ .- Rigidez a la flexión de la losa.

$K_b$ .- Rigidez a la flexión de la viga portante

$$K = 4EI/L$$

$K_t$ .- Rigidez a la torsión de un miembro sujeto a torsión.

$$K_t = \frac{\Sigma 9E_s C}{L^2(1-c_2/L_2)}$$

$$\text{Siendo } C = \Sigma(1-0.63x/y)x^3y/3$$

$x$ .- Menor dimensión de la parte rectangular de una sección transversal.

$y$ .- Mayor dimensión de la parte rectangular de una sección transversal.

$c_2$ .- Dimensión de una columna, capitel o cartela rectangu-

lar equivalente, medida transversalmente en la dirección del claro para el cual se determinan los momentos.

$L_2$ .- Longitud del claro transversal a la dirección en que se determinan los momentos, medida centro a centro de los apoyos.

En conclusión con este método se hace una distribución de momentos de acuerdo a las rigideces de los elementos que intervienen en la rigidez total del sistema estructural, como son la rigidez de la losa, la columna y la rigidez de la trabe a la flexión y al efecto de torsión. Cuando se trate de un claro extremo, se debe considerar rigidez a flexión de la trabe longitudinal al sentido en que tomamos los momentos y la rigidez a torsión de la trabe transversal a esta última.

Las restricciones de este método son las siguientes:

A) En cada dirección debe existir un mínimo de tres claros continuos.

B) Los tableros deben ser rectangulares con una relación de claro largo a corto no mayor de 2.

C) Las longitudes de los claros de tableros sucesivos en cada dirección no deben diferir en más de  $1/3$  de la longitud del claro mayor.

D) Las columnas pueden estar desalineadas un máximo de 10% del claro (en la dirección del desalineamiento) a partir de cualquier eje que una los centros de columnas sucesivas.

E) Todas las cargas deben ser únicamente gravitacionales y estar distribuidas de manera uniforme en todo el ta-

blero. La carga viva no debe exceder de 3 veces la carga muerta.

F) Para un tablero con vigas entre los apoyos en todos los lados, la rigidez relativa de las vigas en dos direcciones perpendiculares, no debe ser menor que 0.2 ni mayor que 5.

## PROGRAMA: PROPIEDADES GEOMETRICAS

Este programa es en realidad una parte del programa de trabeas presforzadas ya que estan ligados intimamente, como se puede ver en el programa de piezas presforzadas en el cual se puede incorporar este programa como una subrutina.

Este programa se basa en el teorema de los ejes paralelos o de Steiner, el cual dice:

$$I_{tot} = \sum I_i + \sum A d^2$$

La inercia (momento de) total es igual a la suma del momento de inercia con respecto a la base de cada figura mas el area por la distancia al cuadrado del centroide de cada figura a el eje que estamos obteniendo el momento de inercia total, que en este caso es con respecto al centroide de toda la pieza.

En el programa se divide a la pieza en diferentes trapecios y circulos si los hay. No se incluyen otras figuras ya que estas son las mas comunes en piezas prefabricadas. Aunque si hubiera una pieza especial, la obtención de sus propiedades seria similar.

Primero se obtiene el centroide de la pieza, multiplicando el area por la distancia del centroide de cada figura a la base de la pieza, sumando todas estas multiplicaciones y dividiendo entre el area total de la pieza:

$$\bar{y} = \sum A_i y_i / \sum A_i$$

Después se obtienen los momentos de inercia con respecto a la base de cada figura y se suman con el producto del area

de cada figura multiplicadas por la distancia del centroide de cada figura al centroide de la pieza y elevando esta distancia al cuadrado. Con esto se obtiene el momento de inercia de toda la pieza.

Si dividimos el momento de inercia entre el centroide obtenido, tendremos el módulo de sección a la flexión en su fibra inferior.

$$S_i = I/y_i$$

Para obtener  $y_{sup}$ . (distancia del centroide a la fibra superior) basta restarle a la altura total de la pieza el valor del centroide con respecto a la base.

$$y_s = h - y_i$$

Y el módulo de sección a la flexión en su fibra superior:

$$S_s = I/y_s$$

## PROGRAMA: DISEÑO DE TRABES Y LOSAS PRESFORZADAS

En la primera parte del programa se calculan los momentos y esfuerzos en el rango lineal bajo las diferentes condiciones de carga y bajo las diferentes etapas de trabajo, cuando trabaja la pieza en sección simple y cuando trabaja en sección compuesta.

$$\sigma = My/I \quad ; \quad f = M/S$$

Siendo: M.- Momento en la sección considerada.

y.- Distancia del centroide a la fibra que se valúan los esfuerzos.

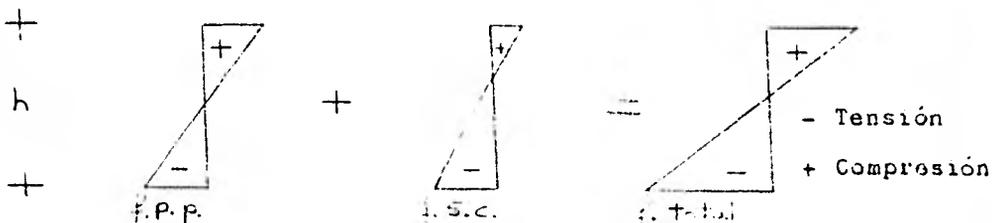
I.- Momento de inercia de la sección.

S.- Módulo de sección.

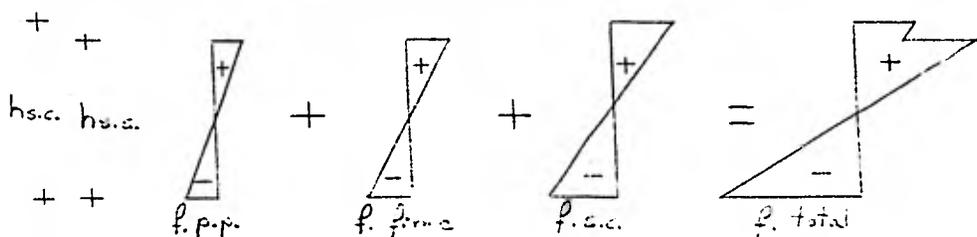
Cuando la pieza trabaja en sección compuesta se deben revisar los esfuerzos de compresión en el firme.

Las cuatro alternativas que se contemplan en el programa quedarían representadas por los siguientes diagramas:

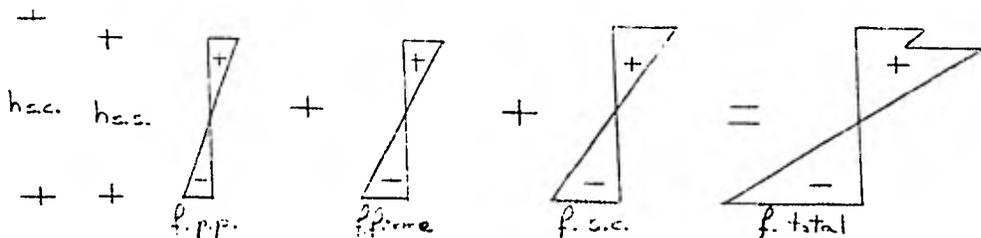
A) La pieza trabajando como una viga simplemente apoyada y en sección simple para todas las cargas (sin firme)



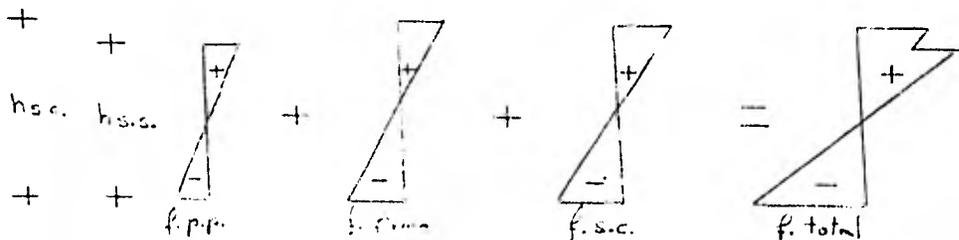
B) La pieza trabajando como una viga simplemente apoyada para todas las cargas pero como sección compuesta únicamente para las sobrecargas.



C) La pieza trabajando como viga simplemente apoyada para su peso propio y para el firme, en sección simple. Para la segunda etapa de trabajo se le da continuidad a la pieza para resistir las sobrecargas en sección compuesta.



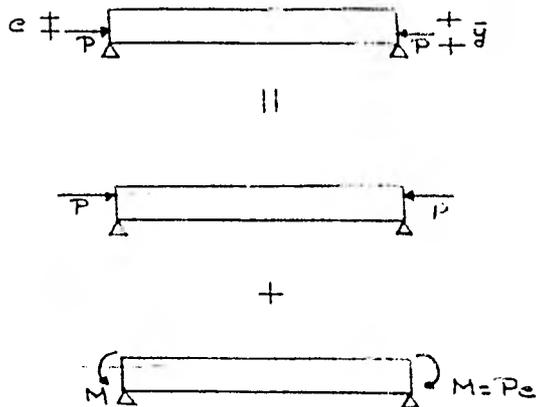
D) La pieza trabajando como viga simplemente apoyada, en sección simple para su peso propio y en la segunda etapa de trabajo se apuntala la pieza hasta fraguar el firme y alcanzar su resistencia para que la pieza soporte las cargas de firme y sobrecargas en sección compuesta.



Ya obtenido el diagrama final de esfuerzos bajo las condiciones en que va a trabajar la pieza se procede a calcular el

número de torones necesarios para no dejar tensiones excesivas en la fibra inferior, verificando en no provocar tensiones en la fibra superior o compresiones en la fibra inferior mayores que las permisibles en la primera etapa de trabajo, esto es en la combinación de presfuerzo mas peso propio, esto sucede cuando la pieza es sacada del molde y lo único que está trabajando es el presfuerzo y el peso propio de la pieza.

$$f_{\text{presf}} = P/A \pm P_e/S$$

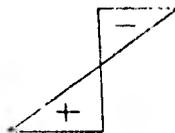


Viendo las figuras:

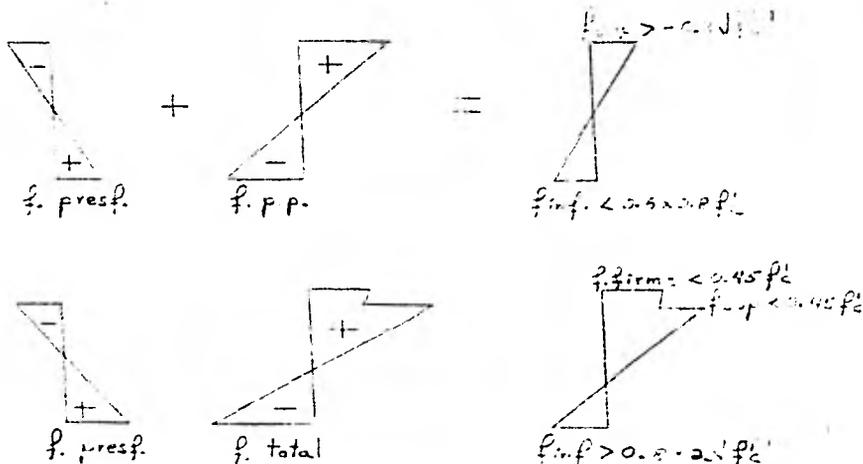
$$f_{\text{inf.}} = P/A + P_e/S$$

$$f_{\text{sup.}} = P/A - P_e/S$$

El diagrama de esfuerzos debido al presfuerzo es el siguiente:



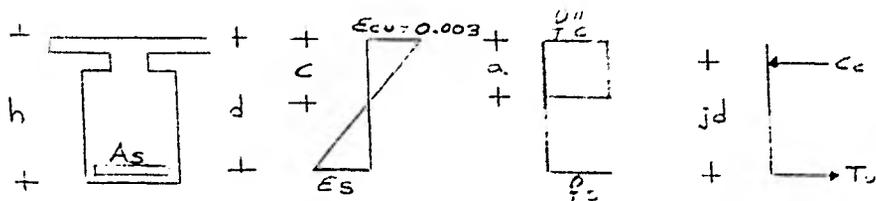
Las revisiones de esfuerzos que se deben hacer son:



Cuando se ha encontrado el número de torones necesarios para producir esfuerzos tales que contrarresten a los actuales y sólo dejando los esfuerzos permisibles, revisamos la pieza a la ruptura.

La fuerza de tensión estará dada por los torones que se coloquen en la parte inferior y por un acero adicional de refuerzo, si hiciera falta para resistir el momento actual.

Generalmente en piezas presforzadas se cuentan con secciones en las cuales la fuerza de compresión esta dada por una sección transversal distinta a la rectangular. Para encontrar la distancia a la que se encuentra el eje neutro se procedió de la siguiente manera:



Primero se calculó la fuerza de tensión, que por equilibrio debe ser igual a la fuerza de compresión y de esta expresión se obtuvo el área equivalente de concreto:

$$T_u = C_c$$

$$A_{eq} = T_u / F'_c$$

Conociendo el área equivalente podemos conocer el valor de "a" que es igual a  $0.8c$  siendo  $c$  la profundidad del eje neutro. Por lo tanto con  $A_{eq}$  obtenemos "a" y después dividiendo esta entre  $0.8$  obtenemos el valor de  $c$ .

Para encontrar el centroide de la fuerza de compresión, lo obtenemos así:

$$\bar{y} = \frac{\sum A_i y_i}{\sum A_i}$$

Con esto obtenemos el valor de  $\bar{y}$  y estamos en posibilidad de conocer el brazo del par de fuerzas generados con la fuerza de tensión y la fuerza de compresión.

$$M_{UR} = [D - (a - \bar{y})] T_u F_R$$

La revisión por cortante de la pieza sigue el criterio antes expuesto para la columna o sea que hay una fuerza de confinamiento que ayuda a reducir los efectos de cortante, en base a pruebas de laboratorio el reglamento ha dado expresio-

nes para determinar la fuerza cortante que puede tomar el concreto.

$$V_c = FRbd(0.15\sqrt{F'_c} + 50V_d/M) \leq 1.3FRbd\sqrt{F'_c}$$

Siendo:

FR.- Factor de reducción.

b.- Ancho de la pieza.

d.- Peralte efectivo.

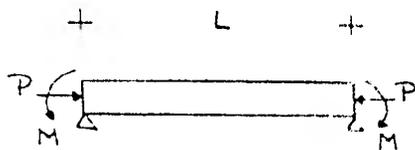
$F'_c$ .-  $0.8F'_c$

$F'_c$ .- Resistencia del concreto a la compresión simple.

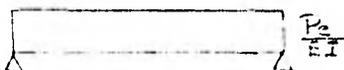
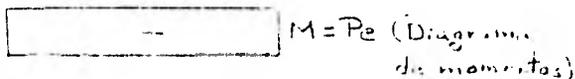
V.-Cortante en la sección en estudio.

M.- Momento flexionante en la sección en estudio.

La revisión de flechas se efectuó de la siguiente manera, primero se obtuvieron las flechas que se producen por las diferentes cargas a las que esta sujeta la pieza. Después se obtuvo la contraflecha debida al pretensado, esta se obtuvo de la siguiente manera:



Utilizando el método de la viga conjugada:



$$M_c = PeL/2EI(L/2) - PeL/2EI(L/4)$$

$$M_c = PeL^2/EI(1/4 - 1/8)$$

$$\Delta_c = M_c = PeL^2/8EI$$

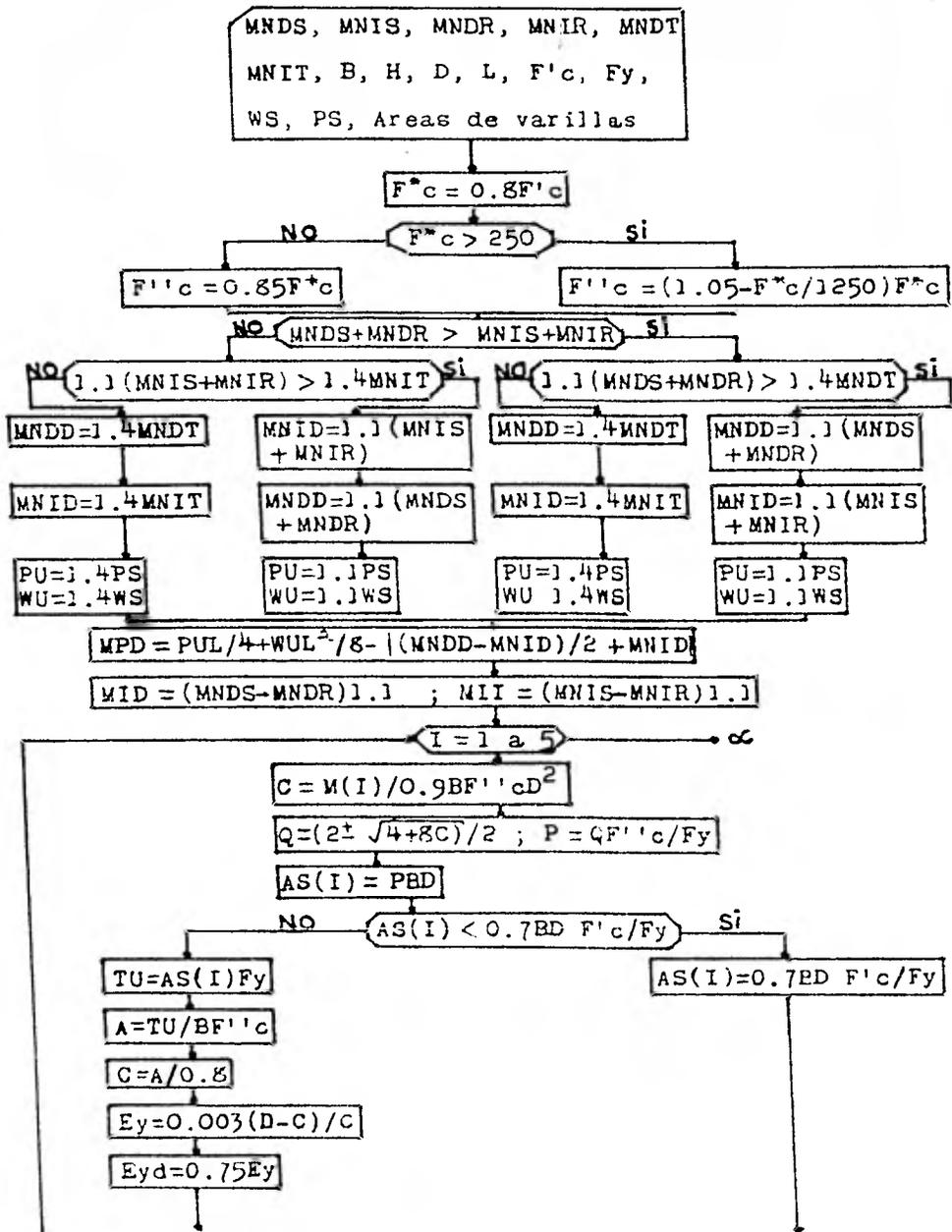
En la revisión de flechas es necesario tener cuidado en las dos etapas de trabajo de la pieza, esto es presfuerzo y peso propio y finales más peso propio.

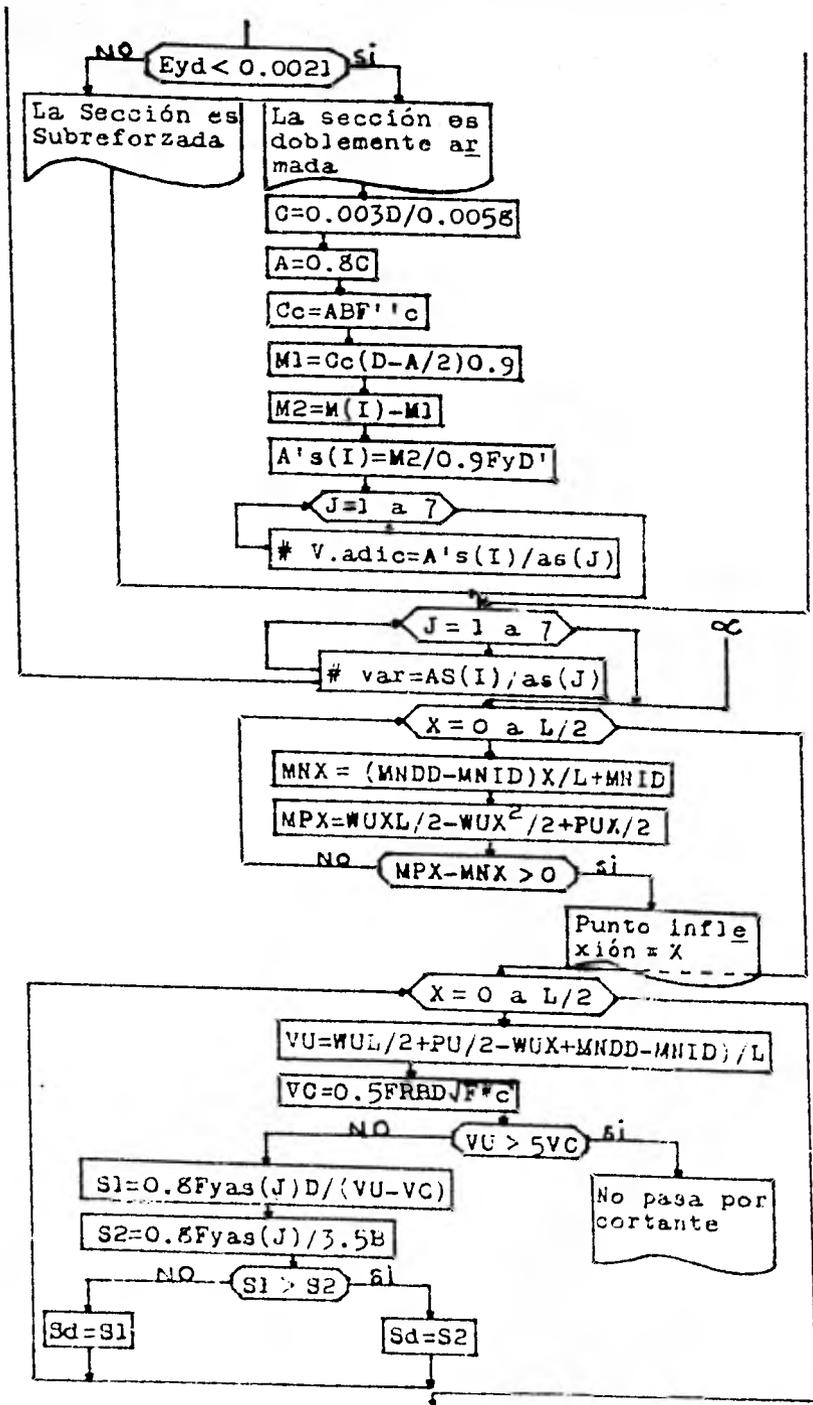
## NOTACION: PROGRAMA DE DISEÑO DE TRABES RECTANGULARES

- MNDS.- Momento negativo derecha debido a sismo. Kgcm.
- MNIS.- Momento negativo izquierda debido a sismo.
- MNDR.- Momento negativo derecha debido a cargas gravitacionales reducidas.
- MNIR.- Momento negativo izquierda debido a cargas gravitacionales reducidas.
- MNDT.- Momento negativo derecha debido al 100% de cargas gravitacionales.
- MNIT.- Momento negativo izquierda debido al 100% de cargas gravitacionales.
- B.- Base de la sección transversal de la trabe. cm.
- H.- Altura de la sección transversal de la trabe.
- D.- Peralte efectivo de la sección transversal.
- F'c.- Resistencia a la compresión del concreto. Kg/cm<sup>2</sup>
- Fy.- Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. Kg/cm<sup>2</sup>.
- WS.- Carga uniformemente distribuida. Kg/cm. (carga de servicio).
- PS.- Carga concentrada al centro del claro. Kg. (carga de servicio).
- MPD.- Momento positivo de diseño.
- MNDD.- Momento negativo derecha de diseño.
- MNID.- Momento negativo izquierda de diseño.
- PU.- Carga concentrada última.
- WU.- Carga última uniformemente distribuida.

- MID.- Momento de inversión derecha.
- MII.- Momento de inversión izquierda.
- P.- Porcentaje de acero.
- A<sub>s</sub>.- Area de acero.
- TU.- Fuerza de tensión del acero.
- C.- Profundidad del eje neutro.
- E<sub>y</sub>.- Deformación del acero de refuerzo.
- C<sub>c</sub>.- Fuerza de compresión del concreto.
- A'<sub>s</sub>.- Acero adicional en la zona de compresión cuando la sección trabaja como doblemente armada.
- MNX.- Momento negativo a una distancia X del extremo.
- MPX.- Momento positivo a una distancia X del extremo.
- VU.- Fuerza cortante última. Kg.
- VC.- Fuerza cortante resistente por el concreto.
- Sd.- Separación de los estribos.
- I<sub>ag</sub>.- Momento de inercia de la sección agrietada y trans formada.
- $\Delta$  tot.- Flecha total considerando efectos de corta y lar ga duración.

## PROGRAMA: DISEÑO TRABES RECTANGULARES





La Sección es Subreforzada

La sección es doblemente armada

$$C = 0.003D / 0.0058$$

$$A = 0.8C$$

$$C_c = ABF'c$$

$$M_1 = C_c(D - A/2)0.9$$

$$M_2 = M(I) - M_1$$

$$A's(I) = M_2 / 0.9F_yD'$$

J = 1 a 7

$$\# V.adic = A's(I) / a_s(J)$$

J = 1 a 7

$$\# var = AS(I) / a_s(J)$$

X = 0 a L/2

$$MNX = (MNDD - MNID)X/L + MNID$$

$$MPX = WUXL/2 - WUX^2/2 + PUX/2$$

NO MPX - MNX > 0 SI

Punto inflexión = X

X = 0 a L/2

$$VU = (WUL/2 + PU/2 - WUX + MNDD - MNID) / L$$

$$VC = 0.5FRADJF*c$$

NO VG > 5VC SI

No pasa por cortante

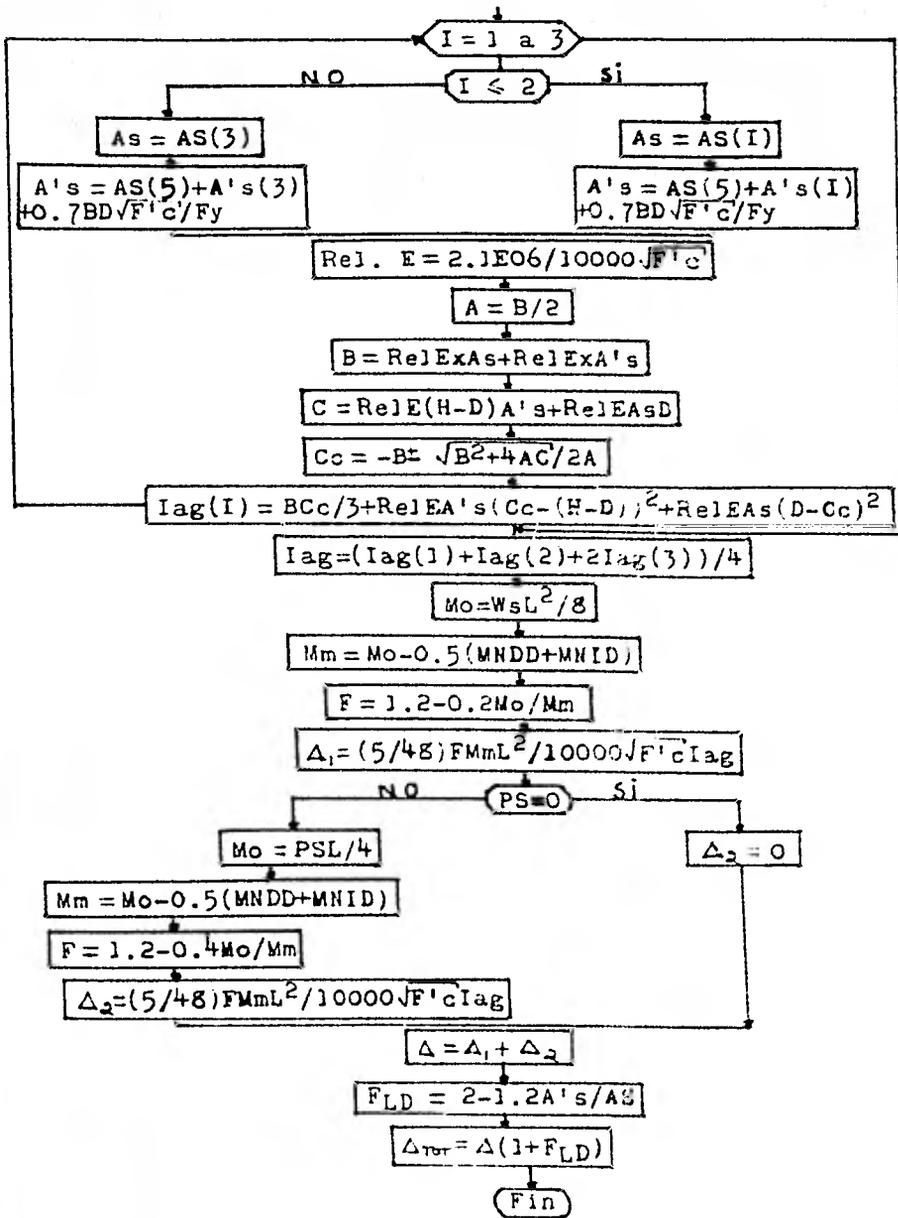
$$S1 = 0.8F_y a_s(J)D / (VU - VC)$$

$$S2 = 0.8F_y a_s(J) / 3.5B$$

NO S1 > S2 SI

$$S_d = S1$$

$$S_d = S2$$



## NOTACION: PROGRAMA DE DISEÑO DE COLUMNAS

- B.- Base de la sección de trabe o de columna. cm.
- D.- Peralte de la trabe.
- H.- Peralte de la columna.
- L.- Longitud de la pieza ya sea trabe o columna.
- I.- Momento de inercia.  $\text{cm}^4$ .
- KE.- Factor de longitud efectiva.
- F'c.- Resistencia a la compresión simple del concreto.  
Kg/cm<sup>2</sup>.
- Mu.- Momento último máximo aplicado a la columna. Kg.cm.
- Pu.- Descarga última aplicada a la columna. Kg.
- Mn.- Momento producido por cargas muertas únicamente. Kgom.
- KL/r.- Relación de esbeltez.
- r.- Radio de giro de la columna.
- Pd.- Descarga de diseño.
- Md.- Momento de diseño.
- Ig.- Momento de inercia de la columna.
- U.- Factor que toma en cuenta las deformaciones durante el tiempo debidas al flujo plástico de la pieza.
- E.- Módulo de elasticidad del concreto.
- Pc.- Carga crítica.
- FA.- Factor de amplificación.
- Eacc.- Excentricidad accidental.
- Ed.- Excentricidad de diseño.
- Cb.- Profundidad del eje neutro en una falla balanceada.
- Pb.- Descarga resistente en una falla balanceada.
- FR.- Factor de reducción.

**Aa.**- Area de acero.

**A.**- Profundidad del bloque equivalente de compresión.

**Mr.**- Momento resistente.

**Pr.**- Descarga resistente.

**Er.**- Excentricidad resistente.

**Po.**- Carga axial máxima que puede resistir la columna.

**Prx.**- Carga normal máxima a una excentricidad ex contenida en un plano de simetría.

**Pry.**- Carga normal máxima a una excentricidad ey contenida en un plano de simetría normal al anterior.

**Pe.**- Carga normal máxima que actúa a excentricidades ex y ey.

**Vux.**- Fuerza cortante aplicada en la dirección x-x. Kg.

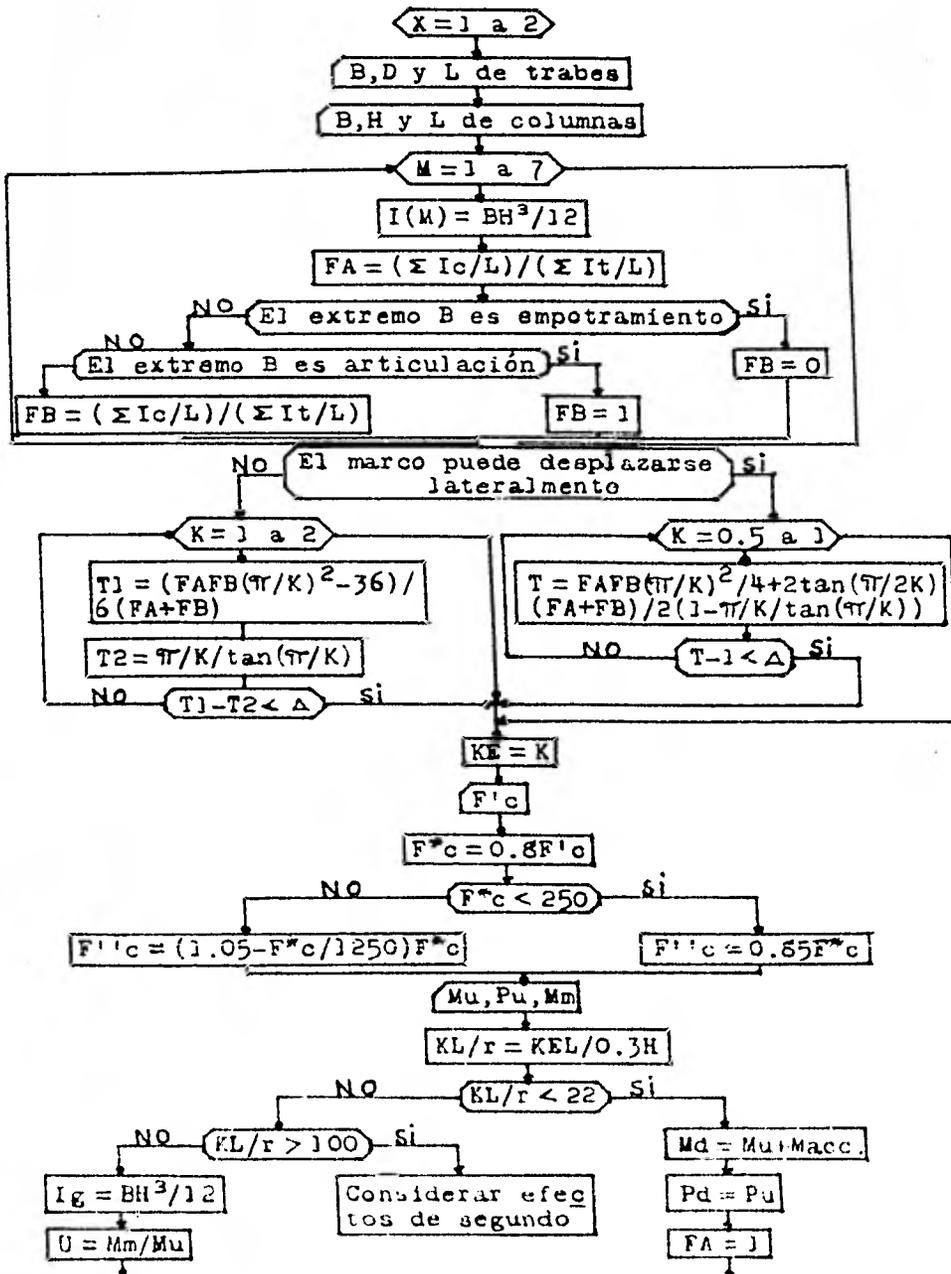
**Vuy.**- Fuerza cortante aplicada en la dirección y-y.

**Vrc.**- Fuerza cortante que toma el concreto.

**Aest.**- Area del acero utilizado en los estribos.

**S.**- Separación de los estribos.

## PROGRAMA: DISEÑO DE COLUMNAS



$$EI = 0.4 \times 10000 \sqrt{F'c} Ig / (1+U)$$

$$Pc = 0.85 \pi^2 EI / (KEL)^2$$

$$FA = 1 / (1 - \sum Pu / \sum Pc)$$

$$Eacc = 0.05H'$$

Decision:  $Eacc < 2$

NO:  $Eacc = 2$

SI:  $Eacc = 2$

$$Macc = Eacc Pu$$

$$Md = (Mu + Macc) FA$$

Decision:  $X = 1$

NO:  $Ed = 0.3Md / Pd$

SI:  $Ed = Md / Pd$

$$Cb = 0.003D / 0.0051$$

$$Ab = 0.8Cb$$

$$Pb = Ab BF'c FR$$

$$\beta \rightarrow \alpha \rightarrow As$$

Decision:  $Pu > Pb$

NO:  $X1 = BF'c$

SI:  $X1 = BF'c$

$$X2 = 4032As - 4200As - Pu / FR$$

$$X3 = 25200As$$

$$A = -X2 \pm \sqrt{X2^2 - 4X1X3} / 2X1$$

$$Fs = 5040(0.8A - 5) / A$$

Decision:  $Fs > 4200$

NO:  $\Delta = Pu / FRBF'c$

SI:  $Mr = FR(ABF'c(A/0.8 - A/2) + 2.1E06As(0.003(0.8A - r)0.8/A)(A/0.8 - r) + 4200As(D - A/0.8))$

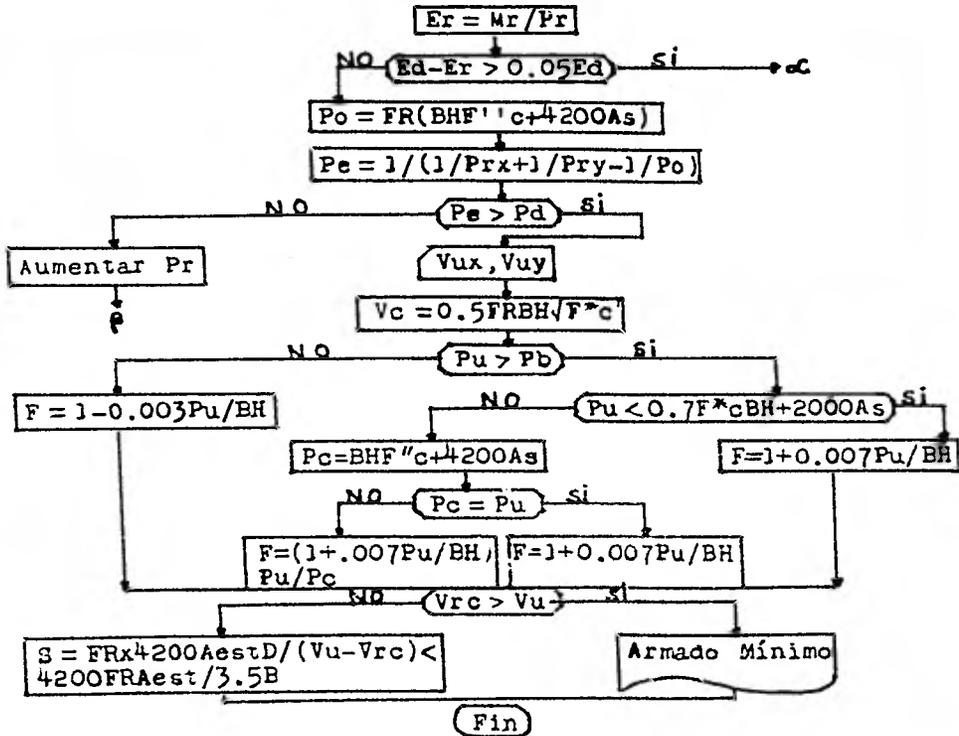
$$X2 = As \times 4200 + 6300As - Pu / FR$$

$$X3 = 2.1E06As(0.003(H - 5)0.8)$$

$$A = -X2 \pm \sqrt{X2^2 - 4X1X3} / 2X1$$

$$Mr = FR(ABF'c(A/0.8 - A/2) + 4200As(A/0.8 - r) + 2.1E06As(0.003D0.8/A - 0.003)(D - A/0.8))$$

$$Mr = FR(ABF'c(A/0.8 - A/2) + 4200Ab(A/0.8 - r) + 4200As(D - A/0.8))$$



Nota:  
 $Vrc = FVc$

## NOTACION: PROGRAMA DE DISEÑO DE LOSAS PLANAS Y RETICULARES

Wu.- Carga uniformemente distribuida (Carga última)  $\text{Kg}/\text{m}^2$

Lc.- Longitud de los lados continuos de la losa (Tablero) en m.

Ld.- Longitud de los lados discontinuos del tablero. m.

Fs.- Es igual a  $0.6F_y$ , siendo  $F_y$  la resistencia a la tracción especificada del refuerzo en  $\text{Kg}/\text{cm}^2$ .

Hf.- Espesor de losa calculada en cm.

r.- Recubrimiento de las varillas.

L2.- Longitud del claro transversal a  $L_n$  medida centro a centro de los apoyos. m.

$L_n$ .- Longitud del claro libre en la dirección en que se determinan los momentos, medida de paño a paño de los apoyos. m.

Bw.- Base de la trabe portante en cm.

Ht.- Altura de la trabe perimetral en cm.

Be.- Ancho considerando la contribución de la losa a la trabe perimetral en cm.

$I_s$ .- Momento de inercia respecto al eje centroidal de la sección total de la losa en  $\text{cm}^4$ .

A1.- Ancho total de todos los nervios en cm. (losa reticular).

H1.- Espesor del sistema cuando es losa reticular en cm.

H2.- Espesor de la capa de compresión en una losa reticular.

$K_s$ .- Rigidez a la flexión de la losa; momento entre rota-

ción unitaria.

Kb.- Rigidez a la flexión de la viga; momento entre rotación unitaria.

Bc.- Base de la columna que sostiene la trabe. cm.

Hc.- Altura de la columna.

Le.- Altura libre de la columna.

Io.- Momento de inercia de la sección total de la columna.

Kc.- Rigidez a la flexión de la columna.

C2.- Constante de la sección transversal para definir las propiedades torsionantes de la trabe perimetral.

Kt.- Rigidez a la torsión de la trabe perimetral.

Ke.- Rigidez a la flexión de una columna equivalente.

Ac.- Relación de la rigidez a la flexión de una columna equivalente a la rigidez a la flexión combinada de losas y vigas en una unión, considerada en la dirección del claro para el cual se determinan los momentos.

Bf.- Relación de la rigidez a la torsión de la sección de la viga de borde a la rigidez a la flexión de una franja de losa cuyo ancho es igual a la longitud del claro de la viga de centro a centro de los apoyos.

Mo.- Momento estático afectado por el factor de carga.

Mn.- Momento negativo en claro interior.

Mp.- Momento positivo en claro interior.

MI.- Momento negativo interior en un claro de extremo.

MS.- Momento positivo en un claro extremo.

ME.- Momento negativo exterior en un claro extremo.

MNt.- Momento negativo de la trabe portante en claro interior.

MNfi.- Momento negativo de franja central de la losa en claro interior.

MNfc.- Momento negativo de franja de columna de la losa en claro interior.

MPt.- Momento positivo de la trabe portante en claro interior.

MPfc.- Momento positivo de franja de columna de la losa en claro interior.

MPfi.- Momento positivo de franja central de la losa en claro interior.

MIt.- Momento negativo interior de trabe portante en claro extremo.

MIfc.- Momento negativo interior de franja de columna de la losa en claro extremo.

MIfi.- Momento negativo interior de franja central de la losa en claro extremo.

MSt.- Momento positivo de trabe portante en claro extremo.

MSfi.- Momento positivo franja central en claro extremo.

MSfc.- Momento positivo franja columna en claro extremo.

MEt.- Momento negativo exterior de trabe portante en claro extremo.

MEfc.- Momento negativo exterior franja de columna en claro extremo.

MEfi.- Momento negativo exterior franja central en claro extremo.

$F'c$ .- Resistencia a la compresión del concreto.  $Kg/cm^2$ .

$Md$ .- Momento de diseño en cuestión.

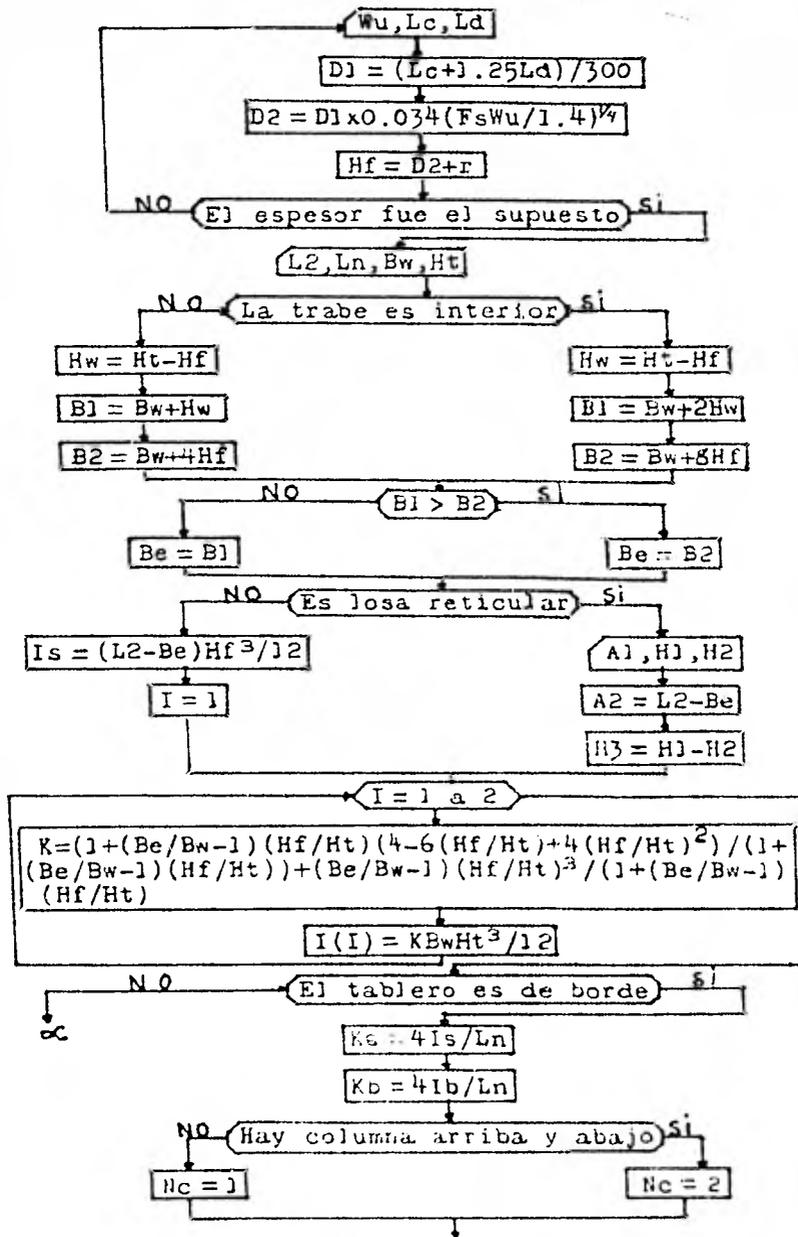
$P$ .- Porcentaje de area de acero con respecto al area de concreto que estamos analizando.

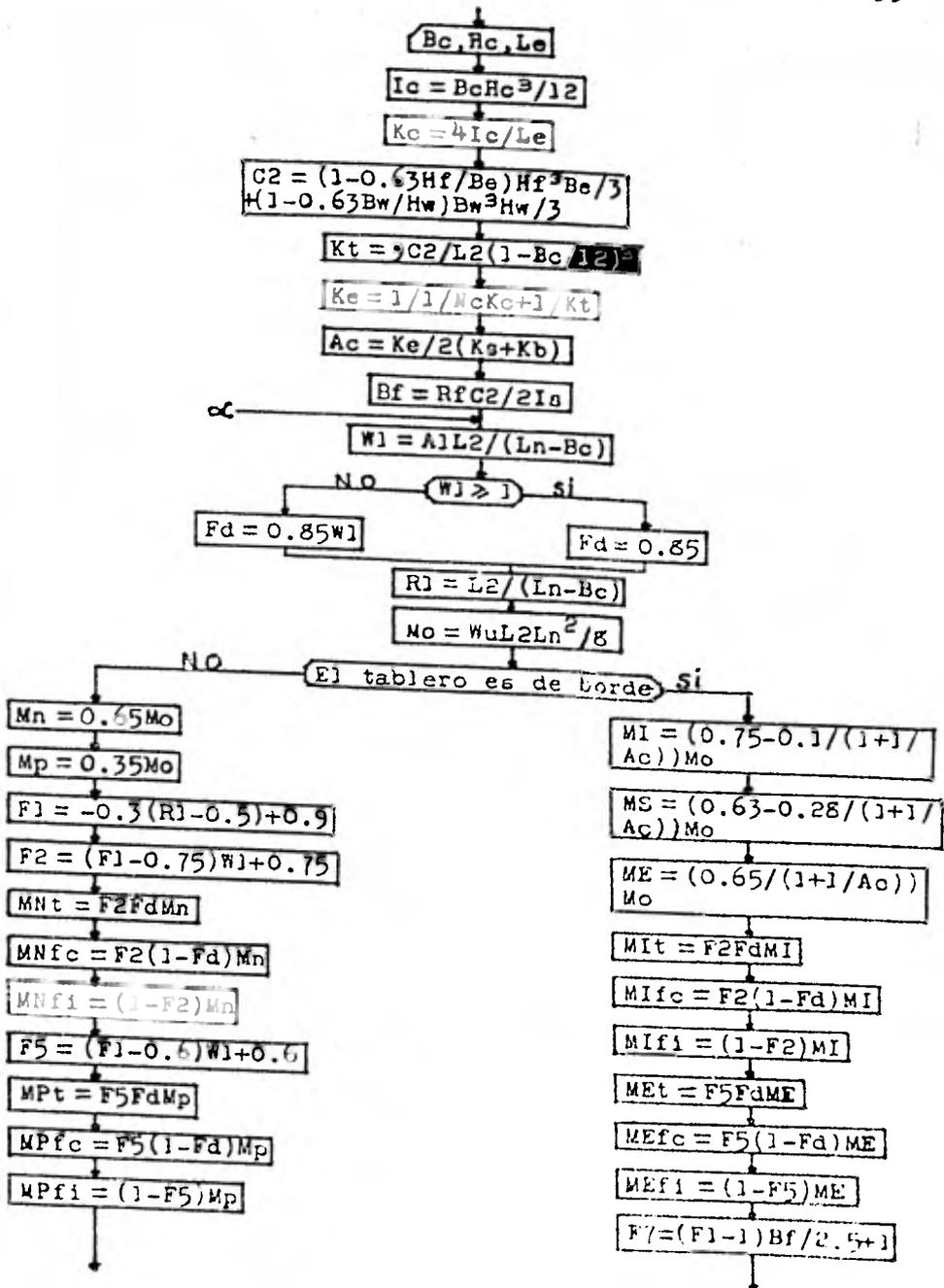
$As$ .- Area de acero necesario.

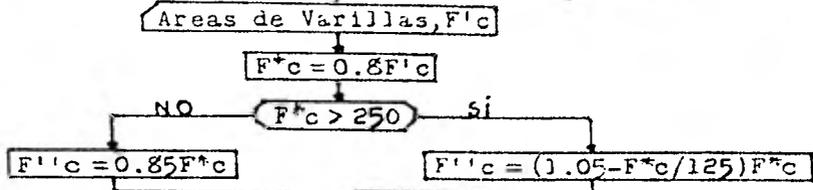
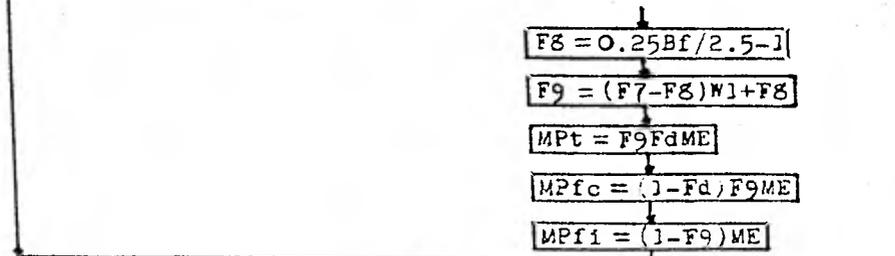
$Cu$ .- Fuerza de compresión que nos proporciona el concreto al equilibrarlo con la fuerza de tensión en el acero.

$MR$ .- Momento resistente de la sección.

## PROGRAMA: DISEÑO DE LOSAS PLANAS Y RETICULARES

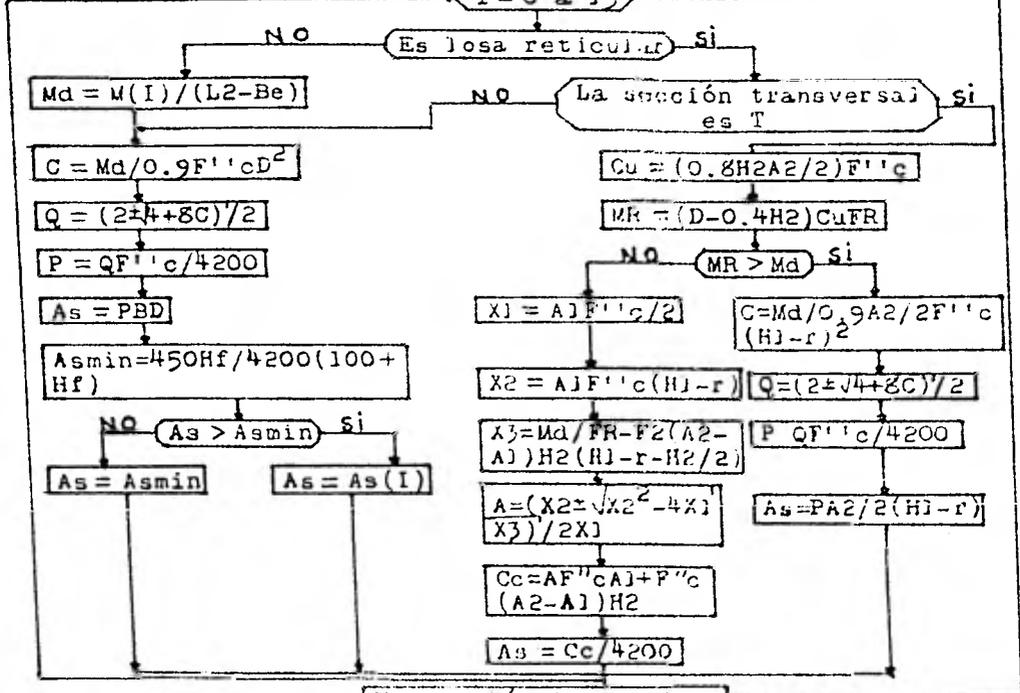






Momento en traves

I = 6 a 15



Separación de varillas

Fin

## NOTACION: PROGRAMA DE PROPIEDADES GEOMETRICAS

Bi.- Base inferior. cm.

Bs.- Base superior.

H.- Altura.

R.- Radio del círculo cuando hay aligeramiento.

y.- Distancia de la base de la pieza al centroide del círculo.

A(I).- Area de la figura i.

I(I).- Momento de inercia con respecto a la base de la figura i.

Yi.- Distancia del centroide de la pieza a la fibra inferior.

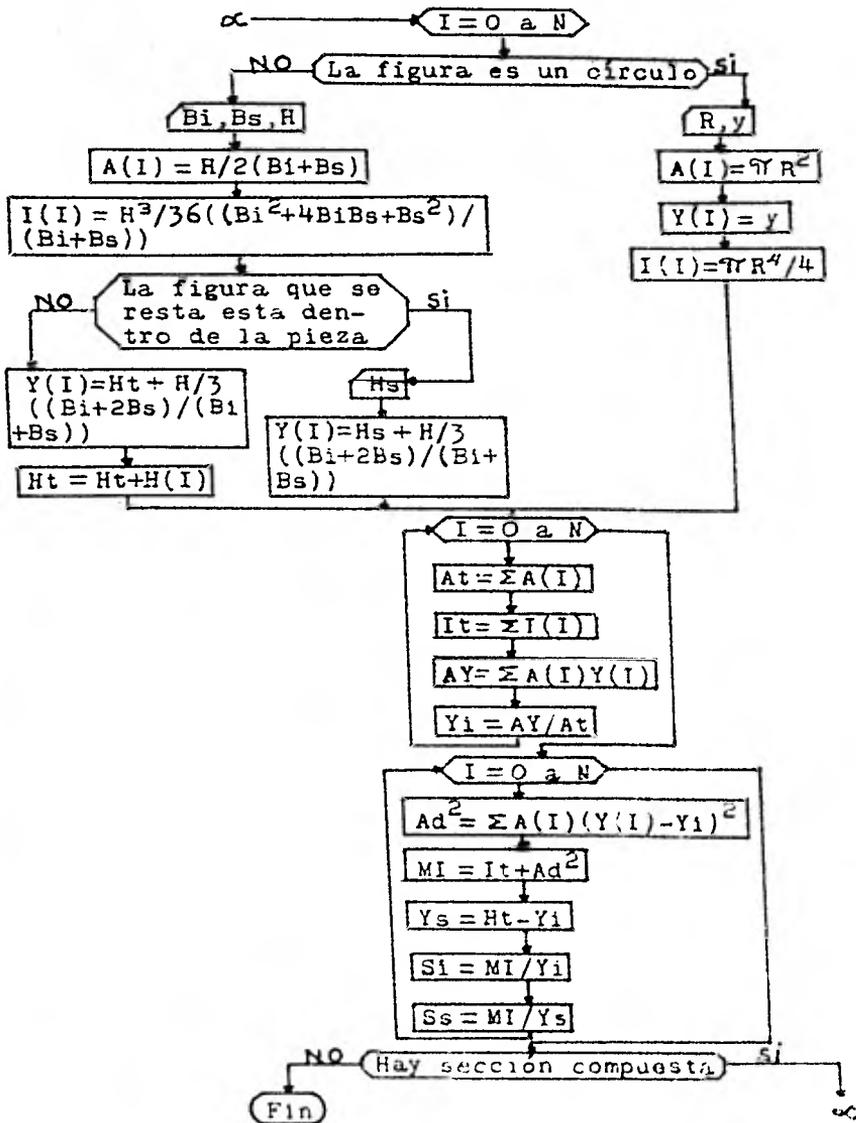
Ys.- Distancia del centroide de la pieza a la fibra superior.

Si.- Módulo de Sección de la pieza con respecto a la fibra inferior.

Ss.- Módulo de Sección de la pieza con respecto a la fibra superior.

MI.- Momento de inercia de toda la pieza.

## PROGRAMA: PROPIEDADES GEOMETRICAS



## NOTACION: PROGRAMA DE DISEÑO DE TRABES Y LOSAS PRESFORZADAS

L.- Longitud de la pieza. m.

F'c.- Resistencia a la compresión del concreto. Kg/cm<sup>2</sup>.

Prop. S.S.- Propiedades geométricas en sección simple: Area (A), Distancia a la fibra inferior (Yi), Distancia a la fibra superior (Ys), Módulo de sección correspondiente a la fibra inferior (Si), Módulo de sección correspondiente a la fibra superior (Ss) y Momento de inercia (I).

Prop. S.C.- Propiedades geométricas en sección compuesta.

Wfirme.- Carga repartida debida al peso del firme. Kg/m.

Wlosa.- Carga repartida debida al peso de la losa cuando se trata de una trabe portante.

Wsc.- Carga repartida debida a la sobrecarga (Carga muerta)

Wcv.- Carga repartida debida a la carga viva.

P.- Carga concentrada debida a una sobrecarga. Kg.

Wpp.- Carga repartida debida al peso propio de la pieza.

Mpp.- Momento producido por el peso propio.

Mfirme.- Momento producido por el firme.

Msc.- Momento producido por la sobrecarga.

Mcv.- Momento producido por la carga viva.

Mp.- Momento producido por la carga concentrada.

Mpos.- Momento positivo obtenido del análisis del marco cuando se obliga la continuidad en la pieza.

Fipp y Fapp.- Esfuerzos inferior y superior debidos al peso propio.

Fif y Fsf.- Esfuerzos inferior y superior debidos a. firme.

$F_{iac}$  y  $F_{sac}$ .- Esfuerzos inferior y superior debidos a la sobrecarga.

$F_{icv}$  y  $F_{scv}$ .- Esfuerzos inferior y superior debidos a la carga viva.

$E'$ .- Distancia del centroide del acero de presfuerzo a la base de la pieza.

$N_t$ .- Número de torones por fila.

$D_t$ .- Distancia de la fila de torones  $i$  con respecto a la base.

$N_T$ .- Número de torones totales.

$F_e$ .- Fuerza efectiva de presfuerzo.

$F_{ipres}$  y  $F_{spres}$ .- Esfuerzos inferior y superior debidos al presfuerzo.

$F'_{ic}$ .- Resistencia a la compresión del concreto al momento del presfuerzo inicial.  $Kg/cm^2$ .

$F_{pu}$ .- Resistencia especificada a la tensión de los cables o torones de presfuerzo,  $Kg/cm^2$ .

$A_{aa}$ .- Acero de refuerzo adicional para la condición de ruptura.

$F_y$ .- Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo no presforzado  $Kg/cm^2$ .

$T_u$ .- Fuerza de Tensión proporcionada por el acero de presfuerzo y el de refuerzo.

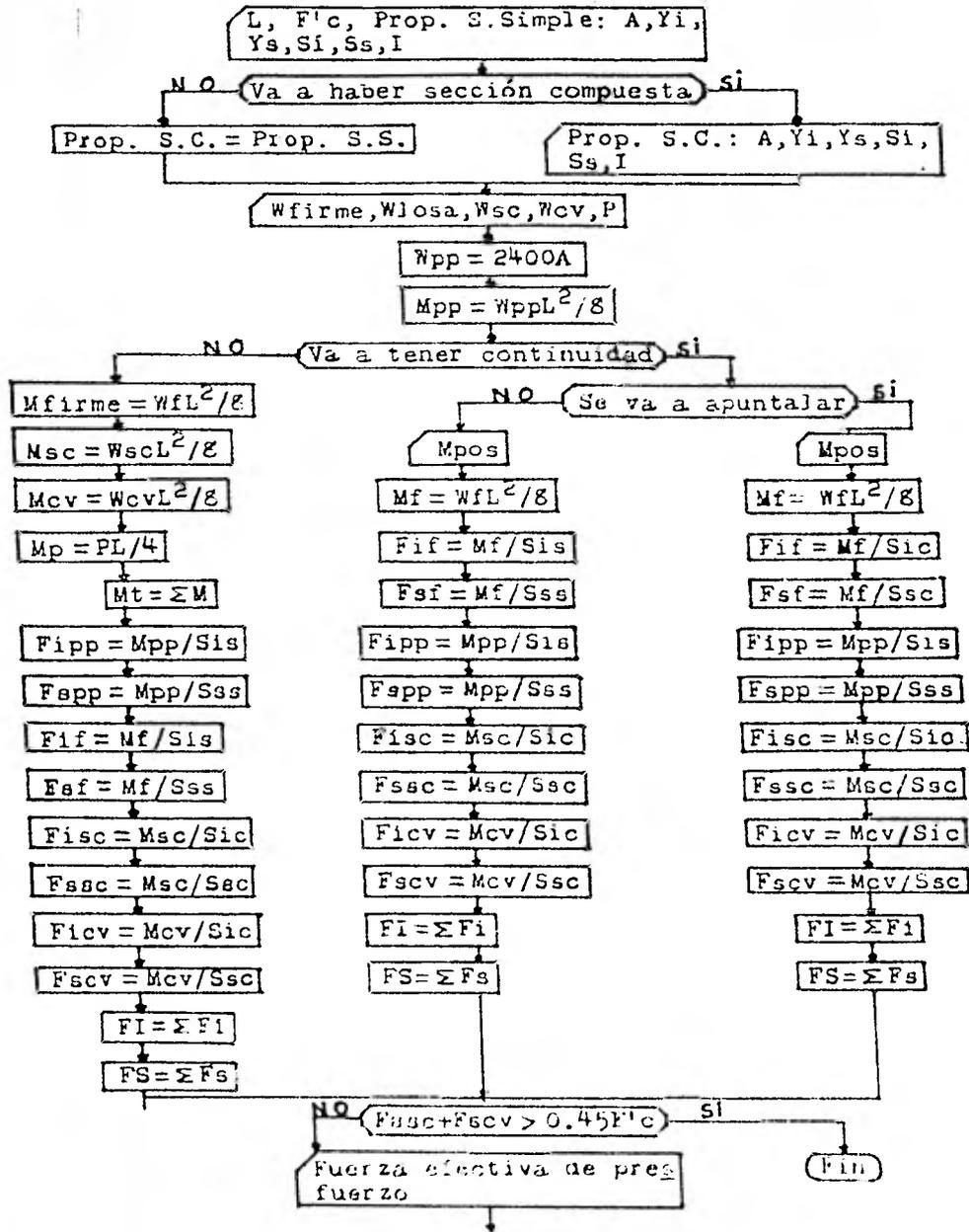
$A_{ec}$ .- Area equivalente de concreto trabajando a compresión para equilibrar la tensión.

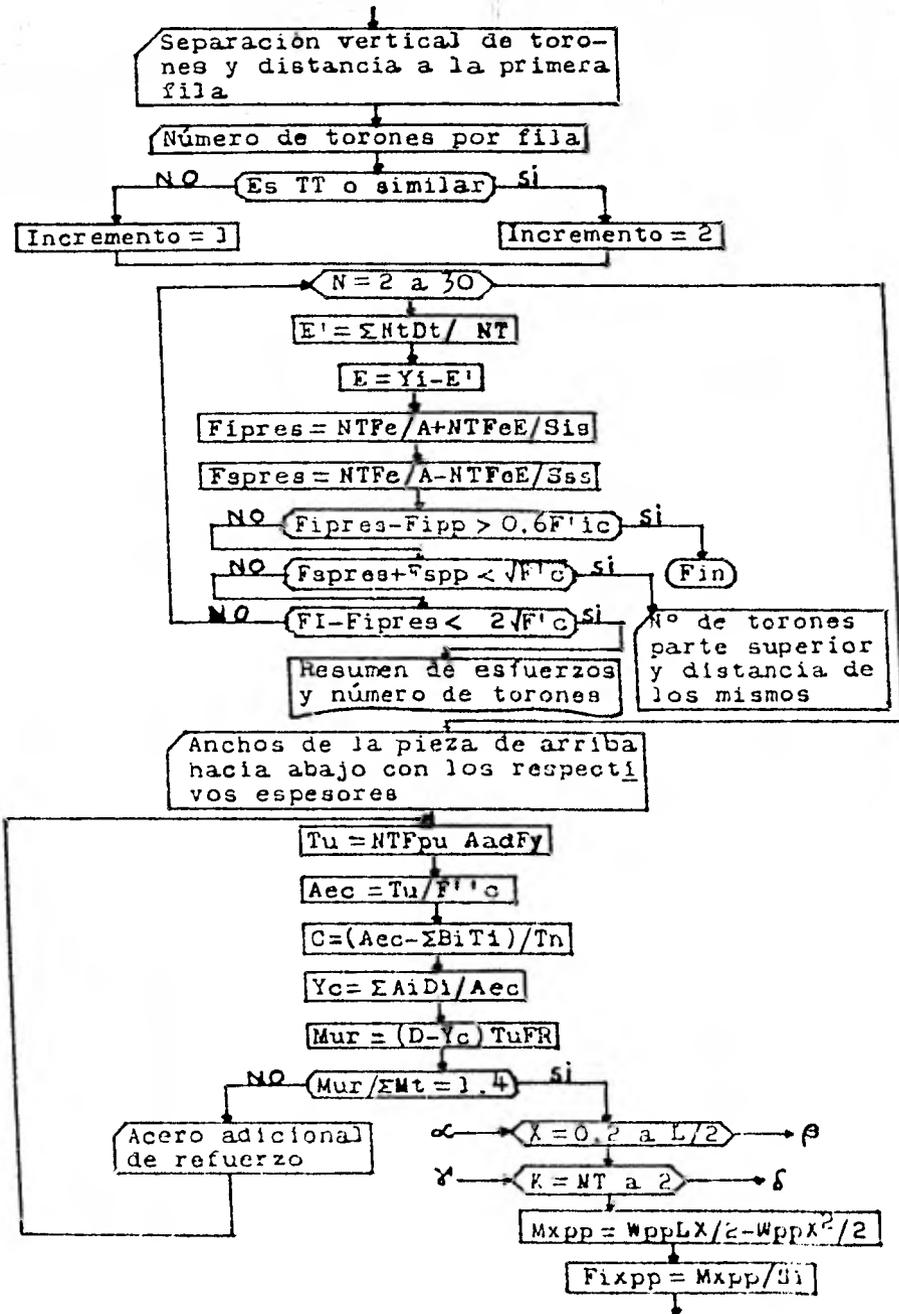
$B_i$ .- Ancho  $i$  de la pieza.

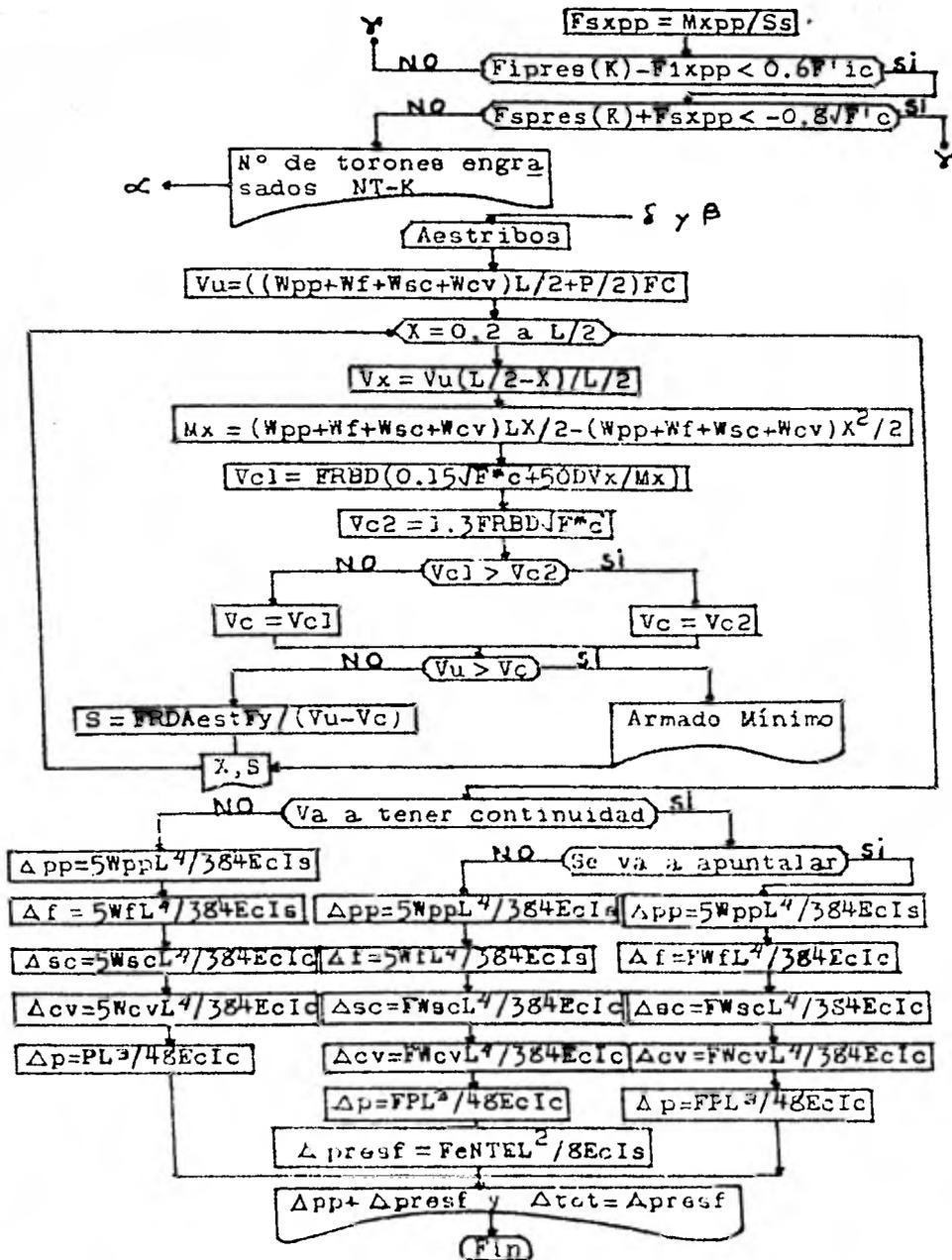
$T_i$ .- Espesor  $i$  de la pieza.

- Tn.- Último espesor considerado.
- Yc.- Distancia del centroide del bloque equivalente a compresión con la fibra superior.
- D.- Peralte efectivo de la pieza.
- FR.- Factor de reducción.
- Mur.- Momento último resistente.
- Mxpp.- Momento debido al peso propio a una distancia x del extremo.
- Fixpp y Fxpp.- Esfuerzos inferior y superior debidos al peso propio a una distancia x del extremo.
- Vu.- Fuerza cortante última debida a todas las cargas. Kg.
- FC.- Factor de carga.
- Vx y Mx.- Fuerza cortante y momento flexionante a una distancia x del extremo.
- B.- Ancho considerado para tomar los efectos del cortante.
- Vc.- Fuerza cortante que toma el concreto.
- Aest.- Area nominal del estribo.
- S.- Separación de los estribos.
- Ec.- Módulo de elasticidad del concreto.
- App.- Flecha producida por el peso propio. cm.
- Af.- Flecha producida por el firme.
- Asc.- Flecha producida por la sobrecarga.
- Acv.- Flecha producida por la carga viva.
- Ap.- Flecha producida por la carga concentrada.
- Apresf.- Contraflecha producida por el presfuerzo.

## PROGRAMA: TRABES Y LOSAS PRESFORZADAS







LISTADO:

PROGRAMA DE DISEÑO DE TRABES RECTANGULARES

```

1 DIMA(7), M(5), X(L/2), S2(4), S3(2), A2(5), AS(5), M1(7), M2(7), S1(4), YA(3), YB(5)
2 PRINT "MOMENTO DERECHA POR SISMO, MOMENTO IZQUIERDA POR SISMO, MOMENTO DERECHA CARGA REDUCIDA, MOMENTO IZQUIERDA CARGA REDUCIDA,
NOTA: TODOS LOS MOMENTOS Y CARGAS SON DE SERVICIO, LAS UNIDADES SON EN KGS. Y EN CM. EN TODOS LOS CASOS"
3 INPUT M1, M2, M3, M4
4 PRINT "MOMENTO DERECHA CARGA TOTAL, MOMENTO IZQUIERDA CARGA TOTAL, CARGA PUNTUAL, CARGA UNIFORME"
5 INPUT M5, M6, P5, M5
6 PRINT "BASE, ALTURA Y PUNTO DE LA TRABE, CLARO DE LA TRABE, FC, FY"
7 INPUT B, H, D, L, FC, FY
8 PRINT "LAS ARMES NOMINALES DE ACERO DE 5/16 A 1 1/8 SON:"
9 FOR I=1 TO 7
10 READ A(I)
11 PRINT TAB(20); USING "0.00 "; A(I)
12 NEXT I
13 DATA 0.49, 0.71, 1.27, 1.90, 2.85, 5.07, 7.92
14 F1=0.8*FC
15 IF F1>250 THEN 50 ELSE
16 F2=0.85*F1
17 GOTO 55
18 F2=(L.05-F1/1250)*F1
19 IF (M1+M3)=(M2+M4) THEN 60 ELSE
20 GOTO 90
21 IF (M1+M3)+1.1>=L.4*M5 THEN 80 ELSE
22 M1=L.4*M5
23 M1=(M1+M3)+1.1
24 M1=L.4*M5
25 M1=(M2+M4)+1.1
26 P5=L.1*P5; M5=L.1*M5
27 GOTO 120
28 IF (M2+M4)+1.1>=M6*1.4 THEN 110 ELSE
29 M1=L.4*M5
30 M1=(M2+M4)+1.1
31 P5=L.1*P5; M5=L.1*M5
32 MP=(P5*L/4+M5/LI2)-FGS*(M5-M6)/2+M6
33 FOR I=1 TO 5
34 READ YA(I)
35 NEXT I
36 DATA "NEGATIVO IZQ.", "NEGATIVO DER.", "POSITIVO", "INMERSION DER.", "INMERSION IZQ."
37 M(1)=M1; M(2)=M1; M(3)=MP
38 ME=(M1-M3)+1.1
39 IF ME<=0 THEN 135 ELSE
40 M(4)=ME
41 M(4)=(M2-M4)+1.1
42 IF M(4)<=0 THEN 138 ELSE
43 M(5)=M(4)
44 FOR I=1 TO 5
45 PRINT M(I); NEXT I
46 FOR I=1 TO 5 IF M(I)<=0 THEN 262 ELSE
47 C=M(I)/(0.9+0.9*F2*(L/2))
48 Q=(2-SQR(4-0+C))/2
49 P=0*FY
50 AS(I)=P+B*Q
51 IF FGS(I)>=0.7*B+C*SQR(FC)/FY THEN 160 ELSE
52 FG(I)=0.7*B+C*SQR(FC)/FY; GOTO 163
53 TU=FG(I)*FY
54 A1=TU/B+F2
55 C1=PL/A1
56 EY=0.001*(D-C1)/C1
57 E1=0.75*EY
58 IF E1<=0.0021 THEN 215 ELSE
59 A2(I)=0; PRINT "LA DECCION ES SUB-DEFINIDA"
60 GOTO 240

```

```

410 PRINT "LA SECCION ES DOBLEMENTE MAS LARGA"
420 GOTO 300 IF NOT GOTO 300
430 NEXT I
440 CO=AC/16*F2
450 B=CO*(D-RE/2)+0.5
460 B=(B*1)-161
470 A2=(A2+1)*2.347*(D)
480 PRINT "NUMERO DE VARILLAS ADICIONALES DE 5/16 A 10/16 NECESARIAS"
490 PRINT "INCREMENTO EN ESTUCCO=";YR(1)
500 FOR J=1 TO 7
510 N=CO+AC(1)/R(1)
520 PRINT N(1)
530 NEXT J
540 PRINT "NUMERO DE VARILLAS DE 5/16 A 10/16 NECESARIAS"
550 PRINT "INCREMENTO EN ESTUCCO=";YR(1)
560 FOR J=1 TO 7
570 N=CO+AC(1)/R(1)
580 PRINT N(1)
590 NEXT J
600 GOTO 300
610 RE=1/8
620 NEXT I
630 LPRINT "ACERO NEGATIVO 120 *AG(1), ACERO NEGATIVO DER. *AG(2), ACERO POSITIVO *AG(3), ACERO DE INVERSION 120 *AG(4), ACERO DE
INVERSION DER. *AG(4), ACERO P.D.C. EN NEG. 120 *AG(1), ACERO P.D.C. EN NEG. DER. *AG(2)
640 PRINT "ACERO P.D.C. POSITIVO *AG(3), ACERO P.D.C. DE INVERSION DERECHA *AG(4), ACERO P.D.C. DE INVERSION 120 *AG(1)
650 FOR I=1 TO L/2 STEP 1/2
660 W=RES*(1+1/2)*PI*(D)/4*(L/2)
670 W=(W+1)/2*(L/2+1)*PI*(D)/4
680 IF W=0 THEN 695 ELSE
690 NEXT I
700 PRINT "DISTANCIA DEL PLATO DE INFLEXION ES=";L
710 PRINT "REVISION POR CORTEANTE POR GRAN METRO"
720 FOR I=1 TO L/2 STEP 1/2
730 W=(L/2+1)*PI*(D)/4*(L/2)
740 FOR I=1 TO L/2
750 IF W=0 THEN 695 ELSE
760 NEXT I
770 END
780 PRINT "CARGAS ESTRIAS DEL NUMERO L"
790 INPUT R
800 IF R="SI" THEN 810 ELSE
810 S=0.5+200*(R/100)
820 S=0.5+200*(R/100)
830 IF S=0 THEN 840 ELSE
840 S=0
850 GOTO 840
860 S=0
870 PRINT "SEPARACIONES DE ESTRIBOS LE QUE SE SON SENCILLAS + DOS ESPACIOS, DISTANCIA ENTRE EL CENTRO DE UNO
880 FOR I=1 TO L
890 S1=1/2*(R/100)
900 S2=1/2*(R/100)
910 PRINT S1;S2
920 NEXT I
930 S=0
940 S=0
950 PRINT "SEPARACIONES DE ESTRIBOS CONTINUAS DEL NUMERO L + DOS ESPACIOS, DISTANCIA ENTRE EL CENTRO DE UNO
960 NEXT I
970 FOR I=1 TO L
980 S1=1/2*(R/100)
990 S2=1/2*(R/100)

```

```
444 AN=AS(5)+A2(I)+B.7*B+D*SQR(FC)/FY:AP=AS(I)
450 A1=B/2
455 NT=2.1E06/(10000*SQR(FC))
460 B1=NT*AP+NT*AN
470 TI=NT*AN*(H-D)+NT*AP*D
480 CG=(-B1+SQR(B12+4*AI*TI))/(2*AI)
490 IF CG<0 OR CG>0 THEN 510 ELSE
500 CG=(-B1-SQR(B12+4*AI*TI))/(2*AI)
510 VA(I)=(B+CG*I3)/3+NT*AN*(CG-(H-D))*I2+NT*AP*(D-CG)I2
520 NEXT I
522 FOR I=1 TO 2
525 YI=YI+VA(I)
530 NEXT I
535 YI=YI+VA(2)*2
536 Y=YI/4
540 MO=(MS/8)*LI2
545 MM=MO-B.5*(MG+MS)
550 KC=L2-B.2*(MO/MM)
555 FM=((5/48)*KC*MM*LI2)/(10000*SQR(FC)+Y)
556 IF PS=0 THEN 576 ELSE
560 MS=PS*L/4
565 MS=MS
570 KP=B.8
575 FP=((5/48)*KP*MO*LI2)/(10000*SQR(FC)+Y)
576 PRINT"TECLEA LA RELACION DE CARGAS MUERTAS A CARGAS TOTALES"
577 INPUTP
580 FT=FM+FP+MP*(FM+FP)*(2-L2*(AN/AP))
585 FR=(L/500)+B.5
590 IFFT*FR THEN 610 ELSE
600 PRINT"LA FLECHA ES=";FT, "LA FLECHA PERMISIBLE ES=";FR
605 PRINT"PASA LA SECCION"
606 END
610 PRINT"NO PASA LA SECCION"
615 END
```

LISTADO:

PROGRAMA DE DISEÑO DE COLUMNAS

```

10 DIM B(7),H(7),L(7),V(7),R(2),AL(4),MD(2),E(2),BR(2),RC(2),V(2),PR(2),VU(2)
11 CLS
12 FOR V=10 TO 40 STEP 20
13 FOR X=20 TO 100
14 SET(X,V)
15 NEXT X,V
16 FOR V=10 TO 47
17 X=5 SET(X,V)
18 NEXT V
19 PRINT#18,"* COLUMNA EN ESTUDIO *":FOR X=1 TO 2
20 IF X=1 THEN PRINT"ANALIZAREMOS EN DIRECCION X-X" ELSE PRINT"ANALIZAREMOS EN DIRECCION Y-Y"
21 PRINT"BASE, PERALTE Y CLARO DE TRASE DE IZQ. A DER. Y DEL NUCOSUPERIOR AL INFERIOR. NOTA: LAS UNIDADES DEBEN TECLARSE EN PG. Y EN
CA. LAS LONGITUDES DE LAS PIEZAS SIEMPRE DEBEN SER MAYORES QUE CERO"
22 FOR M=1 TO 4
23 INPUT B(M),H(M),L(M)
24 NEXT M
25 PRINT"BASE, PERALTE Y ALTURA DE ENTREPISO DE ARRIBA HACIA ABAJO A PARTIR DEL NUCO SUPERIOR"
26 FOR M=5 TO 7
27 INPUT E(M),H(M),L(M)
28 NEXT M
29 FOR M=1 TO 7
30 V2(M)=(B(M)+H(M))/2
31 NEXT M
32 FOR M=5 TO 6
33 SC=SC+V2(M)*L(M)
34 NEXT M
35 FOR M=1 TO 2
36 ST=ST+V2(M)*L(M)
37 PS=SC/ST
38 PRINT"EL NUCO INFERIOR ES EMPOTRAMIENTO O ARTICULACION O NINGUNA DE LOS OCHOS ANTERIORES?" INPUT P#
39 IF P#="EMPOTRAMIENTO" THEN DO# ELSE
40 IF P#="ARTICULACION" THEN DO# ELSE
41 FOR M=6 TO 7
42 H(M)=V2(M)*L(M)
43 NEXT M
44 FOR M=5 TO 4
45 H(M)=V2(M)*L(M)
46 NEXT M
47 F1=H(4)
48 GOTO100
49 F1#
50 GOTO100
51 F1#
52 GOTO100
53 F1#
54 DO# DO# 5
55 PRINT" EL NUCO ESTA EMPOTRADO PARA DESPLAZARSE INTERAMENTE?" INPUT S#
56 IF S#="SI" THEN 41# ELSE
57 FOR X=1 TO 2 STEP 0.05
58 DO IF (F1#*PS+X*(1416.1416*(12-20)*6*(F1#S)))
59 THEN DO 1416.1416*(12-20)*6*(F1#S)
60 IF S#="SI" THEN DO# ELSE
61 NEXT X
62 IF F1#>0 THEN DO# DO# 5 GOTO100 ELSE
63 GOTO100
64 FOR I=0 TO 5 TO 1 STEP 0.05
65 DO IF (F1#*PS+I*(1416.1416*(12-20)*6*(F1#S))) THEN DO 1416.1416*(12-20)*6*(F1#S)
66 IF F1#>0 THEN DO# ELSE
67 NEXT I
68 IF F1#>0 THEN DO# DO# 5 GOTO100 ELSE
69 PRINT"TECLAR EL NUCO Y LAS ALTURAS Y EL TIPO DE UNIDADES DEBEN"
70 INPUT MD,PR,RC

```



```

1090 GOTO 1170
1100 NEXT X
1110 RS=RS+2
1120 P0=0.25*(F2*BX1)+RC(X)+RS*4200+
1130 0.1*(L1*PR1)+(L1*PR2)-(L1*P0)
1140 IF Q0P0 THEN PRINT"LA COLUMNA PASA POR FLEXION BIVIAL".PRINT"RS=";RS GOTO 1170 ELSE
1150 PRINT"DESCARGA PERSISTENTE POR QRESLER=";U
1160 PRINT"PROFEN SIN DESCARGA PERSISTENTE"
1162 INPUT FU
1164 GOTO 660
1170 PRINT"TELER LOS DOS CORTANTES PRINERO EN DIRECCION X-X Y DESPUES Y-Y"
1180 FOR M=1 TO 4
1190 PERCAL(M)
1200 NEXT M
1210 DATA 96.1,42.2,54.3,56
1220 FOR P=1 TO 2
1230 INPUT V0(P)
1240 VC=0.5*(2*BX1)+RC(X)+SOP(F1)
1250 IF P0/PB THEN 1280 ELSE
1260 FT=1+0.007*P0/(RC(X)+BX1*X)
1270 GOTO 1340
1280 IF FC=0.7*(F1+BX1)*RC(X)+2000*RS THEN 1330 ELSE
1290 FV=BX1)*RC(X)+F2+RS*4200
1300 IF FV=FD THEN FT=1+0.007*FV/(RC(X)+BX1*X) GOTO 1340 ELSE
1310 FT=1+0.007*FV/(RC(X)+BX1*X)+P0/PB
1320 GOTO 1340
1330 FT=1+0.007*P0/(RC(X)+BX1*X)
1340 VT=FT*VC
1350 IF VT=V0 THEN PRINT"LA SECCION PASA POR CORTANTE CON FORMAS MINIMAS 5.7-14.0 ELSE
1360 PRINT"SEPARACION DE ESTRIBOS EN LOS RANGOS DE 5.10 A 5.95"
1365 IF P=1 THEN PRINT"ESTAMOS ANALIZANDO SENTIDO X-X" ELSE PRINT"ESTAMOS ANALIZANDO SENTIDO Y-Y"
1370 FOR M=1 TO 4
1380 SUMA=0.8*4200*RC(X)*AL(M)/(L1-VT)
1385 IF SUMA/AL(M)=0.8*4200*RC(X)+BX1*V0 THEN SUMA/AL(M)=0.8*4200+1.5*BX1*V0 ELSE
1390 PRINT SUMA
1400 NEXT M
1410 NEXT X
1420 END

```

LISTADO:

PROGRAMA DE DISEÑO DE LOSAS

```

10 DIM A(7), H(20), HS(15), I(2), B(13), BM(3), HOC(3), H(2), D(20), S(1), Y(20)
11 FOR J=6 TO 15
12 READ V(J)
13 NEXT J
14 DATA NEG, INT, FRANJA COLUMNA, NEG, INT, FRANJA INTER, NEG, INTERIOR, FRANJA COLUMNA, NEG, INTERIOR, FRANJA INTER, NEG, EXT,
FRANJA COLUMNA, NEG, EXT, FRANJA INTER, POS, INT, FRANJA COLUMNA, POS, INT, FRANJA INTER
15 DATA POS, FRANJA COLUMNA, POS, FRANJA INTER
20 PRINT "TECLER LAS CARGAS ULTIMAS EN KG/ FOR METRO CUBADO, SUPONEMOS UN ESPESOR DE LOSA"
30 INPUT M0
40 PRINT "TECLER LA LONGITUD DE LOS LADOS CONTINUOS, CMS "
50 INPUT L0
60 PRINT "TECLER LA LONGITUD DE LOS LADOS DISCONTINUOS, CMS "
70 INPUT LD
80 D1=(L0+LD+1.25)/200
90 C1=D1*0.034*(0.6+200*H0/1.41)*.25
100 MF=C1*2
110 PRINT "EL ESPESOR SUPUESTO EN LAS CARGAS FUE=";MF
120 INPUT S1
130 IF S1="NO" THEN PRINT "PROPON OTRO ESPESOR", GOTO 80 ELSE
150 PRINT "TECLER EL ANCHO TRIBUTARIO DE LOSA SEGUN EL METODO DIRECTO"
160 INPUT L1
170 PRINT "TECLER LA LONGITUD DE LOSA EN EL SENTIDO DE ANALISIS"
180 INPUT LN
190 PRINT "TECLER LA BASE Y LA ALTURA DE LA TRAZA DE LA FRANJA DE COLUMNA "
200 INPUT B1,H1
210 H1=H1-MF
215 PRINT "LA TRAZA TIENE LOSA EN AMBOS LADOS"
220 INPUT T1
230 IF T1="NO" THEN B1=B1+H1, B2=B1+MF GOTO 40 ELSE
240 B1=B1+2*H1
250 B2=B1+MF
240 IF B1<=0 THEN B1=0 ELSE B1=B1
242 B(1)=B1, B(2)=B1+MF, H(1)=H1
250 GOSUB 1290
255 PRINT "EL TABLERO ES DE BORDE"
256 INPUT R1
260 IF R1="NO" THEN GOTO 420 ELSE
270 R1=4+15/LN
280 R1=4+15/LN
290 PRINT "LA ESTRUCTURA TIENE DOS O MAS NIVELES Y NO ES LOSA DE AZOTEN"
300 INPUT T1
310 IF T1="SI" THEN N1=2 ELSE N1=1
320 PRINT "TECLER LAS DIMENSIONES DE LA COLUMNA, BASE, ALTURA Y ALTURA DE ENTREPISO"
330 INPUT B2,H2,L1
340 C1=(B2+H2)/12
350 C1=C1+4.1E
355 IF V1="SI" THEN H1=H2, B1=H2, H1=H3 ELSE
360 C2=(1-0.03*MF/B1)*(H1/2)+B1*(1-0.03*MF/M1)*(H1/2)+H1/2
370 T1=(C2*(L1+1)-B1*(L1+1))
380 H1=(L1*(L1+1)+T1)/L1
390 IF R1="NO" THEN H1=2 ELSE H1=1
400 R1=(L1*(L1+1)+T1)/L1
410 EF=C2/(L1+1)
420 AL=(L1*(L1+1)+T1)/L1
430 IF M1=1 THEN F1=0.05 ELSE F1=0.25*M1
440 PL=L1*(L1+1)+T1, M1=(M1*(L1+1)+T1)/L1
450 IF R1="SI" THEN S1A ELSE
460 M1=0.05*M1
470 M1=0.25*M1
480 F1=0.05*(L1+1)+0.9
490 F2=F1+0.25*(L1+1)
500 M1C1=F1*(L1+1)
510 M1C2=F2*(L1+1)

```

```

520 MD(7)=(1-F2)*MH
530 F5=(F1-0.6)*ML+0.6
540 MD(2)=F5*FD*MP
550 MD(12)=F5*(1-FD)*MP
560 MD(13)=(1-F5)*MP
570 GOTO255
580 MI=(0.75-0.1/(1+L/RC))*MO
590 MS=(0.63-0.28/(1+L/RC))*MO
600 ME=(0.65/(1+L/RC))*MO
610 MD(3)=F2*FD*MI
620 MD(8)=F2*(1-FD)*MI
630 MD(9)=(1-F2)*MI
640 MD(4)=F5*FD*MS
650 MD(14)=F5*(1-FD)*MS
660 MD(15)=(1-F5)*MS
670 F7=(F1-1)*(BF/2.5)+1
680 FB=ABS(0.25*(BF/2.5)-1)
690 F9=(F7-F8)*ML+FB
700 MD(5)=F9*FD*ME
710 MD(10)=F9*(1-FD)*ME
720 MD(11)=ABS(1-F9)*ME
730 FOR L=1 TO 7
740 READ A(L)
750 NEXT L
760 DATA 49, 8, 71, 1, 27, 1, 98, 2, 85, 5, 87, 7, 92
770 PRINT"TECLER F/C"
780 INPUT FC
790 F1=0.8*FC
800 IF F1>250 THEN F2=(1.05-F1/1250)*F1:GOTO820 ELSE
810 F2=0.65*F1
820 PRINT" Momentos flexionantes de traves"
830 PRINT" TALEPO INTERIOR"
840 PRINT" MOMENTO NEGATIVO=";MD(1), " MOMENTO POSITIVO=";MD(2)
850 PRINT" TALEPO DE BORDE"
860 PRINT" MOMENTO EXTERIOR NEGATIVO=";MD(5), " MOMENTO INTERIOR NEGATIVO=";MD(11)
870 PRINT" MOMENTO POSITIVO=";MD(4)
880 FOR I=6 TO 15
890 IF V4="S1" THEN 970 ELSE
895 MD(I)=MD(I)+100*Z/(L2-6E)
900 C=MD(I)/(8.9*100*Z*(HF-3)/2)
910 Q=(2-50*(4-8*C))/2
920 P=Q*F2/4200
930 AS(I)=F+100*(HF-3)
940 AM=450*HF/(4200*(100+HF))
950 AM=AM+100
960 IF AM<AS(I) THEN AS(I)=AM ELSE
965 GOTO1170
970 MD(I)=MD(I)/2
971 IF I<11 THEN 1150 ELSE
980 C1=(H2+H 2*H2)/2*H2
990 H=H1-5*H2/4=C1+H 3
1000 IF MD(I) THEN 1080 ELSE
1010 A1=H1*F2/2
1020 A2=H1*F2*(H1-5)
1030 C=(MD(I)+3.2)*F2*(A2-A1)+H2*(H1-5)+H2/2)
1040 A=(H2-50*(4-8*C))/2
1050 C=C+MD(I)*F2*(2*(H2+H1)/H2)
1060 H=H1-C/4.5
1070 GOTO1170
1080 C=(MD(I)+3.2)*F2*(A2+H1-5)+H2/2)
1090 A=(2-50*(4-8*C))/2
1100 F=Q*F2/4200
1110 AS(I)=F*(H2/2)*(H1-5)
1120 GOTO1170
1130 C=(MD(I)+3.2)*F2*(A2+H1-5)+H2/2)
1140 A=(2-50*(4-8*C))/2

```

```

1150 F=9*F2/4200
1160 AS(1)=F*AL(2)/H1-F1
1170 NEXT I
1175 IF F1=0 THEN 1260 ELSE
1180 FOR I=6 TO 15
1185 PRINT"MOVIMIENTO EN ESTUDIO=";V(I)
1190 FOR L=1 TO 4
1200 S(L,L)=100*AL(2)/REC(L)
1210 PRINT"SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS=";A(L)
1220 PRINT$(L,L)
1240 NEXT L
1245 PRINT"OPRIME LA TECLA DE ENTER PARA CONTINUAR"
1246 INPUT W
1250 NEXT I
1260 PRINT"AREA DE ACERO NECESARIO"
1270 PRINT"CLARO INTERIOR"
1280 PRINT"NEGATIVO FRANJA DE COLUMNA AS=";AS(6)
1290 PRINT"NEGATIVO FRANJA INTERMEDIA AS=";AS(7)
1300 PRINT"POSITIVO FRANJA DE COLUMNA AS=";AS(12)
1310 PRINT"POSITIVO FRANJA INTERMEDIA AS=";AS(13)
1315 PRINT"CLARO DE BORDE"
1320 PRINT"NEGATIVO INTERIOR FRANJA DE COLUMNA AS=";AS(8)
1330 PRINT"NEGATIVO INTERIOR FRANJA INTERMEDIA AS=";AS(9)
1340 PRINT"POSITIVO FRANJA DE COLUMNA AS=";AS(14)
1350 PRINT"POSITIVO FRANJA INTERMEDIA AS=";AS(15)
1360 PRINT"NEGATIVO EXTERIOR FRANJA COLUMNA=";AS(10)
1370 PRINT"NEGATIVO EXTERIOR FRANJA INTERMEDIA AS=";AS(11)
1380 END
1390 PRINT"ES LOSA RETICULAR?"
1400 INPUT V
1410 IF V="NO" THEN NS=1.GOTO1460 ELSE
1420 PRINT"TECLER LA SUMA DE LAS DIMENSIONES DE TODOS LOS NERVIOS DE LA CI QUENTE MANERA:"
1430 PRINT"TECLER EL ANCHO DE LOS NERVIOS, EL ESPESOR DE TODO EL SISTEMA (VE FIG 9) Y EL ESPESOR DE LA ZONA DE COMPRESION"
1440 INPUT AL,HL,H2
1450 A2=L2-BE;H3=H1+H2;NS=2
1460 BC(1)=BE;BN(1)=BN;HO(1)=H;HN(1)=H1
1470 BC(2)=A2;BN(2)=AL;HO(2)=H2;HN(2)=H1
1480 FOR I=1 TO NS
1490 K=(1+((BC(I)/BN(I))-1)*(HO(I)/HN(I)))/(4-6*(HO(I)/BN(I))+(4*(HO(I)/BN(I))^2)+((BC(I)/BN(I))-1)*(HO(I)/HN(I))^2)/(1+((BC(I)/BN(I))-1)*(HO(I)/HN(I)))
1500 I(I)=(F+BN(I)+HN(I)/3)/12
1510 NEXT I
1520 IB=I(1)
1530 IF NS=2 THEN IS=I(2) GOTO1545 ELSE
1540 IS=(L2-BE)/NT(3)/12
1545 HL=IB/IS
1550 RETURN

```

LISTADO:

PROGRAMA DE OBTENCION DE PROPIEDADES GEOMETRICAS

```

1 PRINT "LAS AREAS SE DEBEN DE DAR DE ABAJO HACIA ARRIBA          EMPEZANDO CON TODOS LOS CIRCULOS CUANDO HAYA ALIGERAMIENTO
  PRINT "DA PROPIEDADES DE SECCION SIMPLE                      SEGUNDO DA PROPIEDADES DE SECCION COMPUESTA"
10 DIM B(10),V(10),H(10),R(10),V(10),R(5),C(5),N(10)
20 PRINT "CANTAS AREAS SECCION COMPUESTA: CANTAS AREAS DE SECCION SIMPLE"
30 INPUT N1,N5
40 N=N1-1
50 GOTO 70
60 N=N1-1
65 R1=0,S1=0,R1=0,V1=0,S1=0,H1=0,H1=0,V5=0,S1=0,S5=0,LC=0
70 FOR I=0 TO N
80 PRINT " EL AREA ES UN CIRCULO (S1=1, N0=0)"
90 INPUT L
100 IF L=0 GOTO 130 ELSE
110 PRINT " EL RADIO: DISTANCIA DE LA BASE DE LA PIEZA AL CENTROIDE"
120 INPUT R(1),C(1)
130 PRINT "AREA NO. ",I,PRINT "EL RADIO VALE ",R(1),PRINT "DISTANCIA BASE-CENTROIDE ",C(1)
140 R(1)=5.1416*(R(1))2
150 V(1)=C(1)
160 H(1)=2.1416*(R(1))1/4
165 LC=LC+1
170 NEXT I
180 FOR I=LC TO N
185 PRINT "BASE INFERIOR, SUPERIOR, ALTURA DE CADA AREA CON SU SIGNO (NEGATIVO SI SE RESTA, NADA SI ES POSITIVO) "
190 INPUT B(1),V(1),H(1)
200 PRINT "AREA NO. ",I,PRINT "BASE INFERIOR", B(1),PRINT "BASE SUPERIOR", V(1),PRINT "ALTURA ", H(1)
210 R(1)=R(1)+2*(B(1)+V(1))
220 H(1)=H(1)+2*(B(1)+V(1))/2+(B(1)+V(1))/2+(B(1)+V(1))
221 PRINT " EL AREA QUE SE VA A RESTAR, ESTA DENTRO DE LA PIEZA?(S1=1, N0=0), ALTURA A LA BASE DEL AREA"
222 INPUT S1, N5
230 IF I=0 GOTO 225 ELSE
231 V(1)=V(1)+RES(N5)/2*(B(1)+2*(V(1)))+(B(1)+V(1)),GOTO 240
232 V(1)=H(1)+RES(N5)/2*(B(1)+2*(V(1)))+(B(1)+V(1))
233 H(1)=H(1)
240 NEXT I
250 FOR I=0 TO N
260 R1=R1+R(1)
270 S1=S1+H(1)
280 R1=R1+R(1)*V(1)
290 NEXT I
300 V1=V1+V(1)
310 FOR I=0 TO N
320 S1=S1+R(1)+V(1)-V1*2
325 NEXT I
330 H1=H1+H(1)
340 V5=V5+V(1)
350 S1=H1*V1
360 S1=H1*V5
370 PRINT "OTERES SECCION COMPUESTA (S1=1, N0=0)"
380 INPUT J1
390 IF J1=1 GOTO 60 ELSE
400 END

```

LISTADO:

PROGRAMA DE DISEÑO DE PIEZAS PREESFORZADAS

```

10 INPUT S0, P0, S1, E1, T0, T1, C0, Y0, X0, A, L, B,
15 PRINT "TECLER LA LONGITUD DE LA PIEZA EN METROS Y EL P.D. DEL COMPLETO EN UNO CUALQUIER LUGAR"
20 PRINT "TECLER PROPIEDADES GEOMETRICAS EN SECCION SIMPLE (AREA, VOLUMEN, CARGA PORTANTE, INERCIA EN CMS )
30 INPUT RL, Y1, Y2, S1, S2, IC
40 PRINT "LA PIEZA VA A TRABAJAR EN SECCION COMPUESTA"
50 INPUT S4
60 IF S4="NO" THEN 100 ELSE
70 PRINT "TECLER PROPIEDADES GEOMETRICAS EN SECCION COMPUESTA (AREA, VOLUMEN, CARGA PORTANTE, INERCIA EN CMS )
80 INPUT R2, Y3, Y4, S3, S4, IC
90 GOTO 110
100 R0=RL, Y0=Y1, Y4=Y2, S0=S1, S4=S2, IC=IC
110 PRINT "TECLER LA CARGA MAS POR METRO LINEAL EN ESTE GRUPO"
120 PRINT "TIENE + CARGA SI EL PORTANTE + S. CARGA - C. VIVA. CARGA POSITIVA SI LA HAY"
130 INPUT M, N, M, N, P, N
140 PRINT "LA PIEZA VA A TENER CONTINUIDAD?"
150 M=RL+2400/10000
160 N=(LP+LC)/2/8
165 INPUT P4 IF P4="SI" THEN 230 ELSE
170 N=(LP+LC)/2/8
180 M=(L+GAL+L2)/2+P4*LC/4
210 M=(LP+LC)/2/8 P4=M*100/S1, P5=M*100/S2, P6=M*100/S3, P7=M*100/S4
220 N1=M*P4+P5*M
230 F1=(M*P4/100/S1)+P5*F3
240 F5=(M*P4/100/S2)+P5*F4
250 GOTO 330
260 PRINT "TECLER EL MOMENTO POSITIVO AL CENTRO DEL CILINDRO CONSIDERADO CONTINUO EN KG CM"
270 INPUT M2
280 PRINT "SE VA A APUNTALAR LA PIEZA"
290 INPUT T4
300 IF T4="SI" THEN 370 ELSE
305 M2=M2+P4*LC/2/2
310 M5=M2*P4, P8=M2*100/S1, P9=M2*100/S2
320 M7=M2*P8
330 F1=M2*100/S1+(M2*100/S2)
340 F5=M2*100/S2+F3*2+100/S1, F6=M2*100/S4
350 IF P4<0.45*P0 THEN PRINT "NO PARA LA PIEZA POR COMPRESIONES EXCESIVAS EN F. F1*P8" END ELSE
360 F5=(F1*F4)+(Y1+Y2)/(Y3+Y4)+F5*F2
370 GOTO 420
375 M7=M7+LC/2/8
380 N1=M7*M2*P8, P8=M2*100/S3, P9=M2*100/S4
390 F1=M7*100/S1+(M7*P8*100/S3)+(M2*100/S1)
400 F5=M7*100/S2+(M7*P8*100/S4)+(M2*100/S2)
410 IF P4<0.45*P0 THEN PRINT "NO PARA LA PIEZA POR COMPRESIONES EXCESIVAS EN F. F1*P8" END ELSE
420 F5=(F1*F4)+(Y1+Y2)/(Y3+Y4)+F5*F2
430 PRINT "TECLER LA FUERZA EFECTIVA DE PRESIONADO"
440 INPUT P0
450 PRINT "TECLER LA SEPARACION VERTICAL DE LA HELEMA DE TORNAS Y DISTANCIA DE LA PRIMERAS BOLA AL CENTRO INFERIOR DE LA PIEZA"
460 INPUT ST, EN
470 PRINT "NUMEROS TORNAS QUE VAN LOS HOMBROS POR NUBERA"
480 INPUT TN
485 PRINT "LA PIEZA ES TI O TIENE DOS ASES (SI) O NO (NO)"
490 IF P0="SI" THEN 520 GOTO 540 ELSE 510
495 P0=1+2 TO 20 STEP 2
500 M4=M2*TN
510 IF M4=M1 THEN 540 ELSE
520 P0=EN+M4+M4*EN
530 GOTO 540
540 M4=M2*TN
550 P0=M4+M4*EN
560 N1=P0*P8
565 EN=0
570 P0=EN TO M4*EN STEP 2
580 M4=M2*TN

```

```

620 EC=H*MM/EC
630 GOTO 650
640 ER=(EC+H*MT+T*DA)/I
650 NEXT N
660 ET=V1-ER
670 FI(1)=FC+I/RI+FC+I*ET/S1
680 PS(1)=FC+I/RI+FC+I*ET/S2
690 IF PI(1)-MP*100/S1> 640 G4FC THEN PRINT"LA SECCION NO PASA POR COMPRESIONES EXCESIVAS EN ETAPA DE PRESFUERZO + P P " END ELSE
700 IF PI(1)-MP*100/S2<SQR(FC)*0.8 THEN PRINT"LA SECCION NO PASA POR TENSIONES EXCESIVAS, PROPON TORONES ARRIBA, CUANTOS Y A QUE DI
STANCIA DE LA BASE LOS PONREMOS":INPUT TA,DA:GOTO 500 ELSE
710 IFRS=0 THEN 715 ELSE
710 IF FS+PS(1)>70 45*FC THEN PRINT"HAY COMPRESIONES EXCESIVAS EN LA FIBRA SUPERIOR":END ELSE
715 IF TH0 THEN 740 ELSE
720 PRINT"CUANTAS TENSIONES QUIERES TENER EN LA FIBRA INFERIOR?"
730 INPUT TH
740 IF FI-PI(1)<TH THEN AS=I-31 ELSE
750 NEXT I
760 PRINT"RESUMEN DE ESFUERZOS":FF=MP*100/S1, F7=MP*100/S2
770 PRINT"FI. P. P. =",FP, "FS P. P. =",F7, "FI. FIRME+LOSA=",F8, "FS. FIRME+LOSA=",F9, "FI. S. C. =",F3, "FS. S. C. =",F4, "FI. PRESF. =",F11, "FS. PRE
SF. =",F5, "FS(RS):PRINT"NUMERO DE TORONES=",AS
780 PRINT"REVISION POR RUPTURA"
790 F1=0 0*FC
790 IF F1<250 THEN T2=R 85*F1:GOTO 800 ELSE
795 T2=(1.85-F1/1250)*F1
800 PRINT"TECLER LOS DIFERENTES ANCHOS DE LA PIEDA DE ARRIBA HACIA ABAJO, AUMENTANDO DESPUS EN LOS DEMAS ESPESORES"
810 FOR M=1 TO 4
840 INPUT B(M) IF B(M)=0 THEN A=B(M-1),M=5:GOTO 820 ELSE
850 NEXT M
860 PRINT"TECLER LOS RESPECTIVOS ESPESORES"
870 FOR M=1 TO 4
880 INPUT T(M)
890 NEXT M
905 TU=(AS-TA)+FC/(A 75*0.8)+AA*4200
910 AB=TU/T2
915 IF AB>5(1)+T(1) THEN 950 ELSE
920 C1=AB/B(1)
930 AB=C1/2
940 GOTO 1070
950 IF AB>B(1)+T(1)+B(2)+T(2) THEN 990 ELSE
960 C2)=(AB-B(1)+T(1))/B(2)
970 C2)=0, C(1)=T(1)
980 GOTO 1000
990 C3)=(AB-B(1)+T(1)-B(2)+T(2))/B(1)-C(2)+T(1)-C(1)+T(1)
1005 SA=0 A=0
1010 FOR L=1 TO 3
1010 A(L)=B(L)+C(L)
1020 SA=A(L)+SA
1030 V(L)=C(L)/2+C(L+1)+C(L+2)
1040 AV=A(L)+V(L)+AA
1050 NEXT L
1060 AB=C(1)+C(2)+C(3)+AV/SA
1070 MU=(V3+V4+AB-(ER*RS-TA*CA)/(AS-TA)+TU)/S
1080 IF MU/MT>100<1.4 THEN PRINT "PROPON ALERO ADICIONAL PARA RUPTURA":INPUT AA,GOTO 615 ELSE PRINT"LA SECCION PASA PRA RUPTURA CON
ALERO ADICIONAL="AA:PRINT"MOMENTO RESISTENTE=",MU,"MOMENTO ACTUANTE=",MT*100
1090 IF ER*RS<15 THEN PRINT"NO SE A DETERMINA EL EMPUJE" GOTO 1110 ELSE PRINT"LA PIEDA NO NECESITA EMPUJE"
1100 GOTO 1120
1110 FOR Y= 2 TO LC/2 STEP 2
1120 FA=AA*AL(Y)
1130 Fx=(FA*H-(H*AL(Y)/2)+100*V2
1140 Fy=(FA*H-(H*AL(Y)/2)+100*V1
1170 IF AL(Y)=1 THEN 1250 ELSE
1180 FOR L=46 TO 2 STEP-1
1190 IF PS(L)+FX<15 THEN 1200 ELSE KL=AS-A
1195 IF PI(L)+FY<40 64*FC THEN 1250 ELSE KL=AB-B
1200 PRINT"NUMERO DE TORONES A ENGASAR=",L
1210 PRINT"NUMERO DE TORONES A ENGASAR=",L

```

```

1220 N=1
1230 NEXT N
1235 NEXT L
1240 GOTO 1220
1250 FOR I=RS TO 2 STEP -2
1260 IF PS(I)+FX<15 THEN 1310 ELSE
1270 IF PI(I)+FY<0 AND CA+FC THEN 1310 ELSE NL=I-1
1280 PRINT "NUMERO DE TORNES A ENGROSAR="; I
1290 PRINT "DISTANCIA DESDE EL EXTREMO="; L
1300 K=1
1310 NEXT L
1320 NEXT I
1330 PRINT "REVISION POR CORTANTE"
1340 FOR CL=1 TO 4
1350 PERD=AL/CL
1360 NEXT CL
1370 DATA 49.8 71.1 27.1 98
1380 VU=((UP+NF+NG+W)/CL*(X/2-(UP+NF+NG+W)/2)+FV*(X/2)+1.4
1390 FOR K= 2 TO CL/2 STEP 5
1400 VV=VU*(CL/2-K)/(CL/2)
1410 ND=((UP+NF+NG+W)/CL*(X/2-(UP+NF+NG+W)/2)+FV*(X/2)+1.00
1420 VC=0.5*(VU+V)+V*(ER+G-TA)/4+(VU-TA)/4*(15+5*(V/F))+(50+V*(VU+V)-ER+G-TA)/4*(VU-TA)/4*(V/F)
1430 VA=1.3*(VU+V)+V*(ER+G-TA)/4+(VU-TA)/4*(15+5*(V/F))
1440 IF VC>VA THEN VV=VA ELSE VV=VC
1450 IF VA>VP THEN 1550 ELSE
1460 PRINT "USAREMOS ESTREBOS DEL NUMERO 2"
1470 INPUT
1480 IF C="SI" THEN 1550 ELSE
1490 PRINT "SEPARACION DE ESTREBOS UNO O DOS RANGOS DE 5.16 M CADA PRINT "
1500 FOR I=1 TO 4
1510 S1=0.8*4.200*(L1+(V3+V4-(ER+G-TA)/4+(VU-TA)/4*(V/F+V))
1520 PRINT S1; S1*2
1530 NEXT I
1535 GOTO 1560
1540 PRINT "SEPARACION DE ESTREBOS UNOS Y CINTAS PERMIS" PRINT "
1550 S1=0.8*2.500*(L2+(V3+V4-(ER+G-TA)/4+(VU-TA)/4*(V/F+V))
1560 PRINT S1; S1*4
1565 GOTO 1560
1570 PRINT "LA SECCION FROTA CON RANCHO MINIMO POR CORTANTE"
1580 NEXT L
1585 PRINT "REVISION POR FLECHAS"
1590 DS=(5*NF+CL*100*(4+(284+100*(10000/SQR(FC))*15)
1595 IF DS=ND THEN 1640 ELSE
1599 IF DS=SI THEN 1620 ELSE
1600 DS=(5*NF+CL*100*(4+(284+100*(10000/SQR(FC))*15)+(VU+V)/CL*100*(4+(284+100*(10000/SQR(FC))*15)+(VU+V)/CL*100*(4+(284+100*(10000/SQR(FC))*15)+(VU+V)/CL*100*(4+(284+100*(10000/SQR(FC))*15)
1610 GOTO 1650
1620 DS=(5*NF+CL*100*(4+(284+100*(10000/SQR(FC))*15)+(VU+V)/CL*100*(4+(284+100*(10000/SQR(FC))*15)+(VU+V)/CL*100*(4+(284+100*(10000/SQR(FC))*15)+(VU+V)/CL*100*(4+(284+100*(10000/SQR(FC))*15)
1630 GOTO 1650
1640 DS=(5*(NF+NS+W)/CL*100*(4+(284+100*(10000/SQR(FC))*15)+(VU+V)/CL*100*(4+(284+100*(10000/SQR(FC))*15)+(VU+V)/CL*100*(4+(284+100*(10000/SQR(FC))*15)
1650 DV=(NS+FC+ET)/CL*100*(2)/(8*(10000/SQR(FC))*15)
1660 DA=(F-DV)
1670 PRINT "FLECHA F P +PRESF="; DA
1680 DV=(F-DV)
1690 PRINT "FLECHA TOT +PRESF="; DA
1700 R=(CL+1)*5000/5
1710 PRINT "FLECHA PERMISIBLE="; DA
1720 END

```

\*EJEMPLO DEL PROGRAMA DE TRAZOS RECTANGULARES\*

DATOS:

M D. SIEMO= 200000 KG CM M I. SIEMO=200000 KG CM  
 TO CV REDUCCION=660000 KG CM MI CV REDUCCION=734000 KG CM  
 MO CV TOTAL=750000 KG CM MI CV TOTAL=830000 KG CM  
 FS=500 KG NE=20 KG CM  
 ESECCION ALTURA=60 CM LARGITUD=100 CM C=100000 CM

LA SECCION ES SUPERFICIA

NUMERO DE VARILLAS DE S. 16 A 10/8 NECESARIAS

MOMENTO EN ESTUDIO=NEGATIVO 100

- 14 401
- 2 50004
- 5 5640
- 2 50000
- 2 47950
- 1 19000
- 50000

LA SECCION ES SUPERFICIA

NUMERO DE VARILLAS DE S. 16 A 10/8 NECESARIAS

MOMENTO EN ESTUDIO=NEGATIVO 200

- 14 400
- 7 4800
- 4 10400
- 2 50000
- 1 50400
- 1 50000
- 671000

LA SECCION ES SUPERFICIA

NUMERO DE VARILLAS DE S. 16 A 10/8 NECESARIAS

MOMENTO EN ESTUDIO=POSITIVO

- 10 1000
- 6 3000
- 2 50000
- 2 47000
- 1 10000
- 50000
- 671000

MOMENTO NEGATIVO 100 7 00000 MOMENTO NEGATIVO 200 2 11400 MOMENTO POSITIVO 0 4 20000

MOMENTO DE INVERSION 100 0 MOMENTO DE INVERSION 200 0

DISTANCIA DEL PUNTO DE INFLEXION EN CM

SECCION POR CORTANTE POR CM METRO

DEFINICIONES DE ESTADOS DE S. 16 A S. 10/8 SENCILLOS Y DOS ARMAS DISTANCIA DESDE EL EXTREMO EN CM

- 10 1000 20 6015
- 14 9400 20 1001
- 10 7200 20 4476
- 10 4000 20 2077

DEFINICIONES DE ESTADOS DE S. 16 A S. 10/8 SENCILLOS Y DOS ARMAS DISTANCIA DESDE EL EXTREMO EN CM

- 10 1000 20 2704
- 14 9400 20 3655
- 10 7200 20 4026
- 10 4000 20 1000

DEFINICIONES DE ESTADOS DE S. 16 A S. 10/8 SENCILLOS Y DOS ARMAS DISTANCIA DESDE EL EXTREMO EN CM

- 10 1000 20 1000
- 14 9400 20 44
- 10 7200 20 20
- 10 4000 20 1000

DEFINICIONES DE ESTADOS DE S. 16 A S. 10/8 SENCILLOS Y DOS ARMAS DISTANCIA DESDE EL EXTREMO EN CM

- 10 1000 20 1000
- 14 9400 20 1000
- 10 7200 20 1000
- 10 4000 20 1000

MOMENTO EN ESTUDIO 10000 MOMENTO EN ESTUDIO 200000

## \*EJEMPLO DEL PROGRAMA DE COLUMNAS\*

## DATOS:

BASE=40 CM.      PERALTE=50 CM.      ALTURA DE ENTREPISO=400 CM.  
 ELEMENTOS MECANICOS DIRECCION X-X  
 MU=2500000 KG. CM.      PU=200000 KG.      MM=25000 KG. CM.      VU=15000 KG.  
 ELEMENTOS MECANICOS DIRECCION Y-Y  
 MU=1000000 KG. CM.      PU=200000 KG.      MM=10000 KG. CM.      VU=10000 KG.  
 F'C=200 KG/CM<sup>2</sup>

ANALIZAREMOS EN DIRECCION X-X

MOMENTO DE DISEÑO= 3.7396E+06      DESCARGA DE DISEÑO= 200000

ANALIZAREMOS EN DIRECCION Y-Y

MOMENTO DE DISEÑO= 2.02612E+06      DESCARGA DE DISEÑO= 200000

LA COLUMNA PASA POR FLEXION BIAIXIAL

AS= 35

AREA DE ACERO NECESARIA= 35

LA SECCION PASA POR CORTANTE CON ARMADO MINIMO

LA SECCION PASA POR CORTANTE CON ARMADO MINIMO

## \*EJEMPLO DEL PROGRAMA DE LOSAS\*

TECLER LAS CARGAS ULTIMAS EN KGS. POR METRO CUADRADO, SUPONIENDO UN ESFESOR DE LOSA  
1000  
TECLER LA LONGITUD DE LOS LAZOS CONTINUOS, CMS.  
1000  
TECLER LA LONGITUD DE LOS LAZOS DISCONTINUOS, CMS.  
1200  
EL ESFESOR SUGERIDO EN LA CARGAS FUE= 12.3781  
TECLER EL PAVO TRIUTARIO DE LOSA SEGUN EL METODO DIRECTO  
300  
TECLER LA LONGITUD DE LOSA EN EL SENTIDO DE ANALISIS  
500  
TECLER LA BASE Y LA ALTURA DE LA TRASE DE LA FRANJA DE COLUMNA, CMS  
10 40  
TECLER LAS DIMENSIONES DE LA COLUMNA: BASE, ALTURA Y ALTURA DE ENTREPISO  
30 30 300  
TECLER F C  
200  
MOMENTOS FLEXIONANTES DE TRABES  
TABLERO INTERIOR  
MOMENTO NEGATIVO= 1.50736E+06 MOMENTO POSITIVO= 1.64121E+06  
TABLERO DE BORDE  
MOMENTO EXTERIOR NEGATIVO= 792662 MOMENTO INTERIOR NEGATIVO= 1.62115E+06  
MOMENTO POSITIVO= 2.20882E+06  
MOMENTO EN ESTUDIO=NEG. INT. FRANJA COLUMNA  
SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.49  
13.581  
SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.71  
19.6766  
SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.27  
15.1595  
SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.96  
54.3764  
MOMENTO EN ESTUDIO=NEG. INT. FRANJA INTER  
SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.49  
41.5205  
SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.71  
60.1623  
SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.27  
107.614  
SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.96  
167.776  
MOMENTO EN ESTUDIO=NEG. INTERIOR FRANJA COLUMNA  
SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.49  
12.4351  
SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.71  
18.0907  
SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.27  
12.1035  
SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.96  
50.4502  
MOMENTO EN ESTUDIO=NEG. INTERIOR FRANJA INTER  
SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.49  
41.5205  
SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.71  
60.1623  
SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.27  
107.614  
SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.96  
167.776  
MOMENTO EN ESTUDIO=NEG. EXT. FRANJA COLUMNA  
SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.49  
13.581

SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= .71  
 38.5326  
 SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.27  
 68.9246  
 SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.98  
 107.457  
 MOMENTO EN ESTUDIO=NEG. EXT. FRANJA INTER.  
 SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= .49  
 14.6859  
 SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= .71  
 21.1637  
 SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.27  
 37.8561  
 SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.98  
 59.8198  
 MOMENTO EN ESTUDIO=POS. INT. FRANJA COLUMNA  
 SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= .49  
 12.4027  
 SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= .71  
 17.9713  
 SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.27  
 32.1458  
 SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.98  
 50.1171  
 MOMENTO EN ESTUDIO=POS. INT. FRANJA INTER.  
 SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= .49  
 41.5205  
 SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= .71  
 60.1623  
 SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.27  
 107.614  
 SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.98  
 167.776  
 MOMENTO EN ESTUDIO=POS. FRANJA COLUMNA  
 SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= .49  
 8.4165  
 SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= .71  
 12.1953  
 SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.27  
 21.8142  
 SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.98  
 34.8095  
 MOMENTO EN ESTUDIO=POS. FRANJA INTER.  
 SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= .49  
 41.5205  
 SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= .71  
 60.1623  
 SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.27  
 107.614  
 SEPARACION DE VARILLAS EN LA LOSA AS= 1.98  
 167.776  
 AREA DE ACERO NECESARIO  
 CLARO INTERIOR  
 NEGATIVO FRANJA DE COLUMNA AS= 3.60798  
 NEGATIVO FRANJA INTERMEDIA AS= 1.18014  
 POSITIVO FRANJA DE COLUMNA AS= 3.95075  
 POSITIVO FRANJA INTERMEDIA AS= 1.18014  
 CLARO DE BORDE  
 NEGATIVO INTERIOR FRANJA DE COLUMNA AS= 3.92466  
 NEGATIVO INTERIOR FRANJA INTERMEDIA AS= 1.18014  
 POSITIVO FRANJA DE COLUMNA AS= 5.8219  
 POSITIVO FRANJA INTERMEDIA AS= 1.18014  
 NEGATIVO EXTERIOR FRANJA COLUMNA= 1.84259  
 NEGATIVO EXTERIOR FRANJA INTERMEDIA AS= 1.18014

BASE INFERIOR SUPERIOR ALTURA DE CADA AREA CON SU SIGNO (NEGATIVO SI SE RESTA, AREA SI ES POSITIVO)  
 AREA NO. 1  
 BASE INFERIOR 11.0  
 BASE SUPERIOR 21.5  
 ALTURA 115  
 BASE INFERIOR SUPERIOR ALTURA DE CADA AREA CON SU SIGNO (NEGATIVO SI SE RESTA, AREA SI ES POSITIVO)  
 AREA NO. 2  
 BASE INFERIOR 100  
 BASE SUPERIOR 100  
 ALTURA 5  
 PROF. SECCION SIMPLE  
 AREA 1972.5  
 MOMENTO DE INERCIA 6.65501E+06  
 YINF 60.1558  
 YSUP 29.8442  
 SINIF 75264.7  
 SSUP 102520  
 BASE INFERIOR SUPERIOR ALTURA DE CADA AREA CON SU SIGNO (NEGATIVO SI SE RESTA, AREA SI ES POSITIVO)  
 AREA NO. 3  
 BASE INFERIOR 11.0  
 BASE SUPERIOR 21.5  
 ALTURA 115  
 BASE INFERIOR SUPERIOR ALTURA DE CADA AREA CON SU SIGNO (NEGATIVO SI SE RESTA, AREA SI ES POSITIVO)  
 AREA NO. 4  
 BASE INFERIOR 100  
 BASE SUPERIOR 100  
 ALTURA 5  
 BASE INFERIOR SUPERIOR ALTURA DE CADA AREA CON SU SIGNO (NEGATIVO SI SE RESTA, AREA SI ES POSITIVO)  
 AREA NO. 5  
 BASE INFERIOR 110  
 BASE SUPERIOR 110  
 ALTURA 5  
 PROF. SECCION COMPUESTA  
 AREA 3021.5  
 MOMENTO DE INERCIA 11.5693E+06  
 YINF 19.3051  
 YSUP 20.6949  
 SINIF 35154  
 SSUP 110511



28.0274	56.0548
40.6111	81.2222
72.6424	145.285
112.254	226.507

93

SEPARACION DE ESTRIOS UNA O DOS RANAS DE 5/16 A 5/8

Nº 1.2

185.609	331.219
219.965	479.929
429.232	858.465
669.197	1228.39

LA SECCION PASA CON ARMADO MINIMO POR CORTANTE

LA SECCION PASA CON ARMADO MINIMO POR CORTANTE

LA SECCION PASA CON ARMADO MINIMO POR CORTANTE

SEPARACION DE ESTRIOS UNA O DOS RANAS DE 5/16 A 5/8

Nº 5.2

261.802	527.604
332.242	764.487
687.721	1267.46
1065.97	2151.95

SEPARACION DE ESTRIOS UNA O DOS RANAS DE 5/16 A 5/8

Nº 6.2

254.265	508.725
368.569	737.129
659.272	1318.54
1027.84	2055.66

LA SECCION PASA CON ARMADO MINIMO POR CORTANTE

LA SECCION PASA CON ARMADO MINIMO POR CORTANTE

LA SECCION PASA CON ARMADO MINIMO POR CORTANTE

FEVISION POR FLECHAS

FLECHA F. P. +FRESF=-2 16927

FLECHA TOT. +FRESF.=- 0506616

FLECHA FEPMISTIBLE= 4.24

## CONCLUSION

Al término de este trabajo se puede concluir que es importante en los programas de dimensionamiento identificar perfectamente las instrucciones las cuales hayan resultado de recomendaciones del reglamento vigente ya que por la naturaleza de algunas de estas expresiones tienden a cambiar periódicamente conforme va avanzando la investigación del comportamiento de los materiales que componen las piezas que dimensionamos. Con esto podremos modificar dichas instrucciones fácilmente y actualizar nuestro programa sin que se deteriore su estructura general.

En los programas de análisis elástico esto no sucede ya que el análisis se puede representar por modelos matemáticos.

Un punto importante en la elaboración de estos programas es determinar la aproximación que necesitamos para cada problema, ya que al tratar de ser muy exactos podemos caer en tiempos muy largos de ejecución lo cual no vale la pena.

Se observa que lo mas conveniente en el diseño estructural es el de acoplar una intercomunicación de programas de análisis y de dimensionamiento de tal forma que pudiémos optimizar la estructura en cuestión.

También podemos decir que una ventaja de usar las computadoras es de poder analizar varias alternativas en la

etapa inicial, logrando con ello poder escoger la estructuración más adecuada.

Otro punto que es importante es el de imprimir el mayor número de resultados parciales para que el calculista pueda tomar decisiones durante el proceso.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) ACI. Reglamento de las construcciones de concreto reforzado (ACI-318-77).
- 2) Branson. E. Dan. Deflexiones de estructuras de concreto reforzado y pretensado. IMCYC.
- 3) Gonzalez, Robles, Casillas, Diaz de Cossio. Aspectos Fundamentales de concreto reforzado. Edit. Limusa.
- 4) Mc. Guire William. Steel Structures. Edit. Prentice Hall.
- 5) Park Paulay. Estructuras de concreto reforzado. Edit. Limusa.
- 6) PCI. Handbook Design.
- 7) Reglamento de las construcciones del Departamento del D.F. 1976.
- 8) Wang, Salmon. Reinforced Concrete Design. Edit. Harper & Row Publishers.

# TESIS



Tesis por computadora

Medicina 25 Local 2  
Tel. 550-87-98

Frente a la Facultad de Medicina  
Ciudad Universitaria