

20 870115  
24

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA**  
INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**DISEÑO DE COLUMNAS DE CONCRETO**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL  
PRESENTA**

**MARCOS CRISPIN SERRANO RAMOS**

**GUADALAJARA, JAL.**

**NOVIEMBRE 1987**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## 1. - INTRODUCCION

El uso de la computadora, juega un papel muy importante en la optimización de los recursos, dentro de las diferentes actividades del hombre. Se usan como herramientas de trabajo en comercios, escuelas, oficinas, etcétera. La gran rapidez en la ejecución de las instrucciones matemáticas, que tiene un computador hacen que su uso se haga cada vez más común en los despachos de cálculo, en los cuales se deben hacer numerosos diseños, para obtener varias opciones, antes de escoger uno como el definitivo ya que en la elección de un diseño intervienen factores como son: seguridad, costo, estética, así como limitaciones en cuanto a la variedad de los materiales de construcción que existan en el mercado.

Durante el proceso de diseño, de los elementos de una estructura (como puede ser: un puente, una viga, una columna, un edificio, un muro de contención, etcétera.), se siguen generalmente algunos pasos importantes, como son:

- 1.- Estructuración: consiste en elegir ciertas características, que tendrá la estructura, como pueden ser: disposición de los elementos que la componen y material que se usará en su fabricación.
- 2.- Análisis de cargas: tomando en cuenta los materia -

les que se usarán, así como los reglamentos existentes, se estudiarán las cargas a las que va a estar sujeta la estructura.

3.- Análisis estructural: mediante algún método de cálculo, se encontrarán las cargas internas que actuarán en los distintos elementos.

4.- Dimensionamiento: basándose en su intuición y experiencia, el diseñador propondrá las secciones y refuerzos que constituirán, a los elementos.

5.- Revisión: se efectuará mediante algún método conocido, para poder conocer, si el elemento resistirá las solicitaciones de carga.

Como se podrá concluir, existe una interacción muy fuerte entre todos los pasos, ya que por ejemplo, en caso que el elemento propuesto no resista, se tendrá que hacer un nuevo dimensionamiento, lo cual puede hacer variar en mayor o menor grado el peso de la estructura, que en el caso de que esta variación se salga de nuestras consideraciones, nos obligará a hacer un nuevo análisis de cargas, que

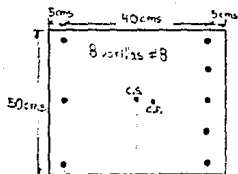
a su vez nos obligaría a un nuevo análisis estructural, y así continuaremos en un ciclo, hasta que encontremos una sección apropiada.

El presente trabajo se enfoca principalmente al quinto paso, dentro del proceso de diseño de columnas, de concreto rectangulares o cuadradas, sujetas a carga axial y a flexión biaxial. Desde luego se hará mención de algunas consideraciones que se recomiendan en el reglamento ACI318-83, para dimensionamiento, y efecto de esbeltez.

Durante la explicación del método, que se usa en la revisión de columnas de concreto reforzado, se podrá apreciar que es tedioso y de lenta convergencia en los valores de las fuerzas obtenidas, con lo cual quedará justificado, el uso de la computadora, que mejorará notablemente la rapidez y exactitud en los cálculos.

## II. - DISEÑO DE COLUMNAS DE CONCRETO

Como ya se mencionó anteriormente, en este trabajo se mostrará la forma en que se revisarán las columnas sujetas a carga axial y flexión biaxial. Por ser muy grande la cantidad de secciones posibles para columnas, y muy variado el posible refuerzo. He confinado este trabajo al diseño de columnas rectangulares, con refuerzo simétrico, con lo cual queda obligado que el centroide plástico de la sección de la columna, coincida con el centro geométrico de la sección. El centroide plástico de la sección es simplemente la situación de la carga resultante que produciría una deformación uniforme a través de la sección.



$$F_{s1} = 3(5 \times 4200) = 63 \text{ ton.}$$

$$F_{s2} = 5(5 \times 4200) = 105 \text{ ton.}$$

$$F_c = 0.95 \times 200 \times (40 \times 50) = 340 \text{ ton.}$$

$$F_t = 509 \text{ ton.}$$

$$X_0 = 1.24 \text{ cm.}$$

C.G. = Centro geométrico.  
C.P. = Centroide plástico.

- COLUMNA ASIMETRICA -

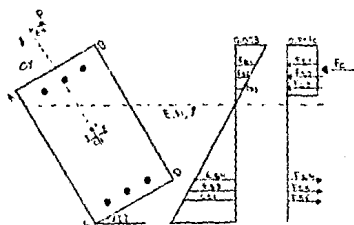


Es importante conocer la situación del centroide plástico ya que los momentos, que producirán las diferentes fuerzas los referiremos a los ejes ortogonales (x,y) que pasan por él.

Una vez, que se ha definido la carga de diseño (P),



así como los momentos de diseño, en los sentidos  $x$  y  $y$  --- ( $M_{XD}$  y  $M_{YD}$ , respectivamente.), que han sido obtenidos del análisis estructural, y afectados por el efecto de esbeltez (ACI 318-93). El problema de la revisión de la sección consistirá, en encontrar la carga  $P$  que actúa fuera de los planos de simetría, a distancias  $e_x$  y  $e_y$  de ellos lo que estáticamente equivale a considerar el elemento, sujeto a una carga axial  $P$  y a dos momentos flexionantes ( $M_X$  y  $M_Y$ ), para diversas posiciones de la sección.



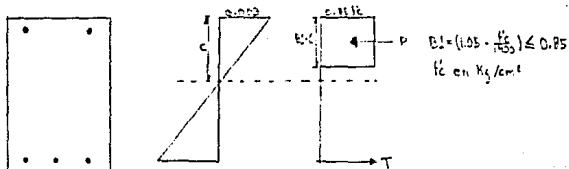
Estos valores de momentos obtenidos,  $M_X$  y  $M_Y$  (son los resistentes por la sección), se compararán con los de diseño  $M_{XD}$  y  $M_{YD}$ , en caso de ser mayores ó iguales, la sección resistirá, en caso contrario será necesario aumentar el refuerzo ó proponer otra sección, que nos obligará a, efectuar un nuevo análisis de los efectos de esbeltez.

## HIPOTESIS DEL METODO:

Las hipótesis que generalmente se hacen para determinar, la resistencia de algún elemento de concreto reforzado son:

a.- La distribución de las deformaciones unitarias, en la sección transversal de un elemento es plana. Esta hipótesis ha sido verificada, mediante mediciones y es correcta excepto para longitudes de medición muy pequeñas.

b.- Se conoce la distribución de esfuerzos, en la zona de compresión del elemento. Los reglamentos presentan distribuciones simplistas, con las cuales se obtienen valores de la resistencia suficientemente aproximados. A continuación se muestra la forma en que la considerará el reglamento ACI318-93:



c.- No existen corrimientos relativos de consideración entre el acero y el concreto que lo rodea. Para concreto reforzado con barras corrugadas, la hipótesis es bastante realista. Es decir, se puede suponer que la deformación -

unitaria es la misma en el acero y en el concreto, que se encuentran al mismo nivel.

d.- El concreto no resiste esfuerzos de tensión longitudinales. El despreciar la magnitud de estos esfuerzos no incluye apreciablemente en la resistencias calculadas.

e.- El elemento alcanza su resistencia a una cierta deformación unitaria máxima útil del concreto, ( $\epsilon_{cu}$ ): el reglamento ACI318-83 recomienda el valor de  $\epsilon_{cu}$  igual a 0.003.

Tomando en cuenta estas hipótesis se puede predecir la resistencia de un elemento de concreto reforzado sujeto a carga axial y flexión con un error no mayor del 25% de la capacidad real que se obtendría si dicho elemento se ensayara hasta la falla.

#### CALCULO DE LOS EFECTOS DE ESBELTEZ (ACI318-83).

El reglamento establece que los elementos se dimensionen usando la carga axial,  $P_u$ , afectada por el factor de carga y obtenida de un análisis elástico convencional de primer orden y un momento amplificado  $M_2$  definido por la ecuación:

$$M_2 = \zeta_b M_{2b} + \zeta_s M_{2s} \quad (13.6)$$

M2b es el mayor de los momentos en los extremos del elemento producido por cargas que no provocan desplazamiento lateral apreciable y M2s es el correspondiente a cargas que si provocan dicho desplazamiento.

Los factores de amplificación  $\delta$  quedan definidos por las siguientes ecuaciones:

$$\delta_b = C_m / (1 - (P_u / \phi P_c)) \geq 1.0 \quad ; \quad \delta_s = 1 / (1 - (\sum P_u / \phi \sum P_c)) \geq 1$$

Para estructuras no contraventeadas, o sea que pueden sufrir desplazamientos laterales, deben calcularse  $\delta_b$  y  $\delta_s$ : para estructuras contraventeadas puede considerarse que  $\delta_s$  vale cero. El valor de  $\phi$  para elementos sujetos a flexocompresión y con estribos vale 0.70. La ecuación de  $\delta_s$  es igual que la de  $\delta_b$  solo que haciendo  $C_m$  igual a uno y sumando las cargas  $P_u$  y  $P_c$  de todas las columnas de un piso, en lugar de considerar cada columna en forma aislada. Esto último se hace para tomar en cuenta que cuando las columnas están unidas por una losa rígida que trabaja como diafragma horizontal, todas tienen el mismo desplazamiento lateral. A continuación se presenta la forma de evaluar  $C_m$  y  $P_c$ , términos que aparecen en las ecuaciones de  $\delta_b$  y  $\delta_s$ .

Valuación de  $C_m$ :

Para elementos sin posibilidad de desplazamiento lateral relativo y sin cargas transversales entre sus apoyos,

$$C_m = 0.6 + 0.4(M_{1b}/M_{2b}) \geq 0.4 \quad (13.9)$$

Para elementos con posibilidad de desplazamiento lateral relativo o con cargas transversales entre sus apoyos,

$$C_m = 1 \quad (13.1)$$

Los momentos  $M_{1b}$  y  $M_{2b}$  son los momentos flexionantes en los extremos del elemento, siendo  $m_{2b}$  el momento numéricamente mayor. El término  $0.4(M_{1b}/M_{2b})$  es positivo si el elemento se flexiona en curvatura simple y es negativo si se flexiona en curvatura doble.

Valuación de  $P_c$ :

La siguiente ecuación da la carga crítica de pandeo o carga crítica de Euler de elementos de comportamiento lineal,

$$P_c = (\pi^2 EI) / (klu)^2 \quad (13.11)$$

donde  $E$  es el módulo de elasticidad del material,  $I$  es el menor momento de inercia de la sección transversal, y  $klu$  es la longitud efectiva de pandeo. La ecuación 13.11 no -

es rigurosamente aplicable a elementos de concreto reforzado, ya que su comportamiento no es lineal. Sin embargo puede usarse en forma aproximada, si el valor de  $EI$  se calcula con una de las siguientes ecuaciones.

$$EI = ((E_c * I_g) / 5) + E_s * I_s / (1 + B_d) \quad (13.12)$$

$$EI = ((E_c * I_g) / 2.5) / (1 + B_d) \quad (13.13)$$

En estas ecuaciones,  $E_s$  es el módulo de elasticidad del acero y  $E_c$  el del concreto,  $I_s$  el momento de inercia del refuerzo respecto del eje centroidal, de la columna, y  $B_d$  es la relación entre el momento producido por la carga muerta y el momento total. La ecuación 13.13 es más sencilla de usar que la ecuación 13.12 pero no se recomienda para columnas con relaciones muy elevadas de refuerzo. El término  $B_d$  toma en cuenta que la rigidez del elemento, la cual se puede medir en términos de  $EI$ , se reduce bajo la acción de cargas permanentes de larga duración.

La longitud efectiva de pandeo,  $klu$ , depende del grado de restricción de la columna en sus extremos y de la posibilidad de que exista desplazamiento lateral relativo. El grado de restricción depende de la relación entre rigideces de columnas y del sistema de piso, lo cual

puede definirse de la siguiente forma:

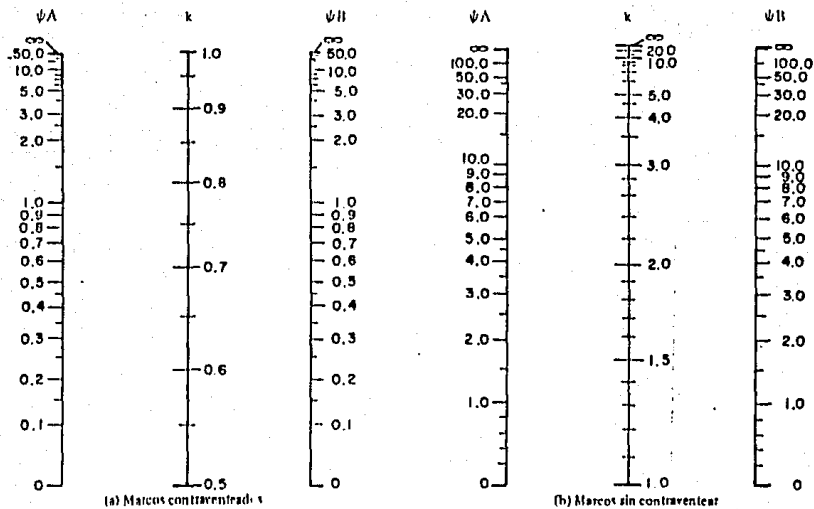
$$\gamma = (\sum k_{col.}) / (\sum k_{piso.}) \quad (13.14)$$

En esta ecuación,  $k$  es la rigidez  $EI/l$ ;  $\sum k_{col.}$  se refiere a las columnas que concurren en un nudo en la estructura; y  $\sum k_{piso.}$  se refiere a los elementos que forman el sistema de piso y que están contenidos en el plano del marco estructural que se analiza o sea, que no se incluyen en la suma las rigideces de las vigas perpendiculares al marco.

El cálculo de la longitud efectiva de pandeo en función del grado de restricción,  $\gamma$ , puede hacerse utilizando los nomogramas de la página siguiente, en los que  $\gamma_A$  y  $\gamma_B$  son los valores de  $\gamma$  en los extremos A y B de la columna.

Una vez calculados los valores de  $C_m$  y de  $P_c$ , de la manera descrita, pueden determinarse los factores de amplificación,  $\phi$ , con las ecuaciones de  $\phi_b$  y  $\phi_s$  y el momento máximo de diseño con la ecuación 13.6.

Para elementos en compresión sujetos a flexión respecto a ambos ejes principales, los momentos con respecto a cada eje deben aumentarse multiplicándolos por la  $\phi$  que ha sido calculada de las condiciones correspondientes de empotramiento respecto a dicho eje (ACI 10.11.7).



$\psi$  = Relación de  $\Sigma (E I / l^3)$  de los elementos en compresión a  $\Sigma (E I / l^3)$  de elementos en flexión dispuestos en un plano, en el extremo de un elemento en compresión.

$k$  = Factor de longitud efectiva.

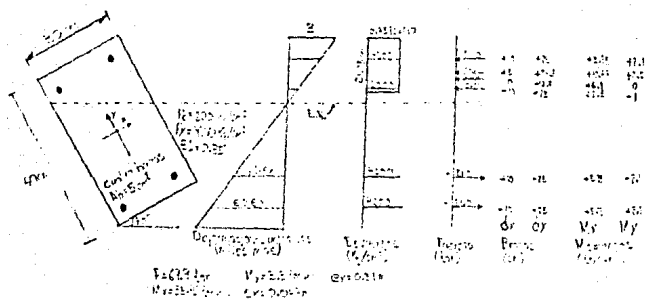
Fig. 10.11.2 Factores de longitud efectiva.



## REVISION DE UNA SECCION PROPUESTA:

El diseñador basandose en su experiencia, propone una sección y encuentra las solicitaciones de carga que deberá resistir. A continuación debe revisar si la sección efectivamente resistirá, esas solicitaciones.

El ejemplo siguiente, es un cálculo típico, dentro del proceso de revisión de una sección.



Como se puede apreciar el área sujeta a compresión deja de ser rectangular, para convertirse en trapezoidal, lo cual dificulta el trabajo, haciendo más laborioso el cálculo de la fuerza de compresión del concreto y los momentos que esta produce. Es por esta causa que considero plenamente justificada la elaboración de un programa de computador que analice a gran rapidez las diferentes áreas de compresión que se pueden presentar, durante la rotación y la traslación del eje neutro, además de encontrar

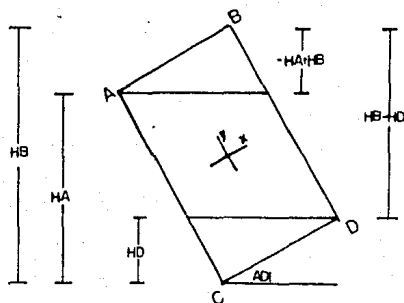
trar las fuerzas, y momentos con respecto al centroide - plástico de la sección tanto del concreto como de los paquetes de refuerzo que la sección contenga. En las próximas páginas, se muestra la forma en que se obtendrán las áreas, brazos, fuerzas y momentos de la zona sujeta a la compresión.

#### NOTACION USADA:

- A = Esquina superior, izquierda de la sección propuesta
- B = Esquina superior, derecha de la sección propuesta.
- C = Esquina inferior, izquierda de la sección propuesta y que sirve de origen para, la medición de alturas a partir de la horizontal que pasa por ella, también se miden los ángulos a partir de esta línea.
- D = Esquina inferior, derecha de la sección propuesta.
- ADI = Angulo formado, por la horizontal que pasa por el punto C, y la línea que une a los puntos C-D.
- BI = Parámetro que depende de la resistencia nominal  $f_c$  que reduce el área de compresión de la sección.
- C = Profundidad del eje neutro, medida a partir de la esquina B.
- HA = Altura de la esquina A, medida a partir de la horizontal que pasa por la esquina C.
- HB = Altura de la esquina B, medida a partir de la horizontal que pasa por la esquina C.
- HD = Altura de la esquina D, medida a partir de la horizontal que pasa por la esquina C.
- B = Ancho de la sección propuesta.

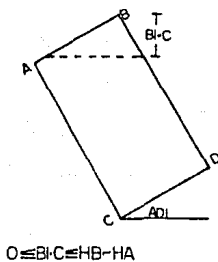
- PE = Peralte total de la sección propuesta.
- BCX = Brazo de la fuerza de compresión, medido al eje Y en forma paralela al eje X.
- BCY = Brazo de la fuerza de compresión, medido al eje X en forma paralela al eje Y.
- FCNT = Fuerza de compresión del concreto.
- AC = Area sujeta a compresión, de la sección propuesta
- MCX = Momento producido por la fuerza de compresión del concreto, alrededor del eje X.
- MCY = Momento producido por la fuerza de compresión del concreto, alrededor del eje Y.
- E.N. = Eje neutro.

Primer caso:  $HA > HD$

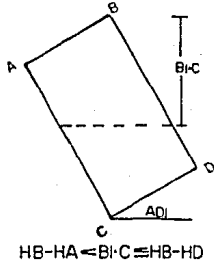


Subcasos en los que se presentan, las variantes del area de compresión.

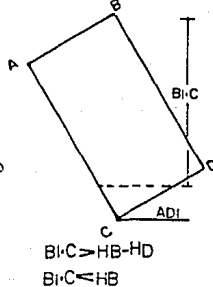
Subcaso 1:



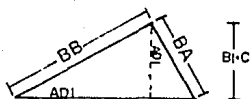
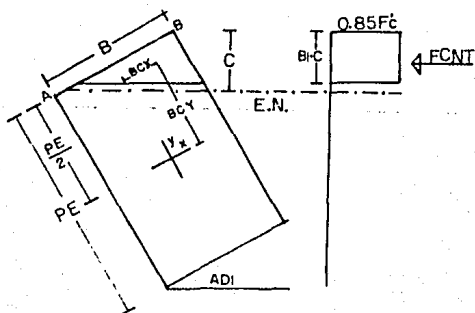
Subcaso 2:



Subcaso 3:



Subcaso 1: area de compresi3n triangular.



$$\text{SEN}(\text{ADI}) = \text{BI} \cdot \text{C} / \text{BB} \quad \text{de donde: } \text{BB} = \text{BI} \cdot \text{C} / \text{SEN}(\text{ADI})$$

$$\text{COS}(\text{ADI}) = \text{BI} \cdot \text{C} / \text{BA} \quad \text{de donde } \text{BA} = \text{BI} \cdot \text{C} / \text{COS}(\text{ADI})$$

AREA DE COMPRESI3N (AC):

$$\text{AC} = \text{BB} \cdot \text{BA} / 2$$

FUERZA (FCNT):

$$\text{FCNT} = \text{AC} \cdot 0.85 \cdot \text{Fc}$$

BRAZOS:

$$\text{BCX} = \text{B} / 2 - \text{BB} / 3$$

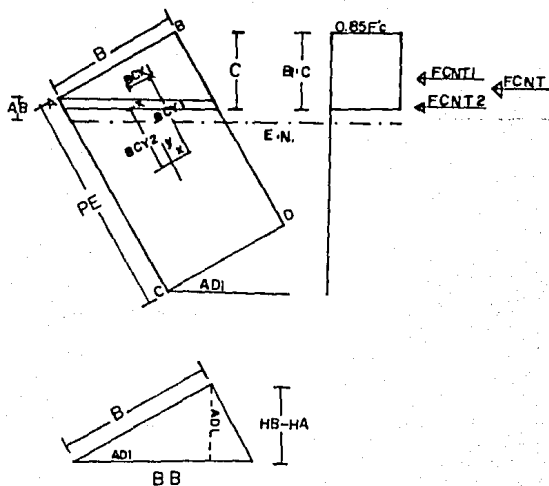
MOMENTOS:

$$\text{MCX} = \text{FCNT} \cdot \text{BCY}$$

$$\text{BCY} = \text{PE} / 2 - \text{BA} / 3$$

$$\text{MCY} = \text{FCNT} \cdot \text{BCX}$$

Subcaso 2: area de compresión trapezoidal.



Area de compresión I (ACI):

$$ACI = (B \cdot (HB - HA) / \cos(ADI)) / 2$$

Fuerza de compresión I (FCNTI):

$$FCNTI = ACI \cdot 0.85 \cdot FC$$

BRAZOS:

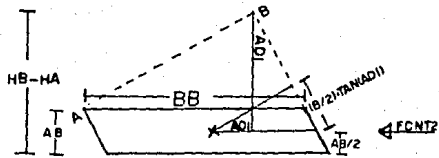
$$BCX1 = B / 6$$

$$BCY1 = \frac{PE}{2} + \frac{HB - HA}{3 \cdot \cos(ADI)}$$

MOMENTOS:

$$MCX1 = FCNTI \cdot BCY1$$

$$MCY1 = FCNTI \cdot BCX1$$



Area de compresión 2 (AC2):

$$AC2 = BB \cdot AB$$

Fuerza de compresión 2 (FCNT2):

$$FCNT2 = AC2 \cdot 0.85 \cdot FC$$

Brazos:

$$BCY2 = PE/2 - ((HB - HA + AB/2) / \cos(ADI)) + (B/2) \cdot \tan(ADI)$$

$$BCX2 = 0$$

Momentos:

$$MCX2 = FCNT2 \cdot BCY2 \quad ; \quad MCY2 = 0$$

Fuerza total de compresión (FCNT):

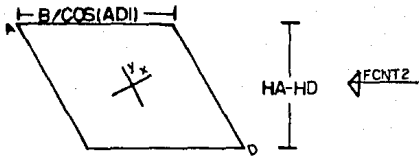
$$FCNT = FCNT1 + FCNT2$$

Momentos totales:

$$MCX = MCX1 + MCX2 \quad ; \quad MCY = MCY1 + MCY2$$







Area de compresión 2: (AC2):

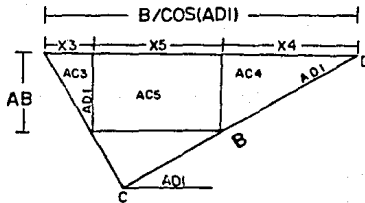
$$AC2 = (HA - HD) \cdot (B / \cos(ADI))$$

Fuerza de compresión 2 (FCNT2):

$$FCNT2 = AC2 \cdot 0.85 \cdot FC$$

MOMENTOS:

$$MCX2 = 0 \quad ; \quad MCY2 = 0$$



$$AB = BI \cdot C - (HB - HD) \quad ; \quad X3 = AB \cdot \tan(ADI)$$

$$X4 = AB / \tan(ADI) \quad ; \quad X5 = (B / \cos(ADI)) - X3 - X4$$

Areas de compresión:

$$AC3 = (AB \cdot X3) / 2 \quad ; \quad AC4 = (AB \cdot X4) / 2 \quad ; \quad AC5 = AB \cdot X5$$

Fuerzas de compresión:

$$FCNT3 = AC3 \cdot 0.85 \cdot FC$$

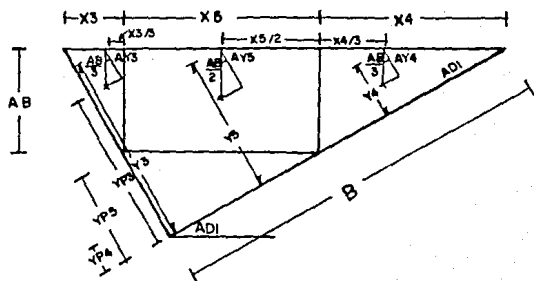
$$FCNT4 = 0.85 \cdot FC \cdot AC4$$

$$FCNT5 = 0.85 \cdot FC \cdot AC5$$

Brazos:

$$Y3 = (X4 + X5 + X3/3) \cdot \text{SEN}(ADI)$$

$$Y5 = (X4 + X5/2) \cdot \text{SEN}(ADI)$$



$$Y4 = (2/3 \cdot X4) \cdot \text{SEN}(ADI)$$

$$AY3 = (AB/3) \cdot \text{COS}(ADI)$$

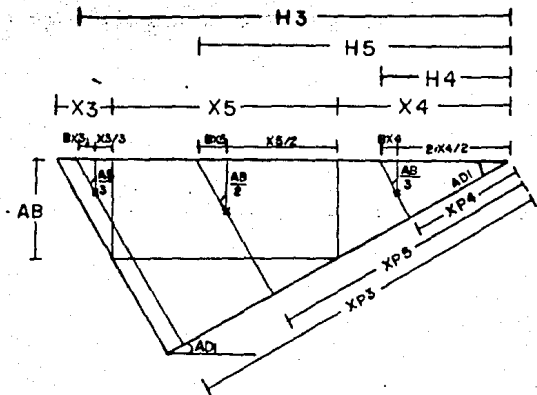
$$AY4 = (AB/3) \cdot \text{COS}(ADI)$$

$$AY5 = (AB/2) \cdot \text{COS}(ADI)$$

$$YP3 = Y3 - AY3 \quad ; \quad BCY3 = YP3 - (PE/2)$$

$$YP4 = Y4 - AY4 \quad ; \quad BCY4 = YP4 - (PE/2)$$

$$YP5 = Y5 - AY5 \quad ; \quad BCY5 = YP5 - (PE/2)$$



$$BX3 = BX4 = (AB/3)(\tan(AD1)) ; BX5 = (AB/2)(\tan(AD1))$$

$$H3 = X4 + X5 + X3/3 + BX3 ; H4 = (2/3)X4 + BX4$$

$$H5 = X4 + X5/2 + BX5$$

$$XP3 = H3 \cdot \cos(AD1) \therefore BCX3 = B/2 - XP3$$

$$XP5 = H5 \cdot \cos(AD1) \therefore BCX5 = B/2 - XP5$$

$$XP4 = H4 \cdot \cos(AD1) \therefore BCX4 = B/2 - XP4$$

$$MCX3 = FCNT3 \cdot BCY3 ; MCY3 = FCNT3 \cdot BCX3$$

$$MCX4 = FCNT4 \cdot BCY4 ; MCY4 = FCNT4 \cdot BCX4$$

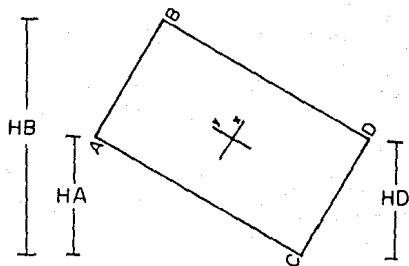
$$MCX5 = FCNT5 \cdot BCY5 ; MCY5 = FCNT5 \cdot BCX5$$

$$FCNT = FCNT1 + FCNT2 + FCNT3 + FCNT4 + FCNT5$$

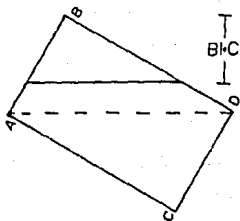
$$MCX = MCX1 + MCX2 + MCX3 + MCX4 + MCX5$$

$$MCY = MCY1 + MCY2 + MCY3 + MCY4 + MCY5$$

Segundo caso:  $HA = HD$

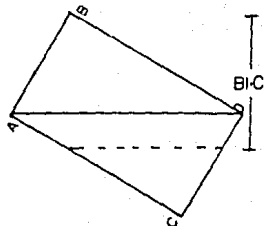


Subcaso 1:



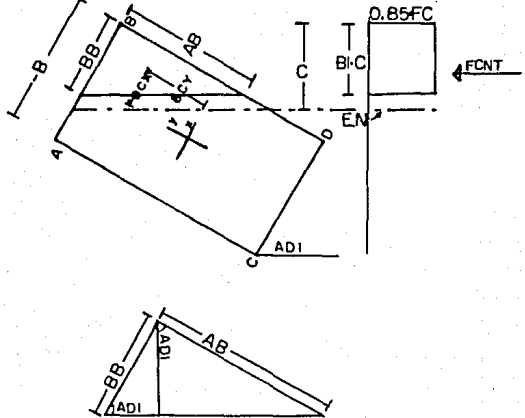
$$0 \leq BI \cdot C \leq HB - HD$$

Subcaso 2:



$$HB - HD < BI \cdot C < HB$$

Subcaso 1:



$$BB = BI \cdot C \cdot \text{SEN}(ADI) \quad ; \quad AB = (BI \cdot C) / \text{COS}(ADI)$$

Area de compresión (AC):

$$AC = (BB \cdot AB) / 2$$

Fuerza de compresión (FCNT):

$$FCNT = AC \cdot 0.85 \cdot FC$$

Brazos:

$$BCX = B/2 - BB/3$$

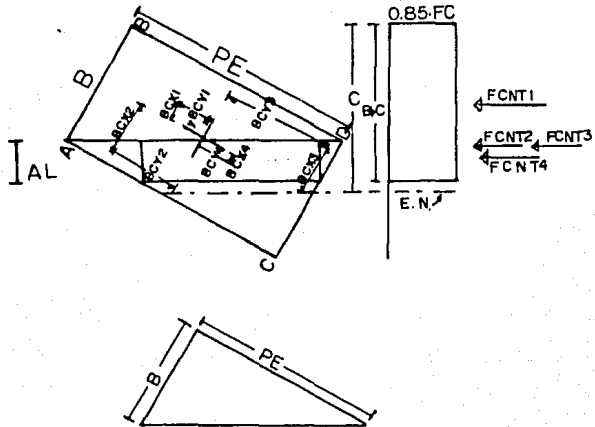
$$BCY = PE/2 - AB/3$$

Momentos:

$$MCY = FCNT \cdot BCX$$

$$MCX = FCNT \cdot BCY$$

Subcaso 2:



Area de compresión I (ACI):

$$ACI = B \cdot PE / 2$$

Fuerza de compresión (FCNT):

$$FCNT1 = 0.85 \cdot FC \cdot ACI$$

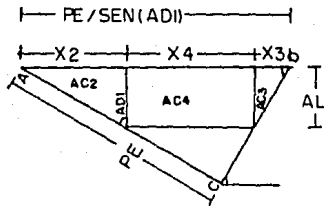
Brazos:

$$BCXI = B / 6 \quad ; \quad BCYI = PE / 6$$

Momentos:

$$MCXI = FCNT1 \cdot BCYI \quad ; \quad MCYI = FCNT1 \cdot BCXI$$

$$AL = (BI \cdot C) - (HB - HD)$$



$$X2 = AL \cdot \tan(ADI) \quad ; \quad X3 = AL / \tan(ADI)$$

$$X4 = (PE / \sin(ADI)) - X3 - X2$$

Areas de compresión:

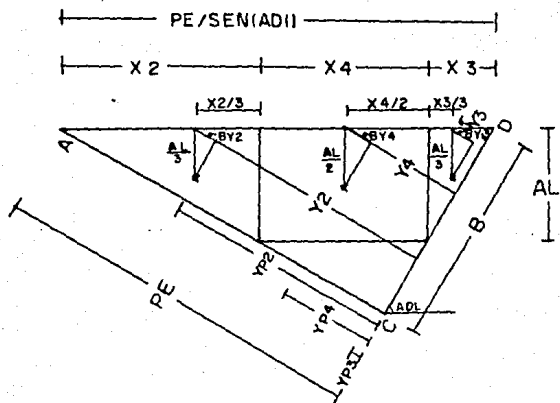
$$AC2 = (AL \cdot X2) / 2 \quad ; \quad AC3 = (AL \cdot X3) / 2 \quad ; \quad AC4 = AL \cdot X4$$

Fuerzas de compresión:

$$FCNT2 = AC2 \cdot 0.85 \cdot FC$$

$$FCNT3 = AC3 \cdot 0.85 \cdot FC$$

$$FCNT4 = AC4 \cdot 0.85 \cdot FC$$



Brozos:

$$Y2 = (X3 + X4 + X2/3) \text{SEN}(ADI)$$

$$Y3 = (2/3)(X3) \text{SEN}(ADI)$$

$$Y4 = (X3 + X4/2) \text{SEN}(ADI)$$

$$BY2 = (AL/3) \text{COS}(ADI)$$

$$BY3 = (AL/3) \text{COS}(ADI)$$

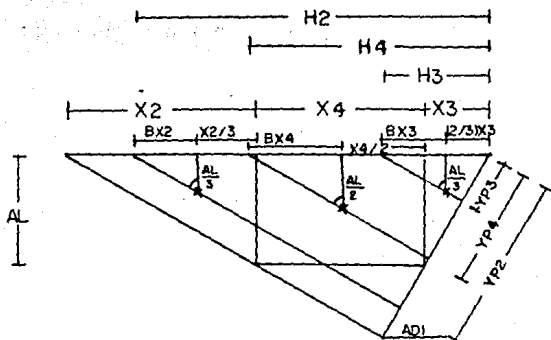
$$BY4 = (AL/2) \text{COS}(ADI)$$

$$YP2 = Y2 - BY2 \quad \therefore \quad BCY2 = YP2 - PE/2$$

$$YP3 = Y3 - BY3 \quad \therefore \quad BCY3 = YP3 - PE/2$$

$$YP4 = Y4 - BY4 \quad \therefore \quad BCY4 = YP4 - PE/2$$





$$BX2 = BX3 = (AL/3) \tan(ADI)$$

$$BX4 = (AL/2) \tan(ADI)$$

$$H2 = X3 + X4 + X2/3 + BX2 \quad ; \quad H3 = (2/3)X3 + BX3$$

$$H4 = X3 + X4/2 + BX4$$

$$XP2 = H2 \cos(ADI) \quad \therefore \quad BCX2 = B/2 - XP2$$

$$XP3 = H3 \cos(ADI) \quad \therefore \quad BCX3 = B/2 - XP3$$

$$XP4 = H4 \cos(ADI) \quad \therefore \quad BCX4 = B/2 - XP4$$

$$MCX2 = FCNT2 \cdot BCY2 \quad ; \quad MCY2 = FCNT2 \cdot BCX2$$

$$MCX3 = FCNT3 \cdot BCY3 \quad ; \quad MCY3 = FCNT3 \cdot BCX3$$

$$MCX4 = FCNT4 \cdot BCY4 \quad ; \quad MCY4 = FCNT4 \cdot BCX4$$

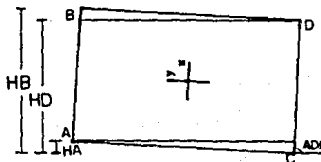
Fuerzo total de compresión (FCNT):

$$FCNT = FCNT1 + FCNT2 + FCNT4 + FCNT3$$

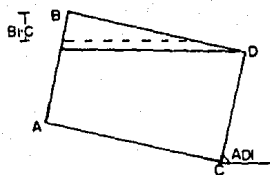
Momentos totales:

$$MCX = MCX1 + MCX2 + MCX3 + MCX4 \quad ; \quad MCY = MCY1 + MCY2 + MCY3 + MCY4$$

Tercer caso:  $HA < HD$

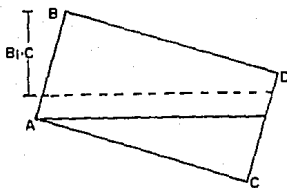


Subcaso 1:



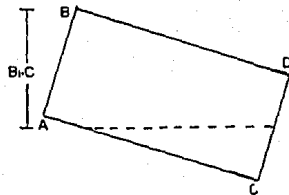
$$0 \leq B_1C \leq (HB - HD)$$

Subcaso 2:



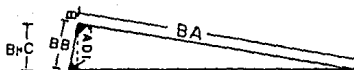
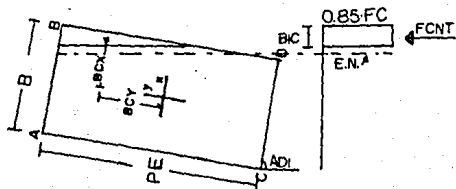
$$(HB - HD) < B_1C \leq (HB - HA)$$

Subcaso 3:



$$(HB - HA) < B_1C < HB$$

Subcaso 1:



$$BB = h \cdot C / \text{SEN}(ADI) \quad ; \quad BA = h \cdot C / \text{COS}(ADI)$$

Area de compresión:

$$AC = BB \cdot BA / 2$$

Fuerza de compresión:

$$FCNT = 0.85 \cdot FC \cdot AC$$

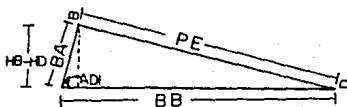
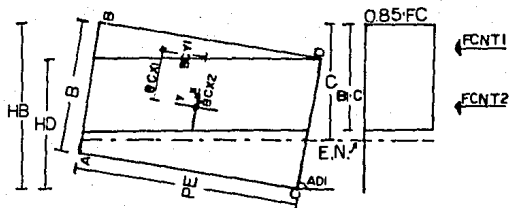
Brazos:

$$BCX = B/2 - BB/3 \quad ; \quad BCY = PE/2 - BA/3$$

Momentos:

$$MCX = FCNT \cdot BCY \quad ; \quad MCY = FCNT \cdot BCX$$

Subcaso 2:



$$BA = (HB - HD) / \text{SEN}(ADI) \quad ; \quad BB = PE / \text{SEN}(ADI)$$

Area de compresión I:

$$ACI = (PE \cdot BA) / 2$$

Fuerza de compresión I:

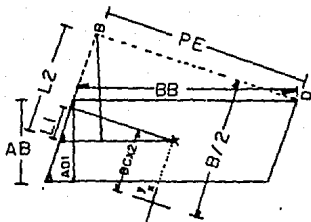
$$FCNTI = ACI \cdot 0.85 \cdot FC$$

Brazos:

$$BCX1 = B/2 - BA/3 \quad ; \quad BCY1 = PE/6$$

Momentos:

$$MCXI = FCNTI \cdot BCY1 \quad ; \quad MCVI = FCNTI \cdot BCX1$$



$$AB = B \cdot C - (HB - HD) \quad ; \quad L1 = (PE/2) / \tan(ADI)$$

$$L2 = (HB - HD + AB/2) / \sin(ADI)$$

Area de compresión 2:

$$AC2 = BB \cdot AB$$

Fuerza de compresión 2:

$$FCNT2 = AC2 \cdot 0.85 \cdot FC$$

Brazos:

$$BCY2 = 0 \quad ; \quad BCX2 = (B/2) - L2 + L1$$

Momentos:

$$MCX2 = FCNT2 \cdot BCY2 \quad ; \quad MCY2 = FCNT2 \cdot BCX2$$

Fuerza total de compresión:

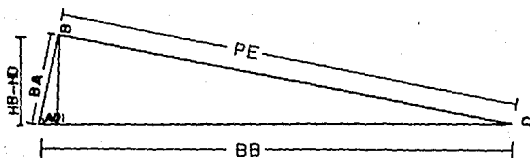
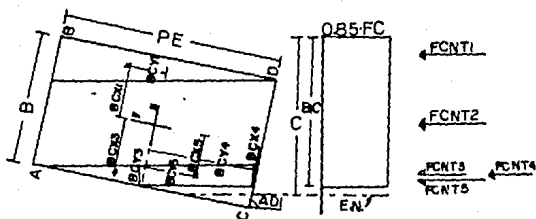
$$FCNT = FCNT1 + FCNT2$$

Momentos totales:

$$MCX = MCX1 + MCX2$$

$$MCY = MCY1 + MCY2$$

Subcaso 3:



$$BA = (HB - HD) / \text{SEN}(AD) \quad ; \quad BB = PE / \text{SEN}(AD)$$

Área de compresión I:

$$ACI = (PE \cdot BA) / 2$$

Fuerza de compresión I:

$$FCNT1 = ACI \cdot 0.85 \cdot FC$$

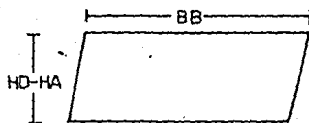
Brazos:

$$BCX1 = B/2 - BA/3 \quad ; \quad BCY1 = PE/6$$

Momentos:

$$MCX1 = FCNT1 \cdot BCY1$$

$$MCY1 = FCNT1 \cdot BCX1$$



Area de compresión 2:

$$AC2 = BB \cdot (HD - HA)$$

Fuerza de compresión 2:

$$FCNT2 = 0.85 \cdot FC \cdot AC2$$

Brazos:

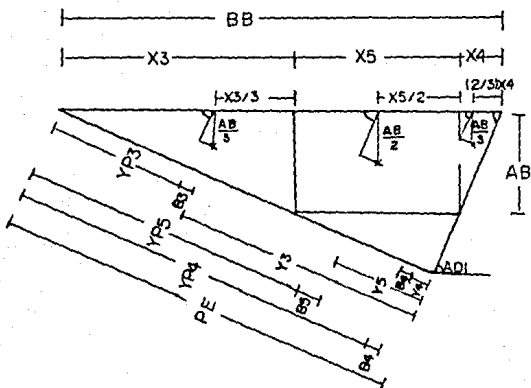
$$BCX2 = 0$$

$$BCY2 = 0$$

Momentos:

$$MCX2 = 0$$

$$MCY2 = 0$$



$$AB = BI \cdot C - (HB - HA)$$

$$X3=AB \cdot \text{TAN}(\text{ADI}) \quad ; \quad X4=AB/\text{TAN}(\text{ADI}) \quad ; \quad X5=BB-X4-X3$$

Areas de compresión:

$$AC3=(X3 \cdot AB)/2 \quad ; \quad AC4=(X4 \cdot AB)/2 \quad ; \quad AC5=X5 \cdot AB$$

Fuerzas de compresión:

$$FCNT3=AC3 \cdot 0.85 \cdot FC \quad ; \quad FCNT4=AC4 \cdot 0.85 \cdot FC$$

$$FCNT5=AC5 \cdot 0.85 \cdot FC$$

Brazos:

$$YP3=(2/3)X3 \cdot \text{SEN}(\text{ADI}) \quad ; \quad YP4=(X3+X5+X4/3) \cdot \text{SEN}(\text{ADI})$$

$$YP5=(X3+X5/2) \cdot \text{SEN}(\text{ADI}) \quad ; \quad B3=(AB/3) \cdot \text{COS}(\text{ADI})$$

$$B4=(AB/3) \cdot \text{COS}(\text{ADI}) \quad ; \quad B5=(AB/2) \cdot \text{COS}(\text{ADI})$$

$$Y3=PE-YP3-B3 \quad ; \quad Y4=PE-YP4-B4 \quad ; \quad Y5=PE-YP5-B5$$

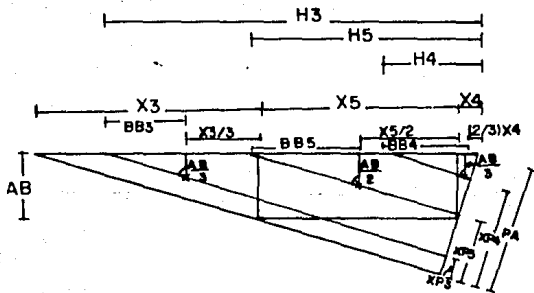
de donde:

$$BCY3=Y3-PE/2$$

$$BCY4=Y4-PE/2$$

$$BCY5=Y5-PE/2$$





$$PA = PE / \tan(\text{ADI}) ; BB3 = BB4 = (AB/3) \cdot \tan(\text{ADI})$$

$$BB5 = (AB/2) \tan(\text{ADI}) ; H4 = (2/3)X4 + BB4$$

$$H5 = X4 + X5/2 + BB5 ; H3 = X4 + X5 + X3/3 + BB3$$

$$XP3 = (PE / \tan(\text{ADI})) - H3 \cdot \cos(\text{ADI})$$

$$XP4 = (PE / \tan(\text{ADI})) - H4 \cdot \cos(\text{ADI})$$

$$XP5 = (PE / \tan(\text{ADI})) - H5 \cdot \cos(\text{ADI})$$

$$BCX3 = XP3 - B/2 ; BCX4 = XP4 - B/2 ; BCX5 = XP5 - B/2$$

Momentos:

$$MCX3 = FCNT3 \cdot BCY3 ; MCY3 = FCNT3 \cdot BCX3$$

$$MCX4 = FCNT4 \cdot BCY4 ; MCY4 = FCNT4 \cdot BCX4$$

$$MCX5 = FCNT5 \cdot BCY5 ; MCY5 = FCNT5 \cdot BCX5$$

Fuerza total de compresión:

$$FCNT = FCNT1 + FCNT2 + FCNT3 + FCNT4 + FCNT5$$

Momentos totales:

$$MCX = MCX1 + MCX2 + MCX3 + MCX4 + MCX5$$

$$MCY = MCY1 + MCY2 + MCY3 + MCY4 + MCY5$$

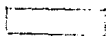
III. - DIAGRAMA DE FLUJO

Un diagrama de flujo es una representación gráfica de un algoritmo, es decir, es un esquema visual que nos dá los pasos de un algoritmo y también el flujo de control entre los diferentes pasos. (un algoritmo es un método para resolver un problema, paso por paso.) En particular, en un diagrama de flujo incluimos cada operación, instrucción ó serie de instrucciones en una caja; el flujo de control se indica por líneas dirigidas entre las cajas. Además, los diferentes tipos de operaciones se indican por diferentes formas de cajas, como se ilustra a continuación:



Ovalo

Para iniciar o pa  
rar.



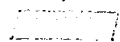
Rectángulo

Para un cálculo o  
proceso diferente  
de una decisión.



Rombo

Para una decisión



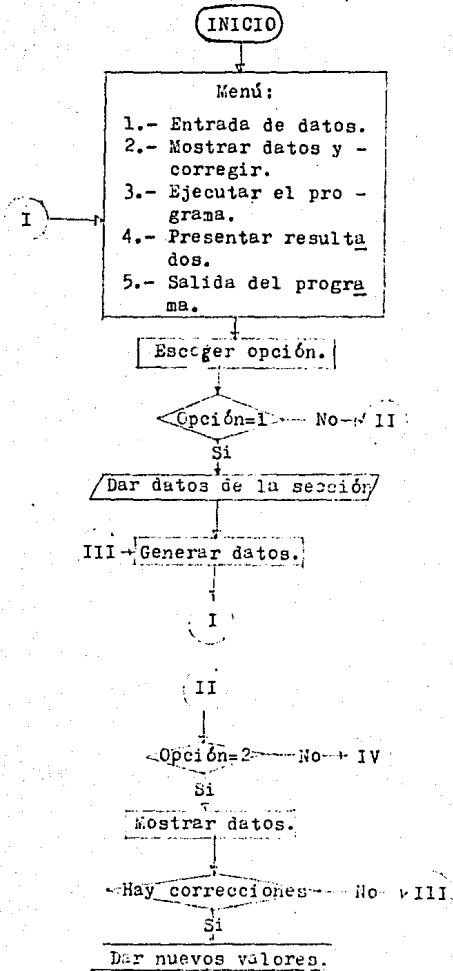
Paralelogramo

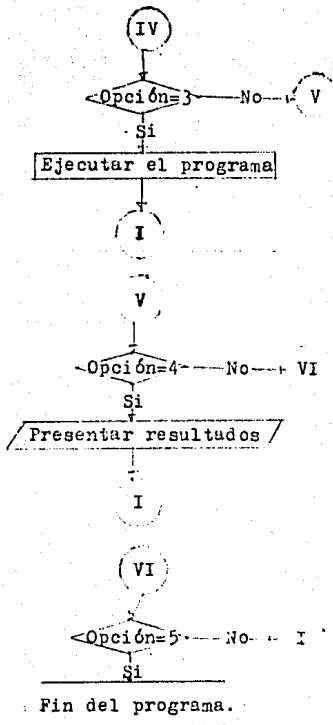
Para entrada o sa  
lida de datos..



Círculo

Para conexión.





IV.- CODIFICACION





```

1390 IF S#="3" THEN C3=1:GOTO 3260
1400 IF S#="4" THEN C4=1:GOTO 5650
1410 IF S#="5" THEN C5=1:GOTO 6580
1420 GOTO 1340
1430 DIM N(15),DV(15),DI(15),XS(50),YS(50),R(50),A(50),BX(50),BY(50),AA(19)
1440 DIM AB(19),ADI(19),AI(50,19),HA(19),HB(19),HD(19),HS(50,19),AR(50)
1450 DIM FCNT(19),MCX(19),MCY(19),B(19),ES(50,19),FS(50,19),EY(19),EX(19)
1460 DIM GR(19),C(19)
1470 REM+++++ENTRADA DE DATOS+++++
1480 REM
1490 REM-----
1500 CLS
1510 LOCATE 4,30 :PRINT "ENTRADA DE DATOS"
1520 PRINT:PRINT
1530 INPUT"          Teclrear la carga que se desea resistir (en ton)....:";P1
1540 PRINT
1550 INPUT"          Teclrear el ancho de la seccion propuesta (en cms)...:";B
1560 PRINT
1570 INPUT"          Teclrear el peralte de la seccion propuesta (en cms):";PE
1580 PRINT
1590 INPUT"          Teclrear f'c (en kg/cm2) del concreto a usar.....:";FC
1600 PRINT
1610 INPUT"          Teclrear fy (en kg/cm2) del acero a usar.....:";FY
1620 P=F1*1000
1630 CLS
1640 PRINT:PRINT:PRINT
1650 PRINT" La seccion que Ud. propone es:"
1660 LINE (210,90)-(240,90)
1670 LINE (280,90)-(310,90)
1680 LINE (210,86)-(210,93):LINE (310,86)-(310,93)
1690 LINE (210,100)-(310,100)
1700 LINE (200,100)-(200,170):LINE (200,205)-(200,275)
1710 LINE (196,100)-(203,100):LINE (196,275)-(203,275)
1720 LOCATE 14,28:PRINT FE
1730 LOCATE 6,39:PRINT B
1740 LINE (210,275)-(310,275)
1750 LINE (210,100)-(210,275)
1760 LINE (310,100)-(310,275)
1770 LINE (320,100)-(320,115):LINE (317,100)-(323,100):LINE (317,115)-(323,115)
1780 LOCATE 8,53:PRINT"TY"
1790 LINE (295,285)-(310,285):LINE (295,282)-(295,288):LINE (310,282)-(310,288)
1800 LOCATE 22,48:PRINT"TX"
1810 CIRCLE (230,120),5:CIRCLE (260,120),5:CIRCLE (290,120),5
1820 CIRCLE (230,255),5:CIRCLE (260,255),5:CIRCLE (290,255),5
1830 LOCATE 24,1:INPUT "Si los recubrimientos TX y TY son iguales teclrear S";S#
1840 CLS 1:CLS
1850 IF S#="S" THEN GOTO 1850
1860 LOCATE 12,30 :INPUT "Teclrear TX en cms:";TX
1870 LOCATE 14,30 :INPUT "Teclrear TY en cms:";TY
1880 GOTO 1910
1890 LOCATE 13,27 :INPUT "Teclrear el recubrimiento (en cm):";TX
1900 TY=TX
1910 CLS
1920 LOCATE 12,25 :INPUT "Cuantos lechos de acero son:";NL
1930 IF NL=1 THEN DV(1)=PE/2 : GOTO 2000

```

```

1940 IY=(PE-(2*TY))/(NL-1)
1950 FOR IN=1 TO NL
1960 IF IN=1 THEN DV(1)=PE-TY : GOTO 1990
1970 IF IN=NL THEN DV(IN)=TY :GOTO 1990
1980 DV(IN)=PE-TY-((IN-1)*IY)
1990 NEXT IN
2000 FOR I=1 TO NL
2010 CLS:LOCATE 3,28:PRINT "DATOS DEL LECHO No.":I
2020 LOCATE 7,10 :PRINT "Distancia vertical de la base al lecho:";DV(I);"cms"
2030 LOCATE 9,10 :PRINT "Cuantos paquetes tiene el lecho";I;:INPUT N(I)
2040 IF N(I)<>1 THEN GOTO 2060
2050 GOTO 2180
2060 LOCATE 11,10:INPUT"Son de igual area los paquetes del lecho,Si(S),No(N)";A
#
2070 IF A#="S" OR A#="s" THEN GOTO 2100
2080 IF A#="N" OR A#="n" THEN GOTO 2180
2090 GOTO 2060
2100 LOCATE 13,10 :INPUT "Que area tienen los paquetes de este lecho (cm2)";DI
2110 IF I=1 THEN II=0 :GOTO 2140
2120 CB=N(I-1)
2130 II=II+CB
2140 FOR A=1 TO N(I)
2150 J=II+A
2160 AR(J)=DI
2170 NEXT A:GOTO 2260
2180 IF I=1 THEN II=0: GOTO 2200
2190 II=N(I-1)+II
2200 FOR AA=1 TO N(I)
2210 AX=II+AA*2
2220 J=II+AA
2230 LOCATE AX,10 :PRINT "Teclar el area del paquete No.":J;"en cm2"
2240 LOCATE AX,51 :INPUT AR(J)
2250 NEXT AA
2260 NEXT I
2270 REM+++++
2280 REM GENERADOR DE DATOS
2290 REM-----
2300 CLS:PRINT:COLOR ,,7,2
2310 LOCATE 13,14:PRINT"<< FAVOR DE ESPERAR SE ESTAN GENERANDO DATOS>>"
2320 REM
2330 REM
2340 REM << NUMERO DE PAQUETES >>
2350 REM
2360 JJJ=0
2370 FOR J=1 TO NL
2380 JJJ=JJJ+N(J)
2390 NEXT J
2400 REM
2410 REM << PORCENTAJE DE ACERO >>
2420 REM
2430 AREA=0
2440 FOR Z=1 TO JJJ
2450 AREA=AREA+AR(Z)
2460 NEXT Z
2470 PORAL=(AREA+100)/(E*PE)

```

```

2480 REM                                     << COORDENADAS >>
2490 REM
2500 FOR J=1 TO NL
2510 IF J=1 THEN JJ=0 :GOTO 2540
2520 CBB=N(J-1)
2530 JJ=JJ+CBB
2540 IF N(J)<>1 THEN GOTO 2570
2550 XS(JJ+1)=B/2 : YS(JJ+1)=DV(J)
2560 GOTO 2620
2570 IX=(B-2*TX)/(N(J)-1)
2580 FOR A=1 TO N(J)
2590 XS(JJ+A)=TX+(A-1)*IX
2600 YS(JJ+A)=DV(J)
2610 NEXT A
2620 NEXT J
2630 REM
2640 REM                                     << DISTANCIAS DE CADA PAQUETE AL ORIGEN >>
2650 REM
2660 RA=PE:RD=B:RB=(PE^2+B^2)^.5
2670 FOR J=1 TO JJJ
2680 R(J)=((XS(J))^2+(YS(J))^2)^.5
2690 NEXT J
2700 REM
2710 REM                                     << ANGULOS INICIALES >>
2720 REM
2730 AA=.5*3.141592654#:AB=ATN(PE/B):AD=0
2740 FOR J=1 TO JJJ
2750 A(J)=ATN(YS(J)/XS(J))
2760 NEXT J
2770 REM
2780 REM                                     << BRAZOS DE PAQUETES >>
2790 REM
2800 FOR J=1 TO JJJ
2810 BX(J)=XS(J)-B/2
2820 BY(J)=YS(J)-PE/2
2830 NEXT J
2840 REM
2850 REM                                     << ANGULOS PARA CADA ITERACION >>
2860 REM
2870 FOR J=1 TO 19
2880 JI=J-1
2890 AAI(J)=AA+(5*3.141592654#/180)*JI
2900 ABI(J)=AB+(5*3.141592654#/180)*JI
2910 ADI(J)=AD+(5*3.141592654#/180)*JI
2920 FOR I=1 TO JJJ
2930 AI(I,J)=A(J)+(5*3.141592654#/180)*JI
2940 NEXT I
2950 NEXT J
2960 REM
2970 REM                                     << ALTURAS PARA CADA ITERACION >>
2980 REM
2990 FOR J=1 TO 19
3000 IF AAI(J)<=(90*3.141592654#/180) THEN HA(J)=RA*SIN(AAI(J)):GOTO 3020
3010 HA(J)=RA*SIN(3.141592654#-AAI(J))
3020 IF ABI(J)<=(90*3.141592654#/180) THEN HB(J)=RB*SIN(ABI(J)):GOTO 3040

```

```

3030 HB(J)=RB*SIN(3.141592654#-ABI(J))
3040 IF ADI(J)<=(.5*3.141592654#) THEN HD(J)=RD*SIN(ADI(J)):GOTO 3060
3050 HD(J)=RD*SIN(3.141592654#-ADI(J))
3060 FOR I=1 TO JJJ
3070 IF AI(I,J)<=(.5*3.141592654#) THEN HS(I,J)=R(I)*SIN(AI(I,J)):GOTO 3090
3080 HS(I,J)=R(I)*SIN(3.141592654#-AI(I,J))
3090 NEXT I:NEXT J
3100 REM
3110 REM          << CALCULO DE B1 >>
3120 REM
3130 B2=(1.05-FC/1400)
3140 IF B2>.85 THEN B1=.85:GOTO 3160
3150 B1=B2
3160 REM
3170 REM          << FUERZA DE COMPRESION PURA >>
3180 REM
3190 SUMAR=0
3200 FOR L=1 TO JJJ
3210 SUMAR=SUMAR+AR(L)
3220 NEXT L
3230 FCP=FC*.85*(B*PE-SUMAR)+FY*SUMAR
3240 CLS
3250 GOTO 1210
3260 REM*****
3270 REM          PROCESO
3280 REM-----
3290 REM*****
3300 REM          FUERZA DEL ACERO
3310 REM-----
3320 CLS:PRINT:COLOR ,,7,2
3330 LOCATE 13,13:PRINT"<< FAVOR DE ESPERAR EL PROGRAMA ESTA CORRIENDO >>"
3340 IF P>FCP THEN GOTO 5570
3350 FOR I=1 TO 19
3360 VC=INT(HB(I)/B1)
3370 LI=0: LS=VC: C=VC/2
3380 CO=HB(I)-C
3390 SUM=0
3400 FOR K=1 TO JJJ
3410 IF CO>HS(K,I) THEN GOTO 3440
3420 IF CO<HS(K,I) THEN FS(K,I)=0:GOTO 3510
3430 IF CO<HS(K,I) THEN GOTO 3480
3440 ES(K,I)=.003*(CO-HS(K,I))/C
3450 IF ES(K,I)>=.002 THEN FS(K,I)=-FY*AR(K):GOTO 3510
3460 FS(K,I)=-ES(K,I)*2.039*10^6*AR(K)
3470 GOTO 3510
3480 ES(K,I)=.003*(HS(K,I)-CO)/C
3490 IF ES(K,I)>=.002 THEN FS(K,I)=FY*AR(K):GOTO 3510
3500 FS(K,I)=ES(K,I)*2.039*10^6*AR(K)
3510 SUM=SUM+FS(K,I)
3520 NEXT K
3530 SUMMX=0: SUMMY=0
3540 FOR Z=1 TO JJJ
3550 SUMMX=SUMMX+FS(Z,I)*FX(Z)
3560 SUMMY=SUMMY+FS(Z,I)*FY(Z)
3570 NEXT Z

```

```

3580 REM+++++
3590 REM          FUERZA DEL CONCRETO
3600 REM-----
3610 IF I=1 THEN GOTO 3660
3620 IF I=19 THEN GOTO 3730
3630 IF HA(1)>HD(1) GOTO 3800
3640 IF HA(1)=HD(1) GOTO 4450
3650 IF HA(1)<HD(1) GOTO 4850
3660 REM
3670 REM          Para I=1
3680 REM
3690 FCNT=(B1*C*B)*.85*FC
3700 BCX=0;BCY=(PE/2)-(B1*C/2)
3710 MCX=FCNT*BCY;MCY=FCNT*BCX
3720 GOTO 5470
3730 REM
3740 REM          Para I=19
3750 REM
3760 FCNT=(B1*C*PE)*.85*FC
3770 BCY=0;BCX=(B/2)-(B1*C/2)
3780 MCX=FCNT*BCY;MCY=FCNT*BCX
3790 GOTO 5470
3800 REM-----
3810 REM          Primer caso: HA(1)>HD(1)
3820 REM-----
3830 IF B1*C<=(HB(1)-HA(1)) THEN GOTO 3860
3840 IF B1*C<=(HB(1)-HD(1)) THEN GOTO 3950
3850 IF B1*C>(HB(1)-HD(1)) THEN GOTO 4070
3860 REM
3870 REM          Subcaso 1: TRIANGULO
3880 REM
3890 BB=B1*C/SIN(ADI(1));AB=B1*C/COS(ADI(1))
3900 AC=BB*AB/2
3910 FCNT=AC*.85*FC
3920 BCX=B/2-BB/3;BCY=PE/2-AB/3
3930 MCX=FCNT*BCY;MCY=FCNT*BCX
3940 GOTO 5470
3950 REM
3960 REM          Subcaso 2: TRIANGULO Y ROMBO
3970 REM
3980 AB=B1*C-(HB(1)-HA(1));BB=B/COS(ADI(1))
3990 AC1=B*((HB(1)-HA(1))/COS(ADI(1)))/2
4000 AC2=AB*BB
4010 FCNT1=AC1*.85*FC;FCNT2=AC2*.85*FC;FCNT=FCNT1+FCNT2
4020 BCX1=B/6;BCY1=PE/2-((HB(1)-HA(1))/COS(ADI(1)))/3
4030 BCX2=0;BCY2=PE/2-((HB(1)-HA(1)+AB/2)/COS(ADI(1)))+(B/2)*TAN(ADI(1))
4040 MCX1=FCNT1*BCY1;MCX2=FCNT2*BCY2;MCX=MCX1+MCX2
4050 MCY1=FCNT1*BCX1;MCY2=FCNT2*BCX2;MCY=MCY1+MCY2
4060 GOTO 5470
4070 REM
4080 REM          Subcaso 3: TRIANGULO, ROMBO Y TRAPECIO
4090 REM
4100 AC1=(B*(HB(1)-HA(1))/COS(ADI(1)))/2
4110 FCNT1=AC1*.85*FC
4120 BCX1=B/6;BCY1=(PE/2)-((HB(1)-HA(1))/COS(ADI(1)))/3

```

```

4130 MCX1=FCNT1*BCY1;MCY1=FCNT1*BCX1
4140 AC2=(B/COS(ADI(1)))*(HA(1)-HD(1))
4150 FCNT2=AC2*.85*FC
4160 BCX2=0;BCY2=0;MCX2=0;MCY2=0
4170 AB=(B1*C)-(HB(1)-HD(1))
4180 X3=AB*TAN(ADI(1));X4=AB/TAN(ADI(1));X5=B/COS(ADI(1))-X3-X4
4190 AC3=AB*X3/2;FCNT3=AC3*.85*FC
4200 AC5=AB*X5;FCNT5=AC5*.85*FC
4210 AC4=AB*X4/2;FCNT4=AC4*.85*FC
4220 FCNT=FCNT1+FCNT2+FCNT3+FCNT4+FCNT5
4230 AY3=(COS(ADI(1)))*AB/3;AY4=AY3
4240 AY5=(COS(ADI(1)))*AB/2
4250 Y3=(SIN(ADI(1)))*(X4+X5+X3/3)
4260 Y4=(SIN(ADI(1)))*(2/3)*X4
4270 Y5=(X4+X5/2)*(SIN(ADI(1)))
4280 YP3=Y3-AY3;YP4=Y4-AY4;YP5=Y5-AY5
4290 BCY3=YP3-PE/2;BCY4=YP4-PE/2;BCY5=YP5-PE/2
4300 MCX3=FCNT3*BCY3;MCX4=FCNT4*BCY4;MCX5=FCNT5*BCY5
4310 BX3=(AB/3)*TAN(ADI(1))
4320 BX4=(AB/3)*TAN(ADI(1))
4330 BX5=(AB/2)*TAN(ADI(1))
4340 H3=X4+X5+X3/3+BX3
4350 H4=(2/3)*X4+BX4
4360 H5=X4+X5/2+BX5
4370 XP3=H3*COS(ADI(1))
4380 XP4=H4*COS(ADI(1))
4390 XP5=H5*COS(ADI(1))
4400 BCX3=B/2-XP3;BCX4=B/2-XP4;BCX5=B/2-XP5
4410 MCY3=FCNT3*BCX3;MCY4=FCNT4*BCX4;MCY5=FCNT5*BCX5
4420 MCX=MCX1+MCX2+MCX3+MCX4+MCX5
4430 MCY=MCY1+MCY2+MCY3+MCY4+MCY5
4440 GOTO 5470

```

---

```

4450 REM
4460 REM                               Segundo caso: HA(1)=HD(1)
4470 REM

```

---

```

4480 IF B1*C>(HB(1)-HD(1)) THEN GOTO 4570
4490 REM
4500 REM                               Subcaso 1: TRIANGULO

```

---

```

4510 REM
4520 AB=(B1*C)/COS(ADI(1));RB=(B1*C)/SIN(ADI(1))
4530 AC=AB*BB/2;FCNT=AC*.85*FC
4540 BCX=(B/2)-BB/3;BCY=(PE/2)-AB/3
4550 MCX=FCNT*BCY;MCY=FCNT*BCX
4560 GOTO 5470
4570 REM

```

---

```

4580 REM                               Subcaso 2: TRIANGULO Y TRAPPECIO
4590 REM

```

---

```

4600 AC1=(B*PE)/2;FCNT1=AC1*.85*FC
4610 BCX1=B/6;MCY1=PE/6
4620 MCX1=FCNT1*BCY1;MCY1=FCNT1*BCX1
4630 AL=(B1*C)-(HB(1)-HD(1))
4640 X2=AL*TAN(ADI(1));Y3=AL/TAN(ADI(1));X4=(PE/SIN(ADI(1)))-X3-X2
4650 AC2=(AL*X2)/2;AC3=(AL*X3)/2;AC4=AL*X4
4660 FCNT2=AC2*.85*FC;FCNT3=AC3*.85*FC;FCNT4=AC4*.85*FC
4670 Y2=(Y3+X4+X2/3)*SIN(ADI(1));Y3=(2*X3/3)*SIN(ADI(1))

```

```

4680 Y4=(X3+X4/2)*SIN(ADI(1))
4690 BY2=(AL/3)*COS(ADI(1)) ; BY3=BY2 ; BY4=(AL/2)*COS(ADI(1))
4700 YP2=Y2-BY2 ; BCY2=YP2-FE/2
4710 YP3=Y3-BY3 ; BCY3=YP3-FE/2
4720 YP4=Y4-BY4 ; BCY4=YP4-FE/2
4730 BX2=(AL/3)*TAN(ADI(1)) ; BX3=BX2 ; BX4=(AL/2)*TAN(ADI(1))
4740 H2=X3+X4+X2/3+BX2 ; H3=2*X3/3+BX3 ; H4=X3+X4/2+BX4
4750 XP2=H2*COS(ADI(1)) ; BCX2=B/2-XP2
4760 XF3=H3*COS(ADI(1)) ; BCX3=B/2-XP3
4770 XF4=H4*COS(ADI(1)) ; BCX4=B/2-XP4
4780 MCX2=FCNT2*BCY2 ; MCY2=FCNT2*BCX2
4790 MCX3=FCNT3*BCY3 ; MCY3=FCNT3*BCX3
4800 MCX4=FCNT4*BCY4 ; MCY4=FCNT4*BCX4
4810 FCNT=FCNT1+FCNT2+FCNT3+FCNT4
4820 MCX=MCX1+MCX2+MCX3+MCX4
4830 MCY=MCY1+MCY2+MCY3+MCY4
4840 GOTO 5470
4850 REM-----
4860 REM                      Tercer caso: HA(1)<HD(1)
4870 REM-----
4880 IF B1*C<=(HB(1)-HD(1)) GOTO 4910
4890 IF B1*C<=(HB(1)-HA(1)) GOTO 4990
4900 IF B1*C<HB(1) GOTO 5130
4910 REM .....
4920 REM                      Subcaso 1: TRIANGULO
4930 REM .....
4940 BB=(B1*C)/SIN(ADI(1)) ; BA=(B1*C)/COS(ADI(1))
4950 AC=(BB+BA)/2 ; FCNT1=AC*.85*FC
4960 BCX=B/2-BB/3 ; BCY=FE/2-BA/3
4970 MCX=FCNT*BCY ; MCY=FCNT*BCX
4980 GOTO 5470
4990 REM .....
5000 REM                      Subcaso 2: TRIANGULO Y ROMBO
5010 REM .....
5020 BA=(HB(1)-HD(1))/SIN(ADI(1)) ; BB=FE/SIN(ADI(1))
5030 AC1=(FE+BA)/2 ; FCNT1=AC1*.85*FC ; BCX1=B/2-BA/3 ; BCY1=FE/6
5040 MCX1=FCNT1*BCY1 ; MCY1=FCNT1*BCX1
5050 AB=B1*C-(HB(1)-HD(1))
5060 L2=((HB(1)-HD(1))+AB/2)/SIN(ADI(1)) ; L1=(FE/2)/TAN(ADI(1))
5070 AC2=BB+AB ; FCNT2=AC2*.85*FC
5080 BCY2=0 ; BCX2=(B/2)-L2+L1
5090 MCY2=FCNT2*BCY2 ; MCY2=FCNT2*BCX2
5100 FCNT=FCNT1+FCNT2
5110 MCX=MCX1+MCX2 ; MCY=MCY1+MCY2
5120 GOTO 5470
5130 REM .....
5140 REM                      Subcaso 3: TRIANGULO, ROMBO Y TRAPEZIO
5150 REM .....
5160 BA=(HB(1)-HD(1))/SIN(ADI(1)) ; BB=FE/SIN(ADI(1))
5170 AC1=FE+BA/2 ; FCNT1=AC1*.85*FC
5180 BCX1=B/2-BA/3 ; BCY1=FE/6
5190 MCY1=FCNT1*BCY1 ; MCY1=FCNT1*BCX1
5200 AC2=BB+(HD(1)-HA(1)) ; FCNT2=AC2*.85*FC
5210 MCY2=0 ; MCY2=0
5220 AB=B1*C-(HB(1)-HA(1))

```

```

5230 X3=AB*TAN(ADI(1)) : X4=AB/TAN(ADI(1)) : X5=BB-X4-X3
5240 AC3=X3*AB/2 : AC4=X4*AB/2 : AC5=X5*AB
5250 FCNT3=AC3*.85*FC : FCNT4=AC4*.85*FC : FCNT5=AC5*.85*FC
5260 YP3=(2*X3/3)*SIN(ADI(1)) : YP4=(X3+X5+X4/3)*SIN(ADI(1))
5270 YP5=(X3+X5/2)*SIN(ADI(1))
5280 B3=(AB/3)*COS(ADI(1)) : B4=B3 : B5=(AB/2)*COS(ADI(1))
5290 Y3=PE-YP3-B3 : Y4=PE-YP4-B4 : Y5=PE-YP5-B5
5300 BCY3=Y3-FE/2 : BCY4=Y4-FE/2 : BCY5=Y5-FE/2
5310 BB3=(AB/3)*TAN(ADI(1)) : BB4=BB3 : BB5=(AB/2)*TAN(ADI(1))
5320 H4=(2*X4/3)+BB4 : H5=X4+X5/2+BB5 : H3=X4+X5+X3/3+BB3
5330 XP3=(FE/TAN(ADI(1)))-H3*COS(ADI(1))
5340 XP4=(FE/TAN(ADI(1)))-H4*COS(ADI(1))
5350 XP5=(FE/TAN(ADI(1)))-H5*COS(ADI(1))
5360 BCX3=XP3-B/2 : BCX4=XP4-B/2 : BCX5=XP5-B/2
5370 MCX3=FCNT3*BCY3 : MCY3=FCNT3*BCX3
5380 MCX4=FCNT4*BCY4 : MCY4=FCNT4*BCX4
5390 MCX5=FCNT5*BCY5 : MCY5=FCNT5*BCX5
5400 FCNT=FCNT1+FCNT2+FCNT3+FCNT4+FCNT5
5410 MCX=MCX1+MCX2+MCX3+MCX4+MCX5
5420 MCY=MCY1+MCY2+MCY3+MCY4+MCY5
5430 GOTO 5470

```

```
5440 REM+++++
```

```
5450 REM COMPARACION DE FCNT CON P
```

```
5460 REM-----
```

```

5470 IF (FCNT+SUM)=P GOTO 5610
5480 L1=L1+100000!: L12=INT(L1!)
5490 LS1=LS+100000!: LS2=INT(LS1)
5500 IF L12=LS2 THEN GOTO 5610
5510 IF (FCNT+SUM)<P GOTO 5550
5520 IF (FCNT+SUM)<=(1.001*P) GOTO 5610
5530 LS=C; L1=L1; C=(LS+L1)/2
5540 GOTO 3380
5550 L1=C; LS=LS; C=(LS+L1)/2
5560 GOTO 3380

```

```
5570 PRINT "LA SECCION QUE USTED PROFONE NO RESISTIRA LA CARGA PROPUESTA"
```

```
5580 PRINT:PRINT:INPUT "Para ver el Menu, teclear N":M#
```

```
5590 IF M#="n" OR M#="m" THEN GOTO 1220
```

```
5600 GOTO 5580
```

```
5610 FCNT(1)=FCNT+SUM: MCX(1)=MCX+SUMMX: MCY(1)=MCY+SUMMY: B1(1)=B1+C
```

```
5620 EY(1)=MCX(1)/FCNT(1): EX(1)=MCY(1)/FCNT(1): C(1)=C
```

```
5630 NEXT I
```

```
5640 GOTO 1210
```

```
5650 REM+++++
```

```
5660 REM PRESENTACION DE RESULTADOS
```

```
5670 REM-----
```

```
5680 CLS:PRINT
```

```
5690 PRINT " RotaciFn C Fuerza ey ex My Mx "
```

```
5700 PRINT " (grades) (cms) (ton) (cms) (cms) (t-m) (t-m) "
```

```
5710 FOR J=1 TO 19: A=4+J
```

```
5720 BR(I)=(J-J)*5
```

```
5730 LOCATE A,12:PRINT BR(I)
```

```
5740 LOCATE A,19:PRINT USING "###.#":C(I)
```

```
5750 LOCATE A,27:PRINT USING "###.#":(FCNT(I)/1000)
```

```
5760 LOCATE A,35:PRINT USING "###.#":EY(I)
```

```
5770 LOCATE A,43:PRINT USING "###.#":EX(I)
```



```

5780 LOCATE A,51:PRINT USING "####.#";(MCY(1)/100000!)
5790 LOCATE A,59:PRINT USING "####.#";(MCX(1)/100000!)
5800 NEXT I
5810 LOCATE 25,29:INPUT"Para continuar teclear C";C#
5820 IF C#="C" OR C#="c" THEN GOTO 1220
5830 GOTO 5810
5840 REM*****
5850 REM                MOSTRAR DATOS Y CORRECCION
5860 REM-----
5870 CLS:PRINT:LOCATE 3,33:PRINT "DATOS ACTUALES"
5880 LOCATE 6,15:PRINT"1.- Carga que se desea resistir (en ton) .....";F1
5890 LOCATE 8,15:PRINT"2.- Ancho (en cms) de la seccion .....";B
5900 LOCATE 10,15:PRINT"3.- Peralte (en cms) de la seccion .....";PE
5910 LOCATE 12,15:PRINT"4.- Fc (en kg/cm2) del concreto a usar .....";FC
5920 LOCATE 14,15:PRINT"5.- fy (en kg/cm2) del acero a usar.....";FY
5930 LOCATE 16,15:PRINT"6.- Recubrimiento TX (en cms) .....";TX
5940 LOCATE 18,15:PRINT"7.- Recubrimiento TY (en cms) .....";TY
5950 LOCATE 20,15:PRINT"8.- Numero de lechos de acero .....";NL
5960 LOCATE 22,15:PRINT"9.- Porcentaje de acero en la seccion .....";PORA
C
5970 COLOR ,,0,3
5980 LOCATE 24,23:INPUT"Para continuar teclear la letra C";W#
5990 COLOR ,,0,0
6000 IF W#="C" OR W#="c" THEN GOTO 6020
6010 GOTO 5980
6020 FOR I=1 TO NL
6030 IF I=1 THEN I1=0 :GOTO 6060
6040 CBBB=N(I-1)
6050 I1=I1+CBBB
6060 CLS
6070 PRINT:LOCATE 4,33:PRINT "LECHO No.":I
6080 LOCATE 7,19:PRINT"Distancia de la base al lecho (en cms)....":DV(I)
6090 LOCATE 10,20:PRINT"FAULETE No.                AREA (en cms2)":PRINT
6100 FOR A=1 TO N(I)
6110 J=I1+A
6120 PRINT TAB(24):J;TAB(54):AR(J)
6130 NEXT A
6140 LOCATE 22,24:INPUT "Para continuar teclear la letra C";W#
6150 IF W#="C" OR W#="c" THEN GOTO 6170
6160 GOTO 6140
6170 NEXT I
6180 CLS:PRINT
6190 LOCATE 12,20:INPUT "Desea hacer alguna correccion. Si (S), No (N)";V#
6200 IF V#="S" OR V#="s" THEN GOTO 6230
6210 IF V#="N" OR V#="n" THEN GOTO 2270
6220 GOTO 6190
6230 CLS
6240 LOCATE 4,20:PRINT"1.- CARGA QUE DESEA RESISTIR"
6250 LOCATE 6,20:PRINT"2.- ANCHO DE LA SECCION"
6260 LOCATE 8,20:PRINT"3.- PERALTE DE LA SECCION"
6270 LOCATE 10,20:PRINT"4.- Fc DEL CONCRETO"
6280 LOCATE 12,20:PRINT"5.- fy DEL ACERO"
6290 LOCATE 14,20:PRINT"6.- RECUBRIMIENTO TX"
6300 LOCATE 16,20:PRINT"7.- RECUBRIMIENTO TY"
6310 LOCATE 18,20:PRINT"8.- DISTANCIA DE LA BASE AL ACERO"

```

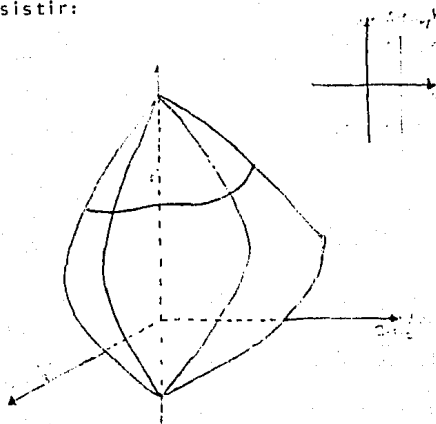
```

6320 LOCATE 21,15:INPUT "Teclar el numero del dato que desea corregir: ";SS#
6330 IF SS#="1" THEN GOTO 6420
6340 IF SS#="2" THEN GOTO 6460
6350 IF SS#="3" THEN GOTO 6480
6360 IF SS#="4" THEN GOTO 6500
6370 IF SS#="5" THEN GOTO 6520
6380 IF SS#="6" THEN GOTO 6540
6390 IF SS#="7" THEN GOTO 6560
6400 IF SS#="8" THEN GOTO 1910
6410 GOTO 6320
6420 CLS:PRINT:LOCATE 12,15
6430 INPUT "Teclar la carga que se desea resistir (en ton).":F1
6440 P=F1*1000
6450 GOTO 5870
6460 CLS:PRINT:LOCATE 12,15:INPUT"Teclar el ancho de la seccion (en cms):";B
6470 GOTO 5870
6480 CLS:PRINT:LOCATE 12,15:INPUT"Teclar el peralte de la seccion (en cms):";F
E
6490 GOTO 5870
6500 CLS:PRINT:LOCATE 12,15:INPUT"Teclar Fc del concreto a usar(en lq/cm2):";F
C
6510 GOTO 5870
6520 CLS:PRINT:LOCATE 12,15:INPUT"Teclar fy (en lq/cm2) del acero usar: ";FY
6530 GOTO 5870
6540 CLS:PRINT:LOCATE 12,15:INPUT "Teclar el recubrimiento TX (en cms):";TX
6550 GOTO 5870
6560 CLS:PRINT:LOCATE 12,15:INPUT "Teclar el recubrimiento TY (en cms):";TY
6570 GOTO 5870
6580 REM*****
6590 REM
6600 REM          SALIDA DEL PROGRAMA
6610 CLS:PRINT:LOCATE 12,15:INPUT "Desea terminar esta sesion (S/N)";F#
6620 IF F#="e" OR F#="S" THEN GOTO 6670
6630 IF F#="N" OR F#="n" THEN GOTO 6650
6640 GOTO 6610
6650 CLEAR
6660 GOTO 1200
6670 CLS:PRINT:LOCATE 11,23:PRINT"UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUADALAJARA"
6680 LOCATE 13,32:PRINT"NOVIEMBRE, DE 1987"
6690 KEY ON

```



El programa de este trabajo, está diseñado para encontrar las combinaciones de  $e_x$  y  $e_y$ , para una carga axial determinada, que es capaz de resistir la sección propuesta. La tabla de resultados, muestra diecinueve combinaciones correspondientes a otras tantas posiciones (de rotación) del eje neutro, también indica el valor de la profundidad del eje neutro ( $C$ ), al que encontró la carga indicada, esta profundidad es medida, siempre de la esquina B hacia abajo (en vertical), En la siguiente figura se muestra la superficie de interacción, que está con figurada por las combinaciones máximas, que el elemento puede resistir:



La línea más gruesa, muestra las combinaciones de  $e_x$  y

ey que la sección puede resistir para una carga axial es pecífica, que sería nuestro caso.

Es importante hacer notar, que el programa no toma en cuenta, los efectos de esbeltez de la columna, por lo que el usuario, cuando esté checando los valores de las excentricidades ó de los momentos, deberá comparlos con los momentos ó excentricidades amplificados por el efecto de esbeltez, si cuando menos una combinación carga-ex ey ó carga-Mx-My, de la tabla de resultados, resulta mayor que la requerida, la sección resistirá.

En las siguientes páginas se muestran, dos ejemplos del uso del programa, en la tabla de resultados se puede observar, que se han subrayado los valores de las combinaciones, que resultarán mayores que la combinación re-querida.

### EJEMPLO 1:

Se necesita revisar la sección mostrada, que -  
esta sujeta a una carga de 100 toneladas, y a los sigui-  
entes momentos:  $M_x=25$  ton-mt. ;  $M_y=25$  ton-mt.

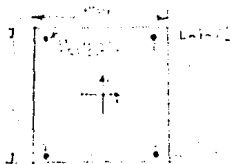
#### Materiales:

Concreto :  $f'_c= 250$  Kg/cm<sup>2</sup>

Acero :  $f_y= 4200$  Kg/cm<sup>2</sup>

Refuerzo en las cuatro esquinas.

Recubrimiento de 5 cm. en las dos direcciones



Como se puede ver, en la tabla de resultados, la --  
sección soportará las solicitaciones deseadas. (Ver pagí  
na siguiente).

## DATOS ACTUALES

1.- Carga que se desea resistir (en kg) .....	100000
2.- Ancho (en cms) de la seccion .....	40
3.- Peralte (en cms) de la seccion .....	40
4.- Fc (en kg/cm <sup>2</sup> ) del concreto a usar .....	250
5.- fy (en kg/cm <sup>2</sup> ) del acero a usar .....	4200
6.- Recubrimiento TX (en cms) .....	5
7.- Recubrimiento TY (en cms) .....	5
8.- Numero de lechos de acero .....	2
9.- Porcentaje de acero .....	3.97

### LECHO No. 1

Distancia de la base al lecho (en cms).... 35

PAQUETE No.	AREA (en cms)
1	15.88
2	15.88

### LECHO No. 2

Distancia de la base al lecho (en cms).... 5

PAQUETE No.	AREA (en cms)
3	15.88
4	15.88

## R E S U L T A D O S

RotaciFn (grados)	C (cms)	Fuerza (ton)	ey (cms)	ex (cms)	My (t-m)	Mx (t-m)
0	14.6	100.1	53.7	0.0	0.0	53.7
5	17.7	100.0	53.0	3.0	3.0	53.1
10	20.6	100.0	52.2	5.2	5.2	52.2
15	22.2	100.1	49.1	9.1	9.1	49.1
20	23.4	100.1	45.8	13.0	13.0	45.8
25	24.5	100.0	42.7	16.7	16.7	42.7
30	25.5	100.1	39.5	20.3	20.3	39.6
35	26.2	100.0	36.4	23.8	23.8	36.4
40	26.7	100.0	33.3	27.1	27.1	33.3
45	26.8	100.1	30.2	30.2	30.2	30.2
50	26.7	100.0	27.1	33.3	33.3	27.1
55	26.2	100.0	23.8	36.4	36.4	23.8
60	25.5	100.1	20.3	39.5	39.6	20.3
65	24.5	100.0	16.7	42.7	42.7	16.7
70	23.4	100.1	13.0	45.8	45.8	13.0
75	22.2	100.1	9.1	49.1	49.1	9.1
80	20.6	100.0	5.2	52.2	52.2	5.2
85	17.7	100.0	3.0	53.0	53.1	3.0
90	14.6	100.1	0.0	53.7	53.7	0.0

**EJEMPLO 2:**

Se necesita revisar si la sección propuesta re  
sistirá las solicitaciones indicadas.

Carga axial : 110 toneladas.

Exentricidades :  $e_y = 35$  cm. ;  $e_x = 20$  cm.

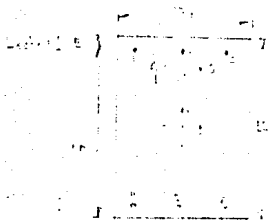
Materiales:

Concreto :  $f'_c = 250$  Kg/cm<sup>2</sup>

Acero :  $f_y = 4200$  Kg/cm<sup>2</sup>

Refuerzo en dos lechos.

Recubrimiento de 5 cm en ambos sentidos.



En la tabla de resultados de la página siguiente se puede observar, que la sección propuesta es adecuada, -- puesto que resiste combinaciones mayores que la requerida.



DATOS ACTUALES

1.- Carga que se desea resistir (en kg) .....	110000
2.- Ancho (en cms) de la seccion .....	40
3.- Peralte (en cms) de la seccion .....	55
4.- $F_c$ (en $kg/cm^2$ ) del concreto a usar .....	250
5.- $f_y$ (en $kg/cm^2$ ) del acero a usar.....	4200
6.- Recubrimiento TX (en cms) .....	5
7.- Recubrimiento TY (en cms) .....	5
8.- Numero de lechos de acero .....	2
9.- Porcentaje de acero .....	2.165455

LECHO No. 1

Distancia de la base al lecho (en cms).... 50

PAQUETE No.	AREA (en cms)
1	7.94
2	7.94
3	7.94

LECHO No. 2

Distancia de la base al lecho (en cms).... 5

PAQUETE No.	AREA (en cms)
4	7.94
5	7.94
6	7.94

## R E S U L T A D O S

Rotación (grados)	C (cms)	Fuerza (ton)	ey (cms)	ex (cms)	My (t-m)	Mx (t-m)
0	15.2	110.1	61.9	0.0	0.0	68.2
5	18.4	110.0	61.3	1.7	1.9	67.4
10	21.0	110.1	60.6	3.2	3.5	66.7
15	23.4	110.0	60.0	4.6	5.1	66.0
20	25.4	110.0	59.3	6.0	6.6	65.2
25	27.2	110.1	58.4	7.4	8.2	64.3
30	28.3	110.1	56.4	9.4	10.4	62.0
35	29.1	110.0	53.5	11.0	13.0	56.9
40	29.6	110.1	50.4	14.3	15.8	55.5
45	29.7	110.0	47.0	16.7	18.4	51.7
50	29.3	110.1	43.2	18.9	20.8	47.5
55	28.6	110.0	39.3	21.1	23.2	43.2
60	27.6	110.1	35.0	23.4	25.7	38.6
65	26.1	110.1	30.2	25.9	28.5	33.2
70	24.4	110.1	24.4	28.7	31.5	26.9
75	22.4	110.1	18.3	31.4	34.4	20.1
80	20.3	110.0	12.1	33.8	37.1	13.3
85	17.6	110.0	6.7	35.0	38.5	7.4
90	14.8	110.1	-0.0	35.1	39.8	-0.0

VI. - CONCLUSIONES

Durante el proceso de revisión, que ejecuta el programa se busca que el valor resultante de las fuerzas internas de compresión y tensión de la sección, sea igual al valor de la carga que deberá soportar la columna, el querer lograr esto aumenta considerablemente el tiempo de ejecución del programa, por lo que opté tomar como buena una aproximación del 0.1% para la fuerza interna, es decir que si se pretende que la sección resista una carga de 100 toneladas, el valor máximo que nos presentará el programa en los resultados, será de 100.1 toneladas, lo cual es una buena aproximación.

Cuando se haga uso del programa, se deberá tener cuidado en que la distribución de acero sea simétrica, ya que en caso de no serlo se obtendrán resultados falsos puesto que la asimetría en la distribución del acero provoca una situación del centroide plástico diferente a la considerada en el programa.

Durante el proceso de diseño de las columnas, como en el de cualquier elemento, se presentan situaciones en las que el criterio del diseñador es fundamental, para un buen dimensionamiento de una sección, en este trabajo se mencionan algunos factores que deberán tomarse en cuenta, como son: el considerar ciertos recubrimiento

separaciones, etcétera, que a través de la familiarización con ellos, se irá formando el criterio del diseñador novato. Muy difícil es, elaborar un programa de computadora que sustituya al diseñador, debido al gran número de situaciones que se pueden presentar en la elaboración de un diseño. He querido con este trabajo, dar una herramienta mas al diseñador de columnas, que le ayude a efectuar su trabajo con mayor eficacia.



ASPECTOS FUNDAMENTALES DEL CONCRETO REFORZADO

Oscar M. González Cuevas y Francisco Robles.

TEORIA ELEMENTAL DEL CONCRETO REFORZADO.

Phil M. Ferguson.

REGLAMENTO DE LAS CONSTRUCCIONES DE CONCRETO REFORZADO  
(AC1318-83) Y COMENTARIOS.

HORMIGON ARMADO

Fernando Moral.

CONCRETO, DISEÑO PLASTICO, TEORIA ELASTICA.

Ing. Marco Aurelio Torres H.

CONCRETO, TEORIA ELEMENTAL DEL CONCRETO REFORZADO.

Alberto Muñoz Casas.