

86
204



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES
CON AYUDA DE COMPUTADORA

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
ARTURO LEON MACIN



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.

**"DISEÑO DE ELEMENTOS DE CONCRETO REFORZADO
ASISTIDO POR COMPUTADORA"**

INDICE

	Pags.
INTRODUCCION	1
CAPITULO 1: "VIGAS DE CONCRETO REFORZADO"	3
Vigas Rectangulares:	
Simplemente Armadas	10
Doblemente Armadas	15
Vigas " T "	18
Vigas sujetas a Fuerza Cortante	20
Ejemplos:	
Problema No. 1.- Diseño por flexión y cortante de una Viga Rectangular Doblemente armada.	25
Problema No. 2.- Diseño por flexión de una Viga Rectangular Simplemente armada.	33

Problema No. 3.- Diseño por flexión de una Viga " T ".	38
Problema No. 4.- Revisión de una Viga Rectangular Simplemente armada.	44
Problema No. 5.- Revisión de una Viga Rectangular Doblemente armada.	49
Problema No. 6.- Revisión de una Viga " T ".	56
CAPITULO 2: "LOSAS"	60
Losas apoyadas en Lados Opuestos	61
Losas Perimetralmente Apoyadas	66
Ejemplos:	
Problema No. 1.- Diseño de una losa en una dirección.	71
Problema No. 2.- Diseño de una losa perimetralmente apoyada.	81
CAPITULO 3: "ZAPATAS"	
Diseño de Zapatas Aisladas.	99
EJEMPLO:	
Problema No. 1.- Diseño de una Zapata aislada	112

CAPITULO 4: "COLUMNAS"

124

Determinación de Diagramas de Interacción de Columnas Rectangulares cortas sujetas a flexocompresión uniaxial.

127

Ejemplo:

Problema No. 1.- Obtención de puntos para el trazo de un Diagrama de interacción.

133

CAPITULO 5: "CONCLUSIONES"

151-A

APENDICE 1:

Diagramas de Bloque y Programas para el diseño y revisión de Vigas de Concreto reforzado.

152

APENDICE 2:

Diagramas de Bloque y Programas para el diseño de Losas.

192

APENDICE 3:

Diagramas de Bloque y Programas para el diseño de Zapatas Aisladas.

226

APENDICE 4:

Diagramas de Bloque y Programas para el determinación de Diagramas de Interacción.

239

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

Este trabajo presenta la aplicación de la computación en el Diseño de Elementos Estructurales de concreto reforzado. Tiene como fin principal el apoyo a la docencia, ya que por un lado el profesor puede formular ejercicios de clases conociendo los resultados rápidamente sin tener que invertir mucho tiempo en ello y por el otro, el alumno puede comprobar si los resultados obtenidos al realizar sus tareas son correctos.

El presente paquete computacional de diseño estructural esta elaborado en lenguaje Fortran-77 para el equipo Vax11/780 de la Facultad de Ingenieria U.N.A.M. Este paquete consta de un programa modular dividido en un menú principal de acceso y los bloques correspondientes a cada elemento de diseño.

Los programas diseñados son interactivos, esto es: el usuario no necesita manual de acceso al programa ni conocimiento previo del manejo de estos o del lenguaje en que estan escritos debido a durante el desarrollo de la sesión el mismo programa pide los datos necesarios para su ejecución.

El trabajo se basa en el Reglamento para Construcciones del Distrito Federal y se divide en cinco capítulos:

- 1) Vigas
- 2) Losas
- 3) Zapatas
- 4) Columnas
- 5) Conclusiones

Cada capítulo trata en particular ejemplos y programas.

El primer capítulo estudia el diseño y revisión de vigas de concreto sujetas a flexión y cortante:

- De Sección rectangular simple y doblemente reforzada
- De sección "T" simplemente reforzada

Para problemas de diseño se cuentan con dos programas, los cuales obtienen el Área de acero necesaria para soportar los elementos mecánicos que originan las solicitaciones a las que está sometido el elemento, a partir de la geometría que se supone conocida. Uno de los programas calcula vigas de sección rectangular clasificando según las necesidades, en vigas simple o doblemente armadas.

El segundo capítulo estudia el diseño de losas armadas en una sola dirección y losas perimetralmente apoyadas.

El tercer capítulo estudia zapatas aisladas cuya geometría puede ser cuadrada o rectangular.

El cuarto capítulo estudia elementos cortos de sección rectangular sujetos a flexocompresión simple y la manera de obtener el Diagrama de Interacción para este tipo de sección y existiendo simetría en lo que respecta al Área de acero.

Finalmente en las conclusiones, se recopila la información del trabajo haciendo algunos comentarios al comparar los resultados de los ejemplos hechos manualmente y los obtenidos por medio de la computadora.

CAPITULO

1

CAPITULO 1

VIGAS DE CONCRETO REFORZADO

Al tratar el tema de diseño de estructuras de concreto reforzado se presenta la necesidad de desglosar cada elemento que forma parte de la estructura y particularizar en el armado del mismo. Las estructuras reticulares se pueden separar en elementos horizontales y elementos verticales llamados vigas y columnas respectivamente.

Una viga es un elemento estructural que soporta tanto cargas gravitacionales como acciones accidentales, las cuales provocan la aparición de momentos flexionantes y fuerzas cortantes a todo lo largo de ella.

Al estudiar vigas podemos encontrar dos tipos de problemas: El diseño y la Revisión.

En el primero, a partir de las solicitaciones requeridas y partiendo de dimensiones preliminares, se obtiene el área de acero necesaria para poder resistir dichas acciones y tener un comportamiento adecuado ante el límite de servicio.

Y en el segundo, dada la geometría y el refuerzo de acero hallar los elementos mecánicos resistentes.

Para el diseño o dimensionamiento de miembros de concreto reforzado se utilizan los siguientes métodos:

I) Método por Esfuerzos de Trabajo o de Valores Admisibles:

El cual consiste en que mediante un análisis elástico-lineal se determinan los elementos mecánicos originados por cargas de servicio, calculandose los esfuerzos actuantes, diseñándose de tal manera que dichos esfuerzos actuantes sean menores que los

esfuerzos permisibles, los cuales, se consideran como una fracción de la resistencia de cedencia de los materiales.

II) Método de Resistencia Última o Resistencia Máxima:

En este método los elementos mecánicos se determinan mediante un análisis elástico-lineal o no lineal de la estructura a partir de cargas de servicio y el diseño consiste en que dichos elementos mecánicos multiplicados por su respectivo Factor de Carga, el cual será mayor que uno, sean menores o iguales a los que la sección pueda desarrollar multiplicados por un factor de reducción menor que la unidad.

De los dos métodos anteriores se escoge el último debido a las siguientes puntos:

1.- Se utiliza la reserva de resistencia que se tiene en los materiales.

2.- Se emplea con mayor eficiencia el refuerzo a la alta resistencia, permitiendo disminuir los peraltes en vigas simplemente reforzadas.

3.- Permite una selección más racional de los factores de carga.

4.- Los elementos de concreto reforzado se comportan inelásticamente bajo cargas elevadas, y su falla se diseña para que sea dúctil mientras que la teoría elástica no puede dar una predicción segura de la resistencia máxima y el tipo de falla es frágil.

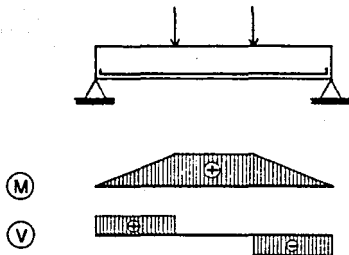
5.- El comportamiento del concreto depende de la velocidad y

tipo de carga que se este aplicando; bajo esfuerzos sostenidos, el concreto presenta deformación variable con el tiempo que en algunos casos es mayor que la deformación elástica inicial, por tanto el valor de la relación modular cambia con el tiempo siendo una aproximación que se utiliza en el Método de Valores Admisibles pudiendo excluirla en el diseño por Resistencia Última.

6.- Se puede evaluar la ductilidad en el rango inelástico.

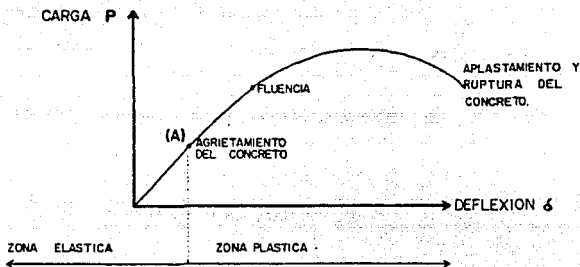
VIGAS SUJETAS A FLEXION SIMPLE

Si tomamos como ejemplo la siguiente viga:



Un comportamiento adecuado se puede representar en la

siguiente gráfica carga-deflexión:



En la grafica anterior se puede observar que:

Al comenzar a cargar el elemento su comportamiento es elástico-lineal o sea la carga es proporcional a la deformación y toda la sección resiste el momento flexionante externo. Cuando la tensión ejercida sobre alguna sección es mayor a la que resiste el concreto empiezan a aparecer grietas (A) las cuales aumentaran en número y tamaño al incrementarse la carga, quedando completamente definidas dos zonas, la zona de la sección que trabaja a tensión que es la zona agrietada, y la zona sujeta a compresión; en esta etapa el comportamiento ya no es elástico ni lineal. En las zonas agrietadas la fuerza de tensión la resiste casi totalmente el acero hasta alcanzar el esfuerzo de fluencia, al suceder esto la viga presenta grandes deformaciones con

pequeños incrementos de carga, al crecer el tamaño de las grietas, disminuye la zona de compresión y por lo tanto el esfuerzo en el concreto aumenta hasta su aplastamiento sobreviniendo el colapso total.

Si se presenta la fluencia en el acero antes que el concreto alcance su deformación unitaria máxima útil, se dice que la falla es dúctil o que la viga es subreforzada, siempre se debe diseñar para que se presente este tipo de falla.

Cuando el aplastamiento del concreto se presenta antes que fluya el acero se trata de una falla frágil, o sea se tiene una viga sobrerreforzada y si el concreto se aplasta al mismo tiempo que el acero fluye, se dice que el tipo de falla es balanceada.

Para determinar la resistencia de elementos sujetos a flexión, carga axial o una combinación de ambas se deben tomar tanto las condiciones de equilibrio como las siguientes hipótesis hechas por el reglamento del Distrito Federal:

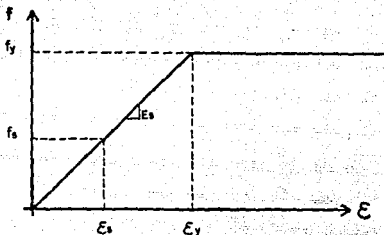
1) La distribución de deformaciones unitarias longitudinales en la sección transversal de un elemento es plana, en otras palabras las secciones planas permanecen planas antes y después de la deformación.

2) Existe adherencia entre el concreto y el acero, de tal manera que las deformaciones unitarias sean iguales en ambos materiales si se encuentran a una misma distancia del eje neutro.

3) Se desprecia la resistencia del concreto a tensión.

4) El elemento alcanza su resistencia a una cierta deformación unitaria máxima útil del concreto. El RCDF recomienda $\epsilon_{cu}=0.003$.

5) Se conocen las características esfuerzo-deformación del acero. El módulo de elasticidad 'Es' es igual a 2×10^6 kg/cm² para acero de refuerzo ordinario y la deformación del acero 'ey' es igual al cociente f_y/E_s .



$$\text{Si } \epsilon_s < \epsilon_y \implies f_s = \epsilon_s E_s$$

$$\text{Si } \epsilon_s > \epsilon_y \implies f_s = f_y$$

donde:

ϵ_s = Deformación de unitaria del acero

ϵ_y = Deformación unitaria de fluencia del acero igual a 0.002

f_s = Esfuerzo en el acero

f_y = Esfuerzo de fluencia en el acero

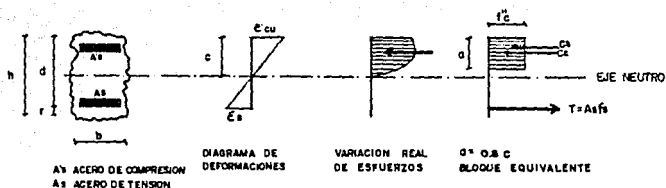
6) La distribución de esfuerzos en la zona de compresión cuando se alcanza la resistencia, puede considerarse uniforme en una zona cuya profundidad es 0.8 veces la del eje neutro, dicho esfuerzo se tomará como:

$$F''c = \begin{cases} 0.85 F*c & \text{Si } F*c \leq 250 \text{ Kg/cm}^2 \\ (1.05 - F*c/1250)F*c & \text{Si } F*c > 250 \text{ Kg/cm}^2 \end{cases}$$

donde: $F*c = 0.8 F'c$

Siendo $F*c$ la Resistencia-Nominal del concreto y $F'c$ la resistencia especificada del concreto a compresión, ambas en kg/cm².

Resumiendo las hipótesis graficamente, se tiene:

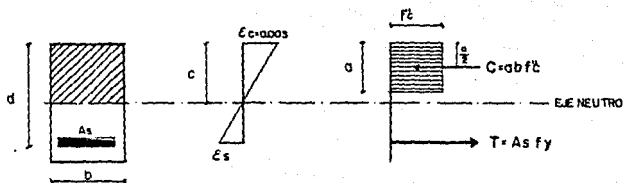


Para determinar la resistencia a flexión de la viga es necesario establecer un estado de deformación tal que la sección se encuentre en equilibrio o sea la suma de fuerzas de compresión que actúan en una sección transversal sea igual a la suma de fuerzas de tensión. Una vez logrado esto se calcula el momento de todas las fuerzas internas con respecto a cualquier eje, siendo éste la resistencia a flexión de la sección. El estado de

equilibrio interno se puede determinar por tanteos o algebraicamente. En el primer caso se pretende que a partir de un valor propuesto de la profundidad del eje neutro las fuerzas de compresión 'C' y de tensión 'T' sean iguales, de tal manera que se dejarán de tantear nuevos valores hasta corregir el equilibrio. Para vigas rectangulares pueden deducirse fórmulas que permitan calcular directamente su momento resistente, siempre y cuando el acero fluya.

VIGAS RECTANGULARES SIMPLEMENTE ARMADAS

Dada una viga solamente con refuerzo a tensión y suponiendo que el acero fluye se tiene:



Por equilibrio:

$$C = T$$

$$a b F'_c = A_s f_y$$

$$a = \frac{A_s f_y}{b F'_c}$$

donde:

$$A_s = p b d$$

Por tanto el porcentaje de acero es:

$$p = \frac{A_s}{b d}$$

Si tomamos momentos con respecto al acero de tensión:

$$M_u = C (d - a/2) = a b F'_c (d - a/2)$$

sustituyendo el valor de 'a':

$$M_u = \frac{p b d f_y}{b F'_c} b F'_c \left[d - \frac{p b d f_y}{2 b F'_c} \right] \dots(1)$$

definiendo la relación de refuerzo como:

$$q = p \frac{f_y}{F'_c}$$

simplificando y sustituyendo en (1), tenemos:

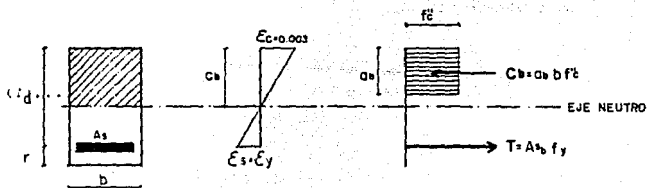
$$\mu_u = b d^2 \rho F_c q (1 - 0.5 q)$$

Ecuación que proporciona la resistencia nominal ideal a flexión de la sección considerada. Para obtener el momento resistente de diseño se necesita multiplicar por un factor de reducción cuyo valor es de 0.9.

FALLA BALANCEADA

Este tipo de falla es difícil que se presente en la realidad ya que el aplastamiento del concreto debe suceder en el mismo instante que la fluencia en el acero.

A partir de esta condición de deformación, calcularemos su resistencia como sigue:



Por triángulos semejantes:

$$\frac{C_b}{0.003} = \frac{d - C_b}{e_y} \dots\dots(A)$$

Donde: $e_y = f_y/E \dots\dots(B)$

Despejando C_b :

$$C_b = \frac{0.003d}{e_y + 0.003}$$

Simplificando y sustituyendo la ecuacion (B) en (A), se tiene:

$$C_b = \frac{0.003 E_s}{f_y + 0.003 E_s}$$

y considerando que:

$$a = 0.8 C_b$$

$$a = 0.8 \frac{0.003d E_s}{f_y + 0.003 E_s} \dots\dots(2)$$

Por suma de fuerzas horizontales, se tiene que $C = T$:

$$a b F''c = A_s f_y$$

Como: $p = \frac{A_s}{b d} \implies A_s = p b d$

Despejando el porcentaje balanceado:

$$P_b = \frac{a F_c}{d f_y} \dots \dots \dots (3)$$

Sustituyendo (2) en (3):

$$P_b = \frac{0.0024 E_s}{f_y + 0.003 E_s} \frac{F_c}{f_y}$$

Si $E_s = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$, tenemos:

$$P_b = \frac{4800}{f_y + 6000} \frac{F_c}{f_y}$$

Si el porcentaje calculado de una viga excede al porcentaje balanceado, se dice que la viga es sobrerreforzada. Si dicho porcentaje es menor que el balanceado será subreforzada.

El porcentaje Máximo de acero para vigas simplemente reforzadas está en función del porcentaje balanceado y será:

$$P_{max} = \begin{cases} 0.75 P_b & \text{para zonas sísmicas} \\ P_b & \text{para zonas de nula sismicidad} \end{cases}$$

Pero también es preciso que una sección tenga cuando menos

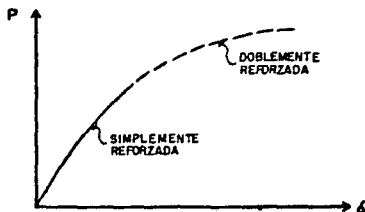
una cuantía de acero mínima igual a:

$$P_{min} = \frac{0.7 \sqrt{F'c}}{f_y}$$

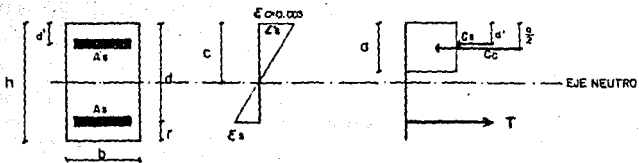
VIGAS RECTANGULARES DOBLEMENTE ARMADAS

Este tipo de secciones se utilizan cuando con la cantidad máxima de acero de tensión no es posible soportar el momento flexionante externo para una acción dada, también cuando se presentan cambios de momentos en la misma sección y para aumentar el desplazamiento correspondiente a la carga de falla.

Analizando la gráfica que a continuación se muestra se puede comparar el comportamiento de vigas simple y doblemente reforzadas.



De la figura siguiente se supone que tanto el acero de tensión como el de compresión está fluyendo.



$$C_s = A's \cdot f_y$$

$$C_c = a \cdot b \cdot F''c$$

$$T = A_s \cdot f_y$$

Como se admite la fluencia del acero por equilibrio se tiene:

$$T = C_s + C_c$$

Ya que

$$e_s \geq e_y \quad ; \quad f_s = f_y$$

$$A_s \cdot f_y = a \cdot b \cdot F''c + A's \cdot f_y$$

Despejando "a":

$$a = \frac{(A_s - A's) \cdot f_y}{b \cdot F''c}$$

Obteniendo la resistencia última:

$$MR = FR [a b F^*c (d - a/2) + A's fy (d - d')]$$

o bien:

$$MR = FR [(A_s - A's) fy (d - a/2) + A's fy (d - d')]$$

Esta última ecuación es válida siempre y cuando el acero de compresión fluya cuando se alcanza la resistencia máxima de la sección la que se cumple si:

$$(p - p') \geq \frac{4800}{6000 - fy} \frac{d'}{d} \frac{F^*c}{fy}$$

donde:

$$p' = \frac{A's}{b d}$$

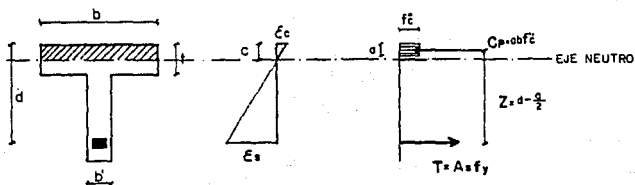
Si no se cumple esta condición no es posible utilizar el método anterior teniendo que hacer el cálculo por tanteos para obtener la resistencia de la sección.

V I G A S T

Es común en estructuras de concreto encontrar losas soportadas por vigas, las cuales se cuelean monolíticamente suponiéndose que la viga y la losa actúan conjuntamente dando origen a este tipo de sección.

En la mayoría de los casos la profundidad del bloque de esfuerzos "a" es menor que el ancho del patín "t", la zona comprimida es entonces rectangular pudiéndose tratar como una viga rectangular común de ancho "b".

Si $a < t$:



Si $a_s \geq e_y$ =====> $f_s = f_y$

Por equilibrio:

$$C_p = T$$

En el patín:

$$a b F_c = A_s f_y$$

Despejando "a":

$$a = \frac{A_s f_y}{b F'_c}$$

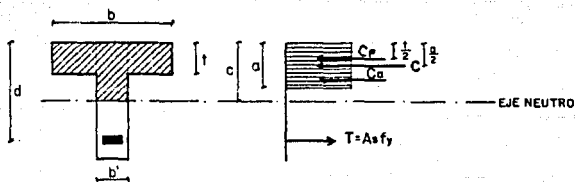
Obteniendo Momentos con respecto a la fuerza de tensión:

$$M_R = F_R C_p z$$

$$M_R = F_R [a - b F'_c (d - a/2)]$$

Si "a" es mayor que el espesor "t" se dice que la viga trabaja como viga T y se analiza de la siguiente manera:

Si $a > t$:



Del equilibrio:

si $e_s \geq e_y$:

$$C_p + C_a = T$$

$$(b - b') t F''c + a b' F''c = A_s f_y$$

Despejando "a":

$$a = \frac{A_s f_y - t F''c (b - b')}{b' F''c}$$

Obteniendo momentos con respecto a la fuerza de tensión:

$$M_R = FR [C_p (d - t/2) + C_a (d - a/2)]$$

$$M_R = FR [t F''c (b - b')(d - t/2) + a b' F''c (d - a/2)]$$

VIGAS SUJETAS A FUERZA CORTANTE

Al tener un sistema de fuerzas actuando perpendicularmente al eje de una viga, no solamente ocasionará momentos flexionantes, sino también provocará fuerzas cortantes las cuales originarán esfuerzos principales de tensión a 45 grados del eje, mayores que la resistencia de tensión del concreto produciendo grietas inclinadas de aproximadamente medio peralte de altura,

éstas pueden aparecer instantáneamente y pronunciarse hasta sobrevenir el colapso, ocasionando una falla fragil por "tensión diagonal".

Dichas grietas también se pueden presentar gradualmente en un lapso determinado produciéndose la falla por aplastamiento del concreto, siendo esta una falla de "Compresión por Cortante" admitiendo cargas mayores que las queastamiento del concreto, siendo esta una falla de "Compresión por Cortante" admitiendo cargas mayores que las que producen la falla.

Otro tipo de falla es la de "Adherencia por Cortante" en la cual se alcanza al mismo tiempo el aplastamiento del concreto y la aparición de grietas debido a la tensión. La carga que produce las primeras grietas se llama "carga de agrietamiento inclinado" siendo la resistencia del elemento cuando se presenta una falla por tensión diagonal.

El refuerzo transversal restringe la aparición de grietas inclinadas, este refuerzo debe estar formado por estribos cerrados, perpendiculares u oblicuos al eje de la pieza, por comodidad constructiva se acostumbra ponerlos verticalmente aunque se pueden colocar inclinados perpendiculares a la dirección de la grieta siempre y cuando la inclinación no sea menor de 45 grados.

Para efectos de diseño el RCDF establece los siguientes requisitos:

- 1) Nunca se podrá usar acero con limite de fluencia mayor de 4200 Kg/cm².
- 2) El diámetro mínimo de los estribos es de 6.3 mm. o sea

varillas del número 2.

3) La fuerza cortante que toma el concreto (V_{cr}) se calculará según las siguientes consideraciones, siempre y cuando el peralte total de las vigas sea menor que un metro y la relación peralte total a ancho sea $H/b \leq 6$, por cada una de las condiciones anteriores que no se cumpla tendrá que reducirse el valor de V_{cr} en un 20%:

a. Para vigas con relación claro a peralte total $l/h \geq 5$:

$$V_{cr} = FR b d (0.2 + 30 p) \sqrt{F'c} \quad \text{si } P < 0.01$$

$$V_{cr} = 0.5FR b d \sqrt{F'c} \quad \text{si } p \geq 0.01$$

b. Para vigas con relación $l/h < 4$ con cargas y reacciones que compriman directamente las caras superiores e inferiores de la viga, V_{cr} se obtendrá multiplicando el valor de las ecuaciones del inciso anterior por el factor siguiente:

$$3.5 - 2.5 \frac{M_u}{V_d} \quad \text{el cual debe de ser mayor que 1}$$

Debe tomarse en cuenta que el valor de V_{cr} nunca debe de ser mayor que:

$$1.5FR b d \sqrt{F'c}$$

c. Si la relación l/h está entre los valores de 4 y 5 se variará V_{cr} linealmente hasta los valores dados por las

ecuaciones del inciso a.

d. Para secciones T, en las expresiones anteriores se sustituirá el ancho b' , en lugar de b y si el patín está a compresión, al producto $b' d$ se le suma la cantidad $t \cdot 2$.

4) En vigas de marcos que deben resistir sismo y su factor de ductilidad sea igual o mayor que 2, es necesario suministrar un refuerzo mínimo, aún cuando el cortante de diseño V_u sea menor que el cortante que resiste el concreto V_{cr} . El refuerzo deberá estar formado por estribos verticales espaciados a cada medio peralte efectivo y se colocará desde la unión de la viga con muros o columnas hasta un cuarto del claro correspondiente.

5) Requisitos de separación:

a. Cuando $V_u > V_{cr}$ la separación entre estribos estará dada por la siguiente ecuación:

$$s = \frac{FR A_v f_y d (\text{sen } x + \text{Cos } x)}{V_u - V_{cr}} \leq \frac{FR A_v f_y}{3.5 b}$$

donde:

A_v = área total transversal del refuerzo por tensión en cm^2

x = ángulo de inclinación de los estribos con respecto al eje de la viga.

f_y = esfuerzo de fluencia del acero de los estribos en kg/cm^2 .

V_u = cortante último en kg .

V_{cr} = cortante resistente del concreto en kg .

b = ancho de la sección transversal en cm.

d = peralte efectivo de la sección transversal en cm.

Nota: en secciones circulares se sustituye "d" por el diámetro de la sección.

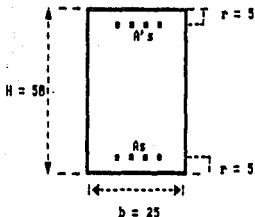
b. Si $V_u > V_{cr}$ pero $V_u < 1.5 F_r b d \sqrt{F'_c}$, el espaciamiento entre estribos verticales no deberá exceder de 0.5 d.

c. Si $V_u > 1.5 F_r b d \sqrt{F'_c}$, la separación máxima es 0.25 d.

d. En ningún caso se permitirá que $V_u \geq 2.5 F_r b d \sqrt{F'_c}$

E J E M P L O S

PROBLEMA No. 1.-Calcular el área de acero necesaria para resistir los efectos de flexión y cortante, de una viga simplemente apoyada de 5 m. de claro, con carga uniformemente repartida de 10T/m y cuya sección transversal es la que se muestra en la figura:



DATOS:

$$F'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Fy = 4000 \text{ "}$$

Estribos de dos ramas y

$$Fy = 3200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Mu = 22.91 \text{ T-m}$$

$$V_{umax} = 27.5 \text{ T}$$

A un metro del apoyo:

$$Vu1 = 16.5 \text{ T}$$

Solución:

Calculando constantes:

$$F^*c = 0.8F'c = 0.8(200) = 160 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F''c = 0.85F^*c \quad \text{por ser } F^*c < 250 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F''c = 0.85(160) = 136 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P_b = \frac{F_c}{F_y} \frac{4800}{F_y + 6000} = \frac{136(4800)}{4000(4000 + 6000)} = 0.163$$

$P_{m\acute{a}x} = 0.75 P_b$ por tratarse de una zona sismica

$$P_{m\acute{a}x} = 0.75 (0.163) = 0.0122$$

$$q_{m\acute{a}x} = P_{m\acute{a}x} F_y/F_c = 0.0122 (4000)/136 = 0.36$$

Para acero longitudinal:

Se supone que solo existe acero de tensi3n:

$$M_{r1} = F_r b d^{**2} F_c q_{m\acute{a}x} (1 - 0.5 q_{m\acute{a}x})$$

$$M_{r1} = (0.9)(25)(45)^{**2} (136)(0.36)[1 - 0.5(0.36)] = 18.29 \text{ T-m}$$

como $M_{r1} < M_u$, se necesita acero de compresi3n, resultando la secci3n doblemente armada.

Se hace la suposici3n de que el acero de compresi3n A' s fluye:

$$M_{r2} = M_u - M_{r1} = 22.91 - 18.29 = 4.62 \text{ T-m}$$

$$A_s - A_{s\acute{m}ax} = \frac{M_{r2}}{F_y (d-d')} = \frac{462000}{0.9(4000)(45-5)} = 3.21 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\acute{m}ax} = P_{m\acute{a}x} b d = 0.0122(25)(45) = 13.73 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 3.21 + 13.73 = 16.94 \text{ cm}^2$$

$$A'_s = (A_s - A_{s\max})/0.75 = 3.21/0.75 = 4.28 \text{ cm}^2$$

revisando si A'_s fluye:

$$p = A_s/(b d) = 16.94/[(25)(45)] = 0.0152$$

$$p' = A'_s/(b d) = 4.28/[(25)(45)] = 0.0038$$

$$(p - p') = 0.0152 - 0.0038 = 0.0114$$

$$\frac{F_c' c}{F_y d} = \frac{4800}{6000 - f_y} = \frac{136(5)(4800)}{4000(45)(2000)} = 0.0091$$

como $0.0114 > 0.0091$ el acero si fluye, siendo correctas las áreas de acero longitudinal obtenidas.

por tanto:

$$A_s = 16.94 \text{ cm}^2$$

$$A'_s = 4.28 \text{ cm}^2$$

Para el refuerzo transversal o de cortante:

No se permite que $V_{\max} \geq 2.5 F_r b d \sqrt{F_c'}$

$$2.5 F_r b d \sqrt{F_c'} = 2.5 (0.8)(25)(45)\sqrt{160} = 28.46 \text{ T}$$

como $V_{umax} < 28.46$

Se acepta la seccion transversal y se procede a diseñar por cortante.

$$p = 0.0152$$

para el primer tramo:

$$\text{como } p > 0.01 \quad V_{cr} = 0.5 F_r b d \sqrt{F'_{rc}}$$

$$V_{cr} = 0.5 (0.8)(25)(45) \sqrt{160} = 5.692 \text{ T}$$

$$1.5 F_r b d \sqrt{F'_{rc}} = 1.5 (0.8)(25)(45) \sqrt{160} = 17.076 \text{ T}$$

como $V_u > 1.5 F_r b d \sqrt{F'_{rc}}$ pero $V_u < 2.5 F_r b d \sqrt{F'_{rc}}$, la separación de estribos no excederá en:

$$s = 0.25 d = 0.25 (45) = 11.25 \text{ cm}$$

El cálculo para la separación de los estribos es:

$$s = \frac{F_r A_v F_y d (\sin \theta + \cos \theta)}{V_u - V_{cr}} \leq \frac{F_r A_v F_y}{3.5 b}$$

como $\theta = 90$ grados, tenemos:

$$s = \frac{F_r A_v F_y d}{V_u - V_{cr}} = \frac{0.8 (1.42)(3200)(45)}{27500 - 5692} = 7.50 \text{ cm}$$

$$\frac{F_r A_v F_y}{3.5 b} = \frac{(0.8)(1.42)(3200)}{3.5 (25)} = 41.545 \text{ cm.}$$

Como $7.50 < 41.545$, la separación en este tramo es:

estribos del no.3 a cada 7 cm

Para el segundo tramo:

Como $1.5 F_r b d \leq 2 F_c c = 17.076 \text{ T} > V_{u1} = 16.5 \text{ T.}$ y

$V_{u1} > V_{cr}$, entonces la separación calculada no debe exceder de:

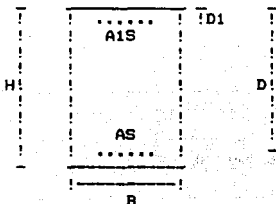
$$s = 0.5 d = 0.5(45) = 22.5 \text{ cm}$$

$$s = \frac{(0.8)(1.42)(3200)(45)}{16500 - 5692} = 15.14 \text{ cm}$$

Por tanto en este tramo se tendrá la siguiente separación:

estribos del no.3 a cada 15 cm.

BIENVENIDOS AL PROGRAMA
PARA EL DISEÑO DE VIGAS RECTANGULARES



CUAL ES EL MOMENTO ULTIMO? [kg-cm]

2291000.

DAME F1C: [kg/cm2]

200.0000

DAME FY: [kg/cm2]

4000.000

CUAL ES EL FR QUE VAS A USAR?

0.9000000

ES ZONA SISMICA? (SI=1,NO=2)

1

DAME H: [cm]

50.00000

DAME D: [cm]

45.00000

DAME D1: [cm]

5.000000

DAME B: [cm]

25.00000

FOC = 160.0000

F2C = 136.0000
PB = 1.6320001E-02
PMAx = 1.2240001E-02
GMAx = 0.3600000
MR1 = 1829207.

*** LA VIGA ES DOBLEMENTE REFORZADA ***

MR2 = 461793.3
AS = 16.97690
A1S = 4.275863
P = 1.5090576E-02
P1 = 3.8007672E-03
Y = 1.1289809E-02
Z = 9.0666674E-03

EL CALCULO ES CORRECTO YA QUE A1S FLUYE

=====

EL AREA DE ACERO DE TENSION ES:

AS = 16.98 cm2

EL AREA DE ACERO DE COMPRESION ES:

A1S = 4.28 cm2

=====

QUIERES HACER EL DISEÑO POR CORTANTE? (SI=1,NO=2)

1

CUAL ES AREA DE ACERO PARA EL ESTRIBO? [cm]
1.420000

CUAL ES EL FR PARA CORTANTE QUE VAS A USAR?
0.800000

DAME EL ESFUERZO DE FLUENCIA DEL ESTRIBO: [kg/cm2]
3200.000

DAME LA LONGITUD DEL CLARO DE LA VIGA: [cm]
500.0000

CUAL ES EL CORTANTE MAXIMO? [kg]
27500.00

EN CUANTOS TRAMOS SE DIVIDIO EL CLARO?
2.000000

DAME EL CORTANTE DEL TRAMO: 1 [Kg]
27500.00

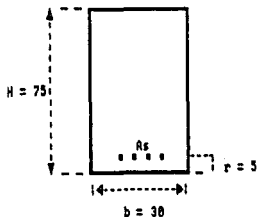
DAME EL CORTANTE DEL TRAMO: 2 [Kg]
16500.00

TRAMO	CORTANTE DE DISEÑO [Kg]	FUERZA CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO [Kg]	SEPARACION [cm]
1	27500.000	5692.100	7
2	16500.000	5692.100	14

DONDE:

- FOC = RESIST. NOMINAL DEL CONCRETO A COMPRESION (F_{cc})
- F_{2C} = F^{2C}
- PMAX = PORCENTAJE MAXIMO DE ACERO
- MR1 = MOMENTO RESISTENTE MAX. CON REFUERZO A TENSION
- MR2 = MU - MR1
- AS = AREA DE ACERO A TENSION
- A1S = AREA DE ACERO A COMPRESION
- P = PORCENTAJE DE ACERO DE TENSION
- P1 = PORCENTAJE DE ACERO DE COMPRESION
- Y = P - P1

PROBLEMA No. 2.- Calcular el área de acero de refuerzo de una viga rectangular, teniendo como dato el momento de diseño y la sección transversal.



DATOS:

$$M_u = 34 \text{ T-m (negativo)}$$

$$b = 30 \text{ cm}$$

$$h = 75 \text{ cm}$$

$$d = 70 \text{ cm (supuesto)}$$

$$F'_c = 200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

Solución:

Calculando constantes:

$$F^*_c = 0.8F'_c = 0.8(200) = 160 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F^*_c = 0.85F^*_c \quad \text{por ser } F^*_c < 250 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F^*_c = 0.85(160) = 136 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P_b = \frac{F^*_c}{F_y} \frac{4800}{F_y + 6000} = \frac{136(4800)}{4200(4200 + 6000)} = 0.0152$$

$$P_{m\acute{a}x} = 0.75 P_b \quad \text{por tratarse de una zona sísmica}$$

$$P_{m\acute{a}x} = 0.75 (0.0152) = 0.0114$$

$$P_{\min} = \frac{0.7 \sqrt{F'c}}{F_y} = \frac{0.7 \sqrt{200}}{4200} = 0.00236$$

Calculo de la cuantía, p :

$$M_r = F_r b d^2 F'c q (1 - 0.5 q)$$

$$3400000 = 0.9(30)(70)^2 (136)(q - 0.5 q^2)$$

Despejando a q, tenemos:

$$q^2 - 2q + 0.378 = 0$$

$$q = 1 \pm \sqrt{1 - 0.378}$$

$$q_1 = 1.7887 \quad q_2 = 0.2113 \quad \text{se toma } q_2$$

$$p = q F'c / F_y = 0.2113(136) / 4200 = 0.00684$$

Usando las Ayudas de Diseño:

$$\frac{M_r}{b d^2} = \frac{3400000}{30(70)^2} = 23.13 \text{ Kg/cm}^2$$

con este valor utilizando la gráfica para $F'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$ y la curva correspondiente a $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ llevan a un valor de la cuantía igual a 0.0068

Revisión de P_{\max} y P_{\min}

$$0.00684 > P_{\min} = 0.00236$$

$$0.00684 < P_{\max} = 0.0114$$

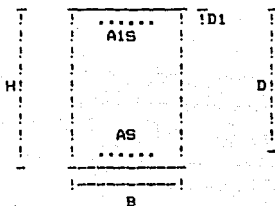
=====> se acepta $p = 0.00685$

Cálculo de A_s

$$A_s = \rho b d = 0.00685(30)(70) = 14.364 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 14.4 \text{ cm}^2$$

BIENVENIDOS AL PROGRAMA
PARA EL DISEÑO DE VIGAS RECTANGULARES



CUAL ES EL MOMENTO ULTIMO? [kg-cm]
3400000.

DAME F1C: [kg/cm2]
200.0000

DAME FY: [kg/cm2]
4200.000

CUAL ES EL FR QUE VAS A USAR?
0.9000000

ES ZONA SISMICA? (SI=1,NO=2)
1

DAME H: [cm]
75.00000

DAME D: [cm]
70.00000

DAME D1: [cm]
5.000000

DAME B: [cm]
30.00000

FOC = 160.0000

F2C = 136.0000
PB = 1.5238095E-02
PMAx = 1.1428571E-02
QMAX = 0.3529412
MR1 = 5229741.

* LA VIGA SE CALCULA COMO SIMPLEMENTE REFORZADA *
PMIN = 2.3570226E-03

Q = 0.2112852
P = 6.8416148E-03

EL AREA DE ACERO DE TENSION ES:

AS = 14.37 cm2

QUIERES HACER EL DISEÑO POR CORTANTE? (SI=1,NO=2)

2

DONDE:

FOC = RESIST. NOMINAL DEL CONCRETO A COMPRESION (F_c)
F2C = F_c
PMAx = PORCENTAJE MAXIMO DE ACERO
MR1 = MOMENTO RESISTENTE MAX. CON REFUERZO A TENSION
MR2 = MU - MR1
AS = AREA DE ACERO A TENSION
A1S = AREA DE ACERO A COMPRESION
P = PORCENTAJE DE ACERO DE TENSION
P1 = PORCENTAJE DE ACERO DE COMPRESION
Y = P - P1

PROBLEMA NO. 3.- Calcular el acero de refuerzo de una viga "T".

DATOS:

$$M_u = 37 \text{ T-m}$$

$$t = 7 \text{ cm}$$

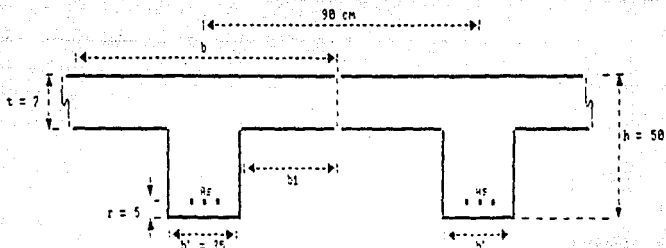
$$L = 8 \text{ m (claro de la viga)}$$

$$F'_c = 200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$h = 50 \text{ cm}$$

$$F'_c = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$L = 65 \text{ cm}$$



Solución:

Calculando constantes:

$$F^*c = 0.8F'_c = 0.8(200) = 160 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F^*c = 0.85F^*c \quad \text{por ser } F^*c < 250 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F^*c = 0.85(160) = 136 \text{ Kg/cm}^2$$

Ancho del patin que trabaja a compresión:

$$b_1 = L/B - b'/2 = 800/8 - 25/2 = 87.5 \text{ cm}$$

$$b_1 = L'/2 = 65/2 = 32.5 \text{ cm}$$

$$b_1 = 8t = 8(7) = 56 \text{ cm}$$

Se elige el menor valor:

$$b_1 = 32.5 \text{ cm}$$

$$b = 2b_1 + b' = 65 + 25 = 90 \text{ cm}$$

Revisión para definir si la viga se calcula como I

Supóngase que el patín trabaja a compresión:

$$z = d - t/2 = 45 - 7/2 = 41.5 \text{ cm}$$

De sumatoria de momentos igual a cero:

$$A_s = \frac{M_r}{F_r F_y z} = \frac{3700000}{0.9(4200)(41.5)} = 23.6 \text{ cm}^2$$

De sumatoria de fuerzas igual a cero:

$$a = \frac{A_s F_y}{F''c b} = \frac{23.6(4200)}{136(90)} = 8.1 \text{ cm}$$

como:

$a > t = 7 \text{ cm}$ entonces la viga se dimensionará como viga T

Cálculo del momento que corresponde a los patines. M_I

$$A_{sp} = \frac{F^c (b - b') t}{F_y} = \frac{136 (90-25)(7)}{4200} = 14.7 \text{ cm}^2$$

$$M_1 = F_r A_{sp} F_y (d - t/2) = 0.9(14.7)(4200)(45 - 7/2)$$

$$M_1 = 2\,310\,695 \text{ Kg-cm}$$

$$M_2 = M_u - M_1 = 3700000 - 2310695 = 1,389,305 \text{ Kg-cm}$$

En estas condiciones, el alma se trata como una viga rectangular con un área de acero igual a $A_s - A_{sp}$. Esta área se obtendrá usando las Ayudas de diseño, o resolviendo la ecuación:

$$M_r = F_r b d^2 F^c q (1 - 0.5q)$$

$$\frac{M_2}{b'd^2} = \frac{1389305}{25(45)^2} = 27.44 \text{ Kg/cm}^2$$

en la figura se obtiene $p = 0.0083$

$$A_s - A_{sp} = p b' d = 0.0083(25)(45) = 9.34 \text{ cm}^2$$

$$\text{luego } A_s = 9.34 + A_{sp} = 9.34 + 14.73 = 24.07 \text{ cm}^2$$

Comprobación de que el acero fluya

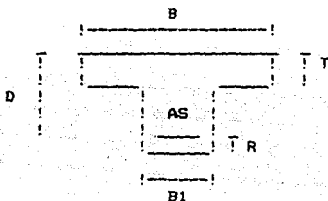
Se debe cumplir $A_s \leq A_{sb}$

$$A_{sb} = \frac{F_c c}{F_y} - \frac{4800}{F_y + 6000} b' d + A_{sp}$$

$$A_{sb} = \frac{136}{4200} - \frac{4800}{4200 + 6000} (25)(45) + 14.73 = 31.87$$

$A_{sb} > A_s$ =====> si fluye el acero a tensión.

BIENVENIDOS AL PROGRAMA
PARA EL DISEÑO DE VIGAS " T "



ES ZONA SISMICA? (SI=1,NO=2)

1

DAME FY: [kg/cm2]

4200.000

DAME FIC: [kg/cm2]

200.0000

DAME FR:

0.9000000

CUAL ES MOMENTO ULTIMO? [kg-cm]

3700000.

DAME EL VALOR DE LA LONG. DE LA VIGA: [cm]

800.0000

DAME EL VALOR DE LA LONG. ENTRE NERVADURAS: [cm]

65.00000

DAME EL VALOR DE B1: [cm]

25.00000

DAME EL VALOR DE D: [cm]

45.00000

DAME EL VALOR DE T: [cm]

7.000000

DAME EL VALOR DE R: [cm]
5.000000

F0C = 160.0000

F2C = 136.0000

B = 90.00000

A = 8.093375

***** LA VIGA SE DIMENSIONA COMO T *****

* SE ACEPTA EL CALCULO YA QUE EL ACERO FLUYE *

EL AREA DE ACERO PARA LA SECCION ES:

AS = 24.10 Cm2

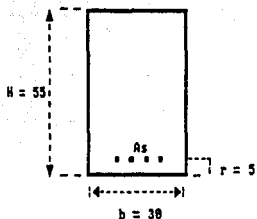
QUIERES HACER DISEÑO POR CORTANTE? (SI=1,NO=2)

2

DONDE:

F0C = RESIST. NOMINAL DEL CONCRETO A COMPRESION (F_c)
F2C = F_c [kg/cm²]
P_{MAX} = PORCENTAJE MAXIMO DE ACERO
P_{MIN} = PORCENTAJE MINIMO DE ACERO
P = PORCENTAJE DE ACERO DE DISEÑO
A = PROFUNDIDAD DEL BLOQUE DE ESFUERZOS [cm]

PROBLEMA No. 4.- Obtener el momento resistente de la siguiente sección transversal por medio de las hipótesis del R.D.F. 76.



DATOS:

$$A_s = 6 \text{ Vs. no. 8}$$

$$F'_c = 200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_y = 4000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E = 2 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$$

Solución:

Cálculo de las constantes:

$$F^*c = 0.8 F'_c = 0.8(200) = 160 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F''c = 0.85 F^*c = 0.85(160) = 136 \text{ Kg/cm}^2$$

Por triángulos semejantes:

$$\frac{0.003}{c} = \frac{es}{d - c}$$

despejando "es" :

$$es = \frac{0.003(55 - c)}{c}$$

Si: $es \geq ey$ $\implies fs = fy$
 $es < ey$ $\implies fs = es E$

Se sabe que:

$$C = 0.8 c b F^*c = 3264 c$$

$$T = As fy = 30.42(4000) = 121680 \text{ Kg.}$$

$$es = fy/E = 4000/2 \times 10^6 = 0.002$$

Para comenzar los tanteos se propone el primer valor de la profundidad del eje neutro a un tercio del peralte: $c = d/3$

c	es	ey	fs	fy	C	T
25.00	0.0036	0.002	4000	4000	81600.00	121680.0
35.00	0.00171	0.002	3428.6	4000	11424.00	121680.0
37.50	0.00142	0.002	2838.0	4000	122400.00	121680.0
37.00	0.00146	0.002	2918.9	4000	120768.00	121680.0
37.25	0.00143	0.002	2860.0	4000	121534.00	121680.0
37.30	0.00142	0.002	2847.1	4000	121747.00	121680.0
37.28	0.00143	0.002	2851.9	4000	121681.90	121680.0

Como "C" es aproximadamente igual a "T" podemos asegurar que la profundidad del eje neutro es a: $c = 37.28 \text{ cm}$

Se puede observar en el último renglón de la tabla que el

acero de refuerzo no fluye debido a que se presenta la siguiente condición:

$$e_s < e_y$$

Por lo que se trata de una Falla Frágil.

El momento que resiste la sección está definido por:

$$M_r = F R T (d - a/2)$$

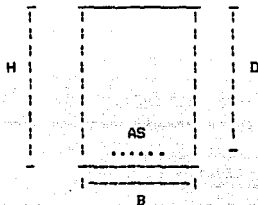
$$a = 0.8 c = 0.8 (37.28) = 29.824 \text{ cm}$$

Sustituyendo:

$$M_r = 0.9(121680)(55 - 29.824/2) = 4390000.0 \text{ Kg-cm}$$

$$M_r = 43.90 \text{ T-m}$$

BIENVENIDOS AL PROGRAMA
PARA LA REVISION DE VIGAS SIMPLEMENTE ARMADAS



DAME FIC [Kg/cm2] :
200.0000

DAME FY [Kg/cm2]:
4000.000

DAME EL VALOR DE D [Cm]:
55.00000

DAME EL VALOR DE R [Cm]:
5.000000

DAME EL VALOR DE B [Cm]:
30.00000

CUAL ES EL AS? [Cm2]
30.42000

QUE VALOR DE FR VAS A UTILIZAR?
0.9000000

ES ZONA SISMICA? (SI=1,NO=2)
1

F0C = 160.0000

F2C = 136.0000

P = 1.8436363E-02

PB = 1.6320001E-02
PMAx = 1.2240001E-02
PMin = 2.4748738E-03

LA FALLA SERA FRAGIL O SOBREFORZADA
* SE REVISARA LA RESISTENCIA POR TANTEOS *

TF = 121680.0
C = 121680.6
A = 29.82367

=====

EL MOMENTO RESITENTE ES:

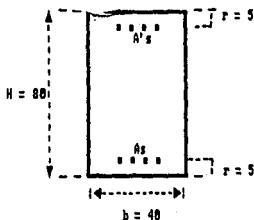
MR = 4390135.00 Kg-cm

=====

DONDE:

FOC = RESIST. NOMINAL DEL CONCRETO A COMPRESION (F*c)
F2C = F*C [kg/cm2]
P = PORCENTAJE DE ACERO DE DISEÑO
PB = PORCENTAJE BALANCEADO
PMAx = PORCENTAJE MAXIMO DE ACERO
PMin = PORCENTAJE MINIMO DE ACERO
TF = FUERZA DE TENSION [kg]
C = FUERZA DE COMPRESION [kg]
A = PROFUNDIDAD DEL BLOQUE DE ESFUERZOS [cm]

PROBLEMA No. 5.- Revisar la viga mostrada en la figura y determinando su momento resistente "Mr" e investigar su comportamiento en la falla:



DATOS:

$$F'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Fy = 4200 \text{ "}$$

$$As = 6 \text{ Vs no. 8}$$

$$A's = 5 \text{ vs no. 6}$$

$$Mr = ?$$

Solución:

Calculando las constantes:

$$F^*c = 0.8(350) = 280 \text{ Kg/cm}^2 > 250 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F''c = (1.05 - F^*c/1250) F^*c = (1.05 - 280/1250)(280)$$

$$F''c = 231.3 \text{ Kg/cm}^2$$

Comenzando los cálculos:

$$\text{Se sabe que } As = 30.42 \text{ cm}^2 \text{ y } A's = 14.25 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{(As - A's) Fy}{F''c b} = \frac{(30.42 - 14.25)(4200)}{(231.3)(40)} = 7.34 \text{ cm}$$

Para obtener M_r se debe verificar que el acero de compresión fluya:

$$p = A_s / (b d) = 30.42 / [(40)(75)] = 0.01014$$

$$p' = A'_s / (b d) = 14.25 / [(40)(75)] = 0.00475$$

fluye si se cumple la siguiente condición:

$$(p - p') \geq \frac{4800}{6000 - F_y} \frac{d'}{d} \frac{F''c}{F_y}$$

$$0.01014 - 0.00475 = 0.00539$$

$$\frac{4800(5)(231.3)}{(6000-4200)(75)(4200)} = 0.0098$$

$$0.00539 < 0.0098$$

Como no se cumple la condición, se procede hacer el cálculo por tanteos.

El valor inicial de la profundidad del eje neutro (c) se calcula como:

$$c = H/3 = 80/3 = 26.66 \quad \text{=====>} \quad c = 27 \text{ cm.}$$

$$C1 = 0.8 c b F''c = 0.8(27)(40)(231.3) = 199\ 843.2$$

Se obtienen las deformaciones unitarias:

$$e_y = F_y/E_s = 4200/(2 \times 10^6) = 0.0021$$

Por triángulos semejantes:

$$\frac{e's}{ecu} = \frac{c - d'}{c}$$

$$e's = \frac{(0.003)(27 - 5)}{27} = 0.0024 > 0.0021$$

$$\text{*****} \rightarrow f's = F_y$$

$$C2 = A's \cdot f's = (14.25)(4200) = 59\ 850 \text{ Kg.}$$

$$C = C1 + C2 = 199843.2 + 59850 = 259\ 693.2 \text{ Kg.}$$

Para la fuerza de tensión, por medio de triángulos semejantes, se tiene:

$$\frac{es}{ecu} = \frac{d - c}{c}$$

$$es = \frac{0.003(75 - 27)}{27} = 0.005 > e_y$$

$$\text{*****} \rightarrow fs = F_y$$

$$T = A_s F_y = (30.42)(4200) = 127\ 764\ \text{Kg.}$$

Como $T < C$ se proponen nuevos valores de la profundidad del eje neutro (c), hasta que $T = C$

c	es	e's	f's	fs	C1	C2	C
17.00	0.01020	0.002117	4200.00	4200	125827.0	59850.00	185677.0
10.00	0.01950	0.001500	3000.00	4200	74016.0	42750.00	116766.0
12.00	0.01575	0.001750	3500.00	4200	88819.2	49875.00	138694.2
11.00	0.01745	0.001636	3272.72	4200	81417.6	46636.40	128053.9
10.80	0.01783	0.001611	3222.22	4200	74517.8	45916.70	120434.5
10.90	0.01764	0.001623	3247.71	4200	80677.4	46279.82	126957.2
10.95	0.01754	0.001630	3260.27	4200	81047.5	46458.90	127506.4
10.97	0.01751	0.001632	3265.27	4200	81195.5	46530.08	127725.6

Como "es" > "ey" para todos los casos $T = 127\ 764\ \text{Kg.}$

De la tabla se puede observar que en el último tanteo se obtiene un valor de C aproximadamente igual a T, por lo que se toma el valor de la profundidad del eje neutro:

$$c = 10.97\ \text{cm.}$$

Obteniendo los momentos originados por las fuerzas encontradas:

Fuerza (Ton)	Brazo de palanca (cm)	Momento (T-m)
C1 = 81.196	$(h - a)/2 = (80 - 8.7793)/2 = 35.61$	28.9154
C2 = 46.530	$h/2 - d' = 80/2 - 5 = 35$	16.2855
T = 127.764	$h/2 - r = 80/2 - 5 = 35$	44.7174

$$M_r = 80.93 \text{ t-m}$$

Revisando el tipo de falla:

$$P_b = \frac{4800}{F_y + 6000} \frac{F^*c}{F_y} + p' = \frac{4800(232.4)}{(4200+6000)(4200)} + 0.0048$$

$$P_b = 0.0308$$

Por tratarse de zona sísmica:

$$P_b = \frac{4800}{F_y + 6000} \frac{F^*c}{F_y} + p' = \frac{4800(232.4)}{(4200+6000)(4200)} + 0.0048$$

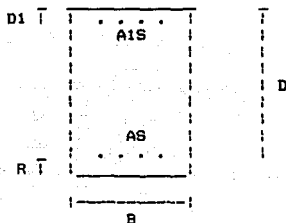
$$P_b = 0.0308$$

Por tratarse de zona sísmica:

$$P_{\text{máx}} = 0.75P_b = 0.75(0.0308) = 0.0231 > 0.0101$$

Por lo tanto fluye el acero a tensión, tratándose de una falla dúctil.

BIENVENIDOS AL PROGRAMA
PARA LA REVISION DE VIGAS DOBLEMENTE REFORZADAS



DAME F1C: [Kg/cm2]
350.0000

DAME FY: [Kg/cm2]
4200.000

DAME EL VALOR DE D: [Cm]
75.00000

DAME EL VALOR DE R: [Cm]
5.000000

DAME EL VALOR DE D1: [Cm]
5.000000

DAME EL VALOR DE B: [Cm]
40.00000

DAME EL VALOR DE AS: [Cm2]
30.42000

DAME EL VALOR DE A1S: [Cm2]
14.25000

CUAL ES EL VALOR DE FR QUE VAS A UTILIZAR?
0.9000000

FOC = 280.0000

F2C = 231.2800
A = 7.341102
P = 1.0140000E-02
P1 = 4.7499998E-03
A = 8.779335
C = 127764.3
TF = 127764.0

=====

EL MOMENTO RESISTENTE ES:

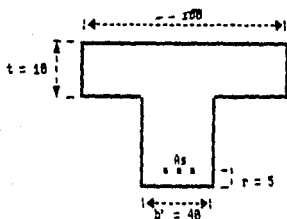
MR = 8093754.50 Kg-Cm

=====

DONDE:

FOC = RESIST. NOMINAL DEL CONCRETO A COMPRESION (F*c)
F2C = F*C [kg/cm2]
P = PORCENTAJE DE ACERO DE TENSION
P1 = PORCENTAJE DE ACERO DE COMPRESION
PB = PORCENTAJE BALANCEADO
PMAX = PORCENTAJE MAXIMO DE ACERO
PMIN = PORCENTAJE MINIMO DE ACERO
TF = FUERZA DE TENSION [kg]
C = FUERZA DE COMPRESION [kg]
A = PROFUNDIDAD DEL BLOQUE DE ESFUERZOS [cm]

PROBLEMA No. 6.- Obtener el momento resistente de la siguiente viga:



DATOS:

$$F'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Fy = 4200 \text{ "}$$

$$As = 63.36 \text{ cm}^2$$

$$Mr = ?$$

Solución:

Cálculo de las constantes:

$$F^*c = 0.8(250) = 200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F''c = 0.85(200) = 170 \text{ Kg/cm}^2$$

Suponiendo que la viga trabaja como viga rectangular:

$$a = \frac{As Fy}{b F''c} = \frac{63.36(4200)}{100(170)} = 15.6536 \text{ cm}$$

Como $a > t$, la viga trabaja como viga T.

$$a = \frac{As Fy - t F''c(b - b')}{b' F''c}$$

$$a = \frac{(63.36)(4200) - 10(170)(100 - 40)}{40(170)} = 24.13 \text{ cm}$$

Revisando que el acero fluya:

$$A_{sp} = \frac{F^*c(b - b')t}{F_y} = \frac{170(100 - 40)(10)}{4200} = 24.2857 \text{ cm}^2$$

$$A_s \leq \frac{F^*c}{F_y} \frac{4800}{F_y + 6000} b d' + A_{sp}$$

$$\frac{170(4800)(40)(55)}{4200(4200 + 6000)} + 24.2857 = 66.19 \text{ cm}^2 > A_s$$

$$63.36 \leq 66.19$$

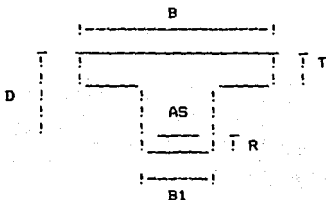
Como se cumple la condición anterior, se procede a calcular M_r por medio de la siguiente ecuación:

$$M_r = F_r [t F^*c (b - b')(d - 0.5t) + a b' F^*c (d - 0.5a)]$$

$$M_r = 0.9[10(170)(100 - 40)(55 - 5) + 24.13(40)(170)[55 - 0.5(24.13)]]$$

$$M_r = 109.30 \text{ T-m}$$

BIENVENIDOS AL PROGRAMA
PARA LA REVISION DE VIGAS " T "



DAME FY: [Kg/Cm2]
4200.000

DAME F1C: [Kg/Cm2]
250.0000

DAME FR:
0.9000000

CUAL ES EL AREA DE ACERO [Cm2] ?
63.36000

DAME EL VALOR DE B: [Cm]
100.0000

DAME EL VALOR DE B1: [Cm]
40.00000

DAME EL VALOR DE D: [Cm]
55.00000

DAME EL VALOR DE T: [Cm]
10.00000

DAME EL VALOR DE R: [Cm]
5.000000

FOC = 200.0000

F2C = 170.0000

A1 = 15.65365

* TRABAJA COMO VIGA T *

A = 24.13412

ES = 2.4694356E-03

EY = 2.0999999E-03

* FLUYE EL ACERO *

=====

EL MOMENTO RESISTENTE ES:

MR = 10931230.00 Kg-cm

=====

DONDE:

FOC = RESIST. NOMINAL DEL CONCRETO A COMPRESION (F_c)

F_{2C} = F_c [kg/cm²]

ES = DEFORMACION UNITARIA DEL ACERO [cm]

EY = DEFORMACION UNITARIA DE FLUENCIA DEL ACERO [cm]

TF = FUERZA DE TENSION [kg]

C = FUERZA DE COMPRESION [kg]

A = PROFUNDIDAD DEL BLOQUE DE ESFUERZOS [cm]

CAPITULO

2

CAPITULO 2

LOSAS

Las losas son elementos estructurales que tienen como función formar el sistema de piso de una estructura y por lo general soportan cargas perpendiculares a su plano, aunque en algunas ocasiones, dichas cargas están contenidas en él, como sucede en losas inclinadas. Además también transmiten las fuerzas de inercia causadas por acciones accidentales a los elementos resistentes.

Las Losas presentan la característica de que sus dimensiones en planta son relativamente grandes en comparación con su peralte siendo su comportamiento típico el de un elemento subreforzado.

De acuerdo a su construcción las losas se pueden clasificar en losas macizas y en losas aligeradas o reticulares, esto último se logra incorporando bloques huecos de plástico o unicel (casetones), los cuales algunas veces pueden ser recuperados.

De acuerdo al tipo de apoyo las losas se pueden clasificar en:

- 1.- Losas apoyadas en lados opuestos.
- 2.- Losa perimetralmente apoyadas.
- 3.- Losas planas.

En el presente trabajo se estudiarán solamente las dos primeras.

LOSAS APOYADAS EN LADOS OPUESTOS

Este tipo de losas pueden estar apoyadas en vigas y/o muros paralelos en dos de sus lados, quedando libres los otros dos. Se conocen también como losas en una sola dirección, debido a que solo trabajan en la dirección perpendicular a sus apoyos.

Este tipo de losa presenta un comportamiento muy parecido al de vigas y se supone, para su dimensionamiento, que se trata de una serie de vigas paralelas e independientes de un metro de ancho, que se flexionan uniformemente.

Para comenzar el diseño se propone un peralte inicial "h" que no permita deflexiones muy grandes, ya que esto es el factor que suele regir en el diseño. Se puede usar la siguiente tabla tomada del Reglamento ACI 318-83, válida también para el RCDF, la cual permite calcular peraltes mínimos que eviten la revisión de deflexiones del elemento estudiado:

	Siaplemente Apoyada	Un extremo Continuo	Ambos Extremos Continuos	Voladizo
h	L/20	L/24	L/28	L/10

Pero debido a que este criterio es muy conservador, se puede tomar el procedimiento alternativo que es el de calcular el peralte. Despejando dicho peralte de la ecuación para el momento resistente de secciones rectangulares sin acero de compresión,

una vez supuesto el valor del porcentaje de acero. De esta manera se obtienen las ecuaciones siguientes:

$$Pr = \text{Porcentaje recomendable} = 0.18 F'c/Fy$$

$$d = \sqrt{\frac{MR}{Fr b F'c q (1 - 0.5q)}}$$

d nunca debe ser menor de 8 cm.

El procedimiento anterior debe de ser revisado adicionalmente por deflexiones para ver si el peralte obtenido es correcto.

Una vez calculado el peralte total se calcula el peralte efectivo "d" siendo:

- Para refuerzo Positivo $d = h - r$
- Para refuerzo Negativo $d = h - r - 2$

Donde el recubrimiento "r" nunca deberá ser menor de 1 cm. ó del diámetro de la barra con que se armará el elemento.

Para el cálculo de los Momentos y Cortantes de diseño, siendo la losa monolitica con los apoyos se hará lo siguiente: el claro "L" se puede tomar como la distancia entre centro y centro de los apoyos excepto cuando el peralte efectivo sea menor que el ancho de los peraltes en donde "L" se contará a partir de la sección que se encuentra a medio peralte efectivo del paño

interior de los apoyos. En caso de que no sea monolítica, "L" se tomará como el claro libre más el peralte efectivo, sin que este valor sea superior a la distancia entre centro y centro de los apoyos.

En elementos continuos "L" será la distancia entre ejes, y para voladizos se tomará la longitud al paño del apoyo.

Una vez definido lo anterior se procede a calcular el refuerzo necesario con las ecuaciones utilizadas para flexión en vigas subreforzadas, debido a que en este tipo de elementos el porcentaje de acero estará por debajo del balanceado siendo el porcentaje mínimo recomendado para flexión el mismo que el utilizado en vigas:

$$P_{\min} = \frac{0.7 \sqrt{F'c}}{F_y}$$

El área de acero se calcula en función del porcentaje de acero "p", el ancho de la franja "b" (generalmente de un metro) y el peralte efectivo "d" de la losa:

$$A_s = p b d$$

El refuerzo así obtenido debe colocarse en dirección paralela a las franjas o sea en la dirección del claro considerado. Para la dirección perpendicular se tendrá que colocar refuerzo para resistir los esfuerzos producidos por

cambios de temperatura y contracciones del concreto, sin el cual la losa se agrietaría al tratar de acortarse en dirección perpendicular al claro. Esta área mínima por contracción se calcula de la siguiente manera:

$$A_s \text{ contrac} = \frac{45000 h}{F_y (h + 100)}$$

Donde "h" es el peralte total de la losa; si ésta se encuentra a la intemperie el valor obtenido por esta ecuación se tendrá que duplicar.

La separación entre barras nunca podrá exceder de 50 cm. ni de 3.5 h y se calculará con la siguiente ecuación:

$$s = \frac{100 A_b}{A_s}$$

donde:

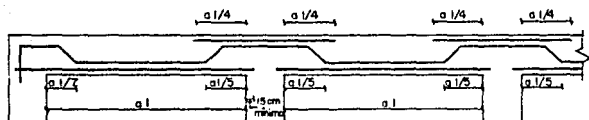
A_b = Área de la varilla de armado [cm²]

A_s = Área de acero total por metro de ancho [cm²]

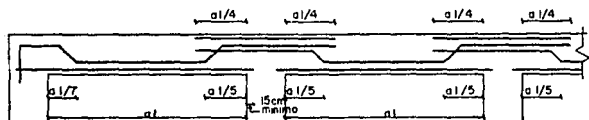
En la práctica se ha de buscar que las separaciones sean las más cercanas a los valores teóricos, pero al mismo tiempo conviene modularlas para obtener distribuciones regulares y armados sencillos que simplifiquen la construcción y la supervisión en obra. En la siguiente figura se muestran algunas recomendaciones típicas para la colocación de refuerzo por flexión. Estas recomendaciones son válidas si los claros y las

condiciones en cada tablero son semejantes, en caso contrario se debe de contar con un diagrama de momentos flexionantes que servirá para obtener la colocación de dicho acero.

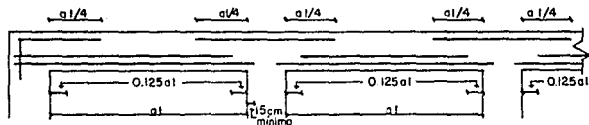
DETALLES DE REFUERZO DE LOSAS



LOS DOBLECES SON A 45°



EN LOSAS PERIMTRALES APOYADAS, LOS CORTES Y DOBLECES SE HACEN EN FUNCION DEL CLARO CORTO PARA EL REFUERZO EN AMBAS DIRECCIONES.



EN EL APOYO EXTREMO DEBE PROPORCIONARSE UN ANCLAJE ADECUADO A PARTIR DEL PANO DE APOYO.

En lo que respecta a fuerza cortante, en algunas de las losas no es un factor importante, pero es necesario revisarlo, si la sección no soporta la fuerza cortante se tienen que aumentar las dimensiones debido a que por razones constructivas no se puede utilizar refuerzo para este tipo de sollicitación. La

fuerza cortante que toma el concreto está dada por la ecuación:

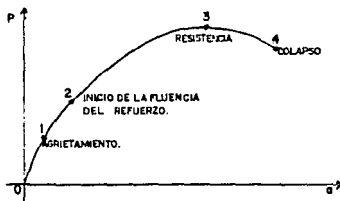
$$V_{cr} = F_r \sqrt{F_c} b d$$

LOSAS PERIMETRALMENTE APOYADAS

Este tipo de losa es aquella que se encuentra apoyada sobre vigas o muros en sus cuatro lados, y por lo tanto trabaja en dos direcciones, la deflexión bajo acción de cargas presenta una deformación en curvatura doble.

Cuando la relación entre lado largo y lado corto del tablero es mayor que dos, las losas se pueden diseñar como losas en una sola dirección aunque estén realmente apoyadas en sus otros lados.

El comportamiento y los modos de falla de una losa pueden observarse en la siguiente gráfica:



GRAFICA CARGA-DEFLEXION DE UNA LOSA

En donde se pueden apreciar las siguientes etapas:

- a) Una etapa lineal 0-1, en la que el agrietamiento del

concreto en la zona de esfuerzos de tensión es despreciable. El agrietamiento del concreto por tensión, representado por el punto 1, ocurre bajo cargas relativamente altas. Las cargas de servicio de losas se encuentran generalmente cerca de la carga correspondiente al punto 1.

b) La etapa 1-2, en la que existe agrietamiento del concreto en la zona de tensión y los esfuerzos en el acero de refuerzo son menores que el límite de fluencia. La transición de la etapa 0-1 a la etapa 1-2 es gradual, puesto que el agrietamiento del concreto se desarrolla paulatinamente desde las zonas de momentos flexionantes máximos hacia las zonas de momentos flexionantes menores. Por la misma razón, la pendiente de la gráfica carga - deflexión en el tramo 1-2, disminuye poco a poco.

c) La etapa 2-3, en la que los esfuerzos en el acero de refuerzo sobrepasan el límite de fluencia. Al igual que el agrietamiento del concreto, la fluencia del refuerzo empieza en las zonas de momentos flexionantes máximos y se propaga paulatinamente hacia las zonas de momentos menores.

d) Por último, la rama descendente 3-4, cuya amplitud depende, como en el caso de las vigas, de la rigidez del sistema de aplicación de cargas.

El diseño de este tipo de losas parte de obtener los momentos flexionantes a partir de la tabla de coeficientes de momentos del RCDF los cuales serán momentos por unidad de ancho al multiplicarlos por:

$$10^{3}(-4)Wu \text{ a } 1^{3}2$$

En donde "Wu" es la carga por unidad de ancho y "a1" es el claro corto del tablero; los coeficientes varían de acuerdo a las condiciones de apoyo en los bordes del tablero considerado (si el apoyo es monolítico con la losa o no) y la relación claro corto a largo del tablero $m=a1/a2$, para valores intermedios de m que no están especificados en la tabla se hace una interpolación lineal para obtener los valores del coeficiente "k".

Tabla	Momento	Claro	Relación de lados corto a largo, $m = a_1/a_2$													
			0		0.5		0.6		0.7		0.8		0.9		1.0	
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Interior Todos los bordes continuos	Neg. en bordes interiores	corto	498	1018	553	565	499	498	432	438	381	387	335	338	288	292
		largo	516	544	409	191	391	412	371	388	347	361	320	330	288	292
	positivo	corto	630	668	312	322	268	276	228	236	192	199	158	164	126	130
		largo	175	181	139	144	184	139	130	155	128	133	127	131	126	130
De borde	Neg. en bordes interiores	corto	928	1018	568	594	206	333	451	478	403	431	357	388	315	316
		largo	316	544	409	451	341	412	472	342	350	369	326	331	287	311
	Neg. en bordes dis- continuos	corto	326	0	362	0	248	0	236	0	222	0	206	0	190	0
		largo	630	668	329	356	252	306	240	261	202	219	167	181	133	144
De borde	Neg. en bordes interiores	corto	1060	1143	585	624	214	548	455	481	397	420	346	364	297	311
		largo	387	687	465	545	442	513	411	470	379	428	347	354	315	346
	Neg. en bordes dis- continuos	corto	651	0	362	0	321	0	285	0	250	0	219	0	190	0
		largo	751	912	334	366	285	312	241	263	202	218	164	175	129	135
De esquina	Neg. en bordes interiores	corto	1060	1143	598	653	230	582	471	520	419	464	371	412	324	364
		largo	600	713	475	564	455	541	429	506	394	457	360	410	324	364
	Neg. en bordes discontinuos	corto	651	0	362	0	321	0	277	0	250	0	219	0	190	0
		largo	326	0	258	0	248	0	236	0	222	0	206	0	190	0
Aislado	Neg. en bordes discontinuos	corto	751	912	338	416	306	354	259	298	216	247	176	199	137	153
		largo	191	212	152	168	146	163	142	158	140	146	138	154	137	153
	cuatro lados dis- continuos	corto	570	0	330	0	330	0	470	0	430	0	330	0	330	0
		largo	330	0	330	0	330	0	330	0	330	0	330	0	330	0
cuatro lados dis- continuos	corto	1100	1670	830	1380	800	1330	720	1190	640	1070	570	950	500	830	
	largo	200	230	500	830	500	830	500	830	500	830	500	830	500	830	

Caso I. Losa colada monolíticamente con sus apoyos.

Caso II. Losa no colada monolíticamente con sus apoyos.

Los coeficientes multiplicados por 10^{-4} Wu² dan momentos por unidad de ancho.

Cuando se trate de tableros intermedios será necesario hacer un ajuste de Momentos negativos, en caso de que estos sean diferentes, distribuyéndose las dos terceras partes del momento de desequilibrio si sus apoyos son monolíticos y en su totalidad si no lo son. Para este ajuste es necesario conocer la rigidez de los tableros la cual se calculará como $d^3/12I$.

El método anterior para la obtención de Momentos solo se podrá usar siempre y cuando se satisfagan las siguientes limitaciones:

- 1.- Los tableros son aproximadamente rectangulares
- 2.- La distribución de las cargas es uniforme en cada tablero.
- 3.- Los momentos Negativos en el apoyo común de tableros adyacentes difieren entre sí en una cantidad no mayor del 50 % del menor de ellos.
- 4.- La relación entre carga viva y carga muerta no es mayor de 2.5 para losas monolíticas y de 1.5 para las que no lo son.
- 5.- La rigidez a flexión de los apoyos debe ser mayor que la rigidez de la propia losa.

Una vez obtenidos los momentos de la losa se proseguirá a calcular el peralte mínimo de la losa, para lo cual, el RCDF señala que para omitir el cálculo de las deflexiones el peralte mínimo de la losa será igual a:

$$P_{\min} = \text{Perimetro}/300$$

Al calcular el perimetro, la longitud para lados discontinuos se debe incrementar en un 50 % si los apoyos no son

monolíticos con la losa y en un 25 % si si lo son.

Estas disposiciones son aplicables siempre y cuando $F_s \leq 2000 \text{ kg/cm}^2$ y $W_u \leq 380 \text{ kg/m}^2$, si no se cumplen cualquiera de las condiciones anteriores el peralte se tendra que ajustar con el siguiente factor: $0.034 (f_s W_u)^{1/4}$

donde:

$$f_s = 0.6 F_y$$

Una vez hechos estos cálculos se obtiene el porcentaje de acero por medio de las fórmulas para flexión de vigas, se procede a calcular el área de acero "As" y la separación de varillas "s" utilizando el mismo criterio que el señalado en el diseño de losas en una dirección.

La resistencia de la losa a cortante se obtendrá de igual forma que en una viga sin refuerzo en el alma:

$$V_{cr} = 0.5 F_R b d \sqrt{F_c}$$

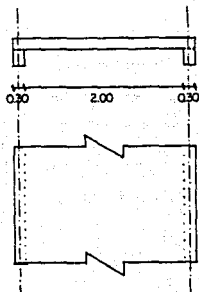
el cual debe ser mayor que el que actúa en la sección, cuyo valor se obtendrá a partir de la siguiente ecuación:

$$V_u = \frac{(a_1/2 - d) W_u}{(1 + (a_1/a_2)^{1/6})}$$

Cuando en un tablero existan bordes continuos y discontinuos el valor obtenido por la última ecuación se deberá incrementar en un 15 %.

EJEMPLOS

PROBLEMA No. 1.- Dimensionar la siguiente losa, la cual se encuentra simplemente apoyada en sus lados opuestos, siendo sus apoyos monolíticos con la losa, y encontrándose expuesta a la intemperie:



DATOS:

Ancho apoyos = 0.30 m

claro a ejes = 2.30 m

$M_u = 0.833 \text{ T-m}$

$W_u = 1.26 \text{ T/m}$

$F'_c = 200 \text{ Kg/cm}^2$

$F_y = 4000 \text{ Kg/cm}^2$

Armado con varilla del no.3

Solucion:

Calculando las constantes:

$$F_3c = 0.8 F'_c = 0.8(200) = 160 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F^*c = 0.85 F^*c = 0.85(136) = 136 \text{ Kg/cm}^2$$

Calculando el porcentaje de acero balanceado:

$$P_b = \frac{F'_c}{F_y} \frac{4800}{F_y + 6000} = \frac{136}{4000} \frac{4000}{4000+6000} = 0.01632$$

donde: $P_{m\acute{a}x} = P_b \implies P_{m\acute{a}x} = 0.01632$

$$P_{m\acute{i}n} = 0.7 \sqrt{F'_c} / F_y = 0.7 \sqrt{200} / 4000 = 0.0025$$

Por tratarse de una losa expuesta a la intemperie, se tiene que:

$$P_{m\acute{i}n} = 2 P_{m\acute{i}n} = 2(0.00247)$$

$$P_{m\acute{i}n} = 0.0049$$

El porcentaje recomendado para iniciar el dise\~{n}o es:

$$P_{rec} = 0.18 F'_c / F_y = 0.009$$

$$q = p F_y / F'_c = 0.009(4000) / 136 = 0.2647$$

Se procede a calcular el peralte sustituyendo los valores obtenidos anteriormente, en la siguiente ecuaci3n.

$$M_r = FR b d^2 F'_c q [1 - 0.5q]$$

$$83317.5 = 0.9(100)(136)(0.2647)[1 - 0.5(0.2647)]d^2$$

Despejando "d", se tiene:

$$d = 5.44 \text{ cm.}$$

Se sabe que que el peralte m\~{i}nimo que puede tener una losa

es de 8.0 cm por lo que el peralte inicial de diseño será:

$$d = 8.0 \text{ cm}$$

Entonces el peralte total es:

$$H = d + r = 8.0 + 2 = 10 \text{ cm}$$

Ajustando el acero:

$$83300 = 0.9 (100) (8) \rho^2 (136) q (1 - 0.5 q)$$

$$0.10634 = q - 0.5 q^2$$

Despejando "q" :

$$q^2 - 2q + 0.21275 = 0$$

Resolviendo se tiene:

$$q_1 = 1.88727$$

$$q_2 = 0.11273$$

Como rige el valor menor (q_2), se tiene que: $q = 0.11273$

A continuación se procede a calcular el porcentaje de acero:

$$p = q F_c / F_y = 0.11273(136) / 4000 = 0.00383$$

Como $p < P_{\min}$, se toma el valor de P_{\min} , por tanto:

$$p = 0.00495$$

Calculando el área de acero:

$$A_s = 100 p d = (0.00495)(100)(8) = 3.9598 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$A_s = 4.0 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Revisión del peralte por deflexiones:

$$E_c = 10\,000 \sqrt{F'c} = 10\,000 \sqrt{200} = 141,421.35$$

$$n = \frac{E}{E_s} = \frac{2\,000\,000}{141\,421.35} = 14.14214$$

Se obtiene la profundidad del eje neutro:

$$\frac{b x^2}{2} - n A_s (d - x) = 0$$

como $b = 100 \text{ cm}$.

$$50 x^2 - (14.14214)(4)(8 - x) = 0$$

$$x^2 + 1.1313 x - 9.05 = 0$$

Resolviendo la ecuación, tenemos:

$$x = 2.495 \text{ cm}$$

Calculando el momento de inercia de la sección:

$$I = 100 x^3/3 + n A_s (d - x)^2$$

$$I = 100 (2.495)^3/3 + (14.14214)(4)(8 - 2.495)^2$$

$$I = 514.96 + 1714.31 = 2228.91 \text{ cm}^4$$

Calculo de la flecha inmediata:

$$f_1 = \frac{5 w L^3 e^4}{384 E I} = \frac{5 (12.60)(208.2143)}{384 (141421.35)(2228.91)}$$

$$f_1 = 0.97823 \text{ cm}$$

Calculando la flecha a largo plazo:

$$f_2 = (2 - 1.2 A's/As) f_1$$

$$\text{Como } A's = 0$$

$$f_2 = 2 f_1 = 2 (0.97823)$$

$$f_2 = 1.95646 \text{ cm.}$$

La flecha total es:

$$f = f_1 + f_2$$

$$f = 2.9347 \text{ cm.}$$

Calculo de la flecha admisible:

$$f_{\text{máx}} = 0.5 + L/240 = 0.5 + 208.2143/240$$

$$f_{\text{máx}} = 1.3675 \text{ cm.}$$

Como $f > f_{\text{máx}}$ el peralte propuesto No pasa por lo que es

necesario proponer un nuevo valor:

H (cm)	p	As (cm ²)	x (cm)	I (cm ⁴)	f (cm)	f _{máx} (cm)
12	0.00495	4.94	2.72	4373.37	1.4957	1.3675
13	0.00495	5.45	2.83	5897.03	1.1092	1.3675

Por tanto el peralte de diseño por deflexiones es:

$$H = 13 \text{ cm.}$$

Revisión del peralte por flexión:

$$p = 0.00495$$

$$p_{máx} = 0.01632$$

Como $p < p_{máx}$ el peralte propuesto pasa por flexión.

Revisión del peralte por Cortante:

Como se trata de una losa simplemente apoyada el claro de diseño estará regido por:

$$L = l + H = 208.2143 + 13 = 221.2143 \text{ cm}$$

$$V_u = 1.15 W_u L/2 = (1.15)(12.6)(221.2143)/2 = 1602.70 \text{ Kg}$$

$$V_{cr} = 0.5 b d FR \sqrt{F'c} = 0.5(100)(11)(0.8)\sqrt{160} = 5565.61 \text{ Kg}$$

Como $V_u < V_{cr}$ el cálculo se acepta por cortante.

Calculando la separación entre varillas:

El área de una varilla del no. 3 es: $A_b = 0.72 \text{ cm}^2$

$$s_1 = 100 A_b / A_s = 100(0.72) / 5.45 = 13.22 \text{ cm}$$

$$s_2 = 3.5 H = 3.5(13) = 45.5 \text{ cm}$$

$$a_s = \frac{900 H}{F_y(100 + H)} = \frac{900 (13)}{4000(100 + 13)} = 0.02588 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$s_v = 100 (0.72) / 2.588 = 27.82 \text{ cm}$$

como:

$$s_1 < s_v < s_2 < 50 \text{ cm.}$$

La separación es s_1 , por lo tanto se necesita refuerzo de:

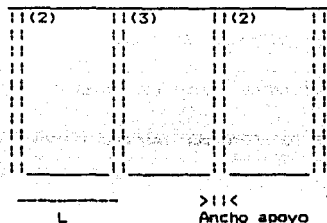
Varillas del No. 3 a cada 13 cm.

y para el refuerzo transversal la separación es:

Varillas del No. 3 a cada 27 cm.

```

*****
      BIENVENIDOS AL PROGRAMA PARA EL
      DISEÑO DE LOSAS APOYADAS EN LADOS OPUESTOS
*****
  
```



LOS APOYOS SON MONOLITICOS CON LA LOSA (SI=1, NO= 2)

2

LA LOSA ESTA EXPUESTA A LA INTEMPERIE? (SI=1, NO=2)

1

CUAL ES EL ANCHO DE LOS APOYOS? [Cm]

30.000

CUAL ES LA CARGA DE DISEÑO? [T/m²]

1.260

DAME F_{1C}: [kg/cm²]

200.000

DAME F_y: [kg/cm²]

4000.000

CON QUE NUMERO DE VARILLA QUIERES ARMAR LA LOSA?

(1) VARILLA DEL NUMERO 2.5

(2) VARILLA DEL NUMERO 3

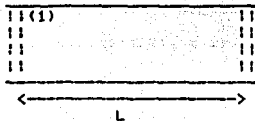
(3) VARILLA DEL NUMERO 4

2

EN CUANTOS TABLEROS ESTA DIVIDIDA LA LOSA?

1

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA



(LA DISTANCIA ES A EJES)

DAME LA LONGITUD ENTRE APOYOS DEL TABLERO 1 [Cm.]:
230.00

LAS CONDICIONES DE APOYO DEL TABLERO 1 SON:

- (1) Simplemente Apoyada
- (2) Un Extremo Continuo
- (3) Ambos Extremos Continuos
- (4) Voladizo

LA OPCION DESEADA ES:

1

CUANTOS MOMENTOS DE DISEÑO TIENE EL TABLERO 1 :

1

DAME EL VALOR DEL MOMENTO [T-M] 1 CON SU SIGNO:
0.833000

F = 2.953449992572003 FMAX = 1.367559523809524

EL PERALTE NO PASA POR DEFLEXIONES
EN CUANTO LO VAS A INCREMENTAR?

2.00

EL NUEVO PERALTE ES: 12

F = 1.512166396196866 FMAX = 1.367559523809524

EL PERALTE NO PASA POR DEFLEXIONES
EN CUANTO LO VAS A INCREMENTAR?

1.00

EL NUEVO PERALTE ES: 13

F = 1.136112994888704 FMAX = 1.367559523809524

SE ADMITE EL PERALTE POR DEFLEXIONES

VCR = 5565.608681896348

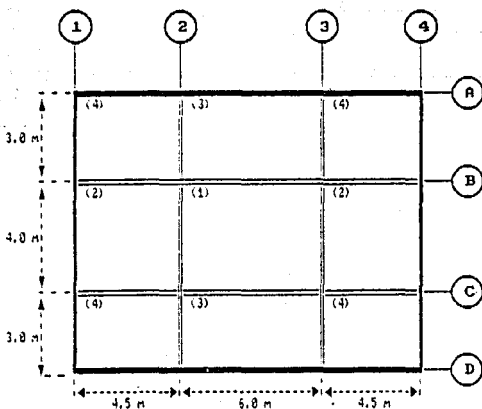
VU = 1602.697500000000

EL PERALTE DE DISEÑO DE LA LOSA ES:

H = 13

TABLERO NUMERO	TIPO DE TABLERO	MOMENTO [kg-cm]	SEPARACION TEORICA [cm]	SEPARACION TRANSVERSAL [cm]
1	1	83300.0	13	27

PROBLEMA No. 2.- Haga el diseño de una losa perimetralmente apoyada, bajo carga uniforme.



DATOS:

Todos los apoyos son monolíticos con la losa y tienen 25 cm de ancho. La losa no está expuesta a la interperie.

$$F'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$wU = 1.49 \text{ T/m}^2$$

Cálculo de constantes:

$$F^*c = 0.8 F'c = 0.8(200) = 160 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F^*c = 0.85F^*c \quad \text{Por ser } F^*c < 250 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F^*c = 0.85(160) = 136 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P_{\text{máx}} = P_b = \frac{F^*c}{F_y} \frac{4800}{F_y + 6000}$$

$$P_{\text{máx}} = \frac{136}{4200} \frac{4800}{4200 + 6000} = 0.0152$$

Estimación del peralte

Peralte efectivo mínimo (Tablero crítico 1)

$$d = \frac{2(375 + 575)}{300} = 6.33 \text{ cm}$$

$$\text{Si } F_s = 0.6 F_y = 0.6(4200) = 2520 \text{ Kg/cm}^2$$

$$2520 \text{ Kg/cm}^2 > 2000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$y \quad w = 1064 \text{ Kg/m}^2 > 380 \text{ Kg/cm}^2$$

$$d_{\text{min}} = 6.33(0.34) [(2520)(1064)]^{1/4} = 6.33(1.37)$$

$$d_{\text{min}} = 8.71 \text{ cm}$$

recubrimiento = 2.0 cm

h = 10.71 cm considérese h = 11 cm

Revisión por flexión del peralte propuesto

Se debe cumplir $p \leq P_{\max}$

Se revisará con el momento negativo en el claro corto del tablero 1.

$$m = a_1/a_2 = 375/575 = 0.652$$

De la tabla de coeficientes para losas perimetrales del RCDF se obtiene, interpolando linealmente.

$$k = 0.0459$$

$$M_u = k w_u a_1^2 = 0.0459(1.49)(3.75)^2$$

$$M_u = 0.962 \text{ T-m}$$

Cálculo de p (fig 2 de las Ayudas de Diseño)

$$\frac{M_r}{b d^2} = \frac{96200}{100(7)^2} = 19.63$$

(Suponiendo $d = h - r - 2 \text{ cm} = 7 \text{ cm}$)

En la figura se obtiene $p = 0.0057 < P_{\max} = 0.0152$

El peralte propuesto es aceptable por flexión

Revisión por fuerza del peralte supuesto

La fuerza cortante máxima ocurre, en este caso, en el claro del tablero 1.

$$V_u = \frac{(0.5a_1 - d)w_u}{1 + (a_1/a_2)^{1/6}} = \frac{(0.5)(3.75 - 0.07)1490}{1 + (3.75/5.75)^{1/6}} = 2497 \text{ Kg}$$

Resistencia de diseño:

$$V_{cr} = 0.5 F_r b d \sqrt{F_c'} = 0.5(0.8)(100)(7)\sqrt{160} = 3542 \text{ Kg}$$

Como $V_{cr} > V_u$

El peralte supuesto se acepta por fuerza cortante

Análisis y dimensionamiento por flexión

(los cálculos se refieren a una franja de un metro de ancho)

Peraltes efectivos:

Reforzo positivo: $d = h - r = 11 - 2 = 9 \text{ cm}$

Reforzo negativo: $d = h - r - 2 = 11 - 2 - 2 = 7 \text{ cm}$

Reforzo mínimo (por cambios volumétricos):

$$a_{sm} = \frac{450 \times l}{F_y(x+100)} = \frac{450(11)}{4200(11+100)} = 0.01062 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

En un ancho de 100 cm $A_{smin} = 0.01062(100) = 1.062 \text{ cm}^2/\text{m}$

Con barras no. 2.5, a esta área corresponde una separación de

$$S = \frac{100 a_s}{A_s} = \frac{100(0.49)}{1.062} = 46.14 \text{ cm}$$

pero $S_{m\acute{a}x} < \begin{cases} 3.5 h = 3.5(11) = 38.5 \text{ cm} & \text{(rige esta)} \\ 50 \text{ cm} \end{cases}$

Se usará una separación máxima de 38 cm

Valores de w_u al² (ton/m²) y de a_1/a_2

Tablero	Tipo	a_1 (m)	w_u al ²	a_1/a_2
1	Interior	3.75	20.95	0.652
2	De borde, un lado corto discontinuo	3.75	20.95	0.882
3	De borde, un lado largo discontinuo	2.75	11.27	0.478
4	De esquina	2.75	11.27	0.647

Con los coeficientes anteriores se calculan los momentos para los demas tableros como se hizo para el tablero 1.

TABLA DE MOMENTOS Y SEPARACION DE VARILLAS

Tablero	Momento	Claro	Coficiente K	Mu (T-m)	Momento ajustado	Sep. teo.	
1	Neg. en bordes inter.	corto	0.0459	0.9616	0.8823	13	
		largo	0.0381	0.7982	0.7626	16	
	Positivo	corto	0.0247	0.5175		32	
		largo	0.0132	0.2765		38	
2	Neg. en bordes inter.	corto	0.0365	0.7647	0.7085	17	
		largo	0.0330	0.6914	0.7270	16	
	Neg. en bordes disc.	largo	0.0209	0.4378		28	
		corto	0.0173	0.3624		38	
	Positivo	largo	0.0129	0.2703		38	
		corto	0.0604	0.6806	0.7886	15	
3	Neg. en bordes inter.	largo	0.0470	0.5297	0.5195	24	
		corto	0.0375	0.4226		30	
	Positivo	corto	0.0352	0.3966		38	
		largo	0.0149	0.1679		38	
	4	Neg. en bordes inter.	corto	0.0502	0.5656	0.6421	19
			largo	0.0443	0.4992	0.5094	24
Neg. en bordes disc.		corto	0.0300	0.3380		36	
		largo	0.0242	0.2727		38	
Positivo		corto	0.0284	0.3200		38	
		largo	0.0144	0.1623		38	

Rigidez de tableros (d^3/aI)

Tablero 1 $9 \times 3 / 375 = 1.944$

Tablero 2 $9 \times 3 / 375 = 1.944$

Tablero 3 $9 \times 3 / 275 = 2.650$

Tablero 4 $9 \times 3 / 275 = 2.650$

Distribución de momentos

Distribución entre tableros 1 y 2

Momento de desequilibrio = $0.7982 - 0.6914 = 0.1068$ T-m

Momento a distribuir $2/3 (0.1068) = 0.0712$ T-m

Tablero	Rigidez	Factor
1	1.944	0.50
2	1.944	0.50
	3.888	1.0000

Distribución

1	2
0.7982	-0.6914
-0.0356	-0.0356
0.7626	-0.7270

momentos ajustados

Distribución entre tableros 1 y 3

Momento de desequilibrio = $0.9616 - 0.6806 = 0.2810$ T-m

Momento a distribuir $2/3 (0.2810) = 0.1873$ T-m

Tablero	Rigidez	Factor
1	1.944	0.4232
3	2.650	0.5768
	4.594	1.0000

Distribución

1	3
0.9616	-0.6806
-0.0793	-0.1080
0.8823	-0.7886

momentos ajustados

Distribución entre tableros 4 y 2

Momento de desequilibrio = $0.7647 - 0.5656 = 0.1991$ T-m

Momento a distribuir $2/3 (0.1991) = 0.1327$ T-m

Tablero	Rigidez	Factor
4	2.6550	0.5768
2	1.944	0.4232
	4.594	1.0000

Distribución

4	2
-0.5656	0.7647
-0.0765	-0.0562
-0.6421	0.7085

momentos ajustados

Distribución entre tableros 4 y 3

Momento de desequilibrio = $0.5297 - 0.4992 = 0.0305$ T-m

Momento a distribuir $2/3 (0.0305) = 0.0203$ T-m

Tablero	Rigidez	Factor
4	2.650	0.50
3	2.650	0.50
	5.300	1.00

Distribución

4	3
-0.4992	0.5297
-0.0102	-0.0102
-0.5094	0.5195

momentos ajustados

 BIENVENIDOS AL PROGRAMA
 PARA EL DISEÑO DE LOSAS PERIMETRALES

!! (4)	! (3)	! (4)	!!
!!	!	!	!!
!! (2)	! (1)	! (2)	!!
!!	!	!	!!
!! (4)	! (3)	! (4)	!!
!!	!	!	!!

LOS APOYOS SON MONOLITICOS CON LA LOSA (SI=1,NO= 2)
 1

LA LOSA ESTA EXPUESTA A LA INTEMPERIE? (SI=1, NO=2)
 2

CUAL ES EL ANCHO DE LOS APOYOS? [cm]
 25.00000

CUAL ES LA CARGA DE DISEÑO? [Kg/m2]
 1490.000

QUIERES MODIFICAR ALGUNO DE LOS ULTIMOS CUATRO
 VALORES QUE HAS TECLEADO? (SI=1,NO=2)
 2

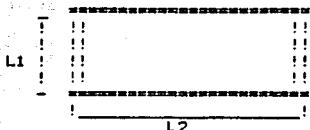
DAME FIC: [kg/cm2]
 200.0000

DAME FY: [kg/cm2]
 4200.000

CON QUE NUMERO DE VARILLA QUIERES ARMAR LA LOSA?
 (1) VARILLA DEL NUMERO 2.5
 (2) VARILLA DEL NUMERO 3
 (3) VARILLA DEL NUMERO 4
 1.000000

EN CUANTOS TABLEROS ESTA DIVIDIDA LA LOSA?
 4

QUIERES MODIFICAR ALGUNO DE LOS ULTIMOS CUATRO
 VALORES QUE HAS TECLEADO? (SI=1,NO=2)
 2



(LAS DISTANCIAS SON A EJES)

DAME LAS LONGITUDES DEL TABLERO: 1

EL VALOR DEL LADO CORTO L1 [cm]:
400.0000

EL VALOR DEL LADO LARGO L2 [cm]:
600.0000

QUIERES MODIFICAR ALGUNO DE LOS ULTIMOS DOS
VALORES QUE HAS TECLEADO? (S1=1,NO=2)
2

DAME LAS LONGITUDES DEL TABLERO: 2

EL VALOR DEL LADO CORTO L1 [cm]:
400.0000

EL VALOR DEL LADO LARGO L2 [cm]:
450.0000

QUIERES MODIFICAR ALGUNO DE LOS ULTIMOS DOS
VALORES QUE HAS TECLEADO? (S1=1,NO=2)
2

DAME LAS LONGITUDES DEL TABLERO: 3

EL VALOR DEL LADO CORTO L1 [cm]:
300.0000

EL VALOR DEL LADO LARGO L2 [cm]:
600.0000

QUIERES MODIFICAR ALGUNO DE LOS ULTIMOS DOS
VALORES QUE HAS TECLEADO? (S1=1,NO=2)
2

DAME LAS LONGITUDES DEL TABLERO: 4

EL VALOR DEL LADO CORTO L1 [cm]:
300.0000

EL VALOR DEL LADO LARGO L2 [cm]:

450.0000

QUIERES MODIFICAR ALGUNO DE LOS ULTIMOS DOS
VALORES QUE HAS TECLEADO? (S1=1,NO=2)

2

LOS TABLEROS CONTIGUOS PUEDEN SER MAXIMO 4, SI
SON MENOS DE ESTA CANTIDAD COMPLETA CON CEROS:

EL TABLERO 1 ES CONTIGUO CON:

EL TABLERO	3
EL TABLERO	2
EL TABLERO	0
EL TABLERO	0

QUIERES MODIFICAR ALGUNO DE LOS ULTIMOS 4
VALORES QUE HAS TECLEADO?(S1=1,NO=2)

2

LOS TABLEROS CONTIGUOS PUEDEN SER MAXIMO 4, SI
SON MENOS DE ESTA CANTIDAD COMPLETA CON CEROS:

EL TABLERO 2 ES CONTIGUO CON:

EL TABLERO	4
EL TABLERO	1
EL TABLERO	0
EL TABLERO	0

QUIERES MODIFICAR ALGUNO DE LOS ULTIMOS 4
VALORES QUE HAS TECLEADO?(S1=1,NO=2)

2

LOS TABLEROS CONTIGUOS PUEDEN SER MAXIMO 4, SI
SON MENOS DE ESTA CANTIDAD COMPLETA CON CEROS:

EL TABLERO 3 ES CONTIGUO CON:

EL TABLERO	4
EL TABLERO	1
EL TABLERO	0
EL TABLERO	0

QUIERES MODIFICAR ALGUNO DE LOS ULTIMOS 4
VALORES QUE HAS TECLEADO?(S1=1,NO=2)

2

LOS TABLEROS CONTIGUOS PUEDEN SER MAXIMO 4, SI

SON MENOS DE ESTA CANTIDAD COMPLETA CON CEROS:

EL TABLERO 4 ES CONTIGUO CON:

EL TABLERO	2
EL TABLERO	3
EL TABLERO	0
EL TABLERO	0

QUIERES MODIFICAR ALGUNO DE LOS ULTIMOS 4 VALORES QUE HAS TECLEADO?(S1=1,NO=2)

2

EL TABLERO 1 ES:

- (1) INTERIOR.Todos los bordes continuos
- (2) DE BORDE.Un lado corto discontinuo
- (3) DE BORDE.Un lado largo discontinuo
- (4) DE ESQUINA.Dos lados adyacentes discontinuos
- (5) AISLADO.Cuatro lados discontinuos

LA OPCION DESEADA ES:

1

QUIERES MODIFICAR EL VALOR ANTERIOR?(S1=1,NO=2)

2

EL TABLERO 2 ES:

- (1) INTERIOR.Todos los bordes continuos
- (2) DE BORDE.Un lado corto discontinuo
- (3) DE BORDE.Un lado largo discontinuo
- (4) DE ESQUINA.Dos lados adyacentes discontinuos
- (5) AISLADO.Cuatro lados discontinuos

LA OPCION DESEADA ES:

2

QUIERES MODIFICAR EL VALOR ANTERIOR?(S1=1,NO=2)

2

EL TABLERO 3 ES:

- (1) INTERIOR.Todos los bordes continuos
- (2) DE BORDE.Un lado corto discontinuo
- (3) DE BORDE.Un lado largo discontinuo
- (4) DE ESQUINA.Dos lados adyacentes discontinuos
- (5) AISLADO.Cuatro lados discontinuos

LA OPCION DESEADA ES:

3

QUIERES MODIFICAR EL VALOR ANTERIOR?(S1=1,NO=2)
2

EL TABLERO 4 ES:

- (1) INTERIOR.Todos los bordes continuos
- (2) DE BORDE.Un lado corto discontinuo
- (3) DE BORDE.Un lado largo discontinuo
- (4) DE ESQUINA.Dos lados adyacentes discontinuos
- (5) AISLADO.Cuatro lados discontinuos

LA OPCION DESEADA ES:
4

QUIERES MODIFICAR EL VALOR ANTERIOR?(S1=1,NO=2)
2

EL PERALTE DE DISEÑO DE LA LOSA ES:

H = 11

EL TABLERO 2 Y EL TABLERO 1 SON CONTIGUOS

EL LADO CON QUE ES CONTIGUO EL TABLERO 2

- (1) CORTO
 - (2) LARGO
- 1

EL LADO CON QUE ES CONTIGUO EL TABLERO 1

- (1) CORTO
 - (2) LARGO
- 1

QUIERES HACER ALGUNA CORRECCION EN LOS
ULTIMOS 2 VALORES QUE TECLEASTE (S1=1,NO=2)
2

EL TABLERO 3 Y EL TABLERO 1 SON CONTIGUOS

EL LADO CON QUE ES CONTIGUO EL TABLERO 3

- (1) CORTO
 - (2) LARGO
- 2

EL LADO CON QUE ES CONTIGUO EL TABLERO 1

- (1) CORTO
 - (2) LARGO
- 2

QUIERES HACER ALGUNA CORRECCION EN LOS
ULTIMOS 2 VALORES QUE TECLEASTE (S1=1,NO=2)
2

EL TABLERO 4 Y EL TABLERO 2 SON CONTIGUOS

EL LADO CON QUE ES CONTIGUO EL TABLERO 4

- (1) CORTO
 - (2) LARGO
- 2

EL LADO CON QUE ES CONTIGUO EL TABLERO 2

- (1) CORTO
 - (2) LARGO
- 2

QUIERES HACER ALGUNA CORRECCION EN LOS
ULTIMOS 2 VALORES QUE TECLEASTE (S1=1,NO=2)

2

EL TABLERO 4 Y EL TABLERO 3 SON CONTIGUOS

EL LADO CON QUE ES CONTIGUO EL TABLERO 4

- (1) CORTO
 - (2) LARGO
- 1

EL LADO CON QUE ES CONTIGUO EL TABLERO 3

- (1) CORTO
 - (2) LARGO
- 1

QUIERES HACER ALGUNA CORRECCION EN LOS
ULTIMOS 2 VALORES QUE TECLEASTE (S1=1,NO=2)

2

TABLERO NUMERO	TIPO DE TABLERO	TIPO DE MOMENTO	COEFICIENTE K	MOMENTO [kg-cm]	MOMENTO AJUSTADO	SEPARACION [cm] TEOR. AJUST.		
1	1	1	.0459261	96229.51	88275.82	12	13	
1	1	2	.0380565	79740.30	76225.07	15	15	
1	1	3	.0247130	51781.54	0.00	31		
1	1	4	.0131913	27639.90	0.00	38		
2	2	5	.0365118	76503.55	70887.62	15	17	

2	2	6	.0330235	69194.62	72709.84	17	16
2	2	7	.0208824	43755.05	0.00	28	
2	2	8	.0173176	36285.88	0.00	38	
2	2	9	.0129353	27103.48	0.00	38	
<hr/>							
3	3	10	.0603739	68030.08	78876.02	17	15
3	3	11	.0470304	52994.48	51960.08	23	23
3	3	12	.0374565	42206.47	0.00	29	
3	3	13	.0352130	39678.50	0.00	38	
3	3	14	.0148652	16750.31	0.00	38	
<hr/>							
4	4	15	.0502235	56592.50	64250.60	21	19
4	4	16	.0442765	49891.28	50925.68	24	24
4	4	17	.0300294	33837.52	0.00	37	
4	4	18	.0242353	27308.63	0.00	38	
4	4	19	.0283882	31988.22	0.00	38	
4	4	20	.0144118	16239.35	0.00	38	

TIPO DE MOMENTO:

(1), (5), (10) Y (15) SON:
NEGATIVOS EN BORDES INTERIORES (CLARO CORTO)

(2), (6), (11) Y (16) SON:

NEGATIVOS EN BORDES INTERIORES (CLARO LARGO)

(12), (17) Y (21) SON:

(12), (17) Y (21) SON:

NEGATIVOS EN BORDES DISCONTINUOS (CLARO CORTO)

(7), (18) Y (22) SON:

NEGATIVOS EN BORDES DISCONTINUOS (CLARO LARGO)

(3), (8), (13), (19) Y (23) SON:

POSITIVOS (CLARO CORTO)

(4), (9), (14), (20) Y (24) SON:

POSITIVOS (CLARO LARGO)

C A P I T U L O

3

CAPITULO 3

ZAPATAS

La cimentación tiene como objetivo principal transmitir al suelo las acciones que se presentan en la base de la superestructura debidas a las cargas existentes y al peso propio de la misma. Entre otras funciones, una cimentación proporciona apoyo a la estructura, además de ofrecer una seguridad adecuada contra la existencia de fallas en la misma o en el suelo con el fin de evitar hundimientos severos que ocasionen daños en las estructuras vecinas o en la propia.

Para definir el tipo de cimentación a utilizar es necesario conocer los estratos del suelo y elegir los más adecuados para soportar las cargas existentes, así como la forma de la subestructura óptima para la transmisión y distribución de las fuerzas en el suelo. La forma más común al clasificar las cimentaciones es en función de la profundidad de los estratos antes mencionados, a los que se les transmite la mayor parte de las cargas provenientes de la estructura. De lo anterior, las cimentaciones se subdividen en dos grupos:

- a) Cimentaciones Superficiales
- b) Cimentaciones Profundas

Las cimentaciones superficiales se utilizan cuando las capas superficiales del terreno son resistentes y de baja compresibilidad, capaces de resistir las cargas de la estructura. Se clasifican como Zapatas, Losas de cimentación y Cajones de

cimentación.

Las cimentaciones profundas son aquellas en que las que no se tienen estratos superficiales resistentes, y es necesario buscar apoyo en estratos profundos de mayor resistencia. Están constituidos principalmente por pilotes que transmiten carga por punta o por fricción y que se les denomina pilas, si el diámetro de su sección transversal es mayor de un metro.

En este trabajo solo se presta atención a una parte del primer grupo, las Zapatas.

Una Zapata es una ampliación de la base de una columna o de un muro que permite la transmisión de cargas al suelo, este tipo de cimentación se usa cuando las descargas de la estructura son pequeñas y existen a poca profundidad estratos capaces de soportarlas sin que ocurran fallas o hundimientos excesivos. Cuando para transmitir dichas cargas se necesite un área de contacto muy grande, este tipo de solución es inadecuada teniendo que recurrir a otro tipo de cimentación.

Dentro de este grupo podemos encontrar dos tipos de Zapatas dependiendo bajo que elementos estructurales se encuentren:

ZAPATAS AISLADAS

Se emplean como elementos de cimentación bajo columnas; se pueden presentar de cualquier forma geométrica dependiendo del tipo de construcción, siendo las más comunes las cuadradas y las

rectangulares, estas últimas se utilizan en los casos en que por condiciones del área de construcción sea imposible extenderse hacia algunos de los lados o cuando la columna transmita momentos flexionantes muy grandes.

Cabe mencionar que una Zapata no transmite eficientemente momentos flexionantes considerables debido a que se necesitaría una gran área de contacto con el suelo para poder hacerlo satisfactoriamente, por otra parte si el suelo no presenta una rigidez adecuada, la distribución excéntrica de presiones, ocasiona giros en las Zapatas que deforman la construcción, por lo que en cualquiera de estos casos es conveniente unir a las Zapatas con una contratrabe la cual tomará los momentos flexionantes.

En caso de zona sísmica se unirán las Zapatas con una "Trabe de liga" haciendo que se comporte el conjunto como una unidad ante el desplazamiento horizontal del terreno. Como estas trabes de liga no absorben momentos considerables sino solamente fuerzas axiales se diseñan para que su capacidad sea del 10% de la carga máxima transmitida por los elementos que se unen.

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

La distribución de presiones bajo una Zapata depende del tipo de suelo, de la rigidez relativa entre Zapata y suelo, del tiempo y de las solicitaciones a las que esta sometida por lo que

el problema es indeterminado, es por esto que para facilitar el diseño se hacen las siguientes hipótesis:

- 1.- Se considera una distribución uniforme de presiones
- 2.- La losa de la Zapata se considera rígida
- 3.- No se admiten tensiones en el terreno

DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA

Tomando en cuenta la primera hipótesis podemos suponer que la presión es igual al esfuerzo resistente del suelo, incluyendo factores de seguridad, y la zona cargada deberá cumplir con que la resultante de presiones coincida con la resultante de las cargas aplicadas, por tanto, el área de una Zapata se determinará conociendo las solicitaciones de diseño transmitido por la estructura y la presión resistente del suelo.

Relacionando lo anterior tenemos:

Si P_u es la carga última de diseño, P_r el esfuerzo del suelo, A y B lados de la Zapata, el área quedará definida como:

$$\text{Area} = P_u/P_r \quad \dots\dots\dots (1)$$

Considerando una Zapata rectangular:

$$\text{Area} = A B \quad \dots\dots\dots (2)$$

Sustituyendo (2) en (1):

$$A B = Pu/Pr$$

Despejando:

$$B = Pu/(A Pr)$$

Ecuación que determina un lado de la Zapata, conocido el otro.

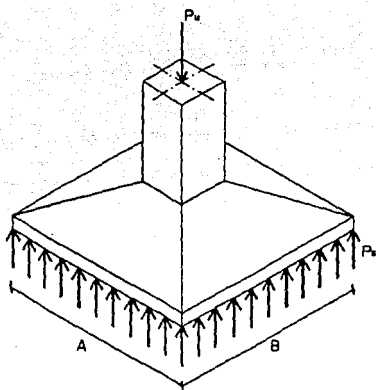
En caso de una Zapata cuadrada:

$$A = B$$

$$B^2 = Pu/Pr$$

$$B = \sqrt{\frac{Pu}{Pr}}$$

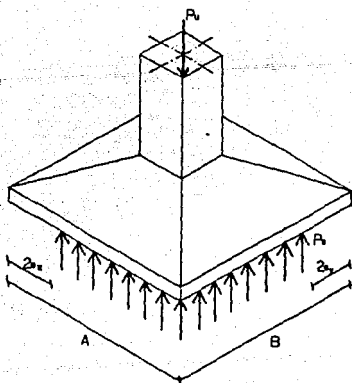
Las ecuaciones anteriores son válidas cuando el punto de aplicación de la carga coincide con el centroide de la Zapata, como es el caso de la figura A :



$$P_s = \frac{P_u}{AB}$$

$$B = \frac{P_u}{A p_R}$$

A. CARGA CENTRADA



$$P_s = \frac{P_u}{(A-2e_x)(B-2e_y)}$$

$$B = \frac{P_u}{(A-2e_x) P_R} + 2e_y$$

**B. CARGA CON EXCENTRICIDAD
EN DOS DIRECCIONES**

Quando la carga P_u es transmitida con una excentricidad " e_x " en dirección del lado B y " e_y " en la dirección del lado A, como se muestra en la figura B ; donde el ancho de la Zapata esta regido por la siguiente ecuación:

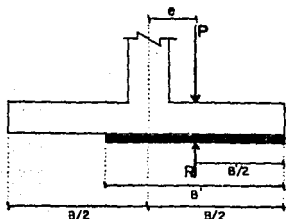
$$B = \frac{P_u}{(A - 2e_x)Pr} + 2e_y$$

Donde:

$$e_x = M_x/P_u$$

$$e_y = M_y/P_u$$

En este caso la resultante de la presión del suelo coincide con el de la carga máxima axial P pero no con el centroide de la Zapata. Para el diseño se deberá disminuir el valor de los lados en dos veces la excentricidad existente en ese lado. Siempre y cuando se presente momento flexionante que la ocasiona.



Como $P = R$ y deben pasar por el mismo punto:

$$d = d'$$

$$d = B/2 - e$$

$$d' = B'/2$$

Igualandos:

$$B'/2 = B/2 - e$$

$$B' = B - 2e$$

Siendo B' la Longitud equivalente tal que la magnitud y la resultante de los esfuerzos son iguales a la fuerza actuante.

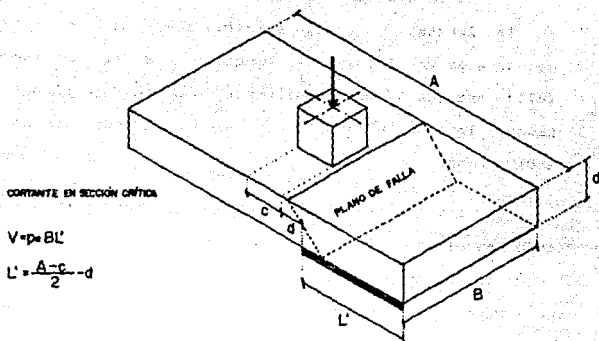
SECCIONES CRITICAS

Al diseñar un elemento estructural se debe de tomar en cuenta la manera en que falla, pues es precisamente lo que se trata de evitar. Se ha podido observar que una Zapata pueda presentar diversos tipos de comportamiento estructural antes de que se alcance su resistencia máxima. Cuando la Zapata presente grandes deformaciones y grietas que hagan que el elemento no cumpla con sus requerimientos se le conoce como "Falla primaria".

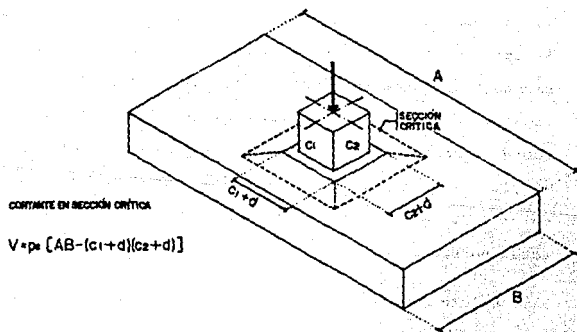
Si es insuficiente el acero de refuerzo en el lecho inferior de la Zapata, la falla primaria toma la forma de cedencia excesiva de varillas. Si la longitud de anclaje es inadecuada, la falla aparecerá por deslizamiento de las varillas. En ambos casos, la falla última es casi siempre por cortante alrededor del área cargada.

Si la falla primaria de una Zapata para una columna ocurre como resultado del esfuerzo de cortante, una sección cónica del concreto que se extiende hacia afuera y hacia abajo de la columna se separa del resto de la Zapata. Las grietas se forman en el lecho inferior de la Zapata cuando los esfuerzos en el acero son bajos, al aumentar el esfuerzo cortante, las grietas aumentan hacia arriba en dirección de los bordes de la columna y la Zapata falla por tensión diagonal antes de que el acero fluya. Si la Zapata es rectangular y la relación entre ancho y largo es grande, las grietas pueden atravesar todo el espesor de la Zapata. La falla por tensión diagonal es equivalente a la que puede ocurrir en vigas y se revisará de la misma manera. La sección crítica estará a un peralte efectivo del paño de la columna o muro y se determinará la fuerza cortante total que actúa en dicha sección.

Existe otro tipo de falla que es la falla por punzonamiento, ocurre cuando la columna perfora la Zapata por una sección de pirámide truncada. La sección crítica se considera en un perímetro que rodea la columna a una distancia igual a $d/2$ medida desde el paño de la columna o muro.

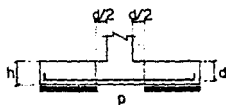
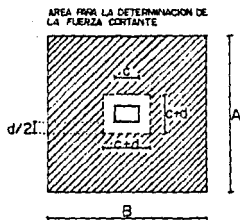


FALLA POR TENSIÓN DIAGONAL COMO VIGA ANCHA.

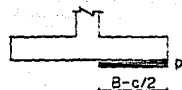
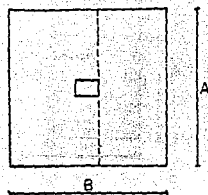


FALLA POR PUNZONAMIENTO

REVISIÓN POR CORTANTE EN ZAPATAS



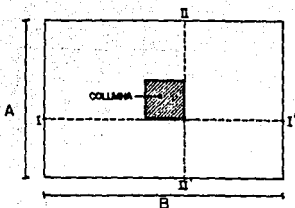
SECCIÓN CRÍTICA PARA REVISIÓN DEL CORTANTE DE PENETRACION.



SECCIÓN CRÍTICA POR FLEXIÓN

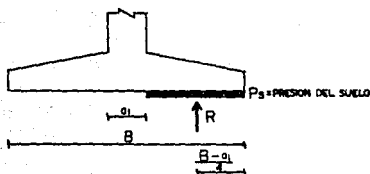
El diseño por cortante para cualquier tipo de falla define el peralte de la Zapata puesto que es este el que absorbe la resistencia al cortante al no colocar refuerzo transversal para aumentar dicha resistencia.

Si la parte de la estructura que descansa en la Zapata es de concreto reforzado, la sección crítica por flexión y por longitud de adherencia se supone que se extiende a través de toda la Zapata en el paño de la cara de la columna o muro, ya que la rigidez de éstos reducen los momentos en el centro de la Zapata.



LA SECCION I-I ES CRÍTICA PARA DETERMINAR EL REFUERZO POR FLEXIÓN PARALELO AL LADO CORTO. LA II-II PARA EL REFUERZO PARALELO AL LADO LARGO.

ZAPATA DE CONCRETO BAJO COLUMNA DE CONCRETO O ACERO.



$$M = p_s A \frac{(B - \alpha)^2}{8}$$

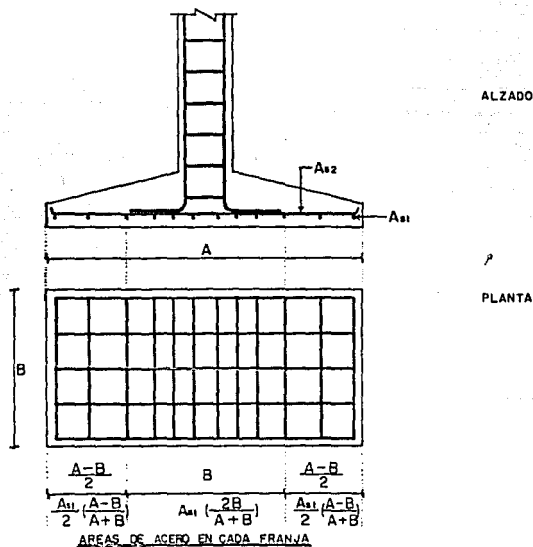
$$R = p_s A \frac{(B - \alpha)}{2}$$

MOMENTO EN LA SECCIÓN CRÍTICA PARA UNA ZAPATA BAJO COLUMNA DE CONCRETO-ACERO.

COLOCACION DE REFUERZO

Este se deberá de colocar en direcciones paralelas a los bordes, las varillas deben de tener una separación uniforme. Cuando se trate de Zapatas rectangulares con flexión en ambas direcciones, la colocación de varillas en la dirección corta se deberá de reducir hacia el centro, debido a que se concentran los momentos flexionantes cerca de la columna. Lo anterior da origen

a tres franjas de separación: La Central con un ancho igual al lado B, tendrá una cantidad de refuerzo igual a la totalidad que debe ser colocada en esa dirección multiplicada por el factor: $2B / (A+B)$, el resto se distribuirá en las dos franjas extremas cuyo ancho será igual a $(A-B)/2$. El refuerzo estará constituido por un emparrillado de varillas cruzadas en el lecho inferior sin cortes de refuerzo en las zonas de menor momento.



DISTRIBUCION DEL REFUERZO EN ZAPATAS RECTANGULARES.

El refuerzo debe de cumplir con las cuantías mínimas de acero por cambios volumétricos y por flexión debiéndose comprobar que se cuenta con la longitud mínima de anclaje.

EJEMPLO

PROBLEMA 1.- Diseñar la zapata aislada adecuada para transmitir las siguientes acciones últimas:

$$P_u = 90 \text{ Ton.}$$

$$M_{ux} = 18 \text{ Ton.m}$$

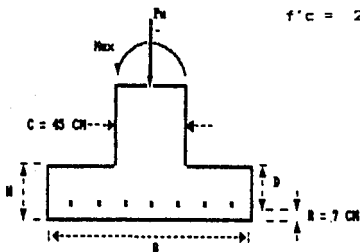
$$M_{uy} = 8 \text{ Ton.m}$$

Las cuales actúan en la base de una columna cuadrada de concreto reforzado de 45 cm. de lado. Considerar que la capacidad del suelo es : $G_a = 20 \text{ Ton/m}^2$ incluyendo su factor de seguridad.

La resistencia de los materiales es:

$$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f'_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$$



Solución:

Cálculo de constantes

$$f^*c = 0.8 f'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{como } f^*c < 250 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f''c = 0.85 f^*c = 170 \text{ Kg/cm}^2$$

Obtención de las dimensiones de la zapata:

La carga esta aplicada con excentricidades en "x" y en "y"
cuyos valores son:

$$e_x = \frac{M_{ux}}{P_u} = \frac{1\ 800\ 000}{90\ 000} = 20 \text{ cm.}$$

$$e_y = \frac{M_{uy}}{P_u} = \frac{800\ 000}{90\ 000} = 8.89 \text{ cm.}$$

Se sabe que para una carga con excentricidad en dos direcciones la dimensión de un lado a la zapata es:

$$B = \frac{P_u}{(A - 2e_x) G_a} + 2e_y$$

Como se desea una zapata cuadrada, se tiene: $A = B$

y Sustituyendo:

$$A = \frac{90\,000}{[A - 2(20)](2)} + 2(8.89)$$

resolviendo la ecuación:

$$A = B = 239.63 \text{ cm}$$

De donde la presión actuante se obtiene como:

$$Q_u = \frac{P_u}{(A - 2ex)(B - 2ey)}$$

$$Q_u = \frac{90\,000}{[239.63 - 2(20)][239.63 - 2(8.89)]} = 2.032 \text{ Kg/cm}^2$$

Como $Q_u > Q_a$ la sección no pasa, entonces, es necesario incrementar sus dimensiones:

$$A = 250 \text{ cm.}$$

$$B = 250 \text{ cm.}$$

$$Q_u = \frac{90\,000}{[250 - 2(20)][250 - 2(8.89)]} = 1.85 \text{ Kg/cm}^2$$

Como $Q_u < Q_a$, se aceptan las dimensiones en planta

Revisión por flexión:

El peralte inicial se tomará como: $H = 45 \text{ cm.}$

Momento en la sección crítica:

$$M = \frac{G_a A (A - c_1) \#^2}{8}$$

$$M = \frac{(1.85)(250)(250 - 45) \#^2}{8} = 24.23711 \times 10^5 \text{ Kg-cm}$$

El peralte efectivo de diseño es:

$$d = H - r - 0.5 \text{ Diam}$$

Utilizando varilla del # 5, tenemos:

$$d = 45 - 7 - 0.5(1.59) = 37.205 \text{ cm.}$$

Obtención del porcentaje de acero necesario para resistir el momento crítico:

Sustituyendo en la fórmula para calcular el momento resistente de vigas rectangulares sin acero a compresión y resolviendo se obtiene:

$$q_1 = 1.878132$$

$$q_2 = 0.121868 \quad (\text{se toma este valor})$$

$$\text{=====}> \quad q = 0.121868$$

$$p = q f'c / f_y$$

$$p = (0.121868)(170) / 4200 = 0.004932$$

El porcentaje de acero mínimo es:

$$p_{\min} = 0.7 \sqrt{f'c} / f_y$$

$$p_{\min} = 0.7 \sqrt{250} / 4200 = 0.0026$$

El porcentaje de acero máximo es:

$$p_{\max} = \frac{f'c}{f_y} \frac{4800}{f_y + 6000}$$

$$p_{\max} = \frac{170}{4200} \frac{4800}{4200 + 6000} = 0.019$$

como $p_{\min} < p < p_{\max}$ la sección propuesta es correcta.

Tensión Diagonal

Revisión como viga ancha; (la sección crítica está a un peralte, "d", del paño de columna)

$$V_{cr} = F_r b d (0.2 + 30 p) \sqrt{f'c}$$

$$V_{cr} = 0.8(100)(37.205)(0.2 + 30(0.004932))12.65$$

$$V_{cr} = 14646.56 \text{ Kg}$$

$$V_u = Q_a [(A - c_1)/2 - d]$$

$$V_u = 1.8455 [(250 - 45)/2 - 37.205](100) = 12050.192 \text{ Kg}$$

$$\text{pero } V_u < 1.5 F_r b d \sqrt{f'_{tc}}$$

$$1.5 F_r b d \sqrt{f'_{tc}} = 1.5(0.8)(100)(37.205) \sqrt{200} = 63138.98 \text{ kg}$$

como se ve se cumple la condición, además $V_u < V_{cr}$ por tanto el peralte se acepta por tensión diagonal.

Revisión por penetración

Se usará:

$$d = H - r - \text{Diam}$$

$$d = 45 - 7 - 1.59 = 36.41 \text{ cm}$$

Perímetro de la sección crítica

$$\text{perim} = 2 (c_1 + c_2 + 2d)$$

$$\text{perim} = 2 [45 + 45 + 2(36.41)] = 325.64 \text{ cm}$$

Area de la sección crítica

$$A_c = d \text{ perim}$$

$$A_c = 36.41(325.64) = 11856.55 \text{ cm}^2$$

$$V_u = P_u - Q_u (c_1 + d)(c_2 + d)$$

$$V_u = 90000 - 1.845 (45 + 36.41)(45 + 36.41)$$

$$V_u = 77768.786 \text{ Kg}$$

Tomando en cuenta solo carga vertical:

$$v_u = V_u/A_c$$

$$v_u = 77768.786/11856.55 = 6.56 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_{cr} = F_r \sqrt{f'_{tc}}$$

$$V_{cr} = 0.8 (14.142) = 11.31 \text{ Kg/cm}^2 > v_u$$

Si tomáramos solamente los efectos de carga vertical la sección es adecuada.

Tomando en cuenta la carga accidental:

Fracción de momento que debe transmitirse por esfuerzos cortantes y torsión:

$$\alpha = 1 - \frac{1}{1 + 0.76 \sqrt{(c_1+d)/(c_2+d)}}$$

$$V \frac{(c1+d)}{(c2+d)} = \frac{V(45 + 36.41)}{45 + 36.41} = 1$$

$$\alpha = 1 - \frac{1}{1 + 0.67(1)} = 0.40112$$

$$J_c = \frac{d(c1+d)^3}{6} + \frac{(c1+d)d^3}{6} + \frac{d(c2+d)(c1+d)^2}{2}$$

$$J_c = \frac{36.41 (81.41)^3}{6} + \frac{81.41 (36.41)^3}{6} + \frac{36.41 (81.41)^2}{2}$$

$$J_c = 13751644 \text{ cm}^4$$

Sustituyendo en:

$$V_{u1} = \frac{V_u}{A_c} + \frac{M_u (c1+d)/2}{J_c}$$

$$V_{u1} = \frac{77768.78}{11856.55} + \frac{0.40119 (1800000)(45 + 36.41)/2}{13751644}$$

$$V_{u1} = 8.6963 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_{cr} = 0.8 \sqrt{f_{tc}}$$

$$v_{cr} = 0.8 \sqrt{200} = 11.3137 \text{ kg/cm}^2$$

como $v_u < v_{cr}$

Se acepta $h = 45 \text{ cm}$

Refuerzo por flexión

Se obtuvo $p = 0.004932$

$$A_s = p b d = 0.004932(100)(36.41) = 17.96 \text{ cm}^2/\text{m}$$

El área de acero mínima por cambios volumétricos es:

$$A_{sm} = \frac{450 H}{f_y (H + 100)}$$

$$A_{sm} = \frac{450 (45)}{4200 (45 + 100)} = 0.03325 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$s_1 = A_b/A_{sm} = 1.98/0.03325 = 59.54 \text{ cm}$$

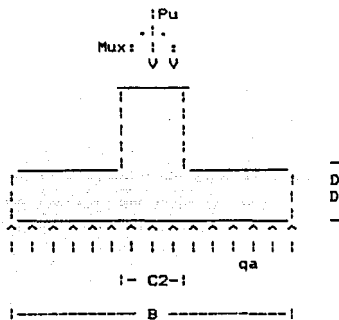
$$s_2 = 100 A_b/A_s = 198/17.96 = 11.02 \text{ cm}$$

$$s_3 = 3.5 H = 3.5 (45) = 157.5 \text{ cm}$$

De los valores anteriores se escoge la menor.

Usar varillas del no. 5 a cada 11 cm

 BIENVENIDOS AL PROGRAMA
 PARA EL DISEÑO DE ZAPATAS AISLADAS



NOTA: EL MUX ES PERPENDICULAR AL LADO B

DAME EL VALOR DE LA CARGA AXIAL ULTIMA (TON):
 90000.000

LA ZAPATA QUE SE VA A DISEÑAR ES:

- (1) Cuadrada
 - (2) Rectangular
- 1

DAME EL VALOR DEL MOMENTO ULTIMO MY EN
 DIRECCION DEL LADO A (Ton-m):
 8.000

DAME EL VALOR DEL MOMENTO ULTIMO MX EN
 DIRECCION DEL LADO B (Ton-m):
 18.000

LA COLUMNA ES CIRCULAR (SI=1,NO=2)?
 2

DAME EL VALOR DEL LADO DE LA COLUMNA
 PARALELO AL LADO A (Cm):
 45.000

DAME EL VALOR DEL LADO DE LA COLUMNA

PARALELO AL LADO B [Cm]:
45.000

CUAL ES EL RECUBRIMIENTO R? [Cm]
7.000

LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE DEL SUELO ES [Ton/m2]:
2.000

CON QUE NUMERO DE VARILLA VAS A ARMAR LA ZAPATA:

- (1) VARILLA DEL NUMERO 2.5
- (2) VARILLA DEL NUMERO 3
- (3) VARILLA DEL NUMERO 4
- (4) VARILLA DEL NUMERO 5
- (5) VARILLA DEL NUMERO 6

4

DAME FY [Kg/Cm2]:
4200.000

DAME FIC [Kg/Cm2]:
250.000

CUAL ES EL VALOR INICIAL DEL PERALTE TOTAL? [Cm]
45

QU = 2.032112393376819 QA = 2.000000000000000

LA PRESION DE CONTACTO (QU) SOBREPASA LA ADMISIBLE (QA),
ES NECESARIO AUMENTAR EL VALOR DE LA SECCION

EN CUANTO VAS A INCREMENTAR EL LADO 240.?
10

Y EN CUANTO EL LADO 240.?
10

QU = 1.851709496948135 QA = 2.000000000000000

VUI = 8.693256682794033 VCR = 11.31370849898476

AS = 17.92683612111669

LAS DIMENSIONES DE LA ZAPATA SON:

A = 250. Cm
B = 250. Cm
H = 45 Cm

LA SEPARACION EN AMBOS SENTIDOS ES:

S = 11 Cm

C A P I T U L O

4

CAPITULO 4

COLUMNAS

Las Columnas son elementos estructurales utilizados primordialmente para soportar cargas de flexocompresión. Existen columnas cortas y columnas esbeltas, definiéndose las primeras como aquellas en que la carga última para una excentricidad dada está solamente en función de la resistencia del material con que está construida y de las dimensiones de la sección transversal. Una columna esbelta es aquella en la cual la carga última está definida por las condiciones anteriores aunada a su esbeltez, lo que produce flexión adicional debido a las deformaciones transversales.

Se considerarán solamente elementos cortos de concreto reforzado sujetos a flexocompresión en los que no existen problemas de esbeltez en los cuales para obtener su resistencia se utilizarán las hipótesis del reglamento del D.F. ya citados en el primer capítulo, se presumen ya conocidas la geometría de la sección transversal, el área de acero de refuerzo y su distribución así como la calidad del concreto ($f'c$) y la calidad del acero (f_y).

Se supone que la carga axial "P" y el momento flexionante "M" a los que está sometido el elemento varían independientemente; estas dos sollicitaciones están relacionadas por la excentricidad "e", la cual queda definida por $e = M/P$. Cuando M y P varían proporcionalmente en una sección dada al

variar las condiciones de carga externa la excentricidad "e" permanece constante.

Un elemento estructural puede alcanzar su resistencia bajo un sinnúmero de combinaciones de carga axial y momento flexionante. Estas cargas varían desde una carga axial máxima P_R de tensión o compresión y momento nulo, hasta un momento M_{R0} aunado a una carga axial nula. El lugar geométrico de las combinaciones de carga axial y momento flexionante con las que el elemento puede alcanzar un estado de esfuerzos determinado que generalmente es su resistencia última se representa gráficamente por medio de un "Diagrama de Interacción".

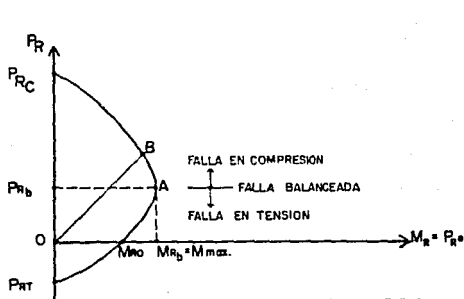
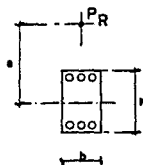


DIAGRAMA DE INTERACCION TIPICO



El diagrama de interacción anterior corresponde a un elemento definido en su geometría y materiales y representa el conjunto de valores internos máximos que el elemento es capaz de

soportar.

La geometría definida para el diagrama es de una sección rectangular de concreto reforzado con acero simétrico y sujeto a carga axial y flexión en un solo plano.

Se puede observar en la figura que el punto Prc es el correspondiente al valor máximo de carga axial de compresión, análogamente el punto Prt es el valor de cedencia de aplicar carga axial de tensión, como se puede apreciar Prc es mayor que Prt debido a que el concreto no aporta capacidad de tensión. Si en vez de existir solamente carga axial existiera unicamente momento flexionante se tendría el punto Mro. Este punto no es el correspondiente al momento máximo soportado por la sección, ya que este valor es el correspondiente al punto A que nos define la condición de falla balanceada en la sección, separando la zona de falla en compresión de la zona en tensión.

La falla en compresión se alcanza por aplastamiento del concreto, el acero del lado más comprimido fluye, en tanto que el otro no alcanza su valor de cedencia en tensión siendo el factor de reducción $Fr = 0.75$.

La falla en tensión se produce cuando el acero no fluye en ésta condición antes de que se produzca el aplastamiento del concreto en el lado opuesto más comprimido, siendo el factor de reducción $Fr = 0.85$.

Cualquier tipo de falla depende directamente de la relación entre momento y carga axial en el colapso.

DETERMINACION DE DIAGRAMAS DE INTERACCION

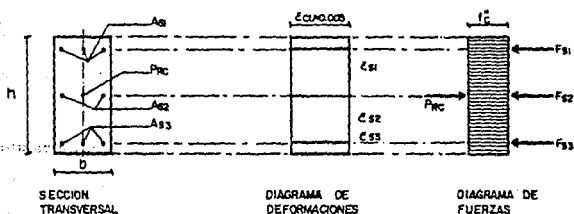
Si se parte de la definición de diagrama de interacción antes mencionada se puede decir que al conocer éste, se conocen todas las combinaciones de carga axial y momento flexionante que puede soportar el elemento.

Para la obtención del diagrama de interacción se usarán las hipótesis descritas anteriormente para el cálculo de resistencia de elementos sujetos a flexión pura, aunque se pueden aplicar otros métodos.

El diagrama de interacción se obtiene determinando una serie de puntos que puedan definirlo. El procedimiento es parecido al que se utiliza en el capítulo 2 para obtener fuerzas de tensión y de compresión por medio de tanteos, una vez obtenida la profundidad del eje neutro. Aunque en este caso no es necesario hacer varios tanteos hasta igualar las dos fuerzas dado que su diferencia es la fuerza normal P y el momento respecto al eje geométrico representa el momento flexionante M que corresponde al estado de deformaciones determinado por la profundidad del eje neutro.

Para que un diagrama de interacción se puede definir en forma aproximada, es necesario calcular cuando menos los siguientes puntos:

a) El punto P_{rc} corresponde a la carga axial de compresión pura, en donde se supone un estado de deformaciones unitarias de compresión uniforme en secciones simétricas.



$$P_{rc} = (C_c + F_{s1} + F_{s2} + F_{s3}) Fr$$

donde:

$$C_c = b h f'_c$$

$$F_{s1} = A_{s1} f_y$$

$$F_{s2} = A_{s2} f_y$$

$$F_{s3} = A_{s3} f_y$$

Sustituyendo:

$$P_{rc} = (b h f'_c + A_{s1} f_y + A_{s2} f_y + A_{s3} f_y) Fr$$

$$P_{rc} = [b h f'_c + (A_{s1} + A_{s2} + A_{s3}) f_y] Fr$$

Si hacemos:

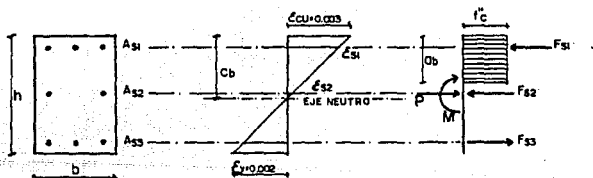
$$A_g = b h$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} + A_{s3}$$

tenemos que:

$$Prc = (A_g f''c + A_s fy) Fr$$

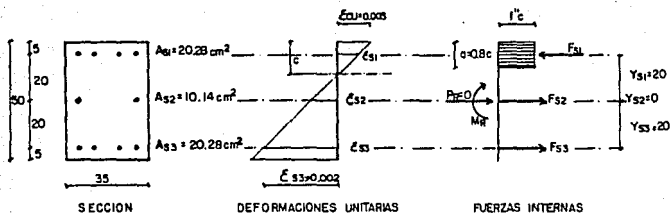
b) El punto A, que define a la falla balanceada. Para encontrar éste se supone un estado de deformaciones unitarias definido por $\epsilon_{cu} = 0.003$ en la fibra extrema de compresión y por $\epsilon_y = 0.002$ en el acero de tensión debido a que la fluencia del acero y la deformación útil del concreto se presentan simultáneamente.



SECCION RECTANGULAR DE CONCRETO REFORZADO EN CONDICION DE FALLA BALANCEADA

c) El punto Mro, que corresponde a momentos sin carga axial, en donde se suponen deformaciones semejantes a las usadas para calcular flexión pura, debiéndose de determinar el esfuerzo en

cada lecho de acero en función de la profundidad del eje neutro "C".



Si tomamos como ejemplo el lecho de acero As3 de la figura, por triángulos semejantes, se obtiene:

$$\frac{es3}{d - c} = \frac{0.003}{c}$$

despejando la deformación unitaria "es3":

$$es3 = \frac{0.003(d-c)}{c}$$

pero, el esfuerzo está definido como:

$$fs3 = es3 Es \geq fy$$

sustituyendo, fs3 queda como función de "c":

$$fs3 = \frac{0.003 Es (d-c)}{c} \leq fy$$

En notación de función, queda:

$$f_s3 = Q3(x)$$

análogamente:

$$f_s1 = Q1(x)$$

$$f_s2 = Q2(x)$$

La fuerza que toma cada lecho de acero es:

$$F_s1 = f_s1 A_s1 = A_s1 Q1(x)$$

$$F_s2 = A_s2 Q2(x)$$

$$F_s3 = A_s3 Q3(x)$$

La fuerza de compresión que toma el concreto es:

$$C_c = a b f''c$$

$$C_c = 0.8 c b f''c$$

Por equilibrio:

$$C_c + F_s1 - F_s2 - F_s3 = 0$$

En donde al sustituir los valores obtenidos de las fuerzas, y resolver la ecuación se obtiene el valor de "c", pudiéndose conocer todas las incógnitas. Una vez hecho esto, se determina el valor del momento resistente, que de acuerdo a la figura es:

$$M_r0 = [F_s1 Y_s1 + F_s2 Y_s2 + F_s3 Y_s3 + C_c (h-0.8c)]/2] F_r$$

d) Un punto B dentro de la zona de falla en compresión suponiendo un valor de la profundidad del eje neutro mayor que el correspondiente a la falla balanceada.

e) Un punto F entre el punto A y el Mro, suponiendo un valor de la profundidad del eje neutro comprendido entre los valores a dichos puntos.

f) El punto Prt que es el que corresponde a carga axial de tensión pura, cuya capacidad solo la proporciona el acero ya que el concreto no resiste esfuerzos a tensión.

$$Prt = (As1 + As2 + As3) fy$$

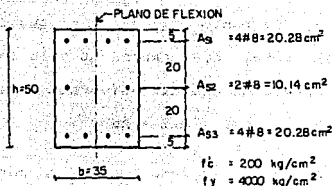
g) Para la zona de tensión pura se tomará un valor de la profundidad del eje neutro menor que el correspondiente al punto Mro, aunque es necesario advertir que no es muy frecuente encontrar elementos sujetos a flexotensión.

Cabe mencionar que al trazar los diagramas de interacción es conveniente que los elementos mecánicos estén divididos por sus respectivos factores de reducción, puesto que éste varía de la zona de compresión a la de tensión.

E J E M P L O

PROBLEMA No. 1.- Determinación del diagrama de interacción para una columna corta de concreto reforzado de sección rectangular, sujeta a flexocompresión simple.

DATOS:



Solución

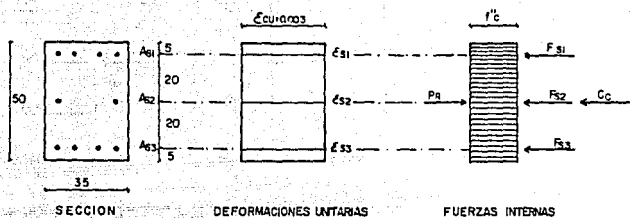
Obtención de los parámetros de resistencia

$$F^*c = 0.8(200) = 160 \text{ Kg/cm}^2 < 250 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F^{**}c = 0.85F^*c = 0.85(160) = 136 \text{ Kg/cm}^2$$

Como consecuencia de la variación reglamentaria del factor de reducción F_r , al pasar de la zona de compresión a la de tensión, conviene trazar el diagrama para los elementos mecánicos divididos entre F_r , o sea $(M/F_r, P/F_r)$ como se muestra adelante:

a) Obtención del punto Prc (Punto 1).



Por ser una sección sujeta sólo a carga axial de compresión, su resistencia está dada por la contribución del concreto y del acero, mediante la siguiente expresión:

$$P_{rc} = (A_g f'_c + A_s F_y) F_r$$

En la que A_g es el área total de concreto, sin descontar el área ocupada por las varillas; así, despejando P_{rc} :

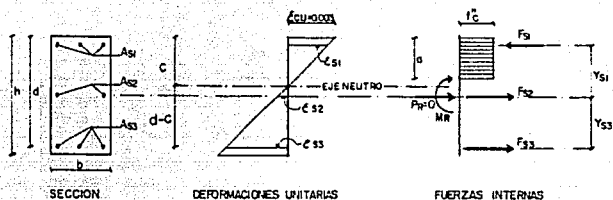
$$P_{rc} = ((35)(50)(136) + (50.7)(4000)) (F_r)$$

$$P_{rc} = (440\ 800) (F_r) \quad \text{Kg}$$

$$P_{rc}/F_r = 440.80 \quad \text{T}$$

b) Obtención del punto M_{ro} (punto 2), en el cual la carga axial es nula ($P_r = 0$).

Como el punto cae en la zona de falla en tensión suponemos que A_{s2} y A_{s3} están fluyendo, por lo que tenemos:



SECCION RECTANGULAR DE CONCRETO REFORZADO SUJETA SOLO A FLEXION

Deformaciones unitarias (por triángulos semejantes):

$$es1 = \frac{(c-5) (0.003)}{c}$$

$$es2 = \frac{(25-c) (0.003)}{c}$$

$$es3 = \frac{(45-c) (0.003)}{c}$$

Esfuerzos en el acero:

$$fs1 = es1 E$$

como $E = 2(10) \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$

$$f_{s1} = \frac{(c-5) (0.003) 2(10) \cdot 6}{c}$$

$$f_{s1} = 6000 - \frac{30000}{c}$$

Como supusimos que $es2 > ey$ y $es3 > ey$, el acero $As2$ y $As3$ fluyen, por lo tanto:

$$f_{s2} = f_{s3} = F_y = 4000 \text{ Kg/cm}^2$$

Fuerzas en el acero:

$$F_{s1} = f_{s1} As1 = (6000 - 30000/c) (20.28)$$

$$F_{s1} = (121680) (608400/c)$$

$$F_{s2} = f_{s2} As2 = 4000(10.14) = 40560 \text{ Kg}$$

$$F_{s3} = f_{s3} As3 = 4000(20.28) = 81120 \text{ Kg}$$

Fuerza en el concreto:

$$C_c = a b F'_c$$

pero $a = 0.8 c$

entonces $C_c = 0.8 c (35)(136) = (3808)c \text{ Kg}$

Como sabemos que la carga axial es nula podemos escribir que la suma de fuerzas horizontales vale:

$$C_c + F_{s1} - F_{s2} - F_{s3} = 0$$

$$3808 c + 121680 - \frac{608\ 400}{c} - 40560 - 81120 = 0$$

Simplificando se tiene :

$$3808 c - \frac{608\ 400}{c} = 0$$

de donde:

$$3808 c^2 - 608\ 400 = 0$$

$$c = \sqrt{\frac{608\ 400}{3808}} = 12.64 \text{ cm}$$

verifiquemos ahora que $es1 < ey$, $es2 > ey$ y $es3 > ey$:

$$es1 = \frac{(12.64-5) (0.003)}{12.64} = 0.00181 < ey = 0.002$$

$$es2 = \frac{(25-12.64) (0.003)}{12.64} = 0.00293 < ey = 0.002$$

$$es3 = \frac{(45-12.64) (0.003)}{12.64} = 0.00768 < ey = 0.002$$

Como si se cumplen las suposiciones hechas, el valor de $c = 12.64$ cm es correcto. Llevando a las igualdades correspondientes el valor de c , obtenemos:

$$f_{s1} = 6000 - \frac{3000}{12.64} = 3626.6 \text{ Kg/cm}^2 < F_y$$

$$F_{s1} = 121680 - \frac{608400}{12.64} = 73547 \text{ Kg}$$

$$a = (0.8)(12.64) = 10.11 \text{ cm}$$

$$C_c = (3808)(12.64) = 48133 \text{ Kg}$$

Cálculo de Pr/F_r

$$Pr = (C_c + F_{s1} - F_{s2} - F_{s3}) F_r$$

$$Pr/F_r = 48133 + 73547 - 40560 - 81120 = 0.0 \text{ Kg}$$

Se comprueba que $Pr = 0$.

Cálculo de M_{ro} :

$$M_{ro} = (F_{s1} y_{s1} + F_{s2} y_{s2} + F_{s3} y_{s3} + C_c y_c) F_r$$

donde:

$$y_{s1} = 20 \text{ cm} ; y_{s2} = 0 ; y_c = h/2 - a/2$$

$$y_c = 50/2 - 10.11/2 = 19.95 \text{ cm}$$

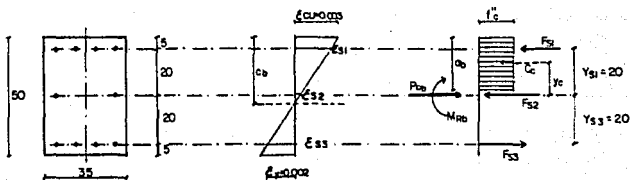
despejando M_{ro}/F_r :

$$M_{ro}/F_r = 73547(20) + 40560(0) + 81120(20) + 48133(19.95)$$

$$M_{ro}/F_r = 40.54 \text{ T-m}$$

c) Obtención del punto de falla balanceada (punto 3): (M_{rb} , F_{rb})

La falla balanceada implica suponer que la deformación de fluencia del acero $\epsilon_y = 0.002$, se presenta simultáneamente con la deformación útil del concreto, $\epsilon_{cu} = 0.003$.



Por triángulos semejantes:

$$cb = \frac{(45)(0.003)}{0.005} = 27 \text{ cm}$$

$$es1 = \frac{(27-5)(0.003)}{0.002} = 0.0024 > \epsilon_y$$

$$e_{s2} = \frac{(27-25) \cdot (0.003)}{27} = 0.000222$$

$$e_{s3} = e_y = 0.002$$

Esfuerzos en el acero:

$$f_{s1} = 4000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_{s2} = 0.000222(2)(10) \cdot 10^6 = 444 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_{s3} = 4000 \text{ Kg/cm}^2$$

Fuerzas en el acero:

$$F_{s1} = 4000(20.28) = 81.12 \text{ T}$$

$$F_{s2} = 444(10.14) = 4.50 \text{ T}$$

$$F_{s3} = 4000(20.28) = 81.12 \text{ T}$$

Fuerza en el concreto:

$$a = 0.8(27) = 21.6 \text{ cm}$$

$$C_c = 21.6(35)(136) = 102.816 \text{ T}$$

Cálculo de P_r :

$$P_r = F_r (F_{s1} + F_{s2} - F_{s3} + C_c)$$

$$P_r/F_r = 81.12 + 4.50 - 81.12 + 102.82 = 107.32 \text{ T}$$

Cálculo de M_r :

$$M_r = F_r (F_{s1} y_{s1} + F_{s2} y_{s2} + F_{s3} y_{s3} + C_c y_c)$$

donde :

$$y_c = h/2 - a/2 = (50/2) - (21.6/2) = 14.2 \text{ cm}$$

despejando M_r/F_r :

$$M_r/F_r = 81.12(0.2) + 4.5(0) + 81.12(0.2) + 102.82(0.142)$$

$$M_r/F_r = 47.05 \text{ T-m}$$

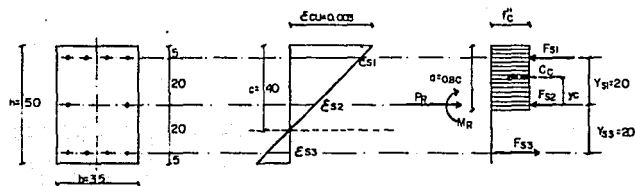
por lo tanto para el punto 3:

$$P_r/F_r = 107.32 \text{ T}$$

$$M_r/F_r = 47.05 \text{ T-m}$$

d) Obtención de un punto arbitrario entre los puntos 1 y 3 (punto 4).

Para obtener este punto, que cae en la zona de falla en compresión, supondremos un valor de c , mayor que el valor correspondiente al de la falla balanceada: $c = 40 \text{ cm} > 27 \text{ cm}$.



Por triángulos semejantes:

$$\epsilon_{s1} = \frac{(40-5)(0.003)}{40} = 0.002625 > \epsilon_y$$

$$es2 = \frac{(40-25)(0.003)}{40} = 0.001125$$

$$es3 = \frac{(45-40)(0.003)}{40} = 0.000375$$

Esfuerzos en el acero:

$$fs1 = 4000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$fs2 = 0.001125(2)(10) \times 6 \text{ Kg/cm}^2$$

$$fs3 = 0.000375(2)(10) \times 6 \text{ Kg/cm}^2$$

Fuerzas en el acero:

$$Fs1 = 4000(20.28) = 81120 \text{ Kg} = 81.120 \text{ T}$$

$$Fs2 = 2250(10.14) = 22815 \text{ Kg} = 22.815 \text{ T}$$

$$Fs3 = 750(20.28) = 15210 \text{ Kg} = 15.210 \text{ T}$$

Fuerzas en el concreto:

$$a = 0.8(40) = 32 \text{ cm}$$

$$Cc = a b F''c = 32(35)(136) = 152320 \text{ Kg} = 152.32 \text{ T}$$

Cálculo de Pr:

$$Pr/FR = Fs1 + Fs2 - Fs3 + Cc$$

$$Pr/FR = 81.12 + 22.82 - 15.21 + 152.32 = 241.05 \text{ T}$$

Cálculo de Mr:

$$Yc = 0.5 (h - a)$$

$$Mr/FR = Fs1 Ys1 + Fs2 Ys2 + Fs3 Ys3 + Cc Yc$$

$$Mr/FR = 81.12(0.20) + 22.82(0) + 15.21(0.20) + 152.32(0.09)$$

$$Pr/FR = 241.05 \text{ T}$$

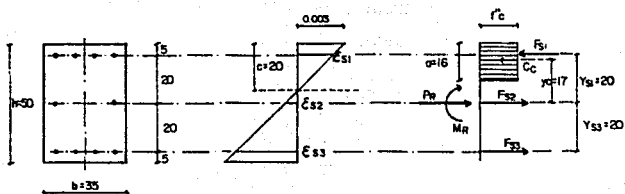
$$Mr/FR = 32.97 \text{ T-m}$$

e) Obtención de un punto arbitrario entre los puntos 2 y 3

Para esto se supondrá en valor de la profundidad del eje neutro comprendido entre los correspondientes a los puntos 2 y 3, es decir:

$$12.64 < c < 27$$

Se elige $c = 20 \text{ cm}$



$$es1 = \frac{(20-5)(0.003)}{20} = 0.0025 > ey$$

$$es2 = \frac{(25-20)(0.003)}{20} = 0.00075$$

$$e_s3 = \frac{(45-20)(0.003)}{20} = 0.0037 > e_y$$

$$f_{s1} = f_{s3} = 4000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_{s2} = 0.00075(2)(10) \cdot 6 = 1500 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_{s1} = 4000(20.28) = 81120 \text{ Kg} = 81.120 \text{ T}$$

$$F_{s2} = 1500(10.14) = 15210 \text{ Kg} = 15.210 \text{ T}$$

$$F_{s3} = 4000(20.28) = 81120 \text{ Kg} = 81.120 \text{ T}$$

$$C_c = 16(35)(136) = 76160 \text{ Kg} = 76.160 \text{ T}$$

$$P_r/FR = 81.12 - 15.21 - 81.12 + 76.16 = 60.95 \text{ T}$$

$$P_r/FR = 60.95 \text{ T}$$

$$M_r/FR = 81.12(0.20) + 15.21(0) + 81.12(0.20) + 76.16(0.17)$$

$$M_r/FR = 45.40 \text{ T-m}$$

f) Obtención del punto de tensión pura

En este caso, la capacidad de tensión sólo la proporciona el acero ya que el concreto no resiste esfuerzos de tensión:

$$P_r = FR (A_s F_y)$$

$$P_r/FR = A_s F_y$$

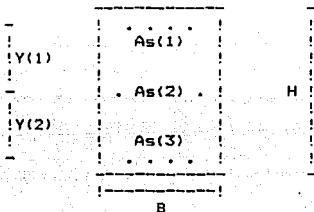
$$P_r/FR = 10(5.07)(4000) = 202800 \text{ Kg} = 202.8 \text{ T}$$

$$P_r/FR = 202.8 \text{ T}$$

Resumiendo, los puntos obtenidos son:

punto	Mr/FR (T-m)	Pr/FR (T)
1	0	440.80
2	40.54	0
3	47.05	107.32
4	32.97	241.05
5	45.40	60.95
6	0	-202.80

BIENVENIDOS AL PROGRAMA PARA EL
TRAZO DE DIAGRAMAS DE INTERACCION PARA COLUMNAS
DE CONCRETO REFORZADO DE SECCION RECTANGULAR



CUANTOS LECHOS DE ACERO TIENE LA COLUMNA?

3

DAME EL AREA DE ACERO TOTAL DE CADA LECHO [Cm²]:

PARA EL LECHO 1. ES:

20.28

PARA EL LECHO 2. ES:

10.14

PARA EL LECHO 3. ES:

20.28

DAME LA DISTANCIA ENTRE CADA LECHO [Cm]:

LA DISTANCIA ENTRE EL LECHO 1. Y EL 2. ES:

20.00

LA DISTANCIA ENTRE EL LECHO 2. Y EL 3. ES:

20.00

CUAL ES EL ANCHO B DE LA SECCION? [Cm]

35.00

CUAL ES EL PERALTE EFECTIVO H DE LA SECCION? [Cm]

50.00

EL VALOR DEL RECUBRIMIENTO R ES [Cm]:

5.00

DAME EL VALOR DE FY [Kg/Cm2]:
4000.00

DAME EL VALOR DE F1C [Kg/Cm2]:
200.00

SE OBTIENE EL PUNTO DE COMPRESION PURA

PRC1= 440.8000 Ton

SE OBTIENE EL PUNTO DE TENSION PURA

PRT1= 202.8000 Ton

SE OBTIENE EL PUNTO DE FLEXION PURA

LA PROFUNDIDAD DEL EJE NEUTRO ES: C= 12.63997260926902

DEFORMACION UNITARIA EN CADA LECHO:

ES(1.)= .001813 Cm

ES(2.)= .002934 Cm

ES(3.)= .007680 Cm

FUERZA INTERNA QUE TOMA CADA LECHO:

FS(1.)= 73546.984 Kg

FS(2.)= 40560.000 Kg

FS(3.)= 81120.000 Kg

PR(12.640)= 0.0000 Ton

MR(12.640)= 40.533051 Ton.m

SE OBTIENE EL PUNTO DE FALLA BALANCEADA

LA PROFUNDIDAD DEL EJE NEUTRO ES: CB= 27.00000000000000

DEFORMACION UNITARIA EN CADA LECHO:

ES(1.)= .002444 Cm

ES(2.)= .000222 Cm

ES(3.)= .012000 Cm

FUERZA INTERNA QUE TOMA CADA LECHO:

FS(1.)= 81120.000 Kg

FS(2.)= 4506.667 Kg

FS(3.)= 81120.000 Kg

PR(27.000)= 107.3227 Ton

MR(27.000)= 47.047872 Ton.m

=====

CALCULO DE PUNTOS INTERMEDIOS DEL DIAGRAMA

=====

PROF. EJE NEUTRO C [Cm]	CARGA AXIAL PR/FR [Ton]	MOMENTO RESISTENTE MR/FR [Ton.m]
6.00	-78.5520	25.443648
7.00	-60.2583	29.094775
8.00	-45.5860	31.991152
9.00	-33.3280	34.374208
10.00	-22.7600	36.388800
11.00	-13.4211	38.127110
12.00	-5.0040	39.650592
13.00	2.7040	41.001792

14.00	9.8549	42.211099
15.00	16.5600	43.300800
16.00	26.7055	43.780608
17.00	36.1054	44.229952
18.00	44.8840	44.648832
19.00	53.1394	45.037248
20.00	60.9500	45.395200
21.00	68.3794	45.722688
22.00	75.4796	46.019712
23.00	82.2936	46.286272
24.00	88.8570	46.522368
25.00	95.2000	46.728000
26.00	101.3480	46.903168
27.00	107.3227	47.047872
28.00	120.3854	45.713541
29.00	132.8099	44.448647
30.00	144.6600	43.243200
31.00	155.9912	42.088500
32.00	166.8523	40.976932

33.00	177.2858	39.901807
34.00	187.3296	38.857220
35.00	197.0171	37.837943
36.00	206.3780	36.839328
37.00	215.4387	35.857230
38.00	224.2229	34.887939
39.00	232.7520	33.928128
40.00	241.0450	32.974800
41.00	249.1192	32.025252
42.00	256.9903	31.077038
43.00	264.6724	30.127939
44.00	272.1784	29.175939
45.00	279.5200	28.219200

CAPITULO

5

CAPITULO 5

CONCLUSIONES

Dentro del diseño de elementos estructurales, la computadora es una herramienta de trabajo muy útil, debido a que además de lograr hacer cálculos con una mayor precisión, el tiempo de resolución es mucho menor que el utilizado con métodos tradicionales.

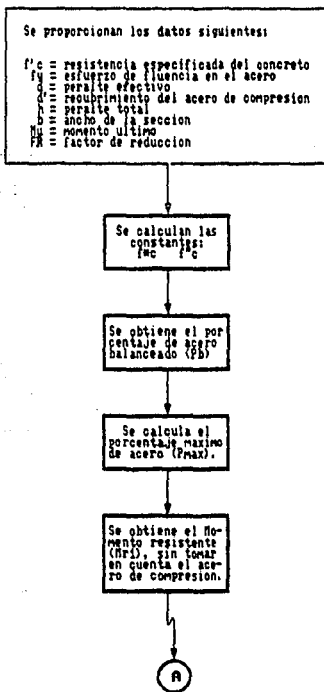
Se puede observar en los ejemplos expuestos en este trabajo, que los resultados arrojados por la computadora y los desarrollados manualmente son semejantes, solo que la diferencia primordial es el tiempo de ejecución, que en una computadora se reduce a segundos. Debido a este ahorro de tiempo que se refleja en un ahorro de costo y trabajo es preciso que el estudiante y el profesionista de Ingeniería Civil se familiarice más con los equipos computacionales para obtener los beneficios que estos brindan. Pero hay que tomar en cuenta, que estas ventajas no son para que la computadora haga todo el trabajo, sino que sea una herramienta que facilite el diseño, es decir, aunque el avance tecnológico va en ascenso, siempre se tendrá la necesidad del criterio y el conocimiento del Ingeniero Civil para ofrecer una alternativa mejor al problema. Dado que las matemáticas utilizadas en el diseño como ciencia exacta, da resultados precisos, pero quizá no adecuados a las necesidades reales del proyecto o a los recursos disponibles para su realización.

A P E N D I C E

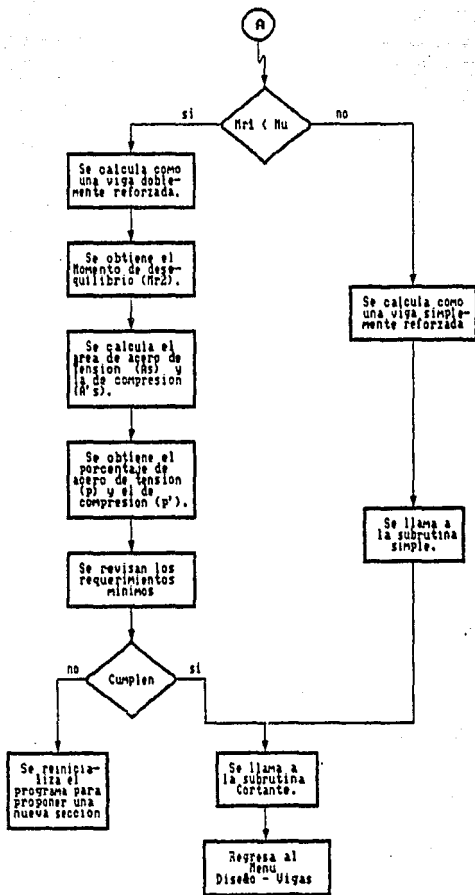
1

PROGRAMA: FLEXCORT

Este programa diseña vigas de concreto reforzado de sección rectangular.



(continuacion del programa Flexcoort)



PROGRAMA FLEXCORT !ESTE PROGRAMA DISEÑA VIGAS DE CONCRETO REFORZADO
!HACIENDO CALCULOS DE FLEXION Y CORTANTE

IMPLICIT NONE
REAL*4

MU, F1C, FY, D, D1, B, FOC, F2C, PB, PMAX, OMAX, S1, S2, S3, FRC,
MR1, MR2, ASMAX, AS, A1S, P, P1, Y, Z, FR, Q, X, SMA, AV,
FYE, L, H, E, VCR, VU, FAC, N, REST, S, VCR1, VCR2, VUMAX
CDNT, CALC, SISMO, CORT, IMPRESION, LIB\$SPAWN

INTEGER*2

WRITE(6,700)

WRITE(6,710)

WRITE(6,700)

WRITE(6,*)'

WRITE(6,*)'

WRITE(6,*)'

WRITE(6,*)'

WRITE(6,*)'

WRITE(6,*)'

WRITE(6,*)'

WRITE(6,*)'

WRITE(6,*)'

WRITE(6,*)'

WRITE(6,*)'

WRITE(6,*)'

WRITE(6,*)'

WRITE(6,*)'

WRITE(6,*)'

10 WRITE(6,*)'CUAL ES EL MOMENTO ULTIMO? [kg-cm]'

READ(5,*) MU

IF (MU .LE.0) THEN

WRITE(6,*)'ERROR* NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'

GO TO 10

END IF

13 WRITE(6,*)'DAME F1C: [kg/cm2]'

READ(5,*) F1C

IF (F1C .LE.0) THEN

WRITE(6,*)'ERROR* NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'

GO TO 13

END IF

14 WRITE(6,*)'DAME FY: [kg/cm2]'

READ(5,*) FY

IF (FY .LE.0) THEN

WRITE(6,*)'ERROR* NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'

GO TO 14

END IF

16 WRITE(6,*)'CUAL ES EL FR QUE VAS A USAR?'

READ(5,*) FR

IF (FR .LE.0) THEN

WRITE(6,*)'ERROR* NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'

GO TO 16

END IF

17 WRITE(6,*)'ES ZONA SISMICA? (SI=1,NO=2)

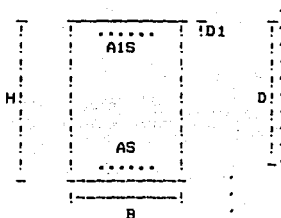
READ(5,*) SISMO

IF ((SISMO.LT.1).OR.(SISMO.GT.2))THEN

WRITE(6,*)'ERROR * EN LA OPCION VUELVE A DIGITAR'

GO TO 17

END IF



```

21  WRITE(6,*) 'DAME H: [cm]'
    READ(5,*) H
    IF (H .LE. 0) THEN
        WRITE (6,*) 'ERROR* NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'
        GO TO 21
    END IF
22  WRITE(6,*) 'DAME D: [cm]'
    READ (5,*) D
    IF ((D .LE. 0).OR.(D.GE.H)) THEN
        WRITE (6,*) 'ERROR* PROPON OTRO VALOR'
        GO TO 22
    END IF
23  WRITE(6,*) 'DAME D1: [cm]'
    READ (5,*) D1
    IF ((D1.LE.0).OR.(D1.GE.D)) THEN
        WRITE (6,*) 'ERROR* PROPON OTRO VALOR'
        GO TO 23
    END IF
200 WRITE(6,*) 'DAME B: [cm]'
    READ (5,*) B
    IF (B .LE. 0) THEN
        WRITE (6,*) 'ERROR* NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'
        GO TO 200
    END IF
    !COMENZAMOS LOS CALCULOS
    FOC=0.8*FIC          !FOC=F*C
    WRITE(6,*) ' FOC = ', FOC
    IF (FOC .LE. 250.) THEN
        F2C=0.85*FOC
    ELSE
        F2C=(1.05-FOC/1250.)*FOC
    END IF
    WRITE(6,*) ' F2C = ', F2C          !F2C=F*C
    PB=(F2C/FY)*4800./(FY+6000.)      !CALCULAMOS EL PORCENTAJE DE ACERO
    WRITE(6,*) ' PB = ', PB
    IF (SISMO .EQ. 1) THEN
        PMAX=0.75*PB
    ELSE
        PMAX=PB
    END IF
    WRITE(6,*) ' PMAX = ', PMAX
    QMAX=PMAX*FY/F2C
    WRITE(6,*) ' QMAX = ', QMAX
    MR1=FR*B*D**2+F2C*QMAX*(1-0.5*QMAX) !SE CALCULA EL MOMENTO RESISTENTE
    WRITE (6,*) ' MR1 = ', MR1
    IF (MR1 .LT. MU) THEN
        WRITE(6,*) '*** LA VIGA ES DOBLEMENTE REFORZADA ***'
        MR2=MU-MR1
        WRITE(6,*) ' MR2 = ', MR2
        X=MR2/(FR*FY*(D-D1))
        ASMAX=PMAX*B*D
        AS=X+ASMAX
        WRITE(6,*) ' AS = ', AS
        A1S=X/0.75
        WRITE(6,*) ' A1S = ', A1S
    END IF

```

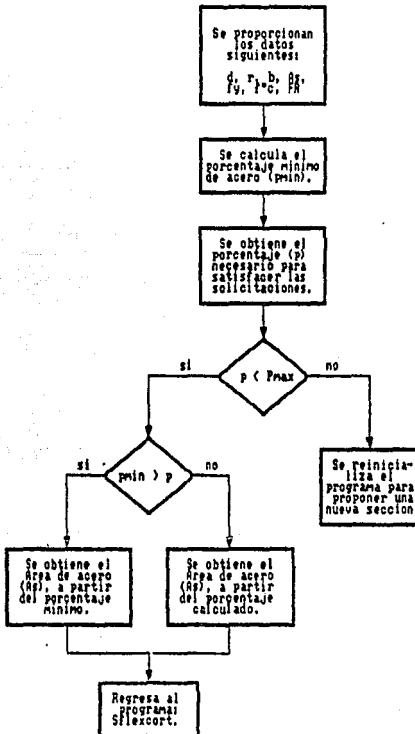
```

P=AS/(B*D)
WRITE(6,*)' P =',P
P1=A1S/(B*D)
WRITE(6,*)' P1 =',P1
Y= P-P1
WRITE(6,*)' Y =',Y
Z=F2C/FY*DI/DI*4800/(6000-FY)
WRITE(6,*)' Z =',Z
IF (Y .GE. Z) THEN
    WRITE(6,*)' ** EL CALCULO ES CORRECTO YA QUE A1S FLUYE **'
    WRITE(6,800)AS,A1S
ELSE
    WRITE(6,*)' * PROPON NUEVA SECCION *'
    GO TO 21
END IF
ELSE
    WRITE(6,*)' * LA VIGA SE CALCULA COMO SIMPLEMENTE REFORZADA *'
    CALL SIMPLE(MU,B,D,F1C,FY,FR,PMAX,F2C,P,AS)
END IF
300 WRITE(6,*)' QUIERES HACER EL DISEÑO POR CORTANTE? (SI=1,NO=2)'
    READ(5,*)CORT
    IF ((CORT.GT.2).OR.(CORT.LT.1)) THEN
        WRITE(6,*)' * ERROR * EN LA OPCION VUELVE A DIGITAR'
        GO TO 300
    END IF
    IF (CORT.EQ.1) THEN
        CALL CORTANTE(AS,F1C,FY,MU,B,H,D)
    END IF
    CALL GLOS1
700 FORMAT(70(' '),2(/))
710 FORMAT(T23,'BIENVENIDOS AL PROGRAMA',/,T17,
    ' PARA EL DISEÑO DE VIGAS RECTANGULARES',2(/))
800 FORMAT(/,70('='),2(/),' EL AREA DE ACERO DE TENSION ES: ',/,T37,
    ' AS = ',F5.2,' cm2',2(/),' EL AREA DE ACERO DE COMPRESION'
    , ' ES:',2(/),T36,' A1S = ',F5.2,' cm2',2(/),70('='),2(/))
END

```


SUBROUTINA: SIMPLE

Este programa diseña vigas rectangulares simplemente reforzadas.



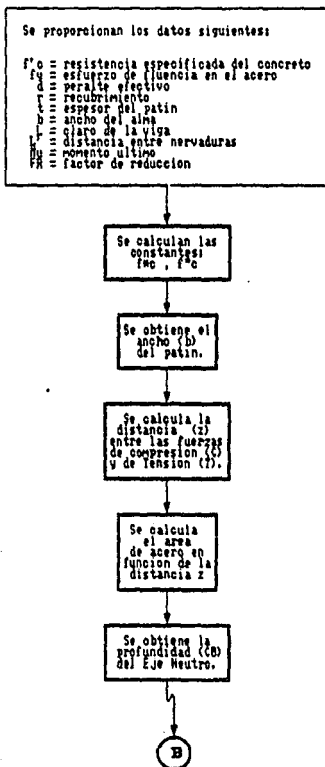
```

SUBROUTINE SIMPLE(MU,B,D,F1C,FY,FR,PMAX,F2C,P,AS)
IMPLICIT NONE
REAL*4      MU,F1C,FY,D,B,FR,X,FOC,F2C,PB,
            PMAX,PMIN,C,RAD,Q1,Q2,Q,P,AS
PMIN=0.7*F1C**0.5/FY
WRITE(6,*) 'PMIN =',PMIN
C=2*MU/(FR*B*D**2.*F2C)
RAD=4.-4.*C
IF (RAD .GE. 0) THEN
  Q1=0.5*(2.+RAD**0.5)
  Q2=0.5*(2.-RAD**0.5)
  IF (Q1 .LE. Q2) THEN
    Q=Q1
  ELSE
    Q=Q2
  END IF
  WRITE(6,*) ' Q =',Q
  P=Q*F2C/FY
  WRITE(6,*) ' P =',P
  IF (PMIN .GE. P) THEN
    AS=PMIN*B*D
  ELSE
    IF ((P .GT. PMIN).AND.(P .LE. PMAX)) THEN
      AS=P*B*D
    ELSE
      GO TO 100
    END IF
  END IF
ELSE
  GO TO 100
END IF
END IF
WRITE(6,950)AS
950  FORMAT(/,70('='),2(/),' EL AREA DE ACERO DE TENSION ES: ',/,T36,
        ' AS = ',F5.2,' cm2',2(/),70('='),2(/))
CONTINUE
100  END

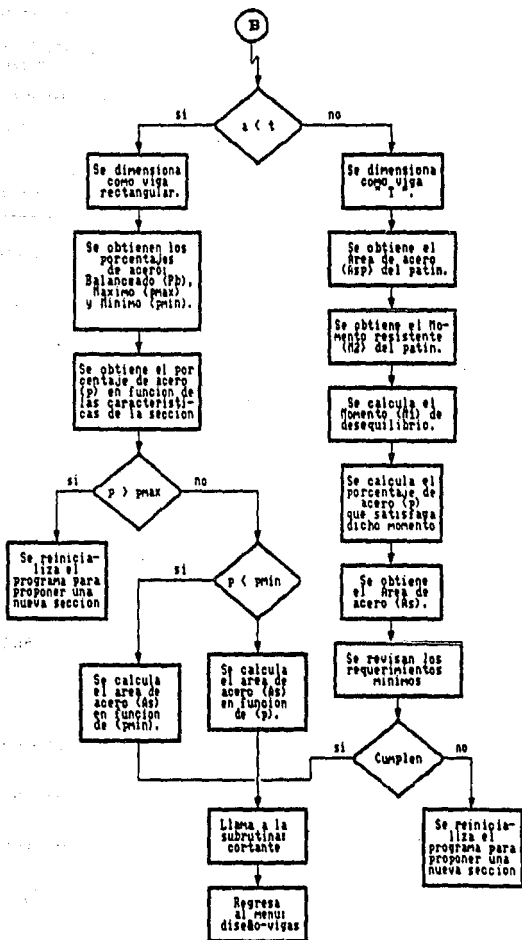
```

PROGRAMA: DISVIGAT

Este programa diseña vigas de concreto reforzado de seccion " T " simplemente armadas.



<Continuacion del programa Disvigat>



```

PROGRAMA SDISVIGAT !ESTE PROGRAMA DISEÑA UNA VIGA T
IMPLICIT NONE
REAL*4 F1C,FY,B,T,D,AS,B1,F0C,F2C,A,ASB,Z,FR,MU,M1,M2,
L,L1,R,H,BP1,BP2,BP3,B2,PB,X,PMAX,PMIN,C,RAD,Q,Q1,
Q2,P,ASP

```

```

INTEGER*2 SISMO,IMPRESION,LIB*SPAWN,CORT

```

```

WRITE(6,800)

```

```

WRITE(6,810)

```

```

WRITE(6,800)

```

```

WRITE(6,*)

```

```

WRITE(6,*)

```

```

WRITE(6,*)

```

```

WRITE(6,*)

```

```

WRITE(6,*)

```

```

WRITE(6,*)

```

```

WRITE(6,*)

```

```

WRITE(6,*)

```

```

WRITE(6,*)

```

```

WRITE(6,*)

```

```

WRITE(6,*)

```

```

WRITE(6,*)

```

```

WRITE(6,*)

```

```

WRITE(6,*)

```

```

1 WRITE(6,*)'ES ZONA SISMICA? (SI=1,NO=2)'

```

```

READ(5,*)SISMO

```

```

IF ((SISMO.LT.1).OR.(SISMO.GT.2))THEN

```

```

WRITE(6,*)'* ERROR * EN LA OPCION VUELVE A DIGITAR'

```

```

GO TO 1

```

```

END IF

```

```

2 WRITE(6,*)'DAME FY: [kg/cm2]'

```

```

READ(5,*)FY

```

```

IF (FY.LE.0)THEN

```

```

WRITE(6,*)'*ERROR* NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS'

```

```

GO TO 2

```

```

END IF

```

```

3 WRITE(6,*)'DAME F1C: [kg/cm2]'

```

```

READ(5,*)F1C

```

```

IF (F1C .LE.0)THEN

```

```

WRITE(6,*)'*ERROR* NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS'

```

```

GO TO 3

```

```

END IF

```

```

4 WRITE(6,*)'DAME FR:'

```

```

READ(5,*)FR

```

```

IF (FR .LE.0)THEN

```

```

WRITE(6,*)'*ERROR* NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS'

```

```

GO TO 4

```

```

END IF

```

```

5 WRITE(6,*)'CUAL ES MOMENTO ULTIMO? [kg-cm]'

```

```

READ(5,*)MU

```

```

IF (MU .LE.0)THEN

```

```

WRITE(6,*)'*ERROR* NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS'

```

```

GO TO 5

```

```

END IF

```

```

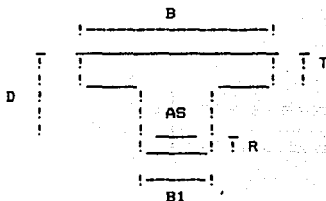
8 WRITE(6,*)'DAME EL VALOR DE LA LONG. DE LA VIGA: [cm]'

```

```

READ(5,*)L

```



```

IF (L .LE. 0) THEN
WRITE(6,*) '*ERROR* NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS'
GO TO 8
END IF
10 WRITE (6,*) 'DAME EL VALOR DE LA LONG. ENTRE NERVADURAS: [cm]'
READ (5,*) L1
IF ((L1 .LE. 0).OR.(L1.GE.L)) THEN
WRITE(6,*) '*ERROR* PROPON OTRO VALOR'
GO TO 10
END IF
11 WRITE (6,*) 'DAME EL VALOR DE B1: [cm]'
READ (5,*) B1
IF (B1.LE.0) THEN
WRITE(6,*) '*ERROR* NO SE ACEPTAN NUMEROS NEGATIVOS'
GO TO 11
END IF
12 WRITE (6,*) 'DAME EL VALOR DE D: [cm]'
READ (5,*) D
IF (D .LE. 0) THEN
WRITE(6,*) '*ERROR* NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS'
GO TO 12
END IF
13 WRITE (6,*) 'DAME EL VALOR DE T: [cm]'
READ (5,*) T
IF ((T .GT.D).OR.(T .LT.0)) THEN
WRITE(6,*) '*ERROR* PROPON OTRO VALOR'
GO TO 13
END IF
14 WRITE(6,*) 'DAME EL VALOR DE R: [cm]'
READ (5,*) R
IF((R .GT.T).OR.(R.LE.0)) THEN
WRITE(6,*) '*ERROR* PROPON OTRO VALOR'
GO TO 14
END IF
!COMENZAMOS LOS CALCULOS
FOC=0.8*FIC
WRITE(6,*) ' FOC =', FOC
IF (FOC .LE. 250.) THEN
F2C=0.85*FOC
ELSE
F2C=(1.05-FOC/1250.)*FOC
END IF
WRITE(6,*) ' F2C =', F2C
H=D+R
BP1=L/8-B1/2
BP2=L1/2
BP3=8*T
IF(BP1 .LT. BP2) THEN
IF (BP1 .LT. BP3) THEN
B2=BP1
ELSE
B2=BP3
END IF
ELSE
IF (BP2 .LT. BP3) THEN

```

```

      B2=BP2
    ELSE
      B2=BP3
    END IF
  END IF
  B=2*B2+B1
  WRITE(6,*) ' B = ',B
  Z=D-T/2
  AS=MU/(FR*FY*Z)
  A=AS*FY/(B*F2C)
  WRITE(6,*) ' A = ',A
  IF (T .LT. A)THEN
    WRITE(6,*) '***** LA VIGA SE DIMENSIONA COMO T *****'
    ASP=F2C*(B-B1)*T/FY
    M2=FR*ASP*FY*(D-T/2)
    M1=MU-M2
    C=2*M1/(FR*B1*D**2*F2C)
    RAD=4-4*C
    IF (RAD .GE. 0)THEN
      Q1=0.5*(2+RAD**0.5)
      Q2=0.5*(2-RAD**0.5)
      IF (Q1 .LE. Q2) THEN
        Q=Q1
      ELSE
        Q=Q2
      END IF
    ELSE
      WRITE(6,*) '*** PROPON UNA NUEVA SECCION ***'
      GO TO 11
    END IF
    P=Q*F2C/FY
    AS=ASP+P*B1*D
    ASB=F2C/FY*(4800/(FY+6000))*B1*D+ASP
    IF (AS .LE. ASB) THEN
      WRITE(6,*) '* SE ACEPTA EL CALCULO YA QUE EL ACERO FLUYE *'
      WRITE(6,900)AS
      WRITE(6,*) 'QUIERES HACER DISEÑO POR CORTANTE? (SI=1,NO=2)'
      READ(5,*)CORT
      IF ((CORT.LT.1).OR.(CORT.GT.2))THEN
        WRITE(6,*) '* ERROR * EN LA OPCION VUELVA A DIGITAR'
        GO TO 15
      END IF
      IF (CORT.EQ.1)THEN
        CALL CORT_T1(AS,F1C,FY,MU,B1,H,D,T)
      END IF
    ELSE
      WRITE(6,*) 'PROPON OTRA SECCION YA QUE EL ACERO NO FLUYE'
      GO TO 11
    END IF
  ELSE
    WRITE(6,*) '***** LA VIGA SE CALCULA COMO RECTANGULAR *****'
    PB=(F2C/FY)*4800./(FY+6000.)
    WRITE(6,*) ' PB = ',PB
    IF (SISMO.EQ.1)THEN
      PMAX=0.75*PB
    END IF
  END IF

```

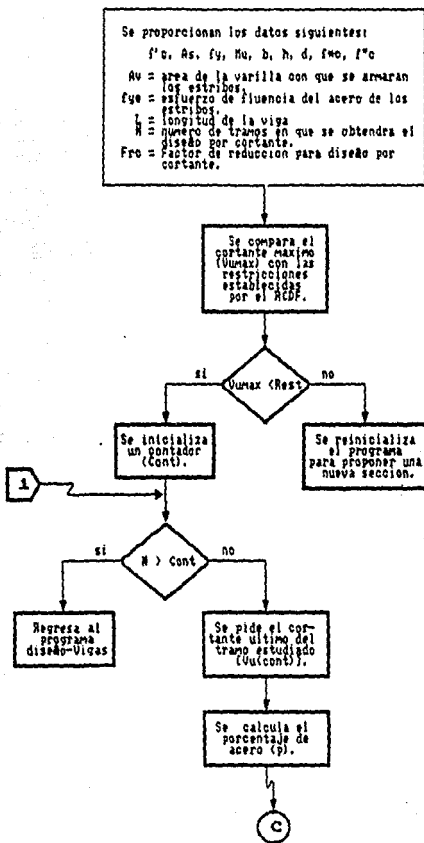
```

ELSE
  PMAX=PB
END IF
WRITE(6,*)'PMAX =',PMAX
PMIN=0.7*F1C**0.5/FY
WRITE(6,*)'PMIN =',PMIN
C=2*MU/(FR*B*D**2.*F2C)
RAD=4.-4.*C
IF (RAD .GE. 0) THEN
  Q1=0.5*(2.+RAD**0.5)
  Q2=0.5*(2.-RAD**0.5)
  IF (Q1 .LE. Q2) THEN
    Q=Q1
  ELSE
    Q=Q2
  END IF
  WRITE(6,*)' Q =',Q
  P=Q*F2C/FY
  WRITE(6,*)' P =',P
  IF (PMIN .GE. P) THEN
    AS=PMIN*B*D
  ELSE
    IF ((P .GT. PMIN).AND.(P .LE. PMAX)) THEN
      AS=P*B*D
    ELSE
      GO TO 11
    END IF
  END IF
ELSE
  WRITE(6,*)'PROPON OTRA SECCION'
  GO TO 11
END IF
WRITE(6,900)AS
16 WRITE(6,*)'QUIERES HACER DISEÑO POR CORTANTE? (SI=1,NO=2)'
  READ(5,*)CORT
  IF ((CORT.LT.1).OR.(CORT.GT.2))THEN
    WRITE(6,*)':-ERROR :- EN LA OPCION VUELVA A DIGITAR'
    GO TO 16
  END IF
  IF (CORT.EQ.1)THEN
    CALL CORT_T2(AS,F1C,FY,MU,B1,H,D,T)
  END IF
END IF
CALL GLOS2
CLOSE(9)
800 FORMAT(70(' '),2(/))
810 FORMAT(T23,'BIENVENIDOS AL PROGRAMA',/,T20,
, 'PARA EL DISEÑO DE VIGAS " T "',2(/))
900 FORMAT(70('='),2(/),' EL AREA DE ACERO PARA LA SECCION ES:
, 2(/),T35,'AS = ', F5.2,' Cm2',2(/),70('='),/)
END

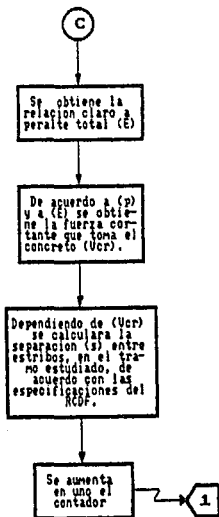
```


SUBROUTINA: CORTANTE

Este programa realiza el diseño por cortante de vigas de concreto reforzado.



(Continuacion programa Cortante)



```

SUBROUTINE CORTANTE(AS,F1C,FY,MU,B,H,D)
IMPLICIT NONE
REAL*4 AS,B,D,FRC,F1C,FYE,FY,L,H,E,VCR(30),VU(30),FAC,P,FOC,F2C,
REST,S,VCR1,VCR2,S1,S2,S3,SMAX,VUMAX,AV,MU,VCR3,VCR4,
N,FLEX
INTEGER*2 CONT,SEP(30)
1 WRITE(6,*)'CUAL ES AREA DE ACERO PARA EL ESTRIBO? [cm]'
```

WRITE(9,*)'CUAL ES AREA DE ACERO PARA EL ESTRIBO? [cm]'

READ(5,*)AV

IF(AV.LE.0)THEN

WRITE(6,*)'* ERROR * NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'

GO TO 1

END IF

WRITE(9,*)AV

WRITE(6,*)

WRITE(9,*)

2 WRITE(6,*)'CUAL ES EL FR PARA CORTANTE QUE VAS A USAR?'

WRITE(9,*)'CUAL ES EL FR PARA CORTANTE QUE VAS A USAR?'

READ(5,*)FRC

IF(FRC.LE.0)THEN

WRITE(6,*)'* ERROR * NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'

GO TO 2

END IF

WRITE(9,*)FRC

WRITE(6,*)

WRITE(9,*)

3 WRITE(6,*)'DAME EL ESFUERZO DE FLUENCIA DEL ESTRIBO: [kg/cm2]'

WRITE(9,*)'DAME EL ESFUERZO DE FLUENCIA DEL ESTRIBO: [kg/cm2]'

READ(5,*)FYE

IF(FYE.LE.0)THEN

WRITE(6,*)'* ERROR * NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'

GO TO 3

END IF

WRITE(9,*)FYE

WRITE(6,*)

WRITE(9,*)

4 WRITE(6,*)'DAME LA LONGITUD DEL CLARO DE LA VIGA: [cm]'

WRITE(9,*)'DAME LA LONGITUD DEL CLARO DE LA VIGA: [cm]'

READ(5,*)L

IF(L.LE.0)THEN

WRITE(6,*)'* ERROR * NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'

GO TO 4

END IF

WRITE(9,*)L

WRITE(6,*)

WRITE(9,*)

5 WRITE(6,*)'CUAL ES EL CORTANTE MAXIMO? [kg]'

WRITE(9,*)'CUAL ES EL CORTANTE MAXIMO? [kg]'

READ(5,*)VUMAX

IF(VUMAX.LE.0)THEN

WRITE(6,*)'* ERROR * NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'

GO TO 5

END IF

WRITE(9,*)VUMAX

WRITE(6,*)

```

WRITE(9,*)
FOC=0.8*F1C
IF (FOC .LE. 250) THEN
  F2C=0.85*FOC
ELSE
  F2C=(1.05-FOC/1250.)*FOC
END IF
REST=2.5*FRC*B*D*FOC**0.5
IF (VUMAX .LE. REST)THEN
  P=AS/(B*D)
  E=L/H
  CONT=1
20  WRITE(6,*)'EN CUANTOS TRAMOS SE DIVIDIO EL CLARDO?'
  WRITE(9,*)'EN CUANTOS TRAMOS SE DIVIDIO EL CLARDO?'
  READ(5,*)N
  IF (N.LE.0)THEN
    WRITE(6,*)' * ERROR * NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'
    GO TO 20
  END IF
  WRITE(9,*)N
  WRITE(6,*)
  WRITE(9,*)
25  DO WHILE (CONT .LE. N)
    WRITE(6,80)CONT
    WRITE(9,80)CONT
    READ(5,*)VU(CONT)
    IF (VU(CONT).LE.0)THEN
      WRITE(6,*)' * ERROR * NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'
      GO TO 25
    END IF
    IF (VU(CONT).GT.0) THEN
      WRITE(6,*) VU(CONT)
      WRITE(9,*) VU(CONT)
    END IF
    VCR3=0.5*FRC*B*D*(FOC**0.5)
    VCR4=FRC*B*D*(0.2+30*P)*(FOC**0.5)
    VCR2=1.5*FRC*B*D*FOC**0.5
    IF (E .GE. 5)THEN
      IF (P .GE. .01) THEN
        VCR(CONT)=VCR3
      ELSE
        VCR(CONT)=VCR4
      END IF
    END IF
    IF (E .LE. 4) THEN
      FAC=3.5-(2.5*MU/VU(CONT))
      IF (FAC .GT. 1) THEN
        VCR1=VCR3*FAC
        IF (VCR1 .LT. VCR2) THEN
          VCR(CONT)=VCR1
        ELSE
          WRITE(6,*)' * PROPON UNA NUEVA SECCION *'
          WRITE(9,*)' * PROPON UNA NUEVA SECCION *'
          WRITE(6,*)
          WRITE(9,*)
        END IF
      END IF
    END IF
  END WHILE

```

```

                CALL EXIT
            END IF
        END IF
    END IF
    IF ((E.GT.4).AND.(E.LT.5)) THEN
        IF (P.GE. .01) THEN
            VCR(CONT)=(VCR3-VCR1)*E-VCR1*(VCR3-VCR1)+VCR1
        ELSE
            VCR(CONT)=(VCR4-VCR1)*E-VCR1*(VCR4-VCR1)+VCR1
        END IF
    END IF
    SMAX=(FRC*AV*FYE)/(3.5*B)
    S1=0.5*D
    S2=0.25*D
    S3=(FRC*AV*FYE*D)/(VU(CONT)-VCR(CONT))
    IF (VU(CONT) .LT. VCR(CONT)) THEN
        S=S1
    END IF
    IF ((VU(CONT).GE.VCR(CONT)).AND.(VU(CONT).LE.VCR2)) THEN
        IF (S3 .LT. S1) THEN
            IF (S3 .LT. SMAX) THEN
                S=S3
            ELSE
                S=SMAX
            END IF
        ELSE
            IF (S1.LT.SMAX) THEN
                S=S1
            ELSE
                S=SMAX
            END IF
        END IF
    END IF
    IF (VU(CONT).GT.VCR2) THEN
        IF (S3.LT.S2) THEN
            IF (S3 .LT. SMAX) THEN
                S=S3
            ELSE
                S=SMAX
            END IF
        ELSE
            IF (S2 .LT. SMAX) THEN
                S=S2
            ELSE
                S=SMAX
            END IF
        END IF
    END IF
    S=S-0.5
    SEP(CONT)=S
    CONT=CONT+1
END DO
ELSE
    WRITE(6,*) '* ES NECESARIO PROPONER UNA NUEVA SECCION *'
    WRITE(9,*) '* ES NECESARIO PROPONER UNA NUEVA SECCION *'

```

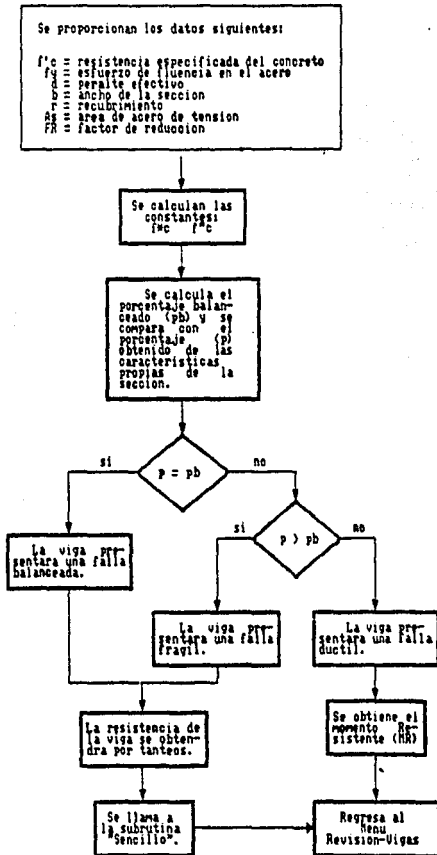
```

WRITE(6,*)
WRITE(9,*)
CALL EXIT
END IF
WRITE(6,90)
WRITE(9,90)
DO CONT=1,N
  WRITE(6,100)CONT,VU(CONT),VCR(CONT),SEP(CONT)
  WRITE(9,100)CONT,VU(CONT),VCR(CONT),SEP(CONT)
END DO
80 FORMAT(' DAME EL CORTANTE DEL TRAMO:',I2,' [Kg]')
90 FORMAT(3(/,80('-'),/,T3,'TRAMO',3X,'CORTANTE DE DISEÑO',3X,
. 'FUERZA CORTANTE QUE',5X,'SEPARACION',/,T18,'[Kg]',10X,
. 'TOMA EL CONCRETO [Kg]',5X,'[cm]'./,80('-'))
100 FORMAT(2(/,T5,I2,10X,F9.3,13X,F9.3,11X,I3,2(/,80('-'))
END

```

PROGRAMA: VIGA4

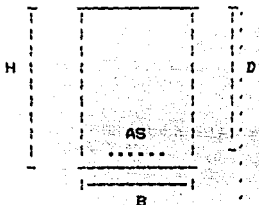
Este programa revisa vigas de concreto de seccion rectangular, simplemente armadas.



PROGRAMA VIGAA !ESTE PROGRAMA REVISA VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA
 IMPLICIT NONE

REAL*4 FIC,FY,D,B,AS,FOC,FZC,P,PB,PMAX,PMIN,Q,MR,FR,R,A
 INTEGER*2 CALC,SISMO,IMPRESION,LIB*SPAWN

WRITE(6,*)
 WRITE(6,300)
 WRITE(6,350)
 WRITE(6,300)
 WRITE(6,*)
 WRITE(6,*)
 WRITE(6,*)
 WRITE(6,*)
 WRITE(6,*)
 WRITE(6,*)
 WRITE(6,*)
 WRITE(6,*)
 WRITE(6,*)
 WRITE(6,*)
 WRITE(6,*)
 WRITE(6,*)
 WRITE(6,*)
 WRITE(6,*)
 WRITE(6,*)
 WRITE(6,*)
 WRITE(6,*)
 WRITE(6,*)
 WRITE(6,*)



1 WRITE(6,*)'DAME FIC [Kg/cm2] :'
 READ (5,*)FIC !FIC=F'C
 IF (FIC .LE.0) THEN
 WRITE (6,*)'ERROR* NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'
 GO TO 1
 END IF
 3 WRITE(6,*)'DAME FY [Kg/cm2]:'
 READ (5,*)FY
 IF (FY.LE.0) THEN
 WRITE (6,*)'ERROR* NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'
 GO TO 3
 END IF
 4 WRITE(6,*)'DAME EL VALOR DE D [cm]:'
 READ (5,*)D
 IF (D .LE. 0) THEN
 WRITE(6,*)'ERROR* NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'
 GO TO 4
 END IF
 5 WRITE(6,*)'DAME EL VALOR DE R [cm]:'
 READ (5,*)R
 IF ((R .LE. 0).OR.(R.GE.D))THEN
 WRITE(6,*)'ERROR* PROPON OTRO VALOR'
 GO TO 5
 END IF
 6 WRITE(6,*)'DAME EL VALOR DE B [cm]:'
 READ (5,*)B
 IF (B .LE.0) THEN
 WRITE (6,*)'ERROR* NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'
 GO TO 6
 END IF
 7 WRITE(6,*)'CUAL ES EL AS? [cm2]'
 READ (5,*)AS


```

IF (AS.LE.0) THEN
  WRITE (6,*) 'ERROR* NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'
  GO TO 7
END IF
8  WRITE(6,*) 'QUE VALOR DE FR VAS A UTILIZAR?'
  READ (5,*)FR
  IF (FR .LE.0) THEN
    WRITE (6,*) 'ERROR* NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'
    GO TO 8
  END IF
9  WRITE(6,*) 'ES ZONA SISMICA? (SI=1,NO=2)'
  READ (5,*)SISMO
  IF ((SISMO.LT.1).OR.(SISMO.GT.2))THEN
    WRITE(6,*) '* ERROR * EN LA OPCION VULEVE A DIGITAR'
    GO TO 9
  END IF
  !COMENZAMOS LOS CALCULOS
  FOC=0.8*F1C          !FOC=F*I
  WRITE(6,*) ' FOC =',FOC
  IF (FOC .LE. 250.) THEN
    F2C=0.85*FOC
  ELSE
    F2C=(1.05-FOC/1250.)*FOC
  END IF
  WRITE(6,*) ' F2C =',F2C          !F2C=F*I
  P=AS/(B*I)
  WRITE(6,*) ' P =',P              !P ES EL PORCENTAJE DE ACERO
  PB=(F2C/FY)*4800./((FY+6000.))
  WRITE(6,*) ' PB =',PB           !PB PORCENTAJE BALANCEADO
  IF (SISMO.EQ.1)THEN
    PMAX=0.75*PB
  ELSE
    PMAX=PB
  END IF
  WRITE(6,*) 'PMAX =',PMAX        !PORCENTAJE MAXIMO
  PMIN=0.7*F1C*0.5/FY
  WRITE(6,*) 'PMIN =',PMIN       !PORCENTAJE MINIMO
  IF (P .EQ. PB) THEN
    WRITE(6,*) 'LA VIGA PRESENTARA UNA FALLA BALANCEADA'
    WRITE(6,*)
    WRITE(6,*) '* SE REVISARA LA RESISTENCIA POR TANTEOS *'
    WRITE(6,*)
    CALL SENCILLO (D,R,B,AS,FY,FR,F2C,MR)
    WRITE(6,*)
    GO TO 500
  ELSE
    IF (P .LT. PB) THEN
      WRITE(6,*) 'LA FALLA SERA DUCTIL O SUBREFORZADA'
      WRITE(6,*)
    ELSE
      WRITE(6,*) 'LA FALLA SERA FRAGIL O SOBREFORZADA'
      WRITE(6,*) '* SE REVISARA LA RESISTENCIA POR TANTEOS *'
      WRITE(6,*)
      CALL SENCILLO (D,R,B,AS,FY,FR,F2C,MR)
      WRITE(6,*)
    END IF
  END IF

```

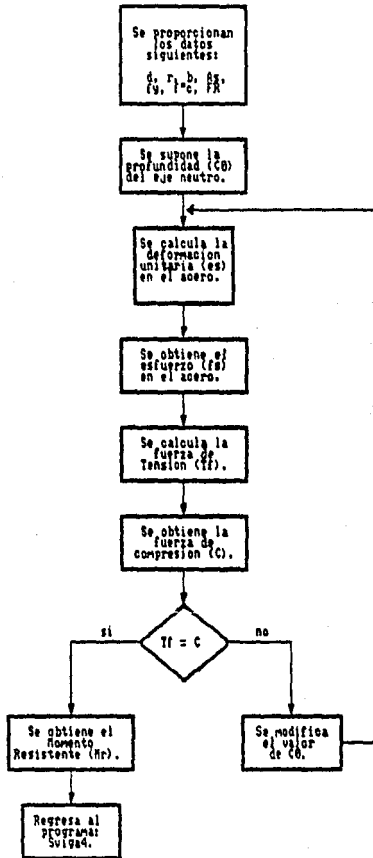
```

        GO TO 500
    END IF
END IF
Q=P*FY/F2C
WRITE(6,*) ' Q =',Q
MR=FR*B*F2C*Q*(1-0.5*Q)*D**2
WRITE(6,400)MR
CALL GLOS3
CLOSE(9)
300 FORMAT(70('*'),2(/))
350 FORMAT(T23,'BIENVENIDOS AL PROGRAMA',/,T15,
        'PARA LA REVISION DE VIGAS SIMPLEMENTE ARMADAS',2(/))
400 FORMAT(2(/),70('='),2(/),' EL MOMENTO RESISTENTE ES: ',/,T27,
        ' MR = ',F10.2,' Kg-cm',2(/),70('='),/)
500 END

```

SUBROUTINA: SENCILLO

Este programa revisa por tanteos vigas rectangulares, simplemente reforzadas.



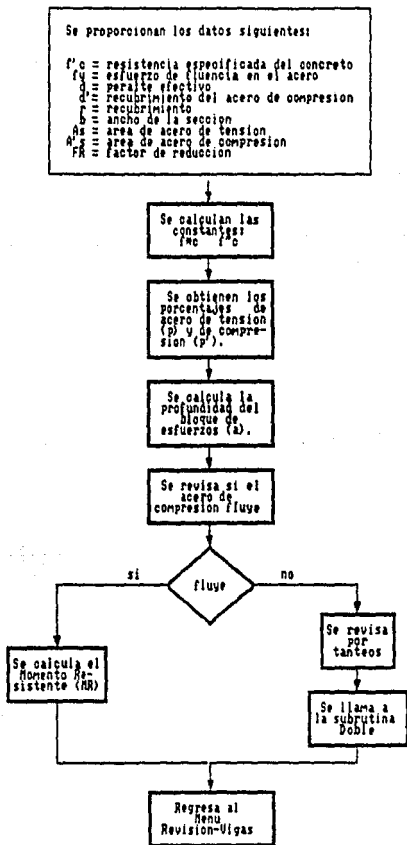
```

SUBROUTINE SENCILLO (D,R,B,AS,FY,FR,F2C)
!ESTE PROGRAMA CALCULA VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA POR TANTEOS
IMPLICIT NONE
REAL*4 CO,D,H,EY,F1S,FY,C,ES,TF,AS,MR,FR,R,F2C,B,A,
      FS,CO1,CO2
H=D+R
CO1=0
CO2=D
CO=(CO1+CO2)/2
18 ES=0.003*(D-CO)/CO
EY=FY/2E6
IF (ES.GE.EY) THEN
  FS=FY
ELSE
  FS=ES*2E6
END IF
C=0.8*CO*B*F2C           !FUERZA DE COMPRESION EN EL CONCRETO
TF=AS*FY                 !FUERZA DE TENSION EN EL ACERO
IF (ABS(TF-C).LE.0.9) THEN
  WRITE(6,*) ' TF =',TF
  WRITE(6,*) ' C =',C
  A=0.8*CO
  WRITE(6,*) ' A =',A
  MR=FR*TF*(D-A/2)
  WRITE(6,600)MR
ELSE
  IF (TF .LT. C) THEN
    CO2=CO
    CO=(CO+CO1)/2
  ELSE
    CO1=CO
    CO=(CO+CO2)/2
  END IF
  GO TO 18
END IF
CALL GLGS3
600 FORMAT(2(/),70('='),2(/), ' EL MOMENTO RESISTENTE ES: ',/,T27,
          ' MR = ',F10.2, ' Kg-cm',2(/),70('='),/)
END

```

PROGRAMA: VIGAS

Este programa revisa vigas de concreto de seccion rectangular, doblemente armadas.



PROGRAMA VIGAS !ESTE PROGRAMA REvisa VIGAS DOBLEMENTE REFORZADAS
 IMPLICIT NONE

REAL*4 H,F1C,FY,D,D1,B,AS,A1S,F0C,F2C,P,P1,MR,FR,R,Q,A,Y,Z

INTEGER*4 IMPRESION,LIB*SPAWN

WRITE(6,400)

WRITE(6,450)

WRITE(6,400)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

1 WRITE(6,*)'DAME F1C: [Kg/cm2]'

READ(5,*)F1C

IF (F1C.LE.0)THEN

WRITE(6,*)'NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'

GO TO 1

END IF

2 WRITE(6,*)'DAME FY: [Kg/cm2]'

READ(5,*)FY

IF (FY.LE.0)THEN

WRITE(6,*)'NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'

GO TO 2

END IF

3 WRITE(6,*)'DAME EL VALOR DE D: [Cm]'

READ(5,*)D

IF (D.LE.0)THEN

WRITE(6,*)'NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'

GO TO 3

END IF

10 WRITE(6,*)'DAME EL VALOR DE R: [Cm]'

READ(5,*)R

IF ((R.LE.0).OR.(R.GE.D))THEN

WRITE(6,*)'PROPON OTRO VALOR'

GO TO 10

END IF

4 WRITE(6,*)'DAME EL VALOR DE D1: [Cm]'

READ(5,*)D1

IF ((D1.LE.0).OR.(D1.GE.D))THEN

WRITE(6,*)'PROPON OTRO VALOR'

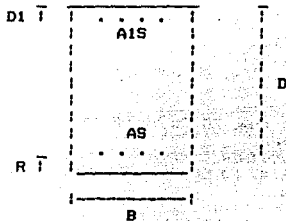
GO TO 4

END IF

5 WRITE(6,*)'DAME EL VALOR DE B: [Cm]'

READ(5,*)B

IF (B.LE.0)THEN



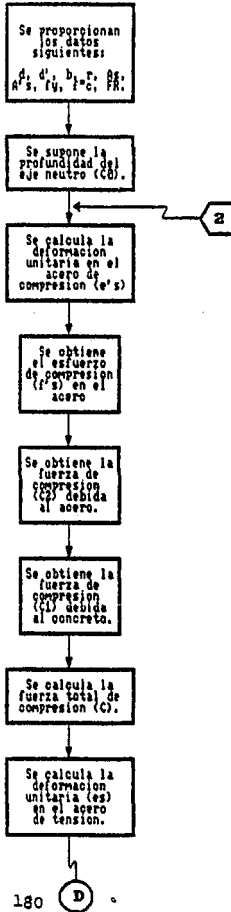
```

WRITE(6,*)'NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'
GO TO 5
END IF
6 WRITE(6,*)'DAME EL VALOR DE AS: [Cm2]'
READ(5,*)AS
IF (AS.LE.0)THEN
WRITE(6,*)'NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'
GO TO 6
END IF
7 WRITE(6,*)'DAME EL VALOR DE A1S: [Cm2]'
READ(5,*)A1S
IF (A1S.LE.0)THEN
WRITE(6,*)'NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'
GO TO 7
END IF
8 WRITE(6,*)'CUAL ES EL VALOR DE FR QUE VAS A UTILIZAR?'
READ (5,*)FR
IF (FR.LE.0)THEN
WRITE(6,*)'NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'
GO TO 8
END IF
!COMENZAMOS LOS CALCULOS
FOC=0.8*FIC
WRITE(6,*)'FOC =',FOC
IF (FOC .LE. 250.) THEN
F2C=0.85*FOC
ELSE
F2C=(1.05-FOC/1250.)*FOC
END IF
WRITE (6,*)'F2C =',F2C
A=(AS-A1S)*FY/(F2C*B)
WRITE(6,*)' A =',A
P=AS/(B*D)
WRITE(6,*)' P =',P
P1=A1S/(B*D)
WRITE(6,*)' P1 =',P1
Y=P-P1
Z=4800./(6000.-FY)*D1/D*F2C/FY
IF (Y .GE. Z) THEN
WRITE(6,*)' * SE TRABAJA COMO DOBLEMENTE REFORZADA *'
MR=FR*((AS-A1S)*FY*(D-A/2)+A1S*FY*(D-D1))
ELSE
CALL DOBLE(D,D1,R,B,AS,A1S,FY,FR,F2C,MR)
END IF
WRITE(6,500)MR
400 FORMAT(70(' '),2(/))
450 FORMAT(I23,'BIENVENIDOS AL PROGRAMA',/,T15,
' PARA LA REVISION DE VIGAS DOBLEMENTE REFORZADAS',2(/))
500 FORMAT(2(/),70('='),2(/),' EL MOMENTO RESISTENTE ES: ',(/),
T30,'MR =',F10.2,' Kg-Cm',2(/),70('='),/)
CLOSE(9)
END

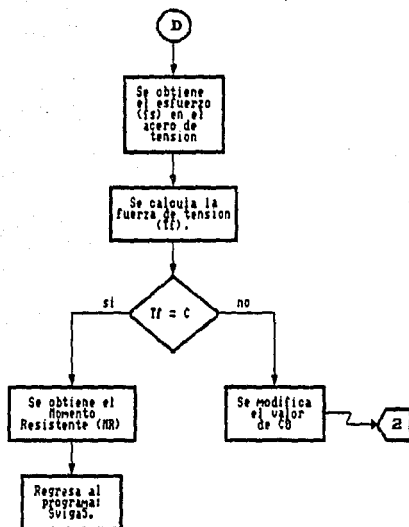
```

SUBROUTINA: DOBLE

Este programa revisa por tanteos vigas
rectangulares doblemente reforzadas.



(Continuacion programa Doble)



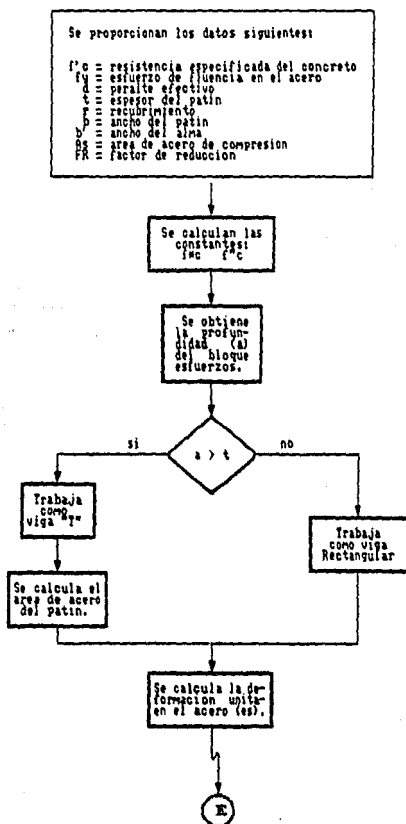
```

SUBROUTINE DOBLE(D,D1,R,B,AS,A1S,FY,FR,F2C,MR)
!ESTE PROGRAMA CALCULA VIGA DOBLEMENTE REFORZADA POR TANTEOS
IMPLICIT NONE
REAL*4 CO,D,H,E1S,EY,F1S,FY,C1,C2,C,ES,TF,AS,MR,FR,M1,M2,M3,
      D1,R,B,A1S,F1C,F0C,F2C,FS,CO1,CO2,A
H=D+R
CO1=0
CO2=D
CO=(CO1+CO2)/2 ! 'CO' ES LA PROFUNDIDAD DEL EJE NEUTRO
25 E1S=0.003*(CO-D1)/CO
EY=FY/2E6
IF (E1S.GE.EY) THEN
  F1S=FY
ELSE
  F1S=E1S*2E6
END IF
C2=A1S*F1S
C1=0.8*CO*B*F2C
C=C1+C2
ES=0.003*(D-CO)/CO
IF (ES.GE.EY) THEN
  FS=FY
ELSE
  FS=ES*2E6
END IF
TF=AS*FS
IF (ABS(TF-C).LE.0.9) THEN
  M1=C1*(H/2-0.8*CO/2)
  M2=C2*(H/2-D1)
  M3=TF*(H/2-R)
  MR=FR*(M1+M2+M3)
  A=0.8*CO
  WRITE(6,*)' A = ',A
  WRITE(6,*)' C = ',C
  WRITE(6,*)' TF = ',TF
  WRITE(6,600)MR
ELSE
  IF (TF .LT. C) THEN
    CO2=CO
    CO=(CO+CO1)/2
  ELSE
    CO1=CO
    CO=(CO+CO2)/2
  END IF
  GO TO 25
END IF
CALL GLDS3
600 FORMAT(2//,70('='),2//),' EL MOMENTO RESISTENTE ES: ',(//),
      T30,'MR = ',F10.2,' Kg-Cm',2//,70('='),/)
END

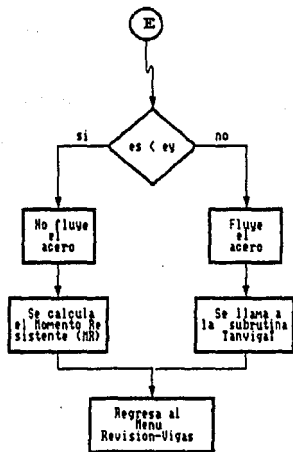
```

PROGRAMA: SUIGAT

Este programa revisa vigas de concreto de seccion " T " , simplemente armadas.



<Continuacion programa UigaI>



PROGRAMA SVIGAT !ESTE PROGRAMA REVISA UNA VIGA T
 REAL*4 F1C,FY,B,T,D,AS,B1,FOC,F2C,A1,A,EY,ES,ASP,W,FR,MR,FS,E,
 C1,C2,CO,C,TF,M1,M2,M3

INTEGER*2 CALC,IMPRESION,LIB*SPAWN

WRITE(6,400)

WRITE(6,450)

WRITE(6,400)

WRITE(6,*)'

WRITE(6,*)'

WRITE(6,*)'

WRITE(6,*)'

WRITE(6,*)'

WRITE(6,*)'

WRITE(6,*)'

WRITE(6,*)'

WRITE(6,*)'

WRITE(6,*)'

WRITE(6,*)'

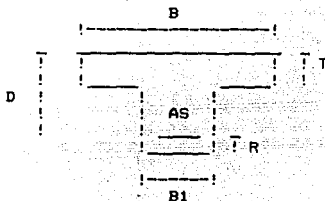
WRITE(6,*)'

WRITE(6,*)'

```

1  WRITE(6,*)'DAME FY: [Kg/Cm2]'
   READ(5,*)FY
   IF(FY .LE.0)THEN
     WRITE(6,*)'*ERROR* NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS'
     GO TO 5
   END IF
2  WRITE(6,*)'DAME F1C: [Kg/Cm2]'
   READ(5,*)F1C
   IF(F1C .LE.0)THEN
     WRITE(6,*)'*ERROR* NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS'
     GO TO 2
   END IF
3  WRITE(6,*)'DAME FR:'
   READ(5,*)FR
   IF(FR .LE.0)THEN
     WRITE(6,*)'*ERROR* NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS'
     GO TO 3
   END IF
5  WRITE(6,*)'CUAL ES EL AREA DE ACERO [Cm2] ?'
   READ(5,*)AS
   IF(AS .LE.0)THEN
     WRITE(6,*)'*ERROR* NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS'
     GO TO 5
   END IF
10 WRITE(6,*)'DAME EL VALOR DE B: [Cm]'
   READ(5,*)B
   IF(B .LE.0)THEN
     WRITE(6,*)'*ERROR* NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS'
     GO TO 10
   END IF
11 WRITE(6,*)'DAME EL VALOR DE B1: [Cm]'
   READ(5,*)B1
   IF((B1 .GT. B).OR.(B1.LE.0)) THEN
     WRITE(6,*)'*ERROR* PROPON OTRO VALOR'

```



```

GO TO 11
END IF
12 WRITE (6,*) 'DAME EL VALOR DE D: [Cm]'
READ (5,*) D
IF (D .LE. 0) THEN
WRITE (6,*) 'ERROR* NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS'
GO TO 12
END IF
13 WRITE (6,*) 'DAME EL VALOR DE T: [Cm]'
READ (5,*) T
IF ((T .GT. D).OR.(T .LT.0)) THEN
WRITE (6,*) 'ERROR* PROPON OTRO VALOR'
GO TO 13
END IF
14 WRITE (6,*) 'DAME EL VALOR DE R: [Cm]'
READ (5,*) R
IF ((R .GT. D).OR.(R.LE.0)) THEN
WRITE (6,*) 'ERROR* PROPON OTRO VALOR'
GO TO 14
END IF
!SE INICIAN LOS CALCULOS
FOC=0.8*F1C
WRITE (6,*) 'FOC = ', FOC
IF (FOC .LE. 250.) THEN
F2C=0.85*FOC
ELSE
F2C=(1.05-FOC/1250.)*FOC
END IF
WRITE (6,*) 'F2C = ', F2C
H=D+R
A1=AS*FY/(B*F2C) ! SE REvisa SI TRABAJA COMO VIGA T O RECTANGULAR
WRITE (6,*) 'A1 = ', A1
IF (A1.LE.T) THEN
WRITE (6,*) 'TRABAJA COMO VIGA RECTANGULAR'
ES=0.003*(0.8*D-A1)/A1 ! REVISAMOS SI FLUYE EL ACERO A TENSION
WRITE (6,*) 'ES = ', ES
WRITE (6,*) 'EY = ', EY
IF (EY .LT. ES) THEN
WRITE (6,*) 'COMO EY ES MENOR O IGUAL QUE ES EL ACERO FLUYE'
MR=FR*AS*FY*(D-0.5*A1)
WRITE (6,500) MR
ELSE
WRITE (6,*) 'SE TRATA DE UNA SECCION SOBREFORZADA'
!SE HACEN LOS CALCULOS POR TANTEOS
CALL TANVIGAT (B,B1,T,D,R,F2C,FY,AS,FR,H,MR)
END IF
ELSE
WRITE (6,*) '* TRABAJA COMO VIGA T *'
A=(AS*FY-T*F2C*(B-B1))/(B1*F2C)
WRITE (6,*) 'A = ', A
ES=0.003*(0.8*D-A)/A
EY=FY/2E6
WRITE (6,*) 'ES = ', ES
WRITE (6,*) 'EY = ', EY
IF (EY .LT. ES) THEN

```

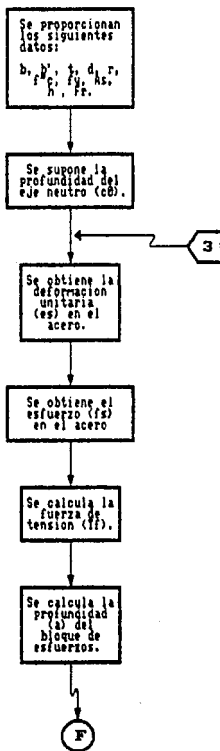
```

WRITE (6,*) ' * FLUYE EL ACERO * '
MR=FR*(T*F2C*(B-B1)*(D-0.5*T)+A*B1*F2C*(D-0.5*A))
WRITE(6,500)MR
ELSE
WRITE(6,*) 'SE TRATA DE UNA SECCION SOBREFORZADA'
' SE HACEN LOS CALCULOS POR TANTEOS
CALL TANVIGAT (B,B1,T,D,R,F2C,FY,AS,FR,H,MR)
END IF
END IF
400 FORMAT(70('*'),2(/))
450 FORMAT(T23,'BIENVENIDOS AL PROGRAMA',/,T22,
' PARA LA REVISION DE VIGAS " T " ',2(/))
500 FORMAT(2(/),70('='),2(/),'EL MOMENTO RESISTENTE ES:',/,T35,
'MR = ',F10.2,'Kg-cm',2(/),70('='),/)
END

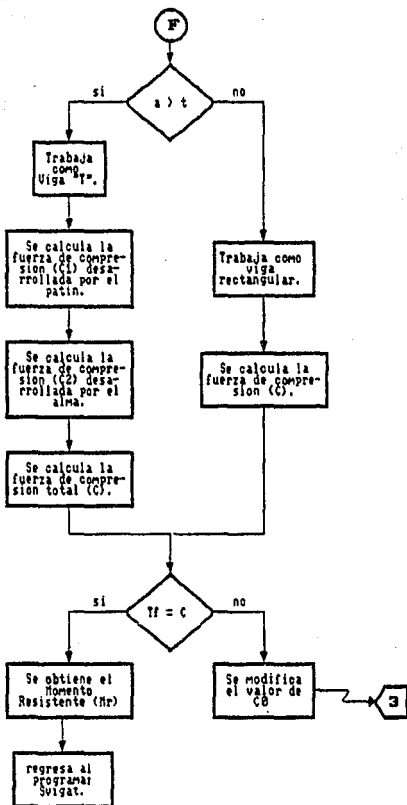
```

SUBROUTINA: TANVIGAT

Este programa revisa por tanteos vigas de seccion " I " simplemente armadas.



(continuacion del programa Tanvigat)



```

SUBROUTINE TANVIGAT (B,B1,T,D,R,F2C,FY,AS,FR,H,MR)
IMPLICIT NONE
REAL*4 CO,ES,EY,FS,FY,C,TF,MR,M1,M2,M3,C1,C2,C3,S,C01,
    T,B1,R,FR,AS,H,B,F1C,F2C,C02,D,A1,A
C01=0
C02=D
C0=(C01+C02)/2
15 ES=.003*(D-C0)/C0
EY=FY/2E6
IF (ES .GE. EY) THEN
    FS=FY
ELSE
    FS=ES*2E6
END IF
A1=0.8*C0
IF (A1.LE.T) THEN
    C=A1*C0*F2C*B
    TF=AS*FS
    IF (ABS(TF-C).LE.0.9) THEN
        A=0.8*C0
        WRITE(6,*) ' A = ',A
        WRITE(6,*) ' C = ',C
        WRITE(6,*) ' TF = ',TF
        MR=FR*TF*(D-0.8*C0/2)
        WRITE(6,600)MR
    ELSE
        IF (TF .LT. C) THEN
            C02=C0
            C0=(C0+C01)/2
        ELSE
            C01=C0
            C0=(C0+C02)/2
        END IF
        GO TO 15
    END IF
ELSE
    C1=0.85*B*F2C*T
    C2=0.85*B1*F2C*(C0-T)
    C=C1+C2
    TF=AS*FS
    IF (ABS(TF-C).LE.0.9) THEN
        A=0.8*C0
        WRITE(6,*) ' A = ',A
        WRITE(6,*) ' C = ',C
        WRITE(6,*) ' TF = ',TF
        M1=C1*(H/2-T/2)
        M2=C2*(H/2-(0.8*C0-T)/2)
        M3=TF*(H/2-R)
        MR=FR*(M1+M2+M3)
        WRITE(6,600)MR
    ELSE
        IF (TF .LT. C) THEN
            C02=C0
            C0=(C0+C01)/2

```

```
ELSE
  C01=C0
  C0=(C0+C02)/2
END IF
GO TO 15
END IF
END IF
600 FORMAT(2(/),70('='),2(/),'EL MOMENTO RESISTENTE ES:',/,T35,
  'MR = ',F10.2,'Kg-cm',2(/),70('='),/)
END
```

A P E N D I C E

2

PROGRAMA: UNSENTIDO

Este programa diseña losas que trabajan en una dirección.

Se proporcionan los datos siguientes:

- Resp = tipo de colado de los apoyos (monolítico (1), no monolítico (2))
- contest = define si la losa está expuesta a la intemperie (1) o no (2).
- ancho = ancho de los apoyos
- wu = carga de diseño
- f'c = resistencia especificada del concreto
- fy = esfuerzo de fluencia en el acero
- Uar = tipo de varilla del armado
- Ntabl = número de tableros en los que está dividida la losa.
- L(n) = longitud entre apoyos
- Op(n) = tipo de apoyo de la losa
- Nmom = número de momentos por tablero
- Mtab = momentos de cada tablero

Se obtienen las constantes f_w y f_c

Se calcula el momento máximo de los tableros, siendo este el momento de diseño (M_u).

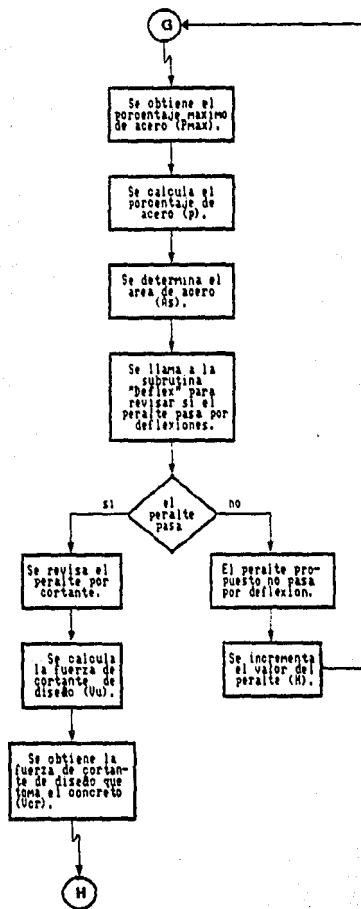
Se obtiene la longitud máxima entre apoyos (Long).

Se determina el porcentaje de acero recomendado (Prec).

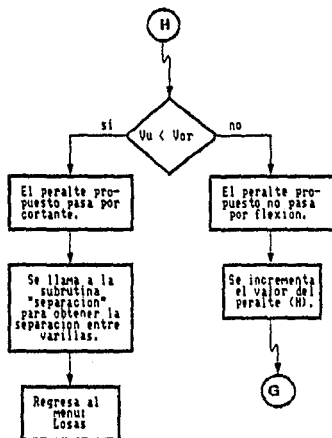
Se calcula el porcentaje total (A) de diseño.

G

(Continuacion programa Sussentido)



(Continuacion programa Sunsentido)




```

91      WRITE(6,903)N
        WRITE(6,*) '(1) Simplemente Apoyada'
        WRITE(6,*) '(2) Un Extremo Continuo'
        WRITE(6,*) '(3) Ambos Extremos Continuos'
        WRITE(6,*) '(4) Voladizo'
        WRITE(6,*)
        WRITE(6,*) 'LA OPCION DESEADA ES:'
        READ(5,*)OP(N)
        IF((OP(N).LT.1).OR.(OP(N).GT.4))THEN
            WRITE(6,*) '* ERROR * EN LA OPCION VUELVE A DIGITAR'
            GO TO 91
        END IF
    END DO
92      DO N=1,NTABL
        WRITE(6,910)N
        READ(5,*)NMOM
        IF (NMOM.LE.0)THEN
            WRITE(6,*) '* ERROR * NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'
            GO TO 92
        END IF
        DO Y=1,NMOM
            WRITE(6,911)Y
            READ(5,*)MTAB1(N,Y)
            IF (MTAB1(N,Y).LT.0)THEN
                MTAB(N,Y)=-MTAB1(N,Y)
            ELSE
                MTAB(N,Y)=MTAB1(N,Y)
            END IF
            MTAB(N,Y)=MTAB(N,Y)*1.E05
        END DO
    END DO
!CALCULAMOS EL PERALTE MINIMO PARA LA LOSA
DO N=1,NTABL
    IF (RESP.EQ.1) THEN
        L(N)=L(N)-ANCHO
    ELSE
        L1(N)=L(N)
        L2(N)=L(N)-ANCHO+L(N)/28
        IF (L1(N).LE.L2(N)) THEN
            L(N)=L1(N)
        ELSE
            L(N)=L2(N)
        END IF
    END IF
END DO
FOC=0.8*F1C
IF (FOC.LE.250)THEN
    F2C=0.85*FOC
ELSE
    F2C=(1.05-FOC/1250)*FOC
END IF
MU=0
DO N=1,NTABL
    DO Y=1,NMOM
        IF (MTAB(N,Y).GT.MU) MU = MTAB(N,Y)
    
```

```

      END DO
      END DO
      PREC=0.18*F1C/FY
      WRITE(6,*)'PREC=',PREC
      Q=PREC*FY/F2C
      WRITE(6,*)'Q=',Q
      D1=(MU/(90*F2C*D*(1-0.5*Q)))*0.5
      IF (D1.LT.8) D1=8
      H=D1+2.5
      LONG=0
      DO N=1,NTABL
         IF(L(N).GT.LONG) LONG=L(N)
      END DO
      WRITE(6,*)'-----'
      WRITE(6,*)
      WRITE(6,*)'EL PERALTE DE DISEÑO DE LA LOSA ES:'
      WRITE(6,*)
      WRITE(6,909)H
      WRITE(6,*)
      WRITE(6,*)'-----'
      WRITE(6,*)
      PMAX=F2C/FY*4800/(FY+6000)
      WRITE(6,*)'PMAX=',PMAX
      PMIN=0.7*F1C*0.5/FY
      IF (CONTEST.EQ.1) PMIN=2*PMIN
      DO N=1,NTABL
         DO Y=1,NMOM
            IF (H.LT.20)THEN
               DP=H-2
               DN=H-4
               IF (MTAB1(N,Y).GT.0)THEN
                  D=DP
               ELSE
                  D=DN
               END IF
            ELSE
               D=H-2
            END IF
            FAC=MTAB(N,Y)/(45*F2C*D**2)
            RAD=4-4*FAC
            IF (RAD.GE.0)THEN
               Q1=1+0.5*RAD*0.5
               Q2=1-0.5*RAD*0.5
            ELSE
               WRITE(6,*)'PROPON UN NUEVO PERALTE'
               WRITE(6,904)H
               WRITE(6,*)'EN CUANTO LO VAS A INCREMENTAR?'
               READ(5,*)INC
               H=H+INC
               WRITE(6,*)H
               GO TO 140
            END IF
            IF (Q1.LT.Q2)THEN
               Q=Q1
            ELSE

```

```

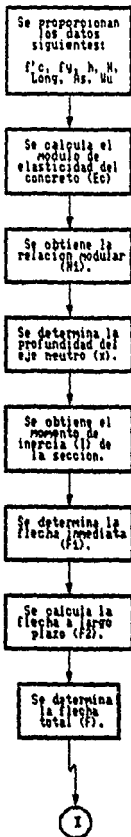
      Q=Q2
      END IF
      WRITE(6,*)'Q=' ,Q
      P=Q*F2C/FY
      WRITE(6,*)'P=' ,P
      IF (P.LT.PMIN) P=PMIN
      AS=100*P*D
      !SE REVISAS SI EL PERALTE PASA POR DEFLEXIONES
      CALL DEFLEX(F1C,FY,H,LONG,AS,WU,N,BAND)
      IF (BAND.EQ.1)THEN
        GO TO 140
      END IF
      !SE REVISAS SI EL PERALTE PASA POR FLEXION
      IF ((P.GT.PMAX))THEN
        WRITE(6,*)'EL PERALTE PROPUESTO NO PASA POR FLEXION'
        WRITE(6,904)H
        WRITE(6,*)'EN CUANTO LO VAS A INCREMENTAR?'
        READ(5,*)INC
        H=H+INC
        WRITE(6,*)H
        TO 140
      END IF
      !SE REVISAS SI EL PERALTE PASA POR CORTANTE
      VU=1.15*WU*(L(N)+H)/2
      VCR=40*D*FOC**0.5
      WRITE(6,*)'VCR=' ,VCR,'VU=' ,VU
      IF(VCR.LT.VU)THEN
        WRITE(6,*)'EL PERALTE PROPUESTO NO PASA POR CORTANTE'
        WRITE(6,904)H
        WRITE(6,*)'EN CUANTO LO VAS A INCREMENTAR?'
        READ(5,*)INC
        H=H+INC
        GO TO 140.
      END IF
      !SE HACEN LOS CALCULOS PARA OBTENER LA SEPARACION DE VARILLAS
      CALL SEPARACION(H,FY,AV,P,D,S,S1,CONTEST)
      SEP(N,Y)=S
      IF (S1.LE.50)THEN
        SEPAR(N,Y)=S1
      ELSE
        SEPAR(N,Y)=50
      END IF
    END DO
  END DO
  WRITE(6,920)
  DO N=1,NTABL
    DO Y=1,NMOM
      WRITE(6,935)N,OP(N),MTAB(N,Y),SEP(N,Y),SEPAR(N,Y)
    END DO
  END DO
901 FORMAT(' DAME LA LONGITUD ENTRE APOYOS DEL TABLERO ',I2,'[Cm.]:')
903 FORMAT(' LAS CONDICIONES DE APOYO DEL TABLERO ',I2,' SON:')
904 FORMAT(' ES NECESARIO AUMENTAR EL VALOR DE ',I2)
909 FORMAT('T35, 'H =',I3)
910 FORMAT(' CUANTOS MOMENTOS DE DISEÑO TIENE EL TABLERO ',I2,' :')

```

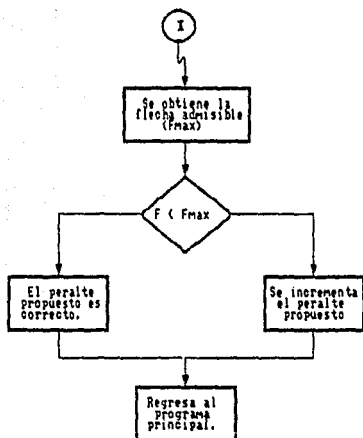
```
911 FORMAT(' DAME EL VALOR DEL MOMENTO [T-M] ',I2,' CON SU SIGNO:')
920 FORMAT(2(/,80('-'),/,T3,'TABLERO',2X,'TIPO DE',5X,
.      'MOMENTO',5X,'SEPARACION',5X,'SEPARACION',/,T3,'NUMERO',
.      3X,'TABLERO',5X,'[kg-cm]',5X,'TEORICA [cm]',3X,
.      'TRANSVERSAL [cm]',/,80('-'))
935 FORMAT(2(/,T5,I2,8X,I1,5X,F11.1,8X,I2,11X,I2,2(/,80('-'))
940 FORMAT(80('-'))
CALL EXIT
END
```

SUBROUTINA: DEFLEX

Este programa calcula las deflexiones a corto y a largo plazo.



<Continuacion subrutina deflex>



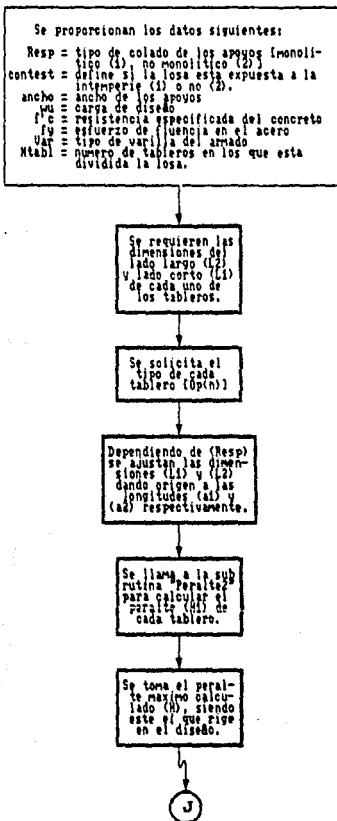
```

SUBROUTINE DEFLEX(F1C,FY,H,LONG,AS,WU,N,BAND)
IMPLICIT NONE
REAL*8      EC,F1C,FY,N,RAD,X,I,WU,LONG,F1,F2,F,FMAX,AS,N1,INC
INTEGER*2   D,BAND,H
EC=10000*F1C**0.5
N1=2E6/EC
!CALCULO DE LA PROFUNDIDAD DEL EJE NEUTRO
D=H-2
RAD=(N1*AS/50)**2+4*(N1*AS*D/50)
IF (RAD.GE.0)THEN
  X=(-N1*AS/50+RAD**0.5)*0.5
  !CALCULO DEL MOMENTO DE INERCIA
  I=100*X**3/3+N1*AS*(D-X)**2
  !CALCULO DE LA FLECHA INMEDIATA
  F1=5*WU*LONG**4/(384*EC*I)
  !CALCULO DE LA FLECHA A LARGO PLAZO
  F2=2*F1
  F=F1+F2
  !FLECHA ADMISIBLE
  FMAX=0.5+LONG/240
  WRITE(6,*)'F =',F,' FMAX =',FMAX
  WRITE(9,*)'F =',F,' FMAX =',FMAX
  WRITE(6,*)
  WRITE(9,*)
  IF (F.LE.FMAX)THEN
    WRITE(6,*)'SE ADMITE EL PERALTE POR DEFLEXIONES'
    WRITE(9,*)'SE ADMITE EL PERALTE POR DEFLEXIONES'
    WRITE(6,*)
    WRITE(9,*)
    BAND=0
  ELSE
    WRITE(6,*)'EL PERALTE NO PASA POR DEFLEXIONES'
    WRITE(9,*)'EL PERALTE NO PASA POR DEFLEXIONES'
    WRITE(6,*)'EN CUANTO LO VAS A INCREMENTAR?'
    WRITE(9,*)'EN CUANTO LO VAS A INCREMENTAR?'
    WRITE(6,*)
    WRITE(9,*)
    READ(5,*)INC
    WRITE(9,*)INC
    WRITE(6,*)
    WRITE(9,*)
    H=H+INC
    WRITE(6,10)H
    WRITE(9,10)H
    WRITE(6,*)
    WRITE(9,*)
    BAND=1
  END IF
END IF
10  FORMAT(' EL NUEVO PERALTE ES: ',I3)
END

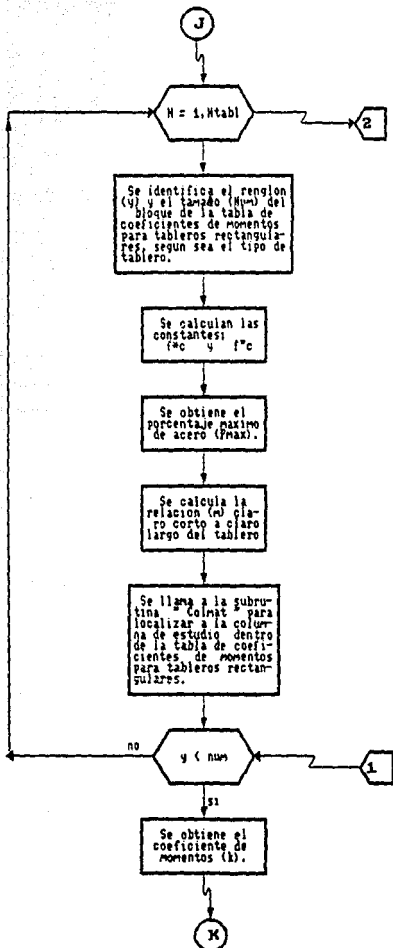
```


PROGRAMA: PERIM

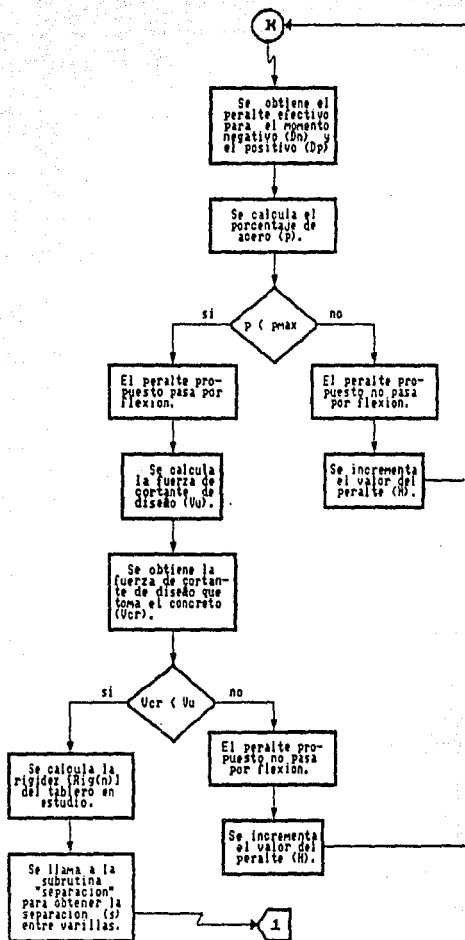
Este programa diseña losas perimetralmente apoyadas.



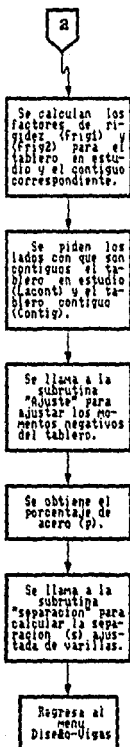
(Continuacion programa perim)



(Continuacion programa perim)



(Continuacion programa perim)




```

WRITE(6,*)' * ERROR * EN LA OPCION VUELVE A DIGITAR'
GO TO 20
END IF
WRITE(6,*)CONTEST
30 WRITE(6,*)' CUAL ES EL ANCHO DE LOS APOYOS? [cm]'
READ(5,*)ANCHO
IF (ANCHO.LE.0)THEN
WRITE(6,*)' * ERROR * NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS'
GO TO 30
END IF
WRITE(6,*)ANCHO
40 WRITE(6,*)' CUAL ES LA CARGA DE DISEÑO? [Kg/m2]'
READ(5,*)WU
IF (WU.LE.0)THEN
WRITE(6,*)' * ERROR * NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS'
GO TO 40
END IF
WRITE(6,*)WU
50 WRITE(6,*)' DAME F1C: [kg/cm2]'
READ(5,*)F1C
IF (F1C.LE.0)THEN
WRITE(6,*)' * ERROR * NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS'
GO TO 50
END IF
WRITE(6,*)F1C
60 WRITE(6,*)' DAME FY: [kg/cm2]'
READ(5,*)FY
IF (FY.LE.0)THEN
WRITE(6,*)' * ERROR * NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS'
GO TO 60
END IF
WRITE(6,*)FY
70 WRITE(6,*)' CON QUE NUMERO DE VARILLA QUIERES ARMAR LA LOSA?'
WRITE(6,*)' (1) VARILLA DEL NUMERO 2.5'
WRITE(6,*)' (2) VARILLA DEL NUMERO 3'
WRITE(6,*)' (3) VARILLA DEL NUMERO 4'
READ(5,*)VAR
IF ((VAR.LT.1).OR.(VAR.GT.3))THEN
WRITE(6,*)' * ERROR * EN LA OPCION VUELVE A DIGITAR'
GO TO 70
END IF
WRITE(6,*)VAR
GO TO (71,72,73),VAR
71 AS=0.49
GO TO 80
72 AS=0.71
GO TO 80
73 AS=1.27
80 WRITE(6,*)' EN CUANTOS TABLEROS ESTA DIVIDIDA LA LOSA?'
READ(5,*)NTABL
IF (NTABL.LE.0) THEN
WRITE(6,*)' * ERROR * NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS'
GO TO 80
END IF
WRITE(6,*)NTABL

```



```

READ(5,*)OP(N)
IF((OP(N).LT.1).OR.(OP(N).GT.5))THEN
  WRITE(6,*)' * ERROR * EN LA OPCION VUELVE A DIGITAR'
  GO TO 100
END IF
WRITE(6,*)OP(N)
END DO
!CALCULAMOS EL PERALTE MINIMO PARA LA LOSA
DO N=1,30
  H1(N)=0
END DO
DO N=1,NTABL
  IF (RESP.EQ.1) THEN
    A1(N)=L1(N)-ANCHO
    A2(N)=L2(N)-ANCHO
  ELSE
    A1(N)=L1(N)
    A2(N)=L2(N)
  END IF
  CALL PERALTE2(A1(N),A2(N),OP(N),ANCHO,H1(N),WU,RESP,FY)
END DO
H=MAX(H1(1),H1(2),H1(3),H1(4),H1(5),H1(6),H1(7),H1(8),H1(9),
      H1(10),H1(11),H1(12),H1(13),H1(14),H1(15),H1(16),H1(17),
      H1(18),H1(19),H1(20),H1(21),H1(22),H1(23),H1(24),H1(25),
      H1(26),H1(27),H1(28),H1(29),H1(30))
WRITE(6,*)'-----'
WRITE(6,*)
WRITE(6,*)'EL PERALTE DE DISEÑO DE LA LOSA ES:'
WRITE(6,*)
WRITE(6,909)H
WRITE(6,*)'-----'
WRITE(6,*)
DO N=1,NTABL
  GO TO (102,103,104,105,106),OP(N)
102  Y=1
     NUM=4
     GO TO 120
103  Y=5
     NUM=9
     GO TO 120
104  Y=10
     NUM=14
     GO TO 120
105  Y=15
     NUM=20
     GO TO 120
106  Y=21
     NUM=24
     !COMENZAMOS LOS CALCULOS
120  FOC=0.8*FIC
     IF (FOC.LE.250)THEN
       F2C=0.85*FOC
     ELSE
       F2C=(1.05-FOC/1250)*FOC
     END IF

```



```

IF (CONTEST.EQ.1) THEN
  PMIN=0.004
ELSE
  PMIN=0.002
END IF
PMAF=F2C/FY*4800/(FY+6000)
M=A1(N)/A2(N)
!SE PROCEDE A CALCULAR LA COLUMNA DE LA MATRIZ PARA OBTENER K
CALL COLMAT(M,X,X1,X2,W1,W2,RESP)
!EL SIGUIENTE CALCULO ES PARA OBTENER EL VALOR DE K
CONT=1
DO WHILE (Y.LE.NUM)
  IF (X1.LT.1) THEN
    K(N,Y)=MAT(Y,X)
  ELSE
    KA=MAT(Y,X1)
    KB=MAT(Y,X2)
    XA=(M-W1)*(X2-X1)/(W2-W1)+X1
    K(N,Y)=(XA-X1)*(KB-KA)/(X2-X1)+KA
  END IF
  K(N,Y)=K(N,Y)*1E-4
  MTAB(N,Y)=K(N,Y)*WU*A1(N)**2*1E-2
  IF (H.LT.20) THEN
    DP=H-2
    DN=H-4
    IF ((Y.EQ.3).OR.(Y.EQ.4).OR.(Y.EQ.8).OR.(Y.EQ.9).OR.
      (Y.EQ.13).OR.(Y.EQ.14).OR.(Y.EQ.19).OR.(Y.EQ.20)
      .OR.(Y.EQ.23).OR.(Y.EQ.24)) THEN
      D(N)=DP
    ELSE
      D(N)=DN
    END IF
  ELSE
    D(N)=H-2
  END IF
  FAC=MTAB(N,Y)/(45*F2C*D(N)**2)
  RAD=4-4*FAC
  IF (RAD.GE.0) THEN
    Q1=1+0.5*RAD**0.5
    Q2=1-0.5*RAD**0.5
  ELSE
    WRITE(6,*) 'PROPON UN NUEVO PERALTE'
    WRITE(6,904)H
    WRITE(6,*) 'EN CUANTO LO VAS A INCREMENTAR?'
    READ(5,*)INC
    H=H+INC
    WRITE(6,911)H
    GO TO 140
  END IF
  IF (Q1.LT.Q2) THEN
    Q=Q1
  ELSE
    Q=Q2
  END IF
  P=Q*F2C/FY

```

140

141

```

IF ((P.GT.PMAX))THEN
WRITE(6,*)'EL PERALTE PROPUESTO NO PASA POR FLEXION'
WRITE(6,904)H
142 WRITE(6,*)'EN CUANTO LO VAS A INCREMENTAR?'
READ(5,*)INC
H=H+INC
WRITE(6,911)H
GO TO 140
END IF
150 VU=(0.5*A1(N)/100-D(N)/100)*WU/(1+(A1(N)/A2(N))**.6)
IF((OP(N).EQ.2).OR.(OP(N).EQ.3).OR.(OP(N).EQ.4)) THEN
VU=VU*.15
END IF
VCR=40*D(N)*FOC**.5
IF(VCR.LT.VU)THEN
WRITE(6,*)'EL PERALTE PROPUESTO NO PASA POR CORTANTE'
WRITE(6,904)H
151 WRITE(6,*)'EN CUANTO LO VAS A INCREMENTAR?'
READ(5,*)INC
H=H+INC
WRITE(6,911)H
GO TO 140
END IF
RIG(N)=(H-2)**3/A1(N)
!SE HACEN LOS CALCULOS PARA OBTENER LA SEPARACION DE VARILLAS
CALL SEPARACION(H,FY,AS,P,D(N),S,CONTEST)
SEP(N,Y)=S
Y=Y+1
CONT=CONT+1
END DO
END DO
DO N=1,NTABL
DO I=1,4
IF(CTAB(N,I).NE.0)THEN
IF(N.GE.CTAB(N,I))THEN
SUMR=RIG(N)+RIG(CTAB(N,I))
FRIG1=RIG(N)/SUMR
FRIG2=RIG(CTAB(N,I))/SUMR
WRITE(6,*)
WRITE(6,907)N,CTAB(N,I)
WRITE(6,*)
210 WRITE(6,908)N
WRITE(6,*)' (1) CORTO'
WRITE(6,*)' (2) LARGO'
READ(5,*)LACONT
IF((LACONT.LT.1).OR.(LACONT.GT.2)) THEN
WRITE(6,*)' * ERROR * VUELVE A DIGITAR LA OPCION'
GO TO 210
END IF
WRITE(6,*)LACONT
WRITE(6,*)
220 WRITE(6,908)CTAB(N,I)
WRITE(6,*)' (1) CORTO'
WRITE(6,*)' (2) LARGO'
READ(5,*)CONTIG

```

```

IF((CONTIG.LT.1).OR.(CONTIG.GT.2)) THEN
  WRITE(6,*)' * ERROR * VUELVE A DIGITAR LA OPCION'
  GO TO 220
END IF
WRITE(6,*)CONTIG
!SE HACEN LOS CALCULOS PARA OBTENER LOS MOMENTOS (-) AJUSTADOS
CALL AJUSTE(LACONT,CONTIG,OP,MTAB,CTAB,MAJUSTE,N,I,
  RESP,FRIG1,FRIG2)
END IF
END IF
END DO
END DO
DO N=1,NTABL
  DO Y=1,24
    IF((Y.EQ.1).OR.(Y.EQ.2).OR.(Y.EQ.5).OR.(Y.EQ.6).OR.
      (Y.EQ.10).OR.(Y.EQ.11).OR.(Y.EQ.15).OR.(Y.EQ.16)
      .OR.(Y.EQ.21).OR.(Y.EQ.22))THEN
      IF (MAJUSTE(N,Y).GT.0)THEN
        IF (H.LT.20) THEN
          D(N)=H-4
        ELSE
          D(N)=H-2
        END IF
        FAC=MAJUSTE(N,Y)/(45*F2C*D(N)**2)
        RAD=4-4*FAC
        IF (RAD.GE.0)THEN
          Q1=1+0.5*RAD**0.5
          Q2=1-0.5*RAD**0.5
        END IF
        IF (Q1.LT.Q2)THEN
          Q=Q1
        ELSE
          Q=Q2
        END IF
        P=Q*F2C/FY
        !SE CALCULA LA SEPARACION ENTRE VARILLAS
        S=0
        CALL SEPARACION(H,FY,AS,P,D(N),S,CONTEST)
        SEPAR(N,Y)=S
      END IF
    END IF
  END DO
END DO
WRITE(6,920)
DO N=1,NTABL
  DO Y=1,24
    IF (MTAB(N,Y).NE.0)THEN
      IF (SEPAR(N,Y).NE.0)THEN
        WRITE(6,930)N,OP(N),Y,K(N,Y),MTAB(N,Y),MAJUSTE(N,Y),
          SEPAR(N,Y),SEPAR(N,Y)
      ELSE
        WRITE(6,930)N,OP(N),Y,K(N,Y),MTAB(N,Y),MAJUSTE(N,Y),
          SEPAR(N,Y)
      END IF
    END IF
  END IF
END IF

```

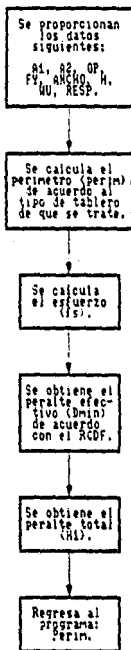
```

        END DO
        WRITE(6,940)
    END DO
    CALL EXPLICA
901  FORMAT(' DAME LAS LONGITUDES DEL TABLERO:',I2)
902  FORMAT(' EL TABLERO',I2,' ES CONTIGUO CON: ')
903  FORMAT(' EL TABLERO',I2,' ES:')
904  FORMAT(' ES NECESARIO AUMENTAR EL VALOR DE',I2)
907  FORMAT(' EL TABLERO',I2,' Y EL TABLERO',I2,' SON CONTIGUOS')
908  FORMAT(' EL LADO CON QUE ES CONTIGUO EL TABLERO',I2)
909  FORMAT(45X,'H =',I3)
910  FORMAT(T33,' EL TABLERO ',*)
911  FORMAT('EL NUEVO PERALTE ES: ',I3)
912  FORMAT(T50,I3)
920  FORMAT(5(/,80('-'),/,T3,'TABLERO',2X,'TIPO DE',2X,'TIPO DE',
.      3X,'COEFICIENTE',3X,'MOMENTO',5X,'MOMENTO',3X,
.      'SEPARACION [cm]',/,T3,'NUMERO',3X,'TABLERO',2X,
.      'MOMENTO',8X,'K',8X,'[kg-cm]',5X,'AJUSTADO',3X,
.      'TEOR. AJUST.',/,80('-'))
930  FORMAT(2(/,T5,I2,8X,I1,8X,I2,7X,F8.7,3X,F9.2,3X,F9.2,5X,
.      I2,5X,I2)
935  FORMAT(2(/,T5,I2,8X,I1,8X,I2,7X,F8.7,3X,F9.2,3X,F9.2,6X,
.      I2)
940  FORMAT(80('-'))
    END

```

SUBROUTINA: PERALTE2

Este programa calcula el peralte mínimo de cada uno de los tableros de la losa.



```

SUBROUTINE PERALTE2(A1,A2,OP,ANCHO,H1,WU,RESP,FY)
IMPLICIT NONE
REAL*4 PERIM,A1,A2,FY,ANCHO,DMIN,FS,WU
INTEGER*2 OP,H1,N,NTABL,RESP
!ESTIMACION DEL PERALTE EFECTIVO
IF ((OP.EQ.1).OR.(OP.EQ.5)) THEN
  PERIM=2*(A1+A2)
ELSE IF((OP.EQ.2).AND.(RESP.EQ.2)) THEN
  PERIM=2*(A1+A2)+0.5*A1
ELSE IF((OP.EQ.2).AND.(RESP.EQ.1)) THEN
  PERIM=2*(A1+A2)+0.25*A1
ELSE IF((OP.EQ.3).AND.(RESP.EQ.2)) THEN
  PERIM=2*(A1+A2)+0.5*A2
ELSE IF((OP.EQ.3).AND.(RESP.EQ.1)) THEN
  PERIM=2*(A1+A2)+0.25*A2
ELSE IF((OP.EQ.4).AND.(RESP.EQ.2)) THEN
  PERIM=2.5*(A1+A2)
ELSE IF((OP.EQ.4).AND.(RESP.EQ.1)) THEN
  PERIM=2.25*(A1+A2)
ELSE IF((OP.EQ.5).AND.(RESP.EQ.2)) THEN
  PERIM=3*(A1+A2)
ELSE IF((OP.EQ.5).AND.(RESP.EQ.1)) THEN
  PERIM=2.5*(A1+A2)
END IF
FS=0.6*FY
IF((FS.LE.2000).AND.(WU.LE.380)) THEN
  DMIN=PERIM/300
ELSE
  DMIN=PERIM/300*0.034*(FS*WU/1.4)**0.25
END IF
H1=DMIN+2.5
IF (H1.LT. 8) THEN
  H1=8
END IF
CONTINUE
END

```

SUBROUTINA: COLMAT

Este programa identifica la columna de la tabla de coeficientes de momentos para tableros rectangulares.



```

SUBROUTINE COLMAT(M,X,X1,X2,W1,W2,RESP)
IMPLICIT NONE
REAL*4 X,X1,X2,W1,W2,M
INTEGER*2 RESP
  IF(RESP.EQ.1) THEN
    IF(M.EQ.0) THEN
      X=1
    ELSE IF(M.EQ.0.5) THEN
      X=3
    ELSE IF((M.GT.0).AND.(M.LT.0.5)) THEN
      X1=1
      W1=0
      X2=3
      W2=0.5
    ELSE IF(M.EQ.0.6) THEN
      X=5
    ELSE IF((M.GT.0.5).AND.(M.LT.0.6)) THEN
      X1=3
      W1=0.5
      X2=5
      W2=0.6
    ELSE IF(M.EQ.0.7) THEN
      X=7
    ELSE IF((M.GT.0.6).AND.(M.LT.0.7)) THEN
      X1=5
      W1=0.6
      X2=7
      W2=0.7
    ELSE IF(M.EQ.0.8) THEN
      X=9
    ELSE IF((M.GT.0.7).AND.(M.LT.0.8)) THEN
      X1=7
      W1=0.7
      X2=9
      W2=0.8
    ELSE IF(M.EQ.0.9) THEN
      X=11
    ELSE IF((M.GT.0.8).AND.(M.LT.0.9)) THEN
      X1=9
      W1=0.8
      X2=11
      W2=0.9
    ELSE IF(M.EQ.1) THEN
      X=13
    ELSE IF((M.GT.0.9).AND.(M.LT.1)) THEN
      X1=11
      W1=0.9
      X2=13
      W2=1
    END IF
  ELSE
    IF(M.EQ.0) THEN
      X=2
    ELSE IF(M.EQ.0.5) THEN
      X=4
    
```



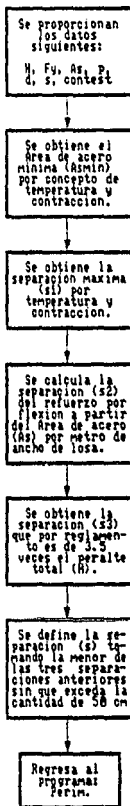
```

ELSE IF((M.GT.0).AND.(M.LT.0.5)) THEN
    X1=2
    W1=0
    X2=4
    W2=0.5
ELSE IF(M.EQ.0.6) THEN
    X=6
ELSE IF((M.GT.0.5).AND.(M.LT.0.6)) THEN
    X1=4
    W1=0.5
    X2=6
    W2=0.6
ELSE IF(M.EQ.0.7) THEN
    X=8
ELSE IF((M.GT.0.6).AND.(M.LT.0.7)) THEN
    X1=6
    W1=0.6
    X2=8
    W2=0.7
ELSE IF(M.EQ.0.8) THEN
    X=10
ELSE IF((M.GT.0.7).AND.(M.LT.0.8)) THEN
    X1=8
    W1=0.7
    X2=10
    W2=0.8
ELSE IF(M.EQ.0.9) THEN
    X=12
ELSE IF((M.GT.0.8).AND.(M.LT.0.9)) THEN
    X1=10
    W1=0.8
    X2=12
    W2=0.9
ELSE IF(M.EQ.1) THEN
    X=14
ELSE IF((M.GT.0.9).AND.(M.LT.1)) THEN
    X1=12
    W1=0.9
    X2=14
    W2=1
    END IF
END IF
CONTINUE
END

```

SUBROUTINA: SEPARACION

Este programa calcula la separacion maxima de varillas.



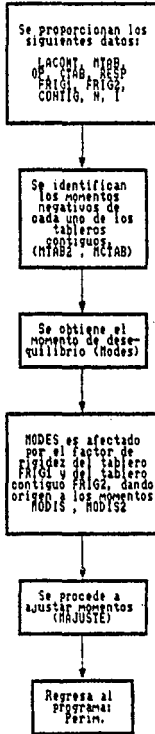
```

SUBROUTINE SEPARACION(H,FY,AV,P,D,S,CONTEST)
IMPLICIT NONE
REAL*8 S1,S2,S3,FY,AV,P,ASM,ASMIN
INTEGER*2 H,D,S,CONTEST
ASM=450*H/(FY*(H+100))
IF (CONTEST.EQ.1) THEN
  ASMIN=200*ASM
ELSE
  ASMIN=100*ASM
END IF
S1=100*AV/ASMIN
S2=AV/(P*D)
S3=3.5*H
IF(S3.LT.50)THEN
  IF(S1.LT.S3)THEN
    IF(S1.LT.S2)THEN
      S=S1
    ELSE
      IF(S2.LT.S3)THEN
        S=S2
      ELSE
        S=S3
      END IF
    END IF
  ELSE
    IF(S2.LT.S3)THEN
      S=S2
    ELSE
      S=S3
    END IF
  END IF
ELSE
  IF(S1.LT.50)THEN
    IF(S1.LT.S2)THEN
      S=S1
    ELSE
      IF(S2.LT.50)THEN
        S=S2
      ELSE
        S=50
      END IF
    END IF
  ELSE
    IF(S2.LT.50)THEN
      S=S2
    ELSE
      S=50
    END IF
  END IF
END IF
CONTINUE
END

```

SUBROUTINA: AJUSTE

Este programa ajusta los momentos de los tableros contiguos de la losa.



```

SUBROUTINE AJUSTE(LACONT,CONTIG,OP,MTAB,CTAB,MAJUSTE,N,
  I,RESP,FRIG1,FRIG2)
* IMPLICIT NONE
REAL*4 MTAB(30,24),MTAB2,MCTAB,MODES,MODIS,MODIS2,
* MFINAL(30,2),MAJUSTE(30,24),FRIG1,FRIG2
INTEGER*2 LACONT,CONTIG,OP(30),CTAB(30,4),N,I,Y,RESP
IF(LACONT.EQ.2) THEN
  IF(OP(N).EQ.1)THEN
    MTAB2=MTAB(N,1)
  ELSE IF(OP(N).EQ.2)THEN
    MTAB2=MTAB(N,5)
  ELSE IF(OP(N).EQ.3)THEN
    MTAB2=MTAB(N,10)
  ELSE IF(OP(N).EQ.4)THEN
    MTAB2=MTAB(N,15)
  ELSE IF(OP(N).EQ.5)THEN
    MTAB2=MTAB(N,21)
  END IF
ELSE
  IF(OP(N).EQ.1)THEN
    MTAB2=MTAB(N,2)
  ELSE IF(OP(N).EQ.2)THEN
    MTAB2=MTAB(N,6)
  ELSE IF(OP(N).EQ.3)THEN
    MTAB2=MTAB(N,11)
  ELSE IF(OP(N).EQ.4)THEN
    MTAB2=MTAB(N,16)
  ELSE IF(OP(N).EQ.5)THEN
    MTAB2=MTAB(N,22)
  END IF
END IF
IF(CONTIG.EQ.2) THEN
  IF(OP(CTAB(N,I)).EQ.1)THEN
    MCTAB=MTAB(CTAB(N,I),1)
  ELSE IF(OP(CTAB(N,I)).EQ.2)THEN
    MCTAB=MTAB(CTAB(N,I),5)
  ELSE IF(OP(CTAB(N,I)).EQ.3)THEN
    MCTAB=MTAB(CTAB(N,I),10)
  ELSE IF(OP(CTAB(N,I)).EQ.4)THEN
    MCTAB=MTAB(CTAB(N,I),15)
  ELSE IF(OP(CTAB(N,I)).EQ.5)THEN
    MCTAB=MTAB(CTAB(N,I),21)
  END IF
ELSE
  IF(OP(CTAB(N,I)).EQ.1)THEN
    MCTAB=MTAB(CTAB(N,I),2)
  ELSE IF(OP(CTAB(N,I)).EQ.2)THEN
    MCTAB=MTAB(CTAB(N,I),6)
  ELSE IF(OP(CTAB(N,I)).EQ.3)THEN
    MCTAB=MTAB(CTAB(N,I),11)
  ELSE IF(OP(CTAB(N,I)).EQ.4)THEN
    MCTAB=MTAB(CTAB(N,I),16)
  ELSE IF(OP(CTAB(N,I)).EQ.5)THEN
    MCTAB=MTAB(CTAB(N,I),22)
  END IF

```

```

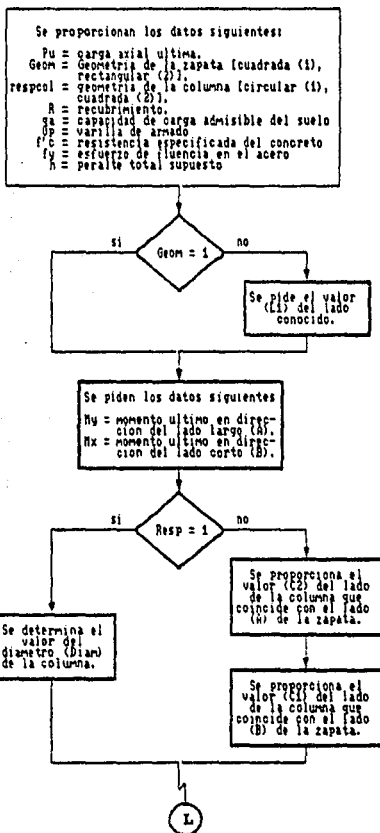
END IF
IF (RESP.EQ.1) THEN
  MODES=ABS(MTAB2-MCTAB)*2/3
ELSE
  MODES=ABS(MTAB2-MCTAB)
END IF
MODIS=FRIG1*MODES
MODIS2=FRIG2*MODES
IF (MTAB2.GT.MCTAB) THEN
  MFINAL(N,LACONT)=MTAB2-MODIS
  MFINAL(CTAB(N,I),CONTIG)=MCTAB+MODIS2
ELSE
  MFINAL(N,LACONT)=MTAB2+MODIS
  MFINAL(CTAB(N,I),CONTIG)=MCTAB-MODIS2
END IF
GO TO (300,301,302,303,304),OP(N)
300 MAJUSTE(N,1)=MFINAL(N,2)
   MAJUSTE(N,2)=MFINAL(N,1)
   GO TO 305
301 MAJUSTE(N,5)=MFINAL(N,2)
   MAJUSTE(N,6)=MFINAL(N,1)
   GO TO 305
302 MAJUSTE(N,10)=MFINAL(N,2)
   MAJUSTE(N,11)=MFINAL(N,1)
   GO TO 305
303 MAJUSTE(N,15)=MFINAL(N,2)
   MAJUSTE(N,16)=MFINAL(N,1)
   GO TO 305
304 MAJUSTE(N,21)=MFINAL(N,2)
   MAJUSTE(N,22)=MFINAL(N,1)
305 GO TO (306,307,308,309,310),OP(CTAB(N,I))
306 MAJUSTE(CTAB(N,I),1)=MFINAL(CTAB(N,I),2)
   MAJUSTE(CTAB(N,I),2)=MFINAL(CTAB(N,I),1)
   GO TO 311
307 MAJUSTE(CTAB(N,I),5)=MFINAL(CTAB(N,I),2)
   MAJUSTE(CTAB(N,I),6)=MFINAL(CTAB(N,I),1)
   GO TO 311
308 MAJUSTE(CTAB(N,I),10)=MFINAL(CTAB(N,I),2)
   MAJUSTE(CTAB(N,I),11)=MFINAL(CTAB(N,I),1)
   GO TO 311
309 MAJUSTE(CTAB(N,I),15)=MFINAL(CTAB(N,I),2)
   MAJUSTE(CTAB(N,I),16)=MFINAL(CTAB(N,I),1)
   GO TO 311
310 MAJUSTE(CTAB(N,I),21)=MFINAL(CTAB(N,I),2)
   MAJUSTE(CTAB(N,I),22)=MFINAL(CTAB(N,I),1)
311 CONTINUE
END

```

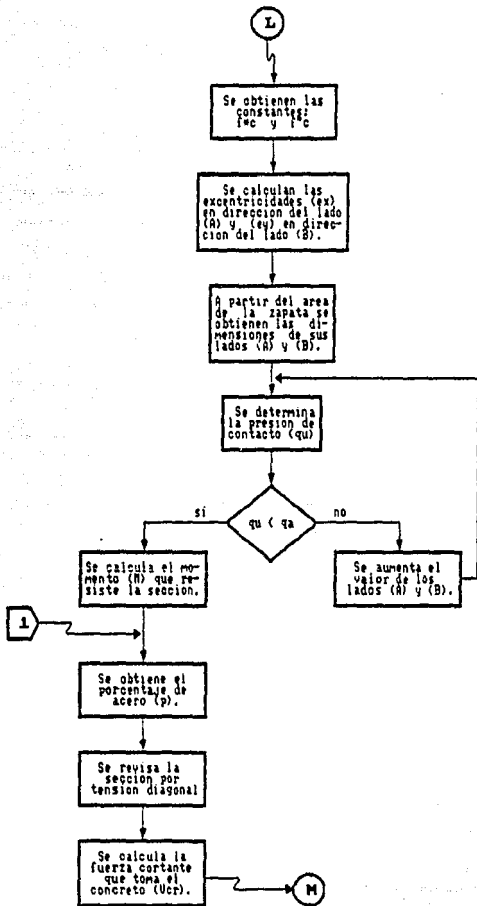
APENDICE

PROGRAMA: ZAPATA

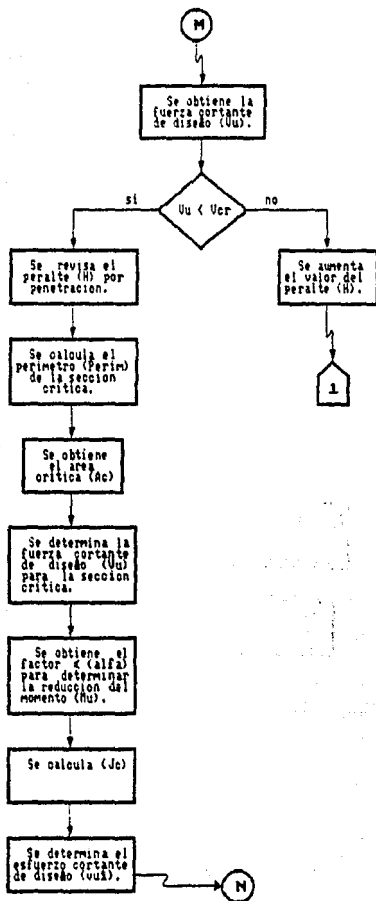
Este programa diseña zapatas aisladas rectangulares o cuadradas.



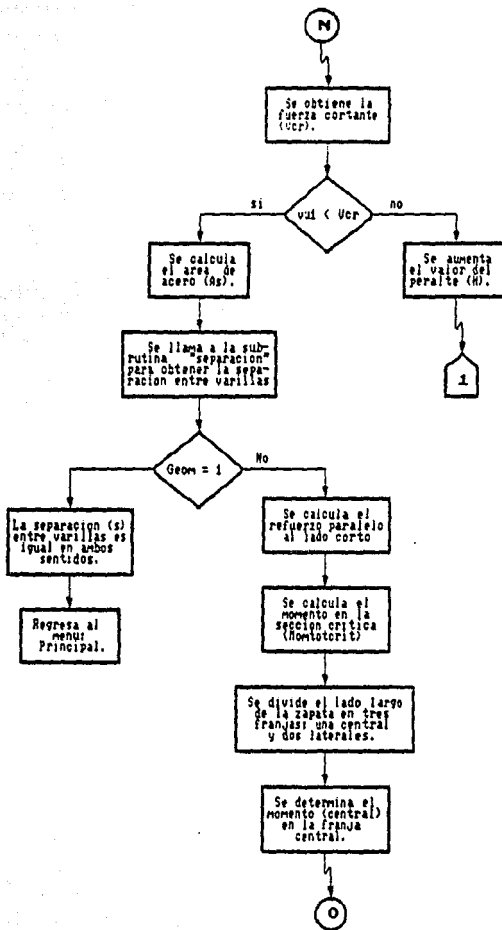
(Continuacion programa zapata)



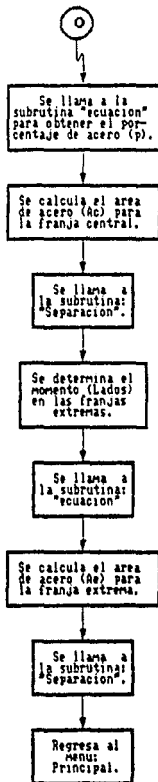
(Continuacion programa zapata)



(Continuacion programa zapata)



(Continuacion programa zapata)



!ESTE PROGRAMA CALCULA ZAPATAS AISLADAS

IMPLICIT NONE

REAL*8 PU,MX,MY,C1,C2,DIAM,QA,AV,L,F2C,F1C,F0C,FY,A,B,L1,L2,
QU,R,INC,PERIM,AC,ALFA,JC,MU,MOMCRIT,CENTRAL,LADOS,
VU,VCR,M,EX,EY,AS,D,VU1,P,VARDIAM,AE,PMIN,VU2,PMAX

INTEGER*4 RESPCOL,GEOM,H,S,OP,IMPRESION,LIB\$SPAWN

WRITE(6,*)'*****'

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

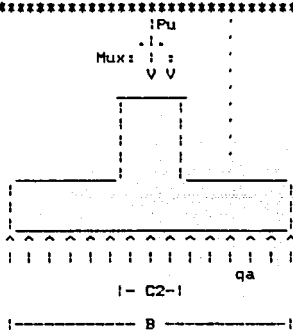
WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)

BIENVENIDOS AL PROGRAMA'
PARA EL DISEÑO DE ZAPATAS AISLADAS'



1 WRITE(6,*)'NOTA: EL MUY ES PERPENDICULAR AL LADO B'

WRITE(6,*)'DAME EL VALOR DE LA CARGA AXIAL ULTIMA (TON):'

READ(5,*)PU

PU=PU*1000

IF (PU.LT.0)THEN

WRITE(6,*)' * ERROR* NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS'

GO TO 1

END IF

2 WRITE(6,*)'LA ZAPATA QUE SE VA A DISEÑAR ES:'

WRITE(6,*)

WRITE(6,*)' (1) Cuadrada'

WRITE(6,*)' (2) Rectangular'

READ(5,*)GEOM

IF ((GEOM.LT.1).OR.(GEOM.GT.2))THEN

WRITE(6,*)' * ERROR* VUELVE A DIGITAR LA OPCION'

GO TO 2

END IF

IF (GEOM.EQ.1)THEN

3 WRITE(6,*)'DAME EL VALOR DEL MOMENTO ULTIMO MY EN'

WRITE(6,*)'DIRECCION DEL LADO A [Ton-m]:'

READ(5,*)MY

IF (MY.LT.0)THEN

WRITE(6,*)' * ERROR* NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS'

```

        GO TO 3
    END IF
    MY=MY*1E5
4    WRITE(6,*) 'DAME EL VALOR DEL MOMENTO ULTIMO MX EN'
    WRITE(6,*) 'DIRECCION DEL LADO B [Ton-m]:'
    READ(5,*)MX
    IF (MX.LT.0)THEN
        WRITE(6,*) '* ERROR* NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS*'
        GO TO 4
    END IF
    MX=MX*1E5
ELSE
5    WRITE(6,*) 'CUAL ES LA LONGITUD DEL LADO CONOCIDO'
    WRITE(6,*) 'DE LA ZAPATA? [M]'
    READ(5,*)L1
    IF (L1.LT.0)THEN
        WRITE(6,*) '* ERROR* NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS*'
        GO TO 5
    END IF
    L1=L1*100
6    WRITE(6,*) 'DAME EL VALOR DEL MOMENTO ULTIMO MY EN'
    WRITE(6,*) 'DIRECCION DEL LADO LARGO A [Ton-m]:'
    READ(5,*)MY
    IF (MY.LT.0)THEN
        WRITE(6,*) '* ERROR* NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS*'
        GO TO 6
    END IF
    MY=MY*1E5
7    WRITE(6,*) 'DAME EL VALOR DEL MOMENTO ULTIMO MX EN'
    WRITE(6,*) 'DIRECCION DEL LADO CORTO B [Ton-m]:'
    READ(5,*)MX
    IF (MX.LT.0)THEN
        WRITE(6,*) '* ERROR* NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS*'
        GO TO 7
    END IF
    MX=MX*1E5
END IF
8    WRITE(6,*) 'LA COLUMNA ES CIRCULAR (SI=1,NO=2)?'
    READ(5,*)RESPCOL
    IF ((RESPCOL.LT.1).OR.(RESPCOL.GT.2))THEN
        WRITE(6,*) '* ERROR* VUELVE A DIGITAR LA OPCION*'
        GO TO 8
    END IF
    IF (RESPCOL.EQ.1)THEN
9        WRITE(6,*) 'CUAL ES EL DIAMETRO DE LA COLUMNA? [Cm]'
        READ(5,*)DIAM
        IF (DIAM.LE.0)THEN
            WRITE(6,*) '* ERROR* NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS*'
            GO TO 9
        END IF
        C1=DIAM
        C2=C1
    ELSE
10       WRITE(6,*) 'DAME EL VALOR DEL LADO DE LA COLUMNA'
        WRITE(6,*) 'PARALELO AL LADO A [Cm]:'

```

```

      READ(5,*)C1
      IF (C1.LE.0)THEN
        WRITE(6,*)'* ERROR* NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS*'
        GO TO 10
      END IF
11    WRITE(6,*)'DAME EL VALOR DEL LADO DE LA COLUMNA'
      WRITE(6,*)'PARALELO AL LADO B [Cm]:'
      READ(5,*)C2
      IF (C2.LE.0)THEN
        WRITE(6,*)'* ERROR* NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS*'
        GO TO 11
      END IF
      END IF
12    WRITE(6,*)'CUAL ES EL RECUBRIMIENTO R? [Cm]'
      READ(5,*)R
      IF (R.LT.5)THEN
        WRITE(6,*)'* ERROR* NO SE ACEPTAN VALORES MENORES DE 5 CM*'
        GO TO 12
      END IF
13    WRITE(6,*)'LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE DEL SUELO ES [Ton/m2]:'
      READ(5,*)QA
      IF (QA.LT.0)THEN
        WRITE(6,*)'* ERROR* NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS*'
        GO TO 13
      END IF
      QA=QA/10
14    WRITE(6,*)'CON QUE NUMERO DE VARILLA VAS A ARMAR LA ZAPATA:'
      WRITE(6,*)
      WRITE(6,*)' (1) VARILLA DEL NUMERO 2.5'
      WRITE(6,*)' (2) VARILLA DEL NUMERO 3'
      WRITE(6,*)' (3) VARILLA DEL NUMERO 4'
      WRITE(6,*)' (4) VARILLA DEL NUMERO 5'
      WRITE(6,*)' (5) VARILLA DEL NUMERO 6'
      READ(5,*)OP
      WRITE(6,*)
      IF ((OP.LT.1).OR.(OP.GT.5))THEN
        WRITE(6,*)'* ERROR * EN LA OPCION VUELVE A DIGITAR*'
        GO TO 14
      END IF
      GO TO (15,16,17,18,19)OP
15    AV=0.49
      VARDIAM=0.79
      GO TO 30
16    AV=0.71
      VARDIAM=0.95
      GO TO 30
17    AV=1.27
      VARDIAM=1.27
      GO TO 30
18    AV=1.98
      VARDIAM=1.59
      GO TO 30
19    AV=2.85
      VARDIAM=1.90
      GO TO 30

```

```

30  WRITE(6,*) 'DAME FY [Kg/Cm2]:'
    READ(5,*)FY
    IF (FY.LT.0)THEN
        WRITE(6,*) '* ERROR* NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS*'
        GO TO 30
    END IF
31  WRITE(6,*) 'DAME F1C [Kg/Cm2]:'
    READ(5,*)F1C
    IF (F1C.LT.0)THEN
        WRITE(6,*) '* ERROR* NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS*'
        GO TO 31
    END IF
32  WRITE(6,*) 'CUAL ES EL VALOR INICIAL DEL PERALTE TOTAL? [Cm]'
    READ(5,*)H
    IF (H.LE.0)THEN
        WRITE(6,*) '* ERROR* NO SE ACEPTAN VALORES NEGATIVOS*'
        GO TO 32
    END IF
    !COMENZAMOS LOS CALCULOS
    FOC=0.8*F1C
    IF (FOC.LE.250) THEN
        F2C=0.85*FOC
    ELSE
        F2C=(1.05-FOC/1250)*FOC
    END IF
    EX=MX/PU
    EY=MY/PU
    IF (GEOM.EG.1)THEN
        A=EY+EX+0.5*((2*EY-2*EX)**2-4*(4*EX*EY-PU/QA))**0.5
        B=A
    ELSE
        L2 = PU/((L1-2*EX)*QA) + 2*EY
        IF (L1.LE.L2)THEN
            B = L1
            A = L2
        ELSE
            A = L1
            B = L2
        END IF
    END IF
200 QU = PU/((A-2*EX)*(B-2*EY))
    IF (QU.LE.QA)THEN
        M = QU*A*(A-C1)**2/B
    ELSE
        WRITE(6,*) 'LA PRESION DE CONTACTO SOBREPASA LA ADMISIBLE,'
        WRITE(6,*) 'ES NECESARIO AUMENTAR EL VALOR DE LA SECCION'
        WRITE(6,901)A
        READ(5,*)INC
        A = A + INC
        WRITE(6,902)B
        READ(5,*)INC
        B = B + INC
        GO TO 200
    END IF
210 D=H-R-0.5*VARDIAM

```



```

CALL ECUACION(M,D,F2C,F1C,FY,P)
PMAX=F2C/FY*4800/(FY+6000)
IF (P.GT.PMAX)THEN
  WRITE(6,*)'LA SECCION NO SE ACEPTA'
  WRITE(6,900)H
  WRITE(6,*)'EN CUANTO LO VAS A INCREMENTAR?'
  READ(5,*)INC
  H=H+INC
  WRITE(6,*)H
  GO TO 210
END IF
IF (P.LT.0.01)THEN
  VCR=80*D*(0.2+30*P)*FOC**0.5
ELSE
  VCR=40*D*FOC**0.5
END IF
VU=QU*(A/2-C1/2-D)*100
VU2=120*FOC**0.5*D
IF (VU.GT.VU2)THEN
  WRITE(6,*)'VU=',VU,'VU2=',VU2
  WRITE(6,*)
  WRITE(6,*)'EL PERALTE NO PASA POR FUERZA CORTANTE'
  WRITE(6,900)H
  WRITE(6,*)'EN CUANTO LO VAS A INCREMENTAR?'
  READ(5,*)INC
  H=H+INC
  WRITE(6,*)H
  GO TO 210
END IF
IF (VU.GT.VCR)THEN
  WRITE(6,*)'VU=',VU,'VCR=',VCR
  WRITE(6,*)
  WRITE(6,*)'EL CALCULO NO PASA POR TENSION DIAGONAL'
  WRITE(6,900)H
  WRITE(6,*)'EN CUANTO LO VAS A INCREMENTAR?'
  READ(5,*)INC
  H=H+INC
  WRITE(6,*)H
  GO TO 210
ELSE
  !REVISION POR PENETRACION
  D=H-R-VARDIAM
  PERIM=2*(C1+C2+2*D)
  AC=D*PERIM
  VU=PU-QU*(C1+D)*(C2+D)
  ALFA=1-1/(1+0.67*((C1+D)/(C2+D))**0.5)
  JC=D*(C1+D)**3/6+(C1+D)*D**3/6+D*(C2+D)*(C1+D)**2/2
  IF (MX.LE.MY)THEN
    MU=MY
  ELSE
    MU=MX
  END IF
  VU1=VU/AC+(ALFA*MU*(C1+D)/2)/JC
  VCR=0.8*FOC**0.5
  WRITE(6,*)'VU1=',VU1,'VCR=',VCR

```

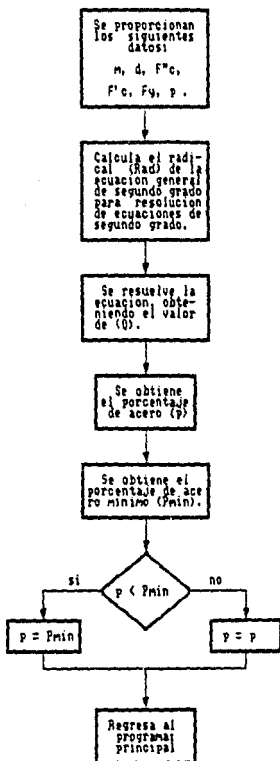
```

WRITE(6,*)
IF (VU1.GT.VCR)THEN
  WRITE(6,*)'EL CALCULO NO PASA POR POR PENETRACION'
  WRITE(6,900)H
  WRITE(6,*)'EN CUANTO LO VAS A INCREMENTAR?'
  READ(5,*)INC
  H=H+INC
  WRITE(6,*)H
  GO TO 210
ELSE
  AS=100*P*D
  WRITE(6,*)'AS=',AS
  WRITE(6,*)
  CALL SEP2 (H,FY,AS,AV,P,D,S)
  WRITE(6,903)A,B,H,S
END IF
END IF
900 FORMAT ('ES NECESARIO AUMENTAR EL PERALTE',I3)
901 FORMAT ('EN CUANTO VAS A INCREMENTAR EL LADO ',F4.0,'?')
902 FORMAT ('Y EN CUANTO EL LADO ',F4.0,'?')
903 FORMAT (2(/),70('='),2(/),' LAS DIMENSIONES DE LA ZAPATA SON:',
.      /,T35,'A = ',F4.0,2X,'Cm',/,T35,'B = ',F4.0,2X,'Cm',/,
.      T35,'H = ',X,I3,3X,'Cm',2(/),
.      ' LA SEPARACION EN AMBOS SENTIDOS ES: ',/,T35,'S = ',X,
.      I3,3X,'Cm',2(/),70('='))
END

```

SUBROUTINA: ECUACION

Este programa resuelve ecuaciones de segundo grado.



```

SUBROUTINE ECUACION (M,D,F2C,F1C,FY,P)
IMPLICIT NONE
REAL*8 M,D,F2C,FAC,RAD,PMIN,P,FY,F1C,Q1,Q2,Q
FAC=M/(45*D**2*F2C)
RAD=4-4*FAC
IF (RAD.GE.0)THEN
  Q1=1+0.5*RAD**0.5
  Q2=1-0.5*RAD**0.5
ELSE
  WRITE(6,*)'ES NECESARIO AUMENTAR EL PERALTE'
END IF
IF (Q1.LT.Q2)THEN
  Q=Q1
ELSE
  Q=Q2
END IF
P=Q*F2C/FY
PMIN=0.7*F1C**0.5/FY
IF (P.LT.PMIN)THEN
  P=PMIN
END IF
END

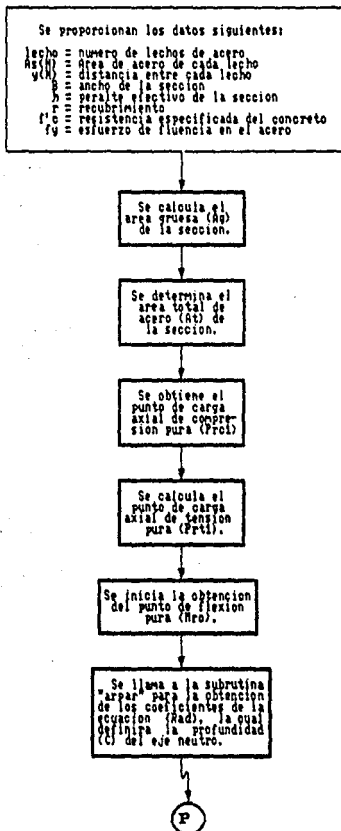
```

A P E N D I C E

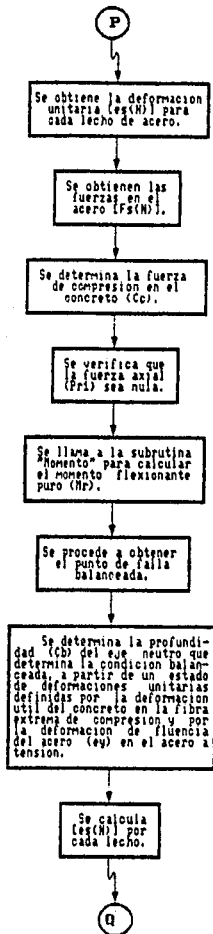
4

PROGRAMA: COLUMNAS

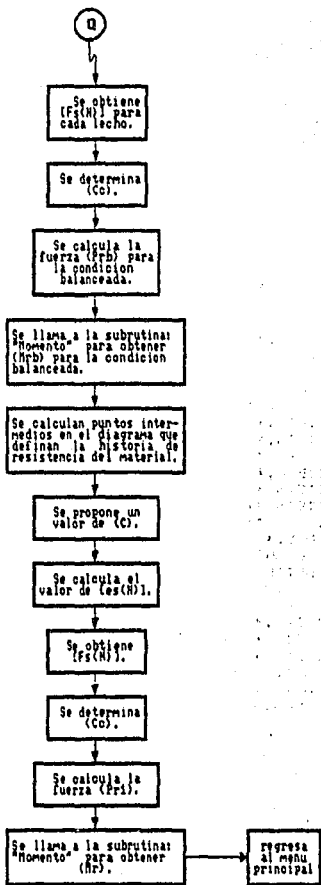
Este programa diseña diagramas de interacción para columnas rectangulares sujetas a flexocompresión simple.



(Continuacion programa Columnas)



<Continuacion programa COLUMNAS




```

        GO TO 30
    END IF
    END DO
40  WRITE(6,*)'CUAL ES EL ANCHO B DE LA SECCION? [Cm]'
    READ(5,*)B
    IF (B.LE.0)THEN
        WRITE(6,*)' * ERROR * NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'
        GO TO 40
    END IF
    WRITE(6,*)
50  WRITE(6,*)'CUAL ES EL PERALTE EFECTIVO H DE LA SECCION? [Cm]'
    READ(5,*)H
    IF (H.LE.0)THEN
        WRITE(6,*)' * ERROR * NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'
        GO TO 50
    END IF
    WRITE(6,*)
60  WRITE(6,*)'EL VALOR DEL RECUBRIMIENTO R ES [Cm]:'
    READ(5,*)R
    IF (R.LE.0)THEN
        WRITE(6,*)' * ERROR * NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'
        GO TO 60
    END IF
70  WRITE(6,*)'DAME EL VALOR DE FY [Kg/Cm2]:'
    READ(5,*)FY
    IF (FY.LE.0)THEN
        WRITE(6,*)' * ERROR * NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'
        GO TO 70
    END IF
80  WRITE(6,*)'DAME EL VALOR DE F1C [Kg/Cm2]:'
    READ(5,*)F1C
    IF (F1C.LE.0)THEN
        WRITE(6,*)' * ERROR * NO SE ADMITEN VALORES NEGATIVOS'
        GO TO 80
    END IF
    !COMENZAMOS LOS CALCULOS
    K1=LECHO/2
    K2=LECHO/2.
    IF (K1.EQ.K2)THEN
        BAND='PAR'
    ELSE
        BAND='NON'
    END IF
    FOC=0.8*F1C
    IF (FOC.LE.250)THEN
        F2C=0.85*FOC
    ELSE
        F2C=(1.05-FOC/1250)*FOC
    END IF
    WRITE(6,*)
    WRITE(6,903)
    WRITE(6,904)
    WRITE(6,903)
    AG=B*H
    AT=0

```

```

DO N=1,LECHO
  AT=AT+AS(N)
END DO
PRC1=(AG*F2C+AT*FY)/1000
WRITE(6,898)PRC1
WRITE(6,903)
WRITE(6,905)
WRITE(6,903)
PRT1=AT*FY/1000
WRITE(6,899)PRT1
WRITE(6,903)
WRITE(6,906)
WRITE(6,903)
LIM1=LECHO/2
LIM2=LECHO/2-0.5
CALL ARPAR (LIM1,LIM2,LECHO,AS,N,BAND,AP,AP1,AP2,AP3,AP4,AP5,AP6)
FAC1=19200*B*F2C*(R*AP6+Y(1)*AP2+Y(2)*AP3+Y(3)*AP4+Y(4)*AP5)
FAC=(6000*AP-FY*AP1)**2+FAC1
C=FY*AP1-6000*AP+FAC**0.5/(1.6*B*F2C)
WRITE(6,*)'LA PROFUNDIDAD DEL EJE NEUTRO ES: C=',C
WRITE(6,*)
100 PROF=C-R
N=1
ES(N)=ABS(0.003*PROF/C)
IF (ES(1).LE.0.002)THEN
  FS(1)=ES(1)*2E6*AS(1)
ELSE
  WRITE(6,902)C
  WRITE(6,*)'EN CUANTO LO VAS A INCREMENTAR?'
  READ(5,*)INC
  C=C+INC
  WRITE(6,*)C
  WRITE(6,*)
  GO TO 100
END IF
LIM3=(LECHO-1)/2
IF (BAND.EQ.'PAR')THEN
  IF(LIM1.GE.2)THEN
    DO N=2,LIM1
      M=N-1
      PROF=PROF-Y(M)
      ES(N)=ABS(0.003*PROF/C)
      IF (ES(N).LE.0.002)THEN
        FS(N)=ES(N)*2E6*AS(N)
      ELSE
        WRITE(6,902)C
        WRITE(6,*)'EN CUANTO LO VAS A INCREMENTAR?'
        READ(5,*)INC
        C=C+INC
        WRITE(6,*)C
        WRITE(6,*)
        GO TO 100
      END IF
    END DO
  END DO
DO N=LIM1+1,LECHO

```

```

M=N-1
PROF=PROF-Y(M)
ES(N)=ABS(0.003*PROF/C)
IF (ES(N).GE.0.002) THEN
    FS(N)=FY*AS(N)
ELSE
    WRITE(6,902)C
    WRITE(6,*)'EN CUANTO LO VAS A DECREMENTAR?'
    READ(5,*)INC
    C=C-INC
    WRITE(6,*)C
    WRITE(6,*)
    GO TO 100
END IF
END DO
ELSE
DO N=2,LECHO
M=N-1
PROF=PROF-Y(M)
ES(N)=ABS(0.003*PROF/C)
IF (ES(N).GT.0.002) THEN
    FS(N)=FY*AS(N)
ELSE
    WRITE(6,902)C
    WRITE(6,*)'EN CUANTO LO VAS A DECREMENTAR?'
    READ(5,*)INC
    C=C-INC
    WRITE(6,*)C
    GO TO 100
END IF
END DO
END IF
ELSE
DO N=2,LIM2
M=N-1
PROF=PROF-Y(M)
ES(N)=ABS(0.003*PROF/C)
IF (ES(N).LE.0.002) THEN
    FS(N)=ES(N)*2E6*AS(N)
ELSE
    WRITE(6,902)C
    WRITE(6,*)'EN CUANTO LO VAS A INCREMENTAR?'
    READ(5,*)INC
    C=C+INC
    WRITE(6,*)C
    WRITE(6,*)
    GO TO 100
END IF
END DO
DO N=LIM1+0.5,LECHO
M=N-1
PROF=PROF-Y(M)
ES(N)=ABS(0.003*PROF/C)
IF (ES(N).GE.0.002) THEN
    FS(N)=FY*AS(N)

```

```

ELSE
    WRITE(6,902)C
    WRITE(6,*)'EN CUANTO LO VAS A DECREMENTAR?'
    READ(5,*)INC
    C=C-INC
    WRITE(6,*)C
    WRITE(6,*)
    GO TO 100
END IF
END DO
END IF
CC=0.8*C*B*F2C
PR1=CC
IF(BAND.EQ.'PAR')THEN
    DO N=1,LIM1
        PR1=PR1+FS(N)
    END DO
    DO N=LIM1+1,LECHO
        PR1=PR1-FS(N)
    END DO
ELSE
    DO N=1,LIM2
        PR1=PR1+FS(N)
    END DO
    DO N=LIM1+0.5,LECHO
        PR1=PR1-FS(N)
    END DO
END IF
WRITE(6,*)'DEFORMACION UNITARIA EN CADA LECHO:'
WRITE(6,*)
DO N=1,LECHO
    WRITE(6,909)N,ES(N)
END DO
WRITE(6,*)'FUERZA INTERNA QUE TOMA CADA LECHO:'
WRITE(6,*)
DO N=1,LECHO
    WRITE(6,910)N,FS(N)
END DO
IF (PR1.LE.0.1) PR1=0
PR(C)=PR1/1000
WRITE(6,*)
WRITE(6,911)C,PR(C)
CALL MOMENTO (LIM1,BAND,FS,CC,H,N,H,C,Y,MRO1,LIM3,LECHO)
MR(C)=MRO1/100000
WRITE(6,912)C,MR(C)
DO N=1,LECHO
    ES(N)=0
    FS(N)=0
    MOM(N)=0
END DO
WRITE(6,*)
WRITE(6,903)
WRITE(6,907)
WRITE(6,903)
CB=0.6*(H-R)

```

```

WRITE(6,*)'LA PROFUNDIDAD DEL EJE NEUTRO ES: CB=',CB
WRITE(6,*)
200 PROF=CB-R
N=1
ES(N)=ABS(0.003*PROF/CB)
IF (ES(1).GE.0.002)THEN
  FS(N)=FY*AS(1)
ELSE
  WRITE(6,902)CB
  WRITE(6,*)'EN CUANTO LO VAS A DECREMENTAR?'
  READ(5,*)INC
  CB=CB-INC
  WRITE(6,*)CB
  WRITE(6,*)
  GO TO 200
END IF
IF (BAND.EQ.'PAR')THEN
  DO N=2,LIM1
    M=N-1
    PROF=PROF-Y(M)
    ES(N)=ABS(0.003*PROF/CB)
    IF (ES(N).LT.0.002)THEN
      FS(N)=ES(N)*2E6*AS(N)
    ELSE
      WRITE(6,902)CB
      WRITE(6,*)'EN CUANTO LO VAS A DECREMENTAR?'
      READ(5,*)INC
      CB=CB-INC
      WRITE(6,*)CB
      WRITE(6,*)
      GO TO 200
    END IF
  END DO
  DO N=LIM1+1,LECHO
    M=N-1
    PROF=PROF-Y(M)
    ES(N)=ABS(0.003*PROF/CB)
    IF (ES(N).GE.0.002)THEN
      FS(N)=FY*AS(N)
    ELSE
      WRITE(6,902)CB
      WRITE(6,*)'EN CUANTO LO VAS A INCREMENTAR?'
      READ(5,*)INC
      CB=CB+INC
      WRITE(6,*)CB
      WRITE(6,*)
      GO TO 200
    END IF
  END DO
ELSE
  DO N=2,LIM1+0.5
    M=N-1
    PROF=PROF-Y(M)
    ES(N)=ABS(0.003*PROF/CB)
    IF (ES(N).LT.0.002)THEN

```

```

        FS(N)=ES(N)*2E6*AS(N)
    ELSE
        WRITE(6,902)CB
        WRITE(6,*)'EN CUANTO LO VAS A DECREMENTAR?'
        READ(5,*)INC
        CB=CB-INC
        WRITE(6,*)CB
        WRITE(6,*)
        GO TO 200
    END IF
END DO
DO N=LIM1+1.5,LECHO
    M=N-1
    PROF=PROF-Y(M)
    ES(N)=ABS(0.003*PROF/CB)+0.01
    IF (ES(N).GE.0.002)THEN
        FS(N)=FY*AS(N)
    ELSE
        WRITE(6,902)CB
        WRITE(6,*)'EN CUANTO LO VAS A DECREMENTAR?'
        WRITE(6,*)
        READ(5,*)INC
        CB=CB-INC
        WRITE(6,*)CB
        GO TO 200
    END IF
END DO
END IF
CC=0.8*CB*B*F2C
PR1=CC
IF(BAND.EQ.'PAR')THEN
    DO N=1,LIM1
        PR1=PR1+FS(N)
    END DO
    DO N=LIM1+1,LECHO
        PR1=PR1-FS(N)
    END DO
ELSE
    DO N=1,LIM1+0.5
        PR1=PR1+FS(N)
    END DO
    DO N=LIM1+1.5,LECHO
        PR1=PR1-FS(N)
    END DO
END IF
WRITE(6,*)'DEFORMACION UNITARIA EN CADA LECHO:'
WRITE(6,*)
DO N=1,LECHO
    WRITE(6,909)N,ES(N)
END DO
WRITE(6,*)'FUERZA INTERNA QUE TOMA CADA LECHO:'
WRITE(6,*)
DO N=1,LECHO
    WRITE(6,910)N,FS(N)
END DO

```

```

C=CB
PR(C)=PR1/1000
WRITE(6,911)C,PR(C)
CALL MOMENTO (LIM1,BAND,FS,CC,H,N,M,C,Y,MRO1,LIM3,LECHO)
MR(C)=MRO1/100000
WRITE(6,912)C,MR(C)
!SE CALCULAN LOS PUNTOS INTERMEDIOS DEL DIAGRAMA
WRITE(6,903)
WRITE(6,908)
WRITE(6,903)
CALL INTER(H,R,Y,AS,FY,LECHO,B,F2C,BAND,LIM1,LIM2,LIM3,N,M,
C,D,PR,MR)
WRITE(6,998)
DO C=R+1,D
    WRITE(6,999)C,PR(C),MR(C)
END DO
CLOSE(9)
898 FORMAT(2(//),T11,'PRC1=',X,F8.4,X,'Ton',2(//))
899 FORMAT(2(//),T11,'PRT1=',X,F8.4,X,'Ton',2(//))
900 FORMAT(' PARA EL LECHO ',F2.0,' ES:')
901 FORMAT(' LA DISTANCIA ENTRE EL LECHO ',F2.0,' Y EL ',F2.0,' ES:')
902 FORMAT(' ES NECESARIO CAMBIAR EL VALOR DE ',F8.2)
903 FORMAT(80('='),2(//))
904 FORMAT(T17,' SE OBTIENE EL PUNTO DE COMPRESION PURA',2(//))
905 FORMAT(T19,' SE OBTIENE EL PUNTO DE TENSION PURA',2(//))
906 FORMAT(T19,' SE OBTIENE EL PUNTO DE FLEXION PURA',2(//))
907 FORMAT(T16,' SE OBTIENE EL PUNTO DE FALLA BALANCEADA',2(//))
908 FORMAT(T15,' CALCULO DE PUNTOS INTERMEDIOS DEL DIAGRAMA',2(//))
909 FORMAT(/,T8,'ES(',F3.0,')=' ,X,F7.6,X,'Cm',/)
910 FORMAT(/,T8,'FS(',F3.0,')=' ,X,F9.3,X,'Kg',/)
911 FORMAT(/,T5,'PR(',F6.3,')=' ,X,F8.4,X,'Ton',/,T5,27('-'),2(//))
912 FORMAT(/,T5,'MR(',F6.3,')=' ,X,F9.6,X,'Ton.m',/,T5,27('-'),2(//))
998 FORMAT(2(//),80('='),/,T10,' PROF. EJE NEUTRO',4X,'CARGA AXIAL',
4X,'MOMENTO RESISTENTE',/,T18,'C',15X,'PR/FR',12X,'MR/FR',
/,T17,'[Cm]',13X,'[Ton]',11X,'[Ton.m]',/,80('-'),2(//))
999 FORMAT(T15,F6.2,11X,F8.4,9X,F10.6,2(//))
END

```



```

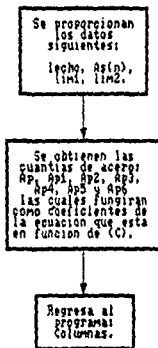
SUBROUTINE INTER(H,R,Y,AS,FY,LECHO,B,F2C,BAND,LIM1,LIM2,LIM3,
N,M,C,D,PR,MR)
!ESTE PROGRAMA HACE DIAGRAMAS DE INTERACCION
IMPLICIT NONE
REAL*8 AS(10),Y(10),B,H,FY,FOC,F1C,F2C,FS(10),
ES(10),CC,PR1,MOM(10),R,LIM1,LIM2,N,M,C,
PROF,LIM3,MRO1,LECHO,PRT1,D,PR(BO),MR(BO)
CHARACTER*3 BAND,PAR,NON
DO N=1,LECHO
FS(N)=0
ES(N)=0
MOM(N)=0
END DO
C=R+1
D=H-R
DO WHILE (C.LE.D)
PROF=C-R
ES(1)=ABS(0.003*PROF/C)
IF (ES(1).LE.0.002)THEN
FS(1)=ES(1)*2E6*AS(1)
ELSE
FS(1)=FY*AS(1)
END IF
END DO
DO N=2,LECHO
M=N-1
PROF=PROF-Y(M)
ES(N)=ABS(0.003*PROF/C)
IF (ES(N).LT.0.002)THEN
FS(N)=ES(N)*2E6*AS(N)
ELSE
FS(N)=FY*AS(N)
END IF
END DO
CC=0.8*C*B*F2C
PR1=CC
IF (C.LT.H/2)THEN
IF(BAND.EQ.'PAR')THEN
DO N=1,LIM1
PR1=PR1+FS(N)
END DO
DO N=LIM1+1,LECHO
PR1=PR1-FS(N)
END DO
ELSE
DO N=1,LIM2
PR1=PR1+FS(N)
END DO
DO N=LIM1+0.5,LECHO
PR1=PR1-FS(N)
END DO
END IF
ELSE
IF(BAND.EQ.'PAR')THEN
DO N=1,LIM1
PR1=PR1+FS(N)

```

```
      END DO
      DO N=LIM1+1,LECHO
        PR1=PR1-FS(N)
      END DO
    ELSE
      DO N=1,LIM1+0.5
        PR1=PR1+FS(N)
      END DO
      DO N=LIM1+1.5,LECHO
        PR1=PR1-FS(N)
      END DO
    END IF
  END IF
  PR(C)=PR1/1000
  CALL MOMENTO(LIM1,BAND,FS,CC,H,N,M,C,Y,MR01,LIM3,LECHO)
  MR(C)=MR01/100000
  C=C+1
END DO
END
```

SUBROUTINA: ARPAP

Este programa calcula las cuantías de acero para la obtención de la profundidad del eje neutro.



```

SUBROUTINE ARPAR(LIM1,LIM2,LECHO,AS,N,BAND,AP,AP1,AP2,AP3,AP4,AP5,
                AP6)
  IMPLICIT NONE
  REAL*8 LIM1,LIM2,LECHO,AS(10),N,AP,AP1,AP2,AP3,AP4,AP5,AP6,
        LIM4
  CHARACTER*3 BAND,PAR,NDN
  IF (BAND.EQ.'PAR')THEN
    IF (LIM1.NE.1)THEN
      AP=0
      DO N=1,LIM1
        AP=AP+AS(N)
      END DO
    ELSE
      AP=AS(1)
    END IF
    AP1=0
    DO N=LIM1+1,LECHO
      AP1=AP1+AS(N)
    END DO
    IF (LIM1.GE.1)THEN
      AP6=0
      DO N=1,LIM1
        AP6=AP6+AS(N)
      END DO
    ELSE
      AP6=0
    END IF
    IF (LIM1.GE.2)THEN
      AP2=0
      DO N=2,LIM1
        AP2=AP2+AS(N)
      END DO
    ELSE
      AP2=0
    END IF
    IF (LIM1.GE.3)THEN
      AP3=0
      DO N=3,LIM1
        AP3=AP3+AS(N)
      END DO
    ELSE
      AP3=0
    END IF
    IF (LIM1.GE.4)THEN
      AP4=0
      DO N=4,LIM1
        AP4=AP4+AS(N)
      END DO
    ELSE
      AP4=0
    END IF
    IF (LIM1.GE.5)THEN
      AP5=0
      DO N=5,LIM1
        AP5=AP5+AS(N)
      END DO
    ELSE
      AP5=0
    END IF
  END IF

```

```

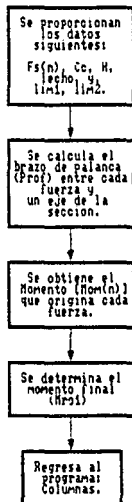
        END DO
    ELSE
        AP5=0
    END IF
ELSE
    IF (LIM2.NE.1)THEN
        AP=0
        DO N=1,LIM2
            AP=AP+AS(N)
        END DO
    ELSE
        AP=AS(1)
    END IF
    AP1=0
    DO N=LIM1+0.5,LECHO
        AP1=AP1+AS(N)
    END DO
    LIM4=LIM1+0.5
    IF (LIM4.GE.1)THEN
        AP6=0
        DO N=1,LIM2
            AP6=AP6+AS(N)
        END DO
    ELSE
        AP6=0
    END IF
    IF (LIM2.GE.2)THEN
        AP2=0
        DO N=2,LIM2
            AP2=AP2+AS(N)
        END DO
    ELSE
        AP2=0
    END IF
    IF (LIM2.GE.3)THEN
        AP3=0
        DO N=3,LIM2
            AP3=AP3+AS(N)
        END DO
    ELSE
        AP3=0
    END IF
    IF (LIM2.GE.4)THEN
        AP4=0
        DO N=4,LIM2
            AP4=AP4+AS(N)
        END DO
    ELSE
        AP4=0
    END IF
    IF (LIM2.GE.5)THEN
        AP5=0
        DO N=2,LIM2
            AP5=AP5+AS(N)
        END DO
    END IF

```

```
ELSE  
  APS=0  
END IF  
END  
END
```

SUBROUTINA: MOMENTO

Este programa calcula el momento resistente para la elaboracion de un diagrama de interaccion.



```

SUBROUTINE MOMENTO (LIM1,BAND,FS,CC,H,N,M,C,Y,MRO1,LIM3,LECHO)
IMPLICIT NONE
REAL*8 LIM1,FS(10),CC,N,H,C,M,Y(10),MRO1,LIM3,MOM(10),PROF,LECHO
CHARACTER*3 BAND,NON,PAR
IF (BAND.EQ.'PAR') THEN
  PROF=Y(LIM1)/2
  MOM(LIM1)=PROF*FS(LIM1)
  DO N=LIM1-1,1
    DO M=LIM1-1,1
      PROF=PROF+Y(M)
      MOM(N)=PROF*FS(N)
    END DO
  END DO
  DO N=LIM1+1,LECHO
    DO M=LIM1+1,LECHO
      PROF=PROF+Y(M)
      MOM(N)=PROF*FS(N)
    END DO
  END DO
ELSE
  PROF=0
  MOM(LIM1+0.5)=0
  DO N=1,LIM1-0.5
    DO M=1,LIM3
      PROF=PROF+Y(M)
      MOM(N)=PROF*FS(N)
    END DO
  END DO
  PROF=0
  DO N=LIM1+1.5,LECHO
    DO M=LIM3+1,LECHO
      PROF=PROF+Y(M)
      MOM(N)=PROF*FS(N)
    END DO
  END DO
END IF
MRO1=0.5*CC*(H-0.8*C)
DO N=1,LECHO
  MRO1=MRO1+MOM(N)
END DO
END

```


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

1. Oscar M. González Cuevas, Francisco Robles. "Concreto Reforzado", Segunda Edición. Ed. Limusa.
2. R. Park, T. Paulay. "Estructuras de Concreto Reforzado", Ed. Limusa.
3. Roberto Meli Piralla, "Diseño Estructural". Ed Limusa.
4. Ralph B. Peck, Walter Hanson, Thomas Thornburn. "Ingeniería de Cimentaciones". Ed. Limusa.
5. Juárez Badillo, Rico Rodríguez, "Mecánica de Suelos", Tomo II, Segunda Edición. Editorial Limusa.
6. Vicente Pérez Olmos, "El Concreto Armado en las Estructuras". Ed Trillas.
7. Carlos Magdaleno, Rafael Rojas, Carlos Ferregut, "Cimentaciones Superficiales", Instituto Politécnico Nacional.
8. Autores varios, "Apuntes de Mecánica de Materiales II". Facultad de Ingeniería, UNAM.
9. Manuel Díaz Canales, "Apuntes de Mecánica de Materiales III". Facultad de Ingeniería, UNAM. 1987
10. Normas Técnicas Complementarias del Reglamento del D.F-76. "Diseño y Construcción de concreto" (RCDF-77). Publicación 401, Instituto de Ingeniería, UNAM. 1977
11. Guía para el usuario "Vax - 11 Fortran", Digital Equipment Corporation. Maynard Massachusetts.