

24/168



**Universidad Nacional Autónoma de México**

Facultad de Ingeniería

**Programa de Diseño de Trabes de Concreto  
Reforzado Utilizando los Reglamentos  
D. D. F. -76 y ACI-83**



**T E S I S**

Que para obtener el título de:

**INGENIERO CIVIL**

P r e s e n t a :

**Manuel Francisco Rodríguez Juárez**



México, D. F.

1986



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE CHILE

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIRECCIÓN  
60-1-110

Señor

MANUEL FRANCISCO RODRIGUEZ JUAREZ,  
P r e s e n t e

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Roberto Stark Feldman, para que lo desarrolle como TESTIS para su Examen Profesional de la carrera de INGENIERO CIVIL.

"PROGRAMA DE DISEÑO DE TRABES DE CONCRETO REFORZADO  
UTILIZANDO LOS REGLAMENTOS D.D.F.-76 Y ACI-83"

- I. Introducción.
- II. Teoría.
- III. Diagramas de flujo.
- IV. Ejemplos.
- V. Conclusiones.

Ruego a usted, se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Ser vicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la dis posición de la Coordinación de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, a 20 de mayo de 1985  
EL DIRECTOR

DR. OCTAVIO A. RASCON CHAVEZ.

②  
OARCH/RCCH/sho.

# I N D I C E

I. - INTRODUCCION	I
II.- TEORIA	
1. FLEXION	
1.A REGLAMENTO ACI 318-83	3
1.A.1 Combinaciones de Carga y Factores de Resistencia	3
1.A.2 Diseño por Resistencia Ultima	6
- Proposición # 1	7
- Proposición # 2	8
- Proposición # 3	9
- Proposición # 4	10
- Proposición # 5	11
- Proposición # 6	15
1.A.3 Deducción de Fórmulas	
- Porcentaje Balanceado Considerando Unicamente Acero a Tensión Sección Rectangular	16
- Porcentaje Balanceado Considerando Acero a Tensión y Compresión Sección Rectangular	20
- Porcentaje Balanceado Considerando Acero a Tensión Sección T	22
- Resistencia Nominal a Momento Para una Sección Rectangular con Acero a Tensión y Compresión	24
- Resistencia Nominal a Momento Para una Sección T con Acero a Tensión Unicamente	25

- Ecuación Cuadrática Para Calcular el Area de Acero a Tensión de una Sección Rectangular	26
- Cálculo del Porcentaje Para una Sección Rectangular en Función del Momento	27
1.A.4 Tablas Resumen de:	
- Porcentajes Máximos	29
- Momentos Nominales-Resistentes	30
1.A.5 Distribución del Acero por Flexión	31
1.A.6 Detalles del Acero de Refuerzo	33
- Ganchos Standar y Diámetro Mínimo de Doblez	33
- Colocación del Acero de Refuerzo	34
- Límites para el Espaciamiento del Refuerzo	35
- Paquetes de Varillas	35
- Refuerzo Lateral para Miembros a Flexión	37
- Protección de Concreto para el Refuerzo en Vigas	38
1.A.7 Procedimiento Para Calcular una Sección Preliminar de una Viga	39
- Ejemplo # 1	41
- Ejemplo # 2	44
- Ejemplo # 3	48
- Ejemplo # 4	52
1.B REGLAMENTO DDF-1976	
1.B.1 Factores de Carga	56

1.B.2	Diseño por Estados Límite	56
	- Factores de Resistencia	57
	- Hipótesis para la Obtención de la Resistencia de Diseño	57
	- Refuerzo Mínimo y Máximo	58
1.B.3	Deducción de Fórmulas	
	- Porcentaje Balanceado Para una Sección Rectangular con Acero a Tensión	60
	- Momento Resistente de una Sección Rectangular con Acero a Tensión	61
	- Momento Resistente de una Sección Rectangular con Acero a Tensión y Compresión	62
	- Momento Resistente Para una Sección T con Acero a Tensión	63
	- Ecuación Cuadrática Para Obtener el Area de Acero a Tensión de una Viga Rectangular	64
	- Porcentaje Necesario Para una Sección Rectangular con Acero a Tensión	65
1.B.4	Distribución del Acero por Flexión	66
	- Tamaño Máximo de Agregados	66
	- Separación de Barras Individuales	66
	- Paquetes de Varillas	66
	- Dobleces del Refuerzo	67
1.B.5	Ejemplos:	
	- Ejemplo # 1	68
	- Ejemplo # 2	70
	- Ejemplo # 3	72

- Ejemplo # 4	74
- Ejemplo # 5	76

## 2. C O R T A N T E

### 2.A REGLAMENTO ACI 318-83

2.A.1	Introducción	81
2.A.2	Resistencia al Cortante	83
	- Proporcionada por el Concreto	86
	- Proporcionada por el Acero	86
2.A.3	Requisitos	88
	- Límites de Separación	88
	- Refuerzo Mínimo	88
2.A.4	Diseño del Refuerzo por Cortante	89
2.A.5	Ejemplo	92

### 2.B REGLAMENTO DDF-1976

2.B.1	Fuerza Cortante que Toma el Concreto	95
2.B.2	Refuerzo por Tensión Diagonal	96
2.B.3	Refuerzo Mínimo	96
2.B.4	Separación de Estribos	97
2.B.5	Requisitos	99
	- Proximidad a Reacciones	99
	- Interrupción y Traslape	99
2.B.6	Ejemplo	100



### 3. TORSION

#### 3.A REGLAMENTO ACI 318-83

- 3.A.1 Introducción I03
- 3.A.2 Memento Torsionante Resistente  
Proporcionado por el Concreto I04
- 3.A.3 Diseño del Refuerzo por Torsión I06
- 3.A.4 Requisitos para el Refuerzo por  
Torsión I08
- 3.A.5 Límites de Espaciamiento Para el  
Refuerzo por Torsión

#### 3.B REGLAMENTO DDF-1976

- 3.B.1 Introducción II0
- 3.B.2 Refuerzo por Torsión II2
  - Transversal II2
  - Longitudinal II3

### III. DESARROLLO DEL PROGRAMA

#### 1. DESCRIPCION II4

#### 2. DIAGRAMAS DE FLUJO

- 2.A DIAGRAMA PP
- 2.B DIAGRAMA P1 Y P1-BIS II7
- 2.C DIAGRAMA P2 I33
- 2.D DIAGRAMA P3 I40
- 2.E DIAGRAMA P4 I44

#### 3. LISTADOS

- 3.A DIAGRAMA PP

3.B	PROGRAMA P1 Y P1-BIS	149
3.C	PROGRAMA P2	184
3.D	PROGRAMA P3	196
3.E	PROGRAMA P4	203
4.	NOMENCLATURA DE VARIABLES	210
IV.	EJEMPLOS	215
V.	CONCLUSIONES	225
	NOMENCLATURA GENERAL	227
	BIBLIOGRAFIA	229

# 1- INTRODUCCION

El objetivo primario de esta tesis es el enmarcar las diferencias que existen al diseñar vigas de concreto reforzado de seccion rectangular y " T " ; con los Reglamentos A.C.I. 318-83 y D.D.F.-1976 .

Por inicio se dan las teorias y recomendaciones basicas para diseñar por cada uno de los Reglamentos antes -- descritos.

El enfoque se enmarca hacia las teorias de :

- 1- FLEXION
- 2- CORTANTE
- 3- TORSION

El estudio de cada teoria se hace de manera por separado para cada Reglamento y se acompaña de una serie de - ejemplos que permiten visualizar la aplicación de estas - teorias.

Estas teorias son implementadas en un programa en - computadora , el cual nos permite darnos cuenta de las - diferencias en resultados que existen al diseñar por -- uno y otro Reglamento.

tambien se pretende que esta tesis sirva como apoyo a los alumnos que cursan las materias de Mecanica de Materiales II , Analisis Estructural y de Diseño Estructural Principalmente; del actual plan de estudios de la carrera de Ingenieria Civil que se imparte en la Facultad de Ingenieria de la Universidad Nacional Autonoma de Mexico.

## II. T E O R I A

### 1.- FLEXION

#### 1.-A.- REGLAMENTO ACI 318-83

#### 1.-A.1 COMBINACIONES DE CARGAS Y FACTORES DE RESISTENCIA

### CARGAS

Las estructuras y los elementos estructurales deberan di señarse para obtener resistencias de diseño en todas las secciones, al menos iguales a las resistencias requeridas calculadas para las cargas factorizadas y las fuerzas; en las combinaciones estipuladas mas adelante, ademas en los elementos se debera garantizar un comportamiento adecuado en los niveles de carga de servicio.

La carga muerta y la carga viva, se refieren a las cargas sin factorizar, o conocidas comunmente como cargas de servicio.

La resistencia requerida "U" se calcula multiplicando -- las cargas de servicio por los factores apropiados de carga .

El valor numerico del factor de carga, asignado a cada tipo de carga, esta influida por el grado de precision con el que la carga normalmente puede ser evaluado y por la variacion que se puede esperar en la carga durante la vida de una estructura, por lo tanto las cargas muertas que normalmente pueden determinarse con mas precision y son menos variables , estan asociados con un factor de carga mas bajo que las cargas vivas .

A continuacion se describen las combinaciones de carga estipuladas, asi como con sus respectivos factores de carga:

-carga muerta + carga viva

$$U = 1.4 D + 1.7 L$$

- carga muerta + carga viva + carga de viento

$$U = 1.4 D + 1.7 L$$

$$U = 0.75 (1.4 D + 1.7 L + 1.7 W)$$

$$U = 0.9 D + 1.3 W$$

- carga muerta + carga viva + carga de sismo

$$U = 1.4 D + 1.7 L$$

$$U = 0.75 (1.4 D + 1.7 L + 1.87 E)$$

$$U = 0.9 D + 1.43 E$$

DONDE:

U = resistencia requerida para resistir las --  
cargas factorizadas .

D = carga muerta

L = carga viva

W = carga de viento

E = carga de sismo

#### FACTORES DE RESISTENCIA

La resistencia de diseño de un elemento estructural se calcula multiplicando la resistencia nominal por un factor de reducción de resistencia  $F_r$  menor que uno . El factor de reducción de resistencia toma en cuenta las incertidumbres en los calculos de diseño y la importancia relativa de diversos tipos de elementos; proporciona disposiciones para la posibilidad de que las pequeñas variaciones adversas en la resistencia de los materiales, la mano de obra y las dimensiones, las cuales aunque pueden estar individualmente dentro de las tolerancias y los limites, pueden al combinarse, tener como resultado una reducción de la resistencia.

La resistencia nominal se calcula suponiendo que el elemento tiene las dimensiones exactas, y las propiedades de los materiales utilizadas en los cálculos.

Los factores de reducción utilizados son:

para flexion  $F_r = 0.90$

para cortante  $F_r = 0.85$

para torción  $F_r = 0.85$

Los diseños no deben basarse en una resistencia a la fluencia del refuerzo fy que exceda de  $6525 \text{ kg/cm}^2$  para vigas de concreto reforzado.

**Esfuerzos permisibles bajo cargas de servicio:**

- Para el esfuerzo de compresión del concreto por flexion = 0.45 fb.

### 1.A.2.- DISEÑO POR RESISTENCIA ULTIMA

La resistencia última fue el primer método empleado en el diseño, desde que se pudo medir la carga última por medio de pruebas, sin los conocimientos de la magnitud o de la distribución de los esfuerzos internos. Desde principios del siglo XX se han llevado a cabo investigaciones experimentales y analíticas para desarrollar las teorías del diseño por resistencia última, las cuales pronostican la carga última medida por medio de pruebas.

Tanto el concreto estructural como el refuerzo se comportan inelásticamente cuando se aproxima la resistencia última. En las teorías que tratan la resistencia última del concreto reforzado, el comportamiento inelástico de ambos materiales debe considerarse y expresarse en términos matemáticos. Para el refuerzo, con un punto distintivo de fluencia, el comportamiento elástico puede expresarse con una relación trapezoidal esfuerzo-deformación (vease la fig. No 1). En el concreto es más difícil medir la distribución del esfuerzo -- inelástico experimentalmente y expresarla en términos matemáticos.

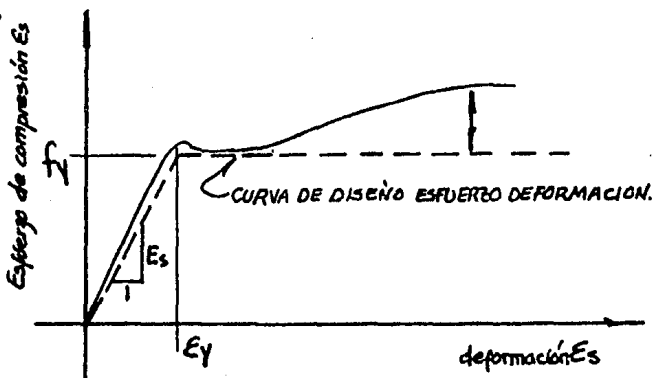


Figura No 1

" Relación esfuerzo-deformación para el acero "



La resistencia de un miembro y de una sección transversal calculada por el metodo de diseño por resistencia, requiere -- que se cumplan dos condiciones basicas:

- El equilibrio estático
- La compatibilidad de las deformaciones unitarias

El equilibrio de las fuerzas de compresión y de tensión, que actúan sobre la sección transversal en la resistencia última, tienen que lograrse, asimismo como la compatibilidad -- entre los esfuerzos y la deformación para el concreto y para el refuerzo en las condiciones últimas, se deben establecer -- dentro de las siguientes proposiciones de diseño:

PROPOSICION No 1

"La deformación en el refuerzo y en el concreto se suponen directamente proporcionales a la -- distancia del eje neutro."

Es decir, las secciones planas normales al eje de flexión permanecen planas despues de que ocurre esta. Muchas pruebas han confirmado que la distribución de la deformación es -- esencialmente lineal, a traves de la sección transversal de -- concreto reforzado, incluso cerca de la resistencia última. Para el refuerzo ésta premisa ha sido confirmada por numero -- sas pruebas a la falla de los miembros a compresión cargados -- excéntricamente y de los miembros sujetos solamente a la flexión. Sin embargo, para el concreto, la deformación última  $\epsilon_u$  en la fibra extrema en compresión, puede variar en forma considerable. Por lo general mientras se incrementa la resistencia a compresión del concreto, la deformación última disminuye.

La condición supuesta de la deformación en la resistencia última se muestra en la fig. No 2. La deformación en el refuerzo y en el concreto es directamente proporcional a la distancia al eje neutro; de hecho ésta suposición se aplica a la variedad completa de cargas desde cero hasta la última.

Como se ve en la fig. No 2 esta suposición es de importancia fundamental en el diseño para determinar la deformación unitaria y el esfuerzo correspondiente en el refuerzo.

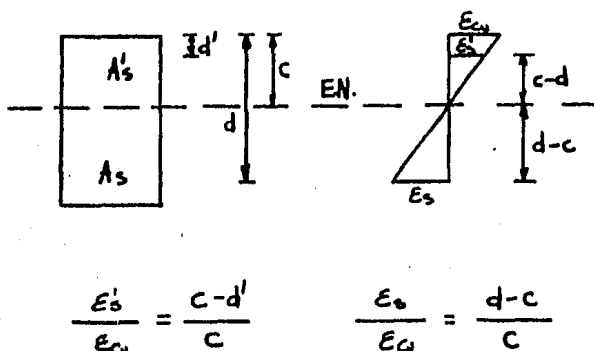


Fig. No 2

Supuesta variación de la deformación, Dist teórica de la deformación.

#### PROPOSICION No 2

"La máxima deformación utilizable en la fibra extrema a compresión del concreto se supondrá = 0.003"

La máxima deformación por compresión del concreto por --aplastamiento varía desde 0.003 hasta 0.008 ; sin embargo la máxima deformación para los casos prácticos es entre 0.003 y 0.004.

La deformación última ha sido medida en muchas pruebas de vigas de concreto tanto reforzadas como simples. Los resultados de estas pruebas de una serie de vigas se muestran a --continuación en la fig. No 3

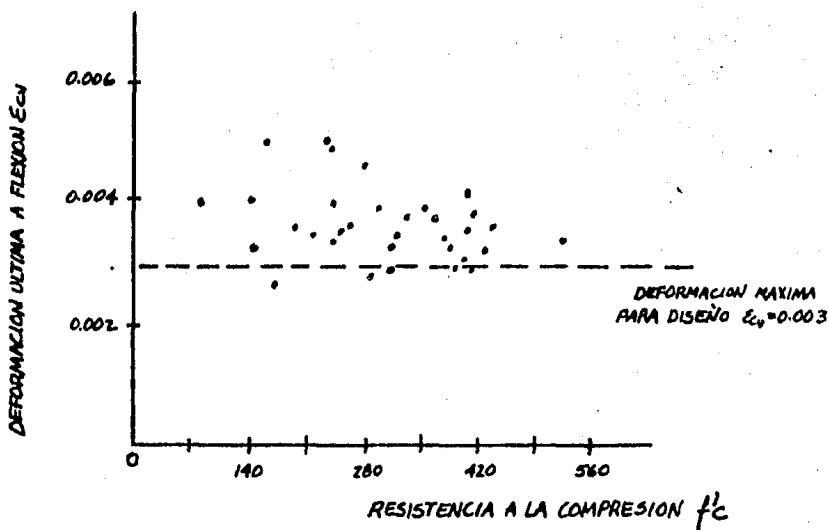


Fig. No 3

#### Esfuerzo - deformación de vigas de concreto

Aunque la deformación máxima disminuye un poco con el incremento de la resistencia a la compresión del concreto, se permite un valor de 0.003, el cual es conservador.

Algunos países utilizan el valor de 0.0035 para el diseño, el cual representa poca diferencia en la resistencia calculada de un miembro.

#### PROPOSICION No 3

"El esfuerzo en el acero de refuerzo inferior a la resistencia a la fluencia  $f_y$ , debe tomarse como "  $E_s$  " veces la deformación del acero  $f_s = E_s \epsilon_s$  ".

Para las deformaciones mayores que  $f_y$ , el esfuerzo del acero de refuerzo será considerado independiente de la deformación, e igual a  $f_y$ .

Para el refuerzo corrugado es preciso suponer que el esfuerzo en dicho refuerzo es proporcional a la deformación que ocurre para un esfuerzo menor que el de fluencia  $f_y$ .

Para un diseño práctico, el incremento de la resistencia debido al efecto del endurecimiento por deformación del refuerzo, no se toman en cuenta al calcular la resistencia.

En la fig. No 2 de relación esfuerzo-deformación para el refuerzo, se muestra la comparación entre las relaciones esfuerzo deformación real y la de diseño (trapezoidal).

En los cálculos de la resistencia, la fuerza desarrollada en el acero de refuerzo de tensión o en compresión, se calcula como:

$$\text{Cuando } \epsilon_s < \epsilon_y, \quad A_s f_s = A_s \epsilon_s E_s$$

$$\text{Cuando } \epsilon_s \gg \epsilon_y, \quad A_s f_s = A_s f_y$$

Donde  $\epsilon_s$ , es el valor del diagrama de la deformación de refuerzo y donde  $E_s = 2\,039\,000 \text{ Kg/cm}^2$

#### PROPOSICION No 4

"La resistencia a la tensión del concreto no deberá considerarse en los cálculos de concreto reforzado sujeto a flexión."

La resistencia a la tensión del concreto a flexión, -- conocida como módulo de ruptura, es una propiedad mas variable que la resistencia a la compresión, y es al rededor de - 10 al 15% de la resistencia a la compresión. El valor aceptado para el diseño es  $2.0\sqrt{f'_c}$  para el concreto de peso normal. Esta resistencia a tensión en la flexión no se toma en cuenta en el diseño de la resistencia. Para los porcentajes normales del refuerzo, esta proposición esta de acuerdo con las pruebas llevadas a cabo. Para los porcentajes muy pequeños de refuerzo, es conservador no tomar en cuenta la resistencia a la tensión.

Sin embargo, se debe considerar que la resistencia del concreto en tensión es importante para las consideraciones de agrietamiento y de la deflexión o capacidad de servicio.

#### PROPOSICION No 5

"La relación entre la distribución del esfuerzo por compresión en el concreto y su deformación, se puede suponer que es rectangular, trapezoidal, parabólica o cualquier otra forma que resulte de la predicción de la resistencia que coincida con numerosos resultados de pruebas."

Esta proposición reconoce la distribución inelástica del esfuerzo máximo. Debido a que el esfuerzo máximo se aproxima, la relación del esfuerzo con la deformación, ya no es una línea recta, sino algún tipo de curva (El esfuerzo no es proporcional a la deformación).

El comportamiento general del esfuerzo-deformación, se ve en la fig. No 4. La forma de las curvas es una función -- de la resistencia del concreto y consiste en una curva que -- tiene su origen en cero hasta un máximo de una deformación a compresión entre 0.0015 y 0.0020 seguido por una curva descendente a una deformación última (trituración del concreto) de 0.0030 hasta 0.0080, como se expuso en la proposición No2

El reglamento establece la máxima deformación útil a -- 0.0030 para el diseño.

Las curvas muestran que el comportamiento del esfuerzo - deformación para el concreto, no es lineal a niveles mayores de aproximadamente  $0.5 f_c$  .

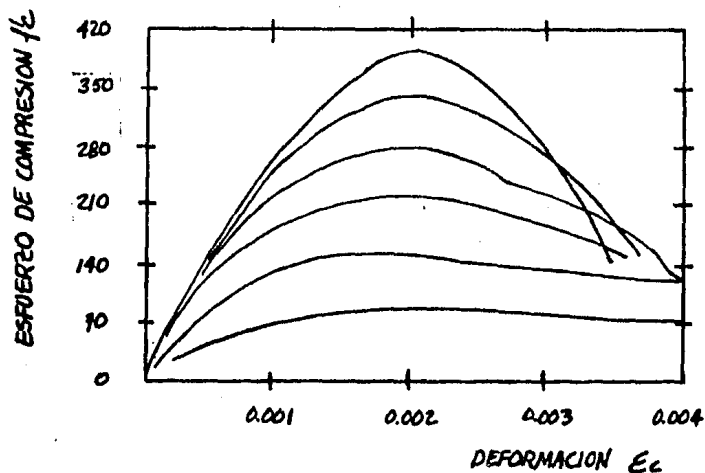


Fig. No 4

"Curvas características de esfuerzo-deformación para el concreto."

La distribución real del esfuerzo de compresión del concreto en el caso práctico es compleja y por lo general no se conoce. Sin embargo, la investigación ha mostrado que las propiedades importantes de la distribución del esfuerzo, pueden ser aproximadas al emplear cualquiera de las diferentes proporciones en cuanto a la forma de la distribución del esfuerzo han sido propuestas muchas distribuciones del esfuerzo. Las tres más comunes son: trapezoidal, parabólica y rectangular.

Todas ellas producen resultados aceptables, pero una distribución parabólica del esfuerzo representa en forma más exacta la variación real del esfuerzo y de la deformación como se observa en la fig. No 4. Con la resistencia teórica del miembro en flexión, la forma general de la distribución del esfuerzo en compresión debe tener una variación de esfuerzo parecida como se muestra en la fig. No 5 .

El esfuerzo máximo se indica por  $k_1 f'_c$ , el esfuerzo promedio por  $k_2 k_3 f'_c$  y el centroide de la distribución parabólica - aproximadamente por  $k_4 c$  donde  $c$  es la posición del eje neutro

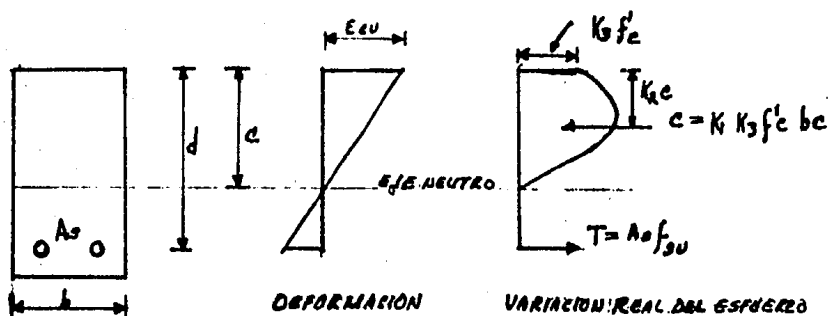


Fig. No 5  
Condiciones esfuerzo-deformación en la resistencia nominal a flexión.

Para las condiciones de esfuerzo en situaciones últimas la resistencia nominal de momento,  $M_n$  se calcula por el equilibrio de las fuerzas y de los momentos.

Para el equilibrio de las fuerzas.

$$c = T$$

$$k_1 k_3 f'_c b c = A_s f_{su}$$

$$c = A_s \frac{f_{su}}{k_1 k_3 f'_c b}$$

$$M_n = (c \cdot T) (d - k_4 c)$$

$$M_n = A_s f_{su} \left( d - \frac{k_4}{k_1 k_3 f'_c b} A_s f_{su} \right)$$

$$M_n = A_s f_{su} \left( d - \frac{k_4}{k_1 k_3 f'_c b} A_s f_{su} \right)$$

Se supone que se alcanza la resistencia máxima cuando la deformación en la fibra a compresión es igual a la deformación por aplastamiento del concreto  $\epsilon_{cu}$ .

Cuando el aplastamiento ocurre, la deformación en el refuerzo en tensión,  $\epsilon_{s,u}$  puede ser mayor o menor que la deformación por fluencia  $\epsilon_y = f_y/E_s$  que depende de la proporción relativa entre el refuerzo y el concreto. Si la cantidad de refuerzo es lo suficientemente baja la fluencia del acero ocurrirá antes de la compresión del concreto (condición de falla dúctil). Con una cantidad más grande de refuerzo, el aplastamiento del concreto se presentara primero, permitiendo que el acero permanezca elástico (condición de falla frágil). El reglamento contiene disposiciones, las cuales pretenden asegurar un modo dúctil de falla al limitar la cantidad de refuerzo en tensión. Para condición de falla dúctil  $f_{s,u}$  es igual a  $f_y$  y la última ecuación escrita, cambia a.

$$M_n = A_s f_y \left( d - \frac{k_1 A_s f_y}{k_1 k_2 f'_{cb}} \right)$$

Si se conoce la cantidad  $k_1/(k_1 k_2)$ , se puede calcular la resistencia a momento directamente de la ecuación anterior.

No es necesario conocer los valores para  $k_1$ ,  $k_2$  y  $k_3$  por separado. Los valores para el término combinado, y también los valores individuales de  $k$ , han sido establecidos de pruebas. Como se muestra en la fig. No 6, asimismo, como se muestra en la figura  $k_1/(k_1 k_2)$  varía entre 0.55 y 0.63

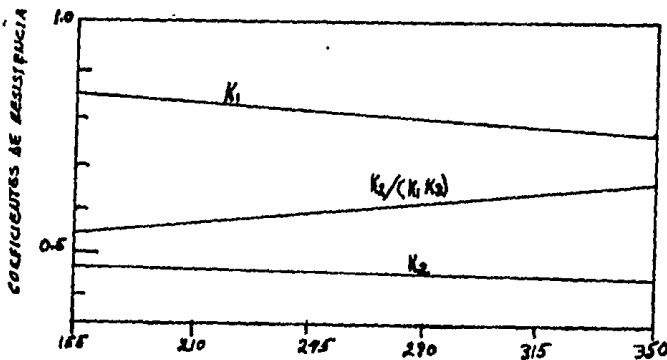


Fig. No 6 Resistencia a la compresion  $f'_c$   
" Parámetros del bloque-esfuerzos "



PROPOSICION No 6

"Los requisitos de la proposicion No 5 se pueden considerar satisfechos si se emplea una distribución rectangular equivalente del esfuerzo en el concreto, la cual se define como sigue: (Vease la figura No 7).

- Un esfuerzo en el concreto de  $0.85 f'_c$  se supondrá uniformemente distribuido en una zona de compresion equivalente que este limitada por los extremos de la sección transversal y una línea recta, paralela al eje neutro, a una distancia  $a = \beta c$  a partir de la fibra de deformación máxima de compresión.
- La distancia  $c$ , desde la fibra de deformación máxima al eje neutro, se medira en la dirección perpendicular a dicho eje.
- El factor  $\beta$  deberá tomarse como 0.85 para resistencias del concreto  $f'_c$  hasta  $280 \text{ kg/cm}^2$ , y para resistencias superiores a  $280 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\beta$  se disminuirá 0.05 en forma uniforme, por cada  $70 \text{ kg/cm}^2$  de aumento sobre  $280 \text{ kg/cm}^2$  sin embargo  $\beta$ , no deberá ser menor que 0.65.

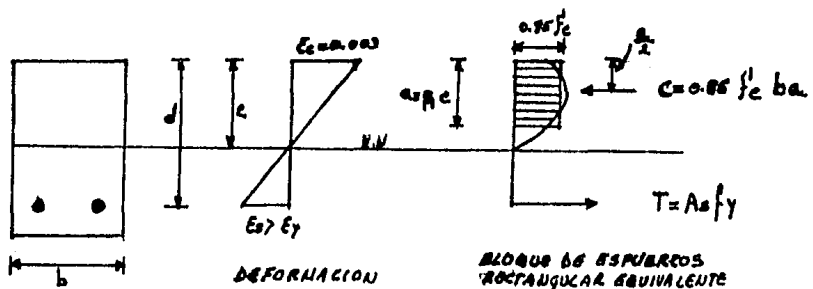


Fig. No 7

"Distribución rectangular equivalente del esfuerzo en el concreto"

## 1.A.3.- DEDUCCION DE FORMULAS

Al emplear la distribución equivalente de esfuerzos rectangulares y al suponer que la fluencia del refuerzo ocurre antes de la compresión del concreto ( $\epsilon_s > \epsilon_y$ ). La resistencia nominal a momento  $M_n$  puede calcularse mediante el equilibrio de las fuerzas y de los momentos.

Para el equilibrio de las fuerzas

$$c = T$$

$$\text{si } c = 0.85 f'_c b a$$

$$T = A_s f_y$$

$$0.85 f'_c b a = A_s \cdot f_y$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$$

$$M_n = (C \cdot T) \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_n = A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$M_n$  = Resistencia nominal a momento en una sección.

Sustituyendo el valor de "a" en la última expresión

$$M_n = A_s f_y \left( d - \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} \right) = A_s f_y \left( d - 0.59 \frac{A_s f_y}{f'_c b} \right) \dots \alpha$$

Observándose que  $0.59 = 0.55 + 0.63$ , valores obtenidos de pruebas y que están representados.

Gráficamente en la fig. No 6 de parámetros se bloque -- esfuerzos

$$\text{si } p = \frac{A_s}{bd}$$

$$A_s = p \cdot bd \dots \beta$$

sustituyendo  $\beta$  en  $\alpha$

$$M_n = pbd f_y \left( d - \frac{0.59 pbd f_y}{f'_c b} \right) = pbd f_y \left( d - \frac{0.59 p d f_y}{f'_c} \right)$$

$$M_n = Pbd^2 f_y - 0.59 P^2 f_y^2 \frac{bd^2}{f'_c}$$

$$M_n = \frac{p f_y bd^2 f'_c - 0.59 P^2 f_y^2 bd^2}{f'_c}$$

$$M_n = \frac{p f_y bd^2 f'_c - 0.59 P^2 f_y^2 bd^2}{f'_c}$$

$$M_n = P \frac{f_y}{f'_c} bd^2 f'_c \left( 1 - 0.59 P \frac{f_y}{f'_c} \right)$$

Resistencia nominal a momento para una sección rectangular.

### DEFORMACION BALANCEADA

Cálculo del porcentaje balanceado para una sección con acero en tensión.

La condición de deformación balanceada existe en una sección transversal cuando la deformación en la fibra extrema a compresión apenas alcanza  $\xi_{cu} = 0.003$  simultáneamente con la primera deformación a la fluencia de  $\epsilon_s = \epsilon_y = f_y/E_s$  en el refuerzo en tensión. En la fig. No 8 se muestra esta condición de deformación balanceada, el porcentaje requerido de refuerzo  $P_b$  para producir una condición balanceada para una sección rectangular con refuerzo en tensión, únicamente puede obtenerse mediante la aplicación de la condición de equilibrio y de compatibilidad.

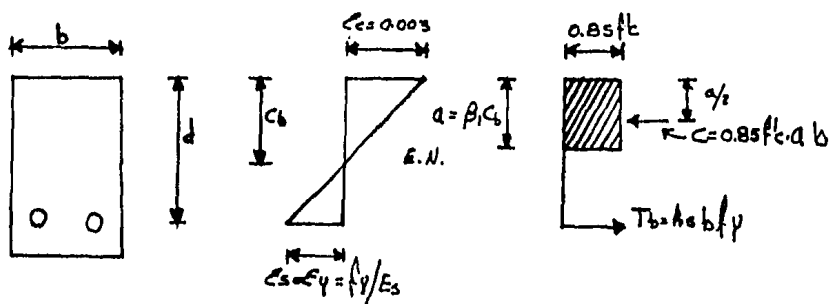


Fig. 8  
Condición balanceada de deformación a la flexión.

Para la condición de deformación lineal

$$\frac{C_b}{d} = \frac{\epsilon_c}{\epsilon_c + \epsilon_y} = \frac{0.003}{0.003 + \frac{f_y}{6115}} = \frac{6115}{203900}$$

Para el equilibrio de las fuerzas

$$C_b = T_b$$

$$0.85 f'_c b a_b = A_s b f_y \quad \text{si } P_b = \frac{A_s b}{b d}$$

$$0.85 f'_c b (\beta_1 C_b) = P_b b d f_y$$

$$P_b = \frac{0.85 f'_c b \beta_1 C_b}{b d f_y} = \frac{0.85 f'_c \beta_1 C_b}{f_y b}$$

Pero si  $\frac{C_b}{d} = \frac{6115}{6115 + f_y}$

$$P_b = \frac{0.85 f'_c \beta_1}{f_y} \cdot \frac{6115}{6115 + f_y}$$

Porcentaje balanceado para una sección rectangular con acero y tensión.

Donde  $\beta_1$  ya se definió anteriormente y a continuación se presenta una gráfica de su variación (ver fig No 9) así como una tabla de tabulación de porcentajes balanceados (ver tabla No 1)

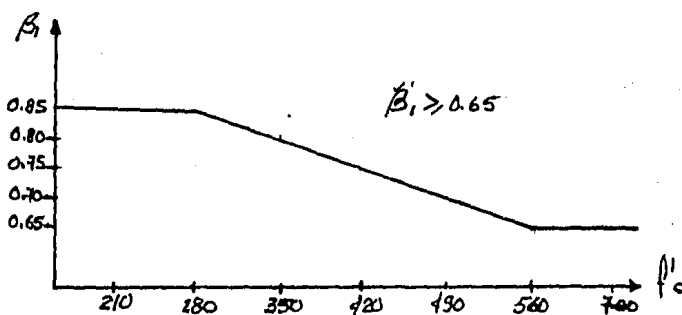


Fig No 9

Variación del valor  $\beta_1$  según una  $f'_c$  cualesquiera .

$f_y$	$f'_c = 210$ $\beta_1 = 0.85$	$f'_c = 280$ $\beta_1 = 0.80$	$f'_c = 350$ $\beta_1 = 0.75$	$f'_c = 420$ $\beta_1 = 0.70$	$f'_c = 560$ $\beta_1 = 0.65$
2800	0.0372	0.0466	0.0547	0.0612	0.0758
4200	0.0214	0.0263	0.0315	0.0353	0.0437

Tabla No 1

Tabulación de porcentajes balanceados.

+ Refuerzo mínimo en elementos sujetos a flexión.

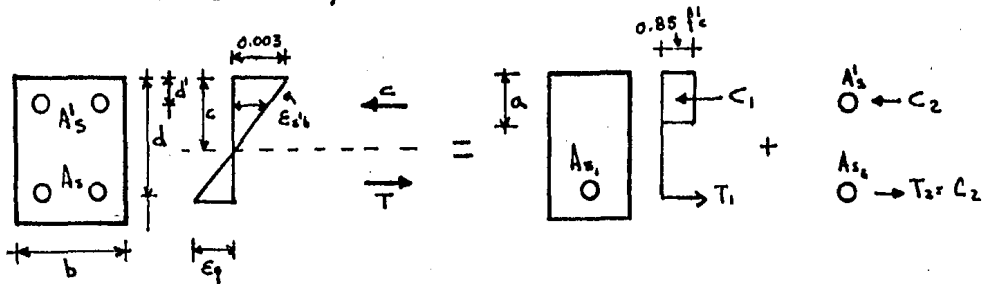
En cualquier sección de un elemento sujeto a flexión, excepto donde por el análisis, se requiera refuerzo positivo, la relación de "P" proporcionada no será menor que la obtenida por la siguiente ecuación:

$$P_{min} = \frac{14}{f_y}$$

En vigas T y en nervaduras, cuando el alma este en tensión, la relación "P" se calculara para este propósito utilizando el ancho de dicha alma.

— PORCENTAJE BALANCEADO PARA UNA SECCION RECTANGULAR CON ACERO EN TENSION Y COMPRESION.

SI PARTIMOS DE LA FIG. N° 2



$$\begin{aligned} \text{si } A_s &= A_{s1} + A_{s2} & \text{y } T &= T_1 + T_2 \\ \text{y } T_2 &= A'_{s1} f'_{s1} & \text{y } P' &= \frac{A'_{s1}}{b \cdot d} \Rightarrow A'_{s1} = P' \cdot b \cdot d \end{aligned}$$

$$\therefore T_2 = P' b d f'_{s1}$$

$$\text{y } T_1 = A_{s1} f_y \quad \text{y } \bar{P} = \frac{A_{s1}}{b \cdot d} \Rightarrow A_{s1} = \bar{P} b \cdot d$$

$$\therefore T_1 = \bar{P} b d f_y$$

$$\Rightarrow T = T_1 + T_2 = \bar{P} b d f_y + P' b d f'_{s1}$$

$$T = A_s f_y \quad P = \frac{A_s}{b \cdot d} \Rightarrow A_s = P \cdot b \cdot d$$

$$\therefore T = T_1 + T_2$$

$$\Rightarrow f_y P \cdot b \cdot d = \bar{P} b d f_y + P' b \cdot d f'_{s1}$$

$$P = \frac{\bar{P} b \cdot d f_y + P' b d f'_{s1}}{f_y b \cdot d}$$

$$\therefore P_0 = \bar{P} + P' \left( \frac{f'_{s1}}{f_y} \right) \quad ; f'_{s1} = 6115 - \frac{d'}{d} (6115 + f_y)$$

DEDUCCION DE  $f'_{sb}$

$$\text{si } \frac{d-d'}{d} = \frac{\epsilon'_{sb}}{0.003 + \epsilon_y} = \frac{\epsilon'_{sb}}{0.003 + \frac{f_y}{E}} = \frac{\epsilon'_{sb} \cdot E}{6115 + f_y}$$

$$E = 2,059,000 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{d-d'}{d} = \frac{\epsilon'_{sb} \cdot E}{6115 + f_y}$$

$$\frac{d-d'}{d} (6115 + f_y) = \epsilon'_{sb} \cdot E = f'_{sb}$$

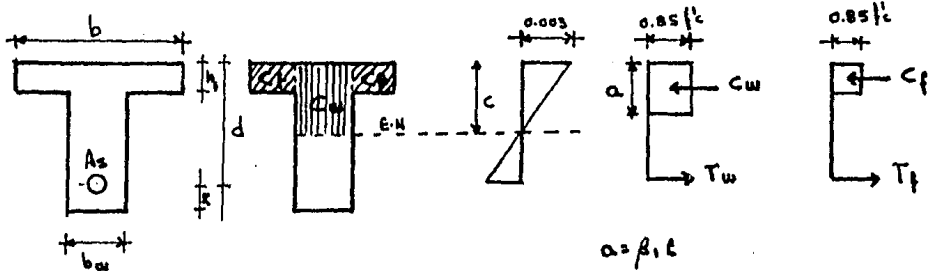
$$\left(1 - \frac{d'}{d}\right) (6115 + f_y) = f'_{sb}$$

$$6115 + f_y - \frac{d'}{d} (6115 + f_y) = f'_{sb}$$

$$f'_{sb} = 6115 - \frac{d'}{d} (6115 + f_y) \leq f_y$$

C. Q. D.

- PORCENTAJE BALANCEADO PARA UNA SECCION "T" CON REFUERZO EN TENSION UNICAMENTE.



si  $C_w = b_w \beta_1 c 0.85 f'_c$

y

$C_f = h_f (b - b_w) 0.85 f'_c$

y

$C_f = T_f \quad T_f = A_{s1} \cdot f_y$

y

$P_f = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} \Rightarrow A_{s1} = P_f b_w d$

∴

$T_f = P_f b_w d f_y$

si

$C_w = b_w \beta_1 c 0.85 f'_c$

y

$C_w = T_w$

PERO

$T_w = A_{s_w} \cdot f_y \quad y \quad P_w = \frac{A_{s_w}}{b_w \cdot d} \Rightarrow A_{s_w} = P_w b_w d$

∴

$T_w = P_w b_w d f_y$

y

$T = A_s b \cdot d \quad y \quad P_b = \frac{A_s}{b \cdot d} \Rightarrow A_s = P_b \cdot b \cdot d$

$T = T_w + T_f$



$$T = P_w b_w d f_y + P_f b_w d f_y = P_b b \cdot d f_y$$

$$P_b = \frac{P_w b_w d f_y + P_f b_w d f_y}{b \cdot d \cdot f_y}$$

$$P_b = P_w \frac{b_w}{b} + P_f \frac{b_w}{b}$$

$$P_b = \frac{b_w}{b} (P_w + P_f)$$

si  $P_w = \bar{P}$

$P_b = \frac{b_w}{b} (\bar{P} + P_f)$
---------------------------------------

DEDUCCION DE  $P_f$

si  $C_f = T_f$

$$T_f = A_{s_f} f_y \quad \text{y} \quad P_f = \frac{A_{s_f}}{b_w \cdot d}$$

PERO  $C_f = h_f (b - b_w) 0.85 f'_c$

si  $T_f = C_f$

$$\Rightarrow A_{s_f} \cdot f_y = h_f (b - b_w) 0.85 f'_c = 0.85 \frac{f'_c}{f_y} (b - b_w) h_f$$

∴

$P_f = \frac{A_{s_f}}{b_w d}$	y	$A_{s_f} = 0.85 \frac{f'_c}{f_y} (b - b_w) h_f$
-------------------------------	---	---

RESISTENCIA NOMINAL A MOMENTO PARA  
UNA SECCION RECTANGULAR CON ACERO A TENSION  
Y COMPRESION.

DE LA FIG. N° 2

$$C_1 = 0.85 f'_c a \cdot b$$

$$C_2 = A'_s f'_{sb}$$

$$T = A_s f_y$$

$$T = C$$

$$C = C_1 + C_2$$

$$\therefore A_s f_y = 0.85 f'_c a \cdot b + A'_s f'_{sb}$$

$$\text{si } f_y = f'_{sb}$$

$$A_s f_y = 0.85 f'_c a \cdot b + A'_s f_y$$

$$A_s f_y - A'_s f_y = 0.85 f'_c a \cdot b$$

$$a = \frac{(A_s - A'_s)}{0.85 b \cdot f'_c}$$

$$M_n = C_1 \left(d - \frac{a}{2}\right) + C_2 (d - d')$$

$$M_n = (0.85 f'_c \cdot a \cdot b) \left(d - \frac{a}{2}\right) + (A'_s f_y) (d - d')$$

$$M_n = \left(0.85 f'_c \frac{(A_s - A'_s) f_y \cdot b}{0.85 b \cdot f'_c}\right) \left(d - \frac{a}{2}\right) + (A'_s f_y) (d - d')$$

$$M_n = (A_s - A'_s) f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) + (A'_s f_y) (d - d')$$

$$a = \frac{(A_s - A'_s) f_y}{0.85 b \cdot f'_c}$$

RESISTENCIA NOMINAL A MOMENTO PARA UNA SECCION "T" CON ACERO A TENSION.

SE LA FIG. N°

$$C_w = b_w \cdot a \cdot 0.85 f'_c \quad C_f = h_f (b - b_w) 0.85 f'_c$$

$$C_f = T_f \quad ; \quad T_f = A_{sf} \cdot f_y$$

si  $C = C_w + C_f \quad y \quad T = C \quad ; \quad T = A_s f_y$

$$\Rightarrow A_s f_y = b_w \cdot a \cdot 0.85 f'_c + h_f (b - b_w) 0.85 f'_c$$

$$o' \quad A_s f_y = b_w \cdot a \cdot 0.85 f'_c + A_{sf} f_y$$

$$a = \frac{A_s f_y - A_{sf} \cdot f_y}{b_w \cdot 0.85 f'_c} = \frac{(A_s - A_{sf}) \cdot f_y}{b_w \cdot 0.85 f'_c}$$

$$M_u = C_w \left( d - \frac{a}{2} \right) + C_f \left( d - \frac{h_f}{2} \right)$$

$$M_u = b_w \cdot a \cdot 0.85 f'_c \left( d - \frac{a}{2} \right) + A_{sf} \cdot f_y \left( d - 0.5 h_f \right)$$

$$\therefore M_u = (A_s - A_{sf}) f_y \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right) + A_{sf} \cdot f_y \left( d - 0.5 h_f \right)$$

si

$$C_f = T_f$$

$$h_f (b - b_w) 0.85 f'_c = A_{sf} \cdot f_y$$

$$A_{sf} = \frac{h_f (b - b_w) 0.85 f'_c}{f_y} \quad ; \quad a = \frac{(A_s - A_{sf}) f_y}{b_w \cdot 0.85 f'_c}$$

OBTENCIÓN DE LA ECUACION CUADRÁTICA  
 PARA CALCULAR EL AREA DE ACERO A TENSION  
 REQUERIDA, PARA UNA SECCION RECTANGULAR

si  $M_D = M_n \cdot F_R = M_A$

$M_n = A_s f_y (d - 0.5 a) ; a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$

si

$f_R = 0.85 f'_c \cdot b$

$M_D = F_R (A_s f_y (d - 0.5 (\frac{A_s f_y}{f_R}))) ; F_R = 0.9$

$M_D = F_R (A_s f_y d - 0.5 A_s f_y \frac{A_s f_y}{f_R})$

$M_D = F_R (A_s f_y d - 0.5 \frac{A_s^2 f_y^2}{f_R})$

$M_D = F_R A_s f_y d - 0.5 \frac{F_R A_s^2 f_y^2}{f_R}$

$F_R A_s f_y d - 0.5 \frac{F_R A_s^2 f_y^2}{f_R} - M_D = 0$

$0.5 \frac{F_R A_s^2 f_y^2}{f_R} - F_R A_s f_y d + M_D = 0$

$$A_{s,1,2} = \frac{F_R f_y d \pm \sqrt{(F_R f_y d)^2 - 4 \left( \frac{F_R f_y^2}{2(0.85) f'_c b} \right) (M_D)}}{0.85 f'_c b}$$

DEDUCCION DE LA FORMULA PARA OBTENER EL PORCENTAJE PARA UNA SECCION RECTANGULAR EN FUNCION DEL MOMENTO ACTUANTE.

$$R_n = \rho f_y \left( 1 - 0.5 \rho \frac{f_y}{0.85 f'_c} \right)$$

$$M_u = F_R b \cdot d^2 R_n \quad \Rightarrow \quad R_n = \frac{M_u}{F_R b \cdot d^2}$$

$$R_n = \rho f_y - \frac{\rho f_y \cdot 0.5 \rho f_y}{0.85 f'_c} = \rho f_y - \frac{0.5 \rho^2 f_y^2}{0.85 f'_c}$$

$$\rho f_y = \frac{0.5 \rho^2 f_y^2}{0.85 f'_c} - R_n = 0$$

$$\rho^2 \left( \frac{0.5 f_y^2}{0.85 f'_c} \right) - \rho f_y + R_n = 0$$

$$\rho = \frac{f_y \pm \sqrt{f_y^2 - (4) \left( \frac{0.5 f_y^2}{0.85 f'_c} \right) R_n}}{2 \left( \frac{0.5 f_y^2}{0.85 f'_c} \right)}$$

$$\rho = \frac{\frac{0.85 f'_c}{f_y} \pm \sqrt{f_y^2 - \frac{2 f_y^2 R_n}{0.85 f'_c}}}{\frac{f_y^2}{0.85 f'_c}}$$

$$P = \frac{0.85 f'_c}{f_y} \pm f_y \left( \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 f'_c}} \right)$$


---


$$\frac{f_y^2}{0.85 f'_c}$$

$$P = \frac{0.85 f'_c}{f_y} \pm \frac{f_y}{\frac{f_y^2}{0.85 f'_c}} \left( \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 f'_c}} \right)$$

$$P = \frac{0.85 f'_c}{f_y} \pm \frac{0.85 f'_c}{f_y} \left( \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 f'_c}} \right)$$

$$P_{\pm} = 0.85 \frac{f'_c}{f_y} \left( 1 \pm \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 f'_c}} \right) \rightarrow \begin{matrix} P_+ \\ P_- \end{matrix}$$

$$R_n = \frac{M_{ACTUAL} \cdot F_c}{F_R \cdot b \cdot d^2}$$

NOTA: LA RAIZ  $^{\pm}$  ES LA QUE RIGE GENERALMENTE

$F_c$  = FACTOR DE CARGA

$$\therefore A_s = (P)(b)(d)$$

$F_R$  = FACTOR DE RESISTENCIA

✦ PARA UNA SECCION RECTANGULAR CON ACERO EN TENSION

$$P_b = \bar{P}_b = 0.85 \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \left( \frac{6115}{6115 + f_y} \right)$$

$$P_{max} = 0.75 \bar{P}_b = 0.75 \left( 0.85 \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \left( \frac{6115}{6115 + f_y} \right) \right)$$

✦ PARA UNA SECCION RECTANGULAR CON ACERO EN TENSION Y EN COMPRESION.

$$P_b = \bar{P}_b + P' \left( \frac{f'_{sb}}{f_y} \right)$$

$$\text{si } f'_{sb} = 6115 - \frac{d'}{d} (6115 + f_y) \leq f_y$$

$$\Rightarrow P_b = \bar{P}_b + P'$$

$$\therefore P_{max} = 0.75 \bar{P}_b + P' \left( \frac{f'_{sb}}{f_y} \right)$$

$$\bar{P}_b = \frac{A_s - A'_s}{b \cdot d}$$

$$P' = \frac{A'_s}{b \cdot d}$$

✦ PARA UNA SECCION "T" CON ACERO EN TENSION

$$P_b = \frac{b_w}{b} (\bar{P}_b + P_f) \quad ; \quad \bar{P}_b = 0.85 \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \left( \frac{6115}{6115 + f_y} \right)$$

$$P_{max} = 0.75 P_b$$

$$P_{max} = 0.75 \left[ \frac{b_w}{b} (\bar{P}_b + P_f) \right]$$

$$P_f = \frac{A_{s1}}{b_w d}$$

$$A_{s1} = 0.85 \frac{f'_c}{f_y} (b - b_w) h_f$$

# TABLA DE MOMENTOS NOMINALES

30

✦ PARA UNA SECCION RECTANGULAR CON ACERO A TENSION

$$M_n = A_s f_y \left( d - \frac{0.59 A_s f_y}{b f_c} \right) ; \rho = \frac{A_s}{b \cdot d}$$

$$M_n = A_s f_y (d - 0.5 a) ; a = \frac{A_s f_y}{0.85 f_c' b}$$

✦ PARA UNA SECCION RECTANGULAR CON ACERO A TENSION Y COMPRESION

$$M_n = (A_s - A_s') f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) + (A_s' f_y) (d - d')$$

$$a = \frac{(A_s - A_s') f_y}{0.85 b f_c'}$$

✦ PARA UNA SECCION TE CON ACERO A TENSION

$$M_n = (A_s - A_{sf}) f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) + A_{sf} f_y (d - 0.5 h_f)$$

$$A_{sf} = \frac{h_f (b - b_w) 0.85 f_c'}{f_y}$$

$$a = \frac{(A_s - A_{sf}) f_y}{b_w 0.85 f_c'}$$



### 1.A.5 DISTRIBUCION DEL ACERO DE REFUERZO

Cuando la resistencia de diseño a la fluencia  $f_y$  para el refuerzo en tension exceda de  $2810 \text{ kg / cm}^2$ .

Las secciones transversales de momentos máximos positivo y negativo deberan proporcionarse para que el valor de  $Z$  dado por :

$$Z = f_s \sqrt[3]{dc A}$$

Donde :

$$f_s = 0.6 f_y$$

$dc$  = recubrimiento hasta centro de la varilla

$A$  = Area efectiva de tension del concreto que rodea al refuerzo en tension por flexión y que tiene el mismo centroide que el acero de refuerzo , dividida entre el No de varillas, en  $\text{cm}^2/\text{varilla}$ .

No exceda de :

$31\ 250 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$  para exposición interior

$25\ 895 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$  para exposición exterior

Estas limitaciones numericas corresponden a anchos límites de grietas de 0.4 y 0.3 mm respectivamente.

Para viga "T"

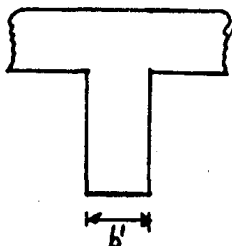
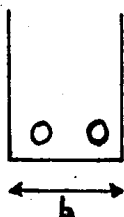
Cuando los patines de las vigas "T" esten sujetos a tensión parte del refuerzo de tension por flexión debe distribuirse sobre un ancho efectivo de patín de acuerdo a lo especificado en la pag No , o un ancho igual a  $1 / 10$  del claro , segun el que sea menor, si el ancho efectivo del patín excede de  $1 / 10$  de claro , se debe proporcionar refuerzo longitudinal -

en las porciones extremas del patín.

Si el peralte del alma mide mas de 90 cm , se debe colocar cerca de las caras del alma un refuerzo longitudinal cuya área total sea igual o por lo menos el 10% del area del refuerzo de tensión por flexión, y se le distribuirá en la zona de tensión por flexión , con un espaciamiento que no exceda de 30 cm ó el ancho del alma.

- Distancia entre los apoyos laterales de elementos sujetos a flexión.

La separación entre los apoyos laterales de una viga no debe exceder de 50 veces el ancho menor "b" del patín o de la cara a compresión ó b' para vigas "T"



### 1.A.6 DETALLES DEL ACERO DE REFUERZO

Los detalles estructurales correctos siempre han sido -- esenciales para que las estructuras de concreto queden reforzadas satisfactoriamente.

- Ganchos estandar y diámetro mínimo de dobléz.

Los requisitos para los ganchos estandar y para el diámetro mínimo del dobléz del acero de refuerzo se ilustra en las tablas No 2 y No 3.

El dobléz mínimo para el acero de refuerzo se define como el diametro del dobléz medido sobre la parte interna de la varilla.

GRADO DE VARILLA	Nº DE VARILLA	DIAM. MIN. D' DOBLEZ
TODOS LOS GRADOS	3 al 8	6 $\phi$ D' VARILLA
	9, 10, 11	8 $\phi$ D' VARILLA
	14, 18	10 $\phi$ D' VARILLA
GRADO 28 **	3 al 11	5 $\phi$ D' VARILLA

\* MEDIDO DEL LADO INTERNO DE LA VARILLA  
 \*\* SOLO PARA DOBLEZ DE 180°

$b_z$   $\left\{ \begin{array}{l} 6db \text{ Para Vols. \#5 y Menores} \\ 12db \text{ Para Vols. \#6 al \#8} \end{array} \right.$   $c = \phi \text{ Vols. } > 6cm.$

Tabla No 2

#### "Ganchos estandar para acero de refuerzo primario"

NUMERO DE VARILLA	DIAMETRO MINIMO D' DOBLEZ
3 al 5	4 $\phi$ VARILLA
6 al 8	6 $\phi$ VARILLA
9, 10, 11	8 $\phi$ VARILLA
14 y 18	10 $\phi$ VARILLA

\* MEDIDO DEL LADO INFERIOR DE LA VARILLA.

$a =$  Diámetro del dobléz  
 $b_z = 6\phi$  DE LA VARILLA  $> 6cm.$

Tabla No 3

"Ganchos estandar para estribos y para acero de refuerzo usado como anclaje."

Todo el refuerzo debe doblarse en frío, a menos que el -  
Ingeniero lo permita de otra manera.

Ningun refuerzo parcialmente ahogado en el concreto debe  
doblarse.

- Colocación del acero de refuerzo.

Las tolerancias para la colocación del acero de refuerzo  
se dan para la protección del recubrimiento libre del concre-  
to y para el peralte efectivo "d" .

Ambas dimensiones estan relacionadas directamente con la  
colocación del acero de refuerzo.

La magnitud de la tolerancia permitida depende del tama-  
ño del miembro expresado como una funcion del peralte efectivo  
vo "d" .

Estas tolerancias se ilustran en la tabla No 4 y en la -  
fig No 10

PERALTE EFFECTIVO $d$	TOLERANCIA PARA $d$	TOLERANCIA MINIMA PARA EL RECUBRIMIENTO
$d \leq 20 \text{ cm}$ ó menos	$\pm 1.0 \text{ cm}$	$- 1.0 \text{ cm}$
$d > 20 \text{ cm}$ ó MAS	$\pm 1.5 \text{ cm}$	$- 1.5 \text{ cm}$

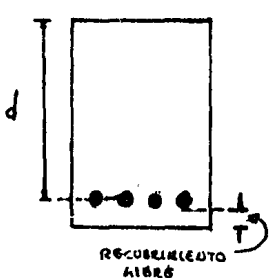


Tabla No 4

Tolerancias dimensionales criticas para colocar el ace -  
ro de refuerzo.

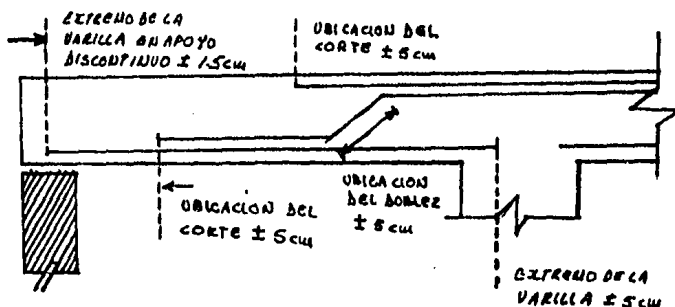


Fig No 10

Tolerancias para el doblado de la varilla y localización del corte del refuerzo.

- Límites para el espaciamiento del refuerzo.

Los requisitos del espaciamiento (la distancia libre entre las varillas) son los siguientes :

Para los miembros a flexión con varillas paralelas en una capa, el espaciamiento no será menor que el diámetro de una varilla, ni menor que 2.5 cm y además no menor que 1.33 veces el diámetro del tamaño máximo del agregado empleado.

Para el acero de refuerzo colocado en dos o más capas las varillas deberán estar exactamente una sobre la otra, con un espacio libre vertical de 2.5 cm por lo menos.

Vease en la tabla No 5 estos requisitos de espaciamiento también se aplican a la distancia libre entre varillas traslapadas.

- Paquetes de varillas.

Se permiten paquetes de varillas, pero únicamente si dichos paquetes se encierran con anillos o estribos y suponiendo que las varillas de acero de refuerzo unidas en forma paralela deben actuar como una unidad.

Se establecen algunas restricciones en el uso de las varillas en paquete para miembros a flexión como se indica a continuación.

- Las varillas del numero 11 al 18 no pueden colocarse en paquetes cuando se usen vigas y trabes.
- Si las varillas individuales de un paquete se cortan dentro del claro, los puntos de corte deben estar espaciados por lo menos 40 diametros de la varilla.
- Se infiere un máximo de dos varillas en paquete en cualquier plano (no se consideran tres o mas varillas adyacentes como varillas en paquete)
- Para el espaciamiento y el recubrimiento libre mínimo, - una unidad de varillas en paquete sera tratada como si fuera una sola varilla, con un area equivalente al area total de todas las varillas del paquete.
- Puede agruparse en paquete un maximo de cuatro varillas- ilustran en la fig No 11



Fig No 11

Posibles disposiciones del agrupamiento de varillas en paquete.

TIPO DE MIEMBRO	DISTANCIA LIBRE EN DIAMETROS	DISTANCIA LIBRE EN CENTIMETROS
REFUERZO EN MIEMBROS A FLEXION	1 DIAMETRO	2.5 CENTIMETROS

Tabla No 5

Distancia libre entre varillas y paquetes

Refuerzo lateral para miembros a flexión.

- Para el acero de compresión en vigas y trabes, se marcan las siguientes restricciones:
- Los traslapes tendrán un desarrollo de 48 veces el diámetro de la varilla, pero no menor de 30 cm.
- El primer estribo se colocará a la mitad del espaciamiento de estribos, a partir del paño de la columna.
- El espaciamiento de estribos no debe exceder de 16 diámetros de las varillas longitudinales, ni de 48 diámetros de los anillos o la menor dimensión de la viga.

Para los miembros a flexión sujetos a esfuerzos reversibles, o torsión en los apoyos, el refuerzo lateral debe cerrarse al rededor de todo el acero principal de refuerzo, dichos anillos cerrados pueden ser de una sola pieza con ganchos sobre puestos o de dos piezas si se traslapan apropiadamente. Véase la figura No 12

El diámetro mínimo de los anillos será :

#3 Para varillas del #10 ó menores

#4 Para varilla del #11,14,18 ó paquetes de estas.

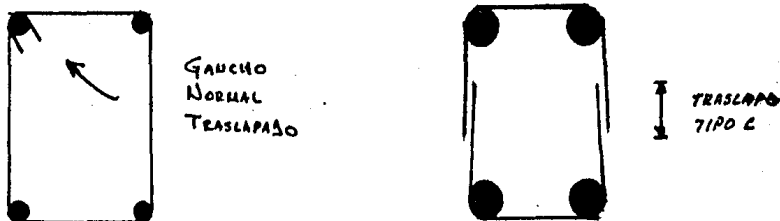


Fig No 12

Definición de un anillo cerrado o estribo.

Protección de concreto para el refuerzo en vigas.

Los recubrimientos mínimos recomendados para concretos - hechos en obra y concreto prefabricado son.

- Concreto hecho en obra .

Para refuerzo principal, anillos y estribos          rmin=4cm

Para concreto colado en contacto con el suelo y permanentemente expuestos a el, rmin= 7.5 cm

Para vigas de concreto expuestas al suelo o a la acción del clima con varillas de :

#6 al #18    rmin = 5 cm

#5 y menores    rmin = 4 cm

Las vigas de concreto no expuesto a la acción del clima ni el contacto con el suelo, con varillas de :

#11 y menores    rmin = 2 cm

#14 al #18    rmin = 4 cm

- Concreto prefabricado

Para refuerzo principal    rmin = db  $\begin{matrix} \geq 1.5 \text{ cm} \\ \leq 4 \text{ cm} \end{matrix}$

Concreto expuesto al suelo o a la acción del clima.

#11 y menores    rmin = 2 cm

#14 y #18    rmin = 4 cm

Concreto no expuesto a la acción del clima ni en contacto con el suelo.

#11 y menores    rmin = 1.5 cm

#14 y #18    rmin = 3.0cm

Anillos y estribos    rmm = 1.0 cm

El recubrimiento mínimo para los paquetes de varilla debe ser igual al del diámetro equivalente del paquete, pero no necesita ser mas de 5 cm. Excepto para concreto colado en el terreno permanentemente expuesto a el, el recubrimiento mínimo debe ser 7.5 cm .



### 1.A.7 Procedimiento para calcular una sección preliminar de una viga rectangular.

Como el programa general empieza resolviendo un entrepiso de un marco, se supone que se tiene ya una sección definida de viga. Y siendo así, el paso siguiente es el propio diseño de la viga.

Si no es el caso de que se tengan definidas las secciones se procedera a obtener una sección preliminar de la siguiente manera :

1- Si se tiene un marco cualesquiera se escoge el entrepiso mas desfavorable en cargas de este marco y lo idealizamos como una viga continua, y resolvemos dicho elemento, y obtenemos el máximo momento en toda la viga.

Con el momento máximo obtenido y multiplicándolo por sus respectivos factores de carga obtenemos  $M_a$  = momento -- actuante factorizado; y considerando que el momento actuante ( $M_a$ ) debe ser igual al momento resistente o momento de diseño  $M_n$ ,  $M_n = M_a$ ,  $M_n = \phi_r M_n$  y  $M_n =$

$$M_n = \phi_r \frac{f_y}{f_c} b d^2 \left( 1 - 0.59 \phi_r \frac{f_y}{f_c} \right)$$

$$M_n = \phi_r \frac{f_y}{f_c} b d^2 \left( 1 - 0.59 \phi_r \frac{f_y}{f_c} \right)$$

$$M_a = \phi_r \frac{f_y}{f_c} b d^2 \left( 1 - 0.59 \phi_r \frac{f_y}{f_c} \right)$$

$$\text{si } b d^2 = \frac{M_a}{\phi_r \frac{f_y}{f_c} \left( 1 - 0.59 \phi_r \frac{f_y}{f_c} \right)}$$

y teniendo una relacion de  $\frac{d}{b}$

y que generalmente es  $\frac{d}{b} = 2.0$

$$d = 2 b \quad b = 0.5 d$$

$$\text{si } bd^2 = \frac{Ma}{Fr p fy (1 - 0.59 p \frac{fy}{fc})}$$

$$(0.5 d) (d^2) = \frac{Ma}{Fr p fy (1 - 0.59 p \frac{fy}{fc})}$$

$$d^3 = \frac{2 Ma}{Fr p fy (1 - 0.59 p \frac{fy}{fc})}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{2 Ma}{Fr p fy (1 - 0.59 p \frac{fy}{fc})}}$$

$$\text{si } b = 0.5 d$$

$$b = \frac{1}{2} \sqrt[3]{\frac{2 Ma}{Fr p fy (1 - 0.59 p \frac{fy}{fc})}}$$

Ya teniendo el valor de b y d y definiendo un recubrimiento se diseña la viga por flexión ya sea como una viga rectangular o simplemente armada o doblemente armada, y si la sección cumple o pasa en su diseño, el siguiente paso es sacar el peso por metro lineal de la sección e incrementárselo a la viga original que no tenía definida la sección.

Se vuelve a resolver la viga pero ahora la que tiene incrementada el peso de la viga, se obtiene el momento y se revisa ahora la sección obtenida, y si cumple o pasa con todos los requisitos, esta sección es la que se utilizara en el análisis del marco seccionado o del entrepiso.

## EJEMPLO N° 1

DISÑO DE UNA VIGA RECTANGULAR CON REFUERZO A TENSION.

$$M_d = 7.60 \text{ T-M} \quad (\text{MOMENTO DUEO A CARGA MUERTA})$$

$$M_l = 4.98 \text{ T-M} \quad (\text{MOMENTO DUEO A CARGA VIVA})$$

$$f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$$

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

$$Z = 25895 \text{ Kg/cm}^2 \quad (\text{PARA EXPOSICION EXTERIOR})$$

SOLUCION:

1- CALCULAR EL PORCENTAJE MAXIMO

$$P_{max} = 0.75 P_b$$

$$P_b = 0.85 \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \left( \frac{6115}{6115 + f_y} \right) ; \beta_1 = 0.85$$

$$P_b = (0.85)(0.85) \left( \frac{280}{4200} \right) \left( \frac{6115}{6115 + 4200} \right) = 0.0286$$

$$P_{max} = 0.75 P_b = 0.75(0.0286) = 0.0214$$

2- CALCULAR  $bd^2$  (REQUERIDA)

$$M_u = 1.4 M_d + 1.7 M_l$$

$$M_u = M_A = 1.7(4.98) + 1.4(7.60) = 19.106 \text{ T-M}$$

$$M_D = 0.9 M_u \quad ; \quad M_u = b d^2 p f_y \left( 1 - 0.5 \frac{p f_y}{0.85 f'_c} \right)$$

$$M_D = 19.106 \text{ T-M}$$

$$\text{si } R_u = p f_y \left( 1 - 0.5 \frac{p f_y}{0.85 f'_c} \right)$$

$$R_u = (0.0214)(1200) \left( 1 - 0.5 \frac{(0.0214)(1200)}{0.85(280)} \right) = 72.9085 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$M_D = \phi M_u \quad ; \quad \phi = 0.9$$

$$M_u = b d^2 R_u$$

$$M_D = \phi b d^2 R_u \quad ; \quad b d^2 = \frac{M_D}{\phi R_u}$$

$$b d^2 = \frac{19.106 \times 10^5}{(0.9)(72.9085)} = 29,117.1494 \text{ cm}^3$$

$$\text{si } b = 25 \text{ cm} \quad \Rightarrow \quad d = \sqrt{\frac{29,117.1494}{25}} = 34.1275 \approx 35 \text{ cm}$$

$$\text{si } r = 5 \text{ cm}$$

$$b = 25 \text{ cm}$$

$$d = 35 \text{ cm}$$

$$h = 40 \text{ cm}$$

3- CALCULAR EL PORCENTAJE NECESARIO

$$p = 0.88 \frac{f'_c}{f_y} \left( 1 \pm \sqrt{1 - \frac{2R_u}{0.85 f'_c}} \right)$$

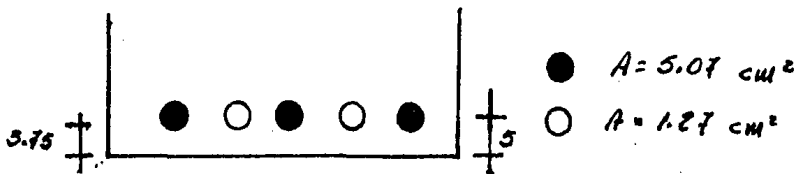
$$P_i = 0.85 \frac{(280)}{4200} \left( 1 \pm \sqrt{1 - \frac{(2)(72.3085)}{(0.85)(280)}} \right)$$

$$P_i^+ = 0.0919 \quad ; \quad P_i^- = 0.0214 \quad (\text{RIGE})$$

$$A_s = P_i \cdot b \cdot d = (0.0214)(25)(35) = 18.7950 \text{ cm}^2$$

$$\text{USANDO 3 Var. \#8 + 2 Vars \#5} \Rightarrow A_s = 19.17 \text{ cm}^2$$

#### 4- DISTRIBUCION DEL REFUERZO POR FLEXION



$$C.G. = \frac{(3)(5.07)(5) + (2)(1.98)(3.73 + \frac{1.98}{2})}{(3)(5.07) + (2)(1.98)} = 4.9422$$

EL AREA EFECTIVA DE TENSION DEL CONCRETO ES

$$= (2)(4.9422)(25) = 247.1080 \text{ cm}^2$$

EL NUMERO EQUIVALENTE DE VARILLAS DEL N° 8

$$N = \frac{(3)(5.07) + (2)(1.98)}{5.07} = 3.7811$$

$$A = \frac{\text{AREA EFECTIVA}}{\text{NUMERO DE VARILLAS}} = \frac{247.1080}{3.7811} = 65.3541$$

$$z = \sqrt[3]{\frac{1}{5} \sqrt{d_c A}} = 0.6(4200) \sqrt[3]{(8)(65.3541)} = 17,323.80 < 25,895 \quad \underline{\underline{OK}}$$

## EJEMPLO N° 2

DISEÑO DE UNA VIGA RECTANGULAR CON REFUERZO EN TENSION Y EN COMPRESION.

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

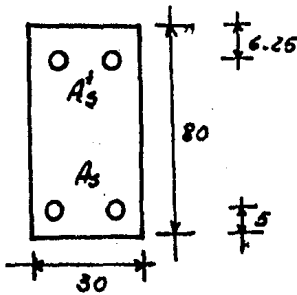
$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_u = 124.41 \text{ T-M} \quad \text{MOMENTO}$$

$$\text{ACRUANTE YA}$$

$$\text{FACTORIZADO}$$

$$Z = 25,895 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{EXPOSICIÓN EXTERIOR})$$



SOLUCION:

1- CALCULO DEL MOMENTO RESISTENTE BALANCEADO

$$P_b = 0.85 \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \left( \frac{6115}{6115 + f_y} \right) = 0.0286$$

$$P_{max} = 0.75 P_b = 0.75 (0.0286) = 0.0215$$

$$A_{sb} (max) = P_{max} \cdot b \cdot d = (0.0215)(30)(75) = 48.26 \text{ cm}^2$$

$$M_{rb} = A_{sb} f_y (d - 0.5 a) \quad ; \quad a = \frac{A_{sb} f_y}{0.85 f'_c b}$$

$$a = \frac{(48.26)(4200)}{(0.85)(280)(30)} = 28.3882 \text{ cm.}$$

$$0.5 a = (0.5)(28.3882) = 14.1941$$

$$M_{r6} = (0.9)(48.26)(4200)(75 - 14.1941) = 11,092,379.32 \text{ kg-cm}$$

$$M_{r6} = 110.24 \text{ T-M}$$

2- Como  $M_{r6} < M_0 \Rightarrow$  Se requiere Acero a Compresion

$$M'_0 = M_0 - M_{r6} = 124.47 - 110.24 = 14.23 \text{ T-M}$$

$$A'_s = \frac{M_0 - M_{r6}}{F_r (d - d') f_y} = \frac{14.23 \times 10^5}{(0.9)(68.75)(4200)} = 5.4757 \text{ cm}^2$$

$$\therefore A_s = A_{s6} + A'_s = 48.26 + 5.47 = 53.73 \text{ cm}^2$$

$$A'_s = 5.47 \text{ cm}^2$$

3- VERIFICANDO LA CONDICION DE FLUENCIA DEL ACERO A COMPRESION.

$$\frac{A_s - A'_s}{b \cdot d} \geq \frac{0.85 \beta_1 f'_c d'}{f_y \cdot d} \cdot \frac{6115}{6115 - f_y}$$

$\Rightarrow$

$$p \cdot p' \geq \frac{0.85 \beta_1 f'_c d'}{f_y \cdot d} \cdot \frac{6115}{6115 - f_y}$$

si

$$p = \frac{53.73}{(30)(75)} = 0.0239$$

$$\Rightarrow p \cdot p' = 0.0212$$

$$p' = \frac{5.47}{(30)(75 - 6.25)} = 0.0027$$

$$\frac{(0.85)(\beta_1)(f'_c)(d')}{f_y \cdot d} = \frac{6115}{6115 - f_y} = \frac{(0.85)(0.85)(280)(6.25)}{(4200)(75)} \cdot \frac{6115}{6115 - 4200} = 0.0128$$

$0.0212 > 0.0128 \Rightarrow$  LA CONDICION DE FLUENCIA DEL REFUERZO A COMPRESION ES CORRECTA.

4. HACIENDO LA VERIFICACION DEL MOMENTO RESISTENTE

$$M_D = M_u \cdot F_c = F_c \left[ (A_s - A'_s) f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) + (A'_s f_y) (d - d') \right]$$

$$a = \frac{(A_s - A'_s) f_y}{0.85 b f'_c}$$

$$M_D = 0.9 \left[ (53.73 - 5.47) (4200) (75 - 14.1341) + (5.47) (4200) (75 - 6.25) \right]$$

$$M_D = 12,513,898.78 \text{ kg-cm} = 125.13907 \text{ M} > 124.47 \text{ OK}$$

$$\text{SIENDO } a = \frac{(53.73 - 5.47)}{(0.85)(30)(280)} = 28.3882 ; 0.5a = 14.1341$$

5. SELECCIONANDO EL REFUERZO PARA QUE SE SATISFAGA EL CRITERIO DE CONTROL DEL AGRIETAMIENTO POR FLEXION (PARA EXPOSICION EXTERIOR)

$$A_s = 53.73 \text{ cm}^2$$

$$A'_s = 5.47 \text{ cm}^2$$

$$\text{UTILIZANDO } A_s = 7 \text{ Var. } \# 10 = 55.44 \text{ cm}^2$$

$$A'_s = 2 \text{ Var. } \# 6 = 5.70 \text{ cm}^2$$

$$d_c = \text{recubrimiento} + \frac{1}{2} \text{ DIAMETRO DE LA VARILLA} ; \text{ esp. } \# 4$$

$$\text{RECUBRIMIENTO} = 4 + \text{DIAM. ESTRIBO} = 4 + 1.27 = 5.27$$

$$d_c = 5.27 + \frac{3.18}{2} = 6.86 \text{ cm.}$$



$$A = \left[ (d_c + \frac{1}{2} \text{DIAM. VARILLA} + \frac{2.50}{2}) (2)(b) \right] / \# \text{ d' VARILLAS}$$

$$A = \frac{(6.86 + \frac{3.18}{2} + 1.25)(2)(30)}{7} = 83.1429 \text{ cm}^2 / \text{VARILLA}$$

$$f_s = 0.6 f_y = 0.6 (4200) = 2520 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Z = f_s \sqrt{d_c A} = 2520 \sqrt{(6.86)(83.14)} = 20,898.58 < 25,095 \text{ Kg/cm}^2$$

#### 6- VERIFICACION DEL ANCHO DE LA VIGA

$$b = (2)(\text{RECOBRIMIENTO}) + \text{N}^{\circ} \text{ de DIAM. d' VARILLAS} + \text{SEPARACION MINIMA}$$

$$b = (2)(5.27) + (7)(3.18) + 3.18 = 26.44 \text{ cm} < 30 \text{ cm} \quad \underline{\text{OK}}$$

## EJEMPLO N° 3

DISEÑO DE UNA VIGA SECCION 'T' CON REFUERZO A TENSION.

$$M_d = 9.96 \text{ T-M}$$

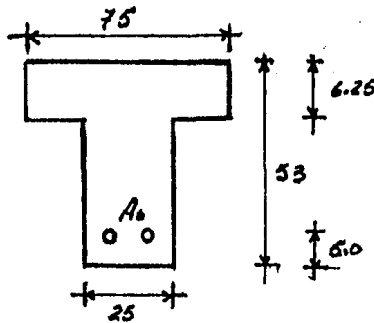
$$M_l = 12.11 \text{ T-M}$$

$$f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$$

$$e = 25.895 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 1200 \text{ Kg/cm}^2$$

(EXPOSICION EXTERIOR)



## 1- CALCULO DEL MOMENTO ACTUANTE

$$M_{act} = 1.4 M_d + 1.7 M_l = 1.4 (9.96) + 1.7 (12.11) = 34.619 \text{ T-M}$$

## 2- CALCULO DE LA PROFUNDIDAD DEL BLOQUE DE ESFUERZOS A COMPRESION.

si

$$\frac{M_u}{F_y b d^2 f'_c} = w (1 - 0.59 w)$$

$$\frac{34.619 \times 10^5}{(0.9) (75) (75)^2 (280)} = 0.0795 = w (1.059 w)$$

$$w - 0.59 w^2 - 0.0795 = 0$$

$$0.59 w^2 - w + 0.0795 = 0$$

$$w_1 (+) = 1.6113$$

$$w_2 (-) = 0.0836 \text{ (RIGI)}$$

POR EL DIAGRAMA DE ESFUERZOS

$$A_s f_y = 0.85 a \cdot b \cdot f'_c$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b \cdot f'_c} = \frac{P \cdot d \cdot f_y}{0.85 b \cdot f'_c}$$

y

$$w = P \frac{f_y}{f'_c} \quad \therefore a = \frac{1}{0.85} w d = 1.1765 w d$$

$$a^+ = 1.1765 (0.0836) (48) = 4.7209 \text{ cm} < 6.25 \text{ cm} \quad \underline{\text{OK}}$$

$$a^- = 1.1765 (1.6118) (48) = 30.59 \text{ cm} > 6.25 \text{ cm}$$

$\therefore$  SE OBSERVA QUE LA RAIZ QUE RIGE ES LA (-)

$\Rightarrow$  QUE LA VIGA 'T' SE DISEÑARA COMO VIGA RECTANGULAR.

3- CALCULO DEL AREA DE ACERO A TRACION  
(A PARTIR DE LA ESTATICA)

$$T = C$$

$$T = A_s f_y \quad ; \quad C = 0.85 f'_c \cdot a \cdot b$$

$$A_s f_y = 0.85 f'_c \cdot a \cdot b$$

$$\Rightarrow A_s = \frac{0.85 f'_c \cdot a \cdot b}{f_y} = \frac{(0.85)(280)(4.7209)(35)}{7200}$$

$$A_s = 20.0638 \text{ cm}^2$$

## 4- REUNION DE PORCENTAJES

$$P_b = \bar{P}_b = \frac{(0.85)(0.85)(280)(6115)}{1200(6115 + 1200)} = 0.0286$$

$$P_{max} = 0.75 P_b = (0.75)(0.0286) = 0.0109$$

$$P_{min} = M/f_y = 14/1200 = 0.0033$$

$$\text{si } A_s = 20.0638 \Rightarrow P_b = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{20.0638}{(15)(48)} = 0.0056$$

$$\therefore \left. \begin{array}{l} P_{min} = 0.0033 \\ P_{max} = 0.0109 \\ P_b = 0.0056 \end{array} \right\} \Rightarrow P_{min} < P_b < P_{max}$$

## 5- CALCULO DEL MOMENTO RESISTENTE (Como Sección Rectangular)

$$M_u = F_r \left[ A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \right] ; a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c}$$

$$a = \frac{(20.0638)(1200)}{(0.85)(15)(280)} = 4.1209 ; 0.5a = 2.3604$$

$$d - \frac{a}{2} = (48) - (2.3604) = 45.6396$$

$$M_u = 0.9 \left( (20.0638)(1200)(45.6396) \right) / 10^5 = 34.6136 \text{ T-M}$$

$$M_u = 34.61 \text{ T-M} \approx M_{actuante}$$

## 6- VERIFICACION DE LA DISTRIBUCION DEL REFUERZO PARA EXPOSICION EXTERIOR

$$z = 25,895 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Z = f_s \sqrt[3]{d_c A}$$

$$\text{si } A_s = 20.0638 \text{ cm}^2 \approx 4 \text{ Vrs } \# 8 = 20.28 \text{ cm}^2$$

$$d_c = \text{RECUBRIMIENTO} + \frac{1}{2} \text{ DIAM. d' VARILLA}$$

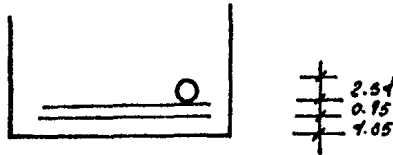
$$\text{RECUBRIMIENTO} = \text{ESPACIO LIBRE} + \text{DIAM. d' ESTRIBO}$$

$$= \text{DIAM. d' VARILLA} + 0.55 \quad ; \text{ EST N}^\circ 3$$

$$= 2.54 + 0.95$$

$$= 3.49 \text{ cm}$$

$$\delta' = 1 + 0.95 \approx 5 \text{ cm}$$



$$d_c = 6 + \frac{2.54}{2} = 6.27 \text{ cm}$$

$$A = \frac{(6.27)(2)(25)}{4} = \frac{313.50}{4} = 78.3750 \text{ cm}^2 / \text{VARILLA}$$

$$f_s = 0.6 f_y = 0.6 (4200) = 2520 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Z = f_s \sqrt[3]{d_c A} = (2520) \sqrt[3]{(6.27)(78.375)} = 19,886.06 \text{ Kg/cm}^2$$

$$19,886.06 \text{ Kg/cm}^2 < 25,895 \text{ Kg/cm}^2$$

∴ LA SECCION ES ADECUADA.

## EJEMPLO N° 4

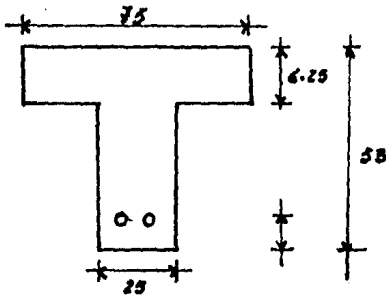
DISEÑO DE UNA VIGA SECCION 'T' CON REFUERZO A TENSION

$$M_u = 55.32 \text{ T-M}$$

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$Z = 25,895 \text{ kg/cm}^2 \text{ (EXPOSICION EXTERIOR)}$$



1. CALCULAR LA PROFUNDIDAD DEL ACOQUE DE ESFUERZOS A COMPRESION.

$$\frac{M_u}{F_y b d^2 f'_c} = w (1 - 0.59 w)$$

$$\frac{55.32 \times 10^5}{(0.85)(75)(48)^2(280)} = 0.1270$$

$$0.1270 = w (1 - 0.59 w)$$

$$0.1270 + w = 0.59 w^2$$

$$0.1270 - w + 0.59 w^2 = 0$$

$$0.59 w^2 - w + 0.1270 = 0$$

⇒

$$w^+ = 1.5566$$

$$w^- = 0.1383$$

si  $A_s f_y = 0.85 a \cdot b \cdot f'_c$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 \cdot b \cdot f'_c} = \frac{P \cdot b \cdot d \cdot f_y}{0.85 \cdot b \cdot f'_c}$$

Y

$$w = P \frac{f_y}{f'_c}$$

$$\Rightarrow a = \frac{1}{0.85} w \cdot d = 1.1765$$

$$a = 1.1765 (0.1383) (48) = 7.8101 > 6.25 \text{ cm}$$

∴ LA VIGA SE DISEÑARA COMO VIGA 'T'

- 2- CALCULAR EL REFUERZO REQUERIDO  $A_{sf}$  Y LA RESISTENCIA A MOMENTO  $F_R M_{nf}$  QUE EJERCE EL PATIN DE LA VIGA.

$$C_f = 0.85 f'_c (b \cdot b_w) h_f$$

$$C_f = 0.85 (280) (75 \cdot 25) (6.25) = 74,375 \text{ Kg}$$

$$T_f = C_f \quad T_f = A_{sf} f_y$$

$$A_{sf} f_y = C_f \Rightarrow A_{sf} = \frac{C_f}{f_y} = \frac{74,375}{4200} = 17.7083 \text{ cm}^2$$

RESISTENCIA A MOMENTO DE DISEÑO  $\phi$  DE RESISTENCIA DEL PATIN

$$\begin{aligned} F_R M_{nf} &= F_R [A_{sf} \cdot f_y (d - 0.5 h_f)] \\ &= 0.9 [(17.7083) (4200) (48 - 0.5 (6.25))] = 30.038 \text{ T-M} \end{aligned}$$

- 3- RESISTENCIA A MOMENTO REQUERIDA PARA SER TOMADA POR EL ACUA DE LA VIGA.

$$M_{u_w} = M_u - F_R M_{nf} = 55.32 - 30.038 = 25.2820 \text{ T-M}$$

$$\text{oi } \frac{M_{u_w}}{F_R f'_c b d^2} = \frac{25.2820 \times 10^6}{(0.9)(280)(25)(48)^2} = 0.1742$$

$$\text{y } \frac{M_{u_w}}{F_R f'_c b d^2} = w (1 - 0.59 w) = 0.1742$$

$$w - 0.59 w^2 - 0.1742 = 0$$

$$0.59 w^2 - w + 0.1742 = 0$$

$\Rightarrow$

$$w^+ = 1.4978$$

$$w^- = 0.1971$$

DEL DIAGRAMA DE ESFUERZOS

$$A_s f_y = 0.85 \cdot a_w b f'_c$$

$$a_w = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{P b d f_y}{0.85 b f'_c}$$

$$w = 0.1971$$

YA QUE

$$w = P \frac{f_y}{f'_c} \Rightarrow a_w = \frac{1}{0.85} w d = 1.1765 w d$$

$$a_w = 1.1765 (0.1971) (48) = 11.1306$$

$$A_{s_w} = \frac{0.85 f'_c b_w a_w}{f_y} = \frac{(0.85)(280)(25)(11.1306)}{4200}$$

$$A_{s_w} = 15.7684 \text{ cm}^2$$

4. REFUERZO TOTAL REQUERIDO PARA SOPORTAR EL MOMENTO FACTORIZADO DE:

$$M_u = 55.32 \text{ T-M}$$

ES

$$A_s = A_{s_f} + A_{s_w} = 17.7083 + 15.7684 = 33.4767 \text{ cm}^2$$

5. REVISIÓN DE QUE EL REFUERZO OBTENIDO SEA A LO MAS EL MAXIMO PERMITIDO

$$P_{\text{MAX}} = 0.75 \bar{P}_b = 0.75 \left[ \frac{b_w}{b} (\bar{P}_b + P_f) \right]$$

DONDE:

$$P_f = \frac{A_{s_f}}{b_w \cdot d} \quad ; \quad A_{s_f} = 0.85 \frac{f'_c}{f_y} (b - b_w) h_f$$



$$\bar{P}_b = 0.85 (0.85) \frac{(280)}{4200} \left( \frac{6115}{6115 + 4200} \right) = 0.0286$$

$$A_{sf} = (0.85) \frac{(280)}{4200} (75 - 25) (6.25) = 17.7083$$

$$P_f = \frac{A_{sf}}{b_w \cdot d} = \frac{17.7083}{(25)(48)} = 0.0148$$

$$P_{max} = 0.75 \left[ \frac{25}{75} (0.0286 + 0.0148) \right] = 0.0109$$

$$P_{max} = 0.0109$$

$$\frac{P}{b \cdot d} = \frac{33.4767}{(75)(48)} = 0.0093 \quad \Rightarrow \quad P_{max} \geq P$$

$\therefore$  SE ACEPTA  $A_s = 33.4767 \text{ cm}^2$

$$P_{min} = \frac{14}{f_y} = \frac{14}{4200} = 0.0033 < P \quad \underline{OK}$$

- 6- SELECCIONAR EL REFUERZO PARA SATISFACER EL CRITERIO DEL CONTROL DE AGRIETAMIENTO PARA EXPOSICION EXTERIOR
- $z = 26,895 \text{ kg/cm}^2$

$$A_s = 33.4767 \text{ cm}^2 \quad \text{USANJO 3 Var \#12} = 34.20 \text{ cm}^2 \quad \text{y 6ST. \#3}$$

$$d_c = 1 \text{ cm} + \frac{1}{2} \text{ Diam. Var \#12} + \text{Diam. 6ST} = 1 + 1.9050 + 0.95 = 6.8550 \text{ cm}^2$$

$$A = \frac{(6.8550)(2)(25)}{3} = 114.25$$

$$f_s = 0.6 f_y = 2520 \text{ kg/cm}^2$$

$$z = f_s \sqrt{d_c A} = 2520 \sqrt{(6.8550)(114.25)} = 23,505.06 \text{ kg/cm}^2 < 26,895 \text{ kg/cm}^2$$

OK

## 1.B REGLAMENTO DDF-1976

### 1.B.1 FACTORES DE CARGA

Para combinaciones que incluyan exclusivamente acciones permanentes y variables  $F_c = 1.4$

Para combinaciones de acciones que incluyan una acción accidental, además de las acciones permanentes y variables, se tomará  $F_c = 1.1$

Para revisión de estados límite de servicio se tomará en todos los casos  $F_c = 1.0$

### 1.B.2 DISEÑO POR ESTADOS LIMITE

Según el criterio de estado límite de falla las estructuras deberán dimensionarse de modo que la resistencia de diseño en toda sección con respecto a cada fuerza o momento interno que en ella actúe sea igual o mayor que el valor de diseño de dicha fuerza o momento interno.

La resistencia de diseño debe incluir el correspondiente factor de resistencia  $F_r$ .

Las fuerzas y momentos internos de diseño, se obtienen multiplicando por el correspondiente factor de carga los valores de dichas fuerzas y momentos internos calculados bajo acciones nominales.

Si se aplica el criterio de estado límite de falla ó algún criterio alternativo, se deberán revisar los estados límite de servicio, es decir, se comprobará que las respuestas de la estructura (deformación, agrietamiento, etc) queden limitadas a valores tales que el funcionamiento en condiciones de servicio sea satisfactorio.

- Factores de resistencia.

Fr = 0.9	Flexion
Fr = 0.8	Cortante y torcion
Fr = 0.85	Flexocompresion
Fr = 0.75	Nucleo de elemento no confinado falla en compresion
Fr = 0.70	Falla por aplastamiento.

- Hipótesis para la obtencion de la resistencia de diseño-

La determinación de resistencia de secciones - de cualquier forma sujetas a flexion, carga axial o una com - binacion de ambas, se efectuara a partir de las condiciones - de equilibrio y de las siguientes hipótesis :

- La distribucion de deformaciones unitarias longitudinales en la sección transversal de un elemento es plana.
- Existe adherencia entre el concreto y el acero de tal manera que la deformación unitaria del acero es igual a la del concreto adyacente.
- El concreto no resiste esfuerzos de tensión .
- La deformación unitaria del concreto en compresión cuando se alcanza la resistencia de la sección es 0.003.
- La distribución de esfuerzos de compresión en el concreto cuando se alcanza la resistencia es uniforme en una zona cuya profundidad es 0.8 veces la del eje neutro, definido este en "d"

El esfuerzo uniforme se tomara igual a :

$$0.85 f_c^* \text{ si } f_c^* \leq 250 \text{ kg / cm}^2$$

$$\left( 1.05 = \frac{f_c^*}{1250} \right) f_c^* \text{ si } f_c^* > 250 \text{ kg / cm}^2$$

El diagrama esfuerzo- deformación unitaria del acero de-

refuerzo ordinario, sea o no torcido en frío, puede idealizarse por medio de una recta que pase por el origen, con pendiente igual a  $E_s$ , y una recta horizontal que pase por la ordenada correspondiente al esfuerzo de fluencia de acero  $f_y$ .

En aceros que no presentan fluencia bien definida, la recta horizontal pasara por el esfuerzo convencional de fluencia.

El esfuerzo convencional de fluencia se define por la intersección del diagrama esfuerzo-deformación unitaria con una recta paralela al tramo elástico, cuya abscisa al origen es 0.002.

La resistencia determinada con estas hipótesis, multiplicada por el factor correspondiente, de la resistencia de diseño.

#### - Refuerzo mínimo

El armado mínimo de tensión en secciones de concreto reforzado (excepto en losas perimetralmente apoyadas) será el requerido para que el momento resistente de la sección sea por lo menos 1.5 veces el momento de agrietamientos de la sección transformada no agrietada.

Para valorar el refuerzo mínimo, el momento de agrietamiento se obtendrá con el módulo de ruptura no reducida

$$\bar{f}_r = 2 \sqrt{f_c}$$

El área mínima de refuerzo de secciones rectangulares de concreto reforzado de peso normal, puede calcularse con la siguiente expresión .

$$A_{s \min} = \frac{0.7 \sqrt{f_c}}{f_y} b.d$$

$$P_{\min} = \frac{A_{s \min}}{b.d} = \frac{0.7 \sqrt{f_c}}{f_y}$$

#### - Refuerzo máximo.

El área máxima de acero de tensión en secciones de concreto reforzado que no deban resistir fuerzas similares, será

el correspondiente a la falla balanceada de la sección considerada.

La falla balanceada ocurre cuando simultáneamente el acero llega a su esfuerzo de fluencia y el concreto alcanza su deformación máxima de 0.003 en compresión.

En elementos a flexión que formen parte de sistemas que deban resistir fuerzas sísmicas, el área máxima de acero a tensión será 75% de la correspondiente a falla balanceada.

Las secciones rectangulares sin acero de compresión tienen falla balanceada cuando su porcentaje es igual al porcentaje balanceado.

$$P_b = \frac{f_c^*}{f_y} \frac{4800}{f_y + 6000}$$

donde :

$$f_c^* = 0.85 f_c \text{ si } f_c \leq 250 \text{ kg / cm}^2$$

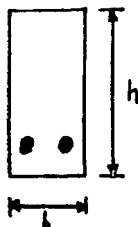
$$f_c^* = \left( 1.05 - \frac{f_c}{1250} \right) f_c \text{ si } f_c > 250 \text{ kg / cm}^2$$

y

$$f_c^* = 0.8 f_c$$

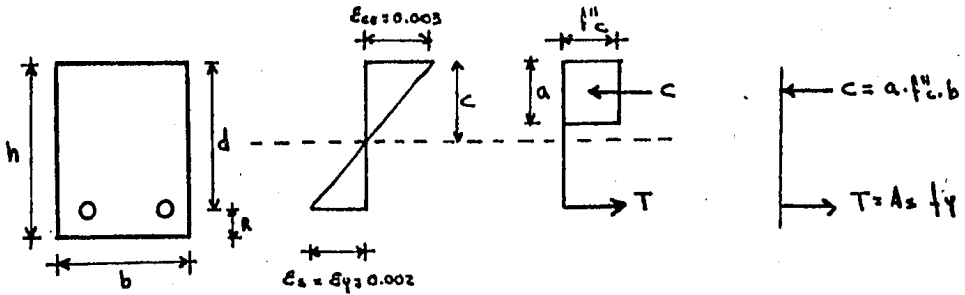
$$P_{max} = 0.75 P_b = 0.75 \left( \frac{f_c}{f_y} \cdot \frac{4800}{f_y + 6000} \right)$$

$$A_{smax} = ( P_{max} ) ( b ) ( d )$$



### 1.8.3. DEDUCCION DE FORMULAS

#### DEDUCCION DE LA FORMULA DEL PORCENTAJE BALANCEADO



$$\frac{\epsilon_{cu}}{c} = \frac{\epsilon_y + \epsilon_{cu}}{d} \quad ; \quad c = \frac{\epsilon_{cu} \cdot d}{\epsilon_y + \epsilon_{cu}} = \frac{d (0.003)}{\epsilon_y + \epsilon_{cu}}$$

si  $\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} \Rightarrow c = \frac{d (0.003)}{\frac{f_y}{E_s} + 0.003}$

si  $\frac{f_y}{E_s} + 0.003 = \frac{f_y + E_s (0.003)}{E_s} \Rightarrow c = \frac{d (0.003)}{\frac{f_y + E_s (0.003)}{E_s}}$

si  $E_s = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2 \quad ; \quad (E_s)(0.003) = (2 \times 10^6)(0.003) = 6000$

$$c = \frac{d (0.003) E_s}{f_y + 6000} \quad a = 0.8 c \quad c = \frac{a}{0.8}$$

$$c = \frac{a}{0.8} = \frac{E_s d (0.003)}{f_y + 6000} \quad a = \frac{0.8 E_s d (0.003)}{f_y + 6000} = \frac{1800 d}{f_y + 6000}$$

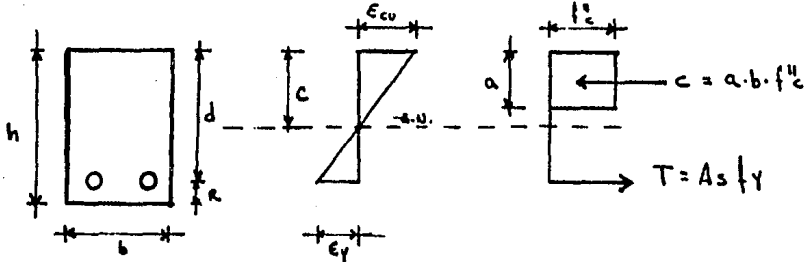
si  $a \cdot f_c'' \cdot b = A_s f_y \quad a = \frac{A_s f_y}{f_c'' b}$

$$\Rightarrow \frac{A_s f_y}{f_c'' b} = \frac{1800 d}{f_y + 6000} \Rightarrow \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{1800}{f_y + 6000} \cdot \frac{f_c''}{f_y}$$

si  $P = \frac{A_s}{b \cdot d} \Rightarrow$

$$P_b = \frac{f_c''}{f_y} \cdot \frac{1800}{f_y + 6000}$$

DEDUCCION DE LA FORMULA DE MOMENTO RESISTENTE PARA UNA SECCION RECTANGULAR CON ACERO A TENSION.



$$T = C \quad A_s f_y = a \cdot b \cdot f'_c \quad a = \frac{A_s f_y}{b \cdot f'_c}$$

$$M_R = C \left( d - \frac{a}{2} \right) \dots \dots (1) \quad M_R = T \left( d - \frac{a}{2} \right) \dots \dots (2)$$

$$\text{de (1)} \quad \frac{M_R}{F_R} = C \left( d - \frac{a}{2} \right) = a \cdot b \cdot f'_c \left( d - \frac{A_s f_y}{2 \cdot b \cdot f'_c} \right) = A_s f_y \left( d - \frac{A_s f_y}{2 \cdot b \cdot f'_c} \right)$$

$$\frac{M_R}{F_R} = A_s f_y d \left( 1 - \frac{A_s f_y}{2 \cdot b \cdot d \cdot f'_c} \right) \quad ; \quad \text{si } p = \frac{A_s}{b d}$$

$$\Rightarrow \frac{M_R}{F_R} = A_s f_y d \left( 1 - \frac{p f_y}{2 f'_c} \right) \quad ; \quad \text{si } q = \frac{p f_y}{f'_c}$$

$$\Rightarrow \frac{M_R}{F_R} = A_s f_y d (1 - 0.5 q)$$

$$M_R = F_R \left[ A_s f_y d (1 - 0.5 q) \right] \quad \dots \dots \alpha$$

$$\text{de (2)} \quad \frac{M_R}{F_R} = T \left( d - \frac{a}{2} \right) = A_s f_y \left( d - \frac{A_s f_y}{2 \cdot b \cdot f'_c} \right)$$

$$\frac{M_R}{F_R} = A_s f_y d \left( 1 - \frac{A_s f_y}{2 \cdot b \cdot d \cdot f'_c} \right) \quad ; \quad \text{si } p = \frac{A_s}{b d}$$

$$\Rightarrow \frac{M_R}{F_R} = A_s f_y d \left( 1 - \frac{p f_y}{2 f'_c} \right) \quad ; \quad \text{si } q = \frac{p f_y}{f'_c}$$

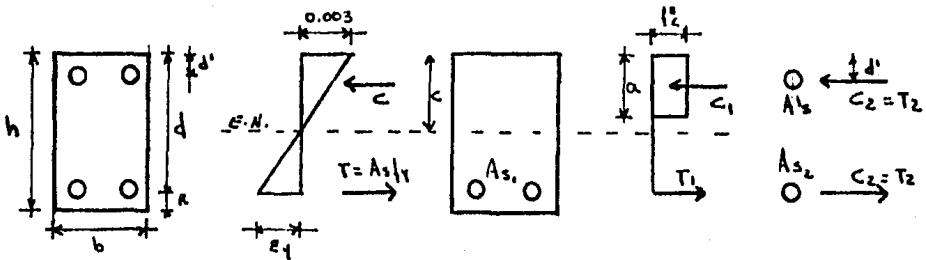
$$\Rightarrow M_R = \left[ A_s f_y d (1 - 0.5 q) \right] F_R \quad \dots \dots \beta$$

∴

$$M_R = F_R \left[ A_s f_y d (1 - 0.5 q) \right] \quad \dots \dots \alpha$$

$$M_R = F_R \left[ A_s f_y d (1 - 0.5 q) \right] \quad \dots \dots \beta$$

DEDUCCION DE LA FORMULA DE MOMENTO RESISTENTE PARA UNA SECCION RECTANGULAR CON ACERO EN TENSION Y EN COMPRESION.



$$A_s = A_{s_1} + A_{s_2} \quad T = T_1 + T_2 \quad C = C_1 + C_2$$

si  $C_1 = a \cdot b \cdot f''_c$

$$C_2 = A'_{s_2} f_y$$

$$T = A_s f_y$$

si  $T = C \Rightarrow T = C_1 + C_2 = a \cdot b \cdot f''_c + A'_{s_2} f_y$

$$T = A_s f_y = a \cdot b \cdot f''_c + A'_{s_2} f_y \Rightarrow A_s f_y = a \cdot b \cdot f''_c + A'_{s_2} f_y$$

$$a = \frac{A_s f_y - A'_{s_2} f_y}{b \cdot f''_c} = \frac{(A_s - A'_{s_2}) f_y}{b \cdot f''_c}$$

$$\frac{M_R}{F_R} = C_1 \left(d - \frac{a}{2}\right) + C_2 (d - d')$$

$$\frac{M_R}{F_R} = (a \cdot b \cdot f''_c) \left(d - \frac{a}{2}\right) + A'_{s_2} f_y (d - d')$$

$$\frac{M_R}{F_R} = \left( \frac{(A_s - A'_{s_2}) f_y}{b \cdot f''_c} \cdot b \cdot f''_c \right) \left(d - \frac{a}{2}\right) + A'_{s_2} f_y (d - d')$$

$$\frac{M_R}{F_R} = (A_s - A'_{s_2}) f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) + A'_{s_2} f_y (d - d')$$

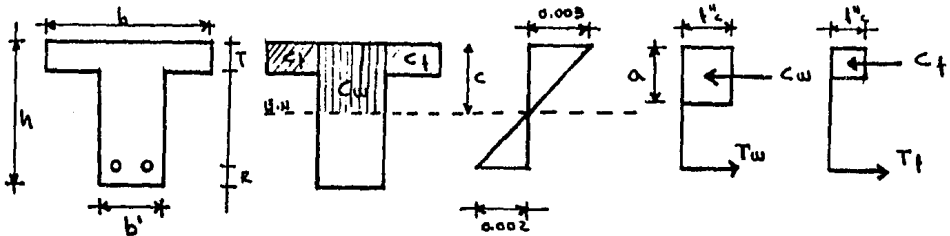
$$M_R = F_R \left[ (A_s - A'_{s_2}) f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) + A'_{s_2} f_y (d - d') \right]$$

donde :

$$a = \frac{(A_s - A'_{s_2}) f_y}{b \cdot f''_c}$$



DEDUCCION DE LA FORMULA DE MOMENTO RESISTENTE  
PARA UNA SECCION 'T' CON ACERO EN TENSION



$$C_w = b' f_c'' \cdot a$$

$$T = c$$

$$A_s f_y = b' f_c'' \cdot a + t (b-b') f_c''$$

$$\therefore A_s f_y = b' f_c'' \cdot a + A_{sf} \cdot f_y \Rightarrow a = \frac{A_s f_y - A_{sf} f_y}{b' f_c''} = \frac{(A_s - A_{sf}) f_y}{b' f_c''}$$

$$C_f = t (b-b') f_c''$$

$$T = A_{sf} f_y$$

$$C = C_w + C_f$$

$$T_f = A_{sf} \cdot f_y$$

$$\frac{M_R}{F_R} = C_w \left( d - \frac{a}{2} \right) + C_f \left( d - \frac{t}{2} \right)$$

$$\frac{M_R}{F_R} = b' f_c'' \cdot a \left( d - \frac{a}{2} \right) + A_{sf} f_y \left( d - \frac{t}{2} \right)$$

$$\frac{M_R}{F_R} = b' f_c'' \frac{(A_s - A_{sf}) f_y}{b' f_c''} \left( d - \frac{a}{2} \right) + A_{sf} f_y \left( d - \frac{t}{2} \right)$$

$$\frac{M_R}{F_R} = (A_s - A_{sf}) f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) + A_{sf} f_y \left( d - \frac{t}{2} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{si } t &= C_f \\ A_{sf} &= t f_c'' (b-b') \\ A_{sf} &= \frac{t f_c'' (b-b')}{f_y} \end{aligned}$$

$$M_R = F_R \left[ (A_s - A_{sf}) f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) + A_{sf} f_y \left( d - \frac{t}{2} \right) \right]$$

donde:

$$A_{sf} = \frac{t (b-b') f_c''}{f_y}$$

$$a = \frac{(A_s - A_{sf}) f_y}{b' f_c''}$$

DEDUCCION DE LA FORMULA CUADRATICA PARA OBTENER LAS AREAS DE ACERO DE UNA VIGA SECCION RECTANGULAR CON ACERO A TENSION.

$$M_R = F_R A_s f_y d (1 - 0.5 g)$$

$$M_e = F_R A_s f_y d - F_R A_s f_y 0.5 g d$$

$$M_e = F_R A_s f_y d - F_R A_s d f_y 0.5 g \quad \text{si } g = \frac{P f_y}{f_c}$$

$$\Rightarrow M_e = F_R A_s f_y d - F_R A_s d f_y 0.5 p \frac{f_y}{f_c} \quad \text{si } p = \frac{A_s}{bd}$$

$$\Rightarrow M_e = F_R A_s f_y d - F_R A_s d f_y 0.5 \frac{A_s}{bd} \frac{f_y}{f_c}$$

$$M_e = F_R A_s f_y d - F_R A_s f_y 0.5 \frac{A_s f_y}{b f_c}$$

$$M_R = F_R A_s f_y d - F_R \frac{(A_s^2 f_y^2)}{2 b f_c}$$

$$M_R = (F_R f_y d) A_s - \left( \frac{F_R f_y^2}{2 b f_c} \right) A_s^2$$

$$A_s^2 \left( \frac{F_R f_y^2}{2 b f_c} \right) - A_s (F_R f_y d) + M_e = 0$$

$$A_{s1,2} = (F_R f_y d) \pm \sqrt{(F_R f_y d)^2 - (4) \left( \frac{F_R f_y^2}{2 b f_c} \right) (M_e) (10^5)}$$

$$\left( \frac{F_R f_y^2}{b f_c} \right)$$

NOTA: LA RAIZ (-) ES LA QUE RIGE

CALCULO DEL PORCENTAJE NECESARIO PARA UNA SECCION RECTANGULAR.

$$M_u = F_e b d^2 f_c'' q (1 - 0.5 q)$$

si  $R_u = f_c'' q (1 - 0.5 q) \Rightarrow M_u = F_e b d^2 R_u$

$$\therefore R_u = \frac{M_u}{F_e b d^2}$$

$$R_u = f_c'' q (1 - 0.5 q) = f_c'' q - f_c'' q \cdot 0.5 q = f_c'' q - 0.5 f_c'' q^2$$

$$R_u = f_c'' q - 0.5 f_c'' q^2$$

$$q^2 (0.5 f_c'') - f_c'' (q) + R_u = 0$$

$$q = \frac{p f_y}{f_c''} \quad q^2 = \frac{p^2 f_y^2}{f_c''^2}$$

$$\frac{p^2 f_y^2}{f_c''^2} (0.5 f_c'') - f_c'' p \frac{f_y}{f_c''} + R_u = 0$$

$$p^2 \left( \frac{f_y^2}{2 f_c''} \right) - (f_y) p + R_u = 0$$

$$P_{1,2} = f_y \pm \frac{\sqrt{f_y^2 - 4 \left( \frac{f_y^2}{2 f_c''} \right) R_u}}{2 \left( \frac{f_y^2}{2 f_c''} \right)}$$

$$P_{1,2} = f_y \pm \frac{\sqrt{f_y^2 - \frac{2 f_y^2 R_u}{f_c''}}}{\frac{f_y^2}{f_c''}} = \frac{f_c''}{f_y} \pm \frac{f_c''}{f_y^2} \sqrt{f_y^2 - \frac{2 f_y^2 R_u}{f_c''}}$$

$$P_{1,2} = \frac{f_c''}{f_y} \pm \frac{f_c''}{f_y^2} f_y \left( \sqrt{1 - \frac{2 R_u}{f_c''}} \right) = \frac{f_c''}{f_y} \pm \frac{f_c''}{f_y} \left( \sqrt{1 - \frac{2 R_u}{f_c''}} \right)$$

$$\therefore P_{1,2} = \frac{f_c''}{f_y} \left( 1 \pm \sqrt{1 - \frac{2 R_u}{f_c''}} \right)$$

Ru es RAIC (-)

$$\therefore R_u = \frac{M_{actuante}}{F_e b d^2}$$

$$R_u = f_c'' q (1 - 0.5 q)$$

#### 1.B.4 DISTRIBUCION DE ACERO POR FLEXION

- Tamaño máximo de agregados.

El tamaño nominal máximo de los agregados no debe ser mayor de dos tercios de la separación horizontal libre mínima entre barras, paquetes de barras, estos requisitos pueden omitirse cuando las condiciones del concreto fresco y los procedimientos de compactación que se apliquen permitan colocar el concreto sin que queden huecos.

- Separación de las barras individuales.

La separación libre entre barras paralelas (excepto en columnas y entre capas de barras en vigas) no será menor que el diámetro nominal de la barra ni que 1.5 veces el tamaño máximo del agregado.

Cuando el refuerzo de vigas este colocado en dos o más capas, la distancia vertical libre entre las capas no será menor que el diámetro de las barras, ni que 2 cm. Las barras de las capas superiores se colocan de modo que no se menoscabe la eficacia del colado.

- Paquetes de barras

Las barras longitudinales pueden agruparse formando paquetes con un máximo de cuatro barras cada uno, excepto que en vigas no deben formarse paquetes con barras más gruesas que la No 11.

La sección donde se corte una barra de un paquete en el claro de una viga no distará de la sección de corte de otra barra menos de 10 diámetros de la primera barra.

Los paquetes se usaran solo cuando queden a o ados en un angulo de los estribos.

Para determinar la separación mínima entre paquetes, cada uno se tratara como una barra simple de igual area transversal que la del paquete. El recubrimiento no debera ser menor que 1.0 cm ni que 1.5 veces el diámetro de la barra mas

gruesa del paquete. Para calcular la separación del refuerzo transversal rige el diametro de la barra mas delgada del paquete, los paquetes de barras deben amarrarse firmemente con alambre.

- Dobles de refuerzo:

El radio interior de un dobles, no sera menor que  $f_y/60$  por el diámetro de la barra doblada, a menos que dicha barra quede doblada al rededor de otra de diámetro no menor que el de ella, o se confine adecuadamente el concreto, por ejemplo mediante refuerzo perpendicular al plano de la barra. Además el radio de dobles no sera menor que el que marca la respectiva norma DGN de las indicadas para la prueba de doblado. En la expresión anterior  $f_y$ ,  $f_c$  deben estar en  $kg/cm^2$ .

En todo dobles o cambio de dirección del acero longitudinal debe colocarse refuerzo transversal capaz de equilibrar la resultante de las tensiones o compresiones desarrolladas en las barras, a menos que el concreto en si sea capaz de ello.

## EJEMPLO N° 1

DISEÑO DE UNA VIGA RECTANGULAR CON REFUERZO A TENSION.

$$M_d = 7.60 \text{ T-M} \quad (\text{MOMENTO DEBIDO A CARGA MUERTA})$$

$$M_l = 7.98 \text{ T-M} \quad (\text{MOMENTO DEBIDO A CARGA VIVA})$$

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

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

SOLUCION:

1- CALCULAR EL PORCENTAJE MAXIMO

$$P_{max} = 0.75 P_b$$

$$P_b = \frac{f'_c}{f_y} \cdot \frac{4800}{f_y + 6000}$$

$$f'_c = 0.8 f'_c = 0.8 (280)$$

$$f'_c = 224 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_c = 0.85 f'_c = 190.40 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_b = \frac{(190.40)}{4200} \cdot \frac{4800}{4200 + 6000} = 0.0213$$

$$P_{max} = 0.75 (0.0213) = 0.0160$$

2- CALCULAR  $bd^2$  (REQUERIDO)

$$M_u = 1.4 (7.60 + 7.98) = 13.0832 \text{ T-M}$$

$$M_s = 13.0832 \text{ T-M}$$

$$M_u = bd^2 f'_c \phi (1 - 0.59) F_r$$

$$13.0832 \times 10^5 = (0.9) (bd^2) (190.40) (0.3529) (1 - 0.5 (0.3529))$$

$$\phi = \frac{P}{f'_c} = \frac{(0.0160) (4200)}{190.40} = 0.3529$$

$$bd^2 = \frac{13.0832 \times 10^5}{(0.9) (190.40) (0.3529) (0.8236)} = 26,268.576 \text{ cm}^2$$

$$bd^2 = 26,268.576 \text{ cm}^3$$

$$\text{si } b = 25 \text{ cm} \quad d = \sqrt{\frac{26,268.576}{25}} = 32.4152 \text{ cm}$$

$$\text{si } r = 2.5 \text{ cm} \Rightarrow h = 35 \text{ cm.}$$

3- CALCULO DEL PORCENTAJE NECESARIO

$$P(\pm) = \frac{f_c''}{f_y} \left( 1 \pm \sqrt{1 - \frac{2R_u}{f_c''}} \right)$$

$$R_u = f_c'' \rho (1 - 0.59) = (190.40)(0.3529)(1 - 0.5(0.3529))$$

$$R_u = 55.3361$$

$$R_u = \frac{M_{actuante}}{F_r bd^2} = \frac{13.0832 \times 10^6}{(0.9)(25)(32.41)^2} = 55.3571$$

$$P = \frac{(190.40)}{1200} \left( 1 \pm \sqrt{1 - \frac{(2)(55.35)}{190.40}} \right)$$

$$P = 0.0453 (1 \pm 0.6470)$$

$$P(-) = 0.0160 \quad (R19E)$$

$$P(+) = 0.0746$$

$$\therefore P = \frac{A_s}{bd} \Rightarrow A_s = P \cdot b \cdot d = (0.0160)(25)(32.5)$$

$$A_s = 13.0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ max}} = P_{\text{max}} bd = (0.016)(25)(32.5) = 13 \text{ cm}^2 = A_s \quad \underline{OK}$$

## EJEMPLO N° 2

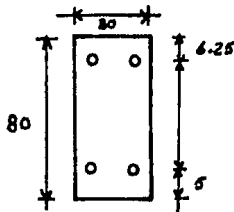
DISEÑO DE UNA VIGA RECTANGULAR CON REFUERZO EN TENSION Y EN COMPRESION.

$$f'_c = 680 \text{ Kg/cm}^2$$

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

$$M_U = 124.47 \text{ T-M}$$

(MOMENTO ACTUANTE YA FACTORIZADO)



SOLUCION:

1- CALCULO DEL MOMENTO RESISTENTE BALANCEADO

$$P_b = \frac{1800}{f_y + 6000} \cdot \frac{f'_c}{f_y} = \frac{1800}{4200 + 6000} \cdot \frac{190.10}{4200} = 0.0213$$

$$P_{max} = 0.75 P_b = 0.75 (0.0213) = 0.0160$$

$$A_{s,max} = P_{max} \cdot b \cdot d = (0.0160) (30) (75) = 36 \text{ cm}^2$$

$$M_{r,balanc} = F_r A_s b f_y d (1 - 0.5 \rho)$$

$$M_{r,balanc} = (0.9) (36) (4200) (75) (1 - 0.5 (0.3529)) / 10^5$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{P f_y}{f'_c} = 0.0160 \frac{(4200)}{190.10} = 0.3529$$

$$M_{rb} = 84.05 \text{ T-M}$$

$$\Rightarrow M_{rb} < M_U \Rightarrow \text{Se requiere } A'_s$$

2- CALCULO DE  $A'_s$

$$M_U' = M_U - M_{rb} = 124.47 - 84.05 = 40.42 \text{ T-M}$$

$$A'_s = \frac{M_U'}{F_r (d-d') f_y} = \frac{40.42 \times 10^5}{(0.9) (75 - 6.25) (4200)} = 15.55 \text{ cm}^2$$

$$\therefore A'_s = 15.55 \text{ cm}^2$$



$$A_s = 36.0 + 15.55 = 51.55 \text{ cm}^2$$

$$A'_s = \frac{15.55}{0.75} = 20.73 \text{ cm}^2$$

3- VERIFICACION QUE  $A'_s$  FLUYA

$$P - P' \geq \frac{f_c''}{f_y} \cdot \frac{d'}{d} \cdot \frac{f_{800}}{6000 - f_y}$$

$$P = \frac{51.55}{(30)(75)} = 0.0229$$

$$P' = \frac{20.73}{(30)(75)} = 0.0092$$

$$\therefore P - P' = 0.0229 - 0.0092 = 0.0137$$

Y

$$\frac{f_c''}{f_y} \cdot \frac{d'}{d} \cdot \frac{f_{800}}{6000 - f_y} = \frac{190.40}{4200} \cdot \frac{6.25}{75} \cdot \frac{f_{800}}{6000 - 4200}$$

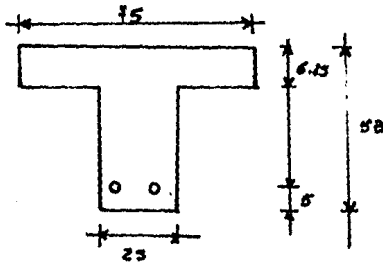
$$= 0.0101$$

$$\Rightarrow 0.0137 > 0.0101$$

$\therefore$  SI FLUYE  $A'_s$

## EJEMPLO N° 3

DISEÑO DE UNA SECCION "T" CON REFUERZO A TENSION.



$$M_{CH} = 9.95 \text{ T-M}$$

$$M_{CV} = 12.17 \text{ T-M}$$

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$f''_c = 190.40 \text{ kg/cm}^2$$

SOLUCION

1- CALCULO DEL MOMENTO ACTUANTE

$$M_u = 1.4 (9.95 + 12.17) = 30.968 \text{ T-M}$$

2- CALCULO DE LA PROFUNDIDAD DEL BLOQUE DE ESFUERZOS A COMPRESION

$$x = d - \frac{t}{2} = 48 - \frac{6.25}{2} = 44.875 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{f_z f_y x} = \frac{30.968 \times 10^5}{(0.9)(4200)(44.875)} = 18.2565$$

$$a = \frac{A_s f_y}{f''_c b} = \frac{18.2565 (4200)}{(190.40)(75)} = 5.3636$$

$$a = 5.3636 \text{ cm} < t = 6.25$$

∴ LA VIGA SE DISEÑARA COMO SECCION RECTANGULAR.

3- CALCULO DEL AREA DE ACERO

$$P_b = \frac{f''_c}{f_y} \cdot \frac{4800}{6000 + f_y} = \frac{(190.40)}{4200} \cdot \frac{4800}{6000 + 4200} = 0.0213$$

$$P_{max} = 0.75 P_b = 0.75 (0.0213) = 0.0160$$

$$A_s \text{ max} = \rho_{\text{max}} \cdot b \cdot d = (0.0160)(75)(48) = 57.60 \text{ cm}^2$$

CALCOLANDO  $A_s$  CON LA FORMULA QUADRATICA

$$A_s = (F_c f_y d) \pm \frac{\sqrt{(F_c f_y d)^2 - \frac{(-)(F_c)(f_y^2)(M_u \times 10^5)}{2 b f_c'}}}{F_c A_y^2}$$

$$\frac{b f_c'}{b f_c'}$$

$$A_s \pm = (0.9)(4200)(48) \pm \frac{\sqrt{((0.9)(4200)(48))^2 - \frac{(-)(0.9)(4200)^2(30.368)(10^5)}{(2)(75)(190.40)}}}{\frac{(0.9)(4200)^2}{(75)(190.40)}}$$

$$A_s^+ = 308.3319$$

$$A_s^- = 18.0681 \text{ (RIGI)}$$

$$\therefore P = \frac{A_s}{bd} = \frac{18.0681}{(75)(48)} = 0.0050$$

$$P_{\text{min}} = \frac{0.7 \sqrt{f_c'}}{f_y} = \frac{0.7 \sqrt{280}}{4200} = 0.0028$$

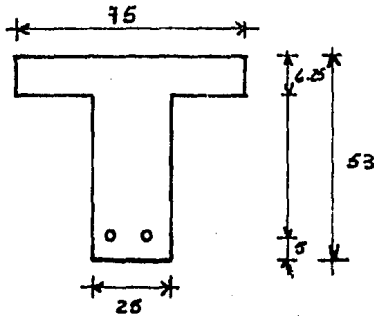
$$\therefore P_{\text{max}} > P > P_{\text{min}}$$

$$0.0160 > 0.0050 > 0.0028$$

OK

## EJEMPLO N: 4

## DISEÑO DE UNA VIGA "T" CON REFUERZO A TENSION



$$M_U = 55.32 \text{ T-M (YA FACTORIZADO)}$$

$$f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$$

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

## SOLUCION:

1- CALCULAR LA PROFUNDIDAD DEL BLOQUE DE ESPEROS A COMPRESION.

$$z = d - \frac{t}{2} = 48 - \frac{6.25}{2} = 44.875 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_U}{F_r f_y z} = \frac{55.32 \times 10^5}{(0.9)(4200)(44.875)} = 32.6126 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{f'_c b} = \frac{(32.6126)(4200)}{(190.40)(75)} = 9.5920 \text{ cm}$$

$$a = 9.5920 > t = 6.25 \Rightarrow \text{LA VIGA SE DISEÑARA COMO SECCION TAP.}$$

2- CALCULO DEL AREA DE ACERO

$$A_{sp} = \frac{f'_c (b - b') t}{f_y} = \frac{(190.40)(76.25)(6.25)}{4200} = 14.1667$$

$$M_{11} = F_r A_{sp} f_y \left( d - \frac{t}{2} \right) = (0.9)(14.1667)(4200) \left( 48 - \frac{6.25}{2} \right) / 10^5$$

$$M_{11} = 24.0366 \text{ T-M}$$

$$M_{12} = M_U - M_{11} = 55.32 - 24.0306 = 31.2894 \text{ T-M}$$

CON LA ECUACION CUADRATICA PARA VIGAS RECTANGULARES

$$A_s = (F_R f_y d) \pm \sqrt{(F_R f_y d)^2 - \frac{(4)(f_c f_y^2)(M_z)(10^9)}{2 b' f_c'}} \\ \frac{F_R f_y^2}{b' f_c'}$$

$$A_s = (0.9)(4200)(48) \pm \sqrt{\frac{((0.9)(4200)(48))^2 - (4)(0.9)(4200)^2(31.2854)(10^9)}{(2)(25)(190.40)}} \\ \frac{(0.9)(4200)^2}{(25)(190.40)}$$

$$A_s^+ = 87.31 \text{ cm}^2$$

$$A_s^- = 21.48 \text{ cm}^2 \quad (\text{R196})$$

$$\Rightarrow A_{sR} = 21.48 \text{ cm}^2$$

$$A_s = A_{sp} + A_{sR} = 14.1667 + 21.4895 = 35.6562 \text{ cm}^2$$

3- VERIFICACION DE QUE  $A_s$  FLUYA

$$A_s \leq A_{s_{max}}$$

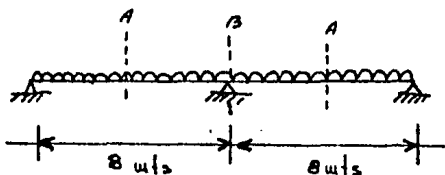
$$A_{s_{max}} = A_{sb} \quad A_{sb} = \frac{f_c''}{f_y} \cdot \frac{f_{800}}{f_y + 6000} \cdot b \cdot d + A_{sp}$$

$$A_{sb} = \frac{(190.40)}{(4200)} \cdot \frac{(4800)}{(6000 + 4200)} \cdot (25)(48) + 14.1667 = 39.76 \text{ cm}^2$$

$$\therefore A_{s_{max}} = 39.76 \text{ cm}^2 > A_s = 35.65 \text{ cm}^2$$

## EJEMPLO N° 5

CORTE DE BARRAS Y REQUISITOS DE ANCLAJE EN UNA VIGA CONTINUA.



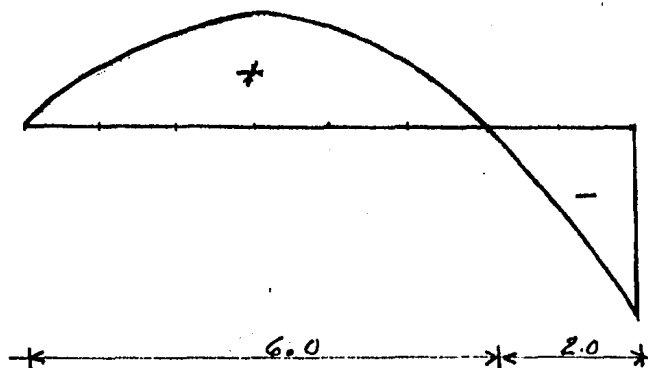
$$W_0 = 6 \text{ T/m.}$$

$$f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$$

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

1- DIAGRAMA DE MOMENTOS FLEXIONANTES DE DISEÑO  $M_u$  (PA FACTORIZADOS)

x	M	V
0	0	18
1	15	12
2	24	6
3	27	0
4	24	-6
5	15	-12
6	0	-18
7	-21	-24
8	-48	-30



2- SELECCIONAR EL AREA DE ACERO PARA  $M_{u\max}^+$  Y  $M_{u\max}^-$

$$\text{si } b = 30 \quad h = 75 \quad d = 70$$

$$P_b = \frac{f_c''}{f_y} \cdot \frac{f_{800}}{f_y + 6000} = \frac{136}{4200} \cdot \frac{4800}{4200 + 6000} = 0.0152$$

YA QUE  $f_c'' = (0.8)(0.85)(200) = 136 \text{ kg/cm}^2$

$$P_{\max} = 0.75 P_b = 0.75(0.0152) = 0.0114$$

$$A_{s \max} = P_{\max} \cdot b \cdot d = (0.0114)(30)(70) = 23.94 \text{ cm}^2$$

$$M_{\max} = F_c A_{s \max} f_y d (1 - 0.5 q) \quad ; \quad q = P_{\max} \frac{f_y}{f_c''}$$

$$q = \frac{(0.0114)(4200)}{136} = 0.3521$$

$$M_{\max} = (0.9)(23.94)(4800)(70)(1 - 0.5(0.3521))/10^5 = 52.1946 \text{ T-M}$$

COMO SE PUEDE OBSERVAR EL MOMENTO MAXIMO BALANCEADO ES MAYOR QUE LOS MOMENTOS MAXIMOS POSITIVOS Y NEGATIVOS. POR LO QUE LA VIGA ES SIMPLEMENTE ARMADA.

PARA LA SECCION CON  $M_{\max}^+ = 27 \text{ T-M}$

$$A_s = \frac{(F_c f_y d) - \sqrt{(F_c f_y d)^2 - \frac{(4)(F_c f_y^2)(M_0 \times 10^5)}{(2)(b)(f_c'')}}}{\frac{F_c f_y^2}{b f_c''}}$$

$$A_s = 11.120 \text{ cm}^2 \Rightarrow 2 \text{ Vols \#4} + 3 \text{ Vols \#6} \approx A = 11.20 \text{ cm}^2$$

PARA LA SECCION CON  $M_{\max}^- = 48 \text{ T-M}$

$$A_s = 21.55 \text{ cm}^2 \Rightarrow 2 \text{ Vols \#4} + 7 \text{ Vols \#6} \approx A = 22.49 \text{ cm}^2$$

$$\text{Area de 1 Var. \# 4} = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$\text{Area de 1 Var. \# 6} = 2.85 \text{ cm}^2$$

MOMENTOS QUE SE RESISTEN CON ESTAS AREAS DE ACERO

$$M_R = F_R A_s f_y d (1 - 0.59)$$

$$\text{CON } A_s = 11.20 \text{ cm}^2 \Rightarrow M_R = 26.95 \text{ T-M}$$

$$A_s = 21.55 \text{ cm}^2 \Rightarrow M_R = 49.66 \text{ T-M}$$

### 3- CALCULO DE LONGITUDES DE DESARROLLO

$$L_{d_b} = 0.06 \frac{A_s f_y}{\sqrt{f_c}} = \frac{(0.06)(2.85)(4200)}{\sqrt{200}} = 50.78 \text{ cm}$$

$$L_{d_b} > 0.006 d_b f_y = (0.006)(1.9)(4200) = 47.88 \text{ cm} \quad \text{OK}$$

$$\text{PARA LECHO INFERIOR} \quad L_d = L_{d_b} = 50.78 \text{ cm} > 30 \text{ cm}$$

$$\text{PARA LECHO SUPERIOR} \quad L_d = 1.4 (50.78) = 71.09 > 30 \text{ cm}$$

1.4 ME TENER MAS DE 30 CM  
SE CODICETO BASO LA VARILLA

PARA BARRAS DEL \# 4

$$L_{d_b} = 0.06 \frac{(1.27)(4200)}{\sqrt{200}} = 22.63 \text{ cm}$$

$$L_{d_b} > (0.006)(1.27)(4200) = 32.0 \text{ cm}$$



PARA LECHO INFERIOR  $l_d = 32 \text{ cm}$

PARA LECHO SUPERIOR  $l_d = (1.4)(32) = 44.80 \text{ cm}$

#### 4. CALCULO DE MOMENTOS RESISTENTES DE GRUPOS DE BARRAS

##### REFUERZO POSITIVO

$$M_R = \frac{\alpha_s}{A_s} M_E$$

$$1 \# 6 \quad M_R = \frac{2.85}{11.09} (26.95) = 6.93 \text{ T-M}$$

$$2 \# 6 \quad M_R = \frac{(2)(2.85)}{11.09} (26.95) = 13.85 \text{ T-M}$$

$$2 \# 4 \quad M_R = \frac{(2)(1.27)}{11.09} (26.95) = 6.17 \text{ T-M}$$

##### REFUERZO NEGATIVO

$$1 \# 6 \quad M_R = \frac{(2.85)}{22.19} (49.66) = 6.29 \text{ T-M}$$

$$2 \# 6 \quad M_R = \frac{(2)(2.85)}{22.19} (49.66) = 12.59 \text{ T-M}$$

$$2 \# 4 \quad M_R = \frac{(2)(1.27)}{22.19} (49.66) = 5.60 \text{ T-M}$$

#### 5. CORTE DE VARILLAS

a) BARRAS N° 4 (POSITIVAS)  $l_d + d = 32 + 70 = 102 \text{ cm}$

BARRAS N° 6 (NEGATIVAS)  $l_d + d = 71 + 70 = 141 \text{ cm}$

b) PARA BARRAS QUE LLEGAN AL APOYO (BARRAS DE MOMENTO POSITIVO)

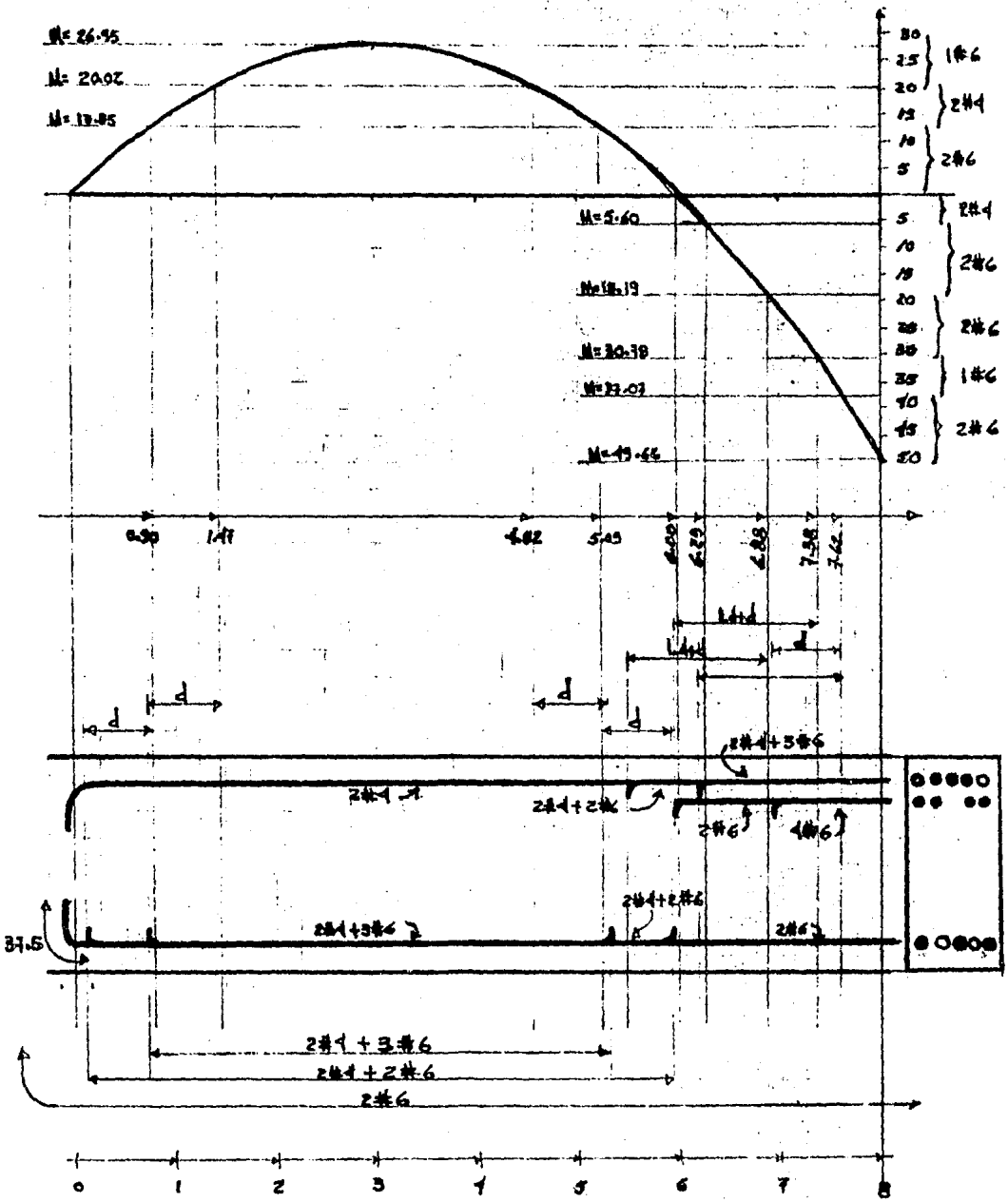
$$l_d - 0.25 L = 50.8 - 0.25(200) = -14.20 < 0.5h$$

$$\text{rige } 0.5h = 0.5(75) = 37.5 \text{ cm}$$

c) ALCERDO EN EL APOYO

PARA MOMENTO POSITIVO  $A_s = 11.09 \text{ cm}^2$

AREA QUE LLEGA AL APOYO =  $(2)(2.85) = 2 \# 6 = 5.70 \text{ cm}^2 > \frac{11.09}{3} = 3.69 \text{ cm}^2$



## 2. CORTANTE

### 2.A REGLAMENTO ACI 318-83

#### 2.A.1 INTRODUCCION

En la edición de 1977 del reglamento se han vuelto a -- ordenar las ecuaciones básicas para el diseño por cortante - en términos de fuerzas cortantes en vez de esfuerzos cortantes, como se hizo en el reglamento ACI de 1971. Los diseñadores han expresado su preferencia por el cortante en términos de fuerza para el diseño por medio del método de diseño por-resistencia, en especial en el diseño del esfuerzo por cortante.

No se ha hecho ningún cambio en los valores de la resistencia al cortante límite o de otros requisitos para el cortante mediante esta ordenación si se compara con lo que se presenta en el reglamento ACI de 1971. Además las ecuaciones de diseño se presentan de manera tal que reflejan la distinción entre el cortante requerido o cortante factorizado,  $V_u$ , y la resistencia de diseño al cortante,  $F_R V_n$ . Esta separación entre la resistencia requerida y la resistencia de diseño aclarará la aplicación del factor de reducción de resistencia  $F_R$  para el cortante.

El concepto de presentar la resistencia al cortante en términos de fuerza cortante se continúa en la edición 1983 - del reglamento.

Como se introdujo antes en el reglamento de 1971, la resistencia al cortante está basada en un esfuerzo cortante - promedio sobre toda la sección transversal efectiva (b) (d).

En un elemento sin refuerzo por cortante, se supone que el cortante lo resiste el alma de concreto. En un elemento - con refuerzo por cortante, se supone que el cortante lo resiste la zona en compresión de concreto y el refuerzo por cortante.

La resistencia al cortante proporcionada por el concreto  $V_c$ , se supone igual en ambos casos y se considera igual -

al cortante que provoca un agrietamiento inclinado significativo.

Existen dos tipos de agrietamiento inclinado que pueden presentarse en las vigas de concreto, grietas por cortante - en el alma y grietas de cortante por flexión.

Las grietas por cortante en el alma se inician en un punto interior del elemento cuando los esfuerzos principales de tensión exceden la resistencia a la tensión del concreto.

El agrietamiento de cortante por flexión se inidia por medio del agrietamiento por flexión.

Cuando se presenta el agrietamiento por flexión, aumentan los esfuerzos cortantes en el concreto arriba de la grieta. La grieta de cortante por flexión se desarrolla cuando los esfuerzos combinados de tensión y cortante exceden la resistencia a la tensión del concreto.

Cuando se presentan grietas inclinadas en un elemento de concreto, por lo general son del tipo cortante por flexión.

El agrietamiento por cortante en el alma se presenta cerca de los apoyos de los elementos de gran peralte con almas delgadas o cerca de los puntos de inflexión o de los puntos de corte de varillas en vigas continuas, en particular si la viga está sujeta a tensión axial.

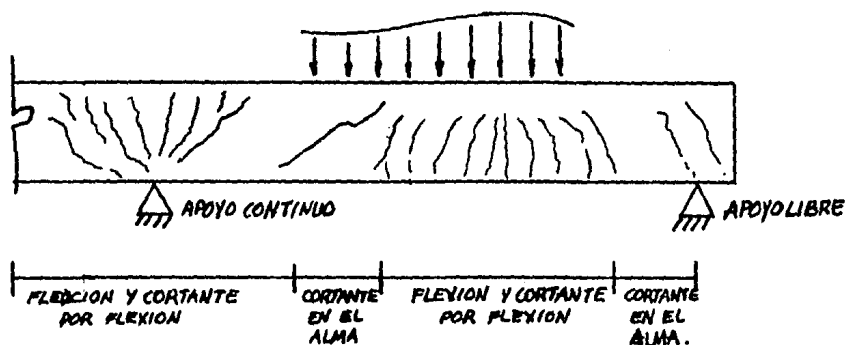


Fig. 15.

## 2.4.2. RESISTENCIA AL CORTANTE.

El diseño de secciones transversales sujetas a cortante debe estar basada en:

$$V_u \leq \phi R_n$$

Donde  $V_u$  es la fuerza cortante factorizada en la sección sujeta a consideración y  $R_n$  es la resistencia nominal al cortante calculada mediante

$$R_n = V_c + V_s$$

Donde  $V_c$  es la resistencia nominal al cortante proporcionada por el concreto y  $V_s$  es la resistencia nominal al cortante proporcionada por medio del refuerzo para cortante.

Al determinar la resistencia al cortante  $R_n$ , debe considerarse el efecto de cualquier abertura en los elementos, ya que pueden reducir su resistencia al cortante. Los efectos de las aberturas se examinan en la sección 4.7 del informe de 1973 del comité ACI-ASCE 426 "tensión diagonal y cortante".

Al determinar la resistencia al cortante  $V_c$  y cuando sea aplicable, deben incluirse los efectos de la compresión-inclinada por flexión en los elementos de peralte variable y considerarse los efectos de la tensión axial debida a la fluencia y contracción de los elementos empotrados. Ya que en un elemento de peralte variable, el cortante interno en cualquier sección aumenta o disminuye por la componente vertical de los esfuerzos inclinados de flexión.

La fuerza máxima factorizada de cortante  $V_u$  en los apoyos puede calcularse:

"Para las secciones localizadas a una distancia menor que  $d$ , desde el paño de apoyo, se pueden diseñar para el mismo cortante  $V_u$  que el calculado a una distancia  $d$ ", cuando se satisfagan las siguientes condiciones:

- a) La reacción en el apoyo en dirección del cortante aplicado introduce compresión en las zonas extremas - del elemento.
- b) Si no ocurre ninguna carga concentrada entre la cara del apoyo y la ubicación de la sección crítica definida como la sección localizada a una distancia menor que  $d$ , desde el paño del apoyo.

Las condiciones típicas de apoyo donde se puede utilizar la fuerza cortante factorizada  $V_u$  a una distancia  $d$  del apoyo, incluyen:

- 1o.- Elementos apoyados en soportes en la base del elemento, tales como los que se muestran en la figura 16a.
- 2o.- Elementos enmarcados monolíticamente con otro elemento como se muestra en la figura 16b.

Las condiciones de apoyo en las cuales no se debe aplicar esta disposición incluyen:

- 1o.- Elementos enmarcados por un elemento de apoyo en tensión, tales como los que se ilustran en la fig. 16c. La sección crítica para el cortante debe tomarse en el paño del apoyo. En este caso, también debe investigarse el cortante dentro de la unión - y proporcionarse refuerzo especial en las esquinas
- 2o.- Elementos cargados por un elemento de tal manera - que el cortante en las secciones entre el apoyo y una distancia  $d$  difiere radicalmente del cortante a una distancia  $d$ . Esto se presenta comúnmente en ménsulas y en vigas en las cuales se localiza una carga concentrada cerca del apoyo, tal como se muestra en la fig. 16d. En este caso debe utilizar se el cortante en el paño del apoyo.

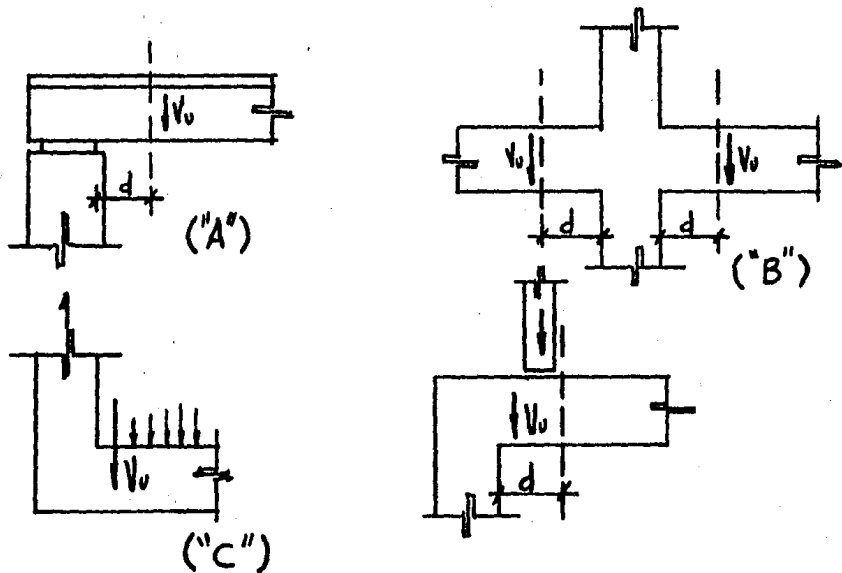


Fig. 16.- Condiciones típicas de apoyo para la localización de la fuerza cortante factorizada  $V_u$ .

Las disposiciones para la resistencia al cortante  $V_c$  y el momento resistente torsionante  $T_c$  se aplican al concreto de peso normal. Cuando se emplea concreto con agregado ligero, debe aplicarse alguna de las siguientes modificaciones:

- Cuando se ha especificado el valor de  $f_{ct}$ , las disposiciones para  $V_c$  y  $T_c$  deben modificarse sustituyendo  $f_{ct}/1.8$  por  $\sqrt{f'c}$ , pero el valor de  $f_{ct}/1.8$  debe usarse sin exceder  $\sqrt{f'c}$ .
- Cuando  $f_{ct}$  no esté especificado, todos los valores de  $\sqrt{f'c}$  que afecten a  $V_c$ ,  $T_c$ ,  $M_{cr}$ , deben multiplicarse por 0.75 para concreto "todo ligero", y por 0.85 para concreto "ligero con arena". Se puede usar una interpolación lineal cuando se sustituya parcialmente con arena.

## RESISTENCIA AL CORTANTE PROPORCIONADA POR EL CONCRETO- EN ELEMENTOS DE CONCRETO REFORZADO.

La resistencia al cortante  $V_c$  debe calcularse según las siguientes disposiciones:

- Para elementos sujetos únicamente a cortante y flexión:

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'c} \quad bd$$

Un cálculo más detallado

$$V_c = (0.5 \sqrt{f'c} + 176p \frac{Vud}{Mu}) \quad bd$$

Pero no mayor que  $0.93 \sqrt{f'c} \quad b.d$

La cantidad  $\frac{Vud}{Mu}$  no debe tomarse mayor que 1.0

$M_u, V_u$ , Momento y cortante ya factorizados

$$p = A_s/bd$$

## RESISTENCIA AL CORTANTE POR EL REFUERZO POR CORTANTE

Tipos de refuerzo por cortante.

El refuerzo por cortante puede consistir en:

- a).- Estribos perpendiculares al eje del elemento.
- b).- Estribos que formen un ángulo de  $45^\circ$  ó más con el refuerzo longitudinal por tensión.
- c).- Refuerzo longitudinal con una parte doblada que forme un ángulo de  $30^\circ$  ó más con el refuerzo longitudinal por tensión.



d).- Combinación de estribos y refuerzo longitudinal doblado.

La resistencia a la fluencia de diseño del refuerzo por cortante no debe exceder de  $4220 \text{ Kg/cm}^2$ .

Los estribos y otras varillas usados como refuerzo por cortante deben prolongarse a una distancia  $d$  de la fibra extrema en compresión y anclarse en ambos extremos para que se desarrolle la resistencia a la fluencia de diseño del refuerzo.

### 2.A.3 REQUISITOS

#### LIMITES DE SEPARACION PARA EL REFUERZO POR CORTANTE.

- a).- La separación del refuerzo por cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no deberá exceder de  $d/2$ .
- b).- Los estribos inclinados y el refuerzo longitudinal doblado debe estar espaciados de manera tal que cada línea a  $45^\circ$ , que se extienda hacia la reacción desde la mitad del peralte del elemento  $d/2$  hasta el refuerzo longitudinal de tensión, debe estar cruzada, por lo menos, por una línea de refuerzo por cortante.

Cuando  $V_s$  sobrepase a  $1.1\sqrt{f'c}$  b.d, las separaciones descritas en a y b se deberán reducir a la mitad.

#### REFUERZO MINIMO POR CORTANTE.

Debe colocarse un área mínima de refuerzo por cortante en todo elemento de concreto reforzado sujeto a flexión, donde la fuerza cortante afecta por el factor de carga,  $V_u$ , exceda  $\frac{1}{2}$  a la resistencia al cortante proporcionada por el concreto,  $F_R V_c$ , excepto en:

- Vigas cuyo peralte total no exceda de 25 cm,  $2\frac{1}{2}$  veces el espesor del patín ó  $\frac{1}{2}$  del ancho del alma, el que sea mayor.

El refuerzo por cortante restringe el crecimiento del agrietamiento inclinado y, por consiguiente, aumenta la ductibilidad y advierte el peligro de la falla.

De lo contrario, en un alma sin refuerzo, la súbita formación de agrietamiento inclinado podría conducir directamente a una falla repentina.

Este refuerzo resulta de gran valor si un elemento es sometido a una fuerza de tensión imprevista, o a una carga catastrófica. Por lo tanto se requiere un área mínima de refuerzo por cortante.

$$V_u + 3.5b$$

Quando se requiera refuerzo por cortante y donde el momento torsionante factorizado  $T_u$ , no exceda de  $0.13\sqrt{f'_c} \sum X^2 Y$ , el área mínima de refuerzo por cortante se debe calcular mediante la siguiente expresión:

$$A_v = 3.5 \frac{b_v S}{f_y}$$

Donde:

$S$  = Separación del refuerzo por cortante en dirección paralelo al refuerzo longitudinal en cm.

$b$  = ancho de la viga

$f_y$  = en Kg/cm<sup>2</sup>

$A_v$  = Area mínima por cortante en cm<sup>2</sup>.

Quando el momento torsionante factorizado  $T_u$  sea mayor que  $F_R (0.13\sqrt{f'_c} \sum X^2 Y)$  y se requiera refuerzo en el alma, el área mínima de los estribos cerrados se debe calcular mediante la siguiente expresión:

$$A_v + 2A_t = 3.5 \frac{b_v S}{f_y}$$

Donde:  $A_t$  = Area de una rama de un estribo cerrado que resista la torsión de una distancia  $S$  en cm<sup>2</sup>.

## 2. A. 4. DISEÑO DEL REFUERZO POR CORTANTE.

Quando la fuerza cortante factorizada  $V_u$ , exceda la resistencia al cortante  $F_R V_c$ , el refuerzo por cortante debe

proporcionarse de acuerdo con la ecuación:

$$V_u \leq F_r V_n$$

$$V_n = V_c + V_s$$

Donde:

$V_s$  se calcula de la siguiente manera

- 1) Cuando se utiliza refuerzo por cortante perpendicular al eje del elemento

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s}$$

Donde:

$A_v$  es el área de refuerzo por cortante dentro de una distancia  $s$ .

- 2) Cuando se utilicen estribos inclinados como refuerzo por cortante

$$V_s = \frac{A_v f_y (\text{Sen} \alpha + \text{Cos} \alpha) d}{s}$$

Donde:

$\alpha$  es el ángulo que forma el estribo con el eje longitudinal del elemento.

- 3) Cuando el refuerzo por cortante consista en una varilla individual o en un solo grupo de varillas paralelas, todas dobladas a la misma distancia del apoyo

$$V_s = A_v f_y \text{Sen} \alpha \leq 0.8 \sqrt{f'c} b.d$$

- 4) Cuando el refuerzo por cortante consista en una serie de varillas paralelas dobladas o grupos de varillas paralelas dobladas a diferentes distancias del apoyo, la resistencia al cortante  $V_s$  se debe calcular por medio de la siguiente ecuación:

$$V_s = \frac{A_v f_y (\text{Sen}\alpha + \text{cos}\alpha) d}{s}$$

- 5) Cuando se emplee más de un tipo de refuerzo por cortante para reforzar la misma porción de un elemento, la resistencia al cortante  $V_s$  debe calcularse como la suma de los valores  $V_s$  calculados para los diversos tipos.
- 6) La resistencia al corte  $V_s$  no debe considerarse mayor que:

$$2.1 \sqrt{f'c} \quad b.d$$

## EJEMPLO N° 1

DETERMINAR EL TAMAÑO Y SEPARACION DE LOS ESTRIBOS  
PARA UNA VIGA SIMPLEMENTE APOYADA, CON UN CLARO DE 9.0 MTS.

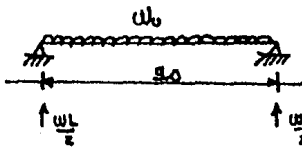
$$b = 30$$

$$d = 50$$

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

$$f_y = 2800 \text{ Kg/cm}^2$$

$$W_0 = 6.7 \text{ T/M} \quad (\psi_A \text{ FACTORIZADA})$$



CORTANTE A UNA DISTANCIA "d" DEL APOYO

$$V = 30.15 - (6.7)(4.5) = 26.80 \text{ Ton}$$

MOMENTO A UNA

DISTANCIA "x" DEL APOYO

$$M(x) = (30.15)(x) - \frac{(6.7)x^2}{2}$$

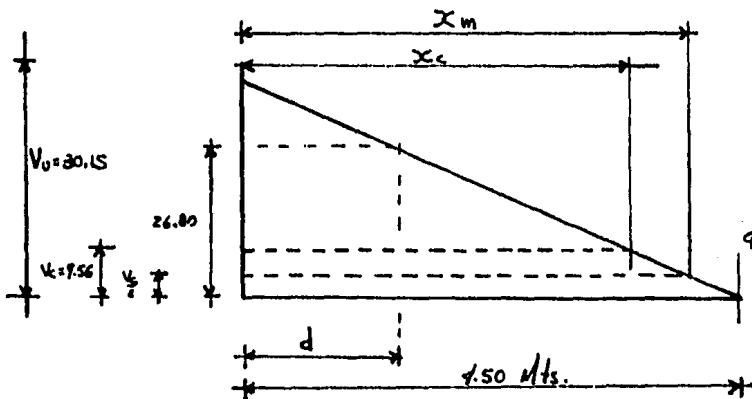
$$M(4.5) = 17.4375 \text{ T-M}$$

1- DETERMINAR LA FUERZA CORTANTE QUE RESISTE EL CONCRETO

$$a) V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} b \cdot d = 0.53 \sqrt{200} (30)(50) / 1000 = 11.24 \text{ Ton.}$$

$$F_R V_c = (0.85)(11.24) = 9.56 \text{ Ton.}$$

2- CALCULO DE LA DISTANCIA  $X_c$  DESDE EL APOYO, MAS ALLA DE LA CUAL  
EL CONCRETO PUEDE SOPORTAR EL CORTANTE TOTAL.



DE LA FIG.  $\frac{30.15}{1.50} = \frac{9.5}{1.5 - x}$   $x = 9.0821$

3- DETERMINAR LA SEPARACION REQUERIDA DE LOS ESTIBOS

$$V_s = \frac{F_R A_v f_y d}{s} \Rightarrow s = \frac{F_R A_v f_y d}{V_s}$$

$$V_s = V_u - V_c = 26.80 - 9.56 = 17.24 \text{ ton}$$

USANDO #4 AREA = 1.27 cm<sup>2</sup>

$$s = (0.85)(2.54)(2800)(50) / 17.24 \times 1000 = 17.53 \text{ cm.}$$

$$\frac{d}{2} = \frac{50}{2} = 25 \text{ cm} \quad (\text{Max. SEPARACION PERMISIBLE})$$

si  $V_s > 1.1 \sqrt{f'_c} b \cdot d \Rightarrow s = \frac{25}{2} = 12.5 \text{ cm}$

$$17.24 \text{ ton} < 1.1 \sqrt{200} (30)(50) = 23.33 \text{ ton.}$$

si

$$s = 25 \text{ cm}$$

$$V_u = ?$$

$$V_{cR} = 9.56$$

$$V_u - V_{cR} = V_s = \frac{F_R A_v f_y d}{s} \Rightarrow V_u - V_c = \frac{F_R A_v f_y d}{s}$$

$$V_u = \frac{F_R A_v f_y d}{s} + V_c = (0.85) \frac{(2.54)(2800)(50)}{2} + 9560$$

$$V_u = 21.65 \text{ ton.}$$

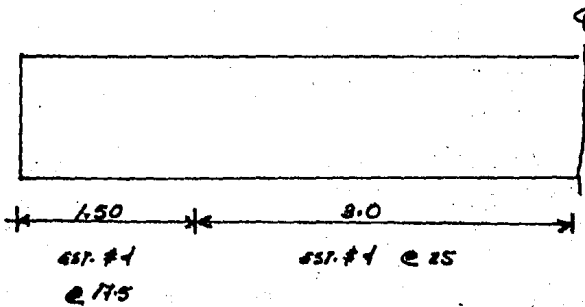
$$\frac{30.15}{1.5} = \frac{21.65}{2} \quad x = 9.23$$

$\Rightarrow$  Que HASTA 9.0 METROS SE COLOCARAN ESTIBOS #4 @ 25

PARA  $V_u = 26.80$

$$s = (0.85)(254)(1800)(60) / (26800 - 9560) = 17.53$$

∴





2.- CORTANTE D.D.F.

2.B. REGLAMENTO D.D.F.-1977-

2.B.1. FUERZA CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO  $V_{cR}$ .

Las expresiones para  $V_{cR}$  que se presentan en seguida son aplicables si:

1.-  $h < 1.0$  metros

2.-  $\frac{h}{b} \leq 6.0$   $b = b'$  en vigas T

Por cada una de las dos condiciones anteriores que no se cumpla se reducirá  $V_{cR}$  dado por dichas expresiones en 20%.

En vigas con relación claro a peralte total,  $L/h > 5$

$$V_{cR} = \begin{cases} P < 0.01 & V_{cR} = FR \, bd(0.2 + 30 p) \sqrt{f'c} \quad \dots \alpha \\ P > 0.01 & V_{cR} = 0.5 \, FR \, bd \sqrt{f'c} \quad \dots \beta \end{cases}$$

a) Si  $L/h < 4$  y las cargas y reacciones comprimen directamente las caras superior e inferior de la viga,  $V_{cR}$  se obtendrá multiplicando el valor que se obtiene de  $\beta$  por

$$3.5 - 2.5 \frac{M}{V.d} > 1.0$$

pero sin que se tome  $V_{cR}$  mayor que  $1.5 \, FR \, bd \sqrt{f'c}$

Donde

$V, M$  son el cortante y momento en la sección.

b) Si  $L/h < 4$  y las cargas y reacciones no comprimen directamente las caras superior e inferior de la viga,  $V_{cR}$  se --

obtendrá del valor que dé la expresión  $\beta$ .

- c) Para relaciones  $L/h$  comprendidas entre 4 y 5.  $VcR$  se hará variar linealmente hasta los valores dados por  $\alpha$  y  $\beta$ .

Cuando una carga concentrada actúa a no' más de 0.5  $d$  del paño de un apoyo, el tramo de viga comprendido entre la carga y el paño del apoyo, además de cumplir con los requisitos anteriores, se revisará con el criterio de cortante por fricción.

Para secciones TEE, en todas las expresiones anteriores se usará el ancho  $b'$  en lugar de  $b$ .

Si el patín está a compresión, al producto  $b'd$  puede sustituirse la cantidad  $T^2$  siendo  $T$  el espesor del patín.

### 2.3.2.- REFUERZO POR TENSION DIAGONAL.

Este refuerzo debe estar formado por estribos cerrados-perpendiculares u oblicuos al eje de la pieza, barras dobladas o una combinación de estos elementos.

Para estribos no se usará acero con esfuerzo de fluencia mayor de 4200  $Kg/cm^2$ . El diámetro mínimo de estribos será de 6.3 mm (No. 2.)

No se permitirá el uso de estribos que formen un ángulo con el eje de la pieza menor de 45°, ni barras dobladas en que dicho ángulo sea menor de 30°.

### 2.3.3.- REFUERZO MINIMO.

En vigas de marcos que deban resistir sismo y en cuyo diseño se usa un factor de ductilidad de 2 ó mayor, debe suministrarse un refuerzo mínimo por tensión diagonal cuando la fuerza cortante de diseño  $V_u$  sea menor que  $VcR$ . Este refuerzo estará formado por estribos verticales de diámetro no menor de 6.3 mm (No.2) espaciados a cada medio peralte efec-

tivo y se colocará a partir de toda unión de viga con columnas o muros hasta un cuarto del claro correspondiente.

Cuando sea aplicable el requisito de refuerzo mínimo - del párrafo anterior, así como cuando  $V_u > V_{cR}$ , se requerirá refuerzo por tensión diagonal.

#### 2.3.4. - SEPARACION DE ESTRIBOS

En el caso de refuerzo por tensión diagonal el espaciamiento del refuerzo "S" se determinará con la expresión y limitaciones siguientes:

$$S = \frac{FR A_v f_y d (\text{Sen } \phi + \text{cos } \phi) FR A_v f_y}{V_u - V_{cR}} \leq \frac{FR A_v f_y}{3.5b}$$

Donde:

$A_v$ : Es el área tr asversal del refuerzo por tensión diagonal, comprendido a una distancia S, en  $\text{cm}^2$ .

$\phi$ : Es el ángulo que dicho refuerzo forma con el eje de la pieza.

$f_y$ : En  $\text{Kg/cm}^2$ .

$V_u$ : En Kg

$V_{cR}$  En Kg.

b: En cm.

d: En cm.

S: En cm.

Restricciones:

1) Si  $V_u > V_{cR}$  pero  $V_u \leq 1.5 FR bd \sqrt{f \cdot c}$

$$\Rightarrow S \leq 0.5 d$$

$$2) \text{ Si } Vu > 1.5 FR \text{ b.d. } \sqrt{f'c}$$

$$\Rightarrow S \leq 0.25 d$$

$$3) Vu < 2.5 FR \text{ b.d. } \sqrt{f'c}$$

Quando el refuerzo conste de un sólo estribo o grupo de barras paralelas dobladas en una misma sección, su área se calculará con

$$Av = \frac{Vu - VcR}{FR fy \text{ Sen } \phi}$$

$$Vu < 1.5 FR \text{ b.d. } \sqrt{f'c}$$

**PROXIMIDAD A REACCIONES Y CARGAS CONCENTRADAS.**

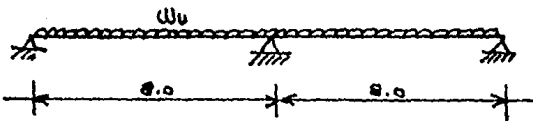
Quando una reacción comprime directamente la carga del miembro que se considera, las secciones a menos de una distancia  $d$  del paño del apoyo pueden dimensionarse para la misma fuerza cortante de diseño que actúa a la distancia  $d$ .

**INTERRUPCION Y TRASLAPE DEL REFUERZO LONGITUDINAL.**

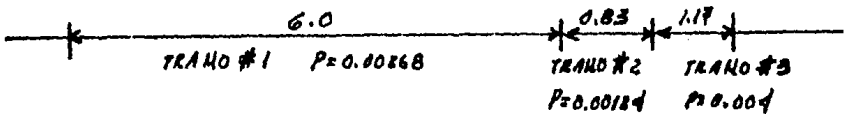
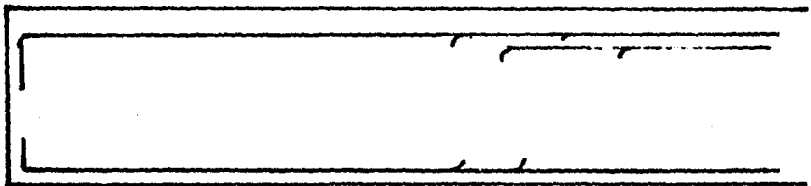
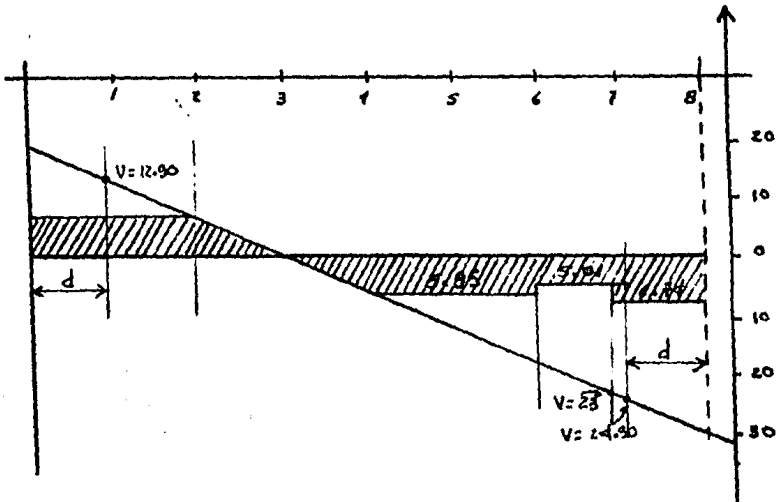
En tramos comprendidos a un peralte efectivo de las secciones donde, en zonas de tensión, se interrumpa más de el 33% o, traslape más de el 50% del refuerzo longitudinal, la fuerza cortante máxima que puede tomar el concreto se considerará de  $0.7 VcR$ .

EJEMPLO N° 1

DIMENSIONAMIENTO POR FUSION CORTANTE DE UNA VIGA CONTINUA



$W_u = 6 T/M$



## 1- FUERZA CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO

TRAMO #1

$$A_s = 2 \#6 = 5.70 \text{ cm}^2$$

$$P = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{5.70}{(30)(70)} = 0.0027 < 0.01$$

$$V_{CR} = F_c b \cdot d (0.2 + 30P) \sqrt{f'_c}$$

$$V_{CR} = (0.8)(30)(70) (0.2 + 30(0.0027)) \left( \sqrt{(200)(0.8)} \right) = 5.95 \text{ Ton.}$$

TRAMO #2

$$A_s = 2 \#4 = 2.54 \text{ cm}^2$$

$$P = \frac{2.54}{(30)(70)} = 0.0012 < 0.01$$

$$V_{CR} = (0.8)(30)(70) (0.2 + 30(0.0012)) \left( \sqrt{(200)(0.8)} \right)$$

$$V_{CR} = 5.01 \text{ Ton.}$$

TRAMO #3

$$A_s = 2 \#4 + 2 \#6 = 8.24 \text{ cm}^2$$

$$P = \frac{8.24}{(30)(70)} = 0.0039 < 0.01$$

$$V_{CR} = (0.8)(30)(70) (0.2 + 30(0.0039)) \left( \sqrt{(200)(0.8)} \right)$$

$$V_{CR} = 6.74 \text{ Ton.}$$

2- REVISIÓN DE LA NECESIDAD DE DISMINUIR  $V_{CR}$  POR INTERRUPTOR DE MAS DEL 33% DEL REFUERZO LONGITUDINAL

REFUERZO POSITIVO

$$\text{CORTE DE UNA } \#6 \quad \frac{A_{s \text{ INT}}}{A_s} = \frac{2.85}{11.09} = 0.2570 < 0.33$$

$$\text{CORTE DE DOS } \#4 \quad \frac{A_{s \text{ INT}}}{A_s} = \frac{2.54}{11.09 - 2.85} = 0.308 < 0.33$$

REFUERZO NEGATIVO

$$\text{CORTE DE 2 } \#6 \quad \frac{A_{s \text{ INT}}}{A_s} = \frac{5.70}{22.49} = 0.253 < 0.33$$

$$\text{CORTE DE 1 } \#6 \quad \frac{A_{s \text{ INT}}}{A_s} = \frac{2.85}{22.49 - 5.70} = 0.17 < 0.33$$

$$\text{CORTE DE 2 } \#4 \quad \frac{A_{s \text{ INT}}}{A_s} = \frac{5.70}{16.75 - 2.85} = 0.41 > 0.33$$

∴ NO SE REQUIERE REDUCIR  $V_{CR}$

3- REVISION PARA VER SI SE ADMITE LA SECCION DE 30 X 75  
SE DEBE CUMPLIR  $V_u \leq 2.5 F_r b \cdot d \sqrt{f_c^2}$

DEL DIAGRAMA

$$V_u = 24.50$$

$$2.5 F_r b d \sqrt{f_c^2} = 2.5 (0.8) (30) (70) (12.65) = 52.14 \text{ ton.}$$

$\therefore$  SISE ADMITE LA SECCION DE 30 X 75

4- SEPARACION DE LOS ESTRIBOS VERTICALES

EST. # 3  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

TRAMO # 3

$$V_{u \text{ max}} = 24.8 \text{ ton} \quad V_{ce} = 6.84 \text{ ton.}$$

$$S = \frac{F_r A_v \{y\} d}{V_u - V_{ce}} = \frac{(0.8)(1.42)(4200)(70)}{24.800 - 6740} = 18.33$$

SEPARACION MAXIMA

$$S = \frac{F_r A_v \{y\}}{3.5 b} = \frac{(0.8)(1.42)(4200)}{(3.5)(30)} = 45.4$$

$$1.5 F_r b d \sqrt{f_c^2} = (1.5)(0.8)(30)(70)(12.65) = 31,818 > V_u$$

$\therefore$  USAR EST. # 3 @ 18

TRAMO # 2

$$V_{u \text{ MAX}} = 28.000 \text{ kg} \quad V_{ce} = 8010 \text{ kg}$$

$$S = \frac{333984}{17990} = 18.56 \text{ cm}$$

$\therefore$  USAR EST. # 3 @ 18 cm

TRAMO # 1

$$V_{u \text{ MAX}} = 18.000 \text{ kg} \quad V_{ce} = 5950 \text{ kg}$$

$$S = \frac{333984}{12050} = 27.7 \text{ cm.}$$

$\therefore$  USAR EST. # 3 @ 27



- 3.- TORSION.  
 3.A.- REGLAMENTO ACI 318-83.  
 3.A.1.- INTRODUCCION.

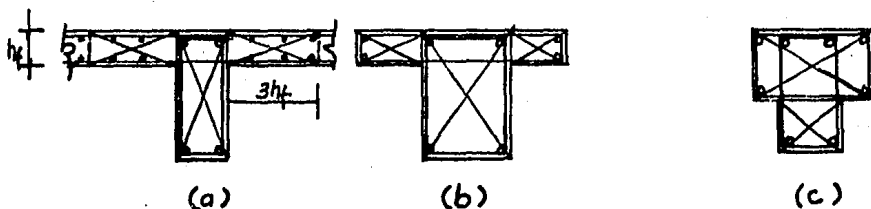
RESISTENCIAS A LA TORSION Y AL CORTANTE COMBINADOS EN ELEMENTOS NO PREESFORZADOS CON SECCIONES RECTANGULARES O CON PATIN.

Los efectos de torsión deben incluirse con el cortante y la flexión, siempre que el momento torsionante factorizado  $T_u$  exceda de  $F_R(0.13\sqrt{f'c}\Sigma X^2Y)$ , de lo contrario, los efectos de torsión pueden no considerarse.

Esta sección permite no tomar en consideración la torsión en el diseño, si el momento torsionante factorizado  $T_u$  es menor que  $F_R(0.13\sqrt{f'c}\Sigma X^2Y)$ . Este momento torsionante límite está basado en un esfuerzo torsionante máximo de  $0.4\sqrt{f'c}$ .

Este esfuerzo corresponde alrededor del 25% de la resistencia a la torsión para de un elemento sin refuerzo por torsión.

En los elementos de sección rectangular o con patines, la suma  $\Sigma X^2Y$  debe tomarse para todos los rectángulos componentes de la sección, pero el ancho sobresaliente del patín usado en el diseño no debe exceder de 3 veces el espesor del mismo. El cálculo de  $\Sigma X^2Y$  para secciones con patín depende de la selección de los rectángulos componentes. Estos rectángulos no deben traslaparse.



Rectángulos componentes  
para el cálculo de  $\Sigma X^2Y$

Fig. No. 17.

En el caso normal de que se localicen estribos cerrados en el alma, como se muestra en la figura 17-b, la cantidad  $-IX^2Y$  debe tomarse como los valores  $X^2Y$  del alma que se extienden a través del peralte total de la sección, más los valores  $X^2Y$  de los patines exteriores. Sin embargo en el caso especial de secciones transversales, tales como muestra la figura 17-C, sería más útil colocar estribos cerrados en considerarse como el valor de  $X^2Y$  del componente superior más ancho, más el del alma angosta vertical sobresaliente.

Una sección en cajón rectangular puede considerarse como una sección sólida, siempre que el espesor de la pared  $h$ , sea por lo menos  $X/4$ , una sección en cajón, con un espesor de pared menor que  $X/4$ , pero mayor que  $X/10$ , también puede considerarse como una sección sólida excepto que  $IX^2Y$  debe multiplicarse por  $4h/X$ , cuando  $h$  sea menor que  $X/10$ , debe considerarse la rigidez de la pared. Deben colocarse chafalanes en las esquinas interiores de todas las secciones en cajón. Con una base mínima de  $X/6$ , cuando el refuerzo por torsión consiste en 8 o más varillas distribuidas alrededor del perímetro de la sección, los chafalanes deben tener un tamaño mínimo de  $X/12$ , pero no necesariamente de más de 10 cm.

Si el momento torsionante factorizado  $T_u$  de un elemento se requiere con objeto de mantener el equilibrio, el elemento debe diseñarse para resistir dicho momento torsionante.

En una estructura estáticamente indeterminada en la cual la reducción del momento torsionante en un elemento puede ocurrir debido a la redistribución de las fuerzas internas, el momento torsionante factorizado máximo  $T_u$  puede reducirse a:

$$F_R(1.1\sqrt{f'_c}IX^2Y/3).$$

### 3. A. 2.- MOMENTO TORSIONANTE RESISTENTE.-

El diseño de secciones transversales sujetas a torsión debe estar basado en:

$$T_u \leq F_R T_n \text{ - - - - - (1)}$$

Donde  $T_u$  es el momento torsionante factorizado en la sección sujeta a consideración, y  $T_n$  es el momento torsionante resistente nominal calculado por medio de:

$$T_n = T_c + T_s \text{ --- (2)}$$

Donde  $T_c$  es el momento torsionante resistente nominal proporcionado por el concreto y  $T_s$  es el momento torsionante resistente nominal proporcionado por el refuerzo por torsión.

El momento torsionante resistente de un elemento de concreto simple de sección transversal rectangular puede expresarse como:

$$T = \alpha X^2 f_t \text{ --- (3)}$$

Donde  $\alpha$  es un coeficiente que depende de la relación  $Y/X$ ,  $X$  y  $Y$  son las dimensiones menor y mayor, respectivamente, de una sección rectangular y  $f_t$  es la resistencia a la tensión del concreto. El coeficiente varía de 0.208 a 0.33 en la teoría elástica, y de  $1/3$  a  $1/2$  en la teoría plástica; no obstante, una teoría basada en el mecanismo de flexión de una falla por torsión muestra que puede considerarse como  $1/3$ .

Se supone que la resistencia a la torsión de un miembro con patines es igual a la suma de la resistencia a la torsión del alma y de los patines. Las pruebas efectuadas en elementos aislados han mostrado que esta suposición es conservadora siempre y cuando el ancho sobresaliente del patín no exceda de 3 veces su espesor. Para vigas construídas monolíticamente con losas, tal como se muestra en la figura 17-a puesto que el refuerzo cortante debido a la torsión constituye una medida de la tensión diagonal.  $f_t$  en la ecuación (3) puede sustituirse por un esfuerzo cortante por torsión,  $V_t$ :

$$V_t = \frac{3T}{\alpha X^2 Y} \text{ --- (4)}$$

**MOMENTO TORSIONANTE RESISTENTE PROPORCIONADO POR EL CONCRETO.**

El momento torsionante  $T_c$  debe calcularse por medio de:

$$T_c = \frac{0.2 \sqrt{f'_c} \alpha X^2 Y}{\sqrt{1 + \left(\frac{0.4 V_u}{C_t T_u}\right)^2}} \text{ --- (5)}$$

La ecuación (5) está basada en un esfuerzo cortante por torsión límite de  $0.64\sqrt{f'c}$ . En el caso de torsión pura, el esfuerzo cortante torsionante de  $0.64\sqrt{f'c}$  se supone que es la contribución del concreto a la resistencia máxima a torsión de una viga con refuerzo en el alma. Este esfuerzo corresponde a un par de torsión igual al 40% del par de agrietamiento de una viga sin refuerzo en el alma. En consecuencia, predice de manera conservadora el agrietamiento por torsión y la falla de un alma sin refuerzo. Tal tendencia conservadora se justifica por dos razones. La primera consiste en que la resistencia a la torsión de una viga sin refuerzo en el alma se puede reducir hasta la mitad debido a la aplicación simultánea de un momento flexionante y un momento torsionante; en consecuencia, al especificar un esfuerzo cortante por torsión que corresponda al 40% del par de agrietamiento, se puede no considerar el efecto del momento flexionante sobre la resistencia a la torsión de vigas sin refuerzo en el alma. La segunda consiste en que cualquier elemento sujeto a un momento torsionante grande debe diseñarse con un refuerzo por torsión.

### 3.A.3.-DISEÑO DEL REFUERZO POR TORSION.

Cuando el momento torsionante factorizado  $T_u$  excede al momento torsionante resistente  $\phi T_c$ , el refuerzo por torsión debe proporcionarse para satisfacer las ecuaciones (1) y (2), donde el momento torsionante resistente  $T_s$  debe calcularse por medio de:

$$T_s = \frac{A_t \alpha X_1 Y_1 f_y}{S} \text{ --- (6)}$$

Donde  $A_t$  es el área de una rama de un estribo cerrado que resiste la torsión en una distancia  $S$ , y  $\alpha = (0.66 + 0.33 (Y_1/X_1))$ , pero no mayor que 1.50.

La ecuación (6) se presenta en términos de momento torsionante resistente,  $T_s$  proporcionado por el refuerzo por torsión para su aplicación directa en las ecuaciones (1) y (2).

El área requerida para que una rama de un estribo cerrado-resista la torsión  $A_t$  se calcula por medio:

$$T_u \leq F_R T_n \quad \text{--- (1)}$$

$$\leq F_R (T_c + T_s) \quad \text{--- (2)}$$

$$T_u \leq F_R T_c + \frac{F_R A_t t X_1 Y_1 f_y}{S} \quad \text{--- (6)}$$

Despejando  $A_t$ :

$$A_t = \frac{(T_u - F_R T_c) S}{F_R f_y t X_1 Y_1}$$

Donde  $\alpha t = [0.66 + 0.33(Y_1/X_1)]$ , pero no mayor que 1.50

En secciones con patines, los estribos cerrados pueden colocarse en el rectángulo mayor o en todos los rectángulos-componentes en el primer caso, el factor  $X_1 Y_1$  de la ecuación (6) se refiere a las dimensiones de los estribos cerrados colocados en el rectángulo mayor. Si en todos los rectángulos-componentes se colocan estribos cerrados, una limitada serie de pruebas de torsión para demostró que se puede aplicar la ecuación (6) por separado a cada rectángulo componente, -- empleando  $X$ ,  $Y$ ,  $X_1$  y  $Y_1$  para rectángulo sujeto a consideración.

El ancho del patín en voladizo empleado en el diseño no debe exceder de 3 veces el peralte del patín, y la dimensión correspondiente del estribo debe considerarse como el ancho del patín, menos el recubrimiento de concreto medido al centro del estribo. El refuerzo de estribos en el patín debe anclarse en el alma asegurándolo firmemente.

El área requerida de varillas longitudinales  $A_l$ , distribuida alrededor del perímetro de los estribos cerrados  $A_t$ , - debe calcularse por medio de:

$$A_1 = 2At \left( \frac{X_1 + Y_1}{2} \right) \text{-----} (7)$$

o de:

$$A_1 = \left[ \frac{28XS}{f_y} \left( \frac{T_u}{T_u + \frac{V_u}{3G}} \right) - 2At \right] \left( \frac{X_1 + Y_1}{S} \right) \quad (8)$$

El que sea mayor el valor de  $A_1$ , calculado con la ecuación (8), no necesita exceder del obtenido al substituir:

$$\frac{3.5 \quad b_{ws} \quad \text{por} \quad 2At}{f_y}$$

La ecuación (7) requiere que el volumen de refuerzo longitudinal sea igual al volumen de los estribos cerrados requerido por la ecuación (6), a menos que se necesite una cantidad mayor de refuerzo longitudinal para satisfacer el requisito dado por la ecuación (8).

### 3. A. 4.- REQUISITOS PARA EL REFUERZO POR TORSION .

Donde se requiera refuerzo por torsión, éste debe proporcionarse además del refuerzo requerido para resistir fuerzas por cortante y flexión.

El refuerzo requerido por torsión se puede combinar con el requerido por otras fuerzas, si el área proporcionada en la suma de las áreas individualmente requeridas cumplen los requisitos más estrictos para la separación y la colocación.

El refuerzo por torsión debe consistir en estribos cerrados, anillos cerrados o espirales, combinados con varillas longitudinales. Tanto el refuerzo longitudinal como el transversal cerrado son necesarios para resistir los esfuerzos diagonales de tensión debidos a la torsión y, si no se proporciona uno u otros tipos de refuerzo, el restante será

relativamente eficaz, los estribos deben ser cerrados, ya que el agrietamiento inclinado debido a la torsión puede aparecer en todas las caras de un elemento.

La resistencia de diseño a la fluencia del refuerzo por torsión no debe exceder de  $4\ 220\ \text{Kg/cm}^2$ .

Al limitar la resistencia a la fluencia de diseño en el refuerzo por torsión a  $4\ 220\ \text{Kg/cm}^2$ , se proporciona un control del ancho de la grieta diagonal. El refuerzo de mayor resistencia también puede resultar frágil cerca de los dobles agudos.

Los estribos y otras varillas y alambres utilizados como refuerzo por torsión deben extenderse a una distancia  $d$  de la fibra extrema en compresión, y estar anclados con el fin que desarrollen la resistencia de diseño a la fluencia de dicho refuerzo.

El refuerzo por torsión debe colocarse por lo menos a una distancia  $(bt + d)$ , más allá del punto teóricamente requerido.

3.B REGLAMENTO DDF-1976  
 3.B.1 INTRODUCCION

Las disposiciones que siguen son aplicables a tramos sujetos a torsión cuya longitud no sea menor que el doble del peralte total del miembro.

Las secciones situadas a menos de un peralte efectivo de la cara del apoyo pueden dimensionarse para la torsión que actúa a un peralte efectivo.

MIEMBROS EN LOS QUE SE REQUIERE REFUERZO POR TORSION.

En miembros cuya resistencia a torsión sea directamente necesaria para el equilibrio de la estructura o de parte de ella (fig. 18.a); se suministrará refuerzo por torsión de acuerdo con la figura 18.b, donde para calcular las áreas de acero necesarias se supondrá  $T_{cR} = 0$ , y para determinar el refuerzo mínimo por torsión y el valor máximo admisible de  $T_u$  el valor de  $T_{cR}$  se obtendrá mediante la ecuación (1)

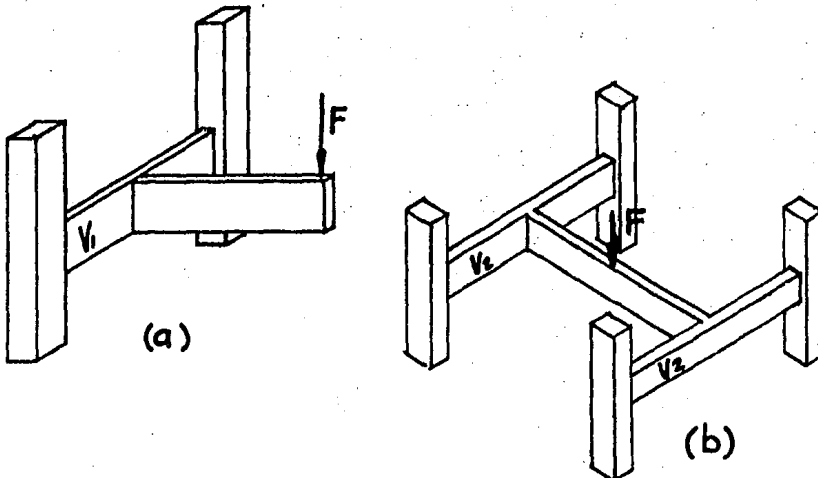


Fig. No. 18 Ejemplos de vigas en las que existe torsión.  
 (vigas V<sub>1</sub> y V<sub>2</sub>).



En miembros sujetos a torsión y fuerza cortante donde la resistencia a torsión no afecte directamente al equilibrio de la estructura (fig. 18-b) se procederá como sigue:

El momento torsionante de diseño,  $T_u$ , se calculará suponiendo en el análisis que la rigidez a la torsión del elemento es la mitad de la rigidez torsional elástica de la sección completa calculada con el módulo de rigidez al cortante,  $G$ , - igual a 0.4 veces el módulo de elasticidad del concreto.

Cuando se cumpla la desigualdad

$$\frac{T_u^2}{T_c R^2} + \frac{V_u^2}{V_c R^2} \geq 1.0 \text{ ----- (1)}$$

Y, además  $T_u$  sea mayor que  $T_c R$  dado por la ecuación (3)- se requerirá refuerzo por torsión. Si no se cumple alguna de las condiciones anteriores los efectos de la torsión pueden - despreciarse.

En secciones rectangulares y secciones T, I o L,  $T_o R$  y  $T_c R$  se valúan con las expresiones siguientes:

$$T_o R = 0.6 F_r \sum X^2 Y \sqrt{f^* c} \text{ ----- (2)}$$

$$T_c R = 0.25 T_o R \text{ ----- (3)}$$

Donde X y Y en cm, son las dimensiones menor y mayor de los rectángulos en que queda descompuesta la sección al considerar cada ala y el alma con el peralte completo de la sección. **pero sin que se tome "y" mayor que "3x".**

Pueden usarse en las ecuaciones (2) y (3) para secciones circulares tomando  $X = Y = 0.8$  diámetros.

En miembros que también estén sujetos a tensión

axial, el valor de  $T_o R$  se multiplicará por:

$$(1 - 0.03 P_u / A_g)$$

Donde

$P_u$  es la tensión de diseño, en Kg

$A_g$  es el área bruta de la sección reducida en  $cm^2$ .

### 3.B.2.- REFUERZO POR TORSION.

Este refuerzo estará formado por estribos cerrados perpendiculares al eje del miembro y por varillas longitudinales. En miembros circulares los estribos serán circulares.

El refuerzo necesario para torsión se combinará con el requerido para otras fuerzas interiores, a condición de que el área suministrada no sea menor que la suma de las áreas individuales necesarias y que se cumplan los requisitos más restrictivos en cuanto a espaciamiento y distribución del refuerzo.

El refuerzo por torsión se suministrará cuando menos en una distancia  $(h + b)$  más allá del punto teórico en que ya no se requiere, siendo  $h$  y  $b$  el peralte total y el ancho del miembro.

#### I.- REFUERZO TRANSVERSAL.

Quando se requiera refuerzo por torsión en miembros el área de estribos cerrados se calculará con la expresión siguiente:

$$A_{sv} = \frac{S (T_u - T_{cR})}{F_m \Omega X_1 Y_1 f_{yv}} \quad (4)$$

Donde:

$A_{sv}$ : Área transversal de una sola rama de estribo.

$X_1 Y_1$ : Lados menor y mayor de un estribo medidos centro a centro.

$S$ : Separación de los estribos.

$f_{yv}$ : Esfuerzo de fluencia de los estribos que no será mayor de  $4\ 200\ \text{kg/cm}^2$ .

$$\Omega = 0.67 + 0.33 Y_1 / X_1 \leq 1.5$$

En miembros circulares,  $\bar{X}$  y  $\bar{Y}$  se tomarán igual a ocho-décimos del diámetro del estribo circular medido centro a centro.

El área de estribos (por torsión y fuerza cortante) no será menor que la calculada con la ecuación (4) suponiendo  $T_u = 4 T_{cR}$ ; además, la separación,  $S$ , no será mayor que el ancho de los estribos ni que la mitad de su altura, ni mayor de 30 cm.

## II.- REFUERZO LONGITUDINAL .

El área de barras longitudinales,  $A_{st}$ , para torsión se calculará con la expresión:

$$A_{st} = \frac{2A_{sv}}{S} (X_1 + Y_1) \frac{f_{yv}}{f_y} \text{ --- (5)}$$

Donde:

$f_y$  es el esfuerzo de fluencia del acero longitudinal.

El área de refuerzo longitudinal no será menor que la obtenida con la ecuación (5), usando el  $A_{sv}$  calculada con  $T_u = 4 T_{cR}$ ; además, la separación entre barras longitudinales no excederá de 50 cm. y su diámetro no será menor que el de los estribos.

Debe distribuirse el refuerzo longitudinal en el perímetro de la sección transversal y colocarse por lo menos una barra en cada esquina.

## I- DESCRIPCION

Este programa esta hecho en una micro-computadora - Comodor 64-K.

Esta formado por 6 sub-programas que son :

- I- PP
- 2- PI
- 3- PI-BIS
- 4- P2
- 5- P3
- 6- P4

Una descripcion de cada uno se da a continuacion

El programa PP que significa programa de presentacion muestra datos generales, como institucion, facultad, objetivo y autor.

Al presentarse la pantalla del programa PP automaticamente se empieza a cargar en la memoria de la maquina el -- programa PI .

El programa PI que funciona como programa principal es el que contiene el MENU PRINCIPAL del programa. Dicho -- menu consta de 4 opciones que son :

- I- Diseño de una viga a partir de acciones maximas.
- 2- Diseño y analisis de una viga simple.
- 3- Analisis de una viga simple .
- 4- Analisis de una viga continua .

La opcion I quiere decir que si el diseño se hara a partir de los maximos valores de momento flexionante y fuerza cortante que se presentan en la viga .

En esta opcion se tienen las alternativas de diseño por el Reglamento A.C.I. 318-83 5 D.D.F.-1976 ; ademas de trabajar con secciones forama rectangular o "T".

El programa PI tiene la opcion del diseño por el - reglamento D.D.F.-1976 y mas aun tiene la opcion de elegir entre proponer una seccion o que se le proponga una aproximada ya sea rectangular o "T" segun sea el caso .

El programa PI-BIS es el que trabaja la opcion I pero por el reglamento A.C.I.-318-83 y con la unica alternativa de proponer las dimensiones de la seccion, ya sea rectangular o "T".

En ambos sub-programas tenemos diseño por flexion, cortante y torsion.

En la opcion 2, Diseño y Analisis de una viga simple se trabaja primeramente con el analisis de la viga.

En dicho analisis se consideran las dos opciones que pueden ser bajo CM+CV ó CM+CVred.+Sismo. Esto es apartir de los momentos en los extremos de la viga.

Tenemos como resultados primeramente de analisis en los intervalos elegidos los efectos de momento flexionante y de fuerza cortante. Posteriormente tenemos la opcion de trabajar con secciones forma rectangular y "T"; y tenemos como resultados de diseño el o las areas de acero requeridas asi como la separacion de estribos considerando cuatro -- diametro diferentes en las secciones o intervalos elegidos anteriormente, el diseño se hace con el reglamento D.D.F.-1976. Esta alternativa 2 esta cargado en el programa P2 que significa programa P2 .

En la opción 3 , que análisis de una viga simple, se consideran cargas repartidas así como cargas concentradas y se obtienen resultados de momento y cortante en los n puntos que se definen con los intervalos que se eligen , así como en puntos extras o fuera de posición. Esta opción está cargada en P3 que significa programa 3 .

En la opción 4 , que en análisis de una viga continua se consideran cargas en los nudos así como en los claros como pueden ser cargas repartidas o cargas concentradas, y se obtienen resultados de momentos en los apoyos o nudos de las vigas. Esta opción está cargada en el programa P4 que significa programa 4 .

Por último se aclara que todas las opciones tienen resultados por pantalla así como por impresora.

Se recomienda que cuando en pantalla aparezca el 1 letrero " OUT OF MEMORY ERROR " se empiece de nuevo el caso que está tratando, esto es debido que al constante bifurcamiento de instrucciones se agota la capacidad de memoria de la máquina.

①

**M E N U   P R I N C I P A L**

. E L I J A   U N A   O P C I O N .

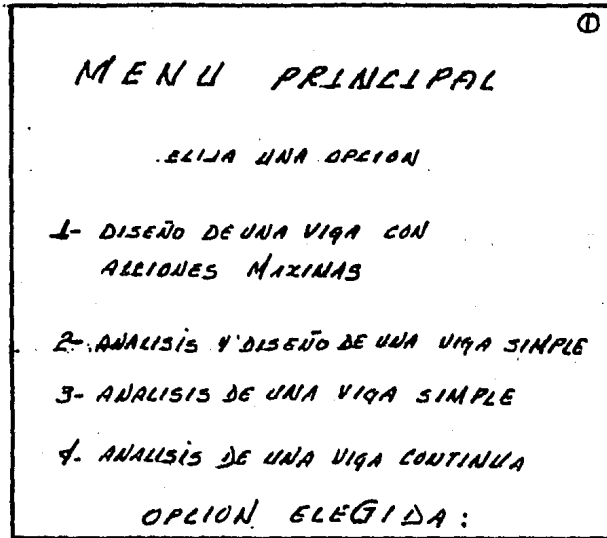
1- DISEÑO DE UNA VIGA CON  
ACCIONES MÁXIMAS

2- ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA VIGA SIMPLE

3- ANÁLISIS DE UNA VIGA SIMPLE

4. ANÁLISIS DE UNA VIGA CONTINUA

O P C I O N   E L E G I D A :



PROPORCIONE  
LOS SIGUIENTES  
VALORES YA  
FACTORIZADOS  
  
MOMENTO (T-M) =  
CORTANTE (T) =

**MENU-DISEÑO**  
ELIJA UNA OPCION  
  
1- DISEÑO POR  
REGLAMENTO  
BOF - 1976  
2- DISEÑO POR  
REGLAMENTO  
ACI - 1983  
OPCION ELEGIDA :

1 ←    2 →

**MENU-SECCIONES**  
ELIJA UNA OPCION  
  
1- QUIERE PROPONER  
UNA SECCION  
2- QUIERE QUE SE  
LE PROPONGA  
UNA SECCION.  
OPCION ELEGIDA :

1    2

**MENU-FORMA**  
ELIJA UNA OPCION  
  
1- SECCION  
RECTANGULAR  
2- SECCION  
T  
OPCION ELEGIDA

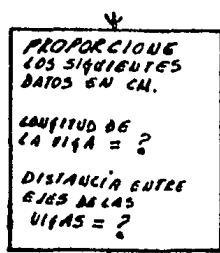
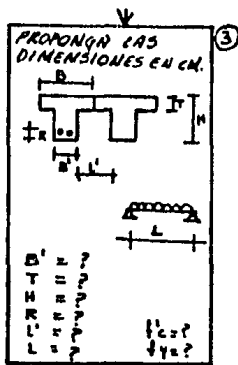
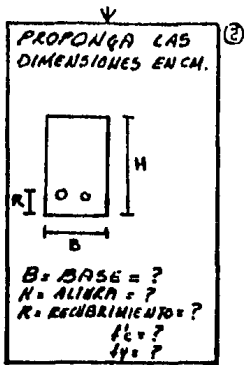
PROPORCIONE  
LOS SIGUIENTES  
DATOS  
  
 $f'_c = ?$   
 $f_y = ?$

LA VIGA VA ESTAR  
SOMETIDA A LA ACCION  
DEL SISMO  
1- SI  
2- NO  
OPCION ELEGIDA :

**MENU-FORMA**  
ELIJA UNA OPCION  
  
1- SECCION  
RECTANGULAR  
2- SECCION T  
OPCION ELEGIDA :

2    1





VIGA SUJETA A SISMO  
 1-SI  
 2-NO  
 OPCION ELEJIDA:

ESPERE UN MOMENTO

QUIERE QUE LA SECCION SE DIMENSIONE POR.  
 ELIJA UNA OPCION  
 1- CORTANTE  
 (SI ES QUE NO CONOCE EL VALOR DEL MOMENTO TORSIONANTE)  
 2- CORTANTE Y TORSION  
 (SI ES QUE CONOCE EL VALOR DE ESTOS DOS EFECTOS)  
 OPCION ELEJIDA:

LA VIGA SE DISEÑARA COMO VIGA RECTANGULAR ELIJA UNA OPCION  
 1- ESTA DE ACUERDO  
 2- QUIERE PROPONER OTRA SECCION  
 3- QUIERE REGRESAR AL MENU PRINCIPAL  
 OPCION ELEJIDA:

LA VIGA SE DISEÑARA COMO VIGA TE  
 PROPORCIONE LA BARRA ESPACIADORA PARA CONTINUAR

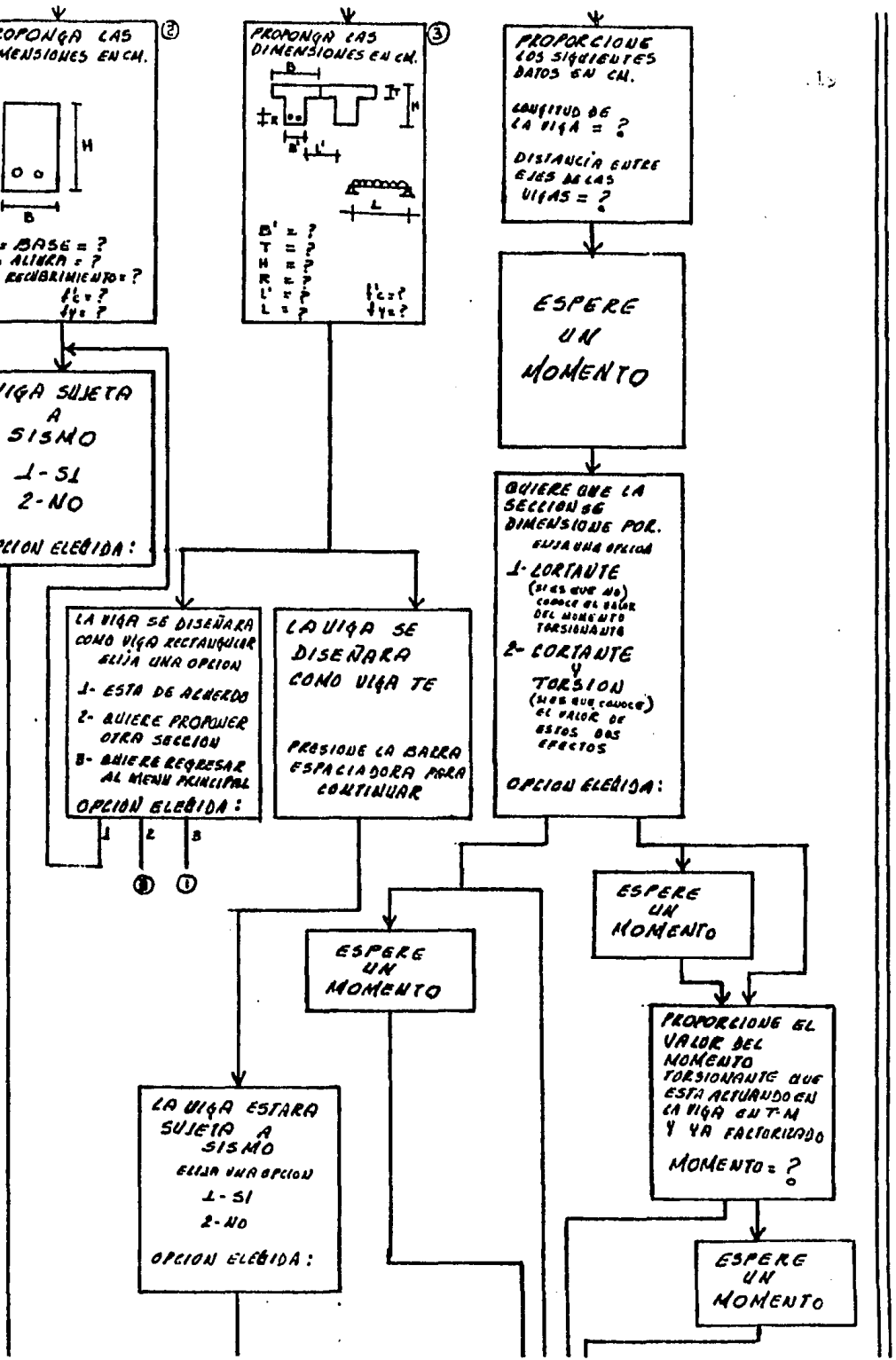
ESPERE UN MOMENTO

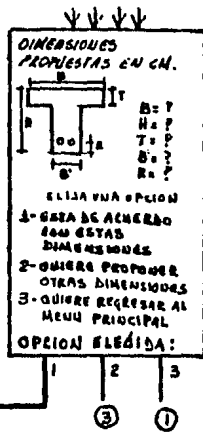
PROPORCIONE EL VALOR DEL MOMENTO TORSIONANTE QUE ESTA ACTUANDO EN LA VIGA EN T·M Y YA FACTORIZADO  
 MOMENTO = ?

LA VIGA ESTARA SUJETA A SISMO  
 ELIJA UNA OPCION  
 1-SI  
 2-NO  
 OPCION ELEJIDA:

ESPERE UN MOMENTO

ESPERE UN MOMENTO





EL ACERO DE DIMENSION NO FLUYE  
ELIJA UNA OPCION

- 1- QUIERE PROPONER OTRA SECCION
- 2- QUIERE REGRESAR AL MENU PRINCIPAL

OPCION ELEJIDA:

③      ①

AREA DE ACERO = 2 CM<sup>2</sup>

NOTA:  
ESTA CONFIGURADO KUBSI FLUYE EL ACERO A TENSION PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA PARA CONTINUAR

AREA DE ACERO = A<sub>s</sub> MINIMA = ? CM<sup>2</sup>

PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA PARA CONTINUAR

QUIERE QUE LA SECCION SE DIMENSIONE POR

- 1- CORTANTE (SI NO CONOCE) EL VALOR DEL MOMENTO TORSIONANTE
- 2- CORTANTE TORSION (SI CONOCE) EL VALOR DE ESTOS DOS EFECTOS

OPCION ELEJIDA:

ESPERE UN MOMENTO

ESPERE UN MOMENTO

PROPORCIONE EL VALOR DEL MOMENTO TORSIONANTE YA FACTORIZADO EN TON.

MOMENTO = ?

ESPERE UN MOMENTO

**DIMENSIONES PROPUESTAS**  
 BASE = ?  
 ALTURA = ?  
 RECURRIMIENTO = ?  
 ELIJA UNA OPCION  
 1- ESTA DE ACUERDO CON LAS DIMENSIONES PROPUESTAS  
 2- QUIERE PROPONER OTRAS DIMENSIONES  
 3- QUIERE REGRESAR AL MENU PRINCIPAL  
**OPCION ELEBIDA :**

1 2 3  
 ② ①

EL AREA DE ACERO PARA RESISTIR EL MOMENTO FLEXIONANTE DE ? T-M ES = ? CM<sup>2</sup> PERO ESTA AREA ES MENOR QUE EL AREA MINIMA PERMISIDA QUE ES = ? CM<sup>2</sup>.  
 POR LO QUE LA VIGA SE ARMARA CON ACERO MINIMO.  
 PROPONE LA BARRA ESPACIADORA PARA CONTINUAR

LA VIGA ES SIMPLEMENTE ARMADA.  
 EL AREA DE ACERO PARA RESISTIR EL MOMENTO FLEXIONANTE DE ? T-M ES = ? CM<sup>2</sup>  
 PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA PARA CONTINUAR

LA VIGA REQUIERE ACERO A COMPRESION.  
 PROPORCIONE EL VALOR EN CM DEL RECURRIMIENTO.  
 RECURRIMIENTO = ?

LA VIGA ES DOBLEMENTE ARMADA.  
 AREA DE ACERO A TENSION = ?  
 AREA DE ACERO A COMPRESION = ?  
 NOTA:  
 ESTA COMPROBADO QUE SI FLUYE EL ACERO A COMPRESION, PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA PARA CONTINUAR

EL ACERO A COMPRESION NO FLUYE  
 ELIJA UNA OPCION  
 1- QUIERE PROPONER OTRA SECCION  
 2- QUIERE REGRESAR AL MENU PRINCIPAL  
**OPCION ELEBIDA :**

②  
③

①

PROPORCIONE LOS  
SIGUIENTES DATOS.  
EN CM.

LONGITUD DE LA  
VIGA = ?

DISTANCIA ENTRE  
EJES DE LAS VIGAS = ?

CAS CARGAS Y REACCIONES  
COMPRIMEN DIRECTAMENTE  
A LA VIGA POR SUS CARGAS  
SUPERIOR E INFERIOR

ELIJA UNA OPCION

- 1- SI ES VERDADERO
- 2- SI ES FALSO

OPCION ELEGIDA:

1 2

ESTA VIGA NO REQUIERE  
REFUERZO POR  
CORTANTE DEBIDO A  
QUE EL CORTANTE  
QUE RESISTE LA PROPIA  
SECCION ES MAYOR QUE  
EL QUE ESTA ACTUANDO

NO SE RECOMIENDA  
AÑADIR CAV:

ESTRIBOS #2  
A CADA ? CM.

PROPONE LA BARRA  
ESPACIADORA PARA  
CONTINUAR

LA SECCION NO  
PASA POR  
CORTANTE

ELIJA UNA OPCION

- 1- QUIERE PROPONER  
OTRA SECCION.

- 2- QUIERE REGRESAR  
AL MENU PRINCIPAL

OPCION ELEGIDA:

1

2

② ③

①

AREA DEL ESTRIBO  
A UTILIZAR

est. N° 2 (1/4) A = 0.32 cm<sup>2</sup>

est. N° 2.5 (3/16) A = 0.49 cm<sup>2</sup>

est. N° 3 (3/8) A = 0.71 cm<sup>2</sup>

est. N° 4 (1/2) A = 1.21 cm<sup>2</sup>

AREA DEL ESTRIBO = ?

PROPORCIONE EL  
ANGULO DE  
INCLINACION DE  
LOS ESTRIBOS

ANGULO = ?

PROPORCIONE EL  
 $f_y$  DE LOS ESTRIBOS  
RECUERDE QUE  
 $f_y \leq 4200 \text{ kg/cm}^2$   
ELIJA UNA OPCION  
1-  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$   
2- OTRAS UTILICAR  
OTRO VALOR  
OPCION ELIBIDA :

PROPORCIONE EL  
VALOR.

$f_y = ?$

\*ESTRIBOS - CONSTANTE\*

SEPARACION MAXIMA = ? CM.

LA SEPARACION CALCULADA = ? CM

AREA DEL ESTRIBO = ? CM<sup>2</sup>

PULSE LA BARRA ESPACIADORA  
PARA CONTINUAR.

ERROR

NO PROCESAR EL VALOR  
QUE ESTA PROPONRIENDO  
DE ?  $\text{kg/cm}^2$ , RECUERDE  
QUE  $f_y$  A LO MAS PUEDE  
TOMAR EL VALOR DE  $4200 \text{ kg/cm}^2$   
PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA  
Y VUELVA A PROPORCIONAR EL  
VALOR DE  $f_y$

↓ ↓  
 CONOCE EL VALOR DEL MOMENTO  
 TORSIONANTE QUE ESTA ActuANDO  
 EN LA VIGA  
 ELIJA UNA OPCION  
 1- SI  
 2- NO  
 OPCION ELEGIDA :

EN ESTE CASO LAS  
 ESPECIFICACIONES POR  
 TORSION NO SON APLICABLES  
 PUES LA LONGITUD DE LA  
 VIGA ES MENOR QUE 8  
 VECES EL PERIODE TOTAL DE  
 LA VIGA.  
 ELIJA UNA OPCION  
 1- QUIERE PROPONER OTRA  
 SECCION  
 2- QUIERE REGRESAR AL MENU  
 PRINCIPAL  
 OPCION ELEGIDA :

PROPORCIONE EL  
 VALOR DEL MOMENTO  
 TORSIONANTE YA  
 FACTORIZADO.  
  
 MOMENTO (TM) = ?

LA SECCION NO PASA  
 POR TORSION  
 ELIJA UNA OPCION  
 1- QUIERE PROPONER  
 OTRA SECCION  
 2- QUIERE REGRESAR  
 AL MENU PRINCIPAL  
 OPCION ELEGIDA :

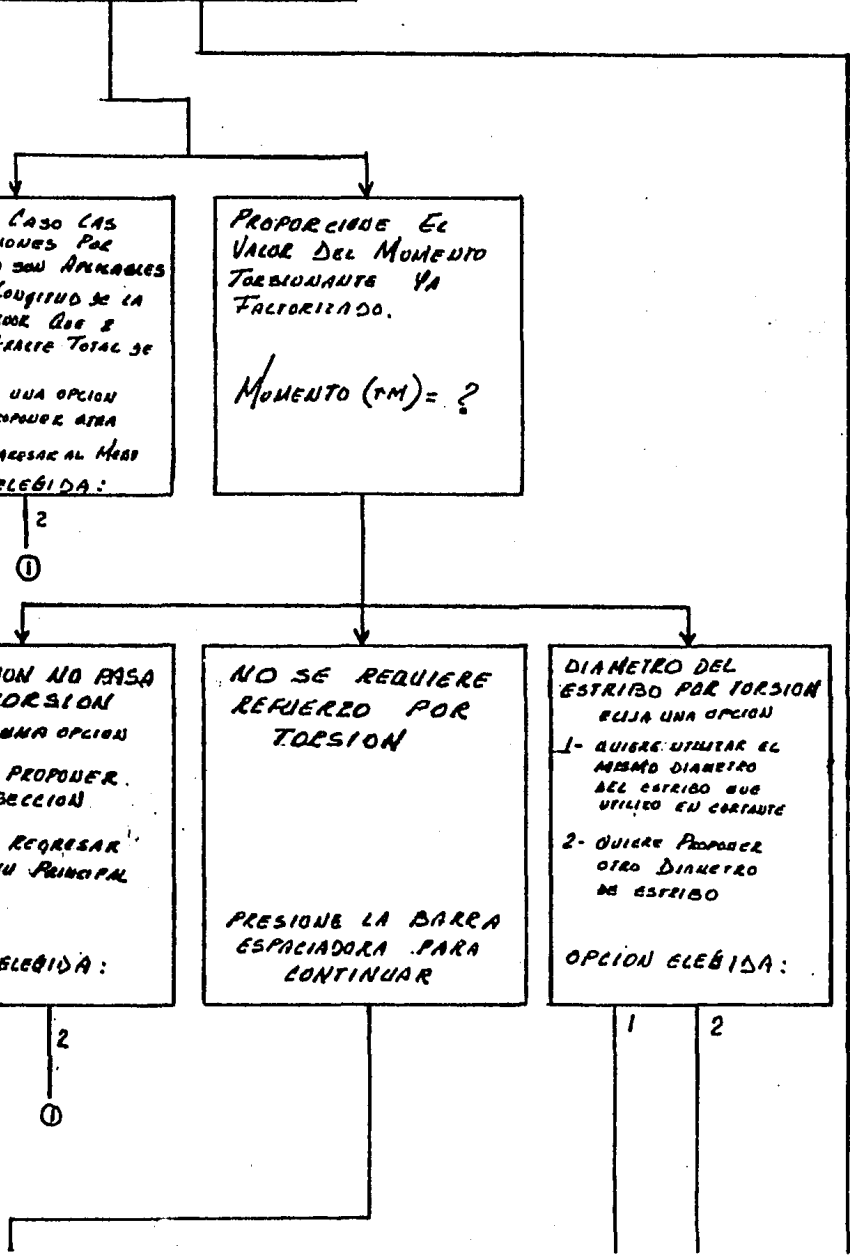
NO SE REQUIERE  
 REFUERZO POR  
 TORSION  
  
 PRESIONE LA BARRA  
 ESPACIADORA PARA  
 CONTINUAR

DIAMETRO DEL  
 ESTRIBO POR TORSION  
 ELIJA UNA OPCION  
 1- QUIERE UTILIZAR EL  
 MISMO DIAMETRO  
 DEL CERRILLO QUE  
 UTILIZO EN CORRIANTE  
 2- QUIERE PROPONER  
 OTRO DIAMETRO  
 DE ESTRIBO  
 OPCION ELEGIDA :

1      2  
 ↓      ↓  
 (2) (3)    (1)

1      2  
 ↓      ↓  
 (2) (3)    (1)

1      2



PROPORCIONE EL AREA DEL ESTRIBO

EST. N° 2 (1/4) A = 0.52 cm<sup>2</sup>  
 EST. N° 2.5 (3/8) A = 0.49 cm<sup>2</sup>  
 EST. N° 3 (1/2) A = 0.71 cm<sup>2</sup>  
 EST. N° 4 (3/4) A = 1.27 cm<sup>2</sup>

AREA DEL ESTRIBO = ?

SEPARACION DE ESTRIBOS CONSIDERANDO CORTANTE Y TORSION.

SEPARACION CALCULADA = ? cm  
 SEPARACION MAXIMA = ? cm  
 SEPARACION MINIMA = ? cm  
 AREA DEL ESTRIBO = ? cm<sup>2</sup>

PULSE LA BARRA ESPACIADORA PARA CONTINUAR

REFUERZO LONGITUDINAL POR TORSION ADICIONAL AL CALCULADO POR FLEXION.

AREA DE ACERO = ? cm<sup>2</sup>

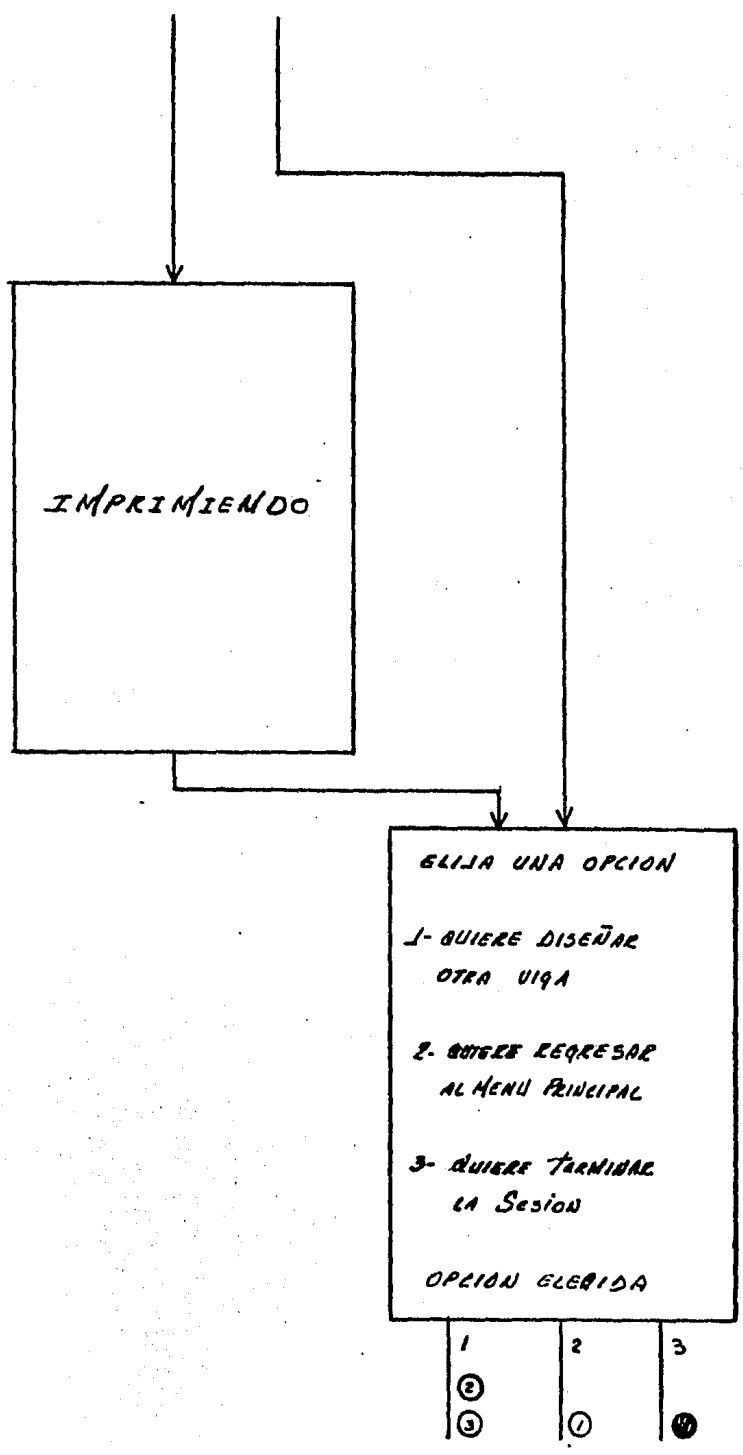
PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA PARA CONTINUAR

IMPRESIONES  
 ELIJA UNA OPCION

1 - SI  
 2 - NO

OPCION ELEBIDA

1      2





PROPORCIONE LOS  
SIGUIENTES DATOS

$f'_c = ?$   
 $f_y = ?$   
LONGITUD DE LA VIGA = ?  
EN CM.

LA VIGA ESTARA  
SUJETA A LA ACCION  
DEL SISMO  
ELIJA UNA OPCION  
1- SI  
2- NO

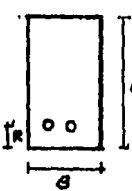
OPCION ELEBIDA :

MENU  
FORMA-SECCION  
ELIJA UNA OPCION  
1- SECCION RECTANGULAR  
2- SECCION TE

OPCION ELEBIDA :

④

PROPONGA LAS DIMENSIONES EN CM.



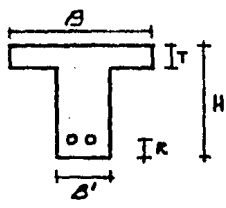
B = BASE  
H = ALTURA  
R = RECUBRIMIENTO

B = ?  
H = ?  
R = ?

PREMIONE LA BARRA ESPACIADORA PARA CONTINUAR

⑤

PROPONGA LAS DIMENSIONES EN CM.



B = ..... ?  
H = ..... ?  
T = ..... ?  
B' = ..... ?  
R = ..... ?

LA SECCION DE TE SE DISEÑARA COMO UNA SECCION RECTANGULAR YA QUE EL EJE NEUTRO CAYE DENTRO DEL ESPESOR DEL PATIN.

ELIJA UNA OPCION

- 1- ESTA DE ACUERDO
- 2- QUIERE PROPONER OTRA SECCION
- 3- QUIERE REGRESAR AL MENU PRINCIPAL

OPCION ELEJIDA:

AREA DE ACERO = ? CM<sup>2</sup>

NOTA: ESTA COMPROBADO QUE SI FLUYE EL ACERO A TENSION

PREMIONE LA BARRA ESPACIADORA PARA CONTINUAR

NO FLUYE EL AERO A TENSION

ELIJA UNA OPCION

- 1- QUIERE PROPONER OTRA SECCION
- 2- QUIERE REGRESAR AL MENU PRINCIPAL

OPCION ELEJIDA:

1  
2 (5)  
3 (1)

1 (5)  
2 (1)

LA VIGA REQUIERE ACERO A COMPRESION

PROPORCIONE EN CM. EL VALOR DEL RECUBRIMIENTO

VALOR = ?

LA VIGA ES SIMPLEMENTE ARMADA

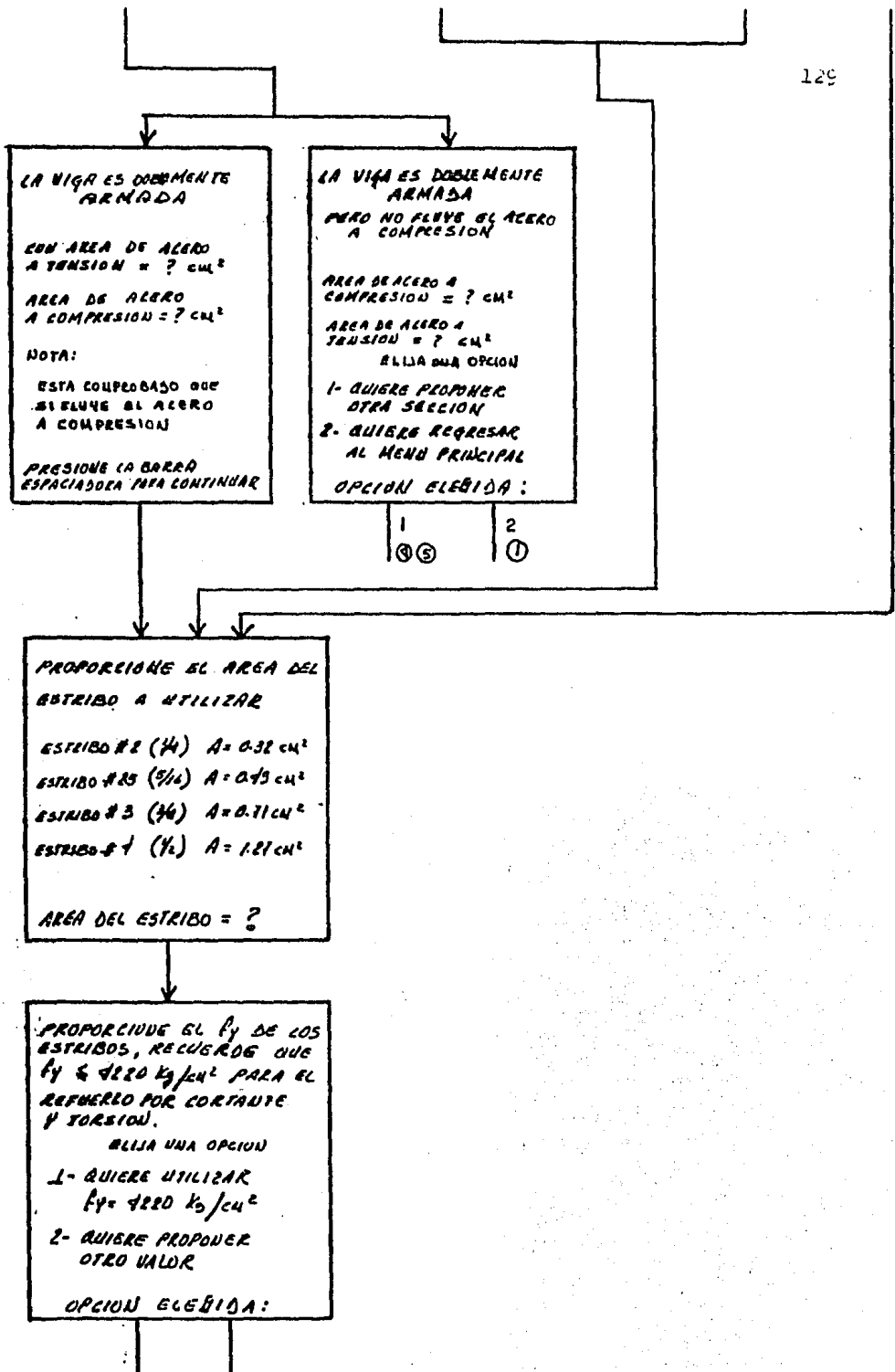
CON AREA DE ACERO = ? CM<sup>2</sup>

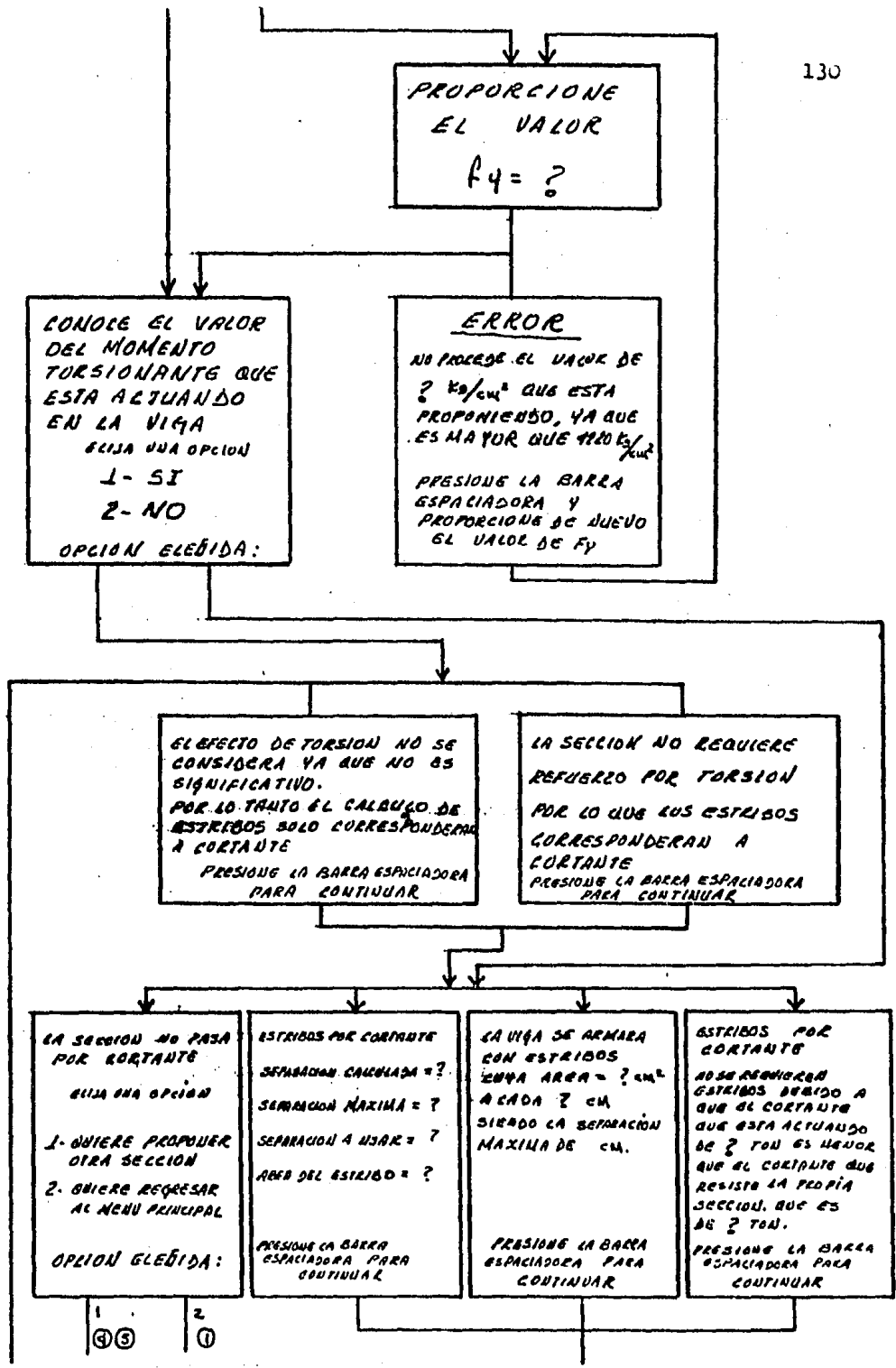
PREMIONE LA BARRA ESPACIADORA PARA CONTINUAR

LA VIGA ES SIMPLEMENTE ARMADA

CON AREA DE ACERO = AREA DE ACERO MINIMO = ? CM<sup>2</sup>

PREMIONE LA BARRA ESPACIADORA PARA CONTINUAR





1 2  
③ ①

LA SECCION NO PASA POR TORSION  
 ELIJA UNA OPCION

1- QUIERE PROPONER OTRA SECCION  
 2- QUIERE REGRESAR AL MENU PRINCIPAL

OPCION ELEGIDA:

1 (E)  
 2 (O)

LA SECCION NO PASA POR CORTANTE  
 ELIJA UNA OPCION

1- QUIERE PROPONER OTRA SECCION  
 2- QUIERE REGRESAR AL MENU PRINCIPAL

OPCION ELEGIDA:

1 (E)  
 2 (O)

EL REFUERZO TRANSVERSAL POR TORSION NO FLUYE  
 ELIJA UNA OPCION

1- QUIERE PROPONER OTRA SECCION  
 2- QUIERE REGRESAR AL MENU PRINCIPAL

OPCION ELEGIDA:

1 (E)  
 2 (O)

ESTRIBOS POR CORTANTE Y TORSION

MITIGAR:

ESTRIBOS DE AREA = ? CM<sup>2</sup>  
 ACADA ..... ? CM

CON LA RESTRICCION DE QUE SEPARACION MAXIMA = ? CM

PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA PARA CONTINUAR

EL REFUERZO QUE RIJE POR CORTANTE Y TORSION ES EL CORRESPONDIENTE AL MINIMO.

ESTRIBOS DE AREA = ? CM<sup>2</sup>  
 CON SEPARACION DE = ? CM

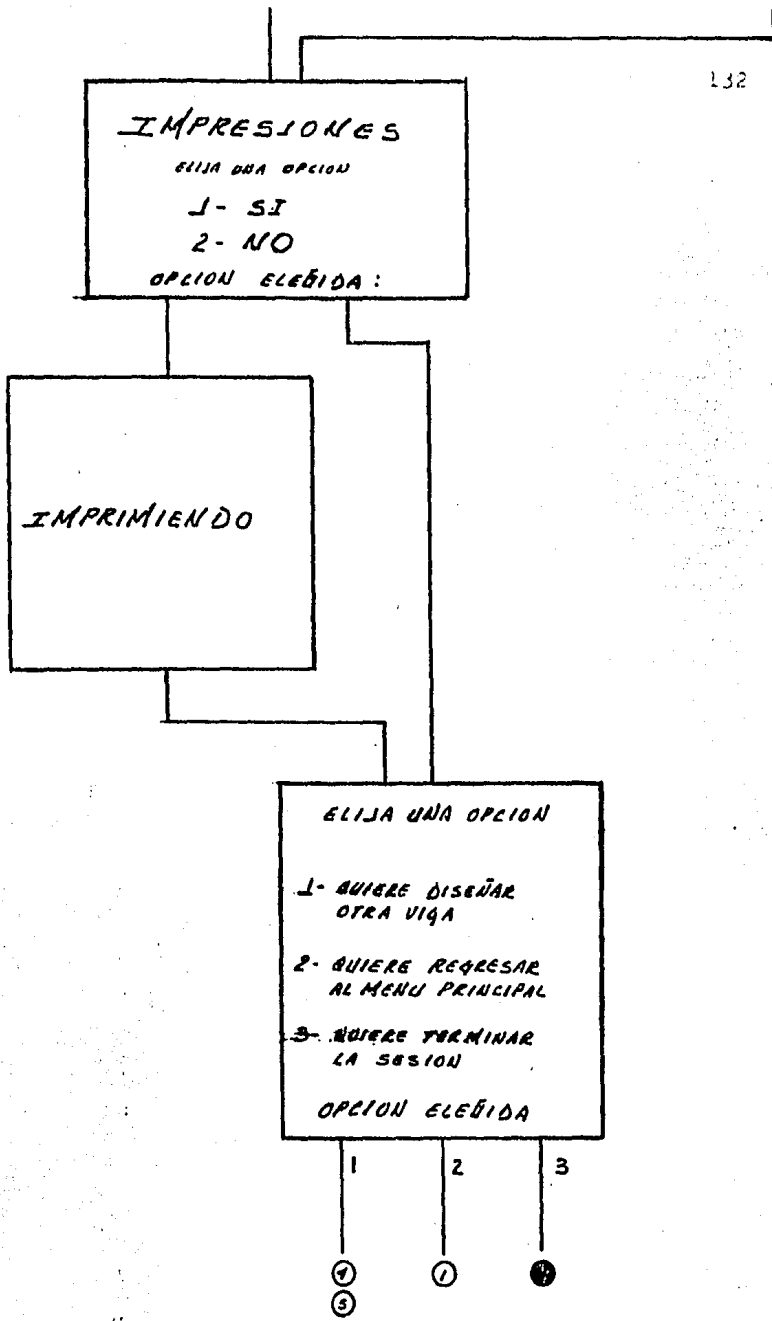
CON LA RESTRICCION DE QUE LA SEPARACION MAXIMA = ? CM  
 LA SEPARACION MINIMA = ? CM

PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA PARA CONTINUAR

REFUERZO LONGITUDINAL POR TORSION  
 (ADICIONAL AL DE FLEXION)

AREA DE ALERO = ? CM<sup>2</sup>

PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA PARA CONTINUAR



## MENU PRINCIPAL

ELIJA UNA OPCION

- 1- DISEÑO DE UNA VIGA CON ACCIONES MAXIMAS
- 2- ANALISIS Y DISEÑO DE UNA VIGA SIMPLE
- 3- ANALISIS DE UNA VIGA SIMPLE
- 4- ANALISIS DE UNA VIGA CONTINUA

OPCION ELEGIDA:

1

2

3

4

① PROPORCIONE LOS SIGUIENTES DATOS

VIGA # ?

LONGITUD EN METROS = ?

DATOS CORRECTOS (S/N)

RESPUESTA.....:

S N

NOTA:

MOMENTOS POSITIVOS CON RESPECTO A LAS MANECILLAS DEL RELOJ

PRESIONE LA TECLA (RETURN)

PROPORCIONE LOS SIGUIENTES DATOS

MOMENTOS EN LOS EXTREMOS (T.M)

PAR CARGAS VERTICALES

IZQUIERDO = ?

DERECHO = ?

PAR CARGAS VERTICALES REDUCIDAS

IZQUIERDO = ?

DERECHO = ?

PAR SISMO

IZQUIERDO = ?

DERECHO = ?

DATOS CORRECTOS (S/N)

RESPUESTA.....:

S N

RIGE CARGAS VERTICALES # 1.4

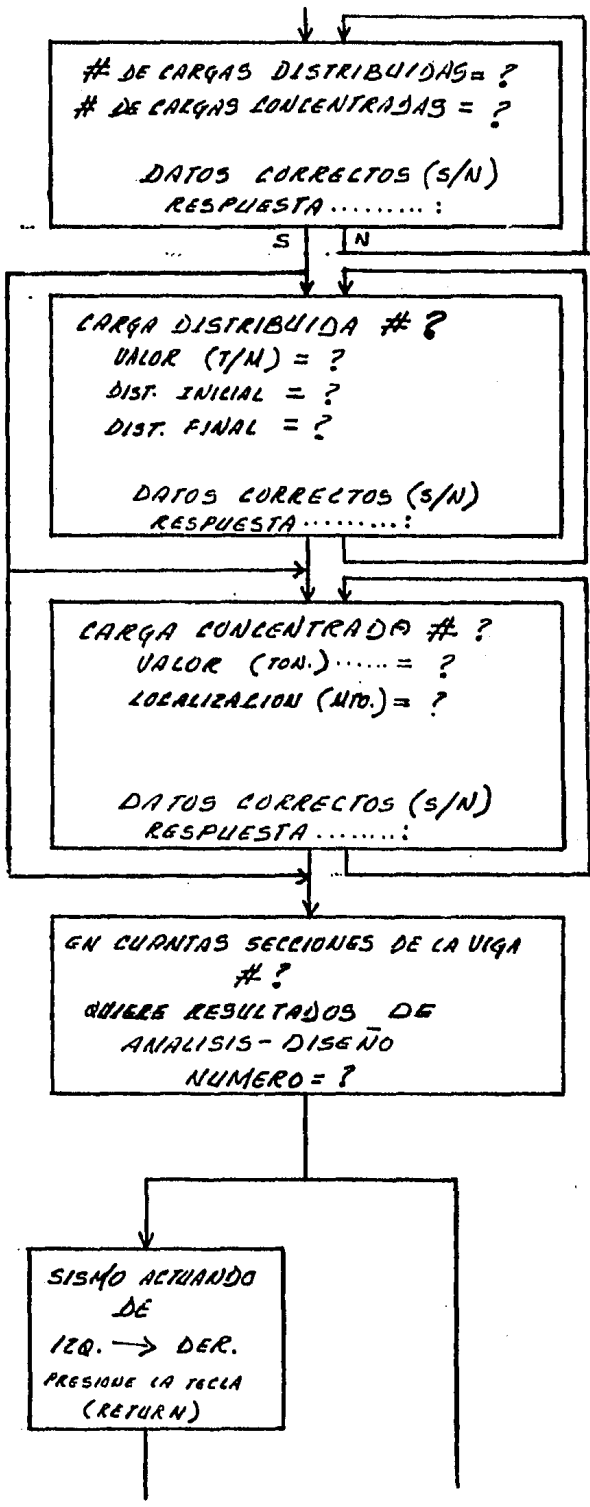
PRESIONE LA TECLA (RETURN)

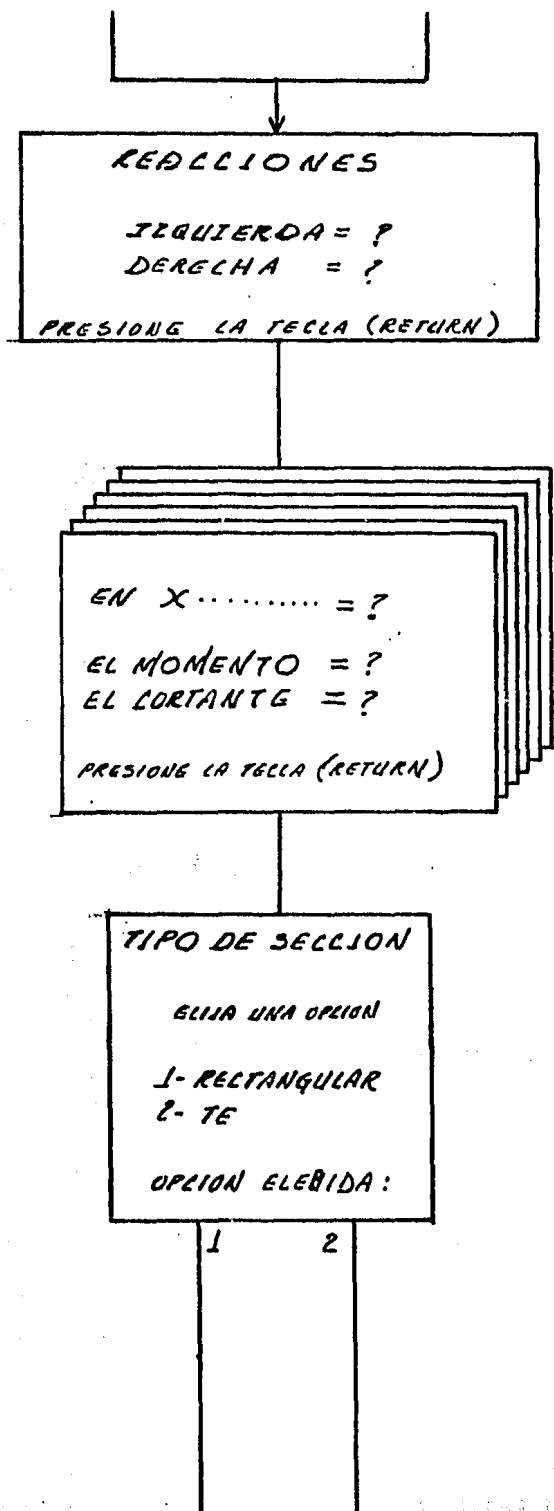
RIGE CARGAS VERTICALES + SISMO

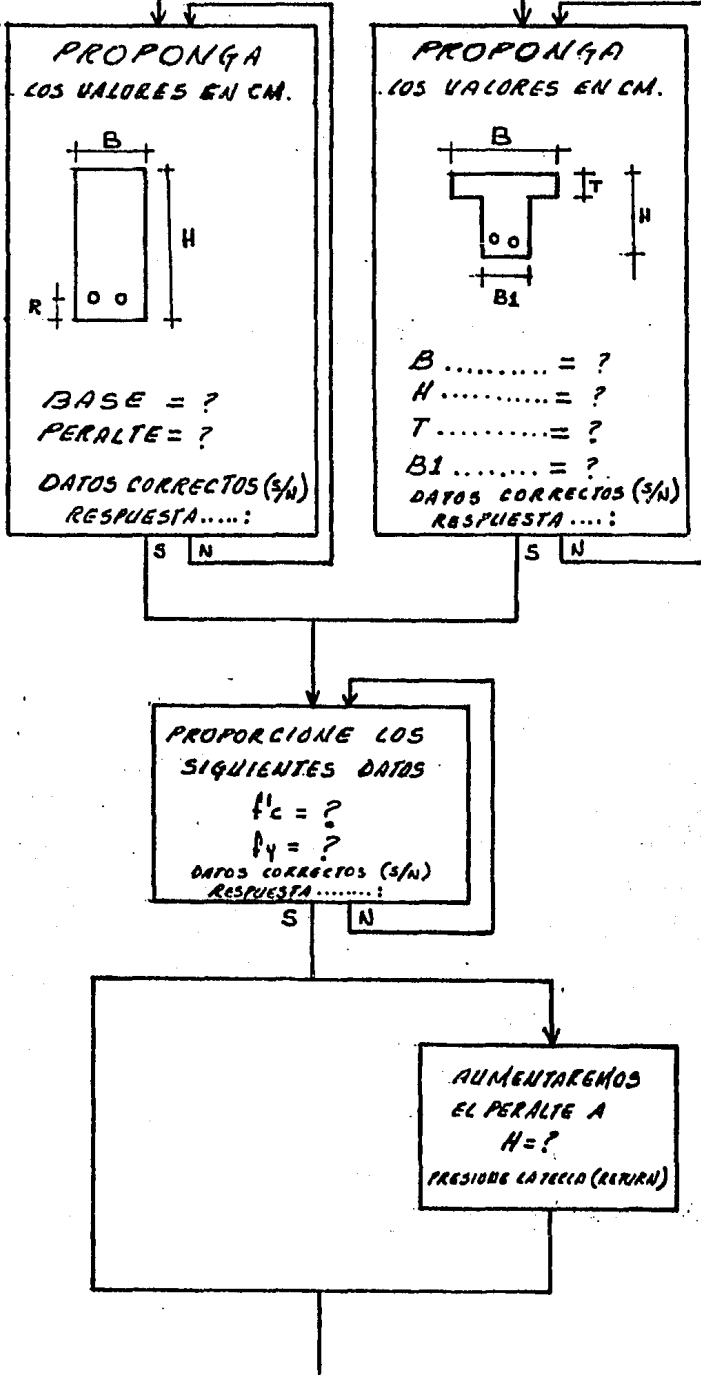
PRESIONE LA TECLA (RETURN)

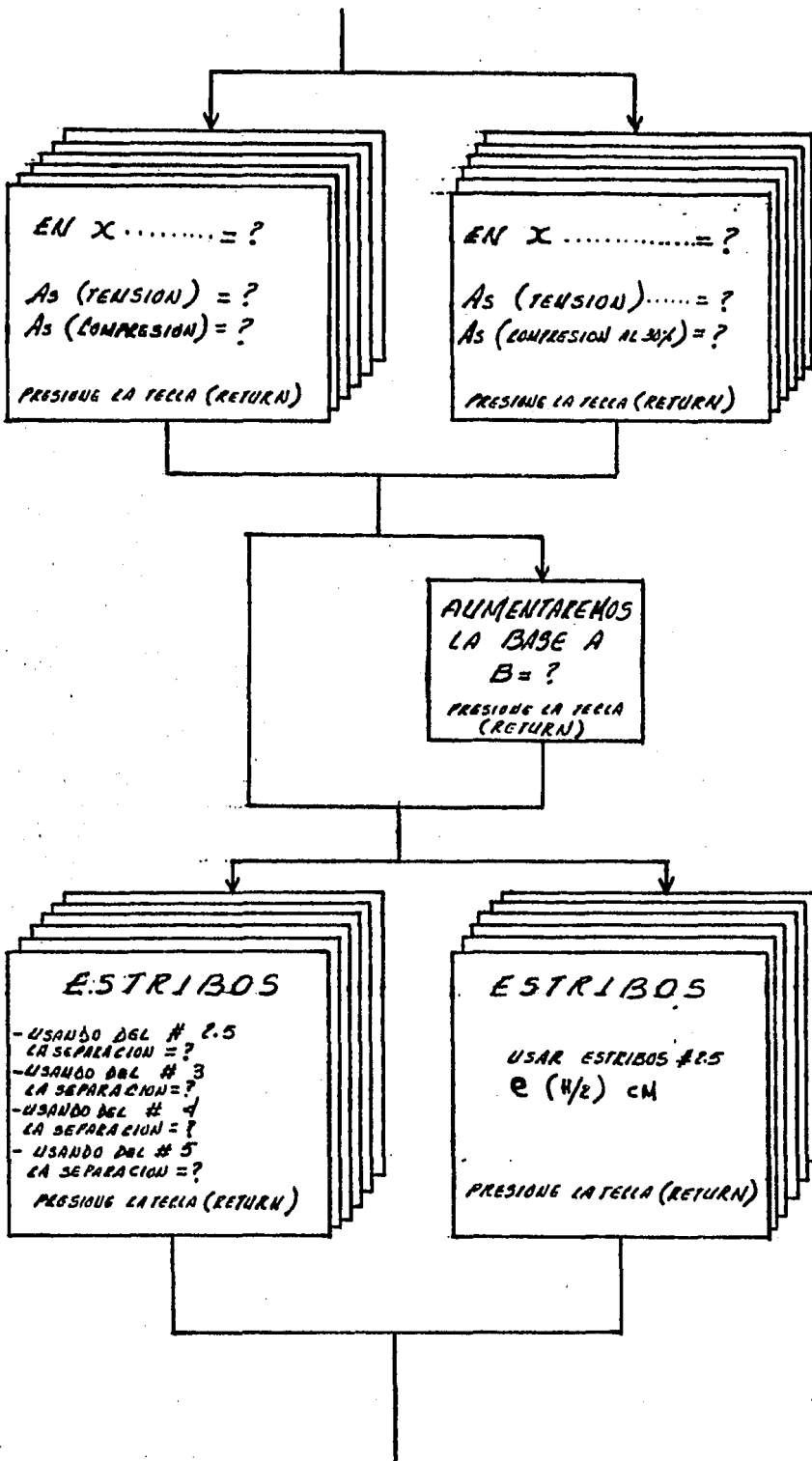


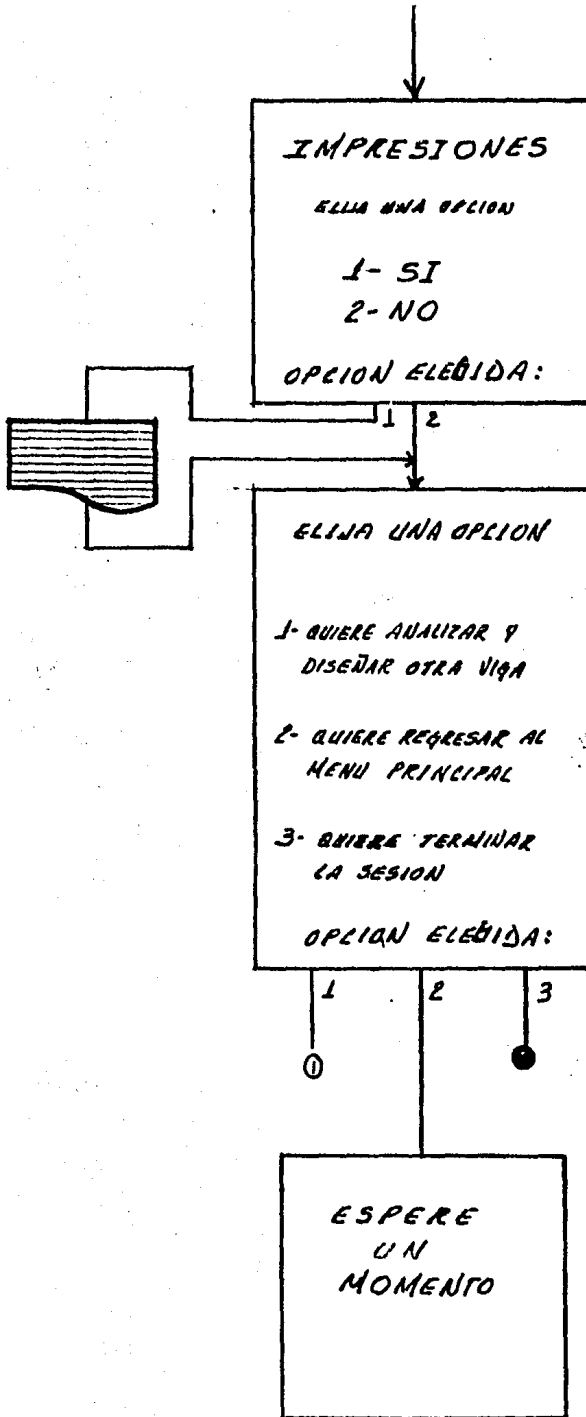












## MENU PRINCIPAL

ELIJA UNA OPCION

- 1- DISEÑO DE UNA VIGA CON ACCIONES MÁXIMAS
- 2- ANALISIS Y DISEÑO DE UNA VIGA SIMPLE
- 3- ANALISIS DE UNA VIGA SIMPLE
- 4- ANALISIS DE UNA VIGA CONTINUA

OPCION ELEGIDA:

1

2

3

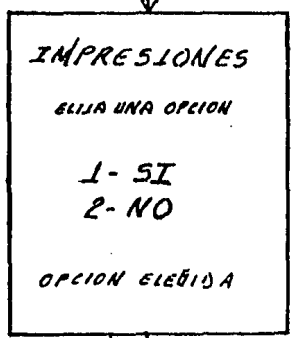
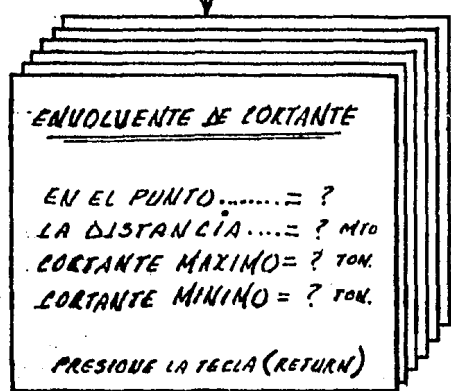
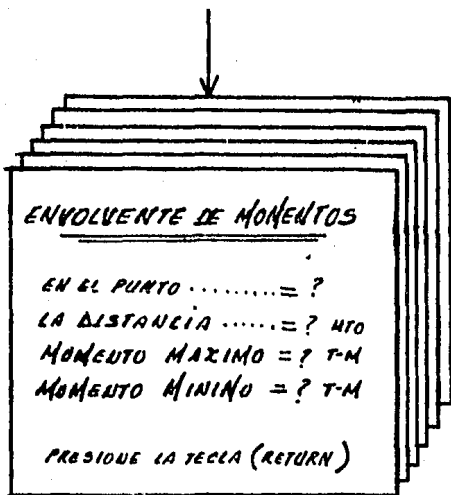
4

① **VIGAS SIMPLES**  
DATOS DEL PROBLEMA  
  
LONGITUD DEL CLARO (MTO) = ?  
  
NUMERO DE SUB-INTERVALOS = ?  
  
PUNTOS ADICIONALES FUERA DE POSICION = ?  
DATOS CORRECTOS (S/N)  
RESPUESTA ..... :

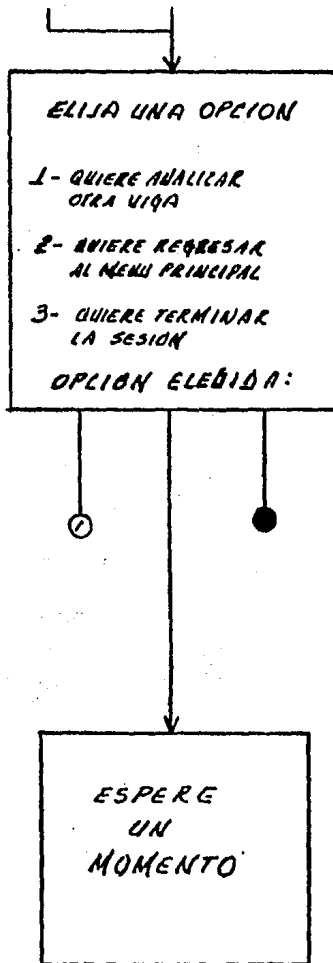
S N

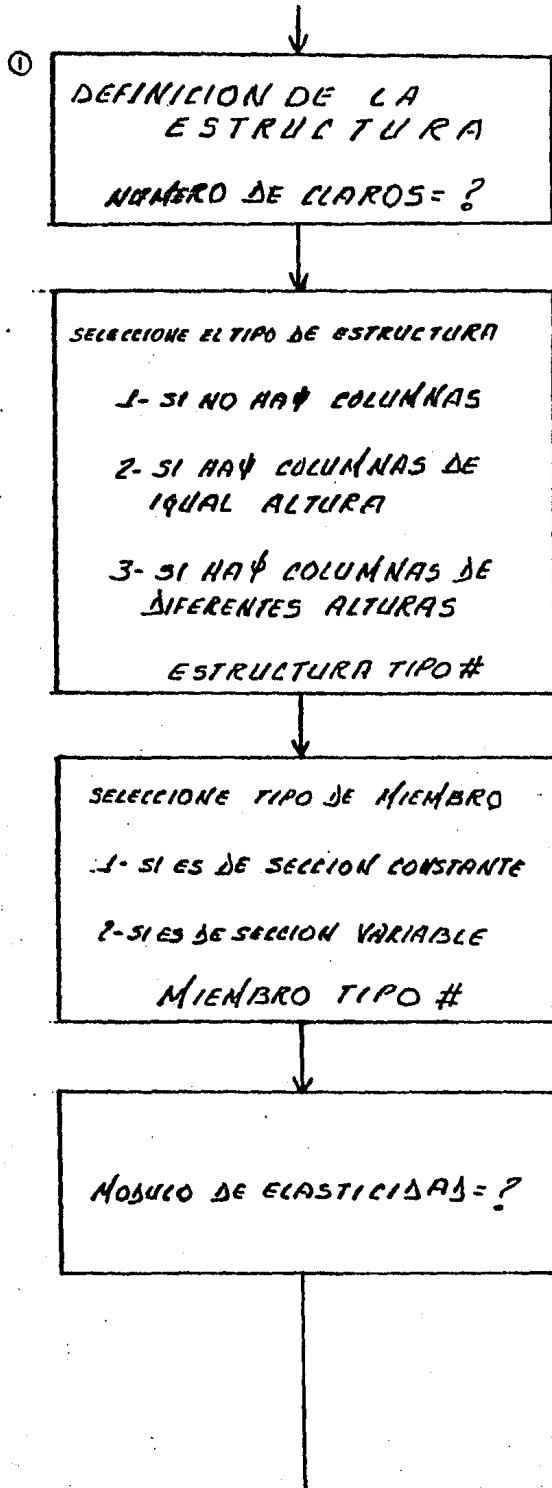
DEFINA LOS PUNTOS EXTRAS  
  
PUNTO # ..... ?  
DISTANCIA (MTO) = ?  
DATOS CORRECTOS (S/N)  
RESPUESTA ..... :

DEFINA EL CASO DE CARGA # ?  
  
MULTIPLICADOR = ?  
  
MOMENTOS EN LOS EXTREMOS  
MOMENTO IZQUIERDO (T-M) = ?  
MOMENTO DERECHO (T-M) = ?  
  
VALOR DE LA CARGA REPARTIDA  
VALOR INICIAL = ?  
VALOR FINAL = ?  
  
NUMERO DE CARGAS PUNTUALES = ?  
CARGA PUNTUAL # ?  
MAGNITUD ..... = ?  
DISTANCIA ..... = ?  
  
DATOS CORRECTOS (S/N)  
RESPUESTA ..... :









↓

**GEOMETRIA DE LA VIGA**

CLARO .....# ?  
LONGITUD (NTO) = ?  
MOM. DE INERCIA = ?

3-1 3-2 ↓

**NUDO .....#**  
COLUMNA SUPERIOR  
ALTURA ..... = ?  
MOM. DE INERCIA = ?

COLUMNA INFERIOR  
ALTURA ..... = ?  
MOM. DE INERCIA = ?

1-2 ↓

**COEFICIENTES DE RIGIDEZ**

$K_{AA} = ?$   
 $K_{BB} = ?$   
 $K_{AB} = ?$

2-1 2-2 ↓

**GEOMETRIA DE LAS COLUMNAS**

ALTURA COLUMNA SUPERIOR = ?  
ALTURA COLUMNA INFERIOR = ?

3-2 ↓

**COEFICIENTES DE RIGIDEZ**

COLUMNA SUPERIOR  $K_{AA} = ?$   
COLUMNA INFERIOR  $K_{AA} = ?$

2-2 ↓

**COEFICIENTES DE RIGIDEZ**

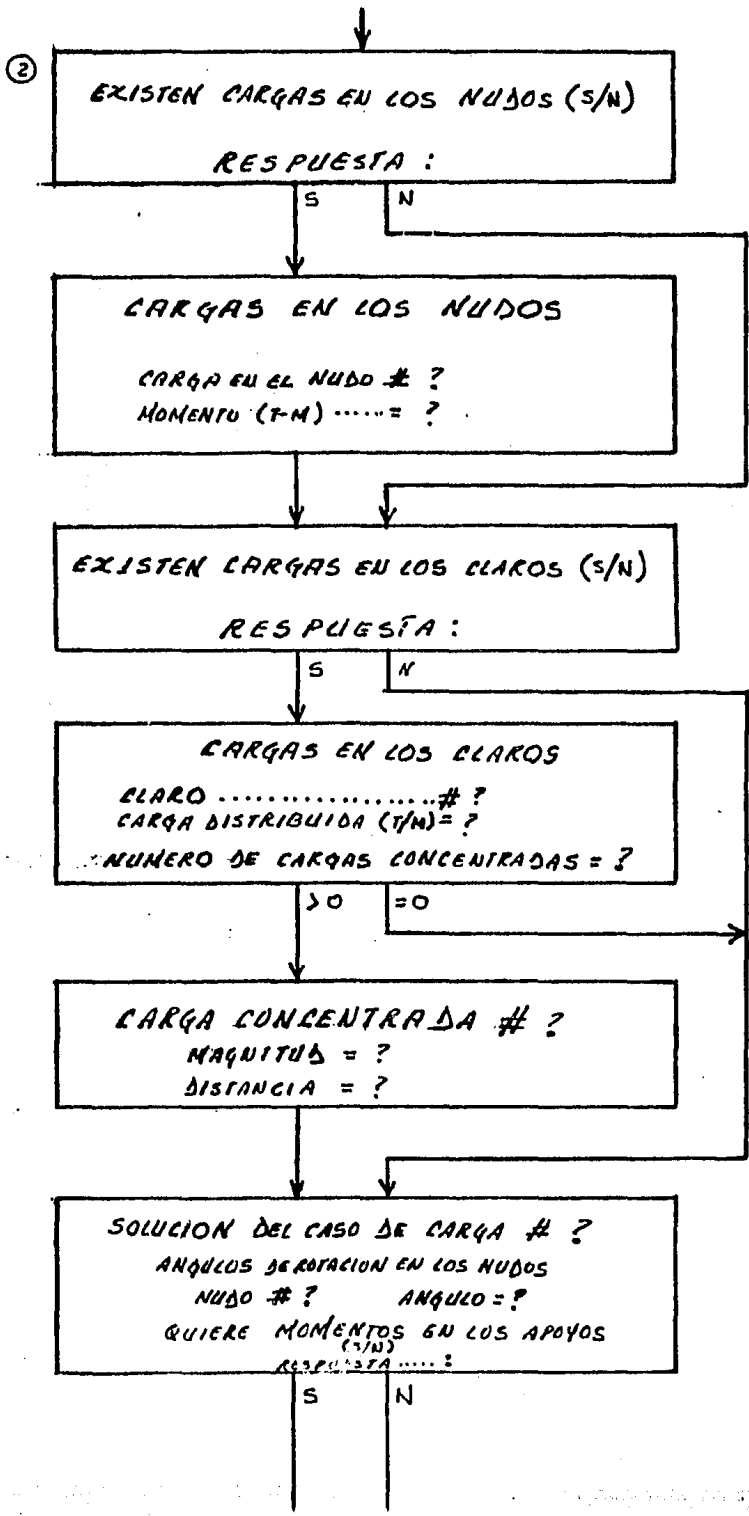
COLUMNA SUPERIOR  $K_{AA} = ?$   
COLUMNA INFERIOR  $K_{AA} = ?$

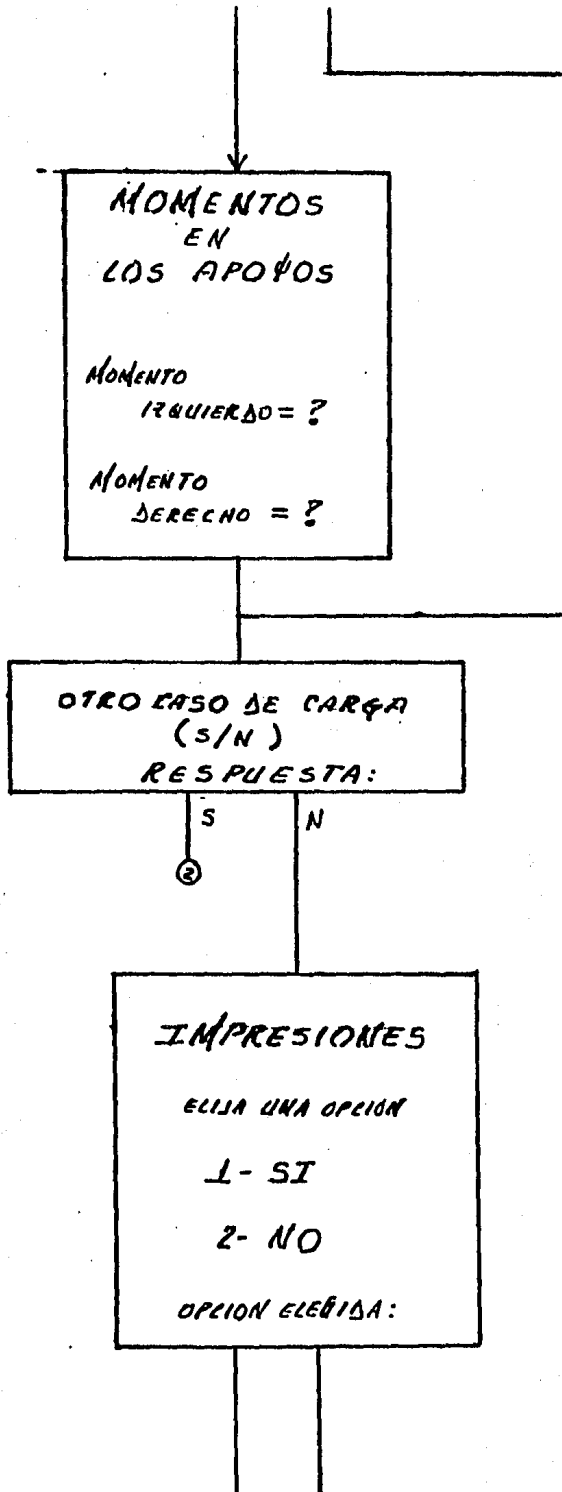
2-1 ↓

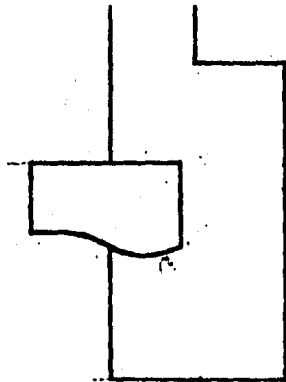
**COLUMNAS EN EL NUDO #**

MOM. DE INERCIA COLUMNA SUPERIOR = ?  
MOM. DE INERCIA COLUMNA INFERIOR = ?

↓







ELIJA UNA OPCIÓN

- 1- QUIERE ANALIZAR OTRA VIGA CONTINUA
- 2- QUIERE REGRESAR AL MENU PRINCIPAL
- 3- QUIERE TERMINAR LA SESION

OPCIÓN ELEJIDA:



ESPERE UN MOMENTO

READY.

```

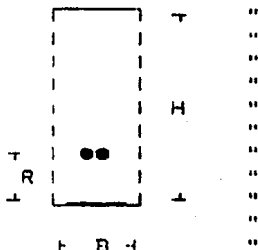
100 REM PROGRAMA PRINCIPAL
200 PRINT""
205 POKE 53280,6
209 PRINT" *****"
210 PRINT" ** MENU PRINCIPAL **"
220 PRINT" *****"
230 PRINT
240 PRINT" ELIJA UNA OPCION "
250 PRINT
260 PRINT
270 PRINT" 1- DISEÑO DE UNA VIGA"
280 PRINT" CON ACCIONES MAXIMAS"
282 PRINT
290 PRINT" 2- ANALISIS Y DISEÑO DE"
300 PRINT" UNA VIGA SIMPLE"
302 PRINT
310 PRINT" 3- ANALISIS DE UNA VIGA"
320 PRINT" SIMPLE"
322 PRINT
330 PRINT" 4- ANALISIS DE UNA VIGA"
340 PRINT" CONTINUA"
342 PRINT
350 PRINT
360 PRINT
370 PRINT
380 INPUT " OPCION ELEGIDA: ";A
390 ON A GOSUB 500,4400,4450,5000
500 REM : SUB OP # 1 MENU PRIN
550 W=0
1000 REM : SUBROUTINA PARA OPCION # 1
1020 PRINT""
1029 PRINT" *****"
1030 PRINT" ** MENU DISEÑO **"
1040 PRINT" *****"
1045 PRINT
1046 PRINT" ELIJA UNA OPCION "
1050 PRINT
1060 PRINT" 1-DISEÑO POR REGLAMENTO "
1070 PRINT" D.D.F.- 1976"
1072 PRINT
1073 PRINT
1080 PRINT" 2-DISEÑO POR REGLAMENTO "
1090 PRINT" A.C.I- 1983"
1092 PRINT
1095 PRINT
1100 PRINT
1105 INPUT " OPCION ELEGIDA: ";A
1110 ON A GOSUB 1115,4350
1115 PRINT""
1120 PRINT
1122 PRINT" PROPORCIONE LOS SIGUIENTES DATOS"
1125 PRINT
1126 PRINT

```

```

1127 PRINT
1128 INPUT"      MOMENTO FLEXIONANTE (T-M)=";Y1
1130 PRINT
1135 INPUT"      FUERZA CORTANTE (TON)....=";Y2
1150 REM : SUBROUTINA 1 DISE&O
1155 PRINT""
1160 PRINT
1162 PRINT"      *****"
1164 PRINT"      ** MENU SECCIONES **"
1166 PRINT"      *****"
1168 PRINT
1170 PRINT"      ELIJA UNA OPCION  "
1172 PRINT
1174 PRINT
1176 PRINT"      1- QUIERE PROPONER UNA SECCION"
1177 PRINT
1178 PRINT"      2- QUIERE QUE SE LE PROPONGA"
1180 PRINT"      UNA SECCION"
1181 PRINT
1182 PRINT
1183 INPUT "      OPCION ELEGIDA # ";A
1184 ON A GOSUB 1185,1979
1185 PRINT""
1189 PRINT"      *****"
1190 PRINT"      ** MENU FORMA **"
1191 PRINT"      *****"
1192 PRINT
1193 PRINT
1194 PRINT"      ELIJA UNA OPCION  "
1195 PRINT
1196 PRINT
1197 PRINT"      1- SECCION RECTANGULAR "
1198 PRINT"      2- SECCION TE"
1199 PRINT
1200 PRINT
1201 PRINT
1202 INPUT"      OPCION ELEGIDA # ";A
1205 ON A GOSUB 1210,2690
1210 PRINT""
1213 PRINT"      PROPONGA LAS DIMENSIONES EN CM. "
1214 PRINT
1215 PRINT"      "
1216 PRINT"      "
1217 PRINT"      "
1218 PRINT"      "
1219 PRINT"      "
1220 PRINT"      "
1221 PRINT"      "
1222 PRINT"      "
1223 PRINT"      "
1224 PRINT"      "
1225 PRINT"      "
1226 PRINT
1227 INPUT"      B= BASE.....=";X1
1228 INPUT"      H= ALTURA.....=";X2
1229 INPUT"      R= RECUBRIMIENTO...=";X3
1230 INPUT"      F'C=";X4
1231 INPUT"      FY=";X5
1232 PRINT""
1233 PRINT"      VIGA SUJETA A SISMO "

```





```

1234 PRINT
1235 PRINT"
1236 PRINT"
1237 PRINT
1238 PRINT
1239 INPUT"          OPCION ELEGIDA:";A
1240 ON A GOSUB 1241,2110
1241 K=0.75
1242 X6=X4*0.8:REM "F*C"
1243 IF X6) 250 THEN 1249
1246 X7=0.85*X6:REM "F''C"
1248 GOTO 1250
1249 X7=((1.05)-(X6/1250))*X6:REM"F''C"
1250 X0=0.7*SQR(X4)/X5:REM PORC. MINIMO
1251 N1=X0*X1*(X2-X3):REM AREA MINIMA
1252 X8=((X7/X5)*(4800/(X5+6000))):REM"PORCENTAJE BALANCEADO"
1254 X9=K*X8:REM"PORCENTAJE MAXIMO"
1256 M0=X9*X1*(X2-X3):REM"AS MAXIMA"
1259 M1=X2-X3:REM"D=PERALTE EFECTIVO"
1260 N6=2.5*0.8*X1*M1*SQR(X6)
1262 Z1=0.9*X5*M1
1263 Z2=(4*0.9*X5*X5*Y1+100000)/(2*X1*X7)
1264 Z3=(0.9*X5*X5)/(X1*X7)
1265 M2=(Z1-SQR((Z1*Z1)-Z2))/Z3:REM"AS CALCULADA POR EC. CUADRATICA"
1266 IF M2<=N1 THEN 1361
1267 IF M2) M0 THEN 2580
1268 GOTO 1385
1269 PRINT""
1270 PRINT"          PROPORCIONE EN CM."
1271 INPUT"          EL VALOR DEL CLARO DE LA VIGA=";M3
1272 M5=M2/(X1*M1):REM"PORC. AS REAL"
1273 M4=M3/X2:REM M4=CLARO/ALTURA
1274 RE=1
1275 IF M4<=5 THEN 2130
1277 IF M5)=0.01 THEN 2120
1279 VC=((0.8*(W+(X1*M1))*(0.2+(30*M5))*SQR(X6))/1000)*RC
1281 IF VC)Y2 THEN 1410
1282 GOTO 1456
1283 PRINT""
1284 PRINT"          AREA DEL ESTRIBO A UTILIZAR"
1285 PRINT
1286 PRINT
1287 PRINT"          ESTRIBO # 2    (1/4) : AREA= 0.32"
1288 PRINT"          ESTRIBO # 2.5  (5/16) : AREA= 0.49"
1289 PRINT"          ESTRIBO # 3    (3/8) : AREA= 0.71"
1290 PRINT"          ESTRIBO # 4    (1/2) : AREA= 1.27"
1291 PRINT
1292 PRINT
1293 INPUT"          AREA DEL ESTRIBO=";M8
1295 PRINT""
1297 PRINT"          PROPORCIONE EL ANGULO DE "
1298 PRINT"          INCLINACION DE LOS ESTRIBOS"
1299 PRINT
1300 PRINT
1301 PRINT
1302 PRINT
1303 INPUT"          ANGULO=";M9
1305 N0=2*M8
1306 GOTO 2966
1307 S=(0.8*N0*FV*M1*(SIN(M9)+COS(M9)))/((Y2-VC)*1000):REM PRIM SEP

```

## ARACION

```

1308 N5=1.5*0.8*X1*M1*SQR(X6)
1309 N2=(0.8*N0*FV)/(3.5*X1)
1310 GOTO 2000
1312 IF Y2>VC AND Y2<=N5/1000 THEN 1319
1315 IF Y2>N5/1000 THEN 1335
1317 GOTO 1319
1319 S2=0.5*M1:REM SEGUNDA SEPARACION
1320 PRINT""
1321 PRINT"          **ESTRIBOS-CORTANTE**"
1322 PRINT"          LA SEPARACION MAXIMA=";S2;"CM"
1323 PRINT"          LA SEPARACION CALCULADA=";S;"CM"
1324 PRINT"          AREA DEL ESTRIBO=";M8;"CM^2"
1325 PRINT
1326 PRINT
1327 PRINT"          PULSE LA BARRA ESPACIADORA"
1328 PRINT"          PARA CONTINUAR"
1329 GETK$:IFK$="" THEN 1329
1330 S0=S2
1331 GOTO 1500
1335 S3=0.25*M1:REM TERCERA SEPARACION
1337 PRINT""
1338 PRINT"          **ESTRIBOS-CORTANTE**"
1339 PRINT"
1340 PRINT"          LA SEPARACION MAXIMA=";S3;"CM"
1342 PRINT"          LA SEPARACION CALCULADA=";S;"CM"
1343 PRINT"          AREA DEL ESTRIBO=";M8;"CM^2"
1344 PRINT
1345 PRINT
1348 PRINT"          PULSE LA BARRA ESPACIADORA"
1349 PRINT"          PARA CONTINUAR"
1350 GETK$:IFK$="" THEN 1350
1352 S0=S3
1360 GOTO 1500
1361 PRINT""
1362 PRINT"          EL AREA DE ACERO PARA RESISTIR"
1363 PRINT"          EL MOMENTO FLEXIONANTE DE";Y1;"T-M"
1364 PRINT"          ES=";M2;"CM^2 PERO ESTA AREA"
1365 PRINT"          ES MENOR QUE EL AREA MINIMA"
1366 PRINT"          PERMITIDA QUE ES=";N1;"CM^2"
1367 PRINT"          POR LO QUE LA VIGA SE ARMARA"
1368 PRINT"          CON EL ACERO MINIMO."
1369 PRINT
1370 PRINT
1371 PRINT
1372 PRINT"          PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA"
1373 PRINT"          PARA CONTINUAR"
1374 GETK$:IFK$="" THEN 1374
1377 M2=N1
1379 GOTO 1950
1385 PRINT""
1386 PRINT"          LA VIGA ES SIMPLEMENTE ARMADA"
1387 PRINT"          EL AREA DE ACERO PARA RESISTIR"
1388 PRINT"          EL MOMENTO FLEXIONANTE DE";Y1;"T-M"
1389 PRINT"          ES=";M2;"CM^2"
1390 PRINT
1393 PRINT
1395 PRINT
1396 PRINT
1397 PRINT"          PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA"

```

```
1399 PRINT"          PARA CONTINUAR"
1402 GET K$:IFK$=""THEN 1402
1405 GOTO 1950
1406 IF Y2<=N6/100 THEN 1410
1407 GOTO 1460
1410 PRINT""
1412 PRINT"  ESTA VIGA NO REQUIERE REFUERZO"
1414 PRINT"  POR CORTANTE DEBIDO A QUE"
1416 PRINT"  EL CORTANTE QUE RESISTE"
1418 PRINT"  LA PROPIA SECCION ES MAYOR"
1420 PRINT"  QUE EL QUE ESTA ACTUANDO"
1422 PRINT
1424 PRINT"  PERO SE RECOMIENDA ARMAR CON"
1426 PRINT
1428 PRINT"  ESTRIBOS DEL NUMERO 2"
1430 PRINT"  A CADA";0.5*M1;"CM"
1431 PRINT
1432 PRINT
1433 PRINT"  PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA"
1434 PRINT"  PARA CONTINUAR"
1436 GETK$:IFK$=""THEN1436
1438 M8=0.49
1439 S=(M1/2)
1440 GOTO 1500
1456 IF Y2>N6/1000 THEN 1460
1458 GOTO 1283
1460 PRINT""
1465 PRINT"  LA SECCION NO PASA POR CORTANTE"
1466 PRINT
1468 PRINT"          ELIJA UNA OPCION"
1471 PRINT
1475 PRINT"  1- QUIERE PROPONER"
1476 PRINT"  OTRA SECCION"
1477 PRINT
1478 PRINT"  2- QUIERE REGRESAR AL"
1479 PRINT"  MENU PRINCIPAL "
1481 PRINT
1482 PRINT
1483 PRINT
1484 PRINT
1485 PRINT
1490 INPUT"          OPCION ELEGIDA:";A
1495 ON A GOSUB 3500,200
1497 RC=1
1498 GOTO 1269
1500 N3=2*X2
1501 GOTO 2900
1505 IF M3>N3 THEN 1550
1510 PRINT""
1515 PRINT"  EN ESTE CASO LAS ESPECIFICACIONES"
1517 PRINT"  POR TORSION NO SON APLICABLES "
1519 PRINT"  YA QUE LA LONGITUD DE LA VIGA"
1521 PRINT"  ES MENOR QUE 2 VECES EL PERALTE"
1523 PRINT"  TOTAL DE LA VIGA"
1525 PRINT
1527 PRINT"          ELIJA UNA OPCION"
1529 PRINT
1531 PRINT"  1- QUIERE PROPONER OTRA SECCION"
1533 PRINT
1535 PRINT"  2- QUIERE REGRESAR AL"
```

```

1536 PRINT"          MENU PRINCIPAL"
1538 PRINT
1540 PRINT
1543 INPUT"          OPCION ELEGIDA: ";A
1545 ON A GOSUB 3500,200
1550 PRINT""
1555 PRINT"          PROPORCIONE EL VALOR DEL "
1556 PRINT"          MOMENTO TORSIONANTE"
1557 PRINT"          YA FACTORIZADO"
1559 PRINT
1560 INPUT"          MOMENTO (T-M) = ";N7
1565 N8=0.6*0.8*X1*X1*X2*SQR(X6)/100000:REM N8=TOR
1570 N9=((N7*N7)/(N8*N8))+((Y2*Y2)/(VC*VC))
1575 P0=0.25*N8:REM P0=TCR
1580 IF N9>=1 AND N7>P0 THEN 1619
1585 PRINT""
1590 PRINT"          NO SE REQUIERE REFUERZO POR"
1591 PRINT"          TORSION"
1595 PRINT
1596 PRINT
1597 PRINT
1598 PRINT"          PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA"
1599 PRINT"          PARA CONTINUAR"
1601 GETK$:IFK$="" THEN 1601
1605 GOTO 4000
1619 N6=2.5*0.8*X1*M1*SQR(X6)
1620 P1=7*P0*(1-(Y2/1000/N6/1000))
1625 IF N7<=P1 THEN 1675
1630 PRINT""
1635 PRINT"          LA SECCION NO PASA POR TORSION"
1636 PRINT
1637 PRINT"          ELIJA UNA OPCION"
1639 PRINT
1641 PRINT"          1- QUIERE PROPONER OTRA"
1642 PRINT"          SECCION"
1643 PRINT
1644 PRINT"          2- QUIERE REGRESAR AL"
1645 PRINT"          MENU PRINCIPAL"
1646 PRINT
1647 PRINT
1648 INPUT"          OPCION ELEGIDA: ";A
1650 ON A GOSUB 3500,200
1675 P2=((Y2-VC)*1000)/(0.8*M1*X5)
1680 P3=(3.5*X1)/(0.8*X5)
1685 IF P2<P3 THEN 1700
1690 P4=P2
1695 GOTO 1705
1700 P4=P3
1705 P6=X1-X3:REM P6=X1
1710 P7=M1-X3:REM P7=Y1
1715 P5=0.67+(0.33*P7/P6)
1720 IF P5<=1.5 THEN 1730
1725 P5=1.5
1730 P8=((N7*100000)-(P0*100000))/(0.8*P5*P6*P7*FV)
1735 P9=((0.5*P4)+P8):REM P9=AS TOTAL POR CORT. Y TORSION
1740 Q0=(3*P0*100000)/(0.8*P5*P6*P7*FV):REM Q0=AS MINIMA POR TORSION
1745 IF P9>Q0 THEN 1755
1750 P9=Q0
1755 PRINT""
1756 PRINT"          DIAMETRO DEL ESTRIBO POR TORSION"

```

```

1757 PRINT"          ELIJA UNA OPCION"
1758 PRINT
1760 PRINT"          1- QUIERE UTILIZAR EL MISMO "
1761 PRINT"          DIAMETRO DEL ESTRIBO"
1762 PRINT"          QUE UTILIZO EN CORTANTE"
1763 PRINT
1764 PRINT
1765 PRINT"          2- QUIERE PROPONER OTRO "
1766 PRINT"          DIAMETRO DE ESTRIBO"
1767 PRINT
1768 PRINT
1769 PRINT
1770 INPUT"          OPCION ELEGIDA:";A
1775 ON A GOSUB 1780,2050
1780 Q1=M8/P9 :REM SEP DE EST POR TORS
1782 ET=M8
1785 Q2=0.5*P7
1790 Q3=30
1791 IF Q1>P6 THEN 1796
1792 IF Q1>Q2 THEN 1800
1793 IF Q1>Q3 THEN 1803
1794 QX=Q1
1795 GOTO 1805
1796 IF P6>Q2 THEN 1800
1797 IF P6>Q3 THEN 1803
1798 QX=P6
1799 GOTO 1805
1800 IF Q2>Q3 THEN 1803
1801 QX=Q2
1802 GOTO 1805
1803 QX=Q3
1804 GOTO 1805
1805 IF Q1<P6 THEN 1815
1806 IF Q1<Q2 THEN 1810
1807 IF Q1<Q3 THEN 1813
1808 QY=Q1
1809 GOTO 1819
1810 IF Q2<Q3 THEN 1813
1811 QY=Q2
1812 GOTO 1819
1813 QY=Q3
1814 GOTO 1819
1815 IF P6<Q2 THEN 1810
1816 IF P6<Q3 THEN 1813
1817 QY=P6
1818 GOTO 1819
1819 GOTO 1920
1920 PRINT""
1921 PRINT"          SEPARACION DE ESTRIBOS CONSIDERANDO"
1923 PRINT"          CORTANTE Y TORSION"
1924 PRINT
1925 PRINT"          SEPARACION CALCULADA";Q1;"CM"
1926 PRINT"          SEPARACION MAXIMA=";QY;"CM"
1927 PRINT"          SEPARACION MINIMA=";QX;"CM"
1928 PRINT"          AREA DEL ESTRIBO=";M8;"CM^2"
1929 PRINT
1930 PRINT"          PULSE LA BARRA ESPACIADORA"
1931 PRINT"          PARA CONTINUAR"
1932 GETK$;IFK$=""THEN 1932
1933 GOTO 2550

```

```

1950 IF W=0 THEN 1953
1951 X1=T1
1953 IF X2<100 THEN 1497
1955 IF X2/X1<=6 THEN 1970
1960 RC=0.8
1965 GOTO 1269
1970 RC=0.6
1975 GOTO 1269
1979 PRINT""
1980 PRINT"      PROPORCIONE LOS SIGUIENTES DATOS"
1981 PRINT
1982 PRINT
1983 INPUT"      F'C=";X4
1984 PRINT
1985 INPUT"      F.Y=";X5
1986 GOTO 2269
2000 IF S<=N2 THEN 1312
2005 S=N2
2010 GOTO 1312
2050 PRINT""
2055 PRINT"      PROPORCIONE EL AREA DEL ESTRIBO"
2060 PRINT
2065 PRINT
2070 PRINT"  ESTRIBO # 2      (1/4) :AREA=0.32 CM"
2075 PRINT"  ESTRIBO # 2.5  (5/16):AREA=0.49 CM"
2080 PRINT"  ESTRIBO # 3      (3/8) :AREA=0.71 CM"
2085 PRINT"  ESTRIBO # 4      (1/2) :AREA=1.27 CM"
2090 PRINT
2095 PRINT
2100 INPUT"      AREA DEL ESTRIBO=";M8
2102 ET=M8
2105 GOTO 1780
2110 K=1.0
2115 GOTO 1242
2120 VC=(0.8*0.5*((X1*M1)+W)*SQR(X6)/1000)*RC
2125 GOTO 1281
2130 IF M4)=4 AND M4<=5 THEN 2250
2132 PRINT""
2134 PRINT"  LAS CARGAS Y REACCIONES COMPRIMEN"
2136 PRINT"  DIRECTAMENTE A LA VIGA POR SUS"
2138 PRINT"  CARAS SUPERIOR E INFERIOR"
2139 PRINT
2140 PRINT"      ELIJA UNA OPCION"
2145 PRINT
2150 PRINT"      1- SI ES VERDADERO"
2155 PRINT
2160 PRINT"      2- SI ES FALSO"
2165 PRINT
2170 PRINT
2175 PRINT
2180 INPUT"      OPCION ELEGIDA:";A
2185 ON A GOSUB 2190,2120
2190 VC=(0.8*0.5*((X1*M1)+W)*SQR(X6)/1000)*RC
2195 K=3.5-(2.5*(Y1/(Y2*M1/100)))
2200 IF K>1 THEN 2212
2205 K=1
2212 VC=VC*K
2214 V1=1.5*0.8*X1*M1*SQR(X6)/1000
2215 IF VC<=V1 THEN 2220
2216 VC=V1

```

```

2220 GOTO 1281
2250 REM :VARIACION LINEAL DE PORC
2252 V1=(0.8*(Y1*M1)+W)*(0.2+(30*M5))*SQR(X6)/1000)*RC
2254 V2=(0.8*0.5*((X1*M1)+W))*SQR(X6)/1000)*RC
2256 IF V1>V2 THEN 2262
2258 VC=((V2-V1)*(M4-4))+V1)*RC
2260 GOTO 1281
2262 VC=((V1-V2)*(5-M4))+V2)*RC
2264 GOTO 1281
2266 GOTO 1980
2269 X0=0.7*SQR(X4)/X5:REM P MIN
2270 PRINT""
2272 PRINT"          LA VIGA VA ESTAR SUJETA"
2274 PRINT"          A LA ACCION DEL SISMO"
2275 PRINT
2276 PRINT"          ELIJA UNA OPCION"
2277 PRINT
2278 PRINT"          1- SI"
2280 PRINT"          2- NO"
2282 PRINT
2283 PRINT
2284 PRINT
2286 INPUT"          OPCION ELEGIDA:";A
2288 ON A GOSUB 2290,2294
2290 K=0.75
2292 GOTO 2296
2294 K=1.0
2296 REM:CALCULO DE P MAX
2298 X6=X4*0.8:REM F*C
2300 IF X6>250 THEN 2315
2305 X7=0.85*X6:REM F'*C
2310 GOTO 2320
2315 X7=((1.05)-(X6/1250))*X6:REM F'*C
2320 X8=((X7/X5)*(4800/(X5+6000))):REM PB
2325 X9=X8*K:REM PORC MAX
2330 PRINT""
2334 PRINT"          *****"
2335 PRINT"          ** MENU FORMA **"
2340 PRINT"          *****"
2345 PRINT
2350 PRINT"          ELIJA UNA OPCION"
2360 PRINT
2365 PRINT"          1- SECCION RECTANGULAR"
2370 PRINT
2375 PRINT"          2- SECCION TE          "
2380 PRINT
2385 PRINT
2390 PRINT
2400 INPUT"          OPCION ELEGIDA:";A
2403 ON A GOSUB 2406,3000
2406 REM :CALCULO DE B Y H
2409 M1=((2*Y1*100000)/((0.9*X9*X5)*(1-(0.5*X9*X5/X7))))+(1/3):REM C
ALC DE "D"
2415 X1=0.5*M1:REM CALC DE LA BASE
2417 X3=5
2418 X2=M1+X3
2419 N1=X0*X1*M1:REM AREA MINIMO
2420 N6=2.5*0.8*X1*M1*SQR(X6)/1000
2421 PRINT""
2423 PRINT"          QUIERE QUE LA SECCION "

```

```

2424 PRINT"          SE DIMENSIONE POR"
2425 PRINT
2426 PRINT
2427 PRINT
2429 PRINT"          1- CORTANTE"
2430 PRINT"          (SI NO CONOCE EL VALOR )"
2431 PRINT"          DEL MOMENTO TORSIONANTE"
2432 PRINT
2433 PRINT
2434 PRINT"          2- CORTANTE Y TORSION"
2435 PRINT"          (SI CONOCE EL VALOR DE"
2436 PRINT"          ESTOS DOS EFECTOS "
2437 PRINT
2438 PRINT
2439 INPUT"          OPCION ELEGIDA: ";A
2441 ON A GOSUB 2443,2486
2443 IF Y2)N6 THEN 2950
2444 PRINT""
2446 PRINT"          DIMENSIONES PROPUESTAS"
2448 PRINT
2449 PRINT
2452 PRINT"          BASE .....=" ;X1;"CM"
2454 PRINT"          ALTURA .....=" ;X2;"CM"
2456 PRINT"          RECUBRIMIENTO=" ;X3;"CM"
2458 PRINT
2459 PRINT
2460 PRINT"          ELIJA UNA OPCION"
2461 PRINT
2462 PRINT
2463 PRINT"          [1]- ESTA DE ACUERDO CON LAS"
2464 PRINT"          DIMENSIONES PROPUESTAS"
2465 PRINT
2466 PRINT"          [2]- QUIERE PROPONER OTRAS"
2467 PRINT"          DIMENSIONES"
2468 PRINT
2469 PRINT"          [3]- QUIERE REGRESAR AL"
2470 PRINT"          MENU PRINCIPAL"
2471 PRINT
2472 PRINT
2478 PRINT
2482 INPUT"          OPCION ELEGIDA: ";A
2484 ON A GOSUB 1256,1210,200
2486 IF Y2)N6 THEN 2524
2488 PRINT""
2490 PRINT"          PROPORCIONE EL VALOR"
2491 PRINT"          DEL MOMENTO TORSIONANTE"
2492 PRINT"          YA FACTORIZADO EN TON-MTO"
2494 PRINT
2495 PRINT
2496 INPUT"          MOMENTO=" ;N7
2497 FOR NB=0 TO 100 STEP 0.5
2498 X1=X1+NB
2499 N6=2.5*0.8*X1*M1*SQR(X6)/1000
2500 NB=0.6*0.8*X1*X1*X2*SQR(X6)/100000
2501 P0=.25*N6
2502 P1=7*P0*(1-(Y2/N6))
2503 IF N7 <=P1 THEN 2444
2504 PRINT""
2505 PRINT
2506 PRINT"          CALCULANDO POR TORSION"

```



```

2507 PRINT
2508 PRINT"          ** ESPERE UN MOMENTO **"
2510 NEXT NB
2524 FOR NB=0 TO 100 STEP 0.5
2528 X1=X1+NB
2530 PRINT""
2531 PRINT"          CALCULANDO POR CORTANTE"
2532 PRINT
2533 PRINT"          ** ESPERE UN MOMENTO **"
2534 N6=2.5*0.8*X1*M1*SQR(X6)/1000
2536 IF Y2<=N6 THEN 2488
2540 NEXT NB
2550 REM: CALCULO DE AS LONG POR TORS
2552 Q4=(2*M8/Q1)*(P6+P7)*(FV/X5)
2554 PRINT""
2556 PRINT"          REFUERZO LONGITUDINAL POR TORSION"
2558 PRINT"          ADICIONAL"
2559 PRINT"          AL CALCULADO POR FLEXION"
2560 PRINT
2561 PRINT
2562 PRINT"          AREA DE ACERO=";Q4;"CM^2"
2564 PRINT
2566 PRINT
2568 PRINT
2570 PRINT"          PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA"
2571 PRINT"          PARA CONTINUAR"
2574 GETK$:IFK$=""THEN2574
2576 GOTO 4000
2580 PRINT""
2582 PRINT"          LA VIGA REQUIERE ACERO A COMPRESION"
2584 PRINT
2586 PRINT
2588 PRINT"          PROPORCIONE EL VALOR EN CM"
2589 PRINT"          DEL RECUBRIMIENTO"
2590 PRINT
2592 PRINT
2594 INPUT"          RECUBRIMIENTO=";Q5
2596 Q=(X9*X5)/X7
2598 L1=(0.9*M0*X5*M1*(1-(0.5*Q)))/100000:REM=MR1
2600 L2=Y1-L1:REM=MR2
2602 L3=(L2*100000)/(0.9*(M1-Q5)*X5):REM=A' 1S
2604 L4=M0+L3:REM=AST
2606 L5=L3/K:REM=A' S
2608 L6=L4/(X1*M1):REM=P
2610 L7=L5/(X1*M1):REM=P'
2612 L8=L6-L7
2614 L9=(X7/X5)*(Q5/M1)*(4800/(6000-X5))
2616 IF L8>L9 THEN 2650
2618 PRINT""
2620 PRINT"          EL ACERO A COMPRESION NO FLUYE"
2622 PRINT
2624 PRINT"          ELIJA UNA OPCION"
2626 PRINT
2628 PRINT"          [1]- QUIERE PROPONER OTRA"
2630 PRINT"          SECCION"
2632 PRINT
2634 PRINT"          [2]- QUIERE REGRESAR AL"
2636 PRINT"          MENU PRINCIPAL"
2638 PRINT
2640 PRINT

```

```

2642 PRINT
2644 INPUT"          OPCION ELEGIDA:";A
2646 ON A GOSUB 3500,200
2650 REM IMPRESION AREA AS Y A'S
2651 M2=L4
2652 CH=L5
2653 PRINT""
2654 PRINT"          LA VIGA ES DOBLEMENTE ARMADA"
2655 PRINT
2656 PRINT
2658 PRINT"          AREA DE ACERO A TENSION=";M2;"CM^2"
2660 PRINT
2662 PRINT"          AREA DE ACERO A COMPRESION=";CH;"CM^2"
2664 PRINT
2666 PRINT
2668 PRINT
2669 PRINT"          NOTA:"
2670 PRINT"          ESTA COMPROBADO QUE EL ACERO"
2672 PRINT"          A COMPRESION SI FLUYE"
2674 PRINT
2676 PRINT
2678 PRINT"          PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA"
2680 PRINT"          PARA CONTINUAR"
2682 GETK$;IFK$=""THEN2682
2684 GOTO 1950
2690 PRINT""
2692 PRINT"PROPONGA LAS DIMENSIONES EN CM"
2694 PRINT
2696 PRINT" |----B----| "
2697 PRINT
2698 PRINT" _____ -- "
2699 PRINT" |         |         |         | "
2700 PRINT" |         |         |         | T "
2701 PRINT" |         |         |         | "
2702 PRINT" | AS |         |         | H "
2703 PRINT" | OO |         |         | "
2704 PRINT" |   R   |         |         | "
2705 PRINT" |         |         |         | "
2706 PRINT" | B' |         |         | "
2707 PRINT"          _____ "
2708 PRINT"          ( L' )   ↑         ↑ "
2709 PRINT"          ( L )   ↑         ↑ "
2711 PRINT
2712 INPUT"          B' =" ;T1
2715 INPUT"          T =" ;T2
2720 INPUT"          H =" ;T3
2725 INPUT"          R =" ;T4
2730 INPUT"          L' =" ;T5
2736 INPUT"          L =" ;T6
2740 INPUT"          F' C =" ;X4
2742 INPUT"          F Y =" ;X5
2750 T7=(T6/8)-(T1/2)
2752 T8=T5/2
2754 T9=8*T2
2756 IF T7>T8 THEN 2768
2758 IF T7>T9 THEN 2764
2760 T0=T7
2762 GOTO 2774
2764 T0=T9
2766 GOTO 2774

```

```

2768 IF T8>T9 THEN 2764
2770 T0=T8
2772 GOTO 2774
2774 REM:T0=B1
2776 G1=(2*T0)+T1:REM=BASE DEL PATIN
2778 M1=T3-T4:REM=D
2780 G2=M1-(T2/2):REM=Z
2782 G4=(Y1*10+5)/(0.9*X5*G2):REM=AS
2784 X6=0.8*X4:REM=F*C
2786 IF X6>250 THEN 2792
2788 X7=0.85*X6:REM=F'*C
2790 GOTO 2794
2792 X7=(1.05-(X6/1250))*X6:REM=F'*C
2794 G5=(G4*X5)/(X7*G1):REM=A
2796 IF G5>T2 THEN 2830
2798 PRINT""
2800 PRINT"          LA VIGA SE DISE&ARA COMO"
2802 PRINT"          VIGA RECTANGULAR"
2803 PRINT
2804 PRINT"          ELIJA UNA OPCION"
2805 PRINT
2806 PRINT"          1- ESTA DE ACUERDO"
2807 PRINT
2808 PRINT"          2- QUIERE PROPONER"
2809 PRINT"          OTRA SECCION"
2810 PRINT
2811 PRINT"          3- QUIERE REGRESAR AL"
2812 PRINT"          MENU PRINCIPAL"
2813 PRINT
2814 PRINT
2815 PRINT
2816 PRINT
2817 PRINT
2818 INPUT"          OPCION ELEGIDA:";A
2820 ON A GOSUB 2822,2690,200
2822 X1=G1
2824 X2=T3
2826 X3=T4
2827 W=T2+2
2828 GOTO 1232
2830 PRINT""
2832 PRINT"          LA VIGA SE DISE&ARA COMO VIGA TEE"
2834 PRINT
2836 PRINT
2838 PRINT
2840 PRINT
2841 PRINT"          PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA"
2842 PRINT"          PARA CONTINUAR"
2843 GETK$:IFK$=""THEN2843
2845 REM:DISE&O DE LA VIGA TEE
2846 G6=(X7*(G1-T1)*T2)/X5:REM=ASP
2847 G7=(0.9*G6*X5*(M1-(T2/2)))/100000:REM=M1 EN T-M
2848 G8=Y1-G7:REM=M2
2849 REM:CALCULO DE AS DEL ALMA
2850 Z1=0.9*X5*M1
2851 Z2=(4*0.9*X5*X5*G8*100000)/(2*T1*X7)
2852 Z3=(0.9*X5*X5)/(T1*X7)
2853 M2=(Z1-SQR((Z1*Z1)-Z2))/Z3:REM=AS DEL ALMA
2854 G9=G6+M2:REM=AS TOTAL
2855 M2=G9:REM=AS TOTAL

```

```

2856 PRINT""
2857 PRINT"      LA VIGA ESTARA SUJETA A SISMO"
2858 PRINT"      ELIJA UNA OPCION"
2859 PRINT"      [1]- SI  "
2860 PRINT"      [2]- NO  "
2861 PRINT
2862 PRINT
2863 INPUT"      OPCION ELEGIDA:";A
2864 ON A GOSUB 2865,2867
2865 K=0.75
2866 GOTO 2869
2867 K=1.0
2868 GOTO 2869
2869 M0=((X7/X5)*(4800/(X5+6000))*T1*M1)+G6)*K
2871 IF M2)M0 THEN 2888
2872 GOTO 2925
2873 PRINT""
2874 PRINT"      AREA DE ACERO=";M2;"CM+2"
2875 PRINT
2876 PRINT"      NOTA:"
2877 PRINT"      ESTA COMPROBADO QUE SI FLUYE"
2878 PRINT"      EL ACERO A TENSION"
2879 PRINT
2880 PRINT"      PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA"
2881 PRINT"      PARA CONTINUAR"
2882 GETK$:IFK$=""THEN2882
2883 X1=T1
2884 X2=T3
2885 X3=T4
2886 W=T2*T2
2887 GOTO 1950
2888 PRINT""
2889 PRINT"      EL ACERO DE TENSION NO FLUYE"
2890 PRINT
2891 PRINT"      ELIJA UNA OPCION"
2892 PRINT"      1- QUIERE PROPONER  "
2893 PRINT"      OTRA SECCION  "
2894 PRINT"      2- QUIERE REGRESAR AL"
2895 PRINT"      MENU PRINCIPAL  "
2896 PRINT
2897 INPUT"      OPCION ELEGIDA:";A
2898 ON A GOSUB 2690,200
2900 PRINT""
2905 PRINT"      CONOCE EL VALOR DEL"
2906 PRINT"      MOMENTO TORSIONANTE"
2911 PRINT"      QUE ESTA ACTUANDO  "
2912 PRINT"      EN LA VIGA"
2913 PRINT
2914 PRINT"      ELIJA UNA OPCION"
2915 PRINT
2916 PRINT"      1- SI"
2917 PRINT"      2- NO"
2919 PRINT
2920 PRINT
2921 INPUT"      OPCION ELEGIDA:";A
2923 ON A GOSUB 1505,4000
2925 X0=0.75*SQR(X4)/X5
2927 N1=X0*T1*M1
2929 X8=((X7/X5)*(4800/(X5+6000)))
2931 X9=K*X8

```

```

2933 M0=X9*T1*M1
2935 N6=2.5*0.8*T1*M1*SQR(X6)
2937 IF M2<=N1 THEN 2940
2939 GOTO 2873
2940 PRINT""
2941 PRINT"          AREA DE ACERO=AS MINIMA"
2942 PRINT"          =" ;N1 ;"CM^2"
2943 PRINT
2944 PRINT
2945 PRINT"          PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA"
2946 PRINT"          PARA CONTINUAR"
2947 GET K$:IF K#="" THEN 2947
2948 M2=N1
2949 GOTO 2883
2950 FOR NB=0 TO 100 STEP 0.5
2951 X1=X1+NB
2952 PRINT""
2953 PRINT
2954 PRINT
2955 PRINT"          CALCULANDO POR CORTANTE"
2956 PRINT
2957 PRINT"          ** ESPERE UN MOMENTO **"
2958 N6=2.5*0.8*X1*M1*SQR(X6)/1000
2960 IF Y2<=N6 THEN 2444
2964 NEXT NB
2966 PRINT""
2967 PRINT"          PROPORCIONE EL FY DE LOS ESTRIBOS"
2968 PRINT"          RECUERDE QUE FY<=4200 KG/CM2 "
2969 PRINT
2970 PRINT"          ELIJA UNA OPCION"
2971 PRINT"          1- FY=4200 KG/CM2"
2972 PRINT"          2- QUIERE UTILIZAR "
2973 PRINT"          OTRO VALOR          "
2974 PRINT
2975 INPUT"          OPCION ELEGIDA:";A
2976 ON A GOSUB 2995,2977
2977 PRINT""
2978 PRINT"          PROPORCIONE EL VALOR"
2979 INPUT"          FY=";FV
2980 IF FV<=4200 THEN 1307
2981 PRINT""
2982 PRINT"          E R R O R"
2983 PRINT"          *****"
2984 PRINT"          NO PROCEDE EL VALOR QUE ESTA"
2985 PRINT"          PROPONIENDO DE";FV;"KG/CM^2"
2986 PRINT"          RECUERDE QUE FY A LO MAS PUEDE"
2987 PRINT"          TOMAR EL VALOR DE 4200 KG/CM2"
2988 PRINT
2989 PRINT
2990 PRINT"          PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA"
2991 PRINT"          Y VUELVA A PROPORCIONAR EL "
2992 PRINT"          VALOR DE FY"
2993 GETK$:IFK#=""THEN2993
2994 GOTO 2977
2995 FV=4200
2996 GOTO 1307
3000 REM:CALCULO DE DIMENSIONES PARA UNA SECCION TE
3002 M1=((2*Y1*100000)/((0.9*X9*X5)*(1-(0.5*X9*X5/X7))))+(1/3):REM=D
3006 X1=0.5*M1:REM=BASE DEL ALMA
3007 T1=X1

```

```

3008 X3=5:REM=RECUBRIMIENTO
3010 X2=M1+X3:REM=ALTURA
3011 N6=2.5*0.8*X1*M1*SQR(X6)/1000
3046 PRINT""
3048 PRINT"      PROPORCIONE LOS SIGUIENTES"
3049 PRINT"      DATOS EN CM"
3050 PRINT
3052 PRINT
3054 INPUT"      LONGITUD DE LA VIGA=";M3
3056 PRINT
3058 PRINT"      DISTANCIA ENTRE EJES"
3059 INPUT"      DE LAS VIGAS=";T6
3070 T0=T6/2:REM=B1
3072 G1=(2*T0)+X1:REM=BASE DEL PATIN
3074 FOR T2=20 TO 0 STEP-.1
3076 G2=M1-(T2/2):REM=Z
3077 G4=(Y1*100000)/(0.9*X5*G2):REM=AS
3078 G5=(G4*X5)/(X7*G1):REM=A
3079 IF G5>T2 THEN 3086
3080 PRINT""
3081 FOR C=0 TO 5
3082 PRINT CHR$(17)
3083 NEXT C
3084 PRINT"      ** CALCULANDO ESPESOR PATIN **"
3085 NEXT T2
3086 PRINT""
3088 PRINT"      QUIERE QUE LA SECCION "
3089 PRINT"      SE DIMENSIONE POR"
3090 PRINT
3091 PRINT"      ELIJA UNA OPCION"
3092 PRINT
3093 PRINT"      1- CORTANTE"
3094 PRINT"      (SI ES QUE NO CONOCE)"
3095 PRINT"      EL VALOR DEL MOMENTO"
3096 PRINT"      TORSIONANTE "
3097 PRINT
3098 PRINT"      2- CORTANTE Y TORSION "
3099 PRINT"      (SI ES QUE CONOCE EL VALOR)"
3100 PRINT"      DE ESTOS DOS EFECTOS "
3105 PRINT
3110 PRINT
3111 PRINT
3112 PRINT
3113 INPUT"      OPCION ELEGIDA=";A
3114 ON A GOSUB 3120,3196
3120 REM:DIMENS SECC TEE POR CORTANTE
3122 IF Y2<N6 THEN 3140
3124 FOR MB=0 TO 100 STEP 0.5
3126 X1=X1+MB
3128 N6=2.5*0.8*X1*M1*SQR(X6)/1000
3133 IF Y2<=N6 THEN 3140
3134 PRINT""
3135 PRINT
3136 PRINT
3137 PRINT"      CALCULANDO POR CORTANTE"
3138 PRINT
3139 PRINT"      ** ESPERE UN MOMENTO **"
3140 PRINT""
3142 PRINT"      DIMENSIONES PROPUESTAS EN CM"
3143 PRINT

```

```

3144 PRINT" |--- B ---| "
3145 PRINT
3146 PRINT" [-----] -- B =" ;G1
3147 PRINT" [-----] T H =" ;X2
3148 PRINT" [-----] -- T =" ;T2
3149 PRINT" | | B' =" ;X1
3150 PRINT" | | R =" ;X3
3151 PRINT" | ●●● | H "
3152 PRINT" | | R "
3153 PRINT" [-----] -- "
3154 PRINT" "
3156 PRINT" | B' | "
3157 PRINT
3166 PRINT" ELIJA UNA OPCION"
3167 PRINT" 1- ESTA DE ACUERDD CON"
3168 PRINT" ESTAS DIMENSIONES"
3170 PRINT" 2- QUIERE PROPONER OTRAS"
3171 PRINT" DIMENSIONES"
3173 PRINT" 3- QUIERE REGRESAR AL"
3174 PRINT" MENU PRINCIPAL"
3175 PRINT
3176 PRINT
3177 INPUT" OPCION ELEGIDA:" ;A
3178 T3=H
3179 T1=X1
3180 T4=X3
3181 ON A GOSUB 3182,2690,200
3182 T1=X1
3186 T3=X2
3188 T4=X3
3194 GOTO 2845:REM A CALC AS COMO TEE
3196 IF Y2<=N6 THEN 3210
3197 FOR MB=0 TO 100 STEP 0.5
3198 X1=X1+MB
3199 N6=2.5*0.8*X1*M1*SQR(X6)/1000
3200 IF Y2<=N6 THEN 3210
3201 PRINT""
3202 PRINT
3203 PRINT" CALCULANDO POR CORTANTE"
3204 PRINT
3205 PRINT" ** ESPERE UN MOMENTO **"
3206 NEXT MB
3210 PRINT""
3212 PRINT" PROPORCIONE EL VALOR DEL MOMENTO"
3213 PRINT" TORSIONANTE QUE ESTA ACTUANDO EN"
3214 PRINT" LA VIGA EN T-M Y YA FACTORIZADO"
3215 PRINT
3216 PRINT
3217 PRINT
3218 INPUT" MOMENTO=" ;N7
3220 FOR NB=0 TO 100 STEP0.5
3222 X1=X1+NB
3224 N8=0.6*0.8*((X1*X1*X2)+(2*T0*T2*T2))*SQR(X6)/100000:REM=TOR
3228 P0=0.25*N8:REM=TCR
3230 P1=7*P0*(1-(Y2/N6))
3232 IF N7<=P1 THEN 3140
3234 PRINT""
3236 PRINT
3238 PRINT
3240 PRINT" CALCULANDO POR TORSION"

```

```

3242 PRINT
3244 PRINT
3246 PRINT"          ** ESPERE UN MOMENTO **"
3248 NEXT NB
3500 IF W=0 THEN 1210
3505 GOTO 2690
4000 REM:IMPRESIONES
4002 AA=1
4005 PRINT""
4010 PRINT
4015 PRINT"          IMPRESIONES"
4016 PRINT
4017 PRINT
4020 PRINT"          ELIJA UNA OPCION"
4021 PRINT
4022 PRINT
4023 PRINT"          1- SI"
4024 PRINT
4025 PRINT"          2- NO"
4026 FOR Y=1 TO 5
4027 PRINT CHR$(17)
4028 NEXT Y
4029 INPUT"          OPCION ELEGIDA :";AB
4031 ON AB GOSUB 4032,4170
4032 PRINT""
4033 FOR Y=1 TO 5
4034 PRINT CHR$(17)
4035 NEXT Y
4036 PRINT"          ** IMPRIMIENDO *****"
4040 OPEN 3, 4
4042 PRINT#3, CHR$(13)
4044 PRINT#3, CHR$(12)
4062 PRINT#3, " "
4065 PRINT#3, CHR$(15);CHR$(14);"          D A T O S "
4067 PRINT#3, " "
4068 PRINT#3, " "
4069 PRINT#3, CHR$(15);CHR$(29);CHR$(14);"          LONGITUD.....=";
M3/100;"MTO"
4070 PRINT#3, "          MOMENTO FLEXIONANTE=";Y1;"T-M"
4071 PRINT#3, "          FUERZA CORTANTE....=";Y2;"TON"
4072 PRINT#3, "          MOMENTO TORSIONANTE=";N7;"T-M"
4085 PRINT#3, " "
4086 PRINT#3, " "
4087 PRINT#3, "          MATERIALES : "
4088 PRINT#3, " "
4092 PRINT#3, "          F'C =" ;X4;"KG/CM+2"
4093 PRINT#3, "          FY  =" ;X5;"KG/CM+2"
4094 PRINT#3, "          FV  =" ;FV;"KG/CM+2"
4098 PRINT#3, " "
4102 PRINT#3, " "
4104 PRINT#3, " "
4106 PRINT#3, " "
4108 IF W\0 THEN 4116
4110 PRINT#3, "          SECCION RECTANGULAR"
4111 PRINT#3, " "
4112 PRINT#3, "          BASE.....=" ;X1;"CM"
4113 PRINT#3, "          PERALTE TOTAL ....=" ;X2;"CM"
4114 PRINT#3, "          RECUBRIMIENTO.....=" ;X3;"CM"
4115 GOTO 4125
4116 PRINT#3, "          SECCION *T*"

```



```

4117 PRINT#3, " "
4118 PRINT#3, " BASE DEL PATIN.....=";G1;"CM"
4119 PRINT#3, " ESPESOR DEL PATIN.....=";T2;"CM"
4120 PRINT#3, " BASE DEL ALMA.....=";T1;"CM"
4121 PRINT#3, " PERALTE TOTAL.....=";T3;"CM"
4122 PRINT#3, " RECUBRIMIENTO.....=";T4;"CM"
4125 PRINT#3, " "
4126 PRINT#3, " "
4127 PRINT#3, " "
4128 PRINT#3, " "
4129 PRINT#3, CHR$(15);CHR$(14);" R E S U L T A D O S"
4130 PRINT#3, " "
4131 PRINT#3, " "
4132 PRINT#3, " "
4134 PRINT#3, CHR$(15);CHR$(29);CHR$(14);" FLEXION "
4136 PRINT#3, CHR$(15);CHR$(29);CHR$(14);" ACERO A TENSION ....
=";M2;"CM+2"
4138 PRINT#3, " ACERO A COMPRESION..=";CH;"CM+2"
4140 PRINT#3, " RECUBRIMIENTO (A'S)..=";Q5;"CM "
4142 PRINT#3, " "
4143 PRINT#3, " "
4144 PRINT#3, " CORTANTE"
4145 PRINT#3, " AREA DEL ESTRIBO....=";M8;"CM+2"
4146 PRINT#3, " SEPARACION CALCULADA=";S;"CM"
4147 PRINT#3, " SEPARACION MAXIMA...=";S0;"CM"
4148 PRINT#3, " "
4150 PRINT#3, " "
4151 PRINT#3, " CORTANTE Y TORSION"
4152 PRINT#3, " AREA DEL ESTRIBO....=";ET;"CM+2"
4153 PRINT#3, " SEPARACION CALCULADA=";Q1;"CM "
4154 PRINT#3, " SEPARACION MAXIMA...=";QY;"CM"
4155 PRINT#3, " SEPARACION MINIMA...=";QX;"CM"
4156 PRINT#3, " "
4157 PRINT#3, " "
4158 PRINT#3, " "
4160 CLOSE 3
4170 PRINT""
4172 PRINT
4174 PRINT" ELIJA UNA OPCION"
4176 PRINT
4178 PRINT
4180 PRINT" 1- QUIERE DISE&AR"
4182 PRINT" OTRA VIGA"
4184 PRINT
4186 PRINT" 2- QUIERE REGRESAR"
4188 PRINT" AL MENU PRINCIPAL"
4190 PRINT
4192 PRINT" 3- QUIERE TERMINAR"
4194 PRINT" LA SESION"
4196 PRINT
4197 PRINT
4198 PRINT
4199 PRINT
4200 INPUT" OPCION ELEGIDA:";A
4210 ON A GOSUB 1000,200,4300
4300 PRINT""
4305 NEW
4350 REM A CARGAR P1-BIS
4355 PRINT""
4360 FOR I=1 TO 5

```

```
4370 PRINTCHR$(17)
4375 NEXT I
4380 PRINT"          ** ESPERE UN MOMENTO **"
4385 LOAD"P1-BIS",8
4400 REM A CARGAR P2
4405 PRINT""
4410 FOR I=1 TO 5
4415 PRINTCHR$(17)
4420 NEXT I
4425 PRINT"          ** ESPERE UN MOMENTO ** "
4430 LOAD"P2",8
4450 REM A CARGAR P3
4455 PRINT""
4460 FOR I=1 TO 5
4465 PRINTCHR$(17)
4470 NEXT I
4475 PRINT"          ** ESPERE UN MOMENTO **"
4480 LOAD"P3",8
5000 REM A CARGAR P4
5005 PRINT""
5010 FOR I=1 TO 5
5015 PRINTCHR$(17)
5020 NEXT I
5025 PRINT"          ** ESPERE UN MOMENTO **"
5030 LOAD"P4",8
```

READY.

READY.

```

4500 REM PROGRAMA P1--BIS
4510 REM CALCULO POR ACI
4511 POKE 53280,6
4512 POKE 53281,7
4520 PRINT""
4525 PRINT
4530 PRINT"      PROPORCIONE LOS SIGUIENTES DATOS"
4531 PRINT"      YA FACTORIZADOS"
4535 PRINT
4540 PRINT
4550 INPUT"      MOMENTO FLEXIONANTE (T-M)=";Y1
4555 PRINT
4560 INPUT"      FUERZA CORTANTE (TON.)..=";Y2
5000 PRINT""
5002 PRINT"      PROPORCIONE LOS SIGUIENTES VALORES"
5004 PRINT
5005 PRINT
5006 PRINT
5012 INPUT"      F' C=";X4
5013 PRINT
5014 INPUT"      FY=";X5
5016 PRINT
5018 PRINT"      LONGITUD DE LA VIGA"
5019 INPUT"      EN CM. = ";M3
5022 GOTO 6000:REM A CALC PB
5026 PRINT""
5028 PRINT"      LA VIGA ESTARA SUJETA"
5029 PRINT"      A LA ACCION DEL SISMO"
5031 PRINT
5032 PRINT
5033 PRINT"      ELIJA UNA OPCION"
5034 PRINT
5035 PRINT"      1- SI"
5040 PRINT"      2- NO"
5041 PRINT
5042 PRINT
5043 PRINT
5044 INPUT"      OPCION ELEGIDA:";A
5046 ON A GOSUB 5048,5052
5048 K=0.75
5050 GOTO 5054
5052 K=1
5054 X9=K*X8:REM=P MAX
5056 PRINT""
5057 PRINT
5058 PRINT"      *****"
5059 PRINT"      **  M E N U  **"
5060 PRINT"      ** FORMA-SECCION **"
5061 PRINT"      *****"
5062 PRINT
5063 PRINT"      ELIJA UNA OPCION "
5064 PRINT
5065 PRINT

```

```

5066 PRINT"      1- SECCION RECTANGULAR"
5067 PRINT
5068 PRINT"      2- SECCION TEE      "
5070 PRINT
5075 PRINT
5080 PRINT
5082 INPUT"      OPCION ELEGIDA:";A
5084 ON A GOSUB 5086,7000
5086 PRINT""
5088 PRINT"  PROPORCIONE LAS DIMENSIONES EN CM."
5090 PRINT
5092 PRINT"      T      "
5094 PRINT"      B= BASE "
5096 PRINT"      H= PERALTE"
5098 PRINT"      R= RECUBRIMIENTO"
5100 PRINT"      "
5102 PRINT"      H      "
5104 PRINT"      "
5106 PRINT"      "
5108 PRINT"      T      "
5109 PRINT"      R      "
5110 PRINT"      T      "
5111 PRINT
5112 PRINT"      T  B  T      "
5114 PRINT
5115 INPUT"      B =";X1
5116 INPUT"      H =";X2
5118 INPUT"      R =";X3
5119 PRINT
5120 PRINT
5121 PRINT"      PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA"
5122 PRINT"      PARA CONTINUAR      "
5126 GET K$:IF K$=""THEN 5126
5130 REM:SUB SEC RECTANG ACI
5131 RF=1
5132 M1=X2-X3:REM=PERALTE EFECTIVO
5136 Z1=0.9*X5*M1
5138 Z2=4*0.9*X5*X5*Y1*100000
5140 Z3=2*0.85*X4*X1
5142 Z4=(0.9*X5*X5)/(0.85*X4*X1)
5144 M2=(Z1-SQR((Z1*Z1)-(Z2/Z3)))/Z4:REM=AS CALC
5146 M0=X9*X1*M1:REM=AS MAX
5148 N1=X0*X1*M1:REM=AS MIN
5150 IF M2 <= N1 THEN 6030
5152 IF M2 > M0 THEN 6060
5154 PRINT""
5156 PRINT"      LA VIGA ES SIMPLEMENTE "
5157 PRINT"      ARMADA      "
5158 PRINT
5159 PRINT"      CON AREA DE ACERO=";M2;"CM^2"
5160 PRINT
5162 PRINT
5164 PRINT
5166 PRINT"      PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA"
5168 PRINT"      PARA CONTINUAR      "
5170 GET K$:IF K$=""THEN 5170
5172 REM CORTANTE
5173 GOTO 6170
5174 PRINT""
5176 PRINT"      CONOCE EL VALOR DEL MOMENTO"

```

```

5178 PRINT"          TORSIONANTE QUE ESTA ACTUANDO"
5180 PRINT"          EN LA VIGA          "
5182 PRINT
5184 PRINT"          ELIJA UNA OPCION"
5186 PRINT
5188 PRINT"          1- SI "
5190 PRINT"          2- NO "
5191 PRINT
5192 PRINT
5193 PRINT
5194 PRINT
5195 PRINT
5196 INPUT"          OPCION ELEGIDA:";A
5198 ON A GOSUB 5200,6300
5200 PRINT""
5202 PRINT"          PROPORCIONE EL VALOR DEL MOMENTO"
5204 PRINT"          TORSIONANTE YA FACTORIZADO"
5205 PRINT"          EN TON.-MTO."
5206 PRINT
5207 PRINT
5208 PRINT
5209 PRINT
5210 INPUT"          MOMENTO=";N7
5212 A1=(0.85*(0.13*SQR(X4)*X1*X1*X2))/100000
5214 IF N7(A1 THEN 5570:REM A CALC EST POR CORT SIN EFEC POR TORS
5216 REM A CALC EST POR CORT Y TORS
5218 C2=((0.2*SQR(X4)*X1*X1*X2)/SQR(1+((0.4*Y2*1000)/(A2*N7*100000))
+2))/100000
5219 REM C2=TC Y NO ESTA REDUCIDA
5220 IF N7 (<=0.85*C2 THEN 5600
5222 C3=0.66+(0.33*(P7/P6)):REM=ALFA
5224 IF C3<=1.5 THEN 5228
5226 C3=1.5
5228 C1=((N7-(0.85*C2)*100000)/(0.85*FV*C3*P6*P7)):REM=AT/S
5232 REM VC NO ESTA REDUCIDA
5234 C5=((Y2/0.85)-VC)*1000)/(FV*M1)
5235 REM C5=AV/S
5236 C6=C1+(C5/2):REM=AV+AT
5238 Q1=M8/C6:REM=S POR CORT Y TORS
5240 C8=(P6+P7)/4
5242 C7=30
5244 IF Q1>C8 THEN 5256
5246 IF Q1>C7 THEN 5252
5248 QX=Q1
5250 GOTO 5260
5252 QX=C7
5254 GOTO 5260
5256 IF C8>C7 THEN 5252
5258 QX=C8
5260 IF Q1<C8 THEN 5272
5262 IF Q1<C7 THEN 5268
5264 QY=Q1
5266 GOTO 5280
5268 QY=C7
5270 GOTO 5280
5272 IF C8<C7 THEN 5268
5274 QY=C8
5280 REM:QX=S MIN QY=S MAX Q1=SCALC
5282 AB=(3.5*X1*QX)/FV:REM=AS MIN POR CORT Y TORS
5284 C0=5*0.85*C2:REM=FR POR STC

```

```

5286 IF N7)=C0 THEN 5420 :REM COM SI PASA LA SECC POR TORS
5288 A6=(2.1*SQR(X4)*X1*M1)/1000
5290 A5=((N0*FV*M1)/QX)/1000:REM=V6
5292 IF A5>A6 THEN 5460:REM COMP SI PASA POR CORT LA SECC
5293 GOTO 5390
5294 IF N0<A8 THEN 5350
5295 Q1=QX
5296 PRINT""
5297 PRINT
5298 PRINT"          E S T R I B O S"
5300 PRINT"          P O R          "
5302 PRINT"          CORTANTE Y TORSION"
5304 PRINT
5306 PRINT"          UTILIZAR:"
5308 PRINT
5310 PRINT"          ESTRIBOS DE AREA=";M8;"CM+2"
5312 PRINT"          A CADA .....";Q1;"CM"
5314 PRINT
5316 PRINT"          CON LA RESTRICION DE QUE "
5318 PRINT"          SEPARACION MAXIMA=";QY;"CM"
5320 PRINT
5321 PRINT
5322 PRINT
5323 PRINT
5324 PRINT"          PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA"
5326 PRINT"          PARA CONTINUAR          "
5328 GETK$:IFK$=""THEN 5328
5330 GOTO 5500
5350 REM:RIGE AS MIN POR CORT Y TORS
5352 Q1=((N0*FV)/(3.5*X1))
5354 PRINT""
5356 PRINT"          EL REFUERZO QUE RIGE POR"
5358 PRINT"          CORTANTE Y TORSION ES EL"
5360 PRINT"          CORRESPONDIENTE AL MINIMO"
5362 PRINT
5364 PRINT"          ESTRIBOS DE AREA=";M8;"CM+2"
5366 PRINT"          A CADA:";Q1;"CM"
5368 PRINT
5370 PRINT"          CON LA RESTRICION DE QUE"
5372 PRINT"          LA SEPARACION MAXIMA=";QY;"CM"
5374 PRINT"          LA SEPARACION MINIMA=";QX;"CM"
5376 PRINT
5378 PRINT
5380 PRINT"          PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA"
5382 PRINT"          PARA CONTINUAR          "
5384 GET K$:IFK$=""THEN 5384
5386 GOTO 5500
5390 REM:COMPARAR SI FLUYE AS A TENS
5392 I1=(0.2*SQR(X4)*X1*X1*X2)/SQR(1+((0.4*Y2*1000)/(A2*N7*100000))+
2)/100000
5394 REM I1=TS
5396 IF I1>4*C2 THEN 5400
5398 GOTO 5294
5400 PRINT""
5402 PRINT"          EL REFUERZO TRANSVERSAL POR"
5404 PRINT"          TORSION NO FLUYE"
5405 PRINT
5406 PRINT"          ELIJA UNA OPCION"
5408 PRINT
5410 PRINT"          1- QUIERE PROPONER OTRA"

```

```

5412 PRINT"          SECCION"
5413 PRINT
5414 PRINT"          2- QUIERE REGRESAR AL "
5415 PRINT"          MENU PRINCIPAL"
5416 PRINT
5417 PRINT
5418 INPUT"          OPCION ELEGIDA: ";A
5419 ON A GOSUB 6470,200
5420 PRINT""
5422 PRINT"          LA SECCION NO PASA POR TORSION"
5424 PRINT
5426 PRINT"          ELIJA UNA OPCION"
5428 PRINT
5430 PRINT"          1- QUIERE PROPONER OTRA"
5432 PRINT"          SECCION"
5434 PRINT
5436 PRINT"          2- QUIERE REGRESAR AL "
5438 PRINT"          MENU PRINCIPAL"
5440 PRINT
5442 PRINT
5444 PRINT
5446 INPUT"          OPCION ELEGIDA: ";A
5448 ON A GOSUB 6470,200
5460 PRINT""
5462 PRINT"          LA SECCION NO PASA POR CORTANTE"
5464 PRINT"          PERO POR TORSION SI"
5466 PRINT
5468 PRINT"          ELIJA UNA OPCION"
5470 PRINT
5472 PRINT"          1- QUIERE PROPONER"
5474 PRINT"          OTRA SECCION"
5476 PRINT
5478 PRINT"          2- QUIERE REGRESAR AL"
5480 PRINT"          MENU PRINCIPAL"
5482 PRINT
5484 PRINT
5486 INPUT"          OPCION ELEGIDA: ";A
5488 ON A GOSUB 6470,200
5500 REM REF LONG POR TORS
5502 I2=2*C1*QX:REM=2AT
5504 IF I2>A8 THEN 5508
5506 I2=A8
5507 W6=(28*X1*M1)/FV
5508 W7=(N7*100000)/((N7*100000)+((Y2*1000)/(3*A2)))
5509 W8=(P6+P7)/QX
5510 I6=((W6*W7)-I2)*W8
5512 I5=I2*((P6+P7)/QX)
5514 IF I6>I5 THEN 5520
5516 Q4=I5
5518 GOTO 5522
5520 Q4=I6
5522 PRINT""
5524 PRINT"          REFUERZO LONGITUDINAL POR TORSION"
5526 PRINT"          ( ADICIONAL AL DE FLEXION)"
5528 PRINT
5530 PRINT"          AREA DE ACERO=";Q4;"CM^2"
5531 PRINT
5532 PRINT
5533 PRINT

```

```

5534 PRINT"          PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA"
5536 PRINT"          PARA CONTINUAR"
5538 GETK$:IFK$=""THEN 5538
5540 GOTO 6500
5570 PRINT""
5572 PRINT"          EL EFECTO DE TORSION NO SE"
5574 PRINT"          CONSIDERA YA QUE "
5576 PRINT"          NO ES SIGNIFICATIVO"
5578 PRINT"          POR LO TANTO EL CALCULO DE"
5580 PRINT"          ESTRIBOS SOLO CORRESPONDERAN"
5582 PRINT"          A CORTANTE"
5583 PRINT
5584 PRINT
5585 PRINT
5586 PRINT
5587 PRINT
5588 PRINT"          PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA"
5590 PRINT"          PARA CONTINUAR"
5594 GET K$:IFK$=""THEN 5594
5596 GOTO 6300
5600 PRINT""
5602 PRINT
5604 PRINT"          LA SECCION NO REQUIERE REFUERZO"
5606 PRINT"          POR TORSION "
5608 PRINT"          POR LO QUE LOS ESTRIBOS "
5609 PRINT"          CORRESPONDERAN A CORTANTE"
5610 PRINT
5611 PRINT
5612 PRINT"          PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA"
5614 PRINT"          PARA CONTINUAR "
5616 GET K$:IFK$=""THEN5616
5617 GOTO 6300
5630 IF VC>=Y2 THEN 5634
5632 GOTO 6302
5634 PRINT""
5636 PRINT"          E S T R I B O S "
5638 PRINT"          P O R "
5640 PRINT"          C O R T A N T E "
5642 PRINT
5644 PRINT
5646 PRINT"          NO SE REQUIEREN ESTRIBOS "
5648 PRINT"          DEBIDO A QUE EL CORTANTE "
5650 PRINT"          QUE ESTA ACTUANDO DE";Y2;"TON"
5652 PRINT"          ES MENOR QUE EL CORTANTE "
5654 PRINT"          QUE RESISTE LA PROPIA SECCION"
5656 PRINT"          QUE ES DE";VC;"TON"
5658 PRINT
5660 PRINT"          POR LO QUE SE RECOMIENDA"
5662 PRINT"          ARMAR CON ESTRIBOS "
5664 PRINT"          DEL # 2.5 @ ";M1/2;"CM"
5666 PRINT
5668 PRINT"          PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA"
5670 PRINT"          PARA CONTINUAR"
5671 GETK$:IFK$=""THEN5671
5675 M8=0.49
5676 S=(M1/2)
5680 GOTO 6500
6000 REM:CALC DE P BAL
6002 X0=14/X5:REM=P MIN
6004 IF X4) 280 THEN 6010

```



```

6006 BE=0.85
6008 GOTO 6012
6010 BE=(0.2/280)*(560-X4)+0.65
6012 X8=0.85*BE*(X4/X5)*(6115/(6115+X5)):REM=PB
6014 GOTO 5026
6030 PRINT""
6032 PRINT"      LA VIGA ES SIMPLEMENTE ARMADA"
6034 PRINT"      AREA DE ACERO=AREA DE ACERO MINIMA"
6036 PRINT
6038 PRINT"      AREA DE ACERO=";N1;"CM^2"
6040 PRINT
6041 PRINT
6042 PRINT
6043 PRINT
6044 PRINT"      PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA"
6046 PRINT"      PARA CONTINUAR"
6048 GETK$:IFK$=""THEN6048
6049 M2=N1
6050 GOTO 5172
6060 PRINT""
6062 PRINT
6064 PRINT"      LA VIGA REQUIERE ACERO A COMPRESION"
6065 PRINT
6066 PRINT"      PROPORCIONE EN CM"
6067 PRINT"      EL VALOR DEL RECUBRIMIENTO"
6068 PRINT
6069 INPUT"      VALOR =" ;Q5
6072 A=(M0*X5)/(0.85*X4*X1):REM=A
6074 L1=0.9*((M0*X5)*(M1-(0.5*A)))/100000:REM=M BALAN
6076 L2=Y1-L1:REM DIF DE M ACT-M BAL
6078 L3=(L2*100000)/(0.9*(M1-Q5)*X5):REM=A' 1S
6080 L4=M0+L3:REM=AST TENS
6082 L5=L3:REM=AS' COM
6084 L6=L4/(M1*X1):REM=P DE TENS
6086 L7=L5/(M1*X1):REM=P DE COMP
6088 L8=L6-L7:REM=P-P'
6090 L9=(0.85*BE*X4*Q5)/(X5*M1)*(6115/(6115-X5)):REM=COMPARATIVA
6092 IF L8=L9 THEN 6130
6094 PRINT""
6096 PRINT"      LA VIGA ES DOBLEMENTE ARMADA"
6098 PRINT"      PERO NO FLUYE EL ACERO"
6100 PRINT"      A COMPRESION"
6101 PRINT
6102 PRINT"      AREA DE ACERO A TENSION=";L4;"CM^2"
6104 PRINT"      AREA DE ACERO A COMPRESION=";L5;"CM^2"
6106 PRINT
6108 PRINT"      ELIJA UNA OPCION"
6110 PRINT
6112 PRINT"      1- QUIERE PROPONER"
6114 PRINT"      OTRA SECCION"
6115 PRINT
6116 PRINT"      2- QUIERE REGRESAR"
6118 PRINT"      AL MENU PRINCIPAL"
6119 PRINT
6120 PRINT
6121 PRINT
6122 INPUT"      OPCION ELEGIDA:";A
6124 ON A GOSUB 6470,200
6130 PRINT""
6132 PRINT"      LA VIGA ES DOBLEMENTE ARMADA"

```

```

6134 PRINT
6136 PRINT
6138 PRINT" AREA DE ACERO A TENSION=";L4;"CM^2"
6140 PRINT" AREA DE ACERO A COMPRESION=";L5;"CM^2"
6142 PRINT
6144 PRINT
6146 PRINT
6148 PRINT"
6150 PRINT"     NOTA:"
6152 PRINT"     ESTA COMPROBADO QUE SI"
6154 PRINT"     FLUYE EL ACERO A COMPRESION"
6156 PRINT
6158 PRINT
6160 PRINT"
6162 PRINT"     PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA"
6164 PRINT"     PARA CONTINUAR"
6164 GETK$:IFK$=" "THEN6164
6165 M2=L4
6167 M2=L4
6168 CH=L5
6169 GOTO 5172
6170 M5=M2/(X1*M1):REM=P
6172 A3=((Y2*1000)*M1)/(Y1*100000)
6174 IF A3<=1.0 THEN 6178
6176 A3=1.0
6178 VC=((((0.5*SQR(X4))+176*M5*A3))*(X1*M1))/1000)*0.85
6180 A4=(0.93*SQR(X4)*M1*X1)/1000
6182 IF VC<=A4 THEN 6186
6184 VC=A4
6186 PRINT""
6188 PRINT"
6189 PRINT"     PROPORCIONE"
6190 PRINT"     EL AREA DEL ESTRIBO A UTILIZAR"
6192 PRINT"
6194 PRINT"     ESTRIBO # 2 (1/4) : AREA=0.32 CM^2"
6196 PRINT"     ESTRIBO # 2.5 (5/16) : AREA=0.49 CM^2"
6198 PRINT"     ESTRIBO # 3 (3/8) : AREA=0.71 CM^2"
6200 PRINT"     ESTRIBO # 4 (1/2) : AREA=1.27"
6202 PRINT"
6204 PRINT"     AREA DEL ESTRIBO=";M8:REM=AREA DE 1 ALA
6206 PRINT"
6208 PRINT"     PROPORCIONE EL FY DE LOS ESTRIBOS"
6210 PRINT"     RECUERDE QUE FY ( 4220 KG/CM^2 PARA"
6212 PRINT"     EL REFUERZO POR CORTANTE Y TORSION"
6214 PRINT"
6216 PRINT"     ELIJA UNA OPCION"
6218 PRINT"
6219 PRINT"     1- QUIERE UTILIZAR"
6220 PRINT"     FY=4220 KG/CM^2"
6222 PRINT"
6223 PRINT"     2- QUIERE PROPONER"
6224 PRINT"     OTRO VALOR"
6225 PRINT"
6226 PRINT"     OPCION ELEGIDA";A
6228 ON A GOSUB 6230,6234
6230 FV=4220
6232 GOTO 6270

```

```

6234 PRINT""
6236 PRINT"          PROPORCIONE EL VALOR"
6237 PRINT
6238 PRINT
6239 PRINT
6240 INPUT"          FY="";FV
6242 IF FV<=4220 THEN 6270
6244 PRINT""
6246 PRINT"          E R R O R "
6248 PRINT
6250 PRINT"          NO PROCEDE EL VALOR "
6252 PRINT"          QUE ESTA PROPORCIONANDO"
6254 PRINT"          DE";FV;"KG/CM^2"
6255 PRINT"          YA QUE ES MAYOR DE 4220 KG/CM^2"
6256 PRINT
6257 PRINT
6258 PRINT
6260 PRINT"          PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA"
6262 PRINT"          Y PROPORCIONE DE NUEVO "
6263 PRINT"          EL VALOR DE FY"
6264 GET K$:IFK$=""THEN6264
6266 GOTO 6234
6270 P6=X1-X3:REM=X1
6272 P7=M1-X3:REM=Y1
6274 A2=(X1*M1)/(X1*X1*X2)
6298 GOTO 5174
6300 REM:NO SE CONSIDERA EFECTO DE TOR"
6301 GOTO 5630
6302 S=(N0*FV*M1)/((Y2-VC)*1000):REM=SEP CALC
6304 A5=((N0*FV*M1)/S)*0.85:REM=PARA COMPARAR CONTRA VS
6306 A6=(2.1*SQR(X4)*X1*M1)*0.85:REM=MAX VALOR QUE PUEDE TOMAR VS
6308 IF A5<=A6 THEN 6312
6310 GOTO 6430
6312 A7=1.1*SQR(X4)*X1*M1
6314 IF A5<A7 THEN 6320
6316 S0=0.25*M1:REM=SEP MAX
6318 GOTO 6322
6320 S0=0.5*M1:REM=SEP MAX
6322 REM:CALC DE P MIN POR CORT
6324 IF S<=S0 THEN 6330
6326 A9=S0
6328 GOTO 6332
6330 A9=S
6332 A8=(3.5*X1*A9)/FV:REM=AS MIN POR CORTANTE
6334 IF N0)=A8 THEN 6390
6336 REM:ARMAREMOS CON AV MINIMO
6338 S=(N0*FV)/(3.5*X1)
6340 PRINT""
6342 PRINT"          LA VIGA SE ARMARA CON ESTRIBOS"
6344 PRINT"          CUYA AREA="";M8;"CM^2"
6346 PRINT"          A CADA ";S;"CM"
6348 PRINT"          SIENDO LA SEPARACION MAXIMA"
6349 PRINT"          DE ";S0;"CM"
6350 PRINT
6351 PRINT
6352 PRINT
6353 PRINT
6362 PRINT"          PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA"
6364 PRINT"          PARA CONTINUAR"
6366 GETK$:IFK$=""THEN6366

```

```

6368 GOTO 6500:REM A IMPRIMIR
6390 PRINT""
6392 PRINT"          ESTRIBOS POR CORTANTE"
6394 PRINT
6396 PRINT"          SEPARACION CALCULADA=";S;"CM"
6398 PRINT"          SEPARACION MAXIMA  =";S0;"CM"
6400 PRINT"          SEPARACION A USAR    =";A9;"CM"
6402 PRINT
6404 PRINT"          AREA DEL ESTRIBO      =";M8;"CM^2"
6414 PRINT
6416 PRINT
6418 PRINT
6420 PRINT"          PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA"
6422 PRINT"          PARA CONTINUAR"
6424 GETK$:IFK$=""THEN6424
6426 GOTO 6500
6430 PRINT""
6432 PRINT"          LA SECCION NO PASA POR CORTANTE"
6434 PRINT
6436 PRINT"          ELIJA UNA OPCION"
6438 PRINT
6440 PRINT"          1- QUIERE PROPONER"
6442 PRINT"          OTRA SECCION"
6444 PRINT
6446 PRINT"          2- QUIERE REGRESAR"
6448 PRINT"          AL MENU PRINCIPAL"
6450 PRINT
6452 PRINT
6454 PRINT
6456 PRINT
6458 INPUT"          OPCION ELEGIDA:";A
6460 ON A GOSUB 6470,200
6470 IF RF=1 THEN 5086
6475 GOTO 7005
6500 GOTO 8000 :REM A IMPRESIONES
7000 REM:CALCULO SEC TEE POR ACI
7005 PRINT""
7010 PRINT"          PROPONGA LAS DIMENSIONES EN CM"
7015 PRINT
7020 PRINT"          T          B          H          "
7022 PRINT
7025 PRINT"          ┌──────────┬───┬───┐          "
7030 PRINT"          │          │   │   │          T          "
7035 PRINT"          │          │   │   │          ───          "
7040 PRINT"          │          │   │   │          "
7045 PRINT"          │          │   │   │          "
7050 PRINT"          │          │   │   │          H          "
7055 PRINT"          │          │   │   │          "
7060 PRINT"          │          │   │   │          "
7065 PRINT"          │          │   │   │          "
7070 PRINT"          └───┬───┘          R          ───          "
7071 PRINT
7072 PRINT"          T          B'          H          "
7073 PRINT
7080 INPUT"          B ..... =" ;G1
7085 INPUT"          H ..... =" ;T3
7090 INPUT"          T ..... =" ;T2
7095 INPUT"          B' ..... =" ;T1
7100 INPUT"          R ..... =" ;T4
7105 M1=T3-T4

```

```

7106 RF=2
7110 Z1=(4*0.59*Y1*100000)/(0.9*T1*M1*M1*X4)
7115 Z2=(1-SQR(1-Z1))/(2*0.59):REM=W
7120 AP=1.1765*Z2*M1
7125 IF AP<=T2 THEN 7500
7130 G6=(T2*(G1-T1)*0.85*X4)/X5:REM=ASF
7135 MF=(0.9*((G6*X5)*(M1-(0.5*T2)))/100000)
7140 G8=Y1-MF
7145 Z1=(4*0.59*G8*100000)/(0.9*T1*M1*M1*X4)
7150 Z2=(1-SQR(1-Z1))/(2*0.59)
7155 AP=1.1765*Z2*M1
7160 M2=(0.85*X4*T1*AP)/X5
7165 M2=M2+G6:REM=AS TOTAL
7170 PT=(0.85*X4*(G1-T1)*T2)/(X5*T1*M1)
7175 X8=(X8+PT)*(T1/G1)
7180 X9=K*X8
7185 M0=X9*G1*M1
7190 IF M0>M2 THEN 7260
7195 PRINT""
7200 PRINT"          NO FLUYE EL ACERO A TENSION"
7202 PRINT
7205 PRINT"          ELIJA UNA OPCION"
7210 PRINT
7215 PRINT"          1- QUIERE PROPONER"
7220 PRINT"          OTRA SECCION  "
7225 PRINT
7230 PRINT"          2- QUIERE REGRESAR"
7235 PRINT"          AL MENU PRINCIPAL"
7236 PRINT
7237 PRINT
7238 PRINT
7240 PRINT
7245 INPUT"          OPCION ELEGIDA:";A
7250 ON A GOSUB 7005,200
7260 PRINT""
7270 PRINT"          VIGA ** T **"
7271 PRINT
7272 PRINT
7273 PRINT
7275 PRINT"          AREA DE ACERO=";M2;"CM^2"
7280 PRINT
7285 PRINT"          NOTA:"
7290 PRINT"          ESTA COMPROBADO QUE SI FLUYE"
7295 PRINT"          EL ACERO A TENSION"
7296 PRINT
7297 PRINT
7298 PRINT
7299 PRINT
7300 PRINT"          PRESIONE LA BARRA ESPACIADORA"
7305 PRINT"          PARA CONTINUAR"
7315 GETK$:IFK$=""THEN7315
7320 X1=G1
7325 X2=T3
7330 X3=T4
7350 GOTO 5172
7374 PRINT
7500 PRINT""
7505 PRINT"          LA SECCION *TE* SE DISE&ARA"
7510 PRINT"          COMO UNA SECCION RECTANGULAR"
7515 PRINT"          YA QUE EL EJE NEUTRO CAE"

```

```

7520 PRINT"          DENTRO DEL ESPESOR DEL PATIN"
7525 PRINT
7530 PRINT"          ELIJA UNA OPCION"
7535 PRINT
7540 PRINT"          1- ESTA DE ACUERDO"
7545 PRINT
7555 PRINT"          2- QUIERE PROPONER "
7556 PRINT"          OTRA SECCION"
7557 PRINT
7560 PRINT"          3- QUIERE REGRESAR"
7565 PRINT"          AL MENU PRINCIPAL"
7567 PRINT
7568 PRINT
7569 PRINT
7570 PRINT
7575 INPUT"          OPCION ELEGIDA: ";A
7580 ON A GOSUB 7585,7005,200
7585 X1=G1
7590 X2=T3
7595 X3=T4
7600 GOTO 5130
8000 REM:IMPRESIONES
8005 PRINT""
8010 PRINT
8015 PRINT"          IMPRESIONES"
8016 PRINT
8017 PRINT
8020 PRINT"          ELIJA UNA OPCION"
8021 PRINT
8022 PRINT
8023 PRINT"          1- SI"
8024 PRINT
8025 PRINT"          2- NO"
8026 FOR Y=1 TO 5
8027 PRINT CHR$(17)
8028 NEXT Y
8029 INPUT"          OPCION ELEGIDA : ";AB
8031 ON AB GOSUB 8032,8180
8032 PRINT""
8033 FOR Y=1 TO 5
8034 PRINT CHR$(17)
8035 NEXT Y
8036 PRINT"          ** IMPRIMIENDO **"
8040 OPEN 3,4
8042 PRINT#3,CHR$(13)
8044 PRINT#3,CHR$(12)
8062 PRINT#3," "
8065 PRINT#3,CHR$(15);CHR$(14);"          D A T O S "
8066 PRINT#3," "
8067 PRINT#3," "
8068 PRINT#3," "
8069 PRINT#3,CHR$(15);CHR$(29);CHR$(14);"          LONGITUD.....=";
M3/100;"MTO"
8070 PRINT#3,"          MOMENTO FLEXIONANTE.....=";Y1;"T-M"
8071 PRINT#3,"          FUERZA CORTANTE.....=";Y2;"TON"
8072 PRINT#3,"          MOMENTO FLEXIONANTE.....=";N7;"T-M"
8073 PRINT#3," "
8074 PRINT#3," "
8075 PRINT#3,"          MATERIALES"
8076 PRINT#3,"

```

```

8077 PRINT#3, "          F'C..=";X4;"KG/CM^2"
8078 PRINT#3, "          FY..=";X5;"KG/CM^2"
8080 PRINT#3, "          FV...=";FV;"KG/CM^2"
8082 PRINT#3, " "
8084 PRINT#3, " "
8085 PRINT#3, " "
8086 PRINT#3, " "
8087 PRINT#3, " "
8088 IF RF>1 THEN 8099
8089 PRINT#3, "          SECCION RECTANGULAR"
8090 PRINT#3, " "
8095 PRINT#3, "          BASE .....=";X1;"CM"
8096 PRINT#3, "          PERALTE TOTAL.....=";X2;"CM"
8097 PRINT#3, "          RECUBRIM.....=";X3;"CM"
8098 GOTO 8114
8099 PRINT#3, " "
8100 PRINT#3, "          SECCION * T * "
8102 PRINT#3, " "
8103 PRINT#3, "          BASE DEL PATIN....=";G1;"CM"
8106 PRINT#3, "          ESPESOR DEL PATIN =";T2;"CM"
8108 PRINT#3, "          BASE DEL ALMA.....=";T1;"CM"
8110 PRINT#3, "          PERALTE TOTAL.....=";T3;"CM"
8112 PRINT#3, "          RECUBRIMIENTO.....=";T4;"CM"
8114 PRINT#3, " "
8116 PRINT#3, " "
8118 PRINT#3, " "
8120 PRINT#3, " "
8122 PRINT#3, " "
8124 PRINT#3, CHR$(15);CHR$(14);"          R E S U L T A D O S"
8126 PRINT#3, " "
8128 PRINT#3, " "
8130 PRINT#3, CHR$(15);CHR$(29);CHR$(14);"          FLEXION"
8132 PRINT#3, "          ACERO A TENSION.....=";M2;"CM^2"
8134 PRINT#3, "          ACERO A COMPRESION....=";CH;"CM^2"
8136 PRINT#3, "          RECUBRIMIENTO (A'S)...=";Q5;"CM"
8138 PRINT#3, " "
8140 PRINT#3, " "
8142 PRINT#3, "          CORTANTE"
8144 PRINT#3, "          AREA DEL ESTRIBO.....=";M8;"CM^2"
8146 PRINT#3, "          SEPARACION CALCULADA=";S;"CM"
8148 PRINT#3, "          SEPARACION MAXIMA....=";S0;"CM"
8150 PRINT#3, " "
8152 PRINT#3, " "
8154 PRINT#3, "          CORTANTE Y TORSION"
8156 PRINT#3, "          AREA DEL ESTRIBO....=";ET;"CM^2"
8158 PRINT#3, "          SEPARACION CALCULADA=";Q1;"CM"
8160 PRINT#3, "          SEPARACION MAXIMA....=";QY;"CM"
8162 PRINT#3, "          SEPARACION MINIMA....=";QX;"CM"
8164 PRINT#3, " "
8166 PRINT#3, " "
8168 PRINT#3, " "
8170 PRINT#3, " "
8175 CLOSE 3
8180 PRINT""
8185 PRINT
8190 PRINT"          ELIJA UNA OPCION"
8195 PRINT
8200 PRINT
8205 PRINT"          1- QUIERE DISE&AR"
8210 PRINT"          OTRA VIGA"

```

```
8215 PRINT
8220 PRINT"          2- QUIERE REGRESAR"
8225 PRINT"          AL MENU PRINCIPAL"
8230 PRINT
8235 PRINT"          3- QUIERE TERMINAR"
8240 PRINT"          LA SESION"
8245 PRINT
8250 PRINT
8255 PRINT
8260 PRINT
8265 PRINT
8270 INPUT"          OPCION ELEGIDA:";A
8375 ON A GOSUB 4500,9000,10000
9000 PRINT""
9005 FOR I=1 TO 6
9010 PRINTCHR$(17)
9015 NEXT I
9020 PRINT"          ** ESPERE UN MOMENTO **"
9025 LOAD"P1",8
10000 PRINT""
10010 NEW
```

READY.



READY.

```

1 REM:PROGRAMA P2
2 R1=0
3 R2=0
4 I5=0
5 N4=0
6 POKE 53280,6:POKE 53281,7
7 N6=0
8 DIM G0$(10)
9 DIM P(3),C(3)
10 DIM W(3),A(3),B(3)
11 DIM X(20),M(20),V(20),Z(20),Y(20),S5(20)
12 DIM H1(4),H2(4),D1(20),D2(20),D(5),U1(20),U2(20),U3(20),U5(20)
13 PRINT""
14 PRINT" PROPORCIONE LOS SIGUIENTES DATOS"
15 PRINT
16 INPUT"          VIGA # :";G0
17 PRINT
18 INPUT"          LONGITUD EN METROS ... =";L
19 PRINT
20 PRINT
21 PRINT"          DATOS CORRECTOS (S/N)"
22 INPUT"          RESPUESTA.....:";SS*
23 IF SS*="S" THEN 32
24 IF SS*="N" THEN 13
25 GOTO 21
32 PRINT""
33 PRINT"  NOTA:"
34 PRINT"  MOMENTOS POSITIVOS CON RESPECTO"
35 PRINT"  A LAS MANECILLAS DEL RELOJ"
36 PRINT
37 PRINT
38 PRINT
39 PRINT"          PRESIONE LA TECLA (RETURN)"
41 GET K$:IFK$=""THEN 41
43 PRINT""
44 PRINT" PROPORCIONE LOS SIGUIENTES DATOS"
45 PRINT
46 PRINT" MOMENTOS EN LOS EXTREMOS (T-M)"
47 PRINT
48 PRINT" POR CARGAS VERTICALES"
49 INPUT"          IZQUIERDO=";M1
50 INPUT"          DERECHO  =";M2
51 PRINT
52 PRINT" POR CARGAS VERTICALES REDUCIDAS"
53 INPUT"          IZQUIERDO=";MA
54 INPUT"          DERECHO  =";MB
55 PRINT
56 PRINT" POR SISMO "
57 INPUT"          IZQUIERDO=";M3
58 INPUT"          DERECHO  =";M4
59 PRINT
60 PRINT
61 PRINT

```

```

62 PRINT"          DATOS CORRECTOS (S/N)"
63 INPUT"          RESPUESTA.....:";SS*
64 IF SS*="S" THEN 124
65 IF SS*="N" THEN 43
66 GOTO 63
124 IF ABS(M2*1.4) > ABS(MB+M4)*1.1 THEN 126
126 IF ABS(M1*1.4) > ABS(MA+M3)*1.1 THEN 128
127 GOTO 138
128 F1=1.4
129 PRINT""
130 PRINT" RIGE CARGAS VERTICALES * 1.4"
131 PRINT
132 PRINT"          PRESIONE LA TECLA (RETURN)"
134 GET K*:IFK*="" THEN 134
135 GOTO 170
138 F1=1.1
139 PRINT""
147 PRINT" RIGE CARGAS VERTICALES + SISMO * 1.1"
148 PRINT
149 PRINT"          PRESIONE LA TECLA (RETURN)"
151 GET K*:IFK*="" THEN 151
170 PRINT""
171 INPUT"          # DE CARGAS DISTRIBUIDAS=";N1
172 PRINT
173 INPUT"          # DE CARGAS CONCENTRADAS=";N2
174 FOR Y=1 TO 7
175 PRINT CHR$(17)
176 NEXT Y
177 PRINT"          DATOS CORRECTOS (S/N)"
178 INPUT"          RESPUESTA.....:";SS*
179 IF SS*="S" THEN 190
180 IF SS*="N" THEN 170
181 GOTO 178
190 IF N1=0 THEN GOTO 260
195 PRINT""
200 FOR I=1 TO N1
202 PRINT" CARGA DISTRIBUIDA #";I
203 INPUT" VALOR (T/M) .....=";W(I)
204 INPUT" DIST.INICIAL (MTO)=";A(I)
205 INPUT" DIST.FINAL (MTO)=";B(I)
206 PRINT
207 PRINT
208 PRINT"          DATOS CORRECTOS (S/N)"
209 INPUT"          RESPUESTA.....:";SS*
210 PRINT
211 PRINT
212 IF SS*="S" THEN 230
213 IF SS*="N" THEN 202
214 GOTO 209
230 RA=RA+W(I)*(B(I)-A(I))
240 RB=RB+W(I)*(B(I)-A(I))*(B(I)+A(I))*0.5
250 NEXT I
260 IF N2=0 THEN 322
262 PRINT""
270 FOR I=1 TO N2
275 PRINT" CARGA CONCENTRADA #";I
280 INPUT" VALOR (TON.) .....=";P(I)
285 INPUT" LOCALIZACION (MTO)=";C(I)
286 PRINT
287 PRINT

```

```

288 PRINT"          DATOS CORRECTOS (S/N)  "
289 INPUT"          RESPUESTA.....:";SS$
290 PRINT
291 PRINT
292 IF SS$="S" THEN 300
293 IF SS$="N" THEN 275
294 GOTO 289
300 RA=RA+P(I)
310 RB=RB+P(I)*C(I)
320 NEXT I
322 PRINT""
324 PRINT" EN CUANTAS SECCIONES DE LA VIGA #";G0
325 PRINT
326 PRINT"          QUIERE RESULTADOS DE  :"
327 PRINT"          ANALISIS-DISEÑO"
328 PRINT
329 INPUT"          NUMERO=";N
335 R3=(R2+M1+M2)/L
340 R4=R1-R3
380 IF F1=1.4 THEN 390
381 GOTO 430
390 M5=M1
400 M6=M2
401 K=0
410 GOSUB 3000
420 GOTO 510
430 FOR K=1 TO 2
440 IF K=1 THEN 450
441 GOTO 489
450 M5=MA+M3
460 M6=MB+M4
470 PRINT""
471 PRINT" SISMO ACTUANDO DE IZQ.==> DER."
472 FOR Y=1 TO 7
473 PRINT CHR$(17)
474 NEXT Y
475 PRINT"          PRESIONE LA TECLA (RETURN)"
477 GETK$:IFK$=""THEN 477
480 GOTO 500
489 M5=MA-M3
490 M6=MB-M4
491 PRINT""
492 PRINT" SISMO ACTUANDO DE DER.==> IZQ. "
493 FOR Y=1 TO 7
494 PRINT CHR$(17)
495 NEXT Y
496 PRINT"          PRESIONE LA TECLA (RETURN)"
498 GET K$:IFK$=""THEN 498
499 R2=0:R1=0
500 GOSUB 3000
505 GOTO 5000
510 GOTO 5000
3000 R2=(RB+M5+M6)/L
3010 R1=RA-R2
3012 PRINT""
3014 PRINT"          R E A C C I O N E S  "
3016 PRINT
3018 PRINT
3020 PRINT"          IZQUIERDA .....=";R1;"TON"
3021 PRINT"          DERECHA .....=";R2;"TON"

```

```

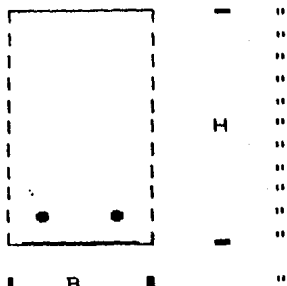
3022 PRINT
3023 PRINT
3024 PRINT
3025 PRINT"      PRESIONE LA TECLA (RETURN)"
3030 GETK$:IFK$=""THEN3030
3050 V1=R1
3060 FOR J=1 TO N+1
3070 X(J)=(J-1)*(L/N)
3080 M(J)=M5+X(J)*V1
3090 V(J)=V1
3100 IF N1=0 THEN 3200
3110 FOR I=1 TO N1
3120 IF X(J) (<= A(I) THEN 3190
3130 IF X(J) >= B(I) THEN 3170
3140 M(J)=M(J)-W(I)*(X(J)-A(I))*(X(J)-A(I))*0.5
3150 V(J)=V(J)-W(I)*(X(J)-A(I))
3160 GOTO 3190
3170 M(J)=M(J)-W(I)*(B(I)-A(I))*(X(J)-(B(I)+A(I))*0.5)
3180 V(J)=V(J)-W(I)*(B(I)-A(I))
3190 NEXT I
3200 IF N2=0 THEN 3252
3210 FOR I=1 TO N2
3220 IF X(J) (<= C(I) THEN 3250
3230 M(J)=M(J)-P(I)*(X(J)-C(I))
3240 V(J)=V(J)-P(I)
3250 NEXT I
3252 PRINT""
3253 PRINT"      EN X ..... =";X(J);"MTO. "
3254 PRINT"      EL MOMENTO      =";M(J);"TON-MTO"
3255 PRINT"      EL CORTANTE      =";V(J);"TON. "
3256 PRINT
3257 PRINT
3258 PRINT"      PRESIONE LA TECLA (RETURN)"
3260 GETK$:IFK$=""THEN 3260
3265 M(J)=M(J)*100000
3267 V(J)=V(J)*1000
3270 NEXT J
3280 GOSUB 4000
3290 IF K=0 THEN 420
3292 IF K)0 THEN 505
4000 IF K=2 THEN 4100
4003 PRINT""
4004 PRINT"      *****"
4005 PRINT"      ** TIPO DE SECCION **"
4006 PRINT"      *****"
4007 PRINT
4008 PRINT"      ELIJA UNA OPCION"
4009 PRINT
4010 PRINT"      1- RECTANGULAR  "
4011 PRINT
4012 PRINT"      2- TE          "
4014 PRINT
4015 PRINT
4016 PRINT
4017 PRINT
4018 PRINT
4019 INPUT"      OPCION ELEGIDA:";A
4020 ON A GOSUB 4021,4070
4021 PRINT""
4022 PRINT" PROPORCIONE LOS VALORES EN CM."

```

```

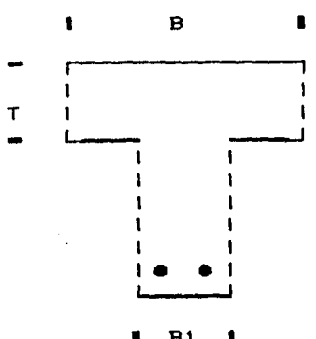
4024 PRINT
4025 PRINT"
4026 PRINT"
4027 PRINT"
4028 PRINT"
4029 PRINT"
4030 PRINT"
4031 PRINT"
4032 PRINT"
4033 PRINT"
4034 PRINT"
4035 PRINT"
4036 PRINT
4037 PRINT"
4038 PRINT
4039 PRINT
4040 INPUT"
4041 INPUT"
4042 PRINT
4043 PRINT
4044 PRINT
4045 PRINT"
4046 INPUT"
4047 IF SS$="S" THEN 4050
4048 GOTO 4021
4050 T1=0
4055 GOTO 4100
4070 PRINT""
4072 PRINT" PROPORCIONE LOS VALORES EN CM."
4073 PRINT
4074 PRINT"
4075 PRINT
4076 PRINT"
4077 PRINT"
4078 PRINT"
4079 PRINT"
4080 PRINT"
4081 PRINT"
4082 PRINT"
4083 PRINT"
4084 PRINT"
4085 PRINT"
4086 PRINT"
4087 PRINT
4088 PRINT"
4089 PRINT
4090 INPUT"
4091 INPUT"
4092 INPUT"
4093 INPUT"
4094 PRINT
4095 PRINT"
4096 INPUT"
4097 IF SS$="S" THEN 4100
4098 GOTO 4070
4100 PRINT""
4101 PRINT" PROPORCIONE LOS SIGUIENTES DATOS"
4102 PRINT
4103 INPUT"
4104 PRINT

```



BASE        =" ;B1  
PERALTE     =" ;H

DATOS CORRECTOS (S/N) "  
RESPUESTA :";SS\$



B .....        =" ;B2  
H .....        =" ;H  
T .....        =" ;T1  
B1 .....       =" ;B1

DATOS CORRECTOS (S/N) "  
RESPUESTA :";SS\$

F'C=" ;F2

```

4105 INPUT"                                FY=";F3
4106 FOR Y=1 TO 6
4107 PRINT CHR$(17)
4108 NEXT Y
4109 PRINT"                                DATOS CORRECTOS (S/N)"
4110 INPUT"                                RESPUESTA:";SS$
4111 IF SS$="S" THEN 4120
4112 GOTO 4100
4120 F4=0.8*F2
4130 IF F4>250 THEN 4160
4140 F5=0.85*F4
4150 GOTO 4170
4160 F5=(1.05-F4/1250)*F4
4170 FOR J=1 TO N+1
4180 IF M(J) < 0 THEN 4185
4181 GOTO 4290
4185 IF 2*F1*ABS(M(J))/(0.9*F5*B1*(H-5)+2) > 1 THEN 4410
4190 A3=(H-5)*B1*F5*(1-SQR(1-2*ABS(M(J))*F1/(0.9*F5*B1*(H-5)+2)))/F3
4200 A6=0.7*B1*(H-5)*SQR(F2)/F3
4210 IF A3 < A6 THEN 4215
4212 GOTO 4220
4215 A3=A6
4220 IF A3 < 0.75*B1*(H-5)*F5*4800/((6000+F3)*F3) THEN 4230
4221 GOTO 4270
4230 M7=B1*(H-5)+2*F5*3240/(6000+F3)*(1-2400/(6000+F3))
4240 A4=(ABS(M(J))*F1-M7)/(F3*(H-10)*0.9)
4250 PRINT""
4252 PRINT" EN X .....=";X(J);"MTO."
4253 PRINT" AS (TENSION) .....=";A3+A4;"CM+2"
4254 PRINT" AS (COMPRESION) .....=";A4;"CM+2"
4256 PRINT
4258 PRINT
4259 PRINT"          PRESIONE LA TECLA (RETURN)"
4260 GETK$:IFK$="" THEN 4260
4262 Z(J)=A3+A4
4264 Y(J)=A4
4265 GOTO 4400
4270 PRINT""
4272 PRINT" EN X .....=";X(J);"MTO."
4273 PRINT" AS (TENSION) .....=";A3;"CM+2"
4274 PRINT" AS (COMPRESION).....=30% DE A'S"
4275 PRINT
4276 PRINT
4277 PRINT"          PRESIONE LA TECLA (RETURN)"
4279 Z(J)=A3
4280 Y(J)=0.3*A3
4281 GET K$: IF K$="" THEN 4281
4285 GOTO 4400
4290 IF A =1 THEN 4190
4291 GOTO 4295
4295 IF ABS(M(J))*2*F1/(0.9*F5*B2*(H-5)+2) > 1 THEN 4410
4300 A3=(H-5)*B2*F5*(1-SQR(1-2*ABS(M(J))*F1/(0.9*F5*B2*(H-5)+2)))/F3
4310 A7=A3*F3/(B2*F5)
4320 IF A7 > T1 THEN 4330
4321 GOTO 4380
4330 B3=(B2-B1)*T1
4340 X2=0.5*(F3/B1*F5)+2
4350 X3=-F3*((H-5)/F5+B3)/B1
4360 X4=ABS(M(J))*F1/0.9+B3*(H-5)/B1+0.5*(B3/B1)+2-F5*B3*(H-5-T1/2)
4365 IF 4*X2*X4 > X3+2 THEN 4410

```

```

4370 A3=(-X3-SQR(X3+2-4*X2*X4))/(2*X2)
4380 PRINT""
4382 PRINT" EN X .....=";X(J);"MTO."
4383 PRINT" AS (TENSION) .....=";A3;"CM+2"
4384 PRINT" AS (COMPRESION AL 30%)=";0.3*A3;"CM+2"
4385 PRINT
4386 PRINT
4387 PRINT"      PRESIONE LA TECLA (RETURN)"
4388 Z(J)=A3
4389 Y(J)=0.3*A3
4390 GETK$:IFK$="" THEN4390
4400 IF A3 > 0.03*B1*(H-5) THEN 4410
4401 GOTO 4450
4410 H=H+5
4420 PRINT""
4421 PRINT"      AUMENTAREMOS EL PERALTE A"
4422 FOR Y=1 TO 4
4423 PRINT CHR$(17)
4424 NEXT Y
4425 PRINT"      H=";H
4426 FOR Y=1 TO 4
4427 PRINT CHR$(17)
4428 NEXT Y
4429 PRINT"      PRESIONE LA TECLA (RETURN)"
4430 GETK$:IFK$="" THEN 4430
4432 IF J=1 THEN 4440
4435 I5=1
4440 GOTO 4170
4450 P1=A3/(B1*(H-5))
4460 IF P1 > 0.01 THEN 4470
4461 GOTO 4490
4470 V2=0.4*B1*(H-5)*SQR(F4)
4480 GOTO 4500
4490 V2=0.8*(0.2+30*P1)*B1*(H-5)*SQR(F4)
4500 IF ABS(V(J))*F1 > V2*5 THEN 4510
4501 GOTO 4540
4510 B1=B1+5
4515 PRINT""
4516 PRINT"      AUMENTAREMOS LA BASE A"
4518 FOR Y=1 TO 4
4519 PRINT CHR$(17)
4520 NEXT Y
4521 PRINT"      B=";B1;"CM."
4522 FOR Y=1 TO 4
4523 PRINT CHR$(17)
4524 NEXT Y
4525 PRINT"      PRESIONE LA TECLA (RETURN)"
4526 GET K$:IFK$="" THEN 4526
4527 I5=1
4530 GOTO 4170
4540 IF ABS (V(J))*F1 < V2 THEN 4606
4545 S3=0.8*4200*(H-5)/(ABS(V(J))*F1-V2)
4550 S4=0.8*4200/(3.5*B1)
4560 IF S4 > S3 THEN S5(J)=S3 : GOTO 4570
4561 S5(J)=S4
4570 PRINT""
4571 PRINT
4572 PRINT"      E S T R I B O S "
4573 FOR I=1 TO 4
4574 IF J=1 THEN 4580

```

```

4575 IF J > 1 THEN 4590
4577 IF IS = 1 THEN 4590
4578 IF K=2 THEN 4590
4580 READ H1(I),H2(I)
4590 S6=S5(J)*H1(I)
4592 PRINT
4593 PRINT"          USANDO DEL # .....";H2(I)
4594 PRINT"          LA SEPARACION .....=";S6*2;"CM."
4595 PRINT
4596 NEXT I
4597 PRINT
4598 PRINT
4599 PRINT"          PRESIONE LA TECLA (RETURN)"
4600 GET K$:IF K$="" THEN 4600
4604 GOTO 4620
4605 DATA 0.49,2.5,0.71,3,1.27,4,1.98,5
4606 PRINT""
4607 PRINT"          E S T R I B O S"
4608 PRINT
4609 PRINT"          USAR EST. # 2.5 @ ";H/2;"CM"
4610 FOR Y=1 TO 7
4611 PRINT CHR$(17)
4612 NEXT Y
4613 PRINT"          PRESIONE LA TECLA (RETURN)"
4614 GET K$: IF K$="" THEN 4614
4615 IF J)1 THEN 4620
4616 FOR I=1 TO 4
4617 READ H1(I),H2(I)
4618 NEXT I
4619 DATA 0.49,2.5,0.71,3,1.27,4,1.98,5
4620 D1(J)=M1*(L-X(J))/6*(2*X(J)*L-X(J)^2)/L
4630 D1(J)=D1(J)-M2*X(J)/6*(L^2-X(J)^2)/L
4640 IF N1=0 THEN 4820
4650 FOR I=1 TO N1
4660 D(I)=B(I)-A(I)
4670 IF A(I)=0 THEN 4680
4671 GOTO 4730
4680 IF X(J) > B(I) THEN 4690
4681 GOTO 4710
4690 D1(J)=D1(J)+W(I)*D(I)^2*(L-X(J))/24*(4*X(J)*L-2*X(J)^2-D(I)^2)/L
4700 GOTO 4810
4710 U1(I)= D(I)^2*(2*L-D(I))
4711 D1(J)=D1(J)+W(I)*X(J)/24*(U1(I)^2-2*D(I)*X(J)^2*(2*L-D(I))+L*X(J)^3)/L
4720 GOTO 4810
4730 IF X(J) < A(I) THEN 4740
4731 GOTO 4760
4740 U2(I)=B(I)^2*(2*L-B(I))^2-A(I)^2*(2*L-A(I))
4742 D1(J)=D1(J)+W(I)*X(J)/24*(U2(I)^2)/L
4744 U3(I)=(2*L-B(I))
4745 D1(J)=D1(J)+W(I)*X(J)/24*(2*A(I)*X(J)^2*(2*L-A(I))-2*B(I)*X(J)^2*U3(I))/L
4750 GOTO 4810
4760 IF X(J) > B(I) THEN 4770
4761 GOTO 4790
4770 D1(J)=D1(J)+W(I)*(L-X(J))/24*(B(I)^2*(4*X(J)*L-2*X(J)^2-B(I)^2))/L
4775 D1(J)=D1(J)-W(I)*(L-X(J))/24*(A(I)^2*(4*X(J)*L-2*X(J)^2-A(I)^2))/L

```



```

4780 GOTO 4810
4790 U5(I)=B(I)+2*(2*L-B(I))+2-2*B(I)*X(J)+2*(2*L-B(I))
4791 D1(J)=D1(J)+W(I)*X(J)/24*(U5(I)+L*X(J)+3)/L
4800 D1(J)=D1(J)-W(I)*A(I)+2*(L-X(J))/24*(4*X(J)*L-2*X(J)+2-A(I)+2)/
L
4810 NEXT I
4820 IF N2=0 THEN 4870
4830 FOR I=1 TO N2
4835 IF X(J) > C(I) THEN 4860
4840 D1(J)=D1(J)+P(I)*(L-C(I))*X(J)*(L+2-(L-C(I))+2-X(J)+2)/(6*L)
4850 GOTO 4865
4860 D1(J)=D1(J)+P(I)*C(I)*(L-X(J))*(L+2-C(I)+2-(L-X(J))+2)/(6*L)
4865 NEXT I
4870 E1=85000*SQR(F2)
4880 I2=0.6*B1*H+3/120000000
4890 D2(J)=D1(J)/(E1*I2)
4900 D2(J)=D2(J)*2.6
4930 N4=0
4935 N6=0
4940 NEXT J
4945 GOTO 3290
4955 GOTO 5000
5000 REM: IMPRESIONES
5009 PRINT""
5010 PRINT"                IMPRESIONES"
5012 PRINT
5014 PRINT
5016 PRINT"                ELIJA UNA OPCION"
5018 PRINT
5020 PRINT
5022 PRINT"                1- SI  "
5023 PRINT
5024 PRINT"                2- NO  "
5026 FOR Y=1 TO 5
5027 PRINT CHR$(17)
5028 NEXT Y
5029 INPUT"                OPCION ELEGIDA:";AB
5030 ON AB GOSUB 5031,5206
5031 OPEN 3,4
5032 PRINT#3,CHR$(13)
5033 PRINT#3,CHR$(12)
5034 PRINT#3,CHR$(14);"                D A T O S"
5035 PRINT#3," "
5036 PRINT#3," "
5037 PRINT#3,CHR$(15);CHR$(29);CHR$(14);CHR$(16);"57VIGA NUMERO :";G
0
5038 PRINT#3," "
5039 PRINT#3," "
5040 PRINT#3,CHR$(15);CHR$(29);CHR$(14);CHR$(16);"54LONGITUD =";L;"M
TO"
5041 PRINT#3," "
5042 PRINT#3," "
5043 PRINT#3," "
5044 PRINT#3,CHR$(15);CHR$(29);CHR$(14);"                MOMENTOS POR CARGAS V
ERTICALES"
5046 PRINT#3,CHR$(15);"                MOMENTO IZQUIERDO = ";M1;"T-M"
5048 PRINT#3,"                MOMENTO DERECHO  = ";M2;"T-M"
5050 PRINT#3," "
5052 PRINT#3,CHR$(15);CHR$(29);CHR$(14);"                MOMENTOS POR CARGAS R
EDUCIDAS"

```

```

5054 PRINT#3,CHR$(15);"          MOMENTO IZQUIERDO = ";MA;"T-M"
5056 PRINT#3,"          MOMENTO DERECHO  = ";MB;"T-M"
5058 PRINT#3," "
5060 PRINT#3,CHR$(15);CHR$(29);CHR$(14);"          MOMENTOS POR SISMO"
5062 PRINT#3,CHR$(15);"          MOMENTO IZQUIERDO = ";M3;"T-M"
5064 PRINT#3,"          MOMENTO DERECHO  = ";M4;"T-M"
5065 PRINT#3," "
5066 PRINT#3," "
5067 PRINT#3," "
5068 PRINT#3,CHR$(29);CHR$(14);"          NUMERO DE CARGAS DISTRIBUIDAS=
";N1
5070 PRINT#3,CHR$(29);CHR$(14);"          NUMERO DE CARGAS CONCENTRADAS=
";N2
5072 PRINT#3," "
5074 FOR I=1 TO N1
5076 PRINT#3,CHR$(15);"          CARGA DISTRIBUIDA # ";I
5078 PRINT#3,"          VALOR DE LA CARGA = ";W(I);"T/M"
5080 PRINT#3,"          X INICIAL ..... = ";A(I);"MTO"
5082 PRINT#3,"          X FINAL..... = ";B(I);"MTO"
5084 PRINT#3," "
5086 NEXT I
5088 PRINT#3,
5090 FOR I=1 TO N2
5092 PRINT#3,"          CARGA CONCENTRADA # ";I
5094 PRINT#3,"          VALOR DE LA CARGA = ";P(I);"TON"
5096 PRINT#3,"          X DE APLICACION . = ";C(I);"MTO"
5098 PRINT#3," "
5100 NEXT I
5102 PRINT#3," "
5104 PRINT#3,CHR$(15);CHR$(14);"          RESULTADOS - ANALISIS  "
5105 PRINT#3," "
5106 PRINT#3,CHR$(15);"          NUMERO DE SALIDAS
="";N
5107 PRINT#3," "
5108 FOR J=1 TO N+1
5110 PRINT#3,"          SI X ..... = ";X(J);"MTO"
5112 PRINT#3,"          MOMENTO =";M(J)/100000;"T-M"
5114 PRINT#3,"          CORTANTE=";V(J)/1000;"TON"
5116 PRINT#3,
5118 NEXT J
5120 IF A=1 THEN 5136
5122 PRINT#3,CHR$(15);CHR$(29);CHR$(14);"          DATOS DE LA SECC
ION"
5124 PRINT#3," "
5126 PRINT#3,"          BASE DEL PATIN .... =";B2;"CM"
5128 PRINT#3,"          PERALTE DEL PATIN . =";T1;"CM"
5130 PRINT#3,"          BASE DEL ALMA ..... =";B1;"CM"
5132 PRINT#3,"          PERALTE TOTAL ..... =";H;"CM"
5134 GOTO 5144
5136 PRINT#3,CHR$(15);CHR$(29);CHR$(14);"          DATOS DE LA SEC
CION"
5138 PRINT#3," "
5140 PRINT#3,"          BASE ..... =";B1;"CM"
5142 PRINT#3,"          PERALTE ..... =";H;"CM"
5144 PRINT#3," "
5146 PRINT#3," "
5148 PRINT#3,CHR$(15);CHR$(29);CHR$(14);"          PROPIEDADES DE LOS M
ATERIALES"
5150 PRINT#3," "
5152 PRINT#3," "

```

```

5153 PRINT#3,CHR*(15);"          F'C ..... =";F2;"KG/CM^2"
5154 PRINT#3,"          F Y ..... =";F3;"KG/CM^2"
5156 PRINT#3," "
5158 PRINT#3," "
5160 PRINT#3," "
5162 PRINT#3,CHR*(14);"          RESULTADOS - DISE&O ";CHR*(15)
5164 FOR J=1 TO N+1
5166 PRINT#3," "
5168 PRINT#3,"          EN LA SECCION .....
... # ";J
5170 PRINT#3,"          X ..... = ";X(J);"MTD"
5172 PRINT#3,"          AS ..... = ";Z(J);"CM^2"
5174 PRINT#3,"          AS (COMPRESION) ..... = ";Y(J);"CM^2"
5176 PRINT#3," "
5177 PRINT#3," "
5178 PRINT#3,"          E S T R I B O S "
5179 PRINT#3," "
5180 PRINT#3," "
5181 PRINT#3," "
5182 FOR I=1 TO 4
5183 IF S5(J)=0 THEN 5198
5184 S6=S5(J)*H1(I)
5186 PRINT#3,"          CON ESTRIBO # ";H2(I)
5188 PRINT#3,"          --> SEPARACION=";S6*2;"CM"
5190 PRINT#3," "
5192 NEXT I
5194 NEXT J
5196 CLOSE 3
5197 GOTO 5206
5198 PRINT#3,"          USAR EST. # 2.5 @ ";H/2;"CM"
5200 PRINT#3," "
5202 GOTO 5192
5206 PRINT""
5208 PRINT"          ELIJA UNA OPCION"
5210 PRINT"
5212 PRINT"          1- QUIERE ANALIZAR Y "
5214 PRINT"          DISE&AR OTRA VIGA"
5216 PRINT"
5220 PRINT"          2- QUIERE REGRESAR AL "
5222 PRINT"          MENU PRINCIPAL "
5224 PRINT"
5226 PRINT"          3- QUIERE TERMINAR "
5228 PRINT"          LA SESION "
5230 PRINT"
5232 PRINT"
5234 INPUT "          OPCION ELEGIDA :";BB
5236 ON BB GOSUB 1,5238,5264
5238 PRINT""
5242 PRINT"
5243 PRINT"
5244 PRINT"
5245 PRINT"
5246 PRINT"
5247 PRINT"
5248 PRINT"          ESPERE UN MOMENTO "
5249 PRINT"
5250 PRINT"
5252 PRINT"
5262 LOAD"P1",8
5264 PRINT""

```

5266 NEW  
5268 END

READY.

READY.

```

1 REM: PROGRAMA P3
5 POKE 53280,6:POKE 53281,7
10 DIM X(25),V(25,2),M(25,2)
20 DIM S(25),B(25),Y(25),Z(25)
25 REM
30 GOSUB 80
35 REM
40 GOSUB 430
45 REM
50 GOSUB 680
55 REM
60 GOSUB 1850
70 GOTO 2200
80 PRINT
130 PRINT""
135 PRINT"          VIGAS    SIMPLES"
140 PRINT
160 PRINT
170 PRINT"          DATOS DEL PROBLEMA"
180 PRINT"*****"
181 PRINT
182 PRINT
183 PRINT
190 INPUT"          LONGITUD DEL CLARO (MTO) =";L
200 PRINT
210 N=1
220 PRINT
250 INPUT"          NUMERO DE SUB-INTERVALOS =";K1
261 PRINT
270 PRINT"          PUNTOS ADICIONALES"
290 INPUT"          FUERA DE POSICION ..... =";K2
300 PRINT
301 PRINT
302 PRINT
303 PRINT
304 PRINT"          DATOS CORRECTOS (S/N) "
305 INPUT"          RESPUESTA :";BB$
306 IF BB$="S" THEN 310
307 IF BB$="N" THEN 130
308 GOTO 305
310 T=K1+K2+1
320 REM
330 FOR I=1 TO T
340 X(I)=0
350 FOR J=1 TO 2
360 M(I,J)=0
370 V(I,J)=0
380 NEXT J
390 NEXT I
400 RETURN
410 REM
430 D=L/(K1)
440 K3=K1+1

```

```

450 FOR I=1 TO K3
460 X(I)=(I-1)*D
470 NEXT I
480 K4=K3+1
490 IF K2=0 THEN 670
495 PRINT""
496 PRINT
500 PRINT"          DEFINA LOS PUNTOS EXTRAS"
510 FOR I=K4 TO T
520 I1=I-K3
530 PRINT
540 PRINT"          PUNTO # ";I1
550 INPUT"          DISTANCIA (MTO)";X(I)
560 NEXT I
561 PRINT
562 PRINT
563 PRINT
564 PRINT
565 PRINT"          DATOS CORRECTOS (S/N)"
566 INPUT"          RESPUESTA :";BB$
567 IF BB$="S" THEN 570
568 IF BB$="N" THEN 495
569 GOTO 566
570 T1=T-1
580 FOR I=1 TO T1
590 I1=I+1
600 FOR J=I1 TO T
610 IF X(J)>X(I) THEN 650
620 Y=X(I)
630 X(I)=X(J)
640 X(J)=Y
650 NEXT J
660 NEXT I
670 RETURN
680 REM
710 PRINT
720 K=0
730 K=K+1
740 IF K>N THEN 1180
750 PRINT
760 REM
770 FOR I=1 TO T
780 S(I)=0
790 B(I)=0
800 NEXT I
805 PRINT""
806 PRINT"          *****"
807 PRINT"          DEFINA EL"
809 PRINT"          CASO DE CARGA # = ";K
810 PRINT"          *****"
820 PRINT
830 INPUT"          MULTIPLICADOR =";Z
840 PRINT
845 PRINT
846 PRINT
850 PRINT"          MOMENTOS EN LOS EXTREMOS"
860 PRINT
870 INPUT"          MOMENTO IZQUIERDO (T-M) =";M0
880 INPUT"          MOMENTO DERECHO (T-M) =";M1
890 REM

```

```

900 GOSUB 1200
910 PRINT
920 PRINT " VALOR DE LA CARGA REPARTIDA "
930 PRINT
940 INPUT " VALOR INICIAL (T/M) =" ; W0
950 INPUT " VALOR FINAL (T/M) =" ; W1
960 REM
970 GOSUB 1310
980 PRINT
990 INPUT " NUMERO DE CARGAS PUNTUALES=" ; N3
1000 IF N3=0 THEN 1121
1010 J=0
1020 J=J+1
1030 IF J>N3 THEN 1121
1040 PRINT
1050 PRINT " CARGA PUNTUAL . #";J
1070 INPUT " MAGNITUD ..... =" ; P
1080 INPUT " DISTANCIA ..... =" ; A1
1081 PRINT
1082 Y(J)=P
1083 Z(J)=A1
1090 REM
1100 GOSUB 1460
1110 REM
1120 GOTO 1020
1121 PRINT
1122 PRINT
1123 PRINT
1124 PRINT " DATOS CORRECTOS (S/N)"
1125 INPUT " RESPUESTA :";BB$
1126 IF BB$="S" THEN 1150
1127 IF BB$="N" THEN 805
1128 GOTO 1124
1130 REM
1150 GOSUB 1660
1160 REM
1170 GOTO 730
1180 RETURN
1190 REM
1200 V0=(M0+M1)/L
1210 I=0
1220 I=I+1
1230 IF I>T THEN 1290
1240 S1=-V0
1250 B1=M0+S1*X(I)
1260 S(I)=S(I)+S1
1270 B(I)=B(I)+B1
1280 GOTO 1220
1290 RETURN
1300 REM
1310 V0=(W0/3+W1/6)*L
1320 A1=(W1-W0)/L
1330 I=0
1340 I=I+1
1350 IF I>T THEN 1440
1360 X1=X(I)
1370 X2=X1*X1
1380 X3=X1*X2
1390 S2=V0-W0*X1-A1*X2/2
1400 B2=V0*X1-W0*X2/2-A1*X3/6

```

```

1410 S(I)=S(I)+S2
1420 B(I)=B(I)+B2
1430 GOTO 1340
1440 RETURN
1450 REM
1460 C=L-A1
1470 V0=P*C/L
1480 V1=P*A1/L
1490 I=0
1500 I=I+1
1510 IF I>T THEN 1640
1520 X1=X(I)
1530 IF X1)=A1 THEN 1590
1540 S3=V0
1550 B3=(V0*X1)
1560 S(I)=S(I)+S3
1570 B(I)=B(I)+B3
1580 GOTO 1500
1590 S3=-V1
1600 B3=V1*(L-X1)
1610 S(I)=S(I)+S3
1620 B(I)=B(I)+B3
1630 GOTO 1500
1640 RETURN
1650 REM
1660 FOR I=1 TO T
1670 REM
1680 S1=S(I)*Z
1690 B1=B(I)*Z
1700 REM
1710 IF S1<=V(I,1) THEN 1740
1720 V(I,1)=S1
1730 REM
1740 IF S1>=V(I,2) THEN 1770
1750 V(I,2)=S1
1760 REM
1770 IF B1<=M(I,1) THEN 1800
1780 M(I,1)=B1
1790 REM
1800 IF B1>=M(I,2) THEN 1820
1810 M(I,2)=B1
1820 NEXT I
1830 REM
1840 RETURN
1850 PRINT""
1860 PRINT"          ENVOLVENTE DE MOMENTOS"
1870 PRINT"          *****"
1880 PRINT
1890 FOR I=1 TO T
1900 PRINT
1910 PRINT"          EN EL PUNTO # "I
1920 PRINT"          LA DISTANCIA ="X(I);"MTO"
1930 PRINT"          MOMENTO MAX ="M(I,1);"T-M"
1940 PRINT"          MOMENTO MIN ="M(I,2);"T-M"
1941 PRINT
1942 PRINT
1943 PRINT"          APRIETE LA TECLA (RETURN)"
1949 GET Z$:IF Z$=""THEN 1949
1950 NEXT I
1960 PRINT

```



```

2000 PRINT""
2010 PRINT
2020 PRINT"          ENVOLVENTE DE CORTANTE"
2030 PRINT"          *****"
2040 PRINT
2050 FOR I=1 TO T
2060 PRINT
2070 PRINT"          EN PUNTO      #";I
2080 PRINT"          LA DISTANCIA  =";X(I);"MTO"
2090 PRINT"          CORTANTE MAX  =";V(I,1);"TON"
2100 PRINT"          CORTANTE MIN  =";V(I,2);"TON"
2101 PRINT
2102 PRINT
2103 PRINT"          APRIETE LA TECLA (RETURN)"
2104 PRINT
2105 PRINT
2109 GET Z$:IF Z#=""THEN 2109
2110 NEXT I
2120 RETURN
2200 PRINT""
2202 PRINT"          I M P R E S I O N E S  "
2204 PRINT
2206 PRINT
2208 PRINT
2210 PRINT"          ELIJA UNA OPCION"
2212 PRINT
2214 PRINT"          1- SI"
2216 PRINT
2218 PRINT"          2- NO"
2220 PRINT
2222 PRINT
2224 PRINT
2226 PRINT
2228 PRINT
2230 INPUT"          OPCION ELEGIDA :";A
2232 ON A GOSUB 2500,2240
2240 PRINT""
2242 PRINT"          ELIJA UNA OPCION"
2244 PRINT
2246 PRINT
2248 PRINT"          1- QUIERE ANALIZAR  "
2250 PRINT"          OTRA VIGA"
2252 PRINT
2254 PRINT"          2- QUIERE REGRESAR  "
2256 PRINT"          AL MENU PRINCIPAL"
2258 PRINT
2260 PRINT"          3- QUIERE TERMINAR"
2262 PRINT"          LA SESION"
2264 PRINT
2266 PRINT
2268 PRINT
2270 PRINT
2272 INPUT"          OPCION ELEGIDA :";A
2274 ON A GOSUB 25,2280,2300
2280 PRINT""
2282 FOR Y=1 TO 7
2284 PRINT CHR$(17)
2286 PRINT"          ESPERE UN MOMENTO"
2288 LOAD"P1",8
2300 PRINT""

```

```

2302 NEW
2500 OPEN 3,4
2505 PRINT#3,CHR$(13)
2510 PRINT#3,CHR$(12)
2515 PRINT#3,CHR$(15);CHR$(14);"          D A T O S"
2520 PRINT#3," "
2525 PRINT#3," "
2530 PRINT#3,CHR$(15);CHR$(29);CHR$(14);"          LONGITUD =" ;L;"MTO
S"
2535 PRINT#3," "
2540 PRINT#3," "
2545 PRINT#3,"          CASO DE CARGA =" ;N
2550 PRINT#3," "
2555 PRINT#3," "
2560 PRINT#3,"          PUNTOS DE SALIDA =" ;K1
2565 PRINT#3," "
2570 PRINT#3," "
2575 PRINT#3,"          PUNTOS ADICIONALES =" ;K2
2580 PRINT#3," "
2585 PRINT#3," "
2590 FOR I=K4 TO T
2595 I1 =I-K3
2600 PRINT#3,"          PUNTO ADICIONAL # " ;I1
2605 PRINT#3,"          DISTANCIA =" ;X(I);"MTOS"
2610 PRINT#3," "
2615 PRINT#3," "
2620 PRINT#3,CHR$(15);CHR$(14);"          C A R G A S"
2625 PRINT#3," "
2630 PRINT#3," "
2631 PRINT#3," "
2632 PRINT#3," "
2633 PRINT#3,CHR$(15);CHR$(29);CHR$(14);"          MOMENTOS EN .LOS EX
TREMOS"
2634 PRINT#3," "
2635 PRINT#3,CHR$(15);"          MOMENTO IZQUIERDO =" ;M0;"
T-M"
2640 PRINT#3,"          MOMENTO DERECHO  =" ;M1;"T-M"
2645 PRINT#3," "
2650 PRINT#3," "
2655 PRINT#3," "
2660 PRINT#3,CHR$(15);CHR$(29);CHR$(14);"          CARGAS REPARTIDAS"
2665 PRINT#3," "
2670 PRINT#3,CHR$(15);"          VALOR INICIAL =" ;W0;"T/M"
2675 PRINT#3,"          VALOR FINAL  =" ;W1;"T/M"
2680 PRINT#3," "
2685 PRINT#3," "
2690 PRINT#3," "
2695 PRINT#3,CHR$(15);CHR$(29);CHR$(14);"          CARGAS CONCENTRADA
S =" ;N3
2700 PRINT#3," "
2705 IF N3=0 THEN 2725
2710 FOR J=1 TO N3
2712 PRINT#3,CHR$(15);"          CARGA CONCENTRADA # " ;J
2714 PRINT#3,"          VALOR          =" ;Y(J);"TON"
2716 PRINT#3,"          DISTANCIA      =" ;Z(J);"MTOS"
2718 PRINT#3," "
2720 NEXT J
2725 PRINT#3," "
2730 PRINT#3," "
2735 PRINT#3," "

```

```

2740 PRINT#3, " "
2745 PRINT#3, " "
2750 PRINT#3, CHR$(15);CHR$(14);"          R E S U L T A D O S"
2755 PRINT#3, " "
2760 PRINT#3, " "
2765 PRINT#3, " "
2770 FOR I=1 TO T
2775 PRINT#3, CHR$(15);"          EN EL PUNTO .....# ";I
2780 PRINT#3, "          LA DISTANCIA .....= ";X(I);"MTOS"
2785 PRINT#3, "          EL MOMENTO MAX ..... = ";M(I,1);"T-M
"
2790 PRINT#3, "          EL MOMENTO MIN ..... = ";M(I,2);"T-M
"
2791 PRINT#3, "          EL CORTANTE MAX ..... = ";V(I,1);"TON
"
2792 PRINT#3, "          EL CORTANTE MIN ..... = ";V(I,2);"TON
"
2795 PRINT#3, " "
2800 NEXT I
2801 PRINT#3, " "
2812 PRINT#3, " "
2813 PRINT#3, " "
2814 PRINT#3, " "
2815 PRINT#3, " "
2816 PRINT#3, CHR$(15);CHR$(14);"          F          I          N"
2820 CLOSE 3
2822 GOTO 2240
2825 END

```

READY.

READY.

```

1 REM PROGRAMA P4
2 POKE 53280,6:POKE 53281,7
5 DIM L(10),K1(10),K2(10),K3(10),P(10)
6 DIM Q1(10),Q2(10),F(10),G(10),H(10),M(10),N(10),O(10),U(10),V(10)
7 DIM A(10),B(10),C(10),D(10)
10 PRINT
17 GOSUB 90
20 GOSUB 560
25 REM
30 GOSUB 1480
35 REM
40 GOSUB 1540
50 PRINT
60 PRINT
70 PRINT" ***** ANALISIS COMPLETO *****"
80 GOTO 2880
86 REM
90 REM
120 GOSUB 470
125 REM
190 PRINT""
200 PRINT
210 PRINT"          DEFINICION DE LA ESTRUCTURA"
220 PRINT
230 INPUT"          NUMERO DE CLAROS=";N1
240 N=N1+1
250 PRINT""
260 PRINT"          SELECCIONE EL TIPO DE ESTRUCTURA"
270 PRINT
280 PRINT"          1- SI NO HAY COLUMNAS  "
290 PRINT
300 PRINT"          2- SI HAY COLUMNAS DE  "
301 PRINT"             IGUAL ALTURA  "
310 PRINT
320 PRINT"          3- SI HAY COLUMNAS DE  "
321 PRINT"             DIFERENTES ALTURAS  "
330 FOR Z=1 TO 5
331 PRINT CHR$(17)
332 NEXT Z
340 INPUT"          ESTRUCTURA TIPO #  ";T9
350 PRINT""
360 PRINT"          SELECCIONE TIPO DE MIEMBRO"
370 PRINT
380 PRINT"          1- SI ES DE SECCION CONSTANTE"
390 PRINT
400 PRINT"          2- SI ES DE SECCION VARIABLE"
410 FOR Z=1 TO 8
411 PRINT CHR$(17)
412 NEXT Z
420 INPUT"          MIEMBRO TIPO #  ";T8
430 PRINT""
431 FOR Z=1 TO 5
432 PRINT CHR$(17)

```

```

433 NEXT Z
440 INPUT "          MODULO DE ELASTICIDAD=";E
450 PRINT
460 RETURN
470 FOR I=1 TO N
480 A(I)=0
490 B(I)=0
500 C(I)=0
510 D(I)=0
520 Q1(I)=0
530 Q2(I)=0
540 NEXT I
550 RETURN
560 PRINT""
570 PRINT"          GEOMETRIA DE LA VIGA"
580 I=0
590 I=I+1
600 IF I>N1 THEN 810
610 PRINT
620 PRINT"          CLARO ..... #";I
630 PRINT
640 INPUT"          LONGITUD (MTO) = .....";L(I)
650 ON T8 GOTO 660,720
660 PRINT
670 INPUT"          MOMENTO DE INERCIA = ..";J
675 F(I)=J
680 PRINT
690 GOSUB 1310
700 GOSUB 1360
710 GOTO 590
720 PRINT
730 PRINT"          COEFICIENTES DE RIGIDEZ"
740 PRINT
750 INPUT "          KAA=";K1(I)
760 INPUT "          KBB=";K2(I)
770 INPUT "          KAB=";K3(I)
780 PRINT
790 GOSUB 1360
800 GOTO 590
810 IF T9=1 THEN 1300
820 PRINT""
830 PRINT
840 PRINT"          GEOMETRIA DE LAS COLUMNAS"
850 IF T9=3 THEN 910
860 PRINT
870 INPUT"          ALTURA COLUMNA SUPERIOR (MTO) =" ;L1
880 PRINT
890 INPUT"          ALTURA COLUMNA INFERIOR (MTO) =" ;L2
900 PRINT""
910 I=0
920 I=I+1
930 IF I>N THEN 1300
940 PRINT
950 PRINT
960 PRINT"          COLUMNAS EN EL NUDO # =" ;I
970 IF T9=2 THEN 1060
980 ON T8 GOTO 990,1220
990 PRINT
1000 INPUT"          MOM. INERCIA COL. SUPERIOR=" ;J1
1010 PRINT

```

```

1020 INPUT" MOM. INERCIA COL. INFERIOR=";J2
1030 GOSUB 1420
1040 GOSUB 1460
1050 GOTO 920
1060 ON T8 GOTO 1070,1220
1070 PRINT""
1071 PRINT
1072 PRINT"          NUDO ..... # ";I
1073 PRINT
1074 PRINT
1075 PRINT
1076 PRINT
1080 PRINT"          COLUMNA SUPERIOR"
1090 PRINT
1100 INPUT"          ALTURA=";L1
1120 INPUT"          MOM. DE INERCIA=";J1
1125 PRINT
1130 PRINT
1140 PRINT"          COLUMNA INFERIOR"
1150 PRINT
1160 INPUT"          ALTURA=";L2
1170 PRINT
1180 INPUT"          MOM. DE INERCIA=";J2
1190 GOSUB 1420
1200 GOSUB 1460
1210 GOTO 920
1220 PRINT
1230 PRINT"          COEFICIENTES DE RIGIDEZ"
1240 PRINT
1250 INPUT"          COL. SUPERIOR KAA=";C1
1260 PRINT
1270 INPUT"          COL. INFERIOR KAA=";C2
1280 GOSUB 1460
1290 GOTO 920
1300 RETURN
1310 S=2*E*J/L(I)
1320 K1(I)=2*S
1330 K2(I)=2*S
1340 K3(I)=S
1350 RETURN
1360 I1=I+1
1370 D(I)=D(I)+K1(I)
1380 D(I1)=D(I1)+K2(I)
1390 C(I)=K3(I)
1400 A(I1)=K3(I)
1410 RETURN
1420 E4=4*E
1430 C1=E4*J1/L1
1440 C2=E4*J2/L2
1450 RETURN
1460 D(I)=D(I)+C1+C2
1470 RETURN
1480 FOR I=2 TO N
1490 I1=I-1
1500 A(I)=A(I)/D(I1)
1510 D(I)=D(I)-A(I)*C(I1)
1520 NEXT I
1530 RETURN
1540 K=0
1550 K=K+1

```

```

1560 PRINT""
1570 PRINT
1580 PRINT      DESCRIPCION DE LAS CARGAS"
1590 PRINT
1600 PRINT      CASO DE CARGA   # ";K
1610 PRINT""
1620 PRINT
1630 PRINT      EXISTEN CARGAS EN LOS NUDOS (Y/N)"
1631 FOR Z=1 TO 6
1632 PRINT CHR$(17)
1633 NEXT Z
1640 INPUT      RESPUESTA :";C$
1650 IF C$="N" THEN 1750
1655 PRINT""
1670 PRINT      CARGAS EN LOS NUDOS"
1680 PRINT
1690 FOR I=1 TO N
1700 PRINT      CARGA EN EL NUDO . #";I
1720 INPUT      MOMENTO (T-M) =... ";B(I)
1722 P(I)=B(I)
1725 PRINT
1726 PRINT
1740 NEXT I
1750 PRINT
1759 PRINT""
1760 PRINT      EXISTEN CARGAS EN LOS CLAROS (Y/N)"
1761 FOR Z=1 TO 6
1762 PRINT CHR$(17)
1763 NEXT Z
1770 INPUT      RESPUESTA :";C$
1780 IF C$="N" THEN 2090
1785 PRINT""
1800 PRINT      CARGAS EN LOS CLAROS"
1810 I=0
1820 I=I+1
1830 IF I>N1 THEN 2090
1840 PRINT""
1850 PRINT      CLARO ..... #";I
1860 PRINT
1870 INPUT      CARGA DISTRIBUIDA= ..... ";W
1875 G(I)=W
1880 PRINT
1890 GOSUB 2220
1900 Q1(I)=Q1(I)+M1
1910 Q2(I)=Q2(I)+M2
1920 GOSUB 2330
1930 INPUT      NUMERO DE CARGAS CONCENTRADAS="";K0
1935 H(I)=K0
1940 IF K0=0 THEN 2080
1950 K0=0
1960 K0=K0+1
1970 IF K0>K2 THEN 2080
1980 PRINT
1990 PRINT      CARGA CONCENTRADA #";K0
1995 M(I)=K0
2000 PRINT
2010 INPUT      MAGNITUD = ..... ";P
2020 INPUT      DISTANCIA= ..... ";X
2022 N(I)=P
2024 D(I)=X

```

```

2030 GOSUB 2260
2040 Q1(I)=Q1(I)+M1
2050 Q2(I)=Q2(I)+M2
2060 GOSUB 2320
2070 GOTO 1960
2080 GOTO 1820
2090 GOSUB 2360
2100 GOSUB 2460
2110 PRINT""
2120 PRINT
2130 INPUT"          OTRO CASO DE CARGA (Y/N)";C$
2140 IF C$="N" THEN 2210
2150 FOR I=1 TO N
2160 B(I)=0
2170 Q1(I)=0
2180 NEXT I
2200 GOTO 1550
2210 RETURN
2220 L0=L(I)
2230 M2=W*L0*L0/12
2240 M1=-M2
2250 RETURN
2260 L0=L(I)
2270 Y=L0-X
2280 P1=P*X+Y/(L0*L0)
2290 M1=-P1*Y
2300 M2=P1*Y
2310 RETURN
2320 I1=I+1
2330 B(I)=B(I)-M1
2340 B(I1)=B(I1)-M2
2350 RETURN
2360 FOR I=2 TO N
2370 I1=I-1
2380 B(I)=B(I)-A(I)*B(I1)
2390 NEXT I
2400 B(N)=B(N)/D(N)
2410 FOR I=N1 TO 1 STEP -1
2420 I1=I+1
2430 B(I)=(B(I)-C(I)*B(I1))/D(I)
2440 NEXT I
2450 RETURN
2460 PRINT""
2470 PRINT
2480 PRINT"          SOLUCION DEL CASO DE CARGA # ";K
2490 PRINT
2500 PRINT
2510 GOSUB 2570
2520 PRINT"          QUIERE MOMENTOS EN LOS APOYOS (Y/N)"
2530 INPUT"          RESPUESTA : ";C$
2540 IF C$ < > "Y" THEN 2560
2550 GOSUB 2660
2560 RETURN
2570 PRINT
2580 PRINT"          ANGULOS DE ROTACION EN LOS NUDOS"
2590 PRINT
2600 FOR I=1 TO N
2610 PRINT"          NUDO # =";I;"          ANGULO= ";B(I)
2620 PRINT

```



```

2630 NEXT I
2640 PRINT
2650 RETURN
2660 PRINT""
2670 PRINT
2680 PRINT"          MOMENTOS EN LOS APOYOS"
2682 PRINT
2684 PRINT
2690 FOR I=1 TO N1
2700 I1=I+1
2710 R1=B(I)
2720 R2=B(I1)
2730 S1=K1(I)
2740 S2=K2(I)
2750 S3=K3(I)
2760 P1=S1*R1+S3*R2
2770 P2=S3*R1+S2*R2
2780 P1=P1+Q1(I)
2790 P2=P2+Q2(I)
2800 PRINT
2810 PRINT"          CLARO ..... #";I
2820 PRINT
2830 PRINT"          MOMENTO IZQUIERDO=";P1
2840 PRINT
2850 PRINT"          MOMENTO DERECHO  =";P2
2855 GET K$:IFK$="" THEN 2855
2856 U(I)=P1
2857 V(I)=P2
2860 NEXT I
2870 RETURN
2880 PRINT""
2882 PRINT"          IMPRESIONES"
2884 PRINT
2886 PRINT
2888 PRINT
2890 PRINT"          ELIJA UNA OPCION"
2892 PRINT
2894 PRINT
2896 PRINT"          1- SI"
2898 PRINT
2900 PRINT"          2- NO"
2902 FOR Z=1 TO 5
2904 PRINT CHR$(17)
2906 NEXT Z
2908 INPUT"          OPCION ELEGIDA :";A
2910 ON A GOSUB 3000,2912
2912 PRINT""
2914 PRINT"          ELIJA UNA OPCION"
2915 PRINT
2916 PRINT
2917 PRINT
2918 PRINT"          1- QUIERE ANALIZAR"
2920 PRINT"          OTRA VIGA CONTINUA"
2922 PRINT
2924 PRINT"          2- QUIERE REGRESAR"
2926 PRINT"          AL MENU PRINCIPAL"
2930 PRINT
2932 PRINT"          3- QUIERE TERMINAR"
2934 PRINT"          LA SESION      "
2935 PRINT

```

```

2937 PRINT
2938 PRINT
2940 INPUT"          OPCION ELEGIDA :";A
2942 ON A GOSUB 17,2950,2980
2950 PRINT""
2952 FOR Z=1 TO 6
2954 PRINT CHR$(17)
2956 NEXT Z
2958 PRINT"          ESPERE UN MOMENTO"
2960 LOAD"P1",8
2980 PRINT""
2982 NEW
3000 REM IMPRESIONES
3002 OPEN 3,4
3004 PRINT#3,CHR$(13)
3006 PRINT#3,CHR$(12)
3008 PRINT#3,CHR$(15);CHR$(14);"          D A T O S"
3010 PRINT#3," "
3012 PRINT#3," "
3014 PRINT#3," "
3018 PRINT#3,CHR$(15);CHR$(29);CHR$(14);"          NUMERO DE CLAROS="
";N1
3019 PRINT#3," "
3020 FOR I=1 TO N1
3022 PRINT#3,CHR$(15);"          CLARO # ";I
3024 PRINT#3,"          LONGITUD=";L(I);"MTOS"
3026 PRINT#3," "
3028 NEXT I
3030 PRINT#3," "
3032 PRINT#3," "
3034 PRINT#3," "
3036 PRINT#3,CHR$(15);CHR$(29);CHR$(14);"          MOMENTOS DE INERC
IA"
3038 PRINT#3," "
3040 FOR I=1 TO N1
3042 PRINT#3,CHR$(15);"          CLARO # ";I
3044 PRINT#3,"          MOMENTO DE INERCIA=";F(I)
3046 PRINT#3," "
3048 NEXT I
3050 PRINT#3," "
3052 PRINT#3," "
3054 PRINT#3," "
3056 PRINT#3,CHR$(15);CHR$(29);CHR$(14);"          MOMENTOS EN LOS A
POYOS "
3058 PRINT#3," "
3060 FOR I=1 TO N
3062 PRINT#3,CHR$(15);"          APOYO # ";I
3064 PRINT#3,"          MOMENTO =" ;P(I);"T-M"
3066 PRINT#3," "
3068 NEXT I
3070 PRINT#3," "
3072 PRINT#3," "
3074 PRINT#3," "
3076 PRINT#3,CHR$(15);CHR$(29);CHR$(14);"          CARGAS EN LOS CLA
ROS "
3078 PRINT#3," "
3080 FOR I=1 TO N1
3082 PRINT#3,CHR$(15);"          CLARO # ";I
3084 PRINT#3,"          CARGA REPARTIDA = ";G(I);"T/M"
3086 PRINT#3,"          # DE CARGAS CONCENTRADAS = ";H(I)

```

```

3088 IF H(I)=0 THEN
3090 FOR Z=1 TO H(I)
3092 PRINT#3,"
3094 PRINT#3,"          CARGA CONCENTRADA # ";Z
3096 PRINT#3,"          VALOR =";N(I);"TON"
3098 PRINT#3,"          DISTANCIA = ";O(I);"MTOS"
3099 NEXT Z
3100 NEXT I
3102 PRINT#3," "
3104 PRINT#3," "
3106 PRINT#3," "
3108 PRINT#3," "
3110 PRINT#3," "
3112 PRINT#3,CHR$(15);CHR$(14);"          R E S U L T A D O S "
3114 PRINT#3," "
3116 PRINT#3," "
3118 PRINT#3," "
3120 PRINT#3," "
3122 PRINT#3," "
3124 PRINT#3," "
3126 PRINT#3,CHR$(15);CHR$(29);CHR$(14);"          MOMENTOS EN
LOS APOYOS"
3128 PRINT#3," "
3130 PRINT#3," "
3132 FOR I=1 TO N1
3134 PRINT#3,"          CLARO # ";I
3136 PRINT#3,"          MOMENTO IZQUIERDO = ";U(I);"T-M"
3138 PRINT#3,"          MOMENTO DERECHO  = ";V(I);"T-M"
3140 PRINT#3," "
3142 PRINT#3," "
3144 NEXT I
3145 CLOSE 3
3146 GOTO 2912

```

READY.

- y 1 ... Momento ya factorizado en T-M = M
- y 2 ... Cortante ya factorizado en Ton = V
- x 1 ... Base de la viga rectangular en cm = b
- x 2 ... Altura total de la viga rectangular en cm = h
- x 3 ... Recubrimiento del acero en tensión de viga rectangular  
en CM = R
- x 4 ...  $f'_c$  en  $\text{kg/cm}^2$
- x 5 ...  $f_y$  en  $\text{kg/cm}^2$
- k ... 0.75 o 1.0
- x 6 ...  $f^*c = 0.8 f'_c$
- x 7 ...  $f^{*c} = 0.85 f'_c$  o  $(1-0.5)$
- x fr...  $P_{\min} = 0.7 \sqrt{f'_c} / f_y$
- N 1 ...  $A_s \text{ min} = P \text{ min } b d$
- x 8 ...  $P_b = (f^{*c} / f_y) \cdot (4800 / (f_y + 6000))$
- x 9 ...  $P_{\max} = k \cdot P_b$
- M fr...  $A_{s\max} = P_{\max} \cdot b d$
- M 1 ... Peralte efectivo = d
- N 6 ...  $25 Fr b d \sqrt{f'_c}$  en kg
- M 2 ...  $A_s$  calculada con ecuación cuadrática
- N 3 ... Valor del claro de la viga
- Ms ... Porcentaje real de acero de la viga =  $\frac{A_s}{b \cdot d}$
- M 4 ... Relación claro/altura =  $\frac{L}{H}$
- Vc ... Cortante que resiste la secc. del concreto
- M 8 ... Area de 1 a la de un estribo
- M 9 ... Angulo de inclinacion de los estribos
- N fr... Area de 2 a las de un estribo
- Fv ...  $f_y$  de los estribos
- N 7 ... Momento torsionante ya factorizado en T-M
- N 8 ...  $Tor = 0.6 Fr \sum x^2 y \sqrt{f'_c} / 10^5$  en T-M
- P 1 ...  $7 Tor \frac{(1-V_u)}{N_6}$

- Q 1 ... Separacion de estribos por torsión y cortante (calculada a)
- QX ... Separacion minima de estribos por torsión y cortante
- Qy ... Separacion maxima de estribos por torsión y cortante
- Q 4 ... Longitudinal por torsión ( adicional al de flexion )
- Re ... Reducción por cortante = 1,0.8,0.6
- N 3 ... 2 veces altura total
- N 9 ...  $\frac{M T^2 + V u^2}{T o r n . V c r^2}$
- P fr...  $T o r = 0.25 \text{ tor}$
- P 2 ...  $A v = \frac{(V - V c r) \# 1000}{F r d f y}$
- P 3 ...  $A v = \frac{3.5 b}{0.8 f y}$
- P 4 ... Valor mayor de P2 y P3 =  $\frac{A v}{s}$
- P 6 ...  $x l = b - r = \text{lado menor del estribo}$
- P 7 ...  $y l = d - r = \text{lado mayor del estribo}$
- P 5 ...  $0.67 + ( 0.33 \frac{y l}{x l} ) =$
- P 8 ...  $( \frac{T U - T o r }{F r . x l y l f v} ) 10^5 = \frac{A s v}{s}$
- P 9 ...  $0.5 \frac{A v}{s} + \frac{A s v}{s} = A s \text{ total}$
- Q fr...  $3 T o r / F r x l y l f v$
- S ...  $\frac{F r A v f v d ( \text{sen } \theta + \text{cose} )}{(V u - V c r) 1000}$
- N 5 ...  $1.5 F r b d \sqrt{f c}$
- N 2 ...  $\frac{F r A v f y}{3.5 b}$
- S 2 ...  $0.5 d$
- S fr... Separacion de estribos por cortante, es el mayor de S, S2
- V1 ...  $F r ( b d + \# ) ( 0.2 + 30 p ) f c / 1000$

$$V 2 \dots 0.5 Fr (bd + w) fc / 1000$$

Q 5 ... Recubrimiento de acero a compresión

$$Q \dots q \frac{fy}{f''c}$$

L 1 ... MR 1 = M balance

L 2 ... MR 2

L 3 ... A1 s

L 4 ... AST

L 5 ... A's

L 6 ... P

L 7 ... P'

L 8 ... P-p'

$$L 9 \dots \frac{f''c \cdot d'}{fy} \frac{4800}{d' \cdot 6000 - fy}$$

OH ... Acero a compresion

T 1 ... B'

T 2 ... T

T 3 ... H

T 4 ... R

T 5 ... L'

T 6 ... L

$$T 7 \dots \frac{L - t}{8} \frac{t}{z}$$

T 8 ... L 1/2

T 9 ... 8t

T fr... B1

G 1 ... B

$$G 2 \dots Z = d \frac{t}{z}$$

$$G 4 \dots As = Mr \times 10^5 / Fr fy z$$

$$G 5 \dots a = As fy / f''c B$$

$$G 6 \dots Asp = \frac{f''c (b-b') t}{fy}$$

$$G 7 \dots Fr Asp \frac{fy}{10^4} (d-t) = M1$$

G 8 ...  $M2 = M - M1$

G 9 ...  $Asp + m2$

BE =

$$A = a = \frac{Asfy}{0.85 f'cy}$$

A 1 ...  $fr ( 0.13 ) fc x^2 y$

A 2 ...  $C_t = b.d/b^2 M$

A 3 ...  $\frac{Vud}{Mu}$

A 4 ...  $0.93 fc bd$

A 5 ...  $V5 = \frac{Av fy d}{S}$

A 6 ...  $2.1 fc b d$

A 7 ...  $1.1 fc b d$

A 8 ...  $\frac{3.5 b.s}{fv}$

A 9 ... *sep usada de est por cotan.*

C 1 ...  $Af/s$

C 2 *tc no esta reducido en T-M*

C 3 ...

C 5 ...  $Av/s$

C 6 ...  $Af/s + \frac{Av}{25}$

C 7 ... 30 cm

C 8 ...  $(z1=y1)/4$

C 9 ...  $( 2 Af + Av ) fv / ( 3.5b ) = 5$

C fr... 5 Tc

I 1 ... Ts

I 2 ...  $2 \frac{At}{s}$  s

I 5 ... A1

I 6 ... A1

Trabe No -----G  
 Longitud en metros -----L  
 CM M izq. -----M1  
 cv M der. -----M2  
 M izq. -----MA  
 M der. -----MB  
 M izq. -----M3  
 M der. -----M4  
 Factor de carga -----F1  
 No de carga distribuida -----N1  
 No de cargas concentradas -----N2  
 Valor de la carga dist. en T/m -----W(I)  
 Dist. inis. de carg. dist. -----A(I)  
 Dist. final de carga dist. -----B(I)  
 Número de intervqlos -----N  
 Valor de la carga concentrada -----P(I)  
 Distancia de aplicacion de carga concentrada -----C(I)  
 Reacción izq. -----R1  
 Reacción der. -----R2

## Resultados en:

Sección x -----x(j)  
 Cortante en to -----V(j)  
 Momento en T-M -----M(j)  
 t 1 -----T1  
 B 1 -----B1  
 H -----H  
 B 2 -----B2  
 fc -----F2  
 FY -----F3  
 fc -----Ft  
 f"c -----F'



D A T O S

## EJEMPLO # I

LONGITUD.....= 6 MTO  
 MOMENTO FLEXIONANTE.....= 34 T-M  
 FUERZA CORTANTE.....= 15 TON  
 MOMENTO FLEXIONANTE.....= 2 T-M

## MATERIALES

F<sup>1</sup>C...= 2000 KG/CM<sup>2</sup>  
 F<sub>Y</sub>...= 4200 KG/CM<sup>2</sup>  
 F<sub>V</sub>...= 3500 KG/CM<sup>2</sup>

## SECCION RECTANGULAR

BASE .....= 30 CM  
 PERALTE TOTAL.....= 75 CM  
 RECUBRIM.....= 5 CM

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

A.C.I. 318-83

## FLEXION

ACERO A TENSION.....= 14.0030234 CM<sup>2</sup>  
 ACERO A COMPRESION....= 0 CM<sup>2</sup>  
 RECUBRIMIENTO (A'S)...= 0 CM

## CORTANTE

AREA DEL ESTRIBO.....= .49 CM<sup>2</sup>  
 SEPARACION CALCULADA= 0 CM  
 SEPARACION MAXIMA...= 0 CM

## CORTANTE Y TORSION

AREA DEL ESTRIBO.....= .49 CM<sup>2</sup>  
 SEPARACION CALCULADA=-68.3048773 CM  
 SEPARACION MAXIMA...= 30 CM  
 SEPARACION MINIMA...=-68.3048773 CM  
 ACERO ADICIONAL.....= 2.89961097 CM<sup>2</sup>

D E T O S

## EJEMPLO # I

LONGITUD.....= 6 MTO  
 MOMENTO FLEXIONANTE= 34 T-M  
 FUERZA CORTANTE....= 15 TON  
 MOMENTO TORSIONANTE= 2 T-M

## MATERIALES :

F'C = 200 KG/CM<sup>2</sup>  
 FY = 4200 KG/CM<sup>2</sup>  
 FV = 3500 KG/CM<sup>2</sup>

## SECCION RECTANGULAR

BASE.....= 30 CM  
 PERALTE TOTAL ....= 75 CM  
 RECUBRIMIENTO.....= 5 CM

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

D.D.P. - 1976

## FLEXION

ACERO A TENSION .....= 14.3673929 CM<sup>2</sup>  
 ACERO A COMPRESION..= 0 CM<sup>2</sup>  
 RECUBRIMIENTO (A'S)..= 0 CM

## CORTANTE

AREA DEL ESTRIBO....= .49 CM<sup>2</sup>  
 SEPARACION CALCULADA= 13.4078495 CM  
 SEPARACION MAXIMA...= 35 CM

## CORTANTE Y TORSION

AREA DEL ESTRIBO....= .49 CM<sup>2</sup>  
 SEPARACION CALCULADA= 10.8800896 CM  
 SEPARACION MAXIMA...= 32.5 CM  
 SEPARACION MINIMA...= 10.8800896 CM  
 AREA ADICIONAL.....= 6.75545909 CM<sup>2</sup>

D E S I G N A C I O N E S

## EJEMPLO # 2

LONGITUD.....= 5 MTO  
 MOMENTO FLEXIONANTE.....= 45.6 T-M  
 FUERZA CORTANTE.....= 15 TON  
 MOMENTO FLEXIONANTE.....= 1 T-M

## MATERIALES

F'C...= 200 KG/CM<sup>2</sup>  
 FY ..= 4200 KG/CM<sup>2</sup>  
 FV...= 4200 KG/CM<sup>2</sup>

## SECCION RECTANGULAR

BASE .....= 30 CM  
 PERALTE TOTAL.....= 60 CM  
 RECUBRIM.....= 5 CM

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

## A.C.I. 318-83

## FLEXION

ACERO A TENSION.....= 26.849371 CM<sup>2</sup>  
 ACERO A COMPRESION....= 1.60927549 CM<sup>2</sup>  
 RECUBRIMIENTO (A'S)...= 5 CM

## CORTANTE

AREA DEL ESTRIBO.....= .49 CM<sup>2</sup>  
 SEPARACION CALCULADA= 0 CM  
 SEPARACION MAXIMA...= 0 CM

## CORTANTE Y TORSION

AREA DEL ESTRIBO.....= .49 CM<sup>2</sup>  
 SEPARACION CALCULADA= 18.75 CM  
 SEPARACION MAXIMA...= 95.0179087 CM  
 SEPARACION MINIMA...= 18.75 CM  
 ACERO ADICIONAL.....= 14.8146552 CM<sup>2</sup>

## D A T O S

## EJEMPLO # 2

LONGITUD.....= 5 MTO  
 MOMENTO FLEXIONANTE= 45.6 T-M  
 FUERZA CORTANTE....= 15 TON  
 MOMENTO TORSIONANTE= 1 T-M

## MATERIALES :

F'C = 200 KG/CM<sup>2</sup>  
 F<sub>y</sub> = 4200 KG/CM<sup>2</sup>  
 F<sub>v</sub> = 4200 KG/CM<sup>2</sup>

## SECCION RECTANGULAR

BASE.....= 30 CM  
 PERALTE TOTAL ....= 60 CM  
 RECUBRIMIENTO.....= 5 CM

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

D.D.F. - 1976

## FLEXION

ACERO A TENSION ....= 25.901774 CM<sup>2</sup>  
 ACERO A COMPRESION..= 9.39284158 CM<sup>2</sup>  
 RECUBRIMIENTO (A'S).= 5 CM

## CORTANTE

AREA DEL ESTRIBO....= .49 CM<sup>2</sup>  
 SEPARACION CALCULADA= 12.1412296 CM  
 SEPARACION MAXIMA...= 27.5 CM

## CORTANTE Y TORSION

AREA DEL ESTRIBO....= .49 CM<sup>2</sup>  
 SEPARACION CALCULADA= 11.1311686 CM  
 SEPARACION MAXIMA...= 30 CM  
 SEPARACION MINIMA...= 11.1311686 CM  
 AREA ADICIONAL.....= 6.60308032 CM<sup>2</sup>

## D A T O S

## EJEMPLO # 3

LONGITUD.....= 8 MTO  
 MOMENTO FLEXIONANTE.....= 37 T-M  
 FUERZA CORTANTE.....= 10 TON  
 MOMENTO FLEXIONANTE.....= .5 T-M

## MATERIALES

F'C..= 200 KG/CM<sup>2</sup>  
 FY ..= 4200 KG/CM<sup>2</sup>  
 FV...= 4200 KG/CM<sup>2</sup>

## SECCION \* T \*

BASE DEL PATIN....= 90 CM  
 ESPESOR DEL PATIN = 7 CM  
 BASE DEL ALMA.....= 25 CM  
 PERALTE TOTAL.....= 50 CM  
 RECUBRIMIENTO.....= 5 CM

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

## A.C.I. 318-83

## FLEXION

ACERO A TENSION.....= 23.4651265 CM<sup>2</sup>  
 ACERO A COMPRESION....= 0 CM<sup>2</sup>  
 RECUBRIMIENTO (A'S)...= 0 CM

## CORTANTE

AREA DEL ESTRIBO....= .49 CM<sup>2</sup>  
 SEPARACION CALCULADA= 22.5 CM  
 SEPARACION MAXIMA...= 0 CM

## CORTANTE Y TORSION

AREA DEL ESTRIBO....= .49 CM<sup>2</sup>  
 SEPARACION CALCULADA= 0 CM  
 SEPARACION MAXIMA...= 0 CM  
 SEPARACION MINIMA...= 0 CM  
 ACERO ADICIONAL.....= 0 CM<sup>2</sup>

D A T O S  
EJEMPLO # 3

LONGITUD.....= 8 MTO  
MOMENTO FLEXIONANTE= 37 T-M  
FUERZA CORTANTE....= 10 TON  
MOMENTO TORSIONANTE= .5 T-M

MATERIALES :

F'C = 200 KG/CM<sup>2</sup>  
F<sub>y</sub> = 4200 KG/CM<sup>2</sup>  
F<sub>v</sub> = 4200 KG/CM<sup>2</sup>

SECCION \*T\*

BASE DEL PATIN.....= 90 CM  
ESPESOR DEL PATIN.....= 7 CM  
BASE DEL ALMA.....= 25 CM  
PERALTE TOTAL.....= 50 CM  
RECUBRIMIENTO.....= 5 CM

R E S U L T A D O S

D.D.F. - 1976

FLEXION

ACERO A TENSION .....= 24.1027393 CM<sup>2</sup>  
ACERO A COMPRESION...= 0 CM<sup>2</sup>  
RECUBRIMIENTO (A'S)...= 0 CM

CORTANTE

AREA DEL ESTRIBO....= .49 CM<sup>2</sup>  
SEPARACION CALCULADA= 16.2747426 CM  
SEPARACION MAXIMA...= 22.5 CM

CORTANTE Y TORSION

AREA DEL ESTRIBO....= .49 CM<sup>2</sup>  
SEPARACION CALCULADA= 12.3101819 CM  
SEPARACION MAXIMA...= 30 CM  
SEPARACION MINIMA...= 12.3101819 CM  
ACERO ADICIONAL.....= 4.77653379 CM<sup>2</sup>

## EJEMPLO # 4

D A T O S

VIGA NUMERO : 1

LONGITUD = 5 MTO

## MOMENTOS POR CARGAS VERTICALES

MOMENTO IZQUIERDO = 2 T-M

MOMENTO DERECHO = -2 T-M

## MOMENTOS POR CARGAS REDUCIDAS

MOMENTO IZQUIERDO = 1 T-M

MOMENTO DERECHO = -1 T-M

## MOMENTOS POR SISMO

MOMENTO IZQUIERDO = 0 T-M

MOMENTO DERECHO = 0 T-M

NUMERO DE CARGAS DISTRIBUIDAS= 1

NUMERO DE CARGAS CONCENTRADAS= 2

CARGA DISTRIBUIDA # 1  
 VALOR DE LA CARGA = 3 T/M  
 X INICIAL ..... = 0 MTO  
 X FINAL ..... = 5 MTO

CARGA CONCENTRADA # 1  
 VALOR DE LA CARGA = 1 TON  
 X DE APLICACION . = 1 MTO

CARGA CONCENTRADA # 2  
 VALOR DE LA CARGA = 1 TON  
 X DE APLICACION . = 4 MTO

## RESULTADOS - ANALISIS

NUMERO DE SALIDAS= 3

SI X ..... = 0 MTO  
 MOMENTO = 2 T-M  
 CORTANTE= 2.5 TON

SI X ..... = 1 MTO  
 MOMENTO = 3 T-M  
 CORTANTE= 5.5 TON

SI X ..... = 2 MTO  
 MOMENTO = 12 T-M  
 CORTANTE= 1.5 TON

SI X ..... = 3 MTO

MOMENTO = 12 T-M  
CORTANTE = -1.5 TON

SI X ..... = 4 MTC  
MOMENTO = 9 T-M  
CORTANTE = -4.5 TON

SI X ..... = 3 MTC  
MOMENTO = 0 T-M  
CORTANTE = -8.5 TON

#### DATOS DE LA SECCION

BASE ..... = 25 CM  
PERALTE ..... = 55 CM

#### PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

F' C ..... = 200 KG/CM<sup>2</sup>  
F' Y ..... = 4200 KG/CM<sup>2</sup>

#### RESULTADOS - DISEÑO D.D.F. -1976

EN LA SECCION ..... # 1  
X ..... = 0 MTC  
AS ..... = 2.94627825 CM<sup>2</sup>  
AS (COMPRESION) ..... = .883883477 CM<sup>2</sup>

#### E S T R I B O S

CON ESTRIBO # 2.5  
--> SEPARACION = 19.4248281 CM

CON ESTRIBO # 3  
--> SEPARACION = 28.1461795 CM

CON ESTRIBO # 4  
--> SEPARACION = 50.345283 CM

CON ESTRIBO # 5  
--> SEPARACION = 78.4921625 CM

EN LA SECCION ..... # 2  
X ..... = 1 MTC  
AS ..... = 7.33045989 CM<sup>2</sup>  
AS (COMPRESION) ..... = 2.19913797 CM<sup>2</sup>

#### E S T R I B O S



CON ESTRIBO # 2.5  
 --) SEPARACION= 37.632 CM

CON ESTRIBO # 3  
 --) SEPARACION= 54.528 CM

CON ESTRIBO # 4  
 --) SEPARACION= 37.436 CM

CON ESTRIBO # 5  
 --) SEPARACION= 152.064 CM

EN LA SECCION ..... # 2  
 X ..... = 2 MTD  
 AS ..... = 10.1653793 CM<sup>2</sup>  
 AS (COMPRESION) ..... = 3.04961378 CM<sup>2</sup>

E S T R I B O S

USAR EST. # 2.5 @ 27.5 CM

USAR EST. # 2.5 @ 27.5 CM

USAR EST. # 2.5 @ 27.5 CM

USAR EST. # 2.5 @ 27.5 CM

EN LA SECCION ..... # 4  
 X ..... = 3 MTD  
 AS ..... = 10.1653793 CM<sup>2</sup>  
 AS (COMPRESION) ..... = 3.04961378 CM<sup>2</sup>

E S T R I B O S

USAR EST. # 2.5 @ 27.5 CM

USAR EST. # 2.5 @ 27.5 CM

USAR EST. # 2.5 @ 27.5 CM

USAR EST. # 2.5 @ 27.5 CM

EN LA SECCION ..... # 3  
 X ..... = 4 MTD  
 AS ..... = 7.33045909 CM<sup>2</sup>  
 AS (COMPRESION) ..... = 2.13913797 CM<sup>2</sup>

E S T R I B O S

CON ESTRIBO # 2.5  
--> SEPARACION= 17.938 CM

CON ESTRIBO # 3  
--> SEPARACION= 34.588 CM

CON ESTRIBO # 4  
--> SEPARACION= 37.536 CM

CON ESTRIBO # 5  
--> SEPARACION= 152.064 CM

EN LA SECCION ..... # 6  
X ..... = 5 MTO  
AS ..... = 2.94627826 CM+2  
AS (COMPRESION) ..... = .003883477 CM+2

### E S T R I B O S

CON ESTRIBO # 2.5  
--> SEPARACION= 19.4248281 CM

CON ESTRIBO # 3  
--> SEPARACION= 28.1461795 CM

CON ESTRIBO # 4  
--> SEPARACION= 50.345983 CM

CON ESTRIBO # 5  
--> SEPARACION= 78.4921625 CM

## V - C O N C L U S I O N E S

Se puede apreciar en los ejemplos que en realidad existe una diferencia al diseñar por el Reglamento del A.C.I. 318-83 y del D.D.F.-1976.

Es claro que en el reglamento del A.C.I. 318-83 se obtiene menor area de acero por flexion , tal es el caso de la viga doblemente armada en la cual el area de acero a compresion es mucho menor que la que se obtiene por el reglamento del D.D.F.-1976.

Tambien se observa que en la viga con acero a tension solamente, el reglamento del A.C.I. 318-83 proporciona una area aproximada a la que resulta del diseño por el reglamento del D.D.F.-1976.

Se aclara tambien que en el caso de la viga con acero a compresion el reglamento del A.C.I. 318-83 el area de acero a tension que es la correspondiente a la falla balanceada, es mayor que la que proporciona el reglamento del D.D.F.-1976.

Per lo tanto en lo que se refiere a flexion el reglamento del A.C.I. 318-83 proporciona :

Para vigas simplemente armadas un area de acero aproximado al que proporciona el reglamento del D.D.F. -1976 .

Para vigas doblemente el area de acero a tension es mayor que la que proporciona el reglamento del D.D.F.-1976 ; pero no es asi el mismo caso para el acero a compresion ya que el A.C.I. proporciona un area mucho menor que la que resulta del D.D.F.

En lo que se refiere a cortante el reglamento del A.C.I. proporciona :

Un espaciamiento mayor que el que resulta del diseño por el reglamento del D.D.F. E incluso se obtiene e presenta el caso de que no se requiere refuerzo transversal ya que el cortante que resiste la propia seccion es mayor que el cortante que esta actuando; y no siendo asi en el diseño por el reglamento del D.D.F.

En el caso del diseño por torsion se presentan las mismas situaciones que en el diseño por cortante.

Por lo que se puede concluir que el Reglamento del A.C.I. 318-83 hace trabajar mas al concreto ó que aprovecha dentro de los limites permitidas toda la capacidad que proporciona el concreto.

## NOMENCLATURA GENERAL

$\bar{f}_t =$	Resistencia promedio a la tensión del concreto hecho con agregado ligero en $\text{kg}/\text{cm}^2$ .
$f_{ot} =$	Resistencia a la tensión por fractura del concreto - o resistencia a la fractura por tensión del concreto
$f'_c =$	Resistencia a la compresión.
$f_{cr} =$	Resistencia promedio para asegurar la obtención de una $f'_c$ determinada o la usada en el diseño estructural.
$l_d =$	Longitud de desarrollo.
$F_r =$	Factor de reducción de la resistencia
$A_v =$	Area de la varilla.
$d_v =$	Diametro de la varilla.
$l_e =$	Longitud de anclaje equivalente en ganchos estandar.
$f_r =$	Modulo de ruptura del concreto en $\text{kg}/\text{cm}^2 = 2 \sqrt{f'_c}$ para concreto de peso normal.
$A_s =$	Area de refuerzo en tension en $\text{cm}^2$ .
$A'_s =$	Area de refuerzo en compresión en $\text{cm}^2$ .
$b =$	Ancho de la cora en compresión en cm.
$d =$	Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo en tensión en cm.
$E_c =$	Modulo de elasticidad del concreto en $\text{kg}/\text{cm}^2$
$E_s =$	Modulo de elasticidad del acero en $\text{kg}/\text{cm}^2$
$f'_c =$	Resistencia a la compresión especificada del concreto en $\text{kg}/\text{cm}^2$ .
$f_y =$	Resistencia a la fluencia especificada del refuerzo.
$V_c =$	Resistencia nominal al cortante proporcionado por el concreto.
$W_c =$	Peso volumetrico del concreto en $\text{kg}/\text{m}^3$
$W_a =$	Carga factorizada por unidad de longitud de viga.

- $B_1$  = Factor de 0.85 para  $f'c \geq 250 \text{ kg/cm}^2$ .  
 $P$  = Porcentaje de refuerzo en tensión =  $\frac{A_g}{bd}$   
 $p'$  = Porcentaje de refuerzo en compresión =  $\frac{A_g}{bd}$   
 $P_b$  = Porcentaje de refuerzo que produce la condición balanceada de deformación.  
 $P_r$  = factor de reducción de la resistencia.  
 $d'$  = Distancia de la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo en compresión en cm (recubrimiento).  
 $D$  = Carga muerta.  
 $E$  = Efecto de la carga de sismo.  
 $h$  = Peralte total de un elemento en cm.  
 $l$  = Longitud del claro de la viga a ejes.  
 $l_n$  = Longitud de la viga entre paños interiores de apoyos.  
 $L$  = Carga viva.

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

- 1.- Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado (ACI 318-83) y Comentarios  
IMCYO
- 2.- Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto. No 401 Instituto de Ingeniería  
UNAM
- 3.- Requisitos de Seguridad y Servicio para las Estructuras. No 400 Instituto de Ingeniería  
UNAM
- 4.- Diseño Estructural con Normas de ACI  
Paul F. Rice y Edward S. Hoffman. 1984  
LIMUSA
- 5.- Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado  
Oscar M. Gonzalez Cuevas, Francisco Rebles F.  
Juan Casillas G. de L., Roger Díaz de Cossio.  
LIMUSA 1974
- 6.- Apuntes de Análisis Estructural I  
Facultad de Ingeniería. 1982  
UNAM
- 7.- Apuntes de Mecánica de Materiales II  
Facultad de Ingeniería  
UNAM
- 8.- Diseño de Concreto Armado  
Noel J. Everard y John L. Tanner III  
SERIE SCHAUM 1981