

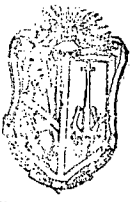
624 X 420 JC.

Universidad Autónoma Particular de Loja  
BIBLIOTECA GENERAL

Revisado el 91-04-29

Valor \$200

Nó Clasificación 1991 C 392 JC 167



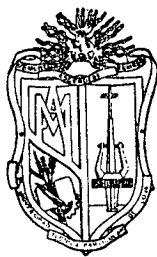
337 - pag.

624.  
Estructuras de acero.  
Diseño de estructuras

624.1821  

---

624



**UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

**TESIS DE GRADO**

**PROGRAMA PARA EL ANALISIS Y DISEÑO DE**  
**ESTRUCTURAS DE ACERO FORJADO EN FRIO**

**AUTORES:**  
**CARLOS CELI G.**  
**JACK JARAMILLO G.**

**Loja - Ecuador**

**1 991**



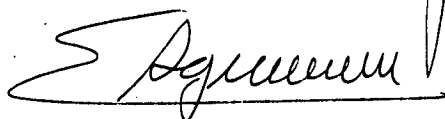
*Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>*

2017

### CERTIFICACION

Que la presente tesis de grado, realizada por los señores: Carlos A. Celi Guerrero y Jack V. Jaramillo González, ha sido efectuada bajo mi dirección, y luego de haber cumplido las sugerencias y observaciones señaladas, autorizo su presentación ante el Honorable Consejo de Facultad para los fines legales consiguientes.

Loja, Enero de 1991



Ing. Gustavo Aguirre P.

DIRECTOR



### AUTORIA

La responsabilidad, investigación, resultados, diseños, recomendaciones y conclusiones, que se exponen en la presente tesis de grado, corresponden a sus autores.

Carlos A. Celi Guerrero

Jack V. Jaramillo González

### AGRADECIMIENTO

A nuestros padres, por su abnegada y sacrificada labor de guía y sostén para la culminación de nuestros estudios.

A las autoridades, profesores y compañeros de la Universidad Técnica Particular de Loja, de manera especial: al Ing. Max Torres G. RECTOR, Ing. Luis Sarmiento S. DECANO, Ing. Gustavo Aguirre P., Ing. Jorge Hidalgo T., Ing. Hugo Alvarez T., Ing. Vladimir Aguirre M.

DEDICATORIA

A mis padres:

Nolberto y Mariana,

a mis hermanos y

sobrinos.

CARLOS

A mi esposa, mi hijo

A mis padres.

JACK

## INDICE GENERAL

### CAPITULO I

Pags.

ANALISIS MATRICIAL DE ESTRUCTURAS.....	1
1.1. INTRODUCCION AL ANALISIS MATRICIAL.....	2
1.2. GENERALIDADES DE LAS MATRICES.....	4
1.2.1. DEFINICIONES Y NOTACIONES MATRICIALES.....	4
1.3. METODOS MATRICIALES DE ANALISIS ESTRUCTURAL.....	22
1.3.1. METODO DE LA FLEXIBILIDAD Y DE LA RIGIDEZ.....	24
1.4. METODO DE LA RIGIDEZ O DE LOS DESPLAZAMIENTOS.....	26
1.4.1. LEY DE HOOKE.....	27
1.4.2. COMPATIBILIDAD DE LOS DESPLAZAMIENTOS.....	28
1.4.3. EQUILIBRIO.....	30
1.4.4. LA MATRIZ DE RIGIDEZ.....	32
1.4.5. TRANSFORMACION DE COORDENADAS.....	40
1.4.6. FUERZAS EN LOS MIEMBROS.....	42
1.4.7. COORDENADAS Y DESPLAZAMIENTOS DE LAS JUNTAS.....	45
1.4.8. COMPATIBILIDAD DE LOS DESPLAZAMIENTOS.....	48
1.4.9. CALCULO DIRECTO DE LOS COEFICIENTES DE RIGIDEZ Y DE LAS FUERZAS EN LOS MIEMBROS.....	61
1.5. PORTICOS DE JUNTAS ARTICULADAS.....	68
1.5.1 EJERCICIO DE APLICACION.....	68

ANALISIS DE ESTRUCTURAS DE ACERO FORMADO EN FRIO....	73
2.1. EL ACERO.....	74
2.1.1. FUNDAMENTOS TEORICOS.....	76
2.1.2. ACERROS ESTRUCTURALES MODERNOS.....	78
2.2. DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO FORMADO EN FRIO.....	79
2.2.1. CONSIDERACIONES DE DISEÑO.....	81
2.2.2. ESFUERZO ADMISIBLE BASICO.....	82
2.2.3. DEFINICIONES.....	83
2.3. DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A TENSION.....	85
2.3.1. EJERCICIO DE APLICACION.....	86
2.4. DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A COMPRESION AXIAL....	87
2.4.1. FALLA POR AFLASTAMIENTO.....	88
2.4.2. FALLA POR PANDEO LOCAL.....	89
2.4.2.1. PROPIEDADES DE LAS SECCIONES.....	89
2.4.2.2. ELEMENTOS COMPRIMIDOS ATIESADOS.....	90
2.4.2.3. ELEMENTOS NO ATIESADOS.....	91
2.4.3. FALLA POR PANDEO GENERAL.....	92
2.4.4. FACTOR DE FORMA.....	93
2.4.4.1. PARA MIEMBROS COMPUESTOS POR ELEMENTOS ATIESADOS.....	93
2.4.4.2. PARA MIEMBROS COMPUESTOS POR ELEMENTOS NO ATIESADOS.....	94
2.4.4.3. PARA MIEMBROS COMPUESTOS POR ELEMENTOS ATIESADOS Y NO ATIESADOS.....	95

2.4.5. ESFUERZOS ADMISIBLES A COMPRESION.....	96
2.4.6. RELACIONES DE ESBELTEZ ( $KL/r$ ).....	98
2.4.7. EJERCICIO DE APLICACION.....	98
2.5. MIEMBROS SUJETOS A PANDEO TORSIONAL.....	102
2.5.1. PARA SECCIONES CON UN EJE DE SIMETRIA.....	102
2.5.2. PARA SECCIONES DOBLEMENTE SIMETRICAS.....	104
2.5.3. EJERCICIO DE APLICACION.....	104
2.6. MIEMBROS SUJETOS A FLEXION.....	106
2.6.1. EJERCICIO DE APLICACION.....	109
2.7. ESFUERZOS DE CORTE EN ALMAS.....	112
2.7.1. EJERCICIO DE APLICACION.....	113
2.8. TIPO DE APOYOS.....	114
2.8.1. APOYO EMPOTRADO.....	114
2.8.2. APOYO ARTICULADO.....	115
2.8.3. APOYO RODILLO.....	116
2.8.4. EJERCICIO DE APLICACION.....	116
2.9. TIPO DE UNIONES.....	120
2.9.1. UNIONES ATORNILLADAS.....	120
2.9.2. UNIONES REMACHADAS.....	122
2.9.3. UNIONES SOLDADAS.....	122
2.10. SOLDADURAS PARA ACERO FORMADO EN FRIO.....	123
2.10.1. SOLDADURA DE FILETE.....	123
2.10.2. SOLDADURA DE RANURA.....	125
2.10.3. EJERCICIO DE APLICACION.....	128

DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROGRAMA.....	129
3.1. DEFINICION DEL PROBLEMA.....	130
3.2. PLANIFICACION DEL PROGRAMA.....	132
3.2.1. FLUJOGRAMA.....	133
3.3. ANALISIS Y CONTENIDO DEL PROGRAMA.....	134
3.3.1. TIPO DE ESTRUCTURA A SER ANALIZADA.....	134
3.3.2. NORMAS A USAR EN EL PROGRAMA.....	136
3.3.3. CONDICIONES DE CARGA Y PARAMETROS DE DISEÑO.....	139
3.3.4. GENERACION DE NUDOS.....	140
3.3.4.1. CERCHAS RECTAS.....	141
3.3.5. GRAFICACION DE LA ESTRUCTURA.....	142
3.3.6. CODIFICACION DEL PROGRAMA.....	143
3.3.7. CALCULO ESTRUCTURAL POR ANALISIS MATRICIAL.....	143
3.3.8. FLUJOGRAMA Y LISTADO DEL PROGRAMA CELOSIAS.TES..	145
3.3.9. FLUJOGRAMA Y LISTADO DEL PROGRAMA CALCULOS.TES..	162
3.3.10. FLUJOGRAMA Y LISTADO DEL PROGRAMA AYUDA1.TES...	169
3.3.11. FLUJOGRAMA Y LISTADO DEL PROGRAMA AYUDA2.TES...	176
3.3.12. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA CON NORMAS AISI.....	185
3.3.13. FLUJOGRAMA Y LISTADO DEL PROGRAMA DISEÑO.TES...	186
3.3.14. ARCHIVO DE PERFILES FABRICADOS EN EL PAIS.....	202
3.3.15. FLUJOGRAMA Y LISTADO DEL PROGRAMA B-PERFIL.TES.	215
3.3.16. FLUJOGRAMA Y LISTADO DEL PROGRAMA GRAFICA.TES..	223
3.3.17. CORRIDAS Y PRUEBAS DEL PROGRAMA.....	226

## CAPITULO IV

Pags.

DOCUMENTACION DEL PROGRAMA.....	227
4.1. DOCUMENTACION.....	228
4.2. MANUAL DEL PROGRAMADOR.....	232
4.3. DISEÑO DE ARCHIVOS Y REGISTROS.....	233
4.4. DISEÑO DE PANTALLAS Y REPORTE.....	234
4.5. MANUAL DEL USUARIO.....	235
4.5.1. INTRODUCCION.....	235
4.5.2. CONSIDERACIONES DEL PROGRAMA.....	236
4.5.3. PREPARACION DE DATOS.....	238
4.5.4. LIMITACIONES DEL PROGRAMA.....	240
4.5.5. INGRESO DE DATOS.....	242
4.5.6. HACIENDO CORRECCIONES.....	252
4.5.7. SALVANDO LA ENTRADA DE DATOS.....	252
4.5.8. CORRIENDO EL PROGRAMA.....	253
4.5.9. INTERPRETACION DE RESULTADOS.....	263
4.5.10. ARCHIVOS.....	266

## CAPITULO V

PRUEBA DEL PROGRAMA.....	269
5.1. APLICACION DEL PROGRAMA EN EL DISEÑO DE LA CUBIERTA DE LA PISCINA MUNICIPAL DE JIPIRO.....	270
5.2. SOLICITACIONES REQUERIDAS.....	270



5.3. PREDISEÑO.....	276
5.4. ANALISIS Y DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS.....	277
5.5. ANALISIS Y DISEÑO DE CONTRAVIENTOS.....	322

## CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES.....	332
6.1. CONCLUSIONES.....	333
6.2. RECOMENDACIONES.....	334
6.3. ANEXOS.....	335
6.4. BIBLIOGRAFIA.....	336

# CAPITULO

## I

## CAPITULO I

### ANALISIS MATRICIAL DE ESTRUCTURAS

#### 1.1. INTRODUCCION AL ANALISIS MATRICIAL.

Con el avance de la tecnología en los últimos años, y con el uso de computadoras, especialmente en la rama de las matemáticas, ya que esta actividad ha permitido el desarrollo de procedimientos numéricos apropiados, para que sean desarrollados por medio de computadores.

En el campo de las "Estructuras", a conducido al desarrollo de métodos que utilizan las ideas de Álgebra Matricial.

El empleo del álgebra matricial utilizando un ordenador de datos (computador) permite utilizar métodos de cálculo que se han desarrollado con los mismos principios fundamentales de cálculo en el análisis de las estructuras.

Las ventajas que brindan los métodos matriciales es por el cálculo sistemático sin que de este se desprenda dificultades en la aplicación a estructuras grandes o complejas, en la que los métodos manuales tradicionales

requieren un esfuerzo de resolución de acuerdo a la complejidad o grado de dificultad de la estructura a desarrollar.

El rápido desarrollo de los computadores y la demanda creciente de mejores métodos de cálculo para estructuras complicadas y ligeras, condujo al desarrollo de métodos para el cálculo matricial de estructuras.

La utilización de la notación matricial para expresar la teoría de estructuras de por sí, sencilla y elegante, pero el valor práctico del análisis matricial no se hubiera puesto de manifiesto sin el invento de los computadores digitales de alta velocidad.

En problemas pequeños o simples en que los métodos manuales existentes son plenamente satisfactorios, se gana muy poco con una resolución matricial, y es preferible desarrollar por estos métodos si no se dispone de un computador para la resolución matricial.

Los métodos matriciales son aplicados a cualquier tipo de estructuras sin estar limitados a la complejidad, o restricciones, pero en el presente trabajo de tesis se considerará únicamente las estructuras planas articuladas (no espaciales).

## 1.2. GENERALIDADES DE LAS MATRICES.

Las matrices en el análisis lineal de estructuras se basa en los siguientes puntos:

a.- las matrices proporcionan un medio matemático muy cómodo para expresar la teoría.

b.- la solución que expresa la teoría puede obtenerse más fácilmente mediante una secuencia de operaciones matriciales, para la que es totalmente idóneo un computador de alta velocidad.

Lo expuesto en este literal está orientado al lector que no esté familiarizado con el álgebra matricial. Proporciona un conocimiento suficientemente sencillo para entender los literales siguientes sobre el cálculo matricial de estructuras.

### 1.2.1. DEFINICIONES Y NOTACIONES MATRICIALES.

Una MATRIZ se define como un conjunto rectangular de elementos ordenados en filas y columnas.

El ORDEN de una matriz se refiere a su tamaño. Una matriz que contenga (m) filas y (n) columnas tiene un orden (m \* n). Las matrices se pueden representarse de la siguiente manera:

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ : & : & & : \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

En la expresión anterior,  $a_{ij}$  representa un elemento cualquiera de la matriz. Obsérvese en particular que los subíndices de los elementos tienen un significado de posición  $i=f$  de fila,  $j=f$  de columna.

Los elementos de una matriz pueden ser números, vectores, funciones algebraicas, o cualquier otra cantidad.

Una matriz no es un determinante. Un determinante es un conjunto cuadrado colocado entre dos líneas verticales, es un operador que representa a una serie de operadores a hacer entre los elementos. Si los elementos son numéricos, puede calcularse su valor. La matriz por el contrario representa solo una ordenación, pero no implica ninguna relación operatoria entre los elementos. A continuación se exponen algunos tipos especiales de matrices.

**MATRIZ FILA.** Es la compuesta por una sola fila y su orden es:  $(1 * n)$ .

$$A = [a_{11} \quad a_{12} \quad a_{13} \quad \dots \quad a_{1n}]$$

**MATRIZ COLUMNA.** Es la compuesta por una sola columna su orden es de  $(M * 1)$ .

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ : \\ b_{m1} \end{bmatrix}$$

**MATRIZ NULA.** Es aquella en que todos sus elementos son iguales a cero.

$$O = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

**MATRIZ TRANSPUESTA.** Es aquella que dada una matriz ej., A se obtiene intercambiando sus filas y sus columnas así:

$$A = \begin{bmatrix} a & b & c \\ x & y & z \\ u & v & w \end{bmatrix}$$

$$A^t = \begin{bmatrix} a & x & u \\ b & y & v \\ c & z & w \end{bmatrix}$$

evidentemente  $(A^t)^t = A$

**MATRIZ CUADRADA.** Es aquella que tiene igual numero de filas y columnas.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ : & : & & : \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (n \times n)$$

Las siguientes definiciones se aplican especificamente a las matrices cuadradas:

**MATRIZ DIAGONAL.** Es aquella cuyos elementos sobre y bajo la diagonal principal son ceros.



$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & a_{22} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & a_{33} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & a_{44} \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & b_{33} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$A = [A] = [a_{ij}]$$

**MATRIZ UNITARIA (I).** Es una matriz diagonal en la que todos los elementos de la diagonal principal sean iguales a la unidad.

$$I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$a_{ij} = 1 \quad \text{si } i = j$$

$$a_{ij} = 0 \quad \text{si } i \neq j$$

**MATRIZ SIMETRICA.** Es aquella cuyos elementos son simetricos con respecto a su diagonal principal.

$$A = \begin{bmatrix} a & b & c \\ b & d & e \\ c & e & f \end{bmatrix}$$

$$a_{ij} = a_{ji}$$

**MATRIZ ANTISIMETRICA.** Se llama antisimétrica una matriz si:

$$a_{ij} = -a_{ji}$$

$$A = \begin{bmatrix} 0 & y & x \\ -y & 0 & 1 \\ -x & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$a_{ii} = 0$$

**MATRIZ TRIANGULAR.** Es una matriz cuadrada en la que todos los elementos a un lado de la diagonal principal sean ceros.

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 5 & 1 \\ 0 & 7 & 3 \\ 0 & 0 & 4 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 3 & 2 & 0 \\ 1 & 2 & 3 \end{bmatrix}$$

IGUALDAD DE MATRICES. Dos matrices son iguales si y solamente si las dos tienen el mismo número de filas y columnas y los elementos correspondientes son iguales.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{bmatrix}$$

$$A = [a_{ij}] , B = [b_{ij}]$$

si:  $a_{ij} = b_{ij}$  para todo valor de  $i$  y  $j$ , se dice que

$$A = B$$

SUMA DE MATRICES. Dos matrices que tengan el mismo número de filas y columnas pueden sumarse o restarse entre si. Asi, si:

$$A = [a_{ij}] \text{ y } B = [b_{ij}] \text{ de orden } (m * n)$$

$$A + B = C$$

donde  $C = [c_{ij}] = [a_{ij} + b_{ij}]$

RESTA DE MATRICES. De igual manera:

$$D = A - B$$

donde  $D = [d_{ij}] = [a_{ij} - b_{ij}]$

De las definiciones dadas se deduce que la suma o resta de matrices obedece a las leyes conmutativa y asociativa esto es.

$$A + B = B + A$$

$$A + (B + C) = (A + B) + C$$

Cualquier matriz cuadrada puede expresarse como una suma de una matriz simétrica y una antisimétrica,  $A =$  Matriz cuadrada.

$$A = ((A + A^t) / 2) + ((A - A^t) / 2)$$

$(A + A^t)/2$  = Es una matriz simétrica

$(A - A^t)/2$  = Es una matriz antisimétrica

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{21} \\ a_{12} & a_{22} \end{bmatrix}$$

$$(A + A^t)/2 = \begin{bmatrix} a_{11} & (a_{12} + a_{21})/2 \\ (a_{21} + a_{12})/2 & a_{22} \end{bmatrix}$$

Que es una matriz simétrica, y

$$(A - A^t)/2 = \begin{bmatrix} 0 & (a_{12} - a_{21})/2 \\ (a_{21} - a_{12})/2 & 0 \end{bmatrix}$$

Que es una matriz antisimétrica.

La suma de estas dos matrices da como resultado la matriz A

**MULTIPLICACION ESCALAR.** El producto de una matriz A y un escalar K es la matriz KA cuyos elementos son los elementos  $a_{ij}$  de A multiplicados cada uno por K así:

$$K \begin{bmatrix} a & b & c \\ x & y & z \\ u & v & w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ka & kb & kc \\ kx & ky & kz \\ ku & kv & kw \end{bmatrix}$$

MULTIPLICACION DE MATRICES. Se dice que A y B son compatibles si el numero de columnas de A es igual al numero de filas de B es decir si :

[A] (m \* n) y [B] (s \* t) , A y B son compatibles en el orden AB si y solo si n=s.

Si A es una matriz de orden (p \* q) y B es una matriz de orden (q \* r) ,tal que A y B son compatibles en ese orden el producto C = A \* B es una matriz (p \* r) tal que el elemento cij en la fila i y en la columna j de C es el producto interno de la fila i de A por la columna j de B, es decir.

$$c_{ij} = \sum_{k=1}^q a_{ik} \cdot b_{kj}$$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} (3 \times 3) \quad B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \\ b_{31} & b_{32} \end{bmatrix} (3 \times 2)$$

$$C = A * B$$

C es una matriz de (3 \* 2) cuya expresión es la siguiente:

$$\begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \\ c_{31} & c_{32} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \\ b_{31} & b_{32} \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} a_{11} b_{11} + a_{12} b_{21} + a_{13} b_{31} & a_{11} b_{12} + a_{12} b_{22} + a_{13} b_{32} \\ a_{21} b_{11} + a_{22} b_{21} + a_{23} b_{31} & a_{21} b_{12} + a_{22} b_{22} + a_{23} b_{32} \\ a_{31} b_{11} + a_{32} b_{21} + a_{33} b_{31} & a_{31} b_{12} + a_{32} b_{22} + a_{33} b_{32} \end{bmatrix}$$

Aunque dos matrices sean compatibles en el orden AB pueden no serlo en el orden BA, la multiplicación no es conmutativa:

$$A * B \nleftrightarrow B * A$$

Pero hay dos casos en que es conmutativa, son los de las matrices unitarias y nulas .

$$A * I = I * A = A$$

$$A * 0 = 0 * A = 0$$

Las leyes asociativas y distributivas se aplican a la multiplicación siempre que la secuencia u orden de los terminos se mantenga rigurosamente así:

$$A(BC) = (AB)C = ABC$$

$$A(B + C) = AB + AC$$

SUBDIVISION DE MATRICES. Con frecuencia, resulta conveniente subdividir una matriz en diferentes grupos llamados submatrices y luego considerar la matriz inicial como un matriz subdividida.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & : & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & : & a_{23} & a_{24} \\ \dots & \dots & : & \dots & \dots \\ a_{31} & a_{32} & : & a_{33} & a_{34} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix}$$

Donde:

$$A_{11} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}$$

$$A_{12} = \begin{bmatrix} a_{13} & a_{14} \\ a_{23} & a_{24} \end{bmatrix}$$

$$A_{21} = [a_{31} \quad a_{32}]$$

$$A_{22} = [a_{33} \quad a_{34}]$$



O tambien :

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \end{bmatrix} = [A_{11} \quad A_{12} \quad A_{13} \quad A_{14}]$$

Donde :

$$A_{11} = \begin{bmatrix} a_{11} \\ a_{21} \\ a_{31} \end{bmatrix} \quad A_{12} = \begin{bmatrix} a_{12} \\ a_{22} \\ a_{32} \end{bmatrix} \quad A_{13} = \begin{bmatrix} a_{13} \\ a_{23} \\ a_{33} \end{bmatrix} \quad A_{14} = \begin{bmatrix} a_{14} \\ a_{24} \\ a_{34} \end{bmatrix}$$

**TRANSPUESTA DEL PRODUCTO.** La transpuesta del producto de dos matrices compatibles es el producto de las matrices transpuestas tomadas en el orden inverso.

$$(AB)^t = B^t * A^t$$

**INVERSION DE MATRICES.** No existe división directa en las matrices, la operación de división se realiza mediante la inversión. Ej. Dada una matriz cuadrada A, se puede encontrar otra matriz cuadrada B del mismo orden tal que :

$$A * B = I$$

Siempre y cuando A sea una matriz no singular, esto es que el determinante  $|A|$  que contiene los mismos elementos de A no sea cero.

La matriz B se llama entonces la inversa de A y se designa por:

$$A^{-1}$$

#### TEOREMAS PARA LA INVERSION DE MATRICES.

1) La inversa de la matriz es unica, supongase que existe otra matriz X tal que :

$$A \cdot X = I$$

$$A^{-1} A X = A^{-1} I = A^{-1}$$

Por consiguiente  $X = A^{-1}$

2) La inversa de la transpuesta de una matriz es igual a la transpuesta de la inversa de la matriz.

$$(A^t)^{-1} A^t = I$$

$$(A^{-1})^t A^t = (A A^{-1})^t = I^t = I$$

3) La inversa del producto de dos matrices es igual al producto de las inversas de las dos matrices, pero en orden inverso.

$$(AB)^{-1} = B^{-1} A^{-1} = A^{-1} B^{-1} + A^{-1} A^{-1} = I$$

Por tanto:  $(A B)^{-1} = B^{-1} A^{-1}$

$$(A B C)^{-1} = C^{-1} B^{-1} A^{-1}$$

4) La inversa de una matriz simétrica es también simétrica.

$A = A^t$

$$A A^{-1} A^t = A^t$$

tomando la transpuesta de cada miembro  $A (A^{-1})^t A^t = A$   
como  $A = A^t$

$$A (A^{-1})^t A^t = A^t$$

por tanto  $A^{-1} = (A^{-1})^t$  solo si  $A^{-1}$  es simétrica.

### MÉTODOS PARA INVERTIR MATRICES.

Existen algunos métodos para invertir matrices entre ellos podemos citar los siguientes:

- 1) Metodo de los cofactores
- 2) metodo por transformaciones sucesivas
- 3) metodo de eliminación de Gauss - Jordan

De los cuales aplicaremos el tercero en nuestro trabajo, debido a que éste presta la facilidad de trabajar con matrices de cualquier orden dependiendo de la capacidad del computador.

METODO DE ELIMINACION DE GAUSS. Es uno de los más usados tanto para invertir matrices como para la solución directa de sistemas de ecuaciones lineales, la matriz A cuya inversa se desea obtener, se convierte en una matriz rectangular  $[A : I]$  añadiendo a su derecha una matriz unitaria de igual tamaño, la matriz aumentada se somete a una serie de eliminaciones con el objeto de trasladar la matriz I de la derecha a la izquierda, la matriz que queda a la derecha es la matriz inversa así :  $[I : A]$   
Ej.

$$A = \begin{bmatrix} 6 & 3 \\ 2 & 5 \end{bmatrix}$$

$$A = \begin{array}{l} (-1) \\ (3) \end{array} \left[ \begin{array}{cc|cc} 6 & 3 & 1 & 0 \\ 2 & 5 & 0 & 1 \end{array} \right] = \begin{array}{l} (-4) \\ (1) \end{array} \left[ \begin{array}{cc|cc} 6 & 3 & 1 & 0 \\ 0 & 12 & -1 & 3 \end{array} \right]$$

$$A = \begin{array}{l} (\div 24) \\ (\div 12) \end{array} \left[ \begin{array}{cc|cc} -24 & 0 & -5 & 3 \\ 0 & 12 & -1 & 3 \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{cc|cc} 1 & 0 & 5/24 & -3/24 \\ 0 & 1 & -1/12 & 1/4 \end{array} \right]$$

$$A^{-1} = \left[ \begin{array}{cc} 5/24 & -3/24 \\ -1/12 & 1/4 \end{array} \right]$$

Comprobación  $A A^{-1} = A^{-1} A = I$

		$A^{-1}$		
		5/24	-3/8	
		-1/2	1/4	
A	6	3	1	0
	2	5	0	1
			= I	

## RESOLUCION DE SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES SIMULTANEOS.

Muchos problemas estructurales tanto estáticamente determinados como indeterminados ,requieren la solución de sistemas de ecuaciones lineales simultáneos . así:

$$\begin{bmatrix} a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1n} x_n = b_1 \\ a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2n} x_n = b_2 \\ : \\ a_{n1} x_1 + a_{n2} x_2 + \dots + a_{nn} x_n = b_n \end{bmatrix}$$

Este sistema se puede expresar en forma matricial

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ : & : & & : \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ : \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ : \\ b_n \end{bmatrix}$$

o simplemente  $A X = B$

De donde  $A =$  es cuadrada y no singular

$X$  y  $B =$  matrices columnas.

Si se cumple esto se puede obtener

$$X = A^{-1} B$$

Puesto que :  $A^{-1} A X = A^{-1} B$

$$y \quad A^{-1} A = I$$

Ahora el problema es determinar  $A^{-1}$  que es la inversa de  $A$  una vez obtenida esta se halla  $X$  realizando la siguiente operación:

$$X = A^{-1} B$$

### 1.3. METODOS MATRICIALES DE ANALISIS ESTRUCTURAL.

Pueden ser divididos en dos clases:

Aquellos que tratan como un todo y aquellos en los cuales ésta es considerada como un montaje de elementos

discretos, o miembros conectados juntos mediante uniones o juntas, un simple ejemplo de la segunda idealización es una armadura reticular de las que se describen en mecánica, en la que se asumen que las juntas están en la intersección de los ejes de las barras así como ensamblajes de datos discretos pueden ser convenientemente representados matemáticamente mediante matrices, esto provee un procedimiento general y sistemático aplicable al análisis de cualquier estructura.

Los métodos matriciales de análisis consisten esencialmente en la aplicación de tres principios básicos:

- a.- Una relación como consecuencia de la "LEY DE HOOKE", entre las fuerzas en las barras y los desplazamientos elasticos relativos de los extremos;
- b.- Una relación entre los desplazamientos de los extremos de las barras y el movimiento de las juntas o uniones; esta relación está gobernada por la necesidad de hacer compatibles los dos conjuntos citados de desplazamientos;
- c.- Una relación entre las cargas externas y las fuerzas entre los miembros o barras necesarias para mantener el equilibrio de las juntas. Variando el orden en el cual estas relaciones se han considerado se tiene dos diferentes métodos de análisis.



Consideremos la siguiente secuencia:

1. Ley de Hooke
2. Compatibilidad
3. Equilibrio

#### 1.3.1. METODO DE LA FLEXIBILIDAD Y DE LA RIGIDEZ.

Estos métodos son aplicables generalmente a todos los tipos de estructura incluyendo aquellos formados de vigas, columnas, placas, cascarones y otros elementos estructurales. Sin embargo, todas las estructuras que se analizarán en esta tesis es el tipo de estructura reticular.

Las estructuras reticulares son probablemente las más comunmente encontradas en la práctica de la Ingeniería y proporcionan ejemplos excelentes con los cuales ilustrar las ideas básicas de los métodos de la flexibilidad y de la rigidez.

Ambos métodos son fundamentales en concepto e involucran formulaciones matemáticas similares.

La formulación de los métodos se hace mediante álgebra matricial, la expresión de los métodos en términos matriciales permite una generalización inmediata a estructuras muy complicadas, y esta es una de las ventajas de la notación matricial. También, el uso de matrices plantea el problema en una forma ideal para programación en un computador.

Este hecho representa la primera motivación para utilizar los métodos de la flexibilidad y de la rigidez en la forma que se utiliza.

Debe comprenderse que los métodos de la flexibilidad y de la rigidez pueden organizarse hasta formar un procedimiento altamente sistematizado para el análisis de una estructura. Una vez que se han comprendido los conceptos básicos del procedimiento, los métodos pueden aplicarse a estructuras de cualquier grado de dificultad.

Así el objetivo de nuestro trabajo de investigación es desarrollar procedimientos sistemáticos para analizar estructuras reticulares (armaduras).

Como se ha descrito anteriormente el método de la flexibilidad no es tan apropiado como el método de la

rigidez para la preparación de programas de cálculo en computador, por lo que para nuestro objetivo desarrollaremos exclusivamente el método de la rigidez o también llamado método de los desplazamientos.

#### 1.4. METODO DE LAS RIGIDECEZ O DE LOS DESPLAZAMIENTOS.

Si las ecuaciones fundamentales del método de los desplazamientos se deduce de:

- a). El equilibrio de las fuerzas
- b). La compatibilidad de los desplazamientos
- c). La relación fuerza - desplazamiento.

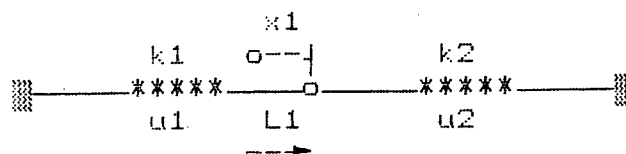
La condición de compatibilidad se satisface mediante la correlación de los desplazamientos nodales externos y las deformaciones en los extremos de los elementos.

Se establece luego la relación fuerza-desplazamiento, entre las fuerzas de los extremos de los elementos y las deformaciones, y entre las posibles fuerzas nodales y los desplazamientos nodales. Finalmente, se aplican las ecuaciones de equilibrio en los nodos para resolver los desplazamientos nodales desconocidos y con ellos las fuerzas en los elementos y las deformaciones en la estructura.

#### 1.4.1. LEY HOOKE.

Como LEY DE HOOKE, entendemos "el cambio de forma del cuerpo es directamente proporcional a la fuerza deformante", es decir siempre que una carga se aplique a una estructura se desarrollarán esfuerzos en el material y sucederán deformaciones. Deformación significa cualquier cambio en la forma de alguna parte de la estructura, tal como un cambio en la forma de un elemento cortado de un miembro, mientras que los esfuerzos se refieren a las acciones distribuidas que ocurren internamente entre elementos adyacentes de la estructura.

En el desarrollo de este método se trabajará con materiales linealmente elásticos (que cumplan la Ley de Hooke), cuyas deformaciones se suponen que son muy pequeñas. Bajo estas condiciones los esfuerzos son proporcionales a las deformaciones unitarias correspondientes en el material.



La Ley de Hooke está representada matricialmente por la siguiente ecuación:

$$\{P\} = [K] * \{U\}$$

Que puede escribirse:

$$P = K * Z$$

(Ec.1)

Donde K es la matriz diagonal de la rigidez de las barras. Esta expresión denota la relación entre las fuerzas de las barras y los desplazamientos de las barras en cualquier estructura.

#### 1.4.2. COMPATIBILIDAD DE LOS DESPLAZAMIENTOS.

En cualquier análisis de estructuras es necesario que se satisfagan todas las condiciones de compatibilidad es decir obtener una ecuación que indique como se relacionan los desplazamientos de las barras a los movimientos de las juntas a fin de obtener una consistencia geométrica, es conveniente adoptar una convención de signos y asumir inicialmente que todas las fuerzas son en sentido positivo, si lo asumido es incorrecto en cualquier caso particular, entonces, el resultado final será negativo.

Del gráfico anterior asumimos que las fuerzas iniciales en los extremos de los resortes son tensiones por consiguiente debemos tambien asumir que la dirección de los desplazamientos a los extremos de los resortes son consistentes con la extensión, la dirección positiva de los desplazamientos de las uniones por otra parte la asumimos de izquierda a derecha, en la misma dirección que la carga aplicada, las extensiones  $U_1$  y  $U_2$  vienen dadas por:

$$U_1 = X_1 - 0 = X_1$$

$$U_2 = 0 - X_1 = -X_1$$

matricialmente,

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix} \{ X \}$$

generalizando,

$$Z = A * X \quad (\text{Ec.2})$$

donde,  $Z$  es un vector de desplazamientos de las barras y,  $X$  es un vector de desplazamientos de las juntas.

La matriz  $A$  es la llamada matriz de transformación de desplazamientos que relaciona las deformaciones internas de las barras con los desplazamientos nodales externos.

La matriz A es generalmente una matriz rectangular. Es una simple transformación geométrica de coordenadas que nos expresa la compatibilidad de los desplazamientos de un sistema.

#### 1.4.3. EQUILIBRIO.

Uno de los objetivos de cualquier análisis estructural es determinar varias acciones pertenecientes a la estructura tales como las reacciones en los apoyos y los esfuerzos internos resultantes. Una solución correcta para estos esfuerzos es que deben satisfacer todas las condiciones de equilibrio estático no solo para toda la estructura sino también para cualquier parte de ella tomada como un cuerpo libre.

Cuando una estructura está en equilibrio las cargas externas deben ser balanceadas por las fuerzas de barra en cada junta de la estructura, así:

$$P1 \leftarrow \text{-----} \text{---} \text{-----} \rightarrow P2$$

$$\text{-----} \rightarrow L1$$

$$L1 = P1 - P2$$

$$\{L1\} = \begin{Bmatrix} 1 & -1 \end{Bmatrix} * \begin{Bmatrix} F1 \\ F2 \end{Bmatrix}$$

$$L = A_t * P \quad (Ec.3)$$

Esta relación también puede ser obtenida directamente para una estructura en general por medio del principio de conservación de energía, el cual establece que en una estructura elástica el trabajo realizado por las cargas externas debe ser igual al trabajo realizado por las fuerzas internas, así, en una junta (i) el trabajo realizado por una fuerza  $L_i$  moviendo a lo largo del desplazamiento correspondiente  $X_i$ :

$$W_{L_i} = 1/2 (L_i * X_i)$$

Similarmente el trabajo realizado en una barra (j), por una fuerza  $P_j$ , actuando a lo largo de la deformación  $U_j$  es:

$$W_{P_j} = 1/2 (P_j * U_j)$$

Para una estructura completa que contiene (N) desplazamientos de juntas y (M) desplazamientos de barras podemos escribir:



$$1/2 (L_1 X_1 + \dots + L_i X_i + \dots + L_m X_m) = 1/2 (P_1 U_1 + \dots + P_j U_j + \dots + P_n U_n)$$

Lo cual escrito en forma matricial es:

$$L_t * X = P_t * Z$$

como :

$$Z = A * X$$

entonces:

$$L_t * X = P_t * A * X$$

Esta relación debe ser cierta para cualquier conjunto de desplazamientos de juntas, como los elementos de X deben ser iguales en ambos miembros nos queda:

$$L_t = P_t * A$$

o:

$$L = A_t * P \quad (\text{igual a Ec.3})$$

#### 1.4.4. LA MATRIZ DE RIGIDEZ.

Las tres ecuaciones básicas:

$$P = K * Z \quad (\text{Ley de Hooke}) \quad (\text{Ec.1})$$

$$Z = A * X \quad (\text{Compatibilidad}) \quad (\text{Ec.2})$$

$$L = A_t * P \quad (\text{Equilibrio}) \quad (\text{Ec.3})$$

Pueden ser combinadas de la siguiente manera:

$$L = A^t * K * Z \quad (\text{Ec.3}) \text{ con } (\text{Ec.1})$$

$$L = A^t * K * A * X \quad (\text{Ec.3}) \text{ con } (\text{Ec.2})$$

$$L = (A^t * K * A) * X$$

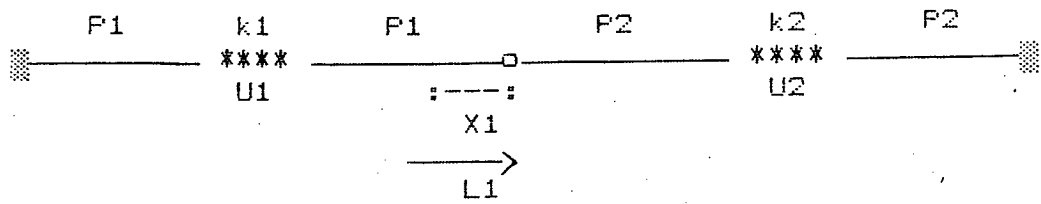
$$\text{Si hacemos } S = (A^t * K * A)$$

$$L = S * X \quad (\text{Ec.4})$$

Siendo (S) la llamada matriz total de rigidez, o la matriz de rigidez de la estructura, que relaciona directamente las fuerzas nodales con los desplazamientos nodales de una estructura, y representa la resistencia de la estructura bajo la influencia de cargas externas, es una matriz cuadrada y simétrica de orden igual a X, (X no será necesariamente cuadrada).

Los desplazamientos X en las juntas pueden ser obtenidos para cualquier vector de carga externa L resolviendo la (Ec .4).

Ej. hallar la matriz de rigidez S del siguiente sistema.



1) Ley de Hooke  $P = K * Z$

$$\begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_1 & 0 \\ 0 & k_2 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix}$$

2) Compatibilidad  $Z = A * X$

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix} * \{X_1\}$$

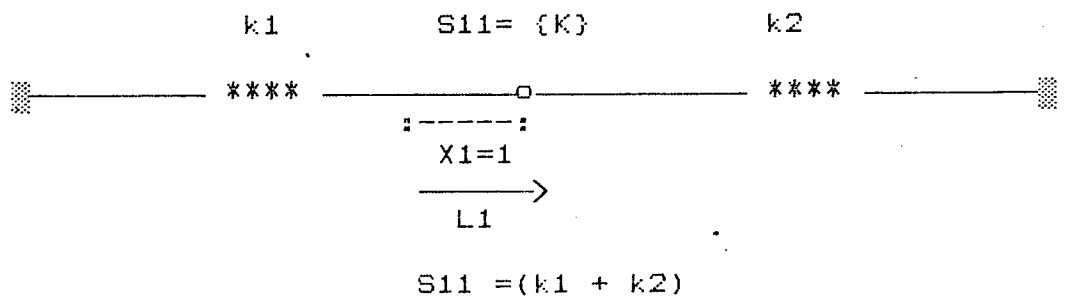
3) Equilibrio  $L = A_t * P$

$$\{L_1\} = \{1 \quad -1\} * \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \end{bmatrix}$$

Calculamos  $S = (A_t * K * A)$

$$\begin{array}{c}
 A \\
 K \\
 A_t
 \end{array}
 \begin{array}{|c|c|}
 \hline
 1 \\
 -1 \\
 \hline
 k_1 & 0 \\
 0 & k_2 \\
 \hline
 -1 & 1 \\
 \hline
 \end{array}
 \begin{array}{|c|}
 \hline
 k_1 \\
 -k_2 \\
 k_1+k_2 \\
 \hline
 \end{array}
 = S$$

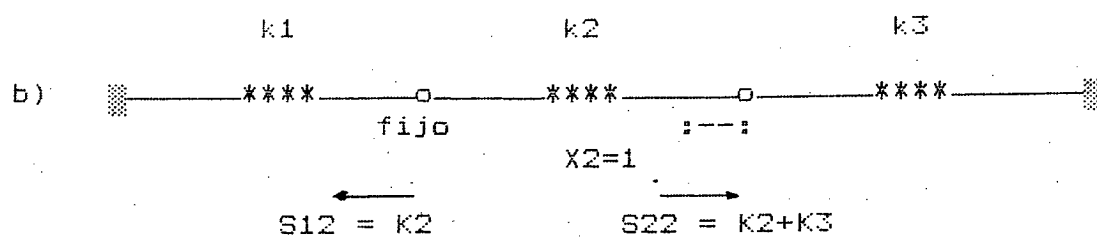
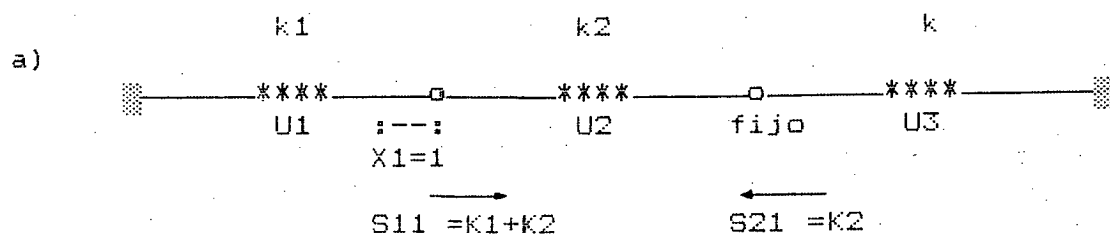
Del mismo ejemplo anterior:



Como podemos observar la matriz de rigidez total la podemos obtener directamente del gráfico.

De donde  $(S_{11})$  significa ,rigidez de la junta (1) correspondiente al estado de carga (1).

Ej.(2). si tenemos el siguiente sistema:



Esto queda así asumiendo que el desplazamiento es unitario.

La matriz de rigidez por el método directo nos quedaría así :

$$\begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_1 + k_2 & -k_2 \\ -k_2 & k_2 + k_3 \end{bmatrix}$$

$$L = S * X$$

$$\begin{bmatrix} L1 \\ L2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S11 & S12 \\ S21 & S22 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X1 \\ X2 \end{bmatrix}$$

Un coeficiente típico  $S_{pq}$  de la matriz de rigidez total, está definido como la fuerza requerida en la junta  $p$  cuando un desplazamiento unitario está dado a la junta  $q$  mientras los desplazamientos de las otras juntas se mantienen en cero. Este principio se ilustra en el gráfico anterior donde cada columna de la matriz de rigidez total es considerada como un caso separado de carga.

En la figura anterior a). se da un desplazamiento unitario a la junta 1, mientras el desplazamiento de la junta 2, se mantiene en cero, por la fuerza  $S21$ .

En la figura b). se da un desplazamiento unitario a la junta 2, mediante la fuerza  $S22$ , mientras el desplazamiento en la junta 1 se mantiene en cero por la fuerza  $S12$ .

Las fuerzas  $S11$  y  $S22$  que son aplicadas en las juntas donde los desplazamientos unitarios son llamados "rigideces directas", y están en la diagonal principal de la matriz, la fuerza  $S12$  y  $S21$  se llaman rigideces

cruzadas, por el principio de reciprocidad de Maxwell, es claro que  $S_{12}$  y  $S_{21}$  deben ser iguales y en general  $S_{pq} = S_{qp}$ .

Si en las figuras indicadas a y b. los desplazamientos unitarios son reemplazados por desplazamientos  $X_1$  y  $X_2$ , y utilizando el principio de superposición se concluye que la carga total requerida en la junta 1 estará dada por:

$$L_1 = S_{11} * X_1 + S_{12} * X_2$$

similarmente:

$$L_2 = S_{21} * X_1 + S_{22} * X_2$$

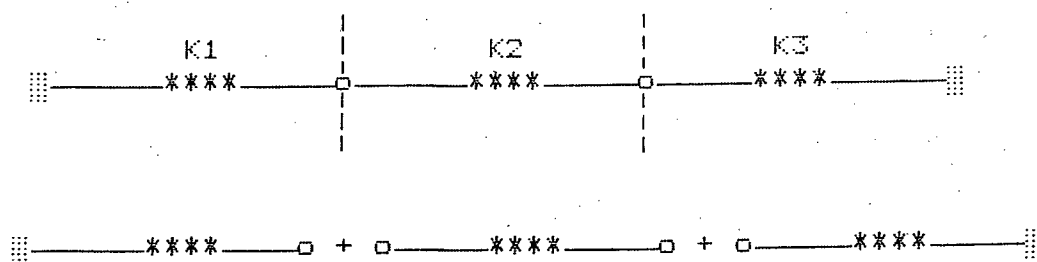
en forma matricial:

$$\begin{bmatrix} L_1 \\ L_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix}$$

Nota: En la ecuación de Hooke  $F = K * X$  si  $X=1$  entonces  $F=K$ , es decir las fuerzas toman el valor numérico de la rigidez entre junta y junta.

El número de juntas da el orden de la matriz de rigidez, así en el ejemplo anterior tenemos dos juntas por lo tanto la matriz de rigidez es de  $2 \times 2$ .

La matriz de rigidez también puede encontrarse por el método de superposición matricial. Ejemplo:



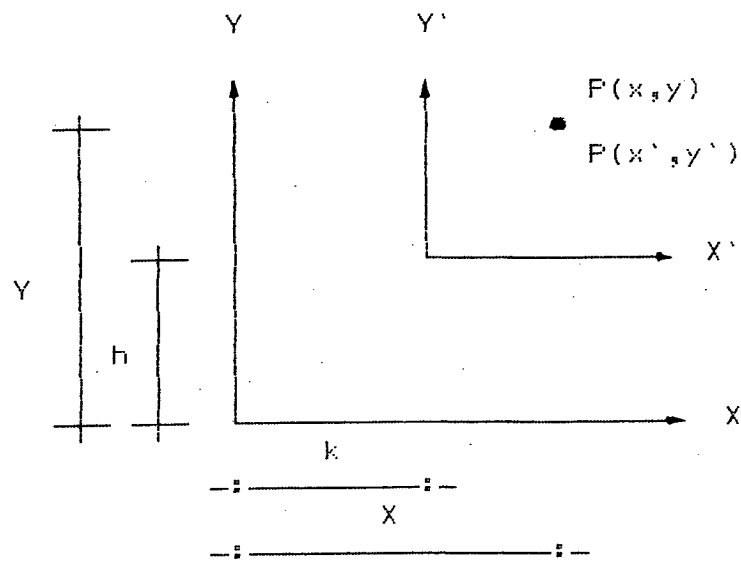
$$S = \{K_1\} \quad S = \begin{bmatrix} K_2 & -K_2 \\ -K_2 & K_2 \end{bmatrix} \quad S = \{K_3\}$$

superponiendo las matrices:

$$S = \begin{bmatrix} K_1+K_2 & -K_2 \\ -K_2 & K_2+K_3 \end{bmatrix}$$



#### 1.4.5. TRANSFORMACION DE COORDENADAS.

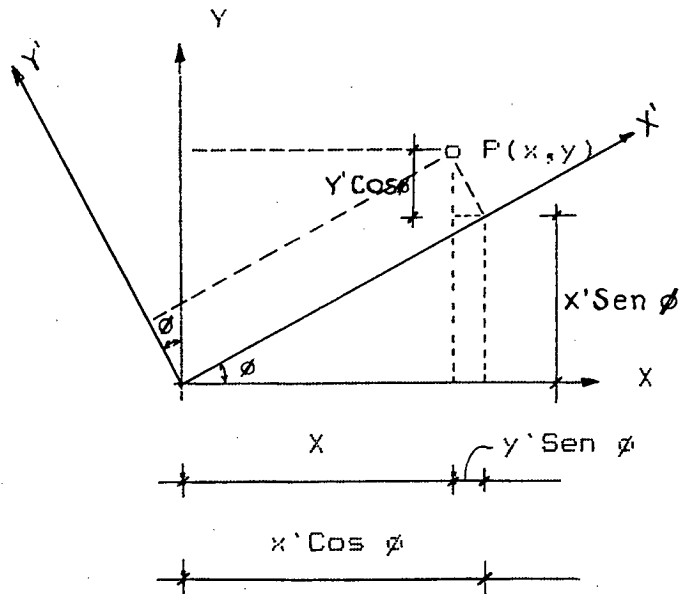


$$X = (x' + h)$$

$$Y = (y' + k)$$

en forma matricial:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x' + h \\ y' + k \end{bmatrix}$$



$$X = x' \cos \phi - y' \sin \phi$$

$$Y = x' \sin \phi + y' \cos \phi$$

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \phi & -\sin \phi \\ \sin \phi & \cos \phi \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix}$$

$$C = T * C'$$

$$T * C^{-1} = T * T^{-1} * C'$$

$$T * C^{-1} = C'$$

$$T = \begin{bmatrix} \cos \varphi & -\sin \varphi \\ \sin \varphi & \cos \varphi \end{bmatrix}$$

siendo su inversa:

$$T^{-1} = \begin{bmatrix} \cos \varphi & \sin \varphi \\ -\sin \varphi & \cos \varphi \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \varphi & \sin \varphi \\ -\sin \varphi & \cos \varphi \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix}$$

$$x' = X \cos \varphi + Y \sin \varphi$$

$$y' = -X \sin \varphi + Y \cos \varphi$$

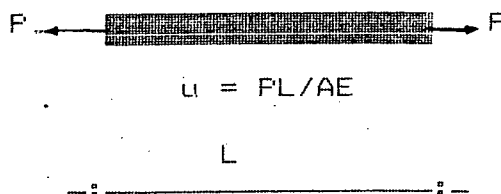
#### 1.4.6. FUERZAS Y DESPLAZAMIENTOS DE LOS MIEMBROS.

En estructuras articuladas, cuando están unidos varios miembros mediante una articulación sin rozamiento, son capaces de girar libremente independientemente respecto de la articulación.

Si se especifica que las cargas externas estan concentradas en las juntas entonces no se transmiten ni momentos flectores ni esfuerzos cortantes, y las barras están unicamente sometidas a fuerzas axiales, consideremos una barra típica en una estructura reticular que recibe una fuerza de tensión P. El alargamiento axial (u) viene dado por:

$$u = \frac{L}{EA} * P \quad (\text{Ec.5})$$

$$K = AE/L$$



$$u = PL/AE$$

que, al transformarla, da:

$$P = (EA/L) * u$$

donde:

E = Módulo de Young.

A = Area de la sección recta.

L = Longitud del miembro.

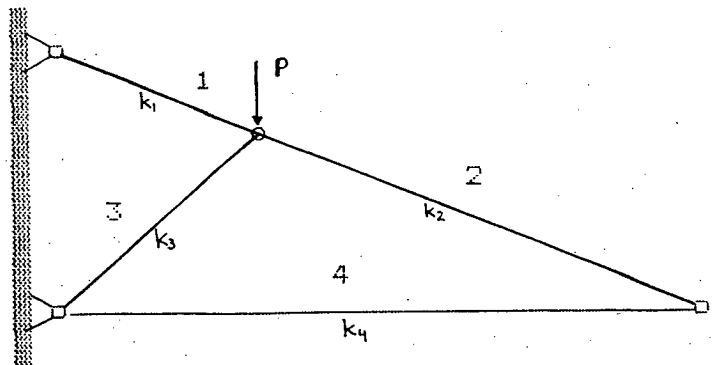
Para un miembro (g) ,la (Ec.6) se puede escribir :

$$P_g = K_g * u_g \quad (Ec.6)$$

donde:

$K_g = EA/L$ , es la rigidez axial del miembro, esta ecuación puede ser escrita para cada barra de la estructura completa, para formar la ecuación:

$$P = K * Z \quad (\text{igual a Ec.1})$$



$$\begin{bmatrix} P1 \\ P2 \\ P3 \\ P4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & K2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & K3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & K4 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} u1 \\ u2 \\ u3 \\ u4 \end{bmatrix}$$

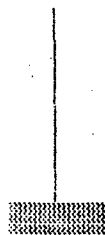
#### 1.4.7. COORDENADAS Y DESPLAZAMIENTOS DE LAS JUNTAS

Las posiciones de las juntas de la estructura están definidas respecto a dos ejes coordenados, cuyo origen se puede situar en un punto conveniente del plano de la estructura. El punto de origen debe ser elegido de tal manera que las coordenadas X,Y de las juntas sean siempre positivas.

Bajo la acción de las cargas externas las juntas se desplazan pequeñas cantidades a partir de sus coordenadas originales. Estos desplazamientos, que se utilizan posteriormente en el cálculo de las fuerzas sobre los miembros, no son despreciables. No obstante son lo suficientemente pequeñas, respecto a las dimensiones totales de la estructura, para que se pueda suponer que los ángulos que forman los miembros permanecen constantes.

El movimiento de una junta en una estructura plana se puede definir enteramente por dos desplazamientos de traslación, paralelos a los ejes coordenados de la junta y una rotación en el plano. Estas componentes del desplazamiento, que se representarán mediante los simbolos  $x$ ,  $y$ ,  $\theta$ (teta), y se llaman grados de libertad de la junta.

En algunos casos por ejemplo en el apoyo, se puede suprimir uno o más grados de libertad por medio de una fuerza de reacción opuesta al movimiento. En la siguiente figura se representan de forma esquemática los tres tipos posibles de apoyo ideal de una estructura plana. Se supone, en un apoyo ideal, que el movimiento en un sentido particular es completamente libre o completamente imposible, indicándose mediante uno o cero en la siguiente tabla.



empotrado  
x y 0  
suprimidos



articulado  
x y  
suprimidos



rodillo  
y  
suprimido

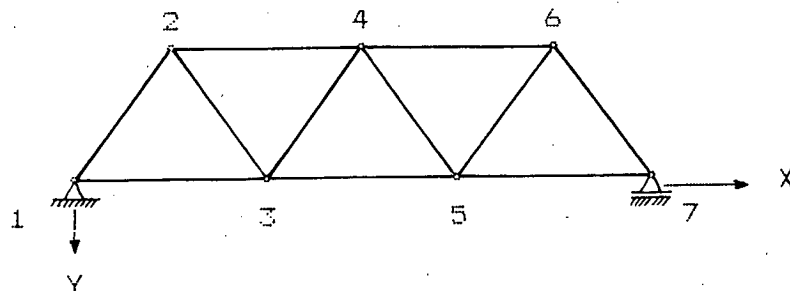
TIPO DE APOYO	GRADO DE LIBERTAD		
	X	Y	$\theta$
EMPOTRADO	0	0	0
ARTICULADO	0	0	1
RODILLO	1	0	1

En una estructura articulada, como los miembros pueden girar uno del otro, no es fundamental considerar la rotación de una articulación como un todo. Así el ejemplo posterior tiene como vector de desplazamientos de las uniones.

$$X = \{x_2, y_2, x_3, y_3, x_4, y_4, x_5, y_5, x_6, y_6, x_7, y_7\}$$

Hay otros casos especiales cuando los desplazamientos en un sentido particular son insignificantes o no tienen importancia en el problema.

Ejemplo:





UNION	GRADOS DE LIBERTAD		
	X	Y	$\theta$
1	0	0	N O  E X I S T E
2	1	1	
3	1	1	
4	1	1	
5	1	1	
6	1	1	
7	1	0	

#### 1.4.8. COMPATIBILIDAD DE LOS DESPLAZAMIENTOS.

##### a). Orientación de los Miembros - Ejes de los Miembros.

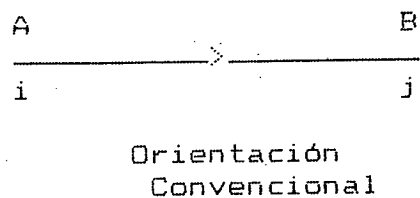
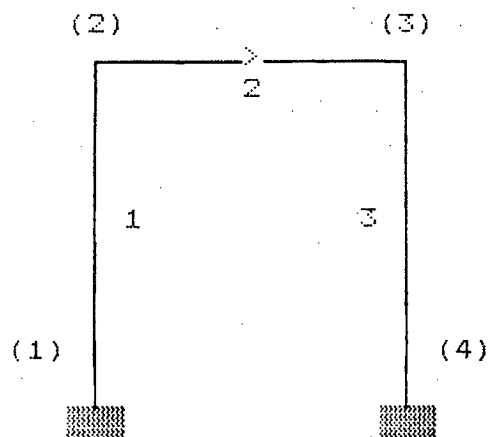
Anteriormente se estableció que la compatibilidad entre los desplazamientos de los miembros y de las uniones se podía expresar por medio de un conjunto de ecuaciones con la forma  $Z = A * X$ .

En una estructura en general, la matriz de transformación de los desplazamientos  $A$  está formada por los cosenos directores que relacionan los ejes de coordenadas locales de cada miembro con los ejes de coordenadas de las uniones.

Estos ángulos dependen de la inclinación del miembro y de su orientación, es decir de la dirección en la que se supone está señalando.

Adoptaremos el convenio de un miembro orientado desde el extremo A al extremo B y colocaremos los símbolos  $i$  y  $j$ , respectivamente, a los números correspondientes de las uniones. El sentido de orientación se puede elegir arbitrariamente y se indica en el diagrama del miembro mediante una flecha.

Ejemplo:



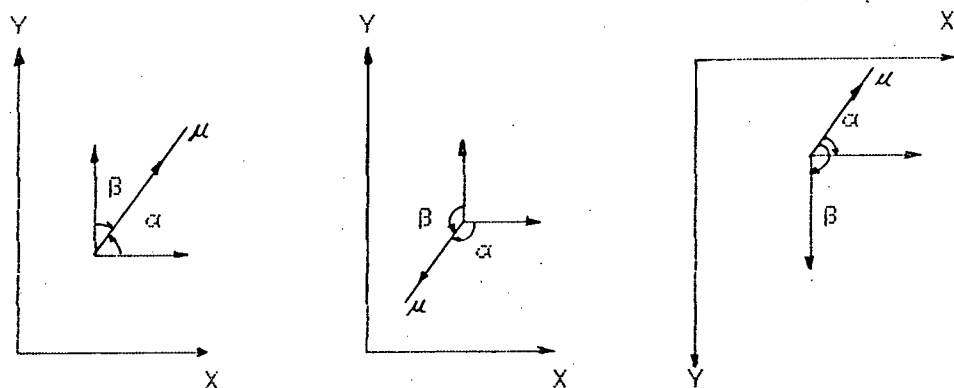
MIEMBRO	UNION i (A)	UNION j (B)
1	2	1
2	2	3
3	3	4

A fin de formar las ecuaciones de compatibilidad que relaciona los desplazamientos de los miembros con los desplazamientos de las juntas, será necesario hacer referencia a los cosenos directores de los ángulos que forman los respectivos ejes coordenados.

Los ejes de los miembros están definidos en los sentidos de alargamiento (u) y del desplazamiento lateral (v).

Consideremos en primer lugar el eje (u), que, por convenio, viene dado en el sentido de orientación del miembro, y, por consiguiente representa el movimiento relativo del extremo B alejándose del extremo A.

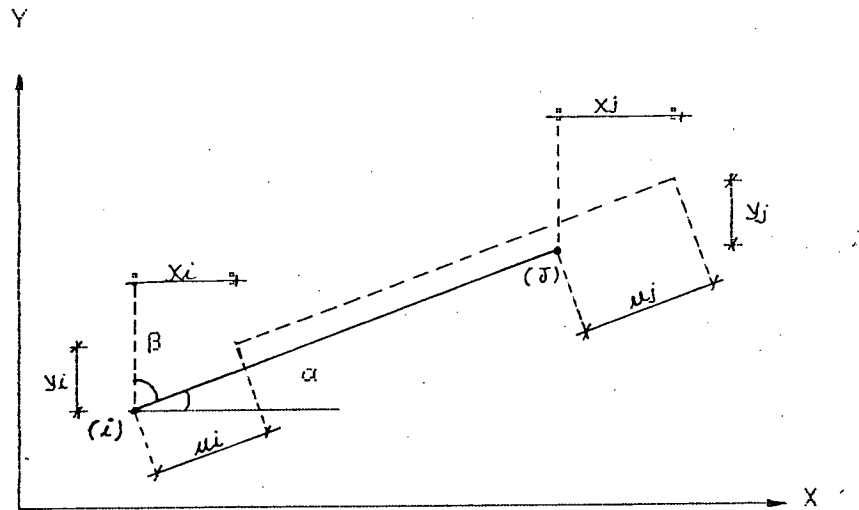
En las figuras siguientes los valores correctos de estos ángulos se obtienen trazando ejes paralelos a X e Y, con su origen sobre el eje (u) como lo que se necesita es el coseno del ángulo, no importa que estos se midan en el sentido de las agujas del reloj o al contrario.



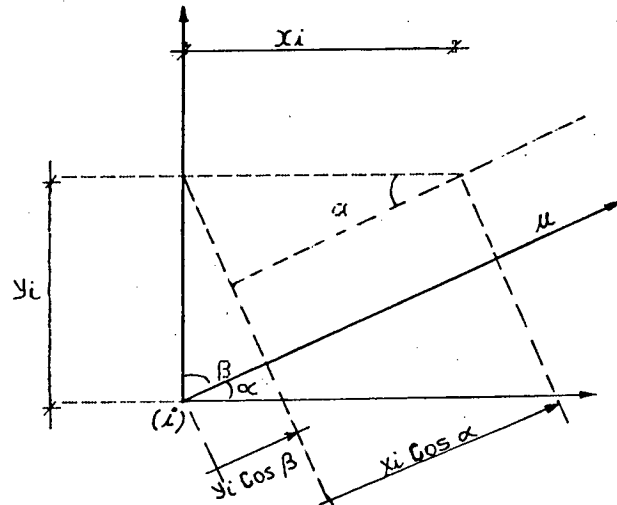
b). En estructuras articuladas. Consideremos un elemento articulado típico tal como el que se muestra en la siguiente figura.

Los desplazamientos de las uniones  $x_i, y_i, x_j, y_j$ , de las uniones hacen que el miembro se mueva a la nueva posición representada mediante la línea de trazos.

La escala de la barra y sus desplazamientos está exagerada y para el análisis se considera que son paralelas.



(A)



Como el miembro está sometido a un esfuerzo axial puro los desplazamientos se consideran paralelos; y el único desplazamiento es el alargamiento ( $u$ ), que viene dado por:

$$u = u_j - u_i \quad (\text{Ec.7})$$

de los detalles empleados de los extremos se puede ver que:

$$u_i = x_i \cos \alpha + y_i \cos \beta \quad \text{en el extremo (i)}$$

$$u_j = x_j \cos \alpha + y_j \cos \beta \quad \text{en el extremo (j)}$$

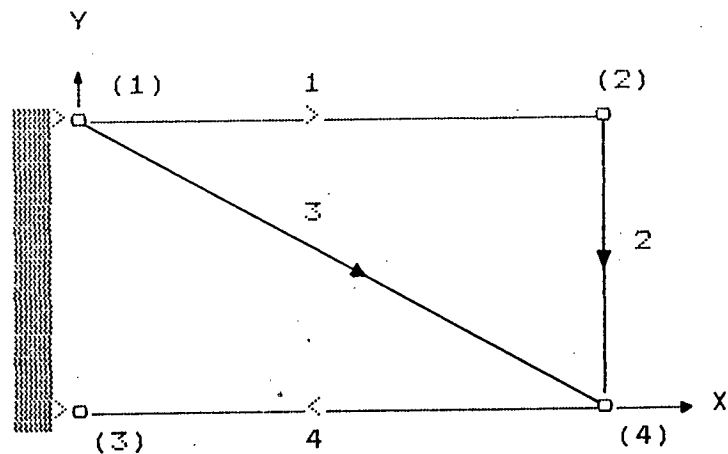
Al sustituir  $u_i$  y  $u_j$  en la (Ec.7), la ecuación de compatibilidad que se obtiene es:

$$u = -x_i \cos \alpha - y_i \cos \beta + x_j \cos \alpha + y_j \cos \beta$$

$$\{ u \} = [ -\cos \alpha \quad -\cos \beta \quad \cos \alpha \quad \cos \beta ] * \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ x_j \\ y_j \end{bmatrix} \quad (\text{Ec.8})$$

Se puede formar una ecuación similar para cada miembro de la estructura:

Ej.



Se puede construir una tabla que de, para cada miembro, los ángulos  $\alpha$  y  $\beta$ , los cosenos directores  $\text{Cosa}$  y  $\text{Cos}\beta$ , y los numeros de las uniones que corresponden a  $i$  y  $j$ , es decir:

MIEMBRO	$\alpha$	$\beta$	$\text{Cosa}$	$\text{Cos}\beta$	UNION $i$	UNION $j$
1	$0^\circ$	$90^\circ$	1.0	0	1	2
2	$90^\circ$	$180^\circ$	0	-1.0	2	4
3	$30^\circ$	$120^\circ$	0.87	-0.5	1	4
4	$180^\circ$	$90^\circ$	-1.0	0	4	3

Ahora, colocando subindices a  $u, \alpha$  y  $\beta$  para representar los numeros de los miembros y sustituyendo los numeros reales de las uniones para  $i$  y  $j$  de la tabla, asi, la ecuación de compatibilidad de desplazamientos se puede escribir para cada miembro de la manera siguiente:

$$u_1 = -x_1 \text{Cosa}_1 - y_1 \text{Cos}\beta_1 + x_2 \text{Cosa}_1 + y_2 \text{Cos}\beta_1$$

$$u_2 = -x_2 \text{Cosa}_2 - y_2 \text{Cos}\beta_2 + x_4 \text{Cosa}_2 + y_4 \text{Cos}\beta_2$$

$$u_3 = -x_1 \text{Cosa}_3 - y_1 \text{Cos}\beta_3 + x_4 \text{Cosa}_3 + y_4 \text{Cos}\beta_4$$

$$u_4 = -x_4 \text{Cosa}_4 - y_4 \text{Cos}\beta_4 + x_3 \text{Cosa}_4 + y_3 \text{Cos}\beta_4$$

$$\begin{bmatrix} u1 \\ u2 \\ u3 \\ u4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\text{Cosa1} & -\text{Cos}\beta1 & \text{Cosa1} & \text{Cos}\beta1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\text{Cosa2} & -\text{Cos}\beta2 & 0 & 0 & \text{Cosa2} & \text{Cos}\beta2 \\ -\text{Cosa3} & -\text{Cos}\beta3 & 0 & 0 & 0 & 0 & \text{Cosa3} & \text{Cos}\beta3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \text{Cosa4} & \text{Cos}\beta4 & -\text{Cosa4} & -\text{Cos}\beta4 \end{bmatrix}$$

\*

$$\begin{bmatrix} x1 \\ y1 \\ .. \\ x2 \\ y2 \\ .. \\ x3 \\ y3 \\ .. \\ x4 \\ y4 \end{bmatrix}$$

Esta es la ecuación  $Z = A * X$  de la estructura, suponiendo que cada unión tiene libertad para moverse tanto en sentido X como en Y.

La formación de la matriz A se facilita al tener en cuenta que para cada unión hay dos columnas que contienen los cosenos directores de los miembros unidos a ella.

También, si la unión corresponde a una unión i para un miembro en particular los cosenos son negativos.



Donde se supriman uno ó más grados de libertad, los desplazamientos de las uniones no aparecerán en el vector X ni en las columnas correspondientes a la matriz A.

Con el fin de tener en cuenta los apoyos en las uniones 1 y 3, donde los desplazamientos en las direcciones x e y se han suprimido, la ecuación anterior se modificará de la siguiente manera:

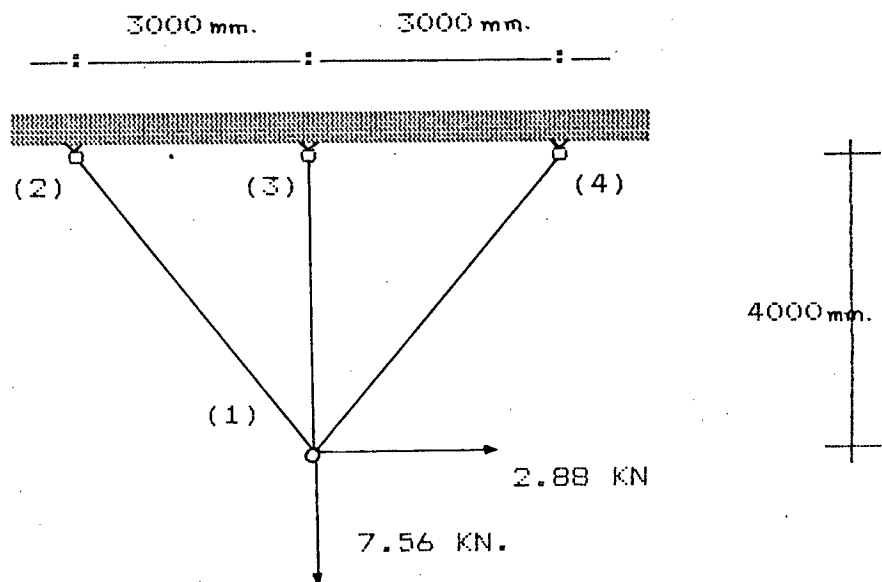
$$\begin{bmatrix} u1 \\ u2 \\ u3 \\ u4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{Cosa1} & \text{Cos}\beta1 & : & 0 & 0 \\ & & : & & \\ -\text{Cosa2} & -\text{Cos}\beta2 & : & \text{Cosa2} & \text{Cos}\beta2 \\ & & : & & \\ 0 & 0 & : & \text{Cosa3} & \text{Cos}\beta3 \\ & & : & & \\ 0 & 0 & : & -\text{Cosa4} & -\text{Cos}\beta4 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x2 \\ y2 \\ \dots \\ x4 \\ y4 \end{bmatrix}$$

Al sustituir los valores de los cosenos directores de la tabla, el valor de  $Z = A * X$ , para la estructura se convierte en:

$$\begin{bmatrix} u1 \\ u2 \\ u3 \\ u4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & .87 & -.5 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x2 \\ y2 \\ x4 \\ y4 \end{bmatrix}$$

PROBLEMA DE APLICACION:

Una estructura articulada consta de tres miembros conectados en la unión 1 tal como indica la figura. El miembro 2 es vertical. La sección de rectas A1 y A3 son de  $50 \text{ mm}^2$ . y A2 es de  $100 \text{ mm}^2$ . Los módulos de Young para todos los miembros son  $200 \text{ KN/mm}^2$ .



Realizando el análisis matricial completo, usando el método de los desplazamientos, para determinar los desplazamientos horizontal y vertical de la unión 1 y las fuerzas en los miembros.

PASO 1.-  $P = K * Z$

Rigideces de los miembros:

$$k_1 = k_3 = A_1 * E_1 / L_1 = 50 * 200 / 5000 = 2 \text{ KN/mm}$$

$$k_2 = A_2 * E_2 / L_2 = 100 * 200 / 4000 = 5 \text{ KN/mm}$$

$$\begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 5 & 2 \\ 0 & 0 & 2 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{bmatrix}$$

PASO 2.-  $Z = A * X$

			UNIONES	
MIEMBRO	$\cos \alpha$	$\cos \beta$	i	j
1	0.6	0.8	2	1
2	0	1	3	1
3	-0.6	0.8	4	1

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.6 & 0.8 \\ 0 & 1 \\ -0.6 & 0.8 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix}$$

PASO 3.- Calculamos  $S = At * K * A$

$$\begin{array}{l}
 A = \begin{bmatrix} 0.6 & 0.8 \\ 0 & 1 \\ -0.6 & 0.8 \end{bmatrix} \\
 K = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{bmatrix} \\
 At = \begin{bmatrix} 0.6 & 0 & -0.6 \\ 0.8 & 1 & 0.8 \end{bmatrix}
 \end{array}
 = S$$

PASO 4.- Despejamos X de  $L = S * X$

$$\begin{bmatrix} 2.88 \\ 7.56 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.44 & 0 \\ 0 & 7.56 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x1 \\ y1 \end{bmatrix}$$

$$X = S^{-1} * L$$

$$\text{de donde } x1 = 2.0 \text{ mm}$$

$$y1 = 1.0 \text{ mm}$$

PASO 5.- Calculamos  $P = K * X$

$$\begin{bmatrix} p1 \\ p2 \\ p3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.2 & 1.6 \\ 0 & 5 \\ -1.2 & 1.6 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 \\ 5 \\ -0.8 \end{bmatrix}$$

El signo negativo de la fuerza en el miembro p3 indica que el miembro está a compresión. Se puede comprobar la exactitud del cálculo a partir de la ecuación de equilibrio

$L = At * P$ , así:

$$At * P = \begin{bmatrix} 0.6 & 0 & -0.6 \\ 0.8 & 1 & 0.8 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 4.0 \\ 5.0 \\ -0.8 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.88 \\ 7.56 \end{bmatrix} = L$$

Como se puede observar el cálculo es correcto.

#### 1.4.9. CALCULO DIRECTO DE LOS COEFICIENTES DE RIGIDEZ Y DE LAS FUERZAS EN LOS MIEMBROS.

##### a). INTRODUCCION.

En estructuras de dos o más barras, las matrices  $K$  y  $A$ , se hacen muy grandes. Además son poco densas es decir, la mayor parte de sus elementos son cero, estos dos hechos dan lugar a que se presenten dificultades, especialmente en el cálculo automático, donde las operaciones son de las matrices completas las cuales imponen el almacenaje de gran cantidad de elementos cero en los que no se puede efectuar cálculo aritmético.

Se puede efectuar una considerable reducción en el almacenamiento y en la cantidad de cálculos deduciendo expresiones generales a partir de las cuales se puede obtener directamente los coeficientes de rigidez para una barra simple.

Luego se construye la matriz completa de rigidez para la estructura a partir de las contribuciones de cada barra. También se puede obtener directamente usando expresiones generales análogas, las fuerzas sobre cada miembro individual a partir de sus constantes de rigidez junto con los desplazamientos de las uniones en sus extremos.

b). FORMACION DIRECTA DE LA MATRIZ DE RIGIDEZ.

Para una barra simple unida mediante articulaciones, se puede escribir una expresion que tenga la forma  $A^t * K * A * X$ , usando las matrices de las ecuaciones (Ec.6) y (Ec.8) de la manera siguiente:

$$L = ( A^t * K * A ) * X = S * X$$

$$S = \begin{bmatrix} -\cos\alpha \\ -\cos\beta \\ \cos\alpha \\ \cos\beta \end{bmatrix} * \frac{E A}{L} * \begin{bmatrix} -\cos\alpha & -\cos\beta & \cos\alpha & \cos\beta \end{bmatrix}$$

Efectuando la multiplicación para obtener S, podemos escribir:

$$SX = \frac{EA}{L} * \begin{bmatrix} \cos^2\alpha & \cos\alpha\cos\beta & : & -\cos^2\alpha & -\cos\alpha\cos\beta & x_i \\ \cos\alpha\cos\beta & \cos^2\beta & : & -\cos\alpha\cos\beta & -\cos^2\beta & y_i \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \\ -\cos^2\alpha & -\cos\alpha\cos\beta & : & \cos^2\alpha & \cos\alpha\cos\beta & x_j \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \\ -\cos\alpha\cos\beta & -\cos^2\beta & : & \cos\alpha\cos\beta & \cos^2\beta & y_j \end{bmatrix}$$

Si hacemos:

$$a = \cos^2 \alpha$$

$$b = \cos^2 \beta$$

$$c = \cos \alpha \cos \beta$$

Tenemos:

$$SX = \frac{EA}{L} \begin{bmatrix} a & & c & : & -a & & -c \\ & S_{ii} & & : & & S_{ij} & \\ c & & b & : & -c & & -b \\ \dots & \dots & \dots & : & \dots & \dots & \dots \\ -a & & -c & : & a & & c \\ & S_{ji} & & : & & S_{jj} & \\ -c & & -b & : & c & & b \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x_i \\ y_j \\ \dots \\ x_j \\ y_j \end{bmatrix}$$

(Ec.9)

Por lo tanto, se puede calcular directamente los coeficientes de rigidez  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , a partir de las propiedades de rigidez y de los cosenos directores del miembro. Así la (Ec.9) se puede expresar como:

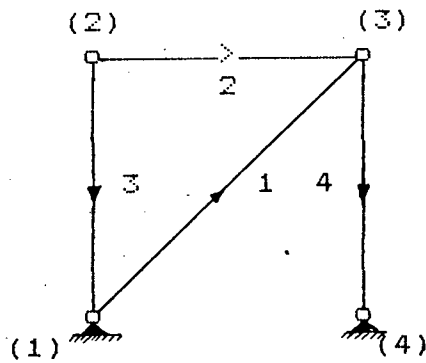
$$SX = \begin{bmatrix} S_{ii} & S_{ij} \\ S_{ji} & S_{jj} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x_i \\ x_j \end{bmatrix} \quad (\text{Ec.10})$$

Donde las submatrices  $S_{ii}$ ,  $S_{ij}$ ,  $S_{ji}$ ,  $S_{jj}$ , son las contribuciones de cada barra a la matriz de rigidez total de la estructura. Sus posiciones en la matriz se indican



mediante los subíndices  $i$  y  $j$ , que hacen referencia a las uniones en los extremos del miembro.

En el ejemplo siguiente, suponiendo que cada unión tiene dos grados de libertad, y además están tabulados los valores de  $i$  y  $j$  para cada miembro.



MIEMBRO	UNION	
	i	j
1	1	3
2	2	3
3	2	1
4	3	4

Así tenemos la contribución de la barra 1 a la matriz de rigides total es :

$$\begin{bmatrix}
 (S_{ii})_1 & : & (S_{ij})_1 & : \\
 \dots & & & \\
 & : & & : \\
 \dots & & & \\
 (S_{ji})_1 & : & (S_{jj})_1 & : \\
 \dots & & & \\
 & : & & :
 \end{bmatrix}
 *
 \begin{bmatrix}
 x_1 \\
 x_2 \\
 x_3 \\
 x_4
 \end{bmatrix}$$

Representando los subíndices de afuera de los parentesis el número del miembro para este miembro  $i=1$ ,  $j=3$ , por lo tanto  $(S_{ii})_1$ , ocupa la posición de la diagonal principal que corresponde la unión 1 y,  $(S_{ij})_1$  ocupa una posición similar que corresponde a la unión 3, en ese caso como  $i < j$ ,  $(S_{ii})_1$ , ocupa la parte superior izquierda y las posiciones relativas de las submatrices están de acuerdo con la (Ec.10).

Por otra parte para el miembro 3  $i > j$ , de manera que  $(S_{ii})_3$  ocupa la posición inferior derecha y las posiciones relativas de las demás submatrices están cambiadas de manera adecuada como se indica.

$$\begin{bmatrix} (S_{jj})_3 & : & (S_{ji})_3 & : & : \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ (S_{ij})_3 & : & (S_{ii})_3 & : & : \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ : & & : & & : \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ : & & : & & : \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \end{bmatrix}$$

Cuando se superponen las contribuciones de todos los miembros la matriz de rigidez tiene el aspecto que se indica:

$$\begin{bmatrix}
 (S_{ii})_1 + (S_{jj})_3 & : & (S_{ji})_3 & & : & (S_{ij})_1 & & : \\
 & & & & & & & : \\
 \dots\dots\dots & & & & & & & \dots\dots\dots \\
 (S_{ij})_3 & & : & (S_{ii})_2 + (S_{ii})_3 & : & (S_{ij})_2 & & : \\
 & & & & & & & : \\
 \dots\dots\dots & & & & & & & \dots\dots\dots \\
 (S_{ji})_3 & & : & (S_{ji})_2 & : & (S_{jj})_1 + (S_{jj})_2 & : & (S_{ij})_4 \\
 & & & & & : & + (S_{ii})_4 & : \\
 \dots\dots\dots & & & & & & & \dots\dots\dots \\
 & & & & : & (S_{ji})_4 & : & (S_{jj})_4 \\
 & & & & & & & :
 \end{bmatrix}
 \begin{matrix}
 X_1 \\
 \dots \\
 X_2 \\
 \dots \\
 X_3 \\
 \dots \\
 X_4
 \end{matrix}
 \quad *$$

(Ec.11)

Los espacios en blanco de esta matriz corresponden a elementos cero. Se completa la formación de la matriz desarrollando las submatrices de acuerdo con la (Ec.9).

Para aclarar lo dicho anteriormente se muestra en forma totalmente desarrollada la matriz de rigideces en la cual se han suprimido las filas y las columnas que corresponden a los grados de libertad de los apoyos debido a que estos no existen así:

$$\begin{bmatrix}
 a_2 + a_3 & c_2 + c_3 & : & -a_2 & -c_2 \\
 c_2 + c_3 & b_2 + b_3 & : & -c_2 & -b_2 \\
 \dots\dots\dots & & & & \\
 -a_2 & -c_2 & : & a_1 + a_2 + a_4 & c_1 + c_2 + c_4 \\
 -c_2 & -b_2 & : & c_1 + c_2 + c_4 & b_1 + b_2 + b_4
 \end{bmatrix}
 \begin{matrix}
 x_2 \\
 y_2 \\
 \dots \\
 x_3 \\
 y_3
 \end{matrix}
 \quad *$$

La forma que presentan las submatrices en la matriz de rigideces viene dada por la manera en la que se han asignado los números a las uniones.

Con referencia a la (Ec.11), se puede observar que todos los miembros que se encuentran en una unión particular contribuyen con submatrices al espacio, sobre la diagonal principal, que corresponde a dicha unión. Un miembro que une las uniones  $i$  y  $j$ , contribuye con una submatriz de rigideces cruzadas en la intersección de la fila  $i$  con la columna  $j$ , y también en la intersección de la fila  $j$  con la columna  $i$  sobre el lado opuesto de la diagonal principal.

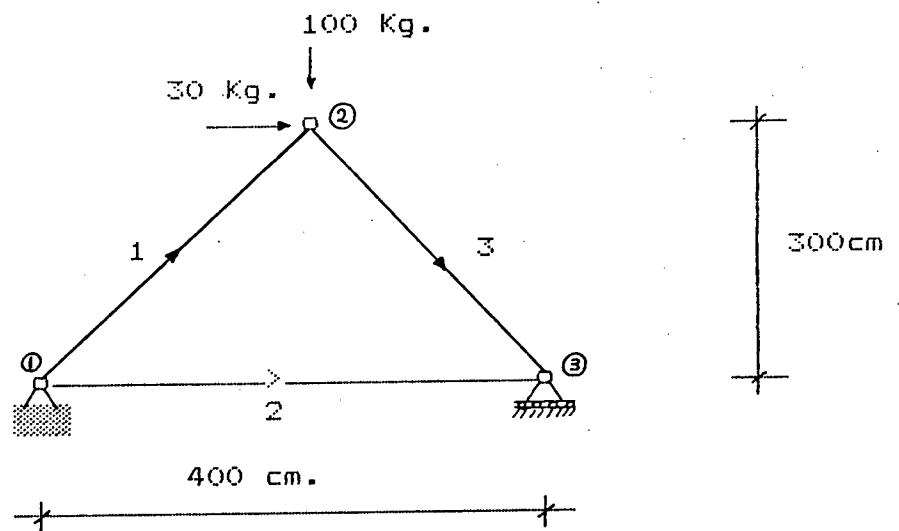
Al comparar el aporte de la barra 1 con la barra 3, se ve que cuando la diferencia entre los números de las uniones en el extremo de una barra se reduce.

La forma de los coeficientes de rigidez se hace más compacta respecto de la diagonal principal, y si esta diferencia se mantiene mínima para todos los miembros de la estructura, entonces los elementos distintos de cero de la matriz de rigideces forman una banda compacta a cada lado de la diagonal principal.

Esta forma de bandas tiene muchas ventajas cuando se realiza un cálculo automático, donde se puede realizar técnicas especiales para almacenar y resolver las ecuaciones, con una reducción consiguiente en el tiempo de cálculo y en el almacenamiento.

### 1.5. PORTICOS DE JUNTAS ARTICULADAS.

#### 1.5.1. EJERCICIO DE APLICACION.



Datos:

Seccion de las barras = 1.00 cm<sup>2</sup>

Modulo de elasticidad = 2.1E+06 Kg/cm<sup>2</sup>

MIEM	LONG.	K= AE/L	Cosa	Cosβ	a	b	c
1	360.5	5824.35	.55470	.83205	1792.11	4032.24	2688.17
2	400.0	5250.00	1.0000	0.0000	5250.00	0.00000	0.00000
3	360.5	5824.35	.55470	-.8320	1792.11	4032.24	-2688.1

PASO 1.  $Z = A * X$

$$\begin{bmatrix} u1 \\ u2 \\ u3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\cancel{Cosa1} & -\cancel{Cos\beta1} & Cosa1 & Cos\beta1 & 0 & \cancel{0} \\ -\cancel{Cosa2} & -\cancel{Cos\beta2} & 0 & 0 & Cosa2 & \cancel{Cos\beta2} \\ \cancel{0} & \cancel{0} & -Cosa3 & -Cos\beta3 & Cosa3 & \cancel{Cos\beta3} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \cancel{x1} \\ \cancel{y1} \\ x2 \\ y2 \\ x3 \\ \cancel{y3} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} u1 \\ u2 \\ u3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} .554700 & .832050 & 0.00000 \\ 0.00000 & 0.00000 & 1.00000 \\ -.554700 & .832050 & .554700 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x2 \\ y2 \\ x3 \end{bmatrix}$$

PASO 2.  $L = S * X$

**D**

2





PASO 4.  $F = K * A * X$

				X =	0.0130 -0.0155 0.0092
A =	0.55470 0.00000 -0.55470	0.83205 0.00000 0.83205	0.00000 1.00000 0.55470	-0.0057 0.0092 -0.0150	
K =	5824.35 0.00 0.00	0.00 5250.00 0.00	0.00 0.00 5824.35	-53.1154 48.3000 -87.3653	=F

P1 = -53.1154 Kg.

P2 = 48.3000 Kg.

P3 = -87.3653 Kg.

# CAPITULO

## II

## CAPITULO II

### ANALISIS DE ESTRUCTURAS DE ACERO FORMADO EN FRIO

#### 2.1. EL ACERO.

El acero es un compuesto que consiste casi totalmente de Hierro, normalmente en porcentajes de más del 98%, contiene tambien pequeñas cantidades de carbono, silice, magnesio, azufre, fosforo, y otros, de estos últimos el elemento que mayor efecto tiene en las propiedades del Acero es el carbono.

La dureza y resistencia del acero aumenta a medida que aumenta el porcentaje del carbono en su composición, pero desgraciadamente debido a la presencia del carbono el acero resultante lo hace mas quebradizo y su soldabilidad disminuye.

En función del contenido de carbono en el Hierro para formar el Acero, la ASTM (American Society for testing and Materials), han creado especificaciones para la elaboración de distintos grados de Acero Estructural que contienen los requisitos quimicos y mecánicos para aceros estructurales.

En general se hace referencia a las clases de acero por las designación de especificación de la ASTM.

Asi encontramos de acuerdo a esta clasificacion los aceros de uso más importante:

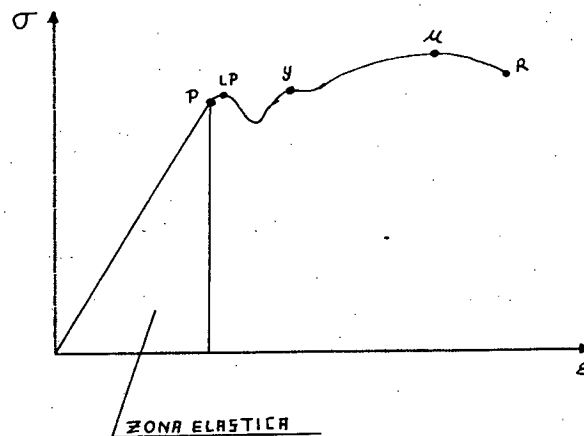
TIPO DE ACERO	LIMITE DE FLUENCIA	USOS
A36	2540 Kg/cm <sup>2</sup>	ES EL MAS USADO
A529	2960 Kg/cm <sup>2</sup>	PERFILES Y PLACAS
A242	3520 Kg/cm <sup>2</sup>	RESISTENTE A CORROSION
A440	3520 Kg/cm <sup>2</sup>	ESTRUCTURAS REMACHADAS O ATORNILLADAS
A441	ALTA RESIST.	
A514	7045 Kg/cm <sup>2</sup>	PLACAS GRUESAS
A517	7045 Kg/cm <sup>2</sup>	EN PUENTES
A572	2960-4580 Kg/cm <sup>2</sup>	EN PUENTES SOLDADOS
A588	3520 Kg/cm <sup>2</sup>	ALTA RESISTENCIA A LA CORROSION
A611	2400 Kg/cm <sup>2</sup> ✓	PLANCHAS LAMINADAS EN FRIO

24

Asi tambien especifica tipos de aceros para remaches estructurales como el A502, los aceros para pernos y tornillos de calidad estructural están amparados por las especificaciones A307, A325, A490, para pernos de alta resistencia el A325.

### 2.1.1. FUNDAMENTOS TEORICOS.

Cuando un acero es sometido a un esfuerzo a tracción, este sufre un alargamiento o una deformación característica de este material, la que está representada por la siguiente curva:



donde: P = Limite de Proporcionalidad.- es la máxima tensión que se puede producir en el acero durante un ensayo a la tracción de modo que la tensión sea función lineal de la deformación.

Lp= Limite Elastico.- es la tensión máxima que puede producirse mediante un ensayo de tensión simple de modo que no haya deformación permanente o residual cuando se suprime totalmente la carga.

**ZONA ELASTICA.-** Es la región de la curva tensión deformación que va desde el origen al límite de proporcionalidad.

**LIMITE ELASTICO O DE FLUENCIA ( $y$ ).-** En este punto se produce un aumento de la deformación sin producirse un aumento de tensión, cuando la carga a aumentado hasta este punto se dice que se produce fluencia.

**RESISTENCIA A LA TRACCION ( $U$ ).-** Es la resistencia última.

**RESISTENCIA A LA ROTURA ( $R$ ).-** Es donde se produce el colapso o falla.

**ZONA PLASTICA.-** Es la región de la curva tensión-deformación que va desde el límite de proporcionalidad hasta el punto de rotura ó falla.

**MODULO DE RESILIENCIA.-** Es el trabajo realizado en un volumen unidad de material cuando se aumenta la fuerza de tracción siempre gradualmente desde cero hasta un valor tal en que se alcance el límite de proporcionalidad.

MODULO DE RECILIDAD.- Es la capacidad de absorber energia en la zona elastica.

MODULO DE TENACIDAD.- Es el trabajo realizado en un volumen unidad de material cuando se aumenta la fuerza de tracción simple gradualmente desde cero hasta el valor que produce la rotura.

MODULO DE RESILIENCIA ELASTICA.- Capacidad que tiene el material de absorber energia en la zona plástica.

#### 2.1.2. ACEROS ESTRUCTURALES MODERNOS.

PERFILES FORMADOS EN FRIO.- Los perfiles laminados en frio son de sección relativamente delgada que se hacen doblando la tira de acero en máquinas con rodillos formadores, dados para sujetar y doblar. Debido a la relativa facilidad y simplicidad de la operación de doblado y el costo relativamente bajo de los dados y rodillos formadores, el proceso de formación en frio se presta para la manufactura de formas especiales para objetos especificos de Arquitectura y para obtener la rigidez máxima de la sección.

Los espesores de lámina disponibles en mercados de nuestro país varían desde 2 mm. hasta 10 mm., aunque las especificaciones permiten espesores hasta de 25 mm. Los perfiles de espesor menor a 2 mm. corresponden a elementos NO estructurales.

El hecho de que los perfiles trabajados en frío tengan esquinas redondeadas tanto por el lado externo como por el interno del dobléz, tienen sólo un efecto ligero en las propiedades de la sección, en consecuencia los cálculos se pueden hacer como si las esquinas fueran aguzadas sin cometer un error grave.

## 2.2. DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO FORMADO EN FRÍO.

El American Iron and Steel Institute (AISI), se dio la tarea de desarrollar datos y procedimientos de diseño para acero de calibre ligero. Desde entonces se han llevado a cabo programas de prueba con tratamientos analíticos en la Universidad de Cornell.

El comportamiento estructural de los perfiles laminados en frío satisfacen los principios básicos de la mecánica estructural pero la distorsión de la sección proveniente de la deformación por alabeo (pandeo) y otros efectos similares deben tomarse en cuenta.



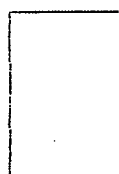
La utilización de estructuras con perfiles doblados en frío, se ha incrementado en los últimos años, en nuestro país tienen un amplio uso en estructuras sometidas a cargas ligeras con luces medianas y grandes como pórticos y cubiertas de coliseos, fábricas y talleres, y en estructuras con cargas moderadas y luces pequeñas y medianas como viviendas.

Entre las ventajas más importantes en el empleo de este tipo de perfiles están: la economía, el poco peso, la rapidez de construcción y la posibilidad de prefabricación.

La variedad de perfiles disponibles ha permitido una gran versatilidad en el diseño de estructuras.

Las normas que rigen los procedimientos de diseño de los perfiles formados en frío es SPECIFICATION FOR DESIGN OF COLD-FORMED STEEL STRUCTURAL MEMBERS (especificaciones para el diseño de miembros estructurales de acero formado en frío) son de la AISI.

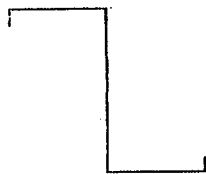
Los perfiles más comunes en nuestro país son:



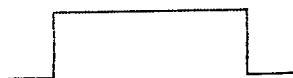
CANAL C



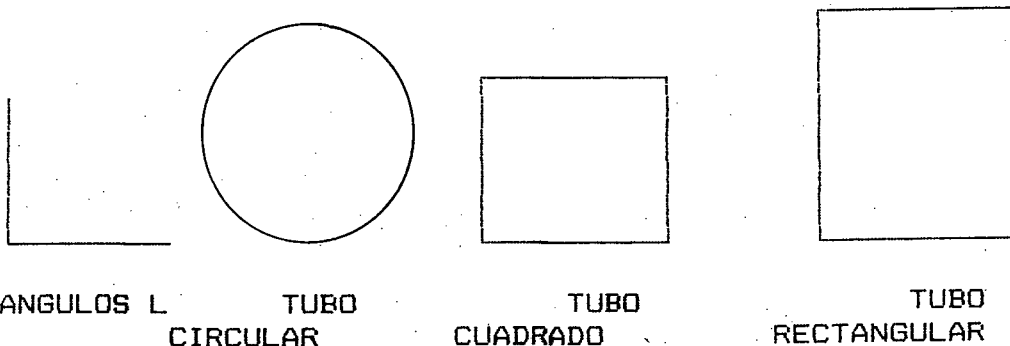
CORREA G



CORREA Z



OMEGAS



### 2.2.1. CONSIDERACIONES DE DISEÑO.

Los perfiles formados en frío, introducen factores especiales que deben ser considerados en el diseño. A diferencia de los perfiles laminados en caliente, los perfiles laminados en frío pandean localmente bajo cargas de compresión de poca intensidad, por lo que en su diseño se toma en cuenta la resistencia de postpandeo de las perfiles.

En el diseño de elementos a compresión se introduce el factor de forma  $Q$ , que reduce la sección transversal y la resistencia, al tomar en consideraciones el pandeo local de los elementos. Las propiedades geometricas de los miembros deben basarse en secciones transversales reducidas debido al efecto de pandeo local. Adicionalmente, a causa del comportamiento inelastico del material durante el pandeo local, las deformaciones reales en la estructura son mayores que las deformaciones que predice el análisis elástico.

Otro aspecto importante de los perfiles formados en frío es que generalmente constituyen secciones abiertas, lo que implica un comportamiento poco adecuado ante cargas torsionales, redundando en la posibilidad de que se produzcan problemas de pandeo torsional o pandeo torsio-flexionante.

Por su parte cuando el perfil esté sometido a esfuerzos de tracción, puede desarrollar su capacidad completa.

#### 2.2.2. ESFUERZO ADMISIBLE BASICO.

El esfuerzo sobre la sección neta de miembros traccionados o comprimidos, y la tracción y compresión en las fibras extremas de miembros sometidos a flexión no debe exceder del siguiente valor, cuando la falla del miembro se produce por fluencia del acero.

$$F_b = 0.60 F_y$$

Donde:  $F_y$  = Esfuerzo de fluencia del acero (2400 Kg/cm<sup>2</sup>)

$F_b$  = Esfuerzo admisible basico (1440 Kg/cm<sup>2</sup>)

En caso de que las solicitaciones de miembro incluyan, a más de las cargas gravitacionales, el efecto de viento, el sismo o cualquier carga eventual, los esfuerzos admisibles pueden ser incrementados en un 33 1/3 %, ó en su defecto se puede reducir un 25% la magnitud de las solicitaciones.

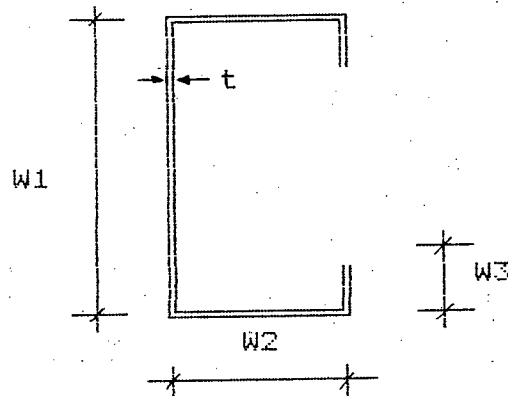
### 2.2.3. DEFINICIONES.

**ELEMENTOS COMPRIMIDOS ATIESADOS.-** Son elementos planos sometidos a compresión (ala comprimida de un miembro sometido a flexión; ala o alma de un miembro a compresión), en el cual ambos extremos, paralelos a la dirección de los esfuerzos están rigidizados mediante un alma, un ala, un atiesador intermedio, un atiesador extremo o un labio atiesador.

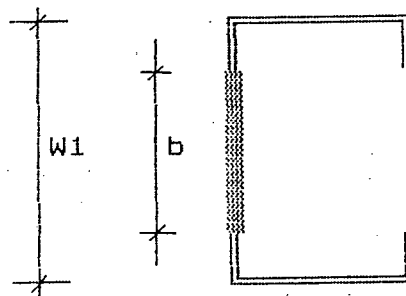
**ELEMENTOS COMPRIMIDOS NO ATIESADOS.-** Son elementos planos sometidos a compresión rigidizados solamente en un extremo paralelo a la dirección de los esfuerzos.

**ELEMENTOS ATIESADOS MULTIPLES.-** Son aquellos que están rigidezados entre almas, o entre un alma y un extremo atiesado, mediante rigidizadores intermedios. Un subelemento es una parte de un elemento atiesado multiple, comprendido entre atiesadores adyacentes o entre un alma o un atiesador intermedio.

RELACION ANCHO-ESPESOR DE UN ELEMENTO PLANO.- Es la razón entre el ancho plano y el espesor de un elemento o subelemento ( $w/t$ ).



ANCHO EFECTIVO DE DISEÑO.- Cuando el ancho  $w$ , de un elemento plano atiesado es reducido con propósitos de diseño, a un ancho  $b$ , esta nueva dimensión recibe el nombre de ancho efectivo de diseño.



agui

### 2.3. DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A TENSION.

Los miembros sujetos a tensión es uno de los problemas más sencillos de diseño, ya que al no existir pandeo los cálculos se reducen a la simple división de la carga sobre el esfuerzo de tensión básico permisible.

Lo que nos da el área requerida de la sección transversal del miembro.

$$A_{req} = \frac{P}{F_b}$$

AREA REQUERIDA ( $A_{req}$ ).— Es el área neta de la sección sometida a tensión.

En caso de utilizar conexiones remachadas o atornilladas se descontará el área de agujeros o ranuras si tuviere.

Al considerar el área de agujeros es importante comprender que usualmente es necesario restar un área mayor que la nominal del agujero, siendo esta de diámetro mayor en 1.60 mm del diámetro especificado para tornillos o remaches, por el espesor del perfil a usarse.

$$A_{req} = A_t - (\phi_{tor} + 0.16) * t$$

Donde:  $A_t$  = Area total del perfil

$\phi_{tor}$  = Diámetro del tornillo o remache a usarse

$t$  = Espesor del perfil a usarse

**ESFUERZO BASICO ( $F_b$ ).**.- Es el esfuerzo máximo al cual estará sometido un elemento a tensión, el cual no debe exeder del 60 % del valor del esfuerzo a la fluencia.

$$F_b = 0.60 * F_y$$

$$F_b = 1440 \text{ Kg/cm}^2.$$

### 2.3.1. EJERCICIO DE APLICACION.

Calcular la carga máxima a tensión que resiste un canal tipo C 100x50x2 mm. formado en frio.

Datos:

$$Area = 3.87 \text{ cm}^2$$

$$F_y = 2\,400 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P_{max} = A * F_b$$

$$P_{max} = 3.87 \text{ cm}^2 * 0.60 * 2\,400 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P_{max} = 5\,572.80 \text{ Kg.}$$

## 2.4. DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A COMPRESION AXIAL.

Cuando una fuerza tiende a comprimir o acortar un miembro se dice que los esfuerzos son de compresión, las diferencias significativas entre los miembros sujetos a tensión y a compresión son:

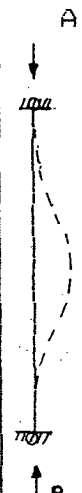

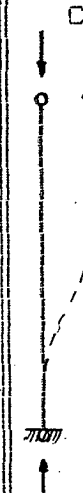
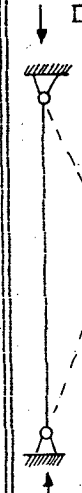
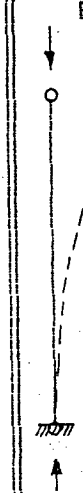
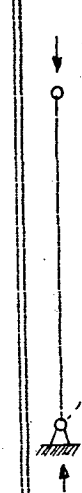
1. Asi como los esfuerzos a tensión tienden a tener recto al miembro, los esfuerzos a compresion tienden a pandear al miembro al plano de las cargas.

2. La presencia de agujeros para remaches o tornillos para los miembros sujetos a tensión reduce el area disponible para resistir dicho esfuerzo, mientras que en miembros sujetos a compresión se considera que los remaches o tornillos llenan los agujeros y el area total queda disponible para resistir la carga.

Tomando en cuenta que para miembros sujetos a compresión tienden a pandearse es necesario considerar el factor de longitud efectiva  $K$ . que depende del tipo de apoyo del miembro.

Los valores teóricos y recomendados para el diseño de  $K$ , se tabulan en la siguiente tabla:



FORMA PANDEADA DE COLUMNA	A	B	C	D	E	F
						
K TEORICO	0.50	0.70	1.00	1.00	2.00	2.00
K DISEO	0.60	0.80	1.20	1.00	2.10	2.00

La resistencia a la compresión, de un miembro de lámina delgada, es la capacidad de carga del miembro, controlada por los siguientes modos de falla:

- Aplastamiento
- Pandeo local (alábeo)
- Pandeo general
- Pandeo torsional

#### 2.4.1. FALLA POR APLASTAMIENTO.

Este tipo de falla se produce solamente en miembros cortos, con esbelteces  $KL/r$  menor a 20, y espesores considerables de lámina.

Toda la sección de miembro alcanza a desarrollar el esfuerzo de fluencia al momento del colapso, por lo que el esfuerzo de trabajo de la sección no debe superar el esfuerzo básico admisible.

#### 2.4.2. FALLA POR PANDEO LOCAL.

El pandeo local puro se presenta solamente en miembros cortos, con esbelteces  $KL/r$  menor a 20, y pequeños espesores de lámina. En miembros con esbelteces intermedias  $20 < KL/r < 120$ , se produce pandeo local por debajo de la carga última, pero debido a la resistencia de post-pandeo, la falla está controlada por una combinación de pandeo local con pandeo de miembro.

El pandeo local afecta a la sección en elementos atiesados, y al esfuerzo admisible en elementos no atiesados.

##### 2.4.2.1. PROPIEDADES DE LAS SECCIONES.

Las propiedades de las secciones (area, inercias, radios de giro, etc.) deben ser calculadas en base a la sección reducida por los criterios de diseño.

#### 2.4.2.2. ELEMENTOS COMPRIMIDOS ATIESADOS.

Los anchos efectivos de diseño de los elementos comprimidos atiesados, sin atiesadores intermedios se determinan del siguiente modo:

a) Las alas o almas son totalmente efectivas ( $b=w$ ), si:

$$w/t \leq [w/t]_{lim} = 1434/\sqrt{F_b}$$

$$[w/t]_{lim} = 38$$

en alas o almas que superen  $[w/t]_{lim}$ , el ancho efectivo es:

$$b/t = 2157/\sqrt{F_b} * \{ 1 - 476/(w/t)/\sqrt{F_b} \}$$

$$b/t \leq w/t \quad \quad \quad *(Eq.2.3.1-1)$$

donde:  $b$  = Ancho efectivo de diseño

$w$  = Ancho real del elemento

$t$  = Espesor de la lámina

$F_b$  = Esfuerzo real en la lámina tomando como base el area efectiva de diseño

\* - Eq. (ECUACION NUMERADA SEGUN EL CODIGO AISI.)

b) En tubos cuadrados y rectangulares las alas o almas son totalmente efectivas ( $b=w$ ), si :

$$w/t \leq [w/t]_{lim} = 1544/\sqrt{F_b}$$

$$[w/t]_{lim} = 40$$

en alas o almas que superen  $[w/t]_{lim}$ , el ancho efectivo es:

$$b/t = 2157 / \sqrt{F_b} * \{ 1 - 433/(w/t)/\sqrt{F_b} \}$$

$$b/t \leq w/t \quad \quad \quad *(Eq.2.3.1-2)$$

#### 2.4.2.3. ELEMENTOS NO ATIESADOS.

El pandeo local afecta a los elementos no atiesados reduciendo el esfuerzo admisible, de acuerdo a los siguientes criterios:

a) Si  $w/t \leq (531/\sqrt{F_y})$   $[w/t \leq 11]$   
entonces:

$$F_c = F_b = 0.60 * f_y \quad \quad \quad *(Eq.3.2-1)$$

b) Si  $531/\sqrt{F_y} < w/t < 1208/\sqrt{F_y}$   
 $[11 \leq w/t \leq 24]$

entonces:

$$F_c = F_y * [0.767 - 3.15E-04 * (w/t) * F_y] \quad *(Eq.3.2-2)$$

c) Si  $1208/\sqrt{F_y} \leq w/t < 25$   $[24 \leq w/t < 25]$

entonces:

$$F_c = 562961/(w/t)^2 \quad *(Eq.3.2-3)$$

d) En ángulos:

$$F_c = 562961/(w/t)^2 \quad *(Eq.3.2-5)$$

e) En otros perfiles:  $[24 < w/t \leq 60]$

$$F_c = 1393 - 19.1 * (w/t) \quad *(Eq.3.2-6)$$

#### 2.4.3. FALLA POR PANDEO GENERAL.

El pandeo general se producen en miembros con esbelteces  $KL/r > 20$ . La misma que está gobernada por la ecuación de Euler:

$$P_c = \frac{\pi^2 * E * A}{(KL/r)^2}$$

Donde: E = Modulo elastico del acero (2100000 Kg/cm<sup>2</sup>)

A = Area de la sección

Kl = Longitud de pandeo

r = Radio minimo de giro

El esfuerzo admisible en miembros sometidos exclusivamente a pandeo general de miembro es:

$$F_{a1} = \frac{12 * \pi^2 * E}{23 * (KL/r)^2} * (Eq.3.7.2-18)$$

#### 2.4.4. FACTOR DE FORMA.

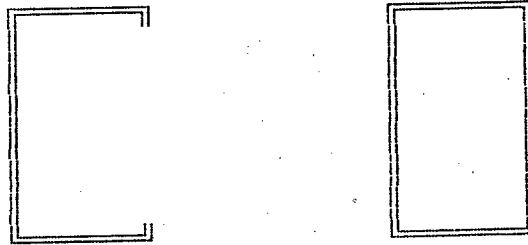
La influencia del pandeo local sobre el comportamiento de los miembros se traducen en el factor de forma Q, que se calcula de la siguiente forma:

##### 2.4.4.1. PARA MIEMBROS COMPUESTOS POR ELEMENTOS ATIESADOS.

$$Q_a = \frac{A_{ef}}{A_t}$$

Donde: A<sub>ef</sub> = Area efectiva de diseño basada en los anchos efectivos de los elementos

A<sub>t</sub> = Area total de la sección.

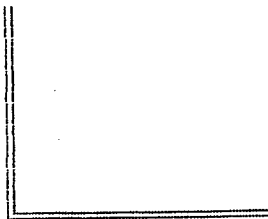


2.4.4.2. PARA MIEMBROS COMPUESTOS POR ELEMENTOS NO  
ATIESADOS.

$$Q_s = \frac{F_c}{F_b}$$

Donde:  $F_c$  = Esfuerzo admisible en el elemento con  
mayor relación ancho-espesor

$F_b$  = Esfuerzo admisible básico (0.60  $F_y$ )



2.4.4.3. PARA MIEMBROS COMPUESTOS POR ELEMENTOS ATIESADOS Y NO ATIESADOS.

$$Q = \frac{A_{ef}}{A_t} * \frac{F_c}{F_b}$$

$$Q = Q_a * Q_s \leq 1$$

Donde:  $A_{ef}$  = Area efectiva de diseño que incluye

la totalidad de las areas de los elementos no atiesados y el area efectiva de los elementos atiesados

$A_t$  = Area total de la sección

$F_c$  = Esfuerzo admisible en elementos no atiesados con mayor relación ancho espesor

$F_b$  = Esfuerzo admisible basico ( $0.60 F_y$ )

Si una sección no contiene ningun elemento con relación de esbeltez que exeda de la plena efectividad ( $w/t = 11$  para elementos sin atiesar y  $w/t = 38$  para elementos atiesados ),  $Q=1$ .



#### 2.4.5. ESFUERZOS ADMISIBLES A COMPRESION.

En secciones doblemente simétricas, secciones cerradas o secciones cilíndricas, secciones arriostradas contra la torsión, y otras secciones que pueden no estar sujetas a pandeo torsional o torsio-flexional.

El esfuerzo promedio de trabajo,  $P/A$ , en miembros comprimidos no debe exceder de los siguientes valores de  $F_a$ :

a). Si  $(KL/r) < (C_c/\sqrt{Q})$  entonces:

$$F_a = 0.522 * Q * F_y - \left[ \frac{Q * F_y * (KL/r)}{12\ 606} \right]^2$$

\*(Eq.3.6.1-1)

b). Si  $(KL/r) > (C_c/\sqrt{Q})$  entonces:

$$F_a = \frac{10813653}{(KL/r)^2}$$

\*(Eq.3.6.1-3)

c). Si  $Q=1$ ,  $t > 2.4\text{mm}$ ,  $(KL/r) < (C_c/\sqrt{Q})$

entonces:

$$F_a = \frac{\left[ 1 - \frac{(KL/r)^2}{2 (Cc)^2} \right] F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3(KL/r)}{8 (Cc)} - \frac{(KL/r)^3}{8 (Cc)^3}} \quad *(Eq.3.6.1-6)$$

d). En miembros circulares.

Si  $D/t < 240000/F_y$  entonces:

$$F_a = F_b$$

Si  $240000/F_y < D/t < 945455/F_y$  entonces:

$$F_a = \frac{622}{D/t} + 0.399 F_y \quad *(Eq.3.8-1)$$

$$\text{Donde: } Cc = \sqrt{2\pi^2 E/F_y}$$

P = Carga total

A = Area total del miembro no reducida

E = Módulo de elasticidad 2100000 Kg/cm<sup>2</sup>

F<sub>a</sub> = Esfuerzo de compresión promedio  
admisible

K = Factor de longitud efectiva

L = Longitud de miembro

r = Radio minimo de giro

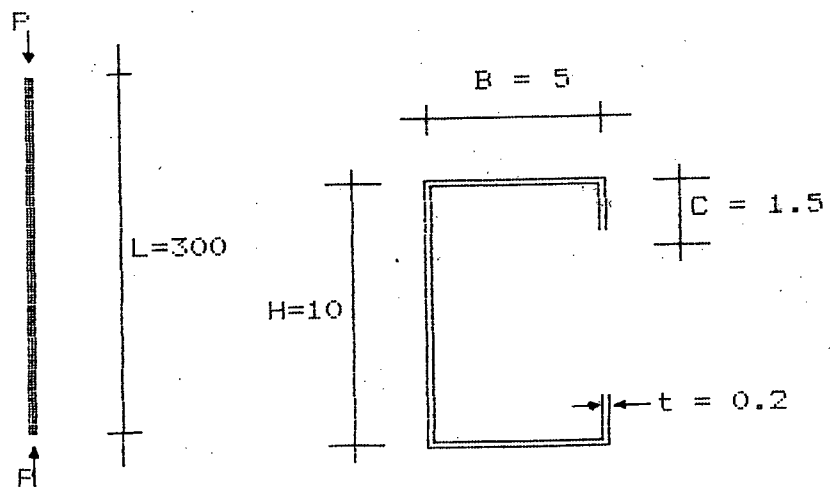
Q = Factor de forma y de pandeo

#### 2.4.6. RELACIONES DE ESBELTEZ ( $KL/r$ ).

Las relaciones de esbeltez en miembros sujetos a compresión no excederá de  $KL/r \leq 200$ , pero durante la construcción puede permitirse hasta una relación  $KL/r \leq 300$ .

#### 2.4.7. EJERCICIO DE APLICACION.

Cálculo la capacidad máxima que puede resistir un canal  $G100 \times 50 \times 15 \times 2$  mm., con normas AISI, sometido a compresión axial cuya luz efectiva de diseño es de 300 cm. utilizando acero  $F_y = 2\,400 \text{ Kg/cm}^2$ .



Datos:  $A = 4.34 \text{ cm}$

$r_y = 1.86 \text{ cm}$  (radio minimo de giro)

$F_y = 2\,400 \text{ Kg/cm}^2$

$$W_1 = C - 2t = 1.5 \text{ cm} - 2 \times 0.2 = 1.1 \text{ cm.}$$

$$W_2 = B - 4t = 5.0 \text{ cm} - 4 \times 0.2 = 4.2 \text{ cm.}$$

$$W_3 = H - 4t = 10. \text{ cm} - 4 \times 0.2 = 9.2 \text{ cm.}$$

ELEMENTO	LONG. $\ell$	ELEMEN.	W	W/t	TIPO ELEMENTO
C	1.5	2	1.1	5.5	NO ATIESADO
B	5.0	2	4.2	21.0	ATIESADO
H	10.0	1	9.2	46.0	ATIESADO

#### DISEÑO DE ELEMENTOS NO ATIESADOS:

Elemento  $\ell_1$ : C

$$[w/t]_{\text{lim.}} = 540/\sqrt{F_y} \approx 11$$

$$w_1/t = 1.1/0.2 = 5.5$$

como: 5.5 es menor a 11 por lo tanto:

$$F_c = F_b = 0.6 F_y = 1\,440 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Q_s = F_c/F_b = 1.00$$

## DISEÑO DE ELEMENTOS ATIESADOS:

Elemento f2: B

$$[w/t]_{lim} = 1458/\sqrt{F_b} \approx 38$$

$$w2/t = 4.2/0.2 = 21$$

como 21 es menor a 38 por lo tanto:

$$b2 = w2 = 4.2 \text{ cm.}$$

Elemento f3: H

$$w3/t = 9.2/0.2 = 46$$

como 46 es mayor a 38 por lo tanto:

$$b3/t = 2157/\sqrt{F_b} * (1 - 471/(w3/t)/\sqrt{F_b})$$

$$b3 = 8.30 \text{ cm.}$$

## CALCULO DEL AREA EFECTIVA:

$$AE = (2w1 + 2b2 + b3)t$$

$$AE = (2(1.1) + 2(4.2) + 8.3)0.2$$

$$AE = 3.78 \text{ cm}^2$$

$$Qa = AE/A_{total}$$

$$Qa = 3.78/4.34 = 0.871$$

## CALCULO DEL FACTOR DE FORMA:

$$Q = Qa.Qs$$

$$Q = 0.871 * 1.00$$

$$Q = 0.871$$

CALCULO DEL ESFUERZO PROMEDIO A COMPRESION:

$$C_c = \sqrt{2 \pi^2 E / F_y} \approx 132$$

$$C_c / \sqrt{Q} = 123 / \sqrt{0.871} \approx 142$$

$$KL/r = 1.00 * 300 / 1.86 \approx 161$$

como  $KL/r$  es mayor a  $C_c / \sqrt{Q}$  por lo tanto:

$$F_a = 12 \pi^2 E / 23 / (KL/r)^2$$

$$F_a = 12 \pi^2 2100000 / 23 / 161^2$$

$$F_a = 451.67 \text{ Kg/cm}^2$$

CHEQUEO AL APLASTAMIENTO:

como  $KL/r$  es mayor a 20 por lo tanto no existe aplastamiento

CALCULO DE LA CAPACIDAD MAXIMA:

$$P_{max} = F_a * A_{total}$$

$$P_{max} = 451.67 \text{ Kg/cm}^2 * 4.34 \text{ cm}^2$$

$$P_{max} = 1804 \text{ Kg.}$$

## 2.5. MIEMBROS SUJETO A PANDEO TORSIONAL.

### 2.5.1. PARA SECCIONES CON UN EJE DE SIMETRIA.

Para secciones abiertas que tienen un valor de  $Q=1$  sujetas a pandeo torsional y que no están arriostradas a la torsión, el esfuerzo axial promedio,  $P/A$ , no excederá de  $F_a$  de la sección anterior o de  $F_t$  siguiente:

a) Si  $\sigma_{tfo} > 0.5 F_y$  entonces:

$$F_t = 0.522 F_y - \frac{F_y^2}{7.67 \sigma_{tfo}} \leq F_a \quad *(\text{Eq.3.6.1-7})$$

b) Si  $\sigma_{tfo} \leq 0.5 F_y$  entonces:

$$F_t = 0.522 \sigma_{tfo} \leq F_a \quad *(\text{Eq.3.6.1-8})$$

Donde:

$$\sigma_{tfo} = \frac{1}{2 \beta} \left[ (\sigma_{ex} + \sigma_t) - \sqrt{(\sigma_{ex} + \sigma_t)^2 - 4 \beta \sigma_{ex} \sigma_t} \right]$$

\*(\text{Eq.3.6.1-9})

$$\sigma_{ex} = \frac{\pi^2 E}{(KL/r_x)^2} \quad *(\text{Eq.3.6.1-10})$$

$$\sigma_t = \frac{1}{A r_o^2} \left[ G J + \frac{\pi^2 E C_w}{(KL)^2} \right] \quad *(\text{Eq.3.6.1-11})$$

$$\beta = 1 - (x_0/r_0)^2 \quad \text{*(Eq.3.6.1-12)}$$

$$r_0 = \sqrt{r_x^2 + r_y^2 + r_0^2} \quad \text{*(Eq.3.6.1-13)}$$

$$J = (1/3) * (l_1 t_1 + l_2 t_2 + \dots + l_n t_n) \quad \text{*(Eq.3.6.1-14)}$$

$\sigma_{tfo}$  = Esfuerzo máximo por pandeo torsioflexionante

$\sigma_{ex}$  = Esfuerzo máximo por pandeo sobre el eje X

$\sigma_t$  = Esfuerzo máximo por pandeo torsional

$\beta$  = Coeficiente geométrico

$r_0$  = Radio de giro polar

$J$  = Inercia torsional

$F_t$  = Esfuerzo máximo admisible a la torsión

$F_a$  = Esfuerzo promedio a la compresión

$A$  = Area transversal

$C_w$  = Constante geometrica de pandeo  $\text{cm}^6$

$G$  = Modulo de corte =  $804000 \text{ Kg/cm}^2$

$E$  = Módulo elastico =  $2100000 \text{ Kg/cm}^2$

$l_1$  = longitud del elemento

$t_1$  = espesor del elemento



### 2.5.2. PARA SECCIONES DOBLEMENTE SIMETRICAS.

Para formas abiertas con un punto de simetría que están sujetas a pandeo torsional y que no están arriostradas contra la torsión, el esfuerzo axial promedio  $P/A$  no excederá de  $F_a$  de la sección anterior ó de  $F_t$  siguiente:

a) Si  $\sigma_t > 0.5 Q F_y$ , entonces:

$$F_t = 0.522 Q F_y - \frac{(Q F_y)^2}{7.67 \sigma_t} \leq F_a \quad *(\text{Eq.3.6.1-15})$$

b) Si  $\sigma_t \leq 0.5 Q F_y$ , entonces:

$$F_t = 0.522 \sigma_t \leq F_a \quad *(\text{Eq.3.6.1-16})$$

### 2.5.3. EJERCICIO DE APLICACION.

Cálculo el esfuerzo máximo a torsión de un canal  $6100 \times 50 \times 15 \times 2$  mm., con normas AISI, cuya longitud efectiva de 300 cm, utilizando acero  $F_y = 2400 \text{ Kg/cm}^2$

datos:

$$A = 4.34 \text{ cm}^2$$

$$r_x = 4.00 \text{ cm}$$

$$r_y = 1.86 \text{ cm}$$

$$r_o = 5.98 \text{ cm}$$

$$C_w = 325.70 \text{ cm}^6$$

$$J = 0.058 \text{ cm}^4$$

$$G = 840\,000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Q = 0.871 \text{ (cálculado ejercicio anterior)}$$

#### CALCULO DEL ESFUERZO A LA TORSION:

$$\sigma_t = 1/(A r_o) * (G.J + \pi^2 E C_w / (KL)^2)$$

$$\sigma_t = 4767 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{ex} = \pi^2 E / (KL/r_x)^2$$

$$\sigma_{ex} = \pi^2 (2100000) / (1*300/4)^2$$

$$\sigma_{ex} = 3684 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{tfo} = 1/2\beta \{(\sigma_{ex} + \sigma_t) - \sqrt{(\sigma_{ex} + \sigma_t)^2 - 4\beta \sigma_{ex} \sigma_t}\}$$

$$\sigma_{tfo} = 2471 \text{ Kg/cm}^2$$

como  $\sigma_{tfo}$  es mayor a  $0.5 F_y$

$2471 > 1200$  , por lo tanto:

$$F_t = 0.522 F_y - F_y^2 / 7.67 / \sigma_{tfo}$$

$$F_t = 948 \text{ Kg/cm}^2 \leq F_a$$

como  $F_t$  es mayor a  $F_a = 451.67$  (cálculado en el ejemplo anterior) hacemos:

$$F_t = F_a , \text{ por lo tanto:}$$

$$P_t = F_t * a$$

$$P_t = 451,67 \text{ Kg/cm}^2 * 4.34 \text{ cm}^2$$

$$P_t = 1804 \text{ Kg.}$$

## 2.6. MIEMBROS SUJETOS A FLEXION.

Para impedir el pandeo lateral, el esfuerzo máximo a la compresión  $F_b$ , en fibras extremas de miembros rectos flexionados no apoyados lateralmente no excederá del esfuerzo promedio especificado ( $F_b = 0.6 F_y$ ), ni de los siguientes esfuerzos máximos:

a). Para canales C, correas G, secciones I formadas por canales o correas:

$$\text{cuando: } \frac{L^2 S_{xc}}{d I_{yc}} > \frac{0.36 \pi^2 E C_b}{F_y} \text{ pero } < \frac{1.8 \pi^2 E C_b}{F_y}$$

$$F_b = \frac{2}{3} F_y - \frac{F_y^2}{5.4 \pi^2 E C_b} \left[ \frac{L^2 S_{xc}}{d I_{yc}} \right] \quad *(Eq.3.3-1)$$

$$\text{cuando: } \frac{L^2 S_{xc}}{d I_{cy}} \geq \frac{1.8 \pi^2 E C_b}{F_y}$$

$$F_b = 0.6 \pi^2 E C_b \left[ \frac{d I_{cy}}{L^2 S_{xc}} \right] \quad *(\text{Eq.3.3-2})$$

b). Para secciones Z,

$$\text{cuando: } \frac{L^2 S_{xc}}{d I_{cy}} > \frac{0.18 \pi^2 E C_b}{F_y} \text{ pero } < \frac{0.9 \pi^2 E C_b}{F_y}$$

$$F_b = \frac{2}{3} F_y - \frac{F_y^2}{2.7 \pi^2 E C_b} \left[ \frac{L^2 S_{xc}}{d I_{cy}} \right] \quad *(\text{Eq.3.3-3})$$

$$\text{cuando: } \frac{L^2 S_{xc}}{d I_{cy}} \geq \frac{0.9 \pi^2 E C_b}{F_y}$$

$$F_b = 0.3 \pi^2 E C_b \left[ \frac{d I_{cy}}{L^2 S_{xc}} \right] \quad *(\text{Eq.3.3-4})$$

c). Para secciones cerradas usadas como vigas sujetas a flexión, la relación de la longitud no soportada

lateralmente a la distancia entre las almas de la sección no excederá de:

$$( 181818 / F_y )$$

donde: L = Longitud no arriostrada del miembro

I<sub>yc</sub> = Momento de inercia de la parte a compresión de una sección con el eje gravitacional de la sección entera paralela al alma

S<sub>xc</sub> = Módulo de la sección, I<sub>x</sub> dividido para la mayor distancia de las fibras extremas

d = Peralte de la viga

C<sub>b</sub> = Coeficiente de flexión que conservadoramente puede ser tomado como la unidad ó calculado por:

$$C_b = 1.75 + 1.05 \left[ \frac{M_1}{M_2} \right] + 0.3 \left[ \frac{M_1}{M_2} \right]^2 \leq 2.3$$

\*(Eq.3.3-5)

M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> = Son los valores mínimo y máximo del momento flexionante final respectivamente en los extremos de la longitud de la viga no arriostrada. Cuando los momentos de flexión en algunos puntos con una longitud

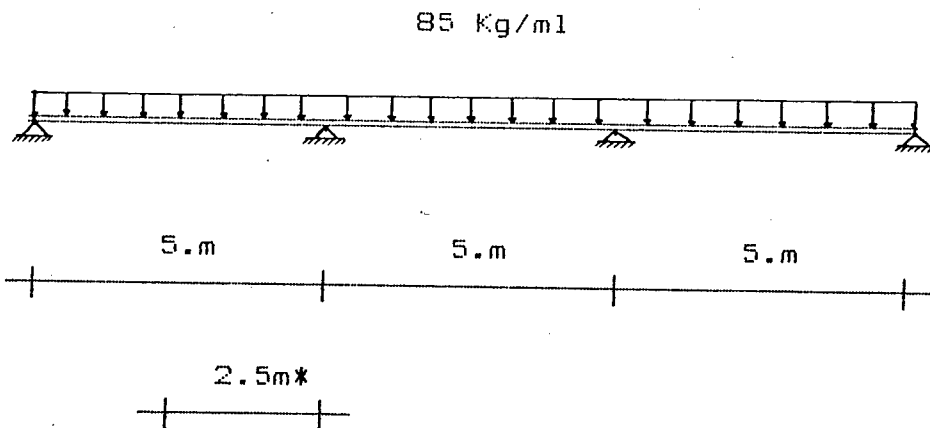
no arriostrada es mayor que los dos  
finales de esta longitud  $C_b=1$ .

#### 2.6.1. EJERCICIO DE APLICACION.

Diseñar una correa para cubierta que deberá soportar un peso de  $50 \text{ Kg/m}^2$  incluido su peso propio, para una luz efectiva de cálculo de  $5 \text{ m}$ . Será una viga continua de tres tramos iguales. La cubierta es de Eternit cuyos apoyos son a  $1.69 \text{ m}$ .

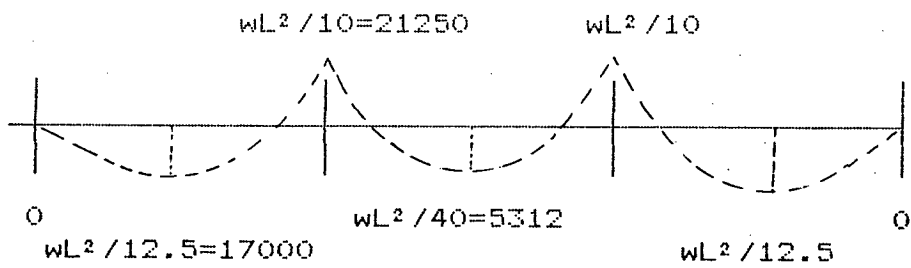
Escoger un canal tipo G de  $F_y = 2400 \text{ Kg/cm}^2$ .

Peso por metro lineal =  $50 \text{ Kg/m}^2 * 1.69 \text{ m} \approx 85 \text{ Kg/ml}$ .



\* Se considerará tirantes en los centros de las luces.

Diagrama de momentos: en Kg.cm



Escogemos un perfil G100x50x15x3 mm.

datos:

$$A = 6.31 \text{ cm}^2$$

$$S_{xc} = 19.60 \text{ cm}^3$$

$$I_{yc} = 20.53 \text{ cm}^4$$

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

$$\text{calculamos } C_b = 1.75 + 1.05(M_1/M_2) + 0.3(M_1/M_2)^2 \leq 2.3$$

$$\text{donde: } M_1 = 17000 \text{ Kg.cm}$$

$$M_2 = -21250 \text{ Kg.cm}$$

$$C_b = 1.75 + 1.05(17000/-21250) + 0.3(17000/-21250)^2 \leq 2.3$$

$$C_b = 1.107 \leq 2.3$$

Cálculo de coeficientes:

$$\frac{L^2 S_{xc}}{d I_{yc}} = 5.967$$

$$\frac{0.36 \pi^2 E C_b}{F_y} = 3.442$$

$$\frac{18 \pi^2 E C_b}{F_y} = 172.079$$

Como: 5.967 es mayor a 3.442 pero menor que 172.079,  
por lo tanto:

$$F_b = \frac{2}{3} F_y - \frac{F_y^2}{5.4 \pi^2 E C_b} \left[ \frac{L^2 S_{xc}}{d I_{yc}} \right]$$

$$F_b = 1\,322.60 \text{ Kg/cm}^2$$

como  $F_b$  calculado es menor que el esfuerzo básico  $0.6 F_y$  el diseño está bien, y la correa escogida resiste.

Cálculo del mayor momento flexionante:

$$M_{max} = F_b * S_{xc}$$

$$M_{max} = 1322.60 \text{ Kg/cm}^2 * 19.60 \text{ cm}^3$$

$$M_{max} = 25\,923 \text{ Kg.cm}$$

$$25\,923 > 21\,250 \text{ ok.}$$



## 2.7. ESFUERZOS DE CORTE EN ALMAS.

El máximo esfuerzo cortante promedio,  $F_v$ , en almas planas no debe exceder de:

a). Si  $h/t \leq 1988 \sqrt{K_v F_y}$

$$F_v = \frac{560 \sqrt{K_v F_y}}{(h/t)} \leq 0.40 F_y \quad *(Eq.3.4.1-1)$$

b). Si  $h/t > 1988 \sqrt{K_v F_y}$

$$F_v = \frac{1099365 K_v}{(h/t)^2} \quad *(Eq.3.4.1-2)$$

donde:  $F_v$  = Esfuerzo cortante promedio en el alma

$t$  = Espesor del alma

$h$  = Altura del alma

$K_v$  = Coeficiente de corte determinado así:

Para almas no reforzadas:

$$K_v = 5.34$$

Para almas reforzadas:

$$K_v = 4.00 + 5.34/(a/h)^2 \text{ cuando } a/h \leq 1.00$$

$$K_v = 5.34 + 4.00/(a/h)^2 \text{ cuando } a/h > 1.00$$

donde  $a$  = Distancia entre atiesadores transversales

Cuando el alma esté formada por dos o más láminas, cada una será considerada como un miembro separado resistiendo parte del corte.

### 2.7.1. EJERCICIO DE APLICACION.

Determinar si resiste o no el esfuerzo cortante, la correa del ejercicio anterior sometida a las mismas cargas.

$$V = 85 \text{ Kg/ml} * 5 \text{ m} / 2$$

$$V = 212.5 \text{ Kg.}$$

$$[h/t]_{lim} = 1988 \sqrt{K_v/F_y} \approx 94$$

$$h/t = 10/.3 = 33.33$$

como 33.33 es menor que 94, por lo tanto:

$$F_c = 560 * \sqrt{K_v F_y} / (h/t)^2 \leq 0.4 F_y$$

$$F_c = 57 \text{ Kg/cm}^2 \leq 960$$

Cortante máximo resistente:

$$V_{max} = F_c * A$$

$$V_{\max} = 57 \text{ Kg/cm}^2 * 6.31 \text{ cm}^2$$

$$V_{\max} = 359 \text{ Kg.}$$

$$359 > 212.5 \text{ ok.}$$

El cortante es igual en los tres tramos por cuanto tienen luces iguales.

Como el cortante solicitado es menor al cortante resistente, este canal si resiste.

## 2.8. TIPOS DE APOYOS.

Estructuralmente existen tres tipos de apoyos:

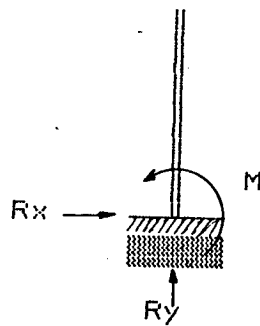
- Apoyo empotrado.
- Apoyo articulado.
- Apoyo rodillo.

### 2.8.1. APOYO EMPOTRADO.

Es aquel apoyo que presenta su reacción al giro, y al desplazamiento tanto horizontal como vertical. Este tipo de

apoyo se caracteriza por absorber el momento que le transmite el miembro.

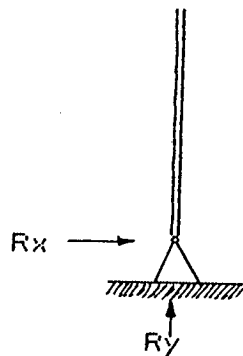
Se lo idealiza por:



#### 2.8.2. APOYO ARTICULADO.

Es el apoyo que presenta su reacción a los desplazamientos tanto en el sentido horizontal como en el vertical, pero que permite el giro a la estructura.

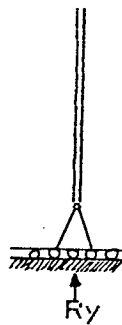
Se lo idealiza por:



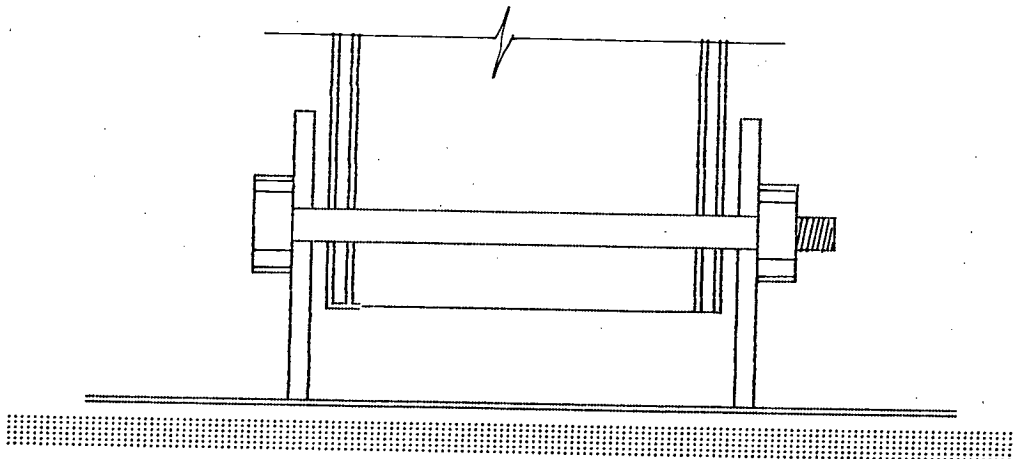
### 2.8.3. APOYO RODILLO.

Es aquel que presenta reacción únicamente en el sentido vertical, permitiendo desplazamientos en el sentido horizontal y el giro de la estructura.

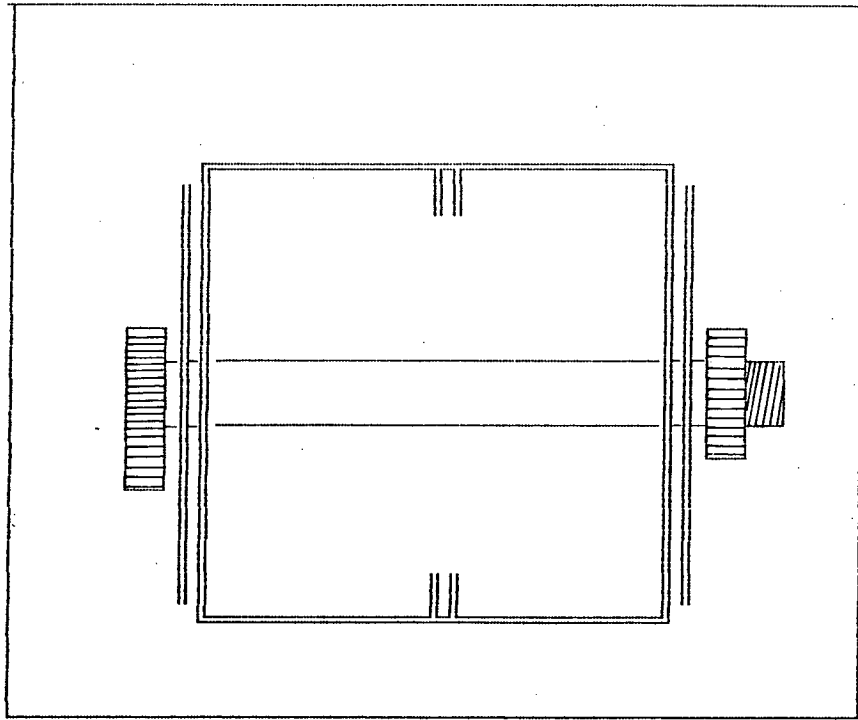
Se lo idealiza por:



### 2.8.4. EJERCICIO DE APLICACION.



ELEVACION

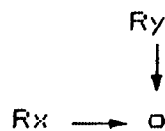


PLANTA

Diseñar un apoyo articulado que resista las siguientes reacciones:  $R_y = 7000 \text{ Kg.}$ ,  $R_x = 4000 \text{ Kg.}$

a). Diseño del perno de articulación:

El perno irá sometido a corte en dos secciones



$$F_y = 2800 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$R_y = 7000 \text{ Kg.}$$

$$R_x = 4000 \text{ Kg.}$$

$$R_t = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

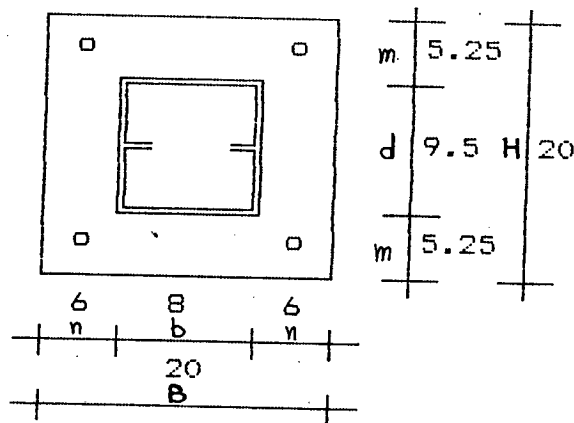
$$R_t = 8062 \text{ Kg.}$$

$$A_{req} = \frac{R_t}{2(0.4 F_y)} = \frac{8\,062 \text{ Kg}}{2(1120)} = 3.60 \text{ cm}^2$$

$$\phi_{per} = \sqrt{4A/\pi} = 2.14 \text{ cm} = 21.4 \text{ mm}$$

$$\phi_{per} \approx 22 \text{ mm.}$$

b). Diseño de la placa base:



$$\text{Esfuerzo del concreto} = F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

Area requerida de base de concreto:

$$A_c = P/F'_c = 7000/210 = 33.33 \text{ cm}^2$$

$$l = \sqrt{A_c} = 5.77 \text{ cm por lado}$$

escogemos una base de 20x20 cm.

$$\text{Esfuerzo de la placa } F_p = 7000 / 20 \times 20$$

$$F_p = 17.5 \text{ Kg/cm}^2$$

Cálculo de los Momentos:

$$M = Fp \cdot m^2 / 2$$

$$M = 17.5 * (6)^2 / 2$$

$$M = 315 \text{ Kg.cm}$$

Cálculo del espesor de la placa:

$$t = \sqrt{6 M / Fb}$$

$$t = \sqrt{6 * 315 / 1440}$$

$$t = 1.15 \text{ cm} \approx 12 \text{ mm}$$

Dimensiones de la placa:

$$P1 = 200 \times 200 \times 12$$

c). Diseño de los pernos de anclaje:

$$\text{Fuerza de diseño} = Rx = 4000 \text{ Kg.}$$

$$\text{Esfuerzo a corte } 0.4 Fy = 0.4 (2800)$$

$$Fy = 1120 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Número de pernos de anclaje} = 4$$

$$\text{Área requerida por perno} = Rx / 4 Fc$$



$$A_{req} = 4000 / 4(1120)$$

$$A_{req} = 0.89 \text{ cm}^2$$

$$\phi_{per} = \sqrt{4A_{req} / \pi}$$

$$\phi_{per} = 1.07 \text{ cm} = 10.7 \text{ mm}$$

$$\phi_{per} \approx 12 \text{ mm}$$

$$\text{Pernos de Anclaje} = 4 \phi 12 \text{ mm}$$

## 2.9. TIPOS DE UNIONES.

Existen basicamente tres tipos de uniones para miembros de acero las que son:

- Uniones Atornilladas
- Uniones remachadas
- Uniones soldadas

### 2.9.1. UNIONES ATORNILLADAS.

El atornillado es convenientemente para conexiones en campo, estructuras de acero desmontables, grandes estructuras para facilitar su transportación, etc.

En construcciones de acero formado en frio la distancia S, entre centros de tornillos y de centro de tornillo a la

orilla de la lámina, en la línea de esfuerzos no debe ser menor que 1.5 veces el diámetro del tornillo  $d$ , o menor que:

$$S = \frac{P}{0.6 F_y t}$$

donde:  $P$  = fuerza transmitida por el tornillo

$t$  = Espesor de la lámina más delgada

El diseñador debe establecer un límite de  $2.1 F_y$  para el esfuerzo de soporte. El esfuerzo de tensión máximo permisible de la sección neta de una lámina no debe exceder de:

$$F_t = \left[ 1 - 0.9 r + 3 \frac{r d}{S} \right] 0.6 F_y$$

donde:  $r$  = Fuerza transmitida por los tornillos en la sección dividida por la fuerza de tensión en el miembro.

$S$  = Espaciamiento de los tornillos en dirección perpendicular

$d$  = Diámetro del tornillo

### 2.9.2. UNIONES REMACHADAS.

Un remache es un trozo de barra cilíndrica forjada en uno de sus extremos y generalmente una ligera conicidad en el otro extremo del vástago. La barra de remache es la distancia interior entre los planos interiores de las dos cabezas después de remachado.

El diámetro del vástago se hace igual a su diámetro nominal pero los remaches se ponen en taladros de 3.2 mm de diámetro mayor que el del vástago y cuando se remachan, se recargan hasta llenar totalmente las perforaciones.

Los valores de esfuerzos cortantes y de empuje se calculan con arreglo al área nominal y no al área de los taladros.

Los remaches son utilizados generalmente para unir planchas y perfiles que constituyen una estructura o entramado de acero, muy recomendadas para uniones en el campo.

### 2.9.3. UNIONES SOLDADAS.

Son las más comúnmente usadas en nuestro medio por lo que se le debe dar la importancia necesaria.

## 2.10. SOLDADURAS DE ACERO FORMADO EN FRIO.

La soldadura ofrece ventajas importantes a los fabricantes y constructores para unir componentes estructurales metalicos. Las juntas soldadas hacen posible las estructuras continuas con economia y rapidez en la fabricación. Se obtienen eficiencias hasta del 100%.

La soldadura de arco de metal blindado, tambien llamado de electrodo de barra manual, es el proceso más comun de soldadura en nuestro pais, debido a su versatilidad pero exige operadores experimentados. La soldadura puede hacerse en cualquier posición.

La soldadura vertical y sobre la cabeza debe evitarse siempre que sea posible.

### 2.10.1. SOLDADURA DE FILETE.

La soldadura de filete aplicadas por la especificaciones AISI, para miembros formados en frio, aplicados a juntas soldadas en una u otra posición:

- a). De lámina a lámina
- b). De lámina a miembro

La carga promedio para una soldadura a filete en doblez y juntas  $t$  no excederá de lo siguiente:

Para esfuerzos axiales:

Si  $L/t < 25$ :

$$P = 0.4 (1 - 0.01(L/t)) t L F_u \quad *(\text{Eq.4.2.1-13})$$

Si  $L/t \geq 25$ :

$$P = 0.3 L t F_u \quad *(\text{Eq.4.2.1-14})$$

Adicionalmente para  $t > 3.8$  mm. la carga promedio para soldadura de filete en doblez y juntas  $t$  no excederán:

$$P = 0.3 t_w L F_{xx} \quad *(\text{Eq.4.2.1-15})$$

donde:  $L$  = Longitud de suelda de filete

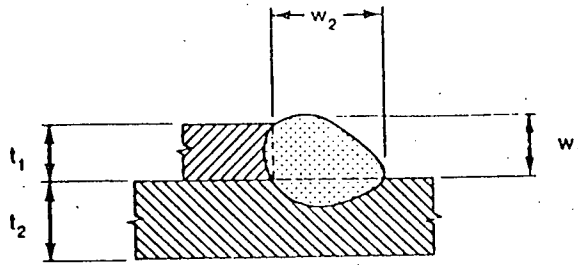
$t_w$  = garganta efectiva =  $0.707w_1$  ó  $0.707w_2$

(siempre la menor)

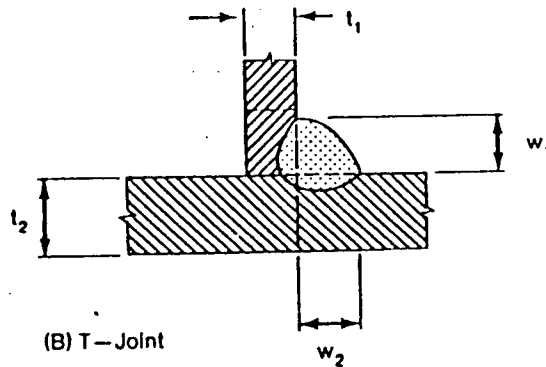
$w_1, w_2$  = Espesores de las láminas a soldarse

$F_{xx}$  = Esfuerzo de la soldadura

$F_u$  = Fuerza de tensión mínima especificada



(A) Lap Joint



(B) T-Joint

#### 2.10.2. SOLDADURA DE RANURA.

La soldadura de ranura aplicada por la AISI, para elementos formados en frío, para juntas soldadas en una u otra posición:

Cuando la longitud de suelda es perpendicular a la dirección de los esfuerzos la carga promedio no exederá de:

$$P = \frac{t L F_u}{3}$$

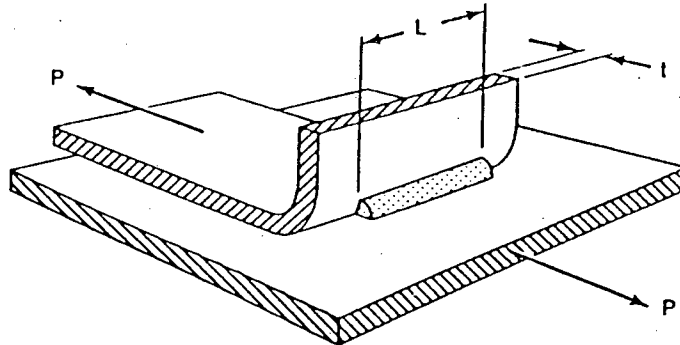


Figure 4.7 Flare-Bevel Groove Weld

Cuando la longitud de suelda es paralelo a la direcci3n de los esfuerzos:

Si la garganta efectiva,  $t_w$ , es igual o mayor que  $t$  pero menor que  $2t$  o si la altura del borde es menor que la longitud de la suelda,  $L$ , entonces:

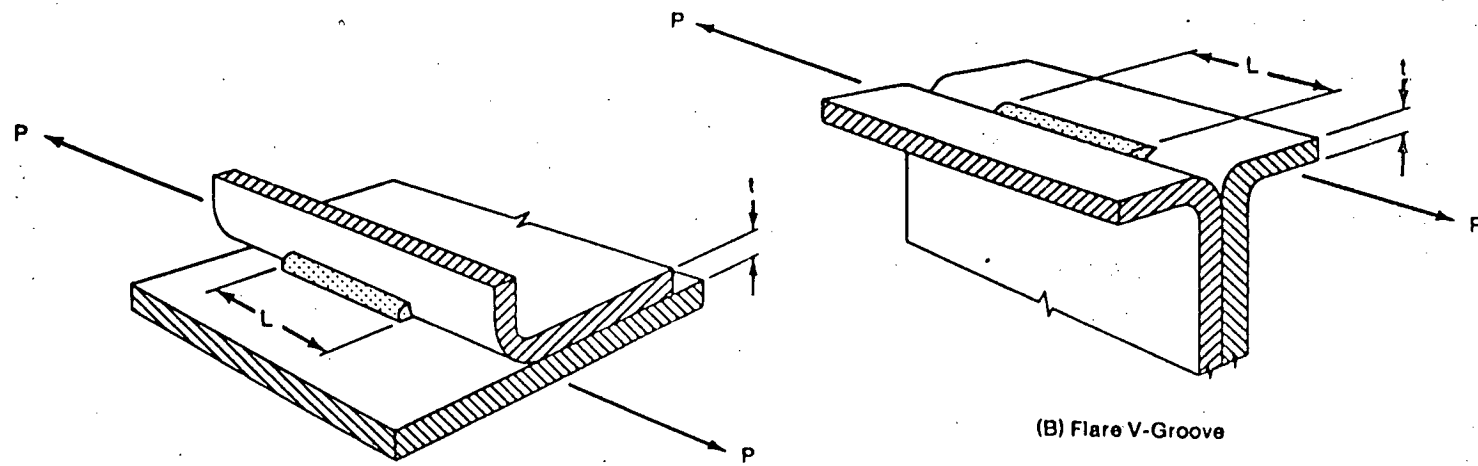
$$P = 0.3 t L F_u$$

Si  $t_w$  es mayor o igual que  $2t$  y la altura del borde es mayor o igual que  $L$ , entonces:

$$P = 0.6 t L F_u$$

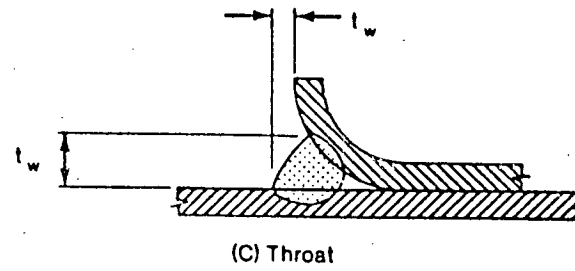
Adicionalmente, si  $t$  mayor que 3.8 mm. entonces :

$$P = 0.3 t_w L F_{xx}$$



(A) Flare Bevel Groove

(B) Flare V-Groove



(C) Throat

Figure 4.8 Shear in Flare Groove Welds



### 2.10.3. EJERCICIO DE APLICACION.

Determinar el esfuerzo máximo que puede resistir una soldadura de filete de 10 cm de longitud soldada a miembros de espesor 2 mm.

$$l/t = 10/.2 = 50$$

como  $l/t$  es mayor a 25 (límite), por lo tanto:

$$P = 0.3 \cdot t \cdot l \cdot F_u$$

$$F_u = \text{esfuerzo basico a tensión} = 1440 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P = 0.3 \cdot 0.2 \text{ cm} \cdot 10 \text{ cm} \cdot 1440 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P_{\text{max}} = 864 \text{ Kg.}$$

C A P I T U L O

III

## CAPITULO III

### DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROGRAMA

#### 3.1. DEFINICION DEL PROBLEMA.

El objetivo del presente trabajo es desarrollar un programa sistematizado para el cálculo de estructuras formadas por barras, de comportamiento lineal elástico, (armaduras), y diseño de los elementos de acero formado en frío, con normas AISI (SPECIFICATION FOR THE DESIGN OF COLD-FORMED STEEL STRUCTURAL MEMBERS).

Debido a que la fábricas existentes en nuestro país, solo producen un tipo de perfilera con acero formado en frío, (perfiles de lámina delgada), se debe diseñar con normas para este tipo de acero, emitidas por el Instituto Americano del hierro y acero (AISI).

Los datos necesarios para el cálculo de este tipo de estructuras serán:

- a). Geometria de la estructura: coordenadas de los nudos, orientación de la barras.

b). Propiedades mecánicas: módulo de elasticidad, inercia, área.

c). Restricciones de apoyos: depende del tipo de apoyo que se utilice.

d). Cargas nodales: hasta cinco estados de carga.

e). El programa tiene la opción de generación de nudos, orientación de barras, que permitirá flexibilidad y agilidad en la introducción de datos.

Los resultados que se aspira obtener son:

- Desplazamientos de los nudos.
- Reacciones de apoyo por cada estado de carga.
- Longitud de barras.
- Fuerzas axiales de barra por cada estado de carga.
- Fuerzas de diseño. (escoge las más críticas)

Datos necesarios para el diseño de los miembros:

- a). Tipo de perfil: para elementos principales y elementos secundarios.
- b). Peralte de los perfiles: para guardar uniformidad en la estructura.

c). Banco de perfiles: Tendrá un archivo de datos de toda la perfilera fabricada en el país, en la que constará las propiedades mecánicas para cada perfil como son: área, peso, inercias, módulos de sección, radios de giro, distancias al centro de gravedad, fábrica productora de dicho perfil.

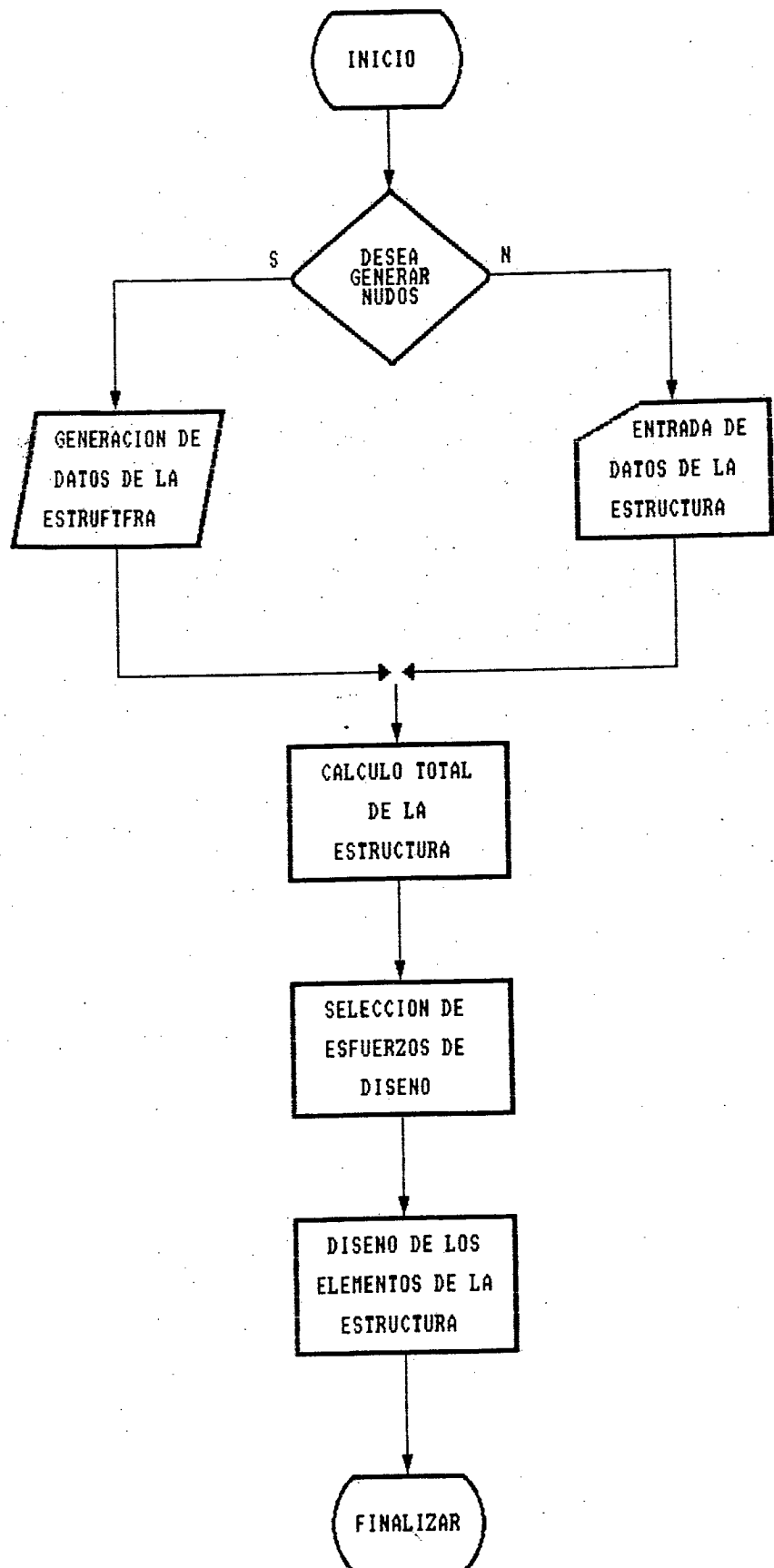
Resultados de diseño: se presentan por pantalla y por impresora.

- Escogimiento del perfil adecuado.
- Chequeo a esfuerzo de compresión axial.
- Chequeo a esfuerzo de tensión axial.
- Longitud de suelda necesaria.
- Diseño de pasador.
- Diseño de la placa de apoyo.
- Diseño de la placa base.
- Diseño de los pernos de anclaje.

### 3.2. PLANIFICACION DEL PROGRAMA.

El desarrollo del programa será usando el método estructural de los desplazamientos o de las rigideces, por medio del análisis matricial de estructuras, por ser uno de los métodos mas exactos y que permiten su automatización.

### 3.2.1 PLANIFICACION GENERAL DEL PROGRAMA TOTAL.



El programa será desarrollado para computadoras personales compatibles con capacidad de 640 Kbites de memoria RAM y mínimo con un disk-drive.

El lenguaje a utilizarse será el GWBASIC, por cuanto es uno de los lenguajes mas comunes y fácil de manejar que permitirá el mejor entendimiento en el uso del programa.

El programa general constará de varios sub-programas incluido el banco de perfiles, los mismos que trabajarán conjuntamente de acuerdo a las necesidades del usuario, puesto que dará una mayor comodidad tanto para el cálculo como para el diseño ó las dos opciones conjuntamente.

### 3.3. ANALISIS Y CONTENIDO DEL PROGRAMA.

#### 3.3.1. TIPO DE ESTRUCTURA A SER ANALIZADA.

Se analizará cualquier tipo de estructuras planas reticulares, formadas por barras cuyas uniones se consideren articuladas.

La característica principal de las estructuras reticulares, es que sus barras que la conforman generen triángulos, ya que el triángulo es considerado como la

figura indeformable, logrando así, obtener una estructura más compacta.

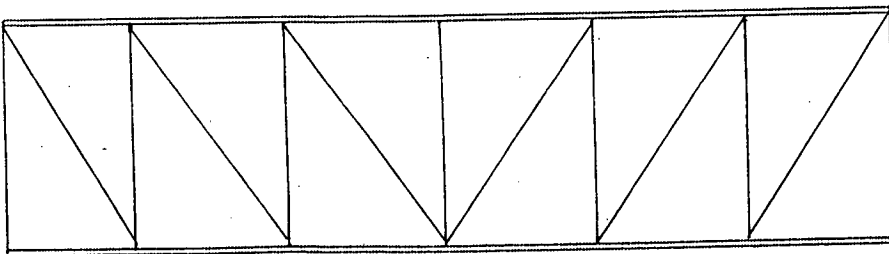
Para evitar que se produzcan momentos internos se considera las uniones como articulación, lo que hace que, sus miembros estén sometidos únicamente a esfuerzos axiales.

Existe infinidad de formas de estructuras reticulares, entre las mas usuales podemos nombrar:

- Cercha para cubiertas.
- Porticos cercha.
- Estructuras para puentes.
- Vigas, Columnas, etc.

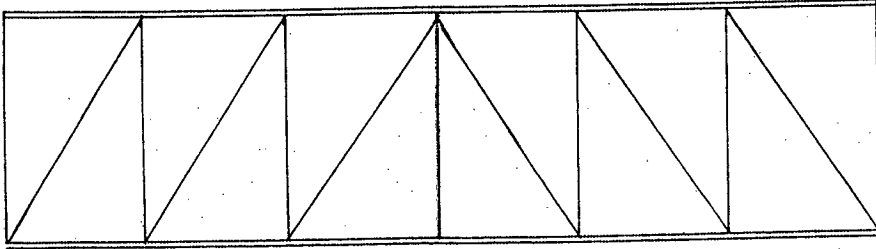
Según la colocación de las barras que conforman la estructura, hay varios tipos entre los cuales podemos nombrar los mas comunes:

- Howe

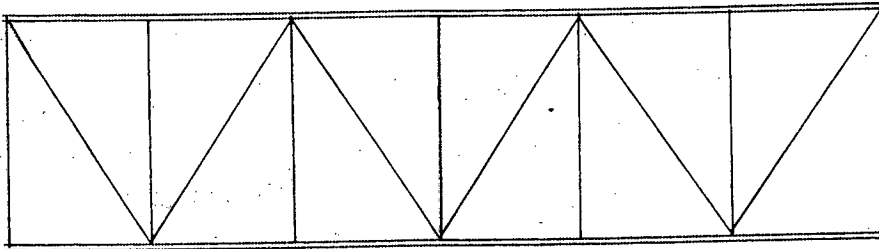




- Pratt



- Warren



### 3.3.2. NORMAS A USAR EN EL PROGRAMA.

Para el correcto uso del programa debemos someteros a las siguientes normas:

- El programa será diseñado para que trabaje en unidades del sistema internacional, así :

Esfuerzos en  $\text{Kg/cm}^2$ .

Cargas en Kg.

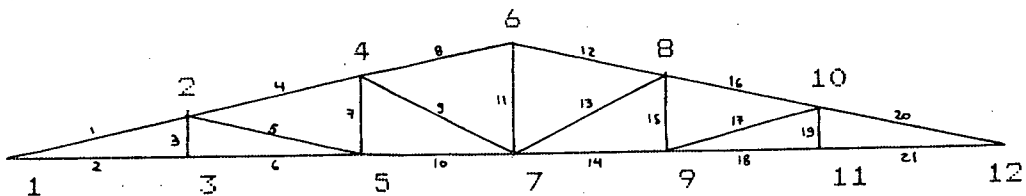
Longitudes en cm.

Areas en  $\text{cm}^2$ ., etc.

- El programa será diseñado de tal manera que si existe algun dato erróneo en la introducción, no sea necesario volver a ingresar todos los datos nuevamente, sino que dé la oportunidad de corregir exclusivamente el dato erróneo.

- Esto se hará para cada bloque de introducción de datos, (coordenadas, orientación de miembros, cargas, etc.).

- La numeración de los nudos como de las barras debe ser continua, de manera ordenada y sistematizada, a fin de que el programa tenga mayor agilidad en la resolución del sistema de ecuaciones, así, por ejemplo una ordenación sistematizada será:



- Las cargas se considerarán paralelas a los ejes de coordenadas, con la siguiente convencion de signos:

( ↑ ) positivo

( → ) positivo

( ↓ ) negativo

( ← ) negativo

- Para la graficación de la estructura no se ha considerado la longitud de la misma, para que automaticamente calcule la misma escala, horizontal y vertical del grafico. La escala adoptada, nos permite observar en pantalla la estructura completa.

### 3.3.3. CONDICIONES DE CARGA Y PARAMETROS DE DISEÑO.

Entre las condiciones de carga se pueden considerar las siguientes:

- Carga muerta: peso propio de la estructura, peso de cubierta, peso de tumbados y lámparas, etc.

- Carga viva: peso de los obreros en momento de la construcción, mantenimiento, etc.

- Carga por viento: que puede estar actuando en barlovento o sotavento.

- Carga sismica: fuerzas ejercidas por la naturaleza.

Como parámetros de diseño, el programa se regirá a las ESPECIFICACIONES PARA EL DISEÑO DE MIEMBROS ESTRUCTURALES DE ACERO FORMADO EN FRIO, dado por el American Iron and Steel Institute (AISI), y el CODIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN (CEC).

En la parte pertinente a cargas el código AISI, nos dice que debemos considerar las siguientes combinaciones de cargas y así obtener cinco estados de carga:

1. Carga muerta + Carga viva.

2.  $0.75$  ( Carga muerta + Carga viva + Carga viento )

3.  $0.75$  ( Carga muerta + Carga viva + Carga sismica )

4.  $0.75$  ( Carga muerta + Carga viento )

5.  $0.75$  ( Carga muerta + Carga sismica )

#### 3.3.4. GENERACION DE NUDOS.

El programa tendrá la opción para generar nudos, de tipos de estructuras definidas.

Con la generación de nudos y de barras automatizamos la entrada de datos como son: coordenadas, orientación de miembros y áreas de los miembros.

La generación de nudos nos asegura una veracidad en los datos, puesto que, para la corrida de este programa se necesitan tres datos unicamente.

Este programa se ha limitado a generar únicamente ciertos tipos de modelos, para que el usuario de este programa conozca y esté seguro del número del nudo generado, para que en su posterioridad igrese los datos sobre cargas actuantes en dicho nudo.

Los tipos de estructuras a generar son:

- Cerchas y vigas tipo:

- HOWE

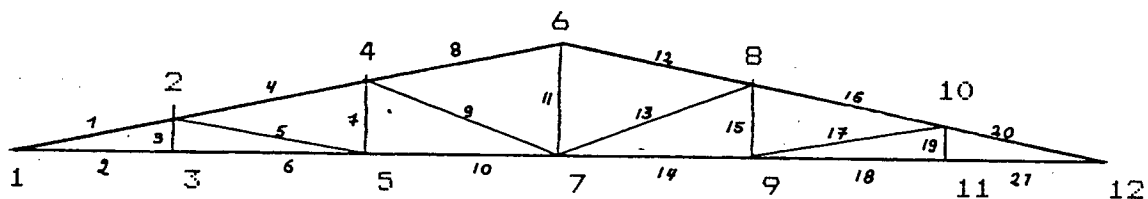
- PRATT

- WARREN

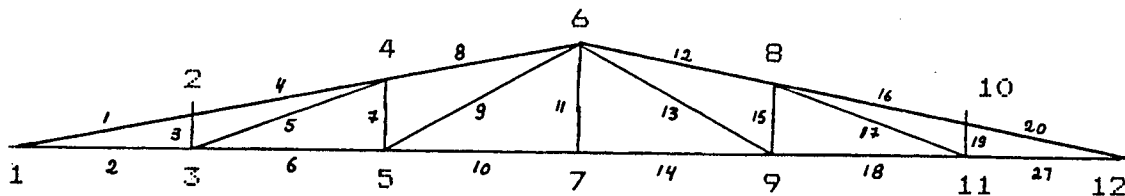
### 3.3.4.1. CERCHAS RECTAS.

Entre las cerchas rectas a generar se encuentran los siguientes modelos con sus respectivas "claves de generación":

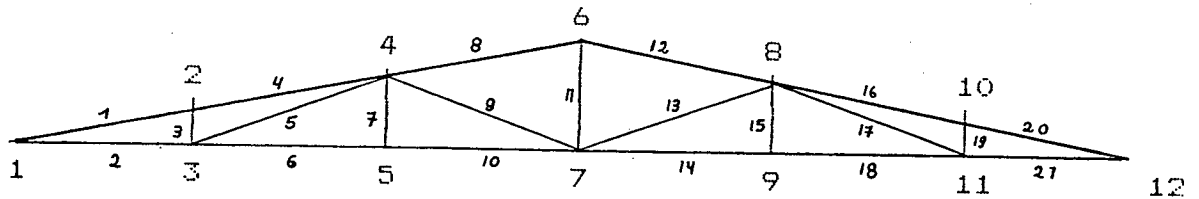
#### CERCHA TIPO HOWE.



#### CERCHA TIPO PRATT.



### CERCHA TIPO WARREN.



NOTA: Fácil es reconocer que para la generación de nudos, se ha hecho con la finalidad que todos los nudos pares queden ordenadamente en la parte superior de la estructura, de manera que el usuario facilmente pueda identificarlos y saber que nudo es el que va a cargar, como también el número del nudo que se encuentra en la cumbre, es el número mitad del total de los generados.

### 3.3.5. GRAFICACION DE LA ESTRUCTURA.

Para la graficación de la estructura se deberá primeramente llamar al programa "COLOR COM", para que el computador esté listo para realizar gráficos.

Para que el programa funcione, una vez que el computador esté cargado con el color com, se deberá ingresar el nombre del archivo donde se encuentren los datos de la estructura.

El programa graficará todo tipo de estructuras, sin que haya la necesidad de ingresar la escala para la graficación puesto que el programa lo hará automáticamente y nos dará un gráfico con una misma escala horizontal como vertical.

#### 3.3.6. CODIFICACION DEL PROGRAMA.

La codificación del programa se lo hará con los comandos, sentencias y funciones mas elementales del GWBASIC, para que, sean entendidos fácilmente por el usuario, y en lo posterior estos programas sirvan como fuente de consulta para realizar programas mas sofisticados.

#### 3.3.7. CALCULO ESTRUCTURAL POR ANALISIS MATRICIAL.

Con el fin de desarrollar el programa que permita el cálculo de estructuras, se ha seguido los fundamentos teóricos del primer capítulo de este trabajo, correspondiente al análisis matricial de estructuras.

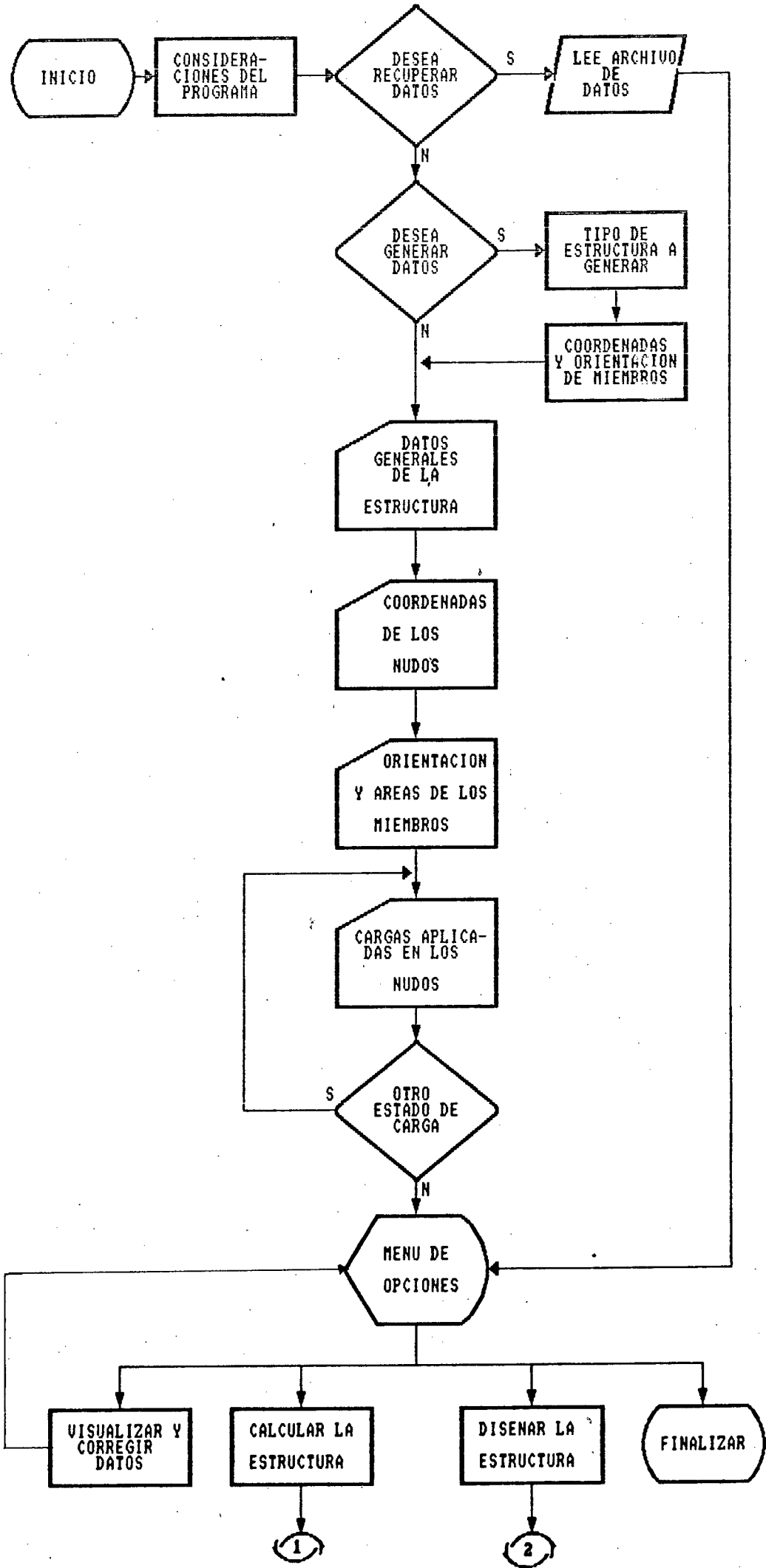


La mayoría de los textos de consulta, indican que el análisis matricial es el procedimiento más idóneo para analizar estructuras con el uso de ordenadores, utilizando el método de los desplazamientos o de las rigideces.

El programa será estructurado de la siguiente manera:

3.3.8 ESTRUCTURA DEL PROGRAMA: CELOSIAS - TÉS

Ingresa datos de la estructura.



```

10 KEY OFF
20 REM Versión 1991-01-15
30 REM Por: Carlos A. Celi G.
40 REM Por: Jack Jaramillo G.
50 CLEAR:CLS
60 GOSUB 8220
70 CC%=MID$(CG$,3,4)
80 LOCATE 9,24:COLOR 0,7:INPUT " DESEA RECUPERAR DATOS (S/N) =";RD$:COLOR 7,0
90 IF RD$="S" OR RD$="s" THEN GOTO 110
100 GOTO 830
110 LOCATE 23,50:FOR I=50 TO 69:PRINT CHR$(205);:NEXT I
120 LOCATE 13,16:PRINT "ESPECIFIQUE DRIVE PARA RECUPERAR DATOS (A/B/C)=";:INPUT
D1$
130 IF D1$="A" OR D1$="a" OR D1$="B" OR D1$="b" OR D1$="C" OR D1$="c" THEN 150
140 GOTO 120
150 FOR I=1 TO 7 :LOCATE I,1:PRINT "
":NEXT I
160 IF D1$="A" OR D1$="a" THEN LOCATE 1:FILES "A:$.DC6":GOTO 190
170 IF D1$="B" OR D1$="b" THEN LOCATE 1:FILES "B:$.DC6":GOTO 190
180 IF D1$="C" OR D1$="c" THEN LOCATE 1:FILES "C:$.DC6":GOTO 190
190 LOCATE 17,29:COLOR 0,7:PRINT " CUAL DESEA RECUPERAR ";:COLOR 7,0
200 LOCATE 20,35:PRINT " ";:INPUT NO$
210 IF D1$="A" OR D1$="a" THEN N1$="A:"+NO$ :GOTO 260
220 IF D1$="B" OR D1$="b" THEN N1$="B:"+NO$ :GOTO 260
230 IF D1$="C" OR D1$="c" THEN N1$="C:"+NO$ :GOTO 260
240 GOTO 120
250 REM"*****LECTURA DE ARCHIVO DE DATOS*****"
260 N1$=LEFT$(N1$,10)
270 OPEN "I",#1,N1$+".DC6"
280 INPUT #1,NO$,N1$
290 INPUT #1,NO$
300 INPUT #1,D6$
310 INPUT #1,NO$
320 INPUT #1,NN$,NN
330 INPUT #1,NM$,NM
340 INPUT #1,NR$,NRA
350 INPUT #1,NA$,NA
360 INPUT #1,ME$,ME
370 INPUT #1,GL$,NGL
380 DIM X(NN),Y(NN),NI(NM),NF(NM),A(NM)
390 INPUT #1,NO$
400 INPUT #1,CN$:INPUT #1,C1$
410 GOTO 8210
420 FOR I=1 TO NN
430 INPUT #1,I,X(I),Y(I)
440 NEXT I
450 INPUT #1,NO$
460 FOR J=1 TO NM
470 INPUT #1,J,NI(J),NF(J),A(J)
480 NEXT J
490 DIM DX$(NN),DY$(NN),DX(2*NN)
500 INPUT #1,NO$
510 INPUT #1,RA$:INPUT #1,R1$
520 FOR I=1 TO NA
530 INPUT #1,AP(I),DX[2*AP(I)-1],DX[2*AP(I)]
540 NEXT I
550 INPUT #1,NO$:INPUT #1,ED$,EC:INPUT #1,C2$
560 FOR J=1 TO EC
570 INPUT #1,J,NNC(J)
580 NEXT J
590 DIM NA(NNC(1)),FA(2*NN),NB(NNC(2)),FB(2*NN),NC(NNC(3)),FC(2*NN),ND(NNC(4)),F
D(2*NN),NE(NNC(5)),FE(2*NN)
600 INPUT #1,NO$

```

```

610 INPUT #1,DC$
620 FOR J=1 TO EC
630 INPUT #1,EC$,J
640 INPUT #1,NC$,NNC(J):INPUT #1,C3$
650 FOR I=1 TO NNC(J)
660 IF J=1 THEN GOTO 710
670 IF J=2 THEN GOTO 730
680 IF J=3 THEN GOTO 750
690 IF J=4 THEN GOTO 770
700 IF J=5 THEN GOTO 790
710 INPUT #1,NA(I),FA[2*NA(I)-1],FA[2*NA(I)]
720 GOTO 800
730 INPUT #1,NB(I),FB[2*NB(I)-1],FB[2*NB(I)]
740 GOTO 800
750 INPUT #1,NC(I),FC[2*NC(I)-1],FC[2*NC(I)]
760 GOTO 800
770 INPUT #1,ND(I),FD[2*ND(I)-1],FD[2*ND(I)]
780 GOTO 800
790 INPUT #1,NE(I),FE[2*NE(I)-1],FE[2*NE(I)]
800 NEXT I
810 NEXT J
820 GOTO 5380
830 REM "ENTRADA DE DATOS DE LA ESTRUCTURA"
840 REM "=====
850 PRINT
860 IF CC$=CHR$(69)+CHR$(76)+CHR$(73)+" " GOTO 880
870 GOTO 8210
880 LOCATE 15,13:PRINT "ESPECIFIQUE EL DRIVE PARA GUARDAR DATOS (A/B/C)=";INPUT
D1$
890 LOCATE 17,13:PRINT "NOMBRE DE LA ESTRUCTURA=";INPUT NO$
900 IF D1$="A" OR D1$="a" THEN N1$="A:"+NO$:GOTO 940
910 IF D1$="B" OR D1$="b" THEN N1$="B:"+NO$:GOTO 940
920 IF D1$="C" OR D1$="c" THEN N1$="C:"+NO$:GOTO 940
930 GOTO 880
940 FOR I=11 TO 22 :LOCATE I,11:PRINT "
":NEXT I
950 LOCATE 9,22:PRINT "
"
960 LOCATE 8,22:COLOR 0,7 :INPUT " DESEA GENERAR NUDOS Y BARRAS (S/N)=";GN$:COLO
R 7,0
970 LOCATE 8,21:FOR I=21 TO 65 :PRINT CHR$(205);:NEXT I
980 IF GN$="S" OR GN$="s" THEN 1000
990 GOTO 2830
1000 LOCATE 9,23:COLOR 0,7 :PRINT " TIPO DE ESTRUCTURA A GENERAR ":COLOR 7
,0
1010 LOCATE 13,25:PRINT "1.----ESTRUCTURA TIPO CERCHA "
1020 LOCATE 15,25:PRINT "2.----ESTRUCTURA TIPO VIGA RECTA"
1030 LOCATE 23,48:COLOR 31:PRINT "DIGITE LA OPCION =";:COLOR 7,0:INPUT OP
1040 LOCATE 23,40:FOR I=40 TO 68 :PRINT CHR$(205);:NEXT I
1050 IF OP >2 OR OP <1 THEN GOTO 1030
1060 ON OP GOTO 1070,2140
1070 FOR I=11 TO 22 :LOCATE I,11:PRINT "
":NEXT I
1080 LOCATE 13,30:PRINT "1.----CERCHA TIPO HOWE"
1090 LOCATE 15,30:PRINT "2.----CERCHA TIPO PRATT"
1100 LOCATE 17,30:PRINT "3.----CERCHA TIPO WARREN"
1110 LOCATE 23,48:COLOR 31:PRINT "DIGITE LA OPCION =";:COLOR 7,0:INPUT OP1
1120 LOCATE 23,40:FOR I=40 TO 68 :PRINT CHR$(205);:NEXT I
1130 IF OP1 >3 OR OP1 <1 THEN GOTO 1070
1140 LOCATE 9,23:COLOR 0,7 :PRINT " DIMENCIONES DE LA ESTRUCTURA ":COLOR 7
,0
1150 FOR I=11 TO 22 :LOCATE I,11:PRINT "
":NEXT I

```

```

1150 FOR I=11 TO 22 :LOCATE I,11:PRINT "
      ":NEXT I
1160 LOCATE 13,27:PRINT "LUZ DE CALCULO      (cm) =";:INPUT L1:LOCATE 15,27:PRINT
      "HALTURA DE CALCULO (cm) =";:INPUT H
1170 LOCATE 17,27:PRINT "LUZ ENTRE CORREAS  (cm) =";:INPUT C
1180 LOCATE 23,40:COLOR 31:PRINT "CORRECTOS LOS DATOS (S/N)=";:COLOR 7,0:INPUT D
$
1190 LOCATE 23,40:FOR I=40 TO 68 :PRINT CHR$(205);:NEXT I
1200 IF D$="S" OR D$="s" THEN 1230
1210 LOCATE 9,23:COLOR 0,7 :PRINT "      DIMENCIONES DE LA ESTRUCTURA      ":COLOR 7
,0
1220 GOTO 1070
1230 LOCATE 9,22:PRINT "
1240 M=2*H/L1:R=57.29577951* :A=ATN(M)*R:CO=COS(A/R):SE=SIN(A/R):BX=L1/2:BY=H
1250 L=SQR(BX^2+BY^2):N=INT(L/C)+1:I=1:K=L/C-INT(L/C):NN=N*4
1260 DIM X(NN),Y(NN)
1270 IF I>2 THEN CX=C*CO:CY=C*SE:GOTO 1310
1280 X(I)=0:Y(I)=0
1290 I=I+1
1300 CX=K*CO:CY=K*SE
1310 X(I)=X(I-2)+CX:Y(I)=Y(I-2)+CY
1320 IF I=N*2 THEN GOTO 1340
1330 I=I+2:GOTO 1270
1340 I=I+2
1350 IF I>N*4-2 THEN GOTO 1390
1360 X(I)=X(I-2)+CX:Y(I)=Y(I-2)-CY
1370 GOTO 1340
1380 X(I)=X(I-1)+CX:Y(I)=0
1390 I=3
1400 X(I)=X(I-1):Y(I)=0
1410 IF I=N*4-1 THEN I=I+1:X(I)=L1:Y(I)=0:GOTO 1430
1420 I=I+2:GOTO 1400
1430 FOR I=1 TO N*4
1440 NEXT I
1450 ON OP1 GOTO 1460,1670,1880
1460 D=(N*4-1)*2-1:NM=D
1470 DIM NI(NM),NF(NM)
1480 J=1:K=2:L=3:M=4:I=1
1490 NI(I)=J:NF(I)=K:I=I+1:NI(I)=J:NF(I)=L:I=I+1
1500 NI(I)=K:NF(I)=L
1510 IF I=(N*4-1) THEN GOTO 1630
1520 I=I+1:J=J+1:K=K+1:L=L+1:M=M+1
1530 NI(I)=J:NF(I)=L
1540 I=I+1
1550 IF I>N*4-1 THEN GOTO 1570
1560 NI(I)=J:NF(I)=M:GOTO 1580
1570 NI(I)=K:NF(I)=L
1580 I=I+1
1590 NI(I)=K:NF(I)=M:I=I+1
1600 NI(I)=L:NF(I)=M:J=J+1:K=K+1:L=L+1:M=M+1
1610 IF I=(N*4-1)*2-3 THEN GOTO 1640
1620 GOTO 1520
1630 J=J+1:K=K+1:L=L+1:M=M+1:GOTO 1520
1640 IF I=D THEN GOTO 1660
1650 I=I+1:GOTO 1590
1660 GOTO 2830
1670 D=(N*4-1)*2-1:NM=D
1680 DIM NI(NM),NF(NM)
1690 J=1:K=2:L=3:M=4:I=1
1700 NI(I)=J:NF(I)=K:I=I+1:NI(I)=J:NF(I)=L:I=I+1
1710 NI(I)=K:NF(I)=L
1720 IF I=(N*4-1) THEN GOTO 1700
1730 I=I+1:J=J+1:K=K+1:L=L+1:M=M+1
1740 NI(I)=J:NF(I)=L
1750 I=I+1
1760 IF I>N*4-1 THEN GOTO 1780
1770 NI(I)=K:NF(I)=L:GOTO 1790
1780 NI(I)=K:NF(I)=L
1790 I=I+1

```

```

1800 NI(I)=K:NF(I)=M:I=I+1
1810 NI(I)=L:NF(I)=M:J=J+1:K=K+1:L=L+1:M=M+1
1820 IF I>=(N*4-1)*2-3 THEN GOTO 1850
1830 GOTO 1730
1840 J=J+1:K=K+1:L=L+1:M=M+1:GOTO 1730
1850 IF I=D THEN GOTO 1870
1860 I=I+1:GOTO 1800
1870 GOTO 2830
1880 D=(N*4-1)*2-1:NM=D
1890 DIM NI(NM),NF(NM)
1900 J=1:K=2:L=3:M=4:I=1
1910 NI(I)=J:NF(I)=K:I=I+1:NI(I)=J:NF(I)=L:I=I+1
1920 NI(I)=K:NF(I)=L
1930 IF I=(N*4-1) THEN GOTO 2100
1940 I=I+1:J=J+1:K=K+1:L=L+1:M=M+1:Z=Z+1
1950 NI(I)=J:NF(I)=L
1960 IF Z=2 THEN Z=0
1970 I=I+1
1980 IF Z=1 THEN GOTO 2020
1990 IF I>N*4-1 THEN GOTO 2010
2000 NI(I)=K:NF(I)=L:GOTO 2050
2010 NI(I)=K:NF(I)=L:GOTO 2050
2020 IF I>N*4-1 THEN GOTO 2040
2030 NI(I)=J:NF(I)=M:GOTO 2050
2040 NI(I)=J:NF(I)=M
2050 I=I+1
2060 NI(I)=K:NF(I)=M:I=I+1
2070 NI(I)=L:NF(I)=M:J=J+1:K=K+1:L=L+1:M=M+1
2080 IF I>=(N*4-1)*2-3 THEN GOTO 2110
2090 GOTO 1940
2100 J=J+1:K=K+1:L=L+1:M=M+1:GOTO 1940
2110 IF I=D THEN GOTO 2130
2120 I=I+1:GOTO 2060
2130 GOTO 2830
2140 FOR I=11 TO 22 :LOCATE I,11:PRINT "
      ":NEXT I
2150 LOCATE 13,30:PRINT "1.----VIGA TIPO HOWE"
2160 LOCATE 15,30:PRINT "2.----VIGA TIPO PRATT"
2170 LOCATE 17,30:PRINT "3.----VIGA TIPO WARREN"
2180 LOCATE 23,48:COLOR 31:PRINT "DIGITE LA OPCION =";:COLOR 7,0:INPUT OP1
2190 LOCATE 23,40:FOR I=40 TO 68 :PRINT CHR$(205);:NEXT I
2200 IF OP1 >3 OR OP1 <1 THEN GOTO 2140
2210 FOR I=11 TO 22 :LOCATE I,11:PRINT "
      ":NEXT I
2220 LOCATE 13,27:PRINT "LUZ DE CALCULO (cm)   =";:INPUT L:LOCATE 15,27:PRINT
"PERALTE DE VIGA (cm) =";:INPUT H
2230 LOCATE 17,27:PRINT "DIVISIONES (número par)";:INPUT C
2240 LOCATE 23,40:COLOR 31:PRINT "CORRECTOS LOS DATOS (S/N)=";:COLOR 7,0:INPUT D
$
2250 LOCATE 23,40:FOR I=40 TO 68 :PRINT CHR$(205);:NEXT I
2260 IF D$="S" OR D$="s" THEN 2280
2270 GOTO 2210
2280 CX=L/C:N=(C+1)*2:I=1:NN=N
2290 DIM X(NN),Y(NN)
2300 IF I>2 THEN GOTO 2320
2310 X(I)=0:Y(I)=0
2320 I=I+1
2330 X(I)=X(I-2)+CX:Y(I)=0
2340 IF I=C*2+1 THEN GOTO 2360
2350 GOTO 2300
2360 I=2
2370 IF I>2 THEN GOTO 2390
2380 X(I)=0:Y(I)=H
2390 I=I+2
2400 X(I)=X(I-2)+CX:Y(I)=H
2410 IF I=(C+1)*2 THEN GOTO 2430
2420 GOTO 2370
2430 ON OP1 GOTO 2440,2570,2700
2440 B=(N*2)-3:NM=B
2450 DIM NI(NM),NF(NM)
2460 I=1:J=1:K=2:L=3:M=4

```

```

2470 IF I=B THEN GOTO 2550
2480 NI(I)=J:NF(I)=K:I=I+1:NI(I)=K:NF(I)=M:I=I+1
2490 IF I> (B/2) THEN GOTO 2510
2500 NI(I)=K:NF(I)=L:GOTO 2520
2510 NI(I)=J:NF(I)=M
2520 I=I+1
2530 NI(I)=J:NF(I)=L
2540 I=I+1:J=J+2:K=K+2:L=L+2:M=M+2:GOTO 2470
2550 NI(I)=J:NF(I)=K
2560 GOTO 2820
2570 B=(N*2)-3 :NM=B
2580 DIM NI(NM),NF(NM)
2590 I=1:J=1:K=2:L=3:M=4
2600 IF I=B THEN GOTO 2680
2610 NI(I)=J:NF(I)=K:I=I+1:NI(I)=K:NF(I)=M:I=I+1
2620 IF I> (B/2) THEN GOTO 2640
2630 NI(I)=J:NF(I)=M:GOTO 2650
2640 NI(I)=K:NF(I)=L
2650 I=I+1
2660 NI(I)=J:NF(I)=L
2670 I=I+1:J=J+2:K=K+2:L=L+2:M=M+2:GOTO 2600
2680 NI(I)=J:NF(I)=K
2690 GOTO 2820
2700 B=(N*2)-3 :NM=B
2710 DIM NI(NM),NF(NM)
2720 I=1:J=1:K=2:L=3:M=4
2730 IF I=B THEN GOTO 2810
2740 NI(I)=J:NF(I)=K:I=I+1:NI(I)=K:NF(I)=M:I=I+1:NI(I)=K:NF(I)=L:I=I+1:NI(I)=J:N
F(I)=L
2750 I=I+1:J=J+2:K=K+2:L=L+2:M=M+2
2760 NI(I)=J:NF(I)=K:I=I+1
2770 NI(I)=K:NF(I)=M:I=I+1
2780 NI(I)=J:NF(I)=M:I=I+1
2790 NI(I)=J:NF(I)=L
2800 I=I+1:J=J+2:K=K+2:L=L+2:M=M+2:GOTO 2730
2810 NI(I)=J:NF(I)=K
2820 LOCATE 9,22:PRINT "
2830 LOCATE 8,22:COLOR 0,7 :PRINT " DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA " :COLOR
7,0
2840 FOR I=11 TO 22 :LOCATE I,11:PRINT "
" :NEXT I
2850 IF GN$ ="S" OR GN$ ="s" THEN 2870
2860 GOTO 2890
2870 LOCATE 13,27:PRINT "# DE NUDOS " ;NN:LOCATE 14,27:PRINT "# DE M
IEMBROS " ;NM
2880 GOTO 2900
2890 LOCATE 13,27:PRINT "# DE NUDOS " ;:INPUT NN:LOCATE 14,27:PRINT
"# DE MIEMBROS " ;:INPUT NM
2900 LOCATE 15,27:PRINT "# RESTRICC.APOYO " ;:INPUT NRA
2910 LOCATE 16,27:PRINT "# APOYOS " ;:INPUT NA:LOCATE 17,27:PRINT
"MODUL.ELASTICIDAD " ;:INPUT ME
2920 LOCATE 23,40:COLOR 31:PRINT "CORRECTOS LOS DATOS (S/N)=" ;:COLOR 7,0:INPUT D
$
2930 FOR I=40 TO 79:LOCATE 23,40 :PRINT CHR$(205);:NEXT I
2940 IF D$="S" OR D$="s" THEN GOTO 2970
2950 IF GN$ ="S" OR GN$ ="s" THEN 2870
2960 GOTO 2890
2970 NGL=2*NN-NRA
2980 DG$="DATOS GENERALES":NN$="# DE NUDOS " ;NM$="# DE MIEMBROS
" ;NR$="# REST. APOYO " ;NA$="# DE APOYOS " ;ME$="MOD.DE ELAST
ICIDAD " ;GL$="# DE GRADOS LIBERTAD " ;NO$="
2990 REM "CREACION DEL ARCHIVO DE DATOS"
3000 REM "=====
3010 N1$=LEFT$(N1$,10)
3020 OPEN "O",#1,N1$+".DC6"
3030 PRINT #1,NO$,"N1$
3040 PRINT #1,NO$
3050 PRINT #1,DG$
3060 PRINT #1,NO$
3070 PRINT #1,NN$,"NN
3080 PRINT #1,NM$,"NM

```

```

3090 PRINT #1,NR$,"NRA
3100 PRINT #1,NA$,"NA
3110 PRINT #1,ME$,"ME
3120 PRINT #1,GL$,"NGL
3130 CLS:GOSUB 9400
3140 M=0
3150 LOCATE 2,25:COLOR 0,7:PRINT " COORDENADAS DE LOS NUDOS ":COLOR 7,0
3160 LOCATE 3,3:PRINT " "
3170 LOCATE 4,11:PRINT "NUMERO DE NUDO":LOCATE 4,32:PRINT "COORDENADA (X)":LOCAT
E 4,53:PRINT "COORDENADA (Y)"
3180 IF GN$ ="S" OR GN$ ="s" THEN 3200
3190 GOTO 3330
3200 FOR I=1 TO NN
3210 M=M+1
3220 LOCATE M+4,17:PRINT I:LOCATE M+4,35:PRINT X(I):LOCATE M+4,56:PRINT Y(I)
3230 IF M=16 THEN M=0:GOTO 3260
3240 LOCATE 22,65:COLOR 31:PRINT "¥ ENTER ¥":COLOR 7,0
3250 GOTO 3300
3260 LOCATE 22,65:COLOR 31:PRINT "¥ ENTER ¥":COLOR 7,0
3270 IF INKEY$="" THEN 3270
3280 IF I=NN THEN GOTO 3300
3290 FOR T=5 TO 21:LOCATE T,3:PRINT "
":NEXT T
3300 NEXT I
3310 IF INKEY$="" THEN 3310
3320 CLS:GOTO 3640
3330 DIM X(NN),Y(NN),NI(NN),NF(NN),A(NN)
3340 FOR I=1 TO NN
3350 M=M+1
3360 LOCATE M+4,17:PRINT I:LOCATE M+4,35:INPUT X(I):LOCATE M+4,56:INPUT Y(I)
3370 IF M=16 THEN PG=PG+M :GOTO 3390
3380 GOTO 3620
3390 LOCATE 22,50:COLOR 31:INPUT "CORRECTOS LOS DATOS (S/N)=";F$:COLOR 7,0
3400 LOCATE 22,50:FOR J=50 TO 79:PRINT CHR$(205);:NEXT J
3410 IF F$="S" OR F$="s" THEN GOTO 3560
3420 LOCATE 22,50:COLOR 0,7:PRINT" NUMERO NUDO ERRADO   =";:COLOR 7,0:INPUT NE
3430 LOCATE 22,50:FOR J=50 TO 79:PRINT CHR$(205);:NEXT J
3440 IF NE >NN THEN GOTO 3460
3450 IF NE<PG+1 THEN GOTO 3500
3460 LOCATE 22,50:PRINT " NUMERO FUERA DE RANGO   "
3470 LOCATE 22,50:FOR J=50 TO 79:PRINT CHR$(205);:NEXT J
3480 IF INKEY$="" THEN 3480
3490 GOTO 3420
3500 IF NE>PG-16 THEN GOTO 3520
3510 GOTO 3460
3520 IF NE<=16 THEN M=NE :GOTO 3540
3530 M=PG-NE :M=16-M
3540 LOCATE M+4,17:PRINT NE:LOCATE M+4,35:INPUT X(NE):LOCATE M+4,56:INPUT Y(NE)
3550 GOTO 3390
3560 CLS
3570 IF I=NN THEN GOTO 3640
3580 GOSUB 9400:LOCATE 2,25:COLOR 0,7:PRINT " COORDENADAS DE LOS NUDOS ":COLOR
7,0
3590 LOCATE 3,3:PRINT " "
3600 LOCATE 4,11:PRINT "NUMERO DE NUDO":LOCATE 4,32:PRINT "COORDENADA (X)":LOCAT
E 4,53:PRINT "COORDENADA (Y)"
3610 M=0
3620 NEXT I
3630 PG=PG+16:I=I-1:GOTO 3390
3640 CN$="COORDENADAS DE LOS NUDOS":C1$="#.NUDO COORDEN.(X) COORDEN.(Y)"
3650 PRINT #1,N0$
3660 PRINT #1,CN$ :PRINT #1,C1$
3670 FOR I=1 TO NN
3680 PRINT #1,I;TAB(8);X(I);TAB(22);Y(I)
3690 NEXT I
3700 M=0:PG=0
3710 GOSUB 9400:LOCATE 2,20:COLOR 0,7:PRINT " ORIENTACION Y AREAS DE LOS MIEMBRO
S ":COLOR 7,0
3720 LOCATE 3,3:PRINT TAB(5);" "
3730 LOCATE 4,8:PRINT"NUMERO MIEMBRO":LOCATE 4,30:PRINT"NUDO INICIAL":LOCATE 4,5
0:PRINT"NUDO FINAL":LOCATE 4,67:PRINT"AREA"

```



```

3740 IF GN$ ="S" OR GN$="s" THEN 3760
3750 GOTO 3890
3760 DIM A(NM)
3770 FOR J=1 TO NM
3780 M=M+1:A(J)=1
3790 LOCATE M+4,14:PRINT J:LOCATE M+4,34:PRINT NI(J):LOCATE M+4,54:PRINT NF(J):L
OCATE M+4,67:PRINT A(J)
3800 IF M=16 THEN M=0:GOTO 3820
3810 GOTO 3860
3820 LOCATE 22,65:COLOR 31:PRINT "% ENTER %":COLOR 7,0
3830 IF INKEY$="" THEN 3830
3840 IF J=NM THEN GOTO 3860
3850 FOR T=5 TO 21:LOCATE T,3:PRINT "
":NEXT T
3860 NEXT J
3870 IF INKEY$="" THEN 3870
3880 CLS:GOTO 4320
3890 FOR J=1 TO NM
3900 M=M+1
3910 LOCATE M+4,14:PRINT J:LOCATE M+4,34:INPUT NI(J):LOCATE M+4,54:INPUT NF(J)
3920 IF M=16 THEN PG=PG+M :GOTO 4050
3930 IF J=1 THEN GOTO 3960
3940 IF P$="S" OR P$="s" THEN GOTO 4010
3950 GOTO 4030
3960 LOCATE M+4,67:INPUT A(J):A=A(J)
3970 LOCATE 22,44:COLOR 0,7:INPUT " DEMAS AREAS SON IGUALES (S/N)=";P$:COLOR 7,0
3980 LOCATE 22,44:FOR I=44 TO 79 :PRINT CHR$(205);:NEXT I
3990 LOCATE 23,40:PRINT "
4000 GOTO 4300
4010 LOCATE M+4,68:PRINT A :A(J)=A
4020 GOTO 4300
4030 LOCATE M+4,67:INPUT A(J)
4040 GOTO 4300
4050 IF P$="S" OR P$="s" THEN LOCATE M+4,68:PRINT A:A(J)=A:GOTO 4070
4060 GOTO 4070
4070 LOCATE 22,50:COLOR 31:INPUT " CORRECTOS LOS DATOS (S/N)=";F$:COLOR 7,0
4080 LOCATE 22,50:FOR I=50 TO 79 :PRINT CHR$(205);:NEXT I
4090 IF F$="S" OR F$="s" THEN GOTO 4240
4100 LOCATE 22,50:COLOR 0,7:PRINT " NUMERO MIEMBRO ERRADO =";:COLOR 7,0:INPUT NE
4110 LOCATE 22,50:FOR I=50 TO 79 :PRINT CHR$(205);:NEXT I
4120 IF NE >NM THEN GOTO 4140
4130 IF NE<PG+1 THEN GOTO 4180
4140 LOCATE 22,50:PRINT " NUMERO FUERA DE RANGO
4150 LOCATE 22,50:FOR I=50 TO 79 :PRINT CHR$(205);:NEXT I
4160 IF INKEY$="" THEN 4160
4170 GOTO 4100
4180 IF NE>PG-16 THEN GOTO 4200
4190 GOTO 4140
4200 IF NE<=16 THEN M=NE :GOTO 4220
4210 M=PG-NE :M=16-M
4220 LOCATE M+4,14:PRINT NE:LOCATE M+4,34:INPUT NI(NE):LOCATE M+4,54:INPUT NF(NE
):LOCATE M+4,67:INPUT A(NE)
4230 GOTO 4070
4240 CLS
4250 IF J=NM THEN GOTO 4320
4260 GOSUB 9400:LOCATE 2,20:COLOR 0,7:PRINT " ORIENTACION Y AREAS DE LOS MIEMBR
OS ":COLOR 7,0
4270 LOCATE 3,3:PRINT "
4280 LOCATE 4,8:PRINT"NUMERO MIEMBRO":LOCATE 4,30:PRINT"NUDO INICIAL":LOCATE 4,5
0:PRINT"NUDO FINAL":LOCATE 4,67:PRINT"AREA"
4290 M=0
4300 NEXT J
4310 PG=PG+16:J=J-1:GOTO 4050
4320 OA$="ORIENTACION Y AREAS DE LOS MIEMBROS":O1$="#.MIEMBRO NUDO INIC. NUDO FI
N. AREA"
4330 PRINT #1,N0$
4340 PRINT #1,OA$:PRINT #1,O1$
4350 FOR J=1 TO NM
4360 PRINT #1,J;TAB(10);NI(J);TAB(21);NF(J);TAB(33);A(J)
4370 NEXT J
4380 DIM DX$(NM),DY$(NM),DX(2*NM)

```

```

4390 M=0:PG=0:A=0:NE=0
4400 GOSUB 9400:LOCATE 2,20:COLOR 0,7:PRINT "      RESTRICCIONES EN LOS APOYOS
      ":COLOR 7,0
4410 LOCATE 3,3:PRINT " "
4420 LOCATE 4,8:PRINT"#.NUDO APOYADO":LOCATE 4,30:PRINT"DESPLAZ.(X) (S/N)":LOCAT
E 4,57:PRINT"DESPLAZ.(Y) (S/N)"
4430 FOR I=1 TO NA
4440 M=M+1
4450 LOCATE M+4,12:INPUT AP(I):LOCATE M+4,35:INPUT DX$:LOCATE M+4,62:INPUT DY$
4460 IF DX$="S" OR DX$="s" THEN DX[2*AP(I)-1]=0:GOTO 4480
4470 DX[2*AP(I)-1]=1
4480 IF DY$="S" OR DY$="s" THEN DX[2*AP(I)]=0:GOTO 4510
4490 DX[2*AP(I)]=1
4500 IF M>16 THEN PRINT "DEMASIADOS APOYOS":END
4510 IF I=NA THEN GOTO 4530
4520 GOTO 4580
4530 LOCATE 22,50:COLOR 31:INPUT " CORRECTOS LOS DATOS (S/N)=";F$:COLOR 7,0
4540 LOCATE 22,50:FOR I=50 TO 79 :PRINT CHR$(205);:NEXT I
4550 IF F$="S" OR F$="s" THEN GOTO 4580
4560 CLS
4570 GOTO 4390
4580 NEXT I
4590 RA$="RESTRICCIONES DE APOYO":R1$="#.APOYO  RESTRIC(X) RESTRIC(Y)"
4600 PRINT #1,N0$
4610 PRINT #1,RA$:PRINT #1,R1$
4620 FOR I=1 TO NA
4630 PRINT #1,AP(I);TAB(10);DX[2*AP(I)-1];TAB(21);DX[2*AP(I)]
4640 NEXT I
4650 U=0:M=0:PG=0:CLS
4660 GOSUB 9400:LOCATE 5,27:COLOR 0,7:PRINT "  DATOS SOBRE CARGAS  ":COLOR 7,0
:PRINT
4670 ED$="ESTADOS DE CARGA=":DC$="DATOS SOBRE CARGAS":C2$="EST.CARGA  #.N.CARGAD
OS"
4680 LOCATE 7,27:PRINT "# EST.DE CARGA (MAX=5) =":INPUT EC
4690 IF EC>5 THEN 4700
4700 IF EC=0 THEN 4680
4710 PRINT #1,N0$:PRINT #1,ED$,"EC:PRINT #1,C2$
4720 FOR J=1 TO EC
4730 U=U+1
4740 LOCATE U,27:PRINT "ESTADO DE CARGA ";J
4750 U=U+1
4760 LOCATE U,27:INPUT "NUMERO DE NUDOS CARGADOS ";NNC(J)
4770 PRINT #1,J;TAB(15);NNC(J)
4780 NEXT J
4790 DIM NA(NNC(1)),FA(2*NN),NB(NNC(2)),FB(2*NN),NC(NNC(3)),FC(2*NN),ND(NNC(4)),
FD(2*NN),NE(NNC(5)),FE(2*NN)
4800 CLS
4810 PRINT #1,N0$
4820 PRINT #1,DC$
4830 FOR J=1 TO EC
4840 EC$="ESTADO DE CARGA ="
4850 NC$="# NUDOS CARGADOS =":C3$="#.NUDO  FUREZA(X)  FUERZA(Y)"
4860 GOSUB 9400:LOCATE 2,18:COLOR 0,7:PRINT "  CARGAS APLICADAS EN LOS NUDOS (
EC-"J") ":COLOR 7,0
4870 PRINT
4880 LOCATE 4,12:PRINT "# NUDO CARGADO":LOCATE 4,35:PRINT "FUERZA (X)":LOCATE 4,
55:PRINT "FUERZA (Y)"
4890 FOR I=1 TO NNC(J)
4900 M=M+1
4910 IF J=1 THEN GOTO 4960
4920 IF J=2 THEN GOTO 4980
4930 IF J=3 THEN GOTO 5000
4940 IF J=4 THEN GOTO 5020
4950 IF J=5 THEN GOTO 5040
4960 LOCATE M+4,18:INPUT NA(I):LOCATE M+4,38:INPUT FA[2*NA(I)-1]:LOCATE M+4,58:I
NPUT FA[2*NA(I)]
4970 GOTO 5060
4980 LOCATE M+4,18:INPUT NB(I):LOCATE M+4,38:INPUT FB[2*NB(I)-1]:LOCATE M+4,58:I
NPUT FB[2*NB(I)]
4990 GOTO 5060
5000 LOCATE M+4,18:INPUT NC(I):LOCATE M+4,38:INPUT FC[2*NC(I)-1]:LOCATE M+4,58:I

```

```

NPUT FC[2*NC(I)]
5010 GOTO 5060
5020 LOCATE M+4,18:INPUT ND(I):LOCATE M+4,38:INPUT FD[2*ND(I)-1]:LOCATE M+4,58:I
NPUT FD[2*ND(I)]
5030 GOTO 5060
5040 LOCATE M+4,18:INPUT NE(I):LOCATE M+4,38:INPUT FE[2*NE(I)-1]:LOCATE M+4,58:I
NPUT FE[2*NE(I)]
5050 GOTO 5060
5060 LOCATE 22,65:COLOR 31:PRINT "% ENTER %":COLOR 7,0
5070 IF M=16 THEN M=0:GOTO 5090
5080 GOTO 5140
5090 IF I=NNC(J) THEN GOTO 5140
5100 M=0:CLS
5110 GOSUB 9400:LOCATE 2,18:COLOR 7:PRINT "  CARGAS APLICADAS EN LOS NUDOS  (
EC-";J;")":COLOR 7,0
5120 PRINT
5130 LOCATE 4,12:PRINT "# NUDO CARGADO":LOCATE 4,35:PRINT "FUERZA (X)":LOCATE 4,
55:PRINT "FUERZA (Y)"
5140 NEXT I
5150 PRINT #1,EC$,"J
5160 PRINT #1,NC$,"NNC(J):PRINT #1,C3$
5170 FOR I=1 TO NNC(J)
5180 IF J=1 THEN GOTO 5230
5190 IF J=2 THEN GOTO 5250
5200 IF J=3 THEN GOTO 5270
5210 IF J=4 THEN GOTO 5290
5220 IF J=5 THEN GOTO 5310
5230 PRINT #1,NA(I);TAB(12);FA[2*NA(I)-1];TAB(27);FA[2*NA(I)]
5240 GOTO 5320
5250 PRINT #1,NB(I);TAB(12);FB[2*NB(I)-1];TAB(27);FB[2*NB(I)]
5260 GOTO 5320
5270 PRINT #1,NC(I);TAB(12);FC[2*NC(I)-1];TAB(27);FC[2*NC(I)]
5280 GOTO 5320
5290 PRINT #1,ND(I);TAB(12);FD[2*ND(I)-1];TAB(27);FD[2*ND(I)]
5300 GOTO 5320
5310 PRINT #1,NE(I);TAB(12);FE[2*NE(I)-1];TAB(27);FE[2*NE(I)]
5320 NEXT I
5330 M=0:CLS
5340 NEXT J
5350 CLOSE #1
5360 REM "*****RUTINA PARA VISUALIZAR DATOS Y CORREGIR*****"
5370 REM "*****"
5380 CLS:GOSUB 9500
5390 LOCATE 11,21:COLOR 0,7:PRINT "  M E N U      D E      O P C I O N E S  ":COLO
R 7,0
5400 LOCATE 14,25:PRINT "1.----VISUALIZAR Y CORREGIR DATOS"
5410 LOCATE 15,25:PRINT "2.----CALCULAR LA ESTRUCTURA"
5420 LOCATE 16,25:PRINT "3.----DISEÑAR LAS ESTRUCTURA"
5430 LOCATE 17,25:PRINT "4.----SALIR DEL PROGRAMA"
5440 LOCATE 23,30:COLOR 0,7:PRINT "  DIGITE LA OPCION =":COLOR 7,0:INPUT OP
5450 LOCATE 23,30:FOR I=30 TO 59 :PRINT CHR$(205);:NEXT I
5460 IF OP>4 OR OP<1 THEN CLS:GOTO 5380
5470 CLS:ON OP GOTO 5480,8190,9570,8210
5480 IF D1$="A" OR D1$="a" THEN N4$="A:RESP" :GOTO 5510
5490 IF D1$="B" OR D1$="b" THEN N4$="B:RESP" :GOTO 5510
5500 IF D1$="C" OR D1$="c" THEN N4$="C:RESP" :GOTO 5510
5510 GOSUB 9400:LOCATE 8,23:COLOR 0,7:PRINT "          DATOS GENERALES
":COLOR 7,0
5520 LOCATE 10,23:PRINT "1.----# DE NUDOS          =";NN:LOCATE 11,23:PRINT "
2.----# DE MIEMBROS          =";NM
5530 LOCATE 12,23:PRINT "3.----# RESTRICC.APOYO          =";NRA
5540 LOCATE 13,23:PRINT "4.----# APOYOS          =";NA:LOCATE 14,23:PRINT "
5.----MODUL.ELASTICIDAD          =";NE "Kg/cm²"
5550 LOCATE 22,50:COLOR 31:INPUT "CORRECTOS LOS DATOS (S/N)=";D$:COLOR 7,0
5560 LOCATE 22,50:FOR I=50 TO 79 :PRINT CHR$(205);:NEXT I
5570 IF D$="S" OR D$="s" THEN GOTO 5720
5580 LOCATE 22,50:COLOR 0,7:PRINT "  NUMERO ERRADO =":COLOR 7,0:INPUT D
5590 LOCATE 22,50:FOR I=50 TO 79 :PRINT CHR$(205);:NEXT I
5600 IF D<1 OR D>5 THEN GOTO 5520
5610 ON D GOTO 5620,5640,5660,5680,5700
5620 LOCATE 10,23:PRINT "1.----# DE NUDOS          =":INPUT NN

```

```

5630 GOTO 5550
5640 LOCATE 11,23:PRINT "2.----# DE MIEMBROS      =":INPUT NM
5650 GOTO 5550
5660 LOCATE 12,23:PRINT "3.----# RESTRICC.APOYO    =":INPUT NRA
5670 GOTO 5550
5680 LOCATE 13,23:PRINT "4.----# APOYOS            =":INPUT NA
5690 GOTO 5550
5700 LOCATE 14,23:PRINT "5.----MODUL.ELASTICIDAD    =":INPUT ME
5710 GOTO 5550
5720 NGL=2*NN-NRA
5730 DG$="DATOS GENERALES":NN$="# DE NUDOS          =":NM$="# DE MIEMBROS
    =":NR$="# REST. APOYO      =":NA$="# DE APOYOS      =":ME$="#MOD.DE ELAST
ICIDAD  =":GL$="# DE GRADOS LIBERTAD =":NO$=" "
5740 OPEN "D",#2,N4$
5750 PRINT #2,NO$,"N1$
5760 PRINT #2,NO$
5770 PRINT #2,DG$
5780 PRINT #2,NO$
5790 PRINT #2,NN$,"NN
5800 PRINT #2,NM$,"NM
5810 PRINT #2,NR$,"NRA
5820 PRINT #2,NA$,"NA
5830 PRINT #2,ME$,"ME
5840 PRINT #2,GL$,"NGL
5850 CLS
5860 GOSUB 9400:M=0
5870 LOCATE 2,25:COLOR 0,7:PRINT " COORDENADAS DE LOS NUDOS ":COLOR 7,0
5880 PRINT
5890 LOCATE 4,11:PRINT "NUMERO DE NUDO":LOCATE 4,32:PRINT "COORDENADA (X)":LOCAT
E 4,53:PRINT "COORDENADA (Y)"
5900 FOR I=1 TO NN
5910 M=M+1
5920 LOCATE M+4,17:PRINT I:LOCATE M+4,35:PRINT X(I):LOCATE M+4,56:PRINT Y(I)
5930 IF M=16 THEN PG=PG+M :GOTO 5950
5940 GOTO 6180
5950 LOCATE 22,50:COLOR 31:INPUT "CORRECTOS LOS DATOS (S/N)=";F$:COLOR 7,0
5960 LOCATE 22,50:FOR J=50 TO 79 :PRINT CHR$(205);:NEXT J
5970 IF F$="S" OR F$="s" THEN GOTO 6120
5980 LOCATE 22,50:COLOR 0,7:PRINT" NUMERO NUDO ERRADO  =":COLOR 7,0:INPUT NE
5990 LOCATE 22,50:FOR J=50 TO 79 :PRINT CHR$(205);:NEXT J
6000 IF NE >NN THEN GOTO 6020
6010 IF NE<PG+1 THEN GOTO 6060
6020 LOCATE 22,50:PRINT " NUMERO FUERA DE RANGO "
6030 LOCATE 22,50:FOR J=50 TO 79 :PRINT CHR$(205);:NEXT J
6040 IF INKEY$="" THEN 6040
6050 GOTO 5980
6060 IF NE>PG-16 THEN GOTO 6080
6070 GOTO 6020
6080 IF NE<=16 THEN M=NE :GOTO 6100
6090 M=PG-NE :M=16-M
6100 LOCATE M+4,17:PRINT NE:LOCATE M+4,35:INPUT X(NE):LOCATE M+4,56:INPUT Y(NE)
6110 GOTO 5950
6120 CLS
6130 IF I=NN THEN GOTO 6200
6140 GOSUB 9400:LOCATE 2,25:COLOR 0,7:PRINT " COORDENADAS DE LOS NUDOS ":COLOR
7,0
6150 PRINT
6160 LOCATE 4,11:PRINT "NUMERO DE NUDO":LOCATE 4,32:PRINT "COORDENADA (X)":LOCAT
E 4,53:PRINT "COORDENADA (Y)"
6170 M=0
6180 NEXT I
6190 PG=PG+16:I=I-1:GOTO 5950
6200 PRINT #2,NO$
6210 PRINT #2,CN$:PRINT #2,C1$
6220 FOR I=1 TO NN
6230 PRINT #2,I;TAB(8);X(I);TAB(22);Y(I)
6240 NEXT I
6250 M=0:PG=0
6260 GOSUB 9400:LOCATE 2,20:COLOR 0,7:PRINT " ORIENTACION Y AREAS DE LOS MIEMB
OS ":COLOR 7,0
6270 PRINT

```

```

6280 LOCATE 4,8:PRINT"NUMERO MIEMBRO":LOCATE 4,30:PRINT"NUDO INICIAL":LOCATE 4,5
0:PRINT"NUDO FINAL":LOCATE 4,67:PRINT"AREA"
6290 LOCATE 22,40:COLOR 0,7:INPUT " DESEA INGRESAR SOLO AREAS (S/N)= ";IA$:COLO
R 7,0
6300 LOCATE 22,40:FOR I=40 TO 79 :PRINT CHR$(205);:NEXT I
6310 IF IA$="S" OR IA$="s" THEN M=0:GOTO 6330
6320 GOTO 6480
6330 FOR J=1 TO NM
6340 M=M+1
6350 LOCATE M+4,14:PRINT J:LOCATE M+4,34:PRINT NI(J):LOCATE M+4,54:PRINT NF(J):L
OCATE M+4,67:INPUT A(J)
6360 LOCATE 22,65:COLOR 31:PRINT "% ENTER %":COLOR 7,0
6370 REM
6380 REM
6390 REM
6400 IF M=16 THEN M=0:GOTO 6420
6410 GOTO 6430
6420 FOR T=5 TO 21:LOCATE T,3:PRINT "
":NEXT T
6430 NEXT J
6440 CLS:GOTO 6450
6450 GOSUB 9400:LOCATE 2,20:COLOR 0,7:PRINT " ORIENTACION Y AREAS DE LOS MIEMBR
OS ":COLOR 7,0
6460 PRINT
6470 LOCATE 4,8:PRINT"NUMERO MIEMBRO":LOCATE 4,30:PRINT"NUDO INICIAL":LOCATE 4,5
0:PRINT"NUDO FINAL":LOCATE 4,67:PRINT"AREA":M=0
6480 FOR J=1 TO NM
6490 M=M+1
6500 LOCATE M+4,14:PRINT J:LOCATE M+4,34:PRINT NI(J):LOCATE M+4,54:PRINT NF(J):L
OCATE M+4,67:PRINT A(J)
6510 IF M=16 THEN PG=PG+M :GOTO 6530
6520 GOTO 6760
6530 LOCATE 22,50:COLOR 31:INPUT " CORRECTOS LOS DATOS (S/N)=";F$:COLOR 7,0
6540 LOCATE 22,50:FOR I=50 TO 79 :PRINT CHR$(205);:NEXT I
6550 IF F$="S" OR F$="s" THEN GOTO 6700
6560 LOCATE 22,50:COLOR 0,7:PRINT" #. DE MIEMBRO ERRADO =";:COLOR 7,0:INPUT NE
6570 LOCATE 22,50:FOR I=50 TO 79 :PRINT CHR$(205);:NEXT I
6580 IF NE >NM THEN GOTO 6600
6590 IF NE<PG+1 THEN GOTO 6640
6600 LOCATE 22,50:PRINT " NUMERO FUERA DE RANGO "
6610 LOCATE 22,50:FOR I=50 TO 79 :PRINT CHR$(205);:NEXT I
6620 IF INKEY$="" THEN 6620
6630 GOTO 6560
6640 IF NE>PG-16 THEN GOTO 6660
6650 GOTO 6600
6660 IF NE<=16 THEN M=NE :GOTO 6680
6670 M=PG-NE :M=16-M
6680 LOCATE M+4,14:PRINT NE:LOCATE M+4,34:INPUT NI(NE):LOCATE M+4,54:INPUT NF(NE
):LOCATE M+4,67:INPUT A(NE)
6690 GOTO 6530
6700 CLS
6710 IF J=NM THEN GOTO 6780
6720 GOSUB 9400:LOCATE 2,20:COLOR 0,7:PRINT " ORIENTACION Y AREAS DE LOS MIEMBR
OS ":COLOR 7,0
6730 PRINT
6740 LOCATE 4,8:PRINT"NUMERO MIEMBRO":LOCATE 4,30:PRINT"NUDO INICIAL":LOCATE 4,5
0:PRINT"NUDO FINAL":LOCATE 4,67:PRINT"AREA"
6750 M=0
6760 NEXT J
6770 PG=PG+16:J=J-1:GOTO 6530
6780 PRINT #2,NO$
6790 PRINT #2,OA$:PRINT #2,O1$
6800 FOR J=1 TO NM
6810 PRINT #2,J;TAB(10);NI(J);TAB(21);NF(J);TAB(33);A(J)
6820 NEXT J
6830 F$="S"
6840 M=0:PG=0:A=0:NE=0
6850 GOSUB 9400:LOCATE 2,20:COLOR 0,7:PRINT " RESTRICCIONES EN LOS APOYOS
":COLOR 7,0
6860 PRINT
6870 LOCATE 4,8:PRINT"#.NUDO APOYADO":LOCATE 4,30:PRINT"DESPLAZ.(X) (S/N)":LOCAT

```

```

E 4,57:PRINT"DESPLAZ.(Y) (S/N)"
6880 IF F$="S" OR F$="s" THEN 6900
6890 GOTO 7020
6900 FOR I=1 TO NA
6910 M=M+1
6920 IF DX[2*AP(I)-1]=1 THEN DX$="N" :GOTO 6940
6930 DX$="S"
6940 IF DX[2*AP(I)]=1 THEN DY$="N" :GOTO 6960
6950 DY$="S"
6960 LOCATE M+4,12:PRINT AP(I):LOCATE M+4,35:PRINT DX$:LOCATE M+4,62:PRINT DY$
6970 NEXT I
6980 LOCATE 22,50:COLOR 31:INPUT " CORRECTOS LOS DATOS (S/N)=";F$:COLOR 7,0
6990 LOCATE 22,50:FOR I=50 TO 79 :PRINT CHR$(205);:NEXT I
7000 IF F$="S" OR F$="s" THEN GOTO 7180
7010 GOTO 6840
7020 FOR I=1 TO NA
7030 M=M+1
7040 LOCATE M+4,12:INPUT AP(I):LOCATE M+4,35:INPUT DX$:LOCATE M+4,62:INPUT DY$
7050 IF DX$="S" OR DX$="s" THEN DX[2*AP(I)-1]=0:GOTO 7070
7060 DX[2*AP(I)-1]=1
7070 IF DY$="S" OR DY$="s" THEN DX[2*AP(I)]=0:GOTO 7100
7080 DX[2*AP(I)]=1
7090 IF M>16 THEN PRINT "DEMASIADOS APOYOS":END
7100 IF I=NA THEN GOTO 7120
7110 GOTO 7170
7120 LOCATE 22,50:COLOR 31:INPUT " CORRECTOS LOS DATOS (S/N)=";F$:COLOR 7,0
7130 LOCATE 22,50:FOR I=50 TO 79 :PRINT CHR$(205);:NEXT I
7140 IF F$="S" OR F$="s" THEN GOTO 7170
7150 CLS
7160 GOTO 6840
7170 NEXT I
7180 PRINT #2,N0$
7190 PRINT #2,RA$:PRINT #2,R1$
7200 FOR I=1 TO NA
7210 PRINT #2,AP(I);TAB(10);DX[2*AP(I)-1];TAB(21);DX[2*AP(I)]
7220 NEXT I
7230 U=8:M=0:PG=0:CLS
7240 GOSUB 9400:LOCATE 5,25:COLOR 0,7:PRINT "      DATOS SOBRE CARGAS      "
COLOR 7,0:PRINT
7250 LOCATE 7,28:PRINT "#.EST.DE CARGA (MAX=5) =";EC:LOCATE 8,28:PRINT " "
7260 PRINT #2,N0$:PRINT #2,ED$,"EC:PRINT #2,C2$
7270 FOR J=1 TO EC
7280 U=U+1
7290 LOCATE U,28:PRINT "ESTADO DE CARGA ";J
7300 U=U+1
7310 LOCATE U,28:PRINT "NUMERO DE NUDOS CARGADOS ";NNC(J)
7320 PRINT #2,J,NNC(J)
7330 NEXT J:U=0
7340 LOCATE 22,65:COLOR 31:PRINT "% ENTER %":COLOR 7,0:IF INKEY$="" THEN 7340
7350 CLS
7360 PRINT #2,N0$
7370 PRINT #2,DC$
7380 LOCATE 12,17:COLOR 0,7:PRINT " DESEA CORREGIR ALGUN ESTADO DE CARGA (S/N)="
;:INPUT CA$:COLOR 7,0
7390 IF CA$="S" OR CA$="s" THEN GOTO 7410
7400 GOTO 7940
7410 LOCATE 10,17:COLOR 0,7:PRINT "      ESTADOS DE CARGA EXISTENTES      "
;:PRINT EC:COLOR 7,0
7420 LOCATE 12,17:PRINT " "
7430 LOCATE 12,17:COLOR 0,7:PRINT "      #. ESTADO DE CARGA A CORREGIR      "
;:INPUT J:COLOR 7,0:CLS
7440 IF J>EC OR J<1 THEN CLS:GOTO 7380
7450 GOSUB 9400:LOCATE 2,18:COLOR 0,7:PRINT "      CARGAS APLICADAS EN LOS NUDOS (
EC-"J") " :COLOR 7,0
7460 PRINT
7470 LOCATE 4,12:PRINT "# NUDO CARGADO":LOCATE 4,35:PRINT "FUERZA (X)":LOCATE 4,
55:PRINT "FUERZA (Y)"
7480 FOR I=1 TO NNC(J)
7490 M=M+1
7500 IF J=1 THEN GOTO 7550
7510 IF J=2 THEN GOTO 7570

```

```

7520 IF J=3 THEN GOTO 7590
7530 IF J=4 THEN GOTO 7610
7540 IF J=5 THEN GOTO 7630
7550 LOCATE M+4,18:PRINT NA(I):LOCATE M+4,38:PRINT FA[2*NA(I)-1]:LOCATE M+4,58:P
RINT FA[2*NA(I)]
7560 GOTO 7650
7570 LOCATE M+4,18:PRINT NB(I):LOCATE M+4,38:PRINT FB[2*NB(I)-1]:LOCATE M+4,58:P
RINT FB[2*NB(I)]
7580 GOTO 7650
7590 LOCATE M+4,18:PRINT NC(I):LOCATE M+4,38:PRINT FC[2*NC(I)-1]:LOCATE M+4,58:P
RINT FC[2*NC(I)]
7600 GOTO 7650
7610 LOCATE M+4,18:PRINT ND(I):LOCATE M+4,38:PRINT FD[2*ND(I)-1]:LOCATE M+4,58:P
RINT FD[2*ND(I)]
7620 GOTO 7650
7630 LOCATE M+4,18:PRINT NE(I):LOCATE M+4,38:PRINT FE[2*NE(I)-1]:LOCATE M+4,58:P
RINT FE[2*NE(I)]
7640 GOTO 7650
7650 LOCATE 22,50:COLOR 31:INPUT "DATOS CORRECTOS (S/N)=";S$:COLOR 7,0
7660 IF S$="S" OR S$="s" THEN GOTO 7830
7670 LOCATE 22,50:FOR B=50 TO 79 :PRINT CHR$(205);:NEXT B
7680 IF J=1 THEN GOTO 7730
7690 IF J=2 THEN GOTO 7750
7700 IF J=3 THEN GOTO 7770
7710 IF J=4 THEN GOTO 7790
7720 IF J=5 THEN GOTO 7810
7730 LOCATE M+4,18:INPUT NA(I):LOCATE M+4,38:INPUT FA[2*NA(I)-1]:LOCATE M+4,58:I
NPUT FA[2*NA(I)]
7740 GOTO 7650
7750 LOCATE M+4,18:INPUT NB(I):LOCATE M+4,38:INPUT FB[2*NB(I)-1]:LOCATE M+4,58:I
NPUT FB[2*NB(I)]
7760 GOTO 7650
7770 LOCATE M+4,18:INPUT NC(I):LOCATE M+4,38:INPUT FC[2*NC(I)-1]:LOCATE M+4,58:I
NPUT FC[2*NC(I)]
7780 GOTO 7650
7790 LOCATE M+4,18:INPUT ND(I):LOCATE M+4,38:INPUT FD[2*ND(I)-1]:LOCATE M+4,58:I
NPUT FD[2*ND(I)]
7800 GOTO 7650
7810 LOCATE M+4,18:INPUT NE(I):LOCATE M+4,38:INPUT FE[2*NE(I)-1]:LOCATE M+4,58:I
NPUT FE[2*NE(I)]
7820 GOTO 7650
7830 LOCATE 22,50:FOR B=50 TO 79 :PRINT CHR$(205);:NEXT B
7840 IF M=16 THEN M=0:GOTO 7860
7850 GOTO 7910
7860 IF I=NNC(J) THEN GOTO 7910
7870 M=0:CLS
7880 GOSUB 9400:LOCATE 2,18:COLOR 0,7:PRINT "  CARGAS APLICADAS EN LOS NUDOS
(EC-";J;")":COLOR 7,0
7890 PRINT
7900 LOCATE 4,12:PRINT "■ NUDO CARGADO":LOCATE 4,35:PRINT "FUERZA (X)":LOCATE 4,
55:PRINT "FUERZA (Y)"
7910 NEXT I
7920 M=0:CLS
7930 GOTO 7380
7940 FOR J=1 TO EC
7950 PRINT #2,EC$,"J
7960 PRINT #2,NC$,"NNC(J)
7970 PRINT #2,C3$
7980 FOR I=1 TO NNC(J)
7990 IF J=1 THEN GOTO 8040
8000 IF J=2 THEN GOTO 8060
8010 IF J=3 THEN GOTO 8080
8020 IF J=4 THEN GOTO 8100
8030 IF J=5 THEN GOTO 8120
8040 PRINT #2,NA(I);TAB(12);FA[2*NA(I)-1];TAB(27);FA[2*NA(I)]
8050 GOTO 8130
8060 PRINT #2,NB(I);TAB(12);FB[2*NB(I)-1];TAB(27);FB[2*NB(I)]
8070 GOTO 8130
8080 PRINT #2,NC(I);TAB(12);FC[2*NC(I)-1];TAB(27);FC[2*NC(I)]
8090 GOTO 8130
8100 PRINT #2,ND(I);TAB(12);FD[2*ND(I)-1];TAB(27);FD[2*ND(I)]

```

```

8110 GOTO 8130
8120 PRINT #2,NE(I);TAB(12);FE[2*NE(I)-1];TAB(27);FE[2*NE(I)]
8130 NEXT I
8140 NEXT J
8150 CLOSE #1,#2
8160 KILL N1$+".DCG"
8170 NAME N4$ AS N1$+".DCG"
8180 GOTO 5380
8190 COMMON NQ$,D1$,N1$,CC$
8200 CHAIN "CALCULOS.TES",140
8210 END
8220 GOSUB 9400:REM "SUBROUTINA LOGOTIPO Y PRESENTACION"
8230 REM "=====
8240 LOCATE 1,2:COLOR 0,7:PRINT " STRUCTURAL ANALYSYS AND DESING OF THE CO
LD-FORMED STEEL MEMBERS ":COLOR 7,0
8250 LOCATE 3,32:PRINT "(CELOSIAS.TES)"
8260 DIM A$(20)
8270 A$(1)="
8280 A$(2)="
8290 A$(3)="
8300 A$(4)="
8310 A$(5)="
8320 A$(6)="
8330 A$(7)="
8340 A$(8)="
8350 A$(9)="
8360 C6$=" "+CHR$(67)+CHR$(69)+"L"+CHR$(73)+" "+CHR$(71)+".
8370 FOR I=1 TO 11
8380 LOCATE 7+I,5:PRINT A$(I):
8390 NEXT I
8400 LOCATE 4,2:COLOR 31:PRINT "
8410 LOCATE 5,2:PRINT "
8420 CA$=CHR$(67)+CHR$(65)+"RL"+CHR$(79)+CHR$(83)+" "+CHR$(65)+".
8430 LOCATE 19,2:PRINT "
8440 J6$=CHR$(74)+CHR$(65)+"R"+CHR$(65)+CHR$(77)+CHR$(73)+"LL"+CHR$(79)+" "+CHR$(
71)+".
8450 LOCATE 20,2:PRINT "
":COLOR 7,0
8460 LOCATE 22,64:COLOR 31:PRINT "% ENTER %":COLOR 7,0
8470 CC$=CA$+C6$:JJ$=JV$+J6$
8480 IF INKEY$="" THEN 8480
8490 CLS:LOCATE 1,1:PRINT CHR$(201);
8500 FOR I=2 TO 79:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 1,80:PRINT CHR$(187)
8510 LOCATE 1,21:PRINT CHR$(203):LOCATE 1,60:PRINT CHR$(203)
8520 FOR I=2 TO 4:LOCATE I,1:PRINT CHR$(186):LOCATE I,21:PRINT CHR$(186):LOCATE
I,60:PRINT CHR$(186):LOCATE I,80:PRINT CHR$(186):NEXT I
8530 LOCATE 5,1:PRINT CHR$(200);
8540 FOR I=2 TO 79:PRINT CHR$(205);:NEXT I:PRINT CHR$(188)
8550 LOCATE 5,21:PRINT CHR$(202):LOCATE 5,60:PRINT CHR$(202)
8560 LOCATE 1,33:COLOR 0,7:PRINT " U. T. P. L. ":COLOR 7,0
8570 LOCATE 2,2:COLOR 0,7:PRINT " L O J A ":LOCATE 2,61:PRINT " A U
T O R E S ":COLOR 7,0
8580 LOCATE 3,22:COLOR 0,7:PRINT " TESIS DE INGENIERO CIVIL ":COLOR
7,0:LOCATE 3,62:PRINT CC$:B2=1
8590 LOCATE 4,3:PRINT "DICIEMBRE DE 1990":LOCATE 4,62:PRINT JJ$
8600 LOCATE 8,10:PRINT CHR$(201);
8610 FOR I=11 TO 69:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 8,70:PRINT CHR$(187)
8620 FOR I=9 TO 22:LOCATE I,11:PRINT "

```



```

8630 FOR I=9 TO 23:LOCATE I,10:PRINT CHR$(186):LOCATE I,70:PRINT CHR$(186):NEXT
I
8640 LOCATE 10,10:PRINT CHR$(204):FOR I=11 TO 69:LOCATE 10,I:PRINT CHR$(205);:NE
XT I:PRINT CHR$(185)
8650 LOCATE 23,10:PRINT CHR$(200);
8660 FOR I=11 TO 69:PRINT CHR$(205);:NEXT I:PRINT CHR$(188)
8670 NEXT I
8680 LOCATE 9,11:COLOR 0,7:PRINT "      ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE CELOSIAS
PLANAS      ":COLOR 7,0
8690 LOCATE 10,10:PRINT CHR$(204):FOR I=11 TO 69:LOCATE 10,I:PRINT CHR$(205);:NE
XT I:PRINT CHR$(185)
8700 LOCATE 23,10:PRINT CHR$(200);
8710 FOR I=11 TO 69:PRINT CHR$(205);:NEXT I:PRINT CHR$(188)
8720 LOCATE 10,40:PRINT CHR$(201);
8730 FOR I=41 TO 69:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 10,70:PRINT CHR$(187)
8740 FOR I=11 TO 23 :LOCATE I,40:PRINT CHR$(186):LOCATE 11,70:PRINT CHR$(186):NE
XT I
8750 LOCATE 23,40:PRINT CHR$(200);
8760 FOR I=41 TO 69:PRINT CHR$(205);:NEXT I:PRINT CHR$(188)
8770 FOR I=11 TO 22:FOR I1=41 TO 69:LOCATE I,11:PRINT CHR$(176);:NEXT I1:NEXT I
8780 T=53 :T1=54
8790 LOCATE 14,47:PRINT CHR$(201);
8800 FOR I=48 TO 52:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 14,53:PRINT CHR$(187)
8810 FOR I=15 TO 19:LOCATE I,T:PRINT CHR$(186):LOCATE I,T1:PRINT CHR$(186):NEXT
I
8820 LOCATE 19,47:PRINT CHR$(200);
8830 FOR I=48 TO 52:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 19,53:PRINT CHR$(188)
8840 LOCATE 14,54:PRINT CHR$(201);
8850 FOR I=55 TO 59:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 14,60:PRINT CHR$(187)
8860 LOCATE 19,54:PRINT CHR$(200);
8870 FOR I=55 TO 59:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 19,60:PRINT CHR$(188)
8880 T=0:T1=0
8890 LOCATE 10,70:PRINT CHR$(185):LOCATE 10,40:PRINT CHR$(203):LOCATE 23,40:PRIN
T CHR$(202)
8900 LOCATE 11,11:PRINT "      EL PAQUETE CONSTA DE LOS      "
8910 LOCATE 12,11:PRINT "      SIGUIENTES PROGRAMAS      "
8920 LOCATE 14,11:PRINT "      1.---CELOSIAS.TES      "
8930 LOCATE 15,11:PRINT "      2.---CALCULOS.TES      "
8940 LOCATE 16,11:PRINT "      3.---AYUDA1 .TES      "
8950 LOCATE 17,11:PRINT "      4.---AYUDA2 .TES      "
8960 LOCATE 18,11:PRINT "      5.---DISEÑO .TES      "
8970 LOCATE 19,11:PRINT "      6.---B-PERFIL.TES      "
8980 LOCATE 20,11:PRINT "      7.---GRAFICA .TES      "
8990 LOCATE 23,56:COLOR 31:PRINT "% ENTER %":COLOR 7,0
9000 IF INKEY$="" THEN 9000
9010 LOCATE 9,11:PRINT "
.
9020 LOCATE 10,10:PRINT CHR$(204):FOR I=11 TO 69:LOCATE 10,I:PRINT CHR$(205);:NE
XT I:PRINT CHR$(185)
9030 LOCATE 23,10:PRINT CHR$(200);
9040 FOR I=11 TO 69:PRINT CHR$(205);:NEXT I:PRINT CHR$(188)
9050 LOCATE 8,24:PRINT "
9060 LOCATE 8,24:COLOR 0,7:PRINT "      CONSIDERACIONES DEL PROGRAMA      ":COLOR 7,0
9070 DIM A1$(13),A2$(11)
9080 A1$(1)="1.-Calcula y diseña cualquier estructura plana tipo cercha "
9090 A1$(2)="2.-Genera nudos de los modelos más usuales en nuestro medio"
9100 A1$(3)="3.-Grafica la estructura pudiendo así variar su geometría "
9110 A1$(4)="4.-Contiene archivo con todos los perfiles formados en frío"
9120 A1$(5)="      de fabricación nacional. "
9130 A1$(6)="6.-Guarda los datos en disco para luego emplearlos corri-"
9140 A1$(7)="      giendo errores u optimizando la estructura. "
9150 A1$(8)="7.-Diseña los miembros de la estructura con normas (AISI) "
9160 A1$(9)="      ESPECIFICACIONES PARA EL DISEÑO DE MIEMBROS ESTRUCTURA-"
9170 A1$(10)="      LES DE ACERO FORMADO EN FRÍO. "
9180 A1$(11)="8.-Diseña los apoyos de la estructura. "
9190 A1$(12)="
9200 K=1:FOR I=11 TO 22 :LOCATE I,11:PRINT A1$(K):K=K+1:NEXT I
9210 K=0:LOCATE 23,55:COLOR 31:PRINT "% ENTER %":COLOR 7,0
9220 IF INKEY$="" THEN 9220
9230 A2$(1)="9.-Da como resultados desplazamientos de los nudos,fuerzas "
9240 A2$(2)="      axiales en los miembros,longitud de miembro, reacciones "

```

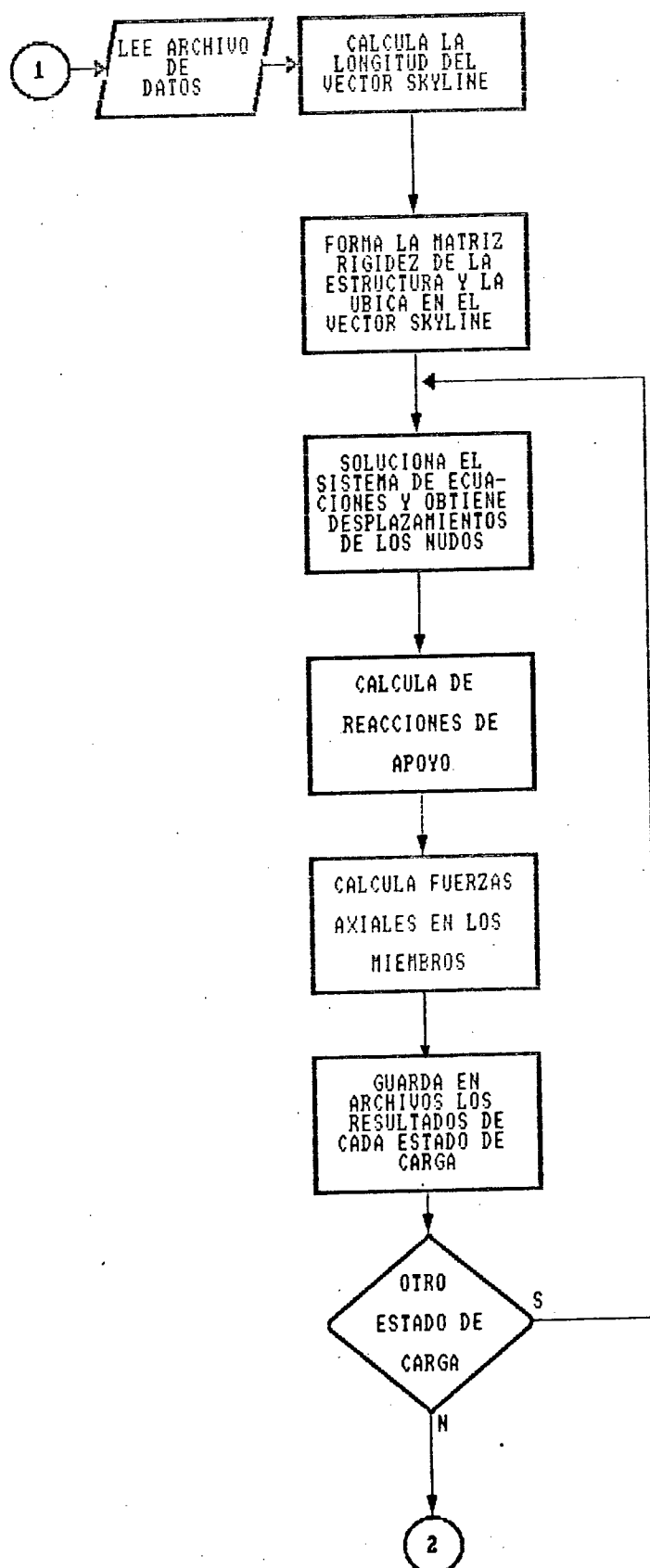
```

9250 A2$(3)=" de apoyo,perfiles seleccionados, cantidad de suelda a "
9260 A2$(4)=" usar en el ensamblaje de la estructura,diametro del pa-"
9270 A2$(5)=" sador de apoyo,dimensiones de la placa de apoyo y placa "
9280 A2$(6)=" base y la longitud de los pernos de anclaje. "
9290 A2$(7)="10-Calcula hasta MAXIMO 5 estados de carga . "
9300 A2$(8)="11-El programa escoge de todos los estados de carga los es-"
9310 A2$(9)=" fuerzos más criticos para el diseño ,tanto a tensión "
9320 A2$(10)=" como a compresión de cada miembro de la estructura. "
9330 A2$(11)=" "
9340 K=1:FOR I=11 TO 21 :LOCATE I,11:PRINT A2$(K):K=K+1:NEXT I:K=0
9350 LOCATE 23,55:COLOR 31:PRINT "¥ ENTER ¥":COLOR 7,0
9360 IF INKEY$="" THEN 9360
9370 LOCATE 8,24:FOR I=1 TO 34:PRINT CHR$(205);:NEXT I
9380 FOR I=11 TO 22 :LOCATE I,11:PRINT "
      ":NEXT I
9390 RETURN
9400 REM "*****SUBRRUTINA MARGINADO DE PANTALLA*****"
9410 REM "=====
9420 LOCATE 1,1:PRINT CHR$(201);
9430 FOR B=2 TO 79:PRINT CHR$(205);:NEXT B:LOCATE 1,80:PRINT CHR$(187)
9440 FOR B=2 TO 22:LOCATE B,1:PRINT CHR$(186):LOCATE B,80:PRINT CHR$(186):NEXT B
9450 LOCATE 22,1:PRINT CHR$(200);
9460 FOR B=2 TO 79:PRINT CHR$(205);:NEXT B:PRINT CHR$(188)
9470 B=0:RETURN
9480 REM "*****MARGINADO DEL MENU DE OPCIONES*****"
9490 REM "=====
9500 LOCATE 10,20:PRINT CHR$(201);
9510 FOR I=21 TO 59:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 10,60:PRINT CHR$(187)
9520 FOR I=11 TO 22:LOCATE I,20:PRINT CHR$(186):LOCATE I,60:PRINT CHR$(186):NEXT
I
9530 LOCATE 23,20:PRINT CHR$(200);
9540 FOR I=21 TO 59:PRINT CHR$(205);:NEXT I:PRINT CHR$(188)
9550 LOCATE 12,20:PRINT CHR$(204);:FOR I=21 TO 59 :PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCAT
E 12,60:PRINT CHR$(185)
9560 RETURN
9570 COMMON NO$,D1$,N1$,CC$
9580 CHAIN "AYUDAL.TES",150

```

### 3.3.9 ESTRUCTURA DEL PROGRAMA: CALCULOS .TES

Calcula la estructura.



```

10 REM Por: Carlos A. Celi G.
20 REM      Jack Jaramillo G.
30 REM
40 CLS:KEY OFF:CLEAR:GOSUB 3590
50 CC$=CHR$(69)+CHR$(76)+CHR$(73)+ " "
60 LOCATE 13,20:PRINT "ESPECIFIQUE DRIVE PARA RECUPERAR DATOS (A/B/C)=";:INPUT D
1$
70 LOCATE 15,20:PRINT "NOMBRE DE LA ESTRUCTURA=";:INPUT NO$:CLS
80 IF D1$="A" OR D1$="a" THEN N1$="A:"+NO$:GOTO 170
90 IF D1$="B" OR D1$="b" THEN N1$="B:"+NO$:GOTO 170
100 IF D1$="C" OR D1$="c" THEN N1$="C:"+NO$:GOTO 170
110 LOCATE 13,20:PRINT "
120 LOCATE 15,20:PRINT "
130 GOTO 40
140 GOSUB 3590:REM "*****LECTURA DE DATOS DE LA ESTRUCTURA*****"
150 REM      "=====
160 LOCATE 9,2:COLOR 0,7:PRINT "          C A L C U L A N D O          L A          E
S T R U C T U R A          ":COLOR 7,0
170 LOCATE 10,1:PRINT CHR$(204);
180 FOR I=2 TO 79 :PRINT CHR$(205);:NEXT I:PRINT CHR$(185)
190 LOCATE 11,16:PRINT "1.--LEYENDO ARCHIVO DE DATOS DE LA ESTRUCTURA"
200 N1$=LEFT$(N1$,10)
210 OPEN "I",#1,N1$+".DCG"
220 INPUT #1,NO$,N1$
230 INPUT #1,NO$
240 INPUT #1,DG$
250 INPUT #1,NO$
260 INPUT #1,NN$,NN
270 INPUT #1,NM$,NM
280 INPUT #1,NR$,NRA
290 INPUT #1,NA$,NA
300 INPUT #1,ME$,ME
310 INPUT #1,GL$,NGL
320 DIM X(NN),Y(NN),NI(NM),NF(NM),A(NM)
330 INPUT #1,NO$
340 INPUT #1,CN$:INPUT #1,C1$
350 FOR I=1 TO NN
360 INPUT #1,I,X(I),Y(I)
370 NEXT I
380 INPUT #1,NO$
390 INPUT #1,OA$:INPUT #1,O1$
400 FOR J=1 TO NM
410 INPUT #1,J,NI(J),NF(J),A(J)
420 NEXT J
430 DIM DX$(NN),DY$(NN),DX(2*NN)
440 INPUT #1,NO$
450 INPUT #1,RA$:INPUT #1,R1$
460 FOR I=1 TO NA
470 NEXT I
480 INPUT #1,NO$:INPUT #1,ED$,EC:INPUT #1,C2$
490 FOR J=1 TO EC
500 INPUT #1,J,NNC(J)
510 NEXT J
520 DIM NA(NNC(1)),FA(2*NN),NB(NNC(2)),FB(2*NN),NC(NNC(3)),FC(2*NN),ND(NNC(4)),F
D(2*NN),NE(NNC(5)),FE(2*NN)
530 INPUT #1,NO$
540 INPUT #1,DC$
550 FOR J=1 TO EC
560 INPUT #1,EC$,J
570 INPUT #1,NC$,NNC(J):INPUT #1,C3$
580 FOR I=1 TO NNC(J)
590 IF J=1 THEN GOTO 640
600 IF J=2 THEN GOTO 660
610 IF J=3 THEN GOTO 680
620 IF J=4 THEN GOTO 700
630 IF J=5 THEN GOTO 720
640 INPUT #1,NA(I),FA(2*NA(I)-1),FA(2*NA(I))
650 GOTO 730
660 INPUT #1,NB(I),FB(2*NB(I)-1),FB(2*NB(I))
670 GOTO 730
680 INPUT #1,NC(I),FC(2*NC(I)-1),FC(2*NC(I))

```

```

690 GOTO 730
700 INPUT #1,ND(I),FD[2*ND(I)-1],FD[2*ND(I)]
710 GOTO 730
720 INPUT #1,NE(I),FE[2*NE(I)-1],FE[2*NE(I)]
730 NEXT I
740 NEXT J
750 CLOSE #1
760 LOCATE 12,16:PRINT "2.--CACULANDO LA LONGITUD DEL VECTOR SKYLINE ="
770 REM *****CALCULA NUMERO DE GRADOS DE LIBERTAD Y ORDENA ECUACIONES*****
780 DIM D(NN*2),IT(4),LM(NM),KM(4,4),P(NM),DX1(2*NN),RE(2*NN)
790 GLIB=0
800 FOR I=1 TO 2*NN
810 DX1(I)=DX(I)
820 IF DX1(I)=0 THEN GOTO 840
830 DX1(I)=0:GOTO 850
840 GLIB=GLIB+1:DX1(I)=GLIB
850 NEXT I
860 REM GLIB=grados de libertad
870 REM *****CALCULA # DE ELEMENTOS POR COLUMNA Y DETERMINA PUNTEROS*****
880 FOR I=1 TO NGL
890 D(I)=1
900 NEXT I
910 FOR I=1 TO NM
920 IT(1)=DX1(2*NI(I)-1):IT(3)=DX1(2*NF(I)-1)
930 IT(2)=DX1(2*NI(I)):IT(4)=DX1(2*NF(I))
940 FOR J=2 TO 4
950 IF IT(J)=0 GOTO 1010
960 JM1=J-1
970 FOR K=1 TO JM1
980 IF IT(K)=0 GOTO 1000
990 IF IT(J)-IT(K)+1<= D(IT(J)) GOTO 1000
1000 NEXT K
1010 NEXT J
1020 NEXT I
1030 REM CALCULA LONGITUD DEL VECTOR SKYLINE
1040 REM *****
1050 FOR I=2 TO NGL
1060 D(I)=D(I)+D(I-1)
1070 NEXT I
1080 LOCATE 12,63:PRINT D(NGL)
1090 REM FORMA LA MATRIZ DE RIGIDEZ DE LA ESTRUCTURA DENTRO DEL VECTOR SKYLINE
1100 REM *****
1110 LOCATE 13,16:PRINT "3.--FORMANDO LA MATRIZ DE RIGIDEZ DE LA ESTRUCTURA"
1120 DIM C(D(NGL)),CORR(4),F1R(4),R(2*NN)
1130 FOR J=1 TO NM
1140 REM *****CALCULA LA MATRIZ DE RIGIDEZ DEL MIEMBRO*****
1150 R=NI(J):S=NF(J)
1160 PX=X(S)-X(R)
1170 PY=Y(S)-Y(R)
1180 LM(J)=SQR(PX^2+PY^2)
1190 COSX=PX/LM(J):COSY=PY/LM(J):KM=ME*A(J)/LM(J):A=KM*COSX^2:B=KM*COSY^2
1200 C=KM*COSX*COSY
1210 KM(1,1)=A
1220 KM(1,2)=C
1230 KM(1,3)=-A
1240 KM(1,4)=-C
1250 KM(2,2)=B
1260 KM(2,3)=-C
1270 KM(2,4)=-B
1280 KM(3,3)=A
1290 KM(3,4)=C
1300 KM(4,4)=B
1310 FOR I2=2 TO 4
1320 FOR J2=1 TO I2-1
1330 KM(I2,J2)=KM(J2,I2)
1340 NEXT J2
1350 NEXT I2
1360 IT(2)=DX1(2*NI(J)):IT(4)=DX1(2*NF(J))
1370 REM COLOCA LA MATRIZ DE RIGIDEZ DE MIEMBRO EN LA MATRIZ DE LA ESTRUCTURA
1380 REM *****
1390 FOR I=1 TO 4

```

```

1400 FOR K=I TO 4
1410 IF IT(I)=0 OR IT(K)=0 GOTO 1430
1420 C(ITEMP)=C(ITEMP)+KN(I,K)
1430 NEXT K
1440 NEXT I
1450 NEXT J
1460 REM "SOLUCION DEL SISTEMA DE ECUACIONES POR GAUSS APLICANDO LA TECNICA"
1470 REM "*****"
1480 REM "DEL SKYLINE"
1490 REM "*****"
1500 M=0
1510 DIM DES(2*NN),B(NGL)
1520 EPSILON=1E-10
1530 IF ABS(C(1))<EPSILON GOTO 1650
1540 FOR J=2 TO NGL
1550 IF D(J)-D(J-1) <=1 THEN GOTO 1790
1560 I1=J-D(J)+D(J-1)+1
1570 I2=I1+1
1580 C(D(J-1)+1)=C(D(J-1)+1)/C(D(I1))
1590 K1=D(J)+I-J
1600 I3=I-1
1610 FOR K=I1 TO I3
1620 IF K<I-D(I)+D(I-1)+1 THEN GOTO 1630
1630 NEXT K
1640 IF ABS(C(D(J))) >= EPSILON GOTO 1660
1650 CLS:PRINT "LA ESTRUCTURA PRESENTA MAL CONDICIONAMIENTO":END
1660 IF I=J THEN GOTO 1680
1670 C(K1)=C(K1)/C(D(I))
1680 NEXT I
1690 R$="RESULTADOS"
1700 EC$="ESTADO DE CARGA ="
1710 FOR K=1 TO EC :S=0
1720 LOCATE 14,1:PRINT CHR$(204);
1730 FOR I=2 TO 79 :PRINT CHR$(205);:NEXT I:PRINT CHR$(185)
1740 LOCATE 15,30:COLOR 0,7:PRINT " ESTADO DE CARGA = ";K:COLOR 7,0
1750 LOCATE 16,1:PRINT CHR$(204);
1760 FOR I=2 TO 79 :PRINT CHR$(205);:NEXT I:PRINT CHR$(185)
1770 LOCATE 17,16:PRINT "4.--CALCULANDO DESPLAZAMIENTO DE LOS NUDOS"
1780 IF K=1 THEN N2$="1-"+NO$:GOTO 1840
1790 IF K=2 THEN N2$="2-"+NO$:GOTO 1840
1800 IF K=3 THEN N2$="3-"+NO$:GOTO 1840
1810 IF K=4 THEN N2$="4-"+NO$:GOTO 1840
1820 IF K=5 THEN N2$="5-"+NO$:GOTO 1840
1830 END
1840 IF D1$="A" OR D1$="a" THEN N2$="A:"+N2$:GOTO 1880
1850 IF D1$="B" OR D1$="b" THEN N2$="B:"+N2$:GOTO 1880
1860 IF D1$="C" OR D1$="c" THEN N2$="C:"+N2$:GOTO 1880
1870 END
1880 N2$=LEFT$(N2$,10)
1890 OPEN "0",#2,N2$+".RCG"
1900 PRINT #2,R$:PRINT #2,NO$:PRINT #2,NO$,"N2$"
1910 PRINT #2,EC$,"K"
1920 FOR I=1 TO NGL
1930 M=M+1
1940 IF DX(M)=0 THEN GOTO 2010
1950 IF K=1 THEN RE(M)=FA(M):GOTO 2070
1960 IF K=2 THEN RE(M)=FB(M):GOTO 2070
1970 IF K=3 THEN RE(M)=FC(M):GOTO 2070
1980 IF K=4 THEN RE(M)=FD(M):GOTO 2070
1990 IF K=5 THEN RE(S)=FE(M):GOTO 2070
2000 GOTO 2070
2010 IF K=1 THEN B(I)=FA(M):GOTO 2060
2020 IF K=2 THEN B(I)=FB(M):GOTO 2060
2030 IF K=3 THEN B(I)=FC(M):GOTO 2060
2040 IF K=4 THEN B(I)=FD(M):GOTO 2060
2050 IF K=5 THEN B(I)=FE(M):GOTO 2060
2060 NEXT I
2070 IF M=2*NN THEN GOTO 2090
2080 GOTO 1930
2090 B(1)=B(1)/C(1)
2100 FOR I=2 TO NGL

```

```

2110 I3=I-1
2120 FOR J=1 TO I3
2130 IF J<I-D(I)+D(I-1)+1 THEN GOTO 2150
2140 B(I)=B(I)-C(D(I)+J-I)*C(D(J))*B(J)
2150 NEXT J
2160 B(I)=B(I)/C(D(I))
2170 NEXT I
2180 FOR I1=2 TO NGL
2190 I=NGL+2-I1
2200 IF D(I)-D(I-1)<=1 THEN GOTO 2260
2210 I2=I-D(I)+D(I-1)+1
2220 I3=I-1
2230 FOR J=I2 TO I3
2240 B(J)=B(J)-B(I)*C(D(I)+J-I)
2250 NEXT J
2260 NEXT I1
2270 M=2:M1=0:M2=1:M3=1:J=1
2280 FOR I=1 TO NGL
2290 M1=M1+1
2300 IF DX(M1)=0 THEN GOTO 2320
2310 DES(M1)=0:GOTO 2340
2320 DES(M1)=B(I)
2330 NEXT I
2340 IF M1=2*NN THEN GOTO 2360
2350 GOTO 2290
2360 DD$="DESPLAZAMIENTOS"
2370 PS$="NUDD DESPLAZ.EN (X) DESPLAZ.EN (Y)"
2380 PRINT #2,DD$:PRINT #2,N0$
2390 PRINT #2,PS$
2400 FOR I=1 TO NN
2410 PRINT #2,USING "#### +###.##### +###.#####";I;DES(2*I-1);DES(
2*I)
2420 NEXT I
2430 PRINT #2,N0$
2440 REM *****CALCULO DE REACCIONES DE APOYO*****
2450 REM *****
2460 LOCATE 18,16:PRINT "5.--CALCULANDO REACCIONES DE APOYO"
2470 RR$="REACCIONES":RX$="RX=":RY$="RY=":PRINT #2,RR$
2480 FOR I1=1 TO NN
2490 REM ****ASIGNA CARGAS DE APOYO A REACCIONES****
2500 IF DX1(2*I1-1)<>0 AND DX1(2*I1)<>0 GOTO 3080
2510 IF DX1(2*I1-1)<>0 GOTO 2530
2520 R(2*I1-1)=-RE(2*I1-1)
2530 IF DX1(2*I1)<>0 GOTO 2550
2540 R(2*I1)=-RE(2*I1)
2550 FOR J=1 TO NM
2560 IF NI(J) <> I1 AND NF(J) <> I1 GOTO 3070
2570 IT(1)=DX1(2*NI(J)-1):IT(3)=DX1(2*NF(J)-1)
2580 IT(2)=DX1(2*NI(J)):IT(4)=DX1(2*NF(J))
2590 REM *****CALCULA EFECTO DE LOS DESPLAZAMIENTOS*****
2600 FOR V=1 TO 4
2610 CORR(V)=0
2620 IF IT(V)=0 GOTO 2640
2630 CORR(V)=B(IT(V))
2640 NEXT V
2650 REM *****MATRIZ DE RIGIDEZ DEL ELEMENTO*****
2660 R=NI(J):S=NF(J)
2670 PX=X(S)-X(R)
2680 PY=Y(S)-Y(R)
2690 LM(J)=SQR(PX^2+PY^2)
2700 COSX=PX/LM(J):COSY=PY/LM(J):KM=ME*A(J)/LM(J):A=KM*COSX^2:B=KM*COSY^2
2710 C=KM*COSX*COSY
2720 KM(1,1)=A
2730 KM(1,2)=C
2740 KM(1,3)=-A
2750 KM(1,4)=-C
2760 KM(2,2)=B
2770 KM(2,3)=-C
2780 KM(2,4)=-B
2790 KM(3,3)=A
2800 KM(3,4)=C

```

```

2810 KM(4,4)=B
2820 FOR I2=2 TO 4
2830 FOR J2=1 TO I2-1
2840 KM(I2,J2)=KM(J2,I2)
2850 NEXT J2
2860 NEXT I2
2870 REM **CONTINUA**
2880 IT(1)=DX1(2*NI(J)-1):IT(3)=DX1(2*NF(J)-1)
2890 IT(2)=DX1(2*NI(J)):IT(4)=DX1(2*NF(J))
2900 FOR V=1 TO 4
2910 F1R(V)=0
2920 FOR L=1 TO 4
2930 F1R(V)=F1R(V)+KM(V,L)*CORR(L)
2940 NEXT L
2950 NEXT V
2960 REM ****AGADE FUERZAS DEL NUDO APOYADO Y EFECTO DE DESPLAZAMIENTOS****
2970 IF NF(J)=I1 GOTO 3030
2980 IF DX1(2*I1-1) <> 0 GOTO 3000
2990 R(2*I1-1)=R(2*I1-1)+F1R(1)
3000 IF DX1(2*I1) <> 0 GOTO 3070
3010 R(2*I1)=R(2*I1)+F1R(2)
3020 GOTO 3070
3030 IF DX1(2*I1-1) <> 0 GOTO 3050
3040 R(2*I1-1)=R(2*I1-1)+F1R(3)
3050 IF DX1(2*I1) <> 0 GOTO 3070
3060 R(2*I1)=R(2*I1)+F1R(4)
3070 NEXT J
3080 NEXT I1
3090 S=0:M=0:J=1:M2=0:M3=0
3100 FOR I=1 TO NRA
3110 M=M+1
3120 IF J=1 THEN J=0:GOTO 3180
3130 J=1
3140 IF DX(M)=0 THEN M3=M3+1: GOTO 3110
3150 M3=M3+1
3160 PRINT #2,M3;RY$",";PRINT #2,USING "#####.###";R(M)
3170 GOTO 3210
3180 IF DX(M)=0 THEN M2=M2+1 :GOTO 3110
3190 M2=M2+1
3200 PRINT #2,M2;RX$",";PRINT #2,USING "#####.###";R(M)
3210 R(M)=0:NEXT I
3220 REM *****CALCULO DIRECTO DE LAS FUERZAS EXTREMAS DE MIEMBROS*****
3230 REM *****
3240 M=0:J=0:M2=0:M3=0
3250 LOCATE 19,16:PRINT "6.--CALCULANDO FUERZAS EXTREMAS DE MIEMBROS"
3260 PP$="FUERZAS EN LOS MIEMBROS":GG$="-"
3270 MM$="# MIEMBRO ENTRE NUDOS LONGITUD(CM) FUERZA AXIAL(KG)"
3280 PRINT #2,N0$:PRINT #2,PP$:PRINT #2,N0$:PRINT #2,MM$
3290 FOR J=1 TO NM
3300 R=NI(J):S=NF(J)
3310 PX=X(S)-X(R)
3320 PY=Y(S)-Y(R)
3330 LM(J)=SQR(PX^2+PY^2)
3340 COSX=PX/LM(J):COSY=PY/LM(J):KK=ME*A(J)/LM(J):R=2*R:S=2*S
3350 IF DX(R-1)=0 THEN P(J)=P(J)+(-DES(R-1)*COSX):GOTO 3360
3360 IF DX(R)=0 THEN P(J)=P(J)+(-DES(R)*COSY):GOTO 3370
3370 IF DX(S-1)=0 THEN P(J)=P(J)+(DES(S-1)*COSX):GOTO 3380
3380 IF DX(S)=0 THEN P(J)=P(J)+(DES(S)*COSY):GOTO 3390
3390 P(J)=KK*P(J)
3400 PRINT #2,J;TAB(13);NI(J);TAB(19);GG$",";TAB(21);NF(J);PRINT #2,USING "
      ###.### +#####.###";LM(J);P(J)
3410 P(J)=0:NEXT J
3420 CLOSE #2
3430 LOCATE 20,16:PRINT "7.--SOLUCION COMPLETA (EC=";K;")"
3440 IF K=EC THEN GOTO 3500
3450 LOCATE 15,30:PRINT "
3460 LOCATE 17,16:PRINT "
3470 LOCATE 18,16:PRINT "
3480 LOCATE 19,16:PRINT "
3490 LOCATE 20,16:PRINT "
3500 NEXT K

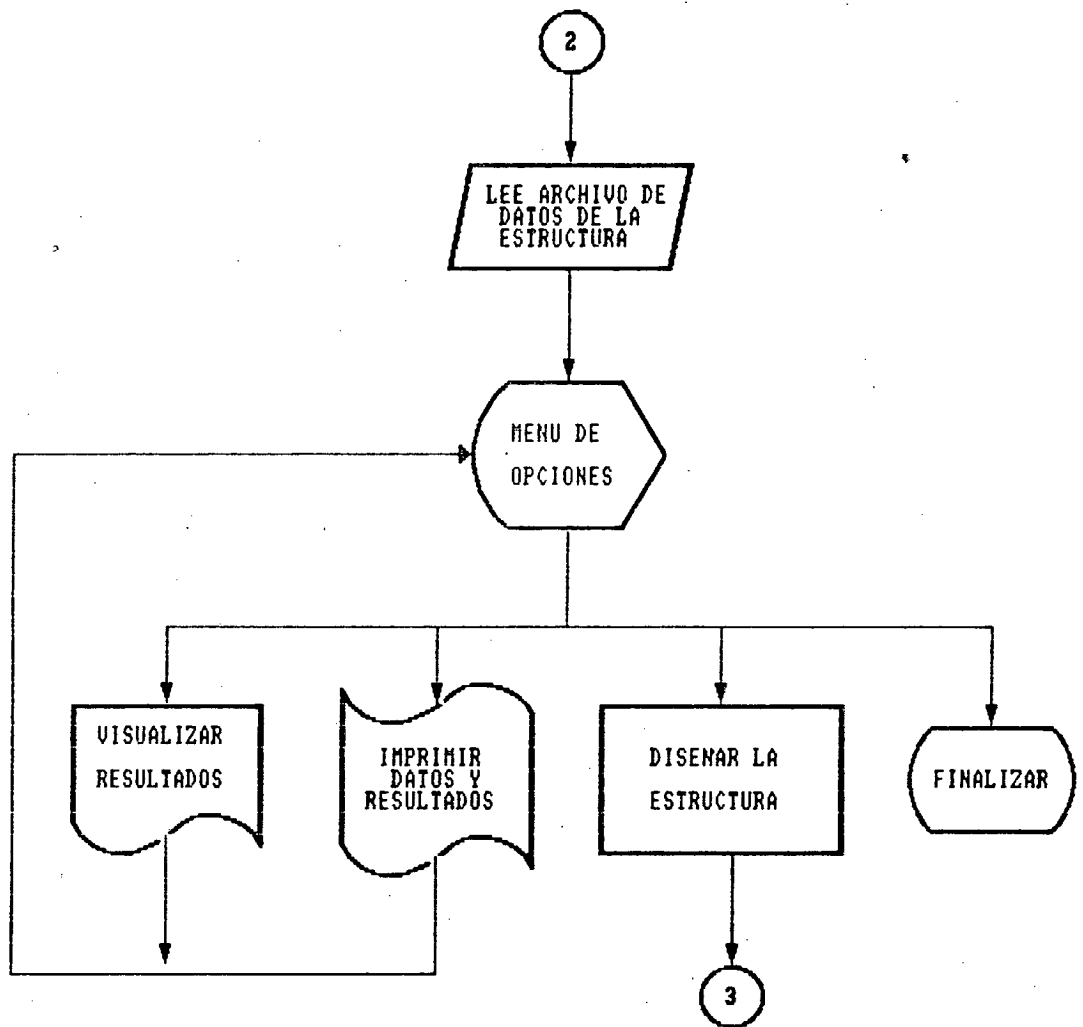
```



```
3510 LOCATE 5,25:PRINT "TIEMPO DE CALCULO=";TIME$
3520 FOR I=1 TO 10
3530 SOUND 1000,1:SOUND 950,2
3540 SOUND 1200,.4:SOUND 1800,1
3550 SOUND 880,2 :SOUND 1400,.03:SOUND 930,.3
3560 NEXT I
3570 COMMON NO$,N1$,D1$,N2$,EC,NN,NRA,NM,CC$
3580 CHAIN "AYUDA1.TES",150
3590 LOCATE 8,1:PRINT CHR$(201);
3600 FOR I=2 TO 79:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 8,80:PRINT CHR$(187)
3610 FOR I=9 TO 22:LOCATE I,1:PRINT CHR$(186):LOCATE I,80:PRINT CHR$(186):NEXT I
3620 LOCATE 22,1:PRINT CHR$(200);
3630 FOR I=2 TO 79:PRINT CHR$(205);:NEXT I:PRINT CHR$(188)
3640 RETURN
3650 END
```

### 3.3.10 ESTRUCTURA DEL PROGRAMA: AYUDA1.TES

Visualiza resultados,  
e imprime datos y resultados.



```

10 REM Por: Carlos A. Celi G.
20 REM      Jack Jaramillo G.
30 REM
40 CLS:KEY OFF:CLEAR:GOSUB 2840
50 CC$=CHR$(69)+CHR$(76)+CHR$(73)+" "
60 LOCATE 13,16:INPUT "DESEA RECUPERAR DATOS (S/N)=";RD$
70 IF RD$="S" OR RD$="s" THEN GOTO 90
80 GOTO 60
90 LOCATE 15,16:PRINT "ESPECIFIQUE DRIVE PARA RECUPERAR DATOS (A/B/C)=";:INPUT D
1$
100 LOCATE 17,16:PRINT "NOMBRE DE LA ESTRUCTURA=";:INPUT NO$
110 IF D1$="A" OR D1$="a" THEN N1$="A:"+NO$:GOTO 160
120 IF D1$="B" OR D1$="b" THEN N1$="B:"+NO$:GOTO 160
130 IF D1$="C" OR D1$="c" THEN N1$="C:"+NO$:GOTO 160
140 CLS:GOTO 90
150 CLOSE #1:REM "*****LECTURA DE DATOS DE LA ESTRUCTURA*****"
160 N1$=LEFT$(N1$,10)
170 OPEN "I",#1,N1$+".DCB"
180 INPUT #1,NO$,N1$
190 INPUT #1,NO$
200 INPUT #1,DG$
210 INPUT #1,NO$
220 INPUT #1,NN$,NN
230 INPUT #1,NM$,NM
240 INPUT #1,NR$,NRA
250 INPUT #1,NA$,NA
260 INPUT #1,ME$,ME
270 INPUT #1,GL$,NGL
280 DIM X(NN),Y(NN),NI(NM),NF(NM),A(NM)
290 INPUT #1,NO$
300 INPUT #1,CN$:INPUT #1,C1$
310 CA$=CHR$(67)+CHR$(65)+CHR$(82)+CHR$(76)+"OS "+CHR$(67)+CHR$(69)+CHR$(76)
+CHR$(73)+" "+CHR$(71)+". "
320 FOR I=1 TO NN
330 INPUT #1,I,X(I),Y(I)
340 NEXT I
350 IF CC$=CHR$(69)+CHR$(76)+CHR$(73)+" " GOTO 370
360 GOTO 2760
370 FOR J=1 TO NM
380 INPUT #1,J,NI(J),NF(J),A(J)
390 NEXT J
400 DIM DX$(NN),DY$(NN),DX(2*NN)
410 INPUT #1,NO$
420 INPUT #1,RA$:INPUT #1,R1$
430 FOR I=1 TO NA
440 INPUT #1,AP(I),DX[2*AP(I)-1],DX[2*AP(I)]
450 NEXT I
460 INPUT #1,NO$:INPUT #1,ED$,EC
470 INPUT #1,C2$
480 FOR J=1 TO EC
490 INPUT #1,J,NNC(J)
500 NEXT J
510 JV$="J"+CHR$(65)+CHR$(67)+CHR$(75)+" "
520 JG$=CHR$(74)+CHR$(65)+CHR$(82)+"A"+CHR$(77)+CHR$(73)+"LL"+CHR$(79)+" G."
530 DIM NA(NNC(1)),FA(2*NN),NB(NNC(2)),FB(2*NN),NC(NNC(3)),FC(2*NN),ND(NNC(4)),F
D(2*NN),NE(NNC(5)),FE(2*NN)
540 INPUT #1,NO$
550 INPUT #1,DC$
560 FOR J=1 TO EC
570 INPUT #1,EC$,J
580 INPUT #1,NC$,NNC(J):INPUT #1,C3$
590 FOR I=1 TO NNC(J)
600 IF J=1 THEN GOTO 650
610 IF J=2 THEN GOTO 660
620 IF J=3 THEN GOTO 680
630 IF J=4 THEN GOTO 700
640 IF J=5 THEN GOTO 720
650 GOTO 730
660 INPUT #1,NB(I),FB[2*NB(I)-1],FB[2*NB(I)]
670 GOTO 730
680 INPUT #1,NC(I),FC[2*NC(I)-1],FC[2*NC(I)]

```



```

MIEMBROS          ":COLOR 7,0
1340 PRINT " #. MIEMBRO";TAB(18);"ENTRE NUDOS ";TAB(36);"LONGITUD MIEMBRO(CM)";T
AB(60);"FUERZAS AXIAL (KG)"
1350 FOR J=1 TO NM
1360 INPUT #2,J,NI(J),GG$,NF(J),LM(J),P(J)
1370 PRINT TAB(5);J;TAB(18);NI(J);TAB(23);GG$;TAB(24);NF(J);TAB(38);:PRINT USING
  " #####.###" +#####.###";LM(J);P(J)
1380 P(J)=0:NEXT J
1390 CLOSE #2
1400 IF INKEY$="" THEN 1400
1410 NEXT K
1420 GOTO 780
1430 IF INKEY$="" THEN 1430
1440 CLS:LOCATE 11,25:COLOR 0,7:PRINT "   IMPRIMIENDO DATOS   ":COLOR 7,0:LPRIN
T :LPRINT
1450 LPRINT CHR$(15)
1460 LPRINT TAB(20);"ANALISIS ESTRUCTURAL"
1470 LPRINT "-----"
-----
1480 LPRINT TAB(29);"DATOS DE LA ESTRUCTURA"
1490 LPRINT "-----"
-----
1500 LPRINT "NOMBRE :";NO$
1510 LPRINT "-----"
-----
1520 LPRINT
1530 LPRINT DG$
1540 LPRINT
1550 LPRINT NN$;NN
1560 LPRINT NH$;NH
1570 LPRINT NR$;NRA
1580 LPRINT NA$;NA
1590 LPRINT ME$;ME"Kg/cm²"
1600 LPRINT GL$;NGL
1610 LPRINT
1620 LPRINT CN$
1630 LPRINT C1$
1640 IF JV$="J"+CHR$(65)+CHR$(67)+CHR$(75)+" " GOTO 1660
1650 GOTO 2760
1660 FOR I=1 TO NM
1670 LPRINT I;:LPRINT TAB(8);USING "#####.###";X(I);:LPRINT TAB(22);USING "####
###.###";Y(I)
1680 NEXT I
1690 LPRINT
1700 LPRINT OA$
1710 LPRINT O1$
1720 FOR J=1 TO NM
1730 LPRINT J;TAB(10);NI(J);TAB(21);NF(J);:LPRINT TAB(33);A(J)
1740 NEXT J
1750 LPRINT
1760 LPRINT RA$
1770 LPRINT R1$
1780 FOR I=1 TO NA
1790 LPRINT AP(I);TAB(10);DX[2*AP(I)-1];TAB(21);DX[2*AP(I)]
1800 NEXT I
1810 LPRINT
1820 LPRINT DC$
1830 LPRINT :LPRINT ED$;EC
1840 LPRINT C2$
1850 FOR J=1 TO EC
1860 LPRINT J;TAB(11);NNC(J)
1870 NEXT J
1880 FOR J=1 TO EC
1890 LPRINT
1900 LPRINT EC$;J
1910 LPRINT NC$;NNC(J)
1920 LPRINT NO$
1930 LPRINT C3$
1940 FOR I=1 TO NNC(J)
1950 IF J=1 THEN GOTO 2000
1960 IF J=2 THEN GOTO 2020

```

```

1970 IF J=3 THEN GOTO 2040
1980 IF J=4 THEN GOTO 2060
1990 IF J=5 THEN GOTO 2080
2000 LPRINT NA(I);:LPRINT TAB(12);FA[2*NA(I)-1];:LPRINT TAB(27);FA[2*NA(I)]
2010 GOTO 2090
2020 LPRINT NB(I);:LPRINT TAB(12);FB[2*NB(I)-1];:LPRINT TAB(27);FB[2*NB(I)]
2030 GOTO 2090
2040 LPRINT NC(I);:LPRINT TAB(12);FC[2*NC(I)-1];:LPRINT TAB(27);FC[2*NC(I)]
2050 GOTO 2090
2060 LPRINT ND(I);:LPRINT TAB(12);FD[2*ND(I)-1];:LPRINT TAB(27);FD[2*ND(I)]
2070 GOTO 2090
2080 LPRINT NE(I);:LPRINT TAB(12);FE[2*NE(I)-1];:LPRINT TAB(27);FE[2*NE(I)]
2090 NEXT I
2100 NEXT J
2110 CLS:LOCATE 11,25:COLOR 0,7:PRINT " IMPRIMIENDO RESULTADOS ":COLOR 7,0
2120 IF INKEY$="" THEN 2120
2130 LPRINT:LPRINT :LPRINT :LPRINT
2140 LPRINT "-----"
-----
2150 LPRINT TAB(26);"RESULTADOS DE LA ESTRUCTURA"
2160 FOR K=1 TO EC :S=0
2170 CLS:LOCATE 11,25:COLOR 0,7:PRINT " ESTADO DE CARGA (EC=";K;")":COLOR 7,0
2180 IF K=1 THEN N2$="1-"+NO$:GOTO 2230
2190 IF K=2 THEN N2$="2-"+NO$:GOTO 2230
2200 IF K=3 THEN N2$="3-"+NO$:GOTO 2230
2210 IF K=4 THEN N2$="4-"+NO$:GOTO 2230
2220 IF K=5 THEN N2$="5-"+NO$:GOTO 2230
2230 IF D1$="A" OR D1$="a" THEN N2$="A:"+N2$:GOTO 2270
2240 IF D1$="B" OR D1$="b" THEN N2$="B:"+N2$:GOTO 2270
2250 IF D1$="C" OR D1$="c" THEN N2$="C:"+N2$:GOTO 2270
2260 END
2270 OPEN "I",#2,N2$+".RC6"
2280 INPUT #2,R$:INPUT #2,NO$:INPUT #2,NO$,N2$
2290 INPUT #2,EC$,K
2300 LPRINT "-----"
-----
2310 LPRINT EC$;K;TAB(70);N2$
2320 LPRINT "-----"
-----
2330 LPRINT NO$
2340 INPUT #2,DD$:INPUT #2,NO$
2350 LPRINT DD$:LPRINT NO$
2360 INPUT #2,PS$
2370 LPRINT PS$
2380 FOR I=1 TO NN
2390 INPUT #2,I,DES[2*I-1],DES[2*I]
2400 LPRINT I;:LPRINT USING " +####.#####" +####.#####" ;DES[2*I-1];DES[2*I]
2410 NEXT I
2420 INPUT #2,NO$
2430 LPRINT NO$
2440 INPUT #2,RR$
2450 LPRINT RR$
2460 LPRINT NO$
2470 M1=0:M2=0:M3=0:M=0:J=1
2480 FOR I=1 TO NRA
2490 M=M+1
2500 IF J=1 THEN J=0:GOTO 2570
2510 J=1
2520 IF DX(M)=0 THEN M3=M3+1:GOTO 2490
2530 M3=M3+1
2540 INPUT #2,M3,RY$,R(I)
2550 LPRINT "NUDO";M3;RY$;" ";:LPRINT USING "+#####.###";R(I)
2560 GOTO 2610
2570 IF DX(M)=0 THEN M2=M2+1:GOTO 2490
2580 M2=M2+1
2590 INPUT #2,M2,RX$,R(I)
2600 LPRINT "NUDO";M2;RX$;" ";:LPRINT USING "+#####.###";R(I)
2610 R(I)=0:NEXT I
2620 M=0:J=0:M2=0:M3=0
2630 INPUT #2,NO$:INPUT #2,PP$:INPUT #2,NO$:INPUT #2,MM$

```

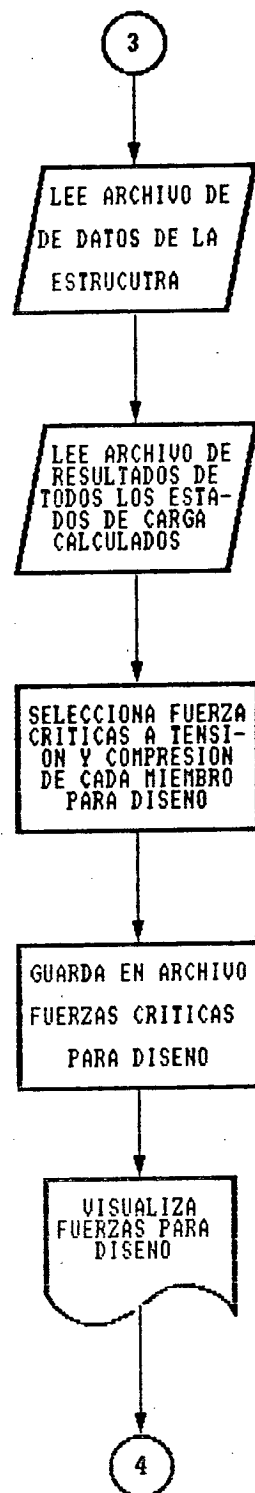
```

2640 LPRINT NO$:LPRINT PP$:LPRINT NO$:LPRINT MM$
2650 FOR J=1 TO NM
2660 INPUT #2,J,NI(J),66$,NF(J),LM(J),P(J)
2670 LPRINT J;TAB(13);NI(J);TAB(19);66$;TAB(20);NF(J);:LPRINT TAB(31);USING "###
.###";LM(J);:LPRINT TAB(46);USING "+#####.###";P(J)
2680 P(J)=0:NEXT J
2690 CLOSE #2
2700 IF INKEY$="" THEN 2700
2710 LPRINT :LPRINT
2720 NEXT K
2730 GOTO 780
2740 COMMON NO$,N1$,N2$,NN,NM,NRA,NGL,EC,D1$,CC$
2750 CHAIN "AYUDA2.TES",150
2760 END
2770 LOCATE 10,20:PRINT CHR$(201);
2780 FOR I=21 TO 59:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 10,60:PRINT CHR$(187)
2790 FOR I=11 TO 22:LOCATE I,20:PRINT CHR$(186):LOCATE I,60:PRINT CHR$(186):NEXT
I
2800 LOCATE 23,20:PRINT CHR$(200);
2810 FOR I=21 TO 59:PRINT CHR$(205);:NEXT I:PRINT CHR$(188)
2820 LOCATE 12,20:PRINT CHR$(204);:FOR I=21 TO 59:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE
12,60:PRINT CHR$(185)
2830 RETURN
2840 LOCATE 10,10:PRINT CHR$(201);
2850 FOR I=11 TO 69:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 10,70:PRINT CHR$(187)
2860 FOR I=11 TO 22:LOCATE I,10:PRINT CHR$(186):LOCATE I,70:PRINT CHR$(186):NEXT
I
2870 LOCATE 23,10:PRINT CHR$(200);
2880 FOR I=11 TO 69:PRINT CHR$(205);:NEXT I:PRINT CHR$(188)
2890 RETURN

```

### 3.3.11 ESTRUCTURA DEL PROGRAMA: AYUDA2.TES

Selecciona fuerzas criticas  
tanto a tension como a  
compresion de cada miembro  
para el diseno.





```

10 REM Por: Carlos A. Celi 6.
20 REM      Jack Jaramillo 6.
30 REM
40 KEY OFF: CLEAR: CLS: GOSUB 2850
50 CC$=CHR$(69)+CHR$(76)+CHR$(73)+" "
60 LOCATE 13,16: INPUT "DESEA RECUPERAR DATOS (S/N)="; RD$
70 IF RD$="S" OR RD$="s" THEN GOTO 90
80 GOTO 60
90 LOCATE 15,16: PRINT "ESPECIFIQUE DRIVE PARA RECUPERAR DATOS (A/B/C)="; INPUT D
1$
100 LOCATE 17,16: PRINT "NOMBRE DE LA ESTRUCTURA="; INPUT NO$
110 IF D1$="A" OR D1$="a" THEN N1$="A:" + NO$: GOTO 150
120 IF D1$="B" OR D1$="b" THEN N1$="B:" + NO$: GOTO 150
130 IF D1$="C" OR D1$="c" THEN N1$="C:" + NO$: GOTO 150
140 CLS: GOTO 90
150 CLS: LOCATE 9,17: COLOR 0,7: PRINT "
      ": COLOR 7,0
160 LOCATE 10,21: COLOR 0,7: PRINT "
      ",0
170 LOCATE 11,17: COLOR 31: PRINT "      ESCOGIENDO FUERZAS PARA DISEÑO      ": COLOR
      7,0
180 LOCATE 12,21: COLOR 0,7: PRINT "
      ",0
190 LOCATE 13,17: COLOR 0,7: PRINT "
      ": COLOR 7,0
200 N1$=LEFT$(N1$,10)
210 OPEN "I", #1, N1$+".DC6"
220 INPUT #1, NO$, N1$
230 INPUT #1, NO$
240 INPUT #1, DG$
250 INPUT #1, NO$
260 INPUT #1, NN$, NN
270 INPUT #1, NM$, NM
280 INPUT #1, NR$, NRA
290 INPUT #1, NA$, NA
300 INPUT #1, ME$, ME
310 INPUT #1, GL$, NGL
320 DIM X(NN), Y(NN), NI(NM), NF(NM), A(NM)
330 INPUT #1, NO$
340 INPUT #1, CN$: INPUT #1, C1$
350 IF CC$=CHR$(69)+CHR$(76)+CHR$(73)+" " GOTO 370
360 END
370 FOR I=1 TO NN
380 INPUT #1, I, X(I), Y(I)
390 NEXT I
400 INPUT #1, NO$
410 INPUT #1, OA$: INPUT #1, O1$
420 FOR J=1 TO NM
430 INPUT #1, J, NI(J), NF(J), A(J)
440 NEXT J
450 DIM DX$(NN), DY$(NN), DX(2*NN)
460 INPUT #1, NO$
470 INPUT #1, RA$: INPUT #1, R1$
480 FOR I=1 TO NA
490 INPUT #1, AP(I), DX[2*AP(I)-1], DX[2*AP(I)]
500 NEXT I
510 INPUT #1, NO$: INPUT #1, ED$, EC
520 FOR J=1 TO EC
530 INPUT #1, J, NNC(J)
540 NEXT J
550 DIM NA(NNC(1)), FA(2*NN), NB(NNC(2)), FB(2*NN), NC(NNC(3)), FC(2*NN), ND(NNC(4)), F
D(2*NN), NE(NNC(5)), FE(2*NN)
560 INPUT #1, NO$
570 INPUT #1, DC$
580 FOR J=1 TO EC
590 INPUT #1, EC$, J
600 INPUT #1, NC$, NNC(J): INPUT #1, C3$
610 FOR I=1 TO NNC(J)
620 IF J=1 THEN GOTO 670
630 IF J=2 THEN GOTO 690
640 IF J=3 THEN GOTO 710

```

```

650 IF J=4 THEN GOTO 730
660 IF J=5 THEN GOTO 750
670 INPUT #1,NA(I),FA[2*NA(I)-1],FA[2*NA(I)]
680 GOTO 760
690 INPUT #1,NB(I),FB[2*NB(I)-1],FB[2*NB(I)]
700 GOTO 760
710 INPUT #1,NC(I),FC[2*NC(I)-1],FC[2*NC(I)]
720 GOTO 760
730 INPUT #1,ND(I),FD[2*ND(I)-1],FD[2*ND(I)]
740 GOTO 760
750 INPUT #1,NE(I),FE[2*NE(I)-1],FE[2*NE(I)]
760 NEXT I
770 NEXT J:
780 CLOSE #1:K=0
790 DIM DES(2*NN),B(NGL),LM(NM),R(NRA),P(NM),P1(NM),P2(NM),P3(NM),P4(NM),P5(NM)
800 DIM PD(NM),PID(NM),R1(NRA),R2(NRA),R3(NRA),R4(NRA),R5(NRA),D1(NRA)
810 IF K=1 THEN N2$="1-"+NO$:GOTO 870
820 IF K=2 THEN N2$="2-"+NO$:GOTO 1250
830 IF K=3 THEN N2$="3-"+NO$:GOTO 1650
840 IF K=4 THEN N2$="4-"+NO$:GOTO 2050
850 IF K=5 THEN N2$="5-"+NO$:GOTO 2450
860 END
870 IF D1$="A" OR D1$="a" THEN N2$="A:"+N2$:GOTO 910
880 IF D1$="B" OR D1$="b" THEN N2$="B:"+N2$:GOTO 910
890 IF D1$="C" OR D1$="c" THEN N2$="C:"+N2$:GOTO 910
900 END
910 N2$=LEFT$(N2$,10)
920 OPEN "I",#2,N2$+".RC6"
930 INPUT #2,R$:INPUT #2,NO$:INPUT #2,NO$,N2$
940 INPUT #2,EC$,K
950 INPUT #2,DD$:INPUT #2,NO$
960 INPUT #2,PS$
970 FOR I=1 TO NM
980 INPUT #2,I,DES[2*I-1],DES[2*I]
990 NEXT I
1000 INPUT #2,NO$
1010 INPUT #2,RR$
1020 M1=0:M2=0:M3=0:M=0:J=1
1030 FOR I=1 TO NRA
1040 M=M+1
1050 IF J=1 THEN J=0:GOTO 1120
1060 J=1
1070 IF DX(M)=0 THEN M3=M3+1: GOTO 1040
1080 M3=M3+1
1090 INPUT #2,M3,RY$,R(I)
1100 R1(I)=R(I)
1110 GOTO 1150
1120 IF DX(M)=0 THEN M2=M2+1 :GOTO 1040
1130 M2=M2+1
1140 R1(I)=R(I)
1150 R(I)=0:NEXT I
1160 M=0:J=0:M2=0:M3=0
1170 FOR J=1 TO NM
1180 INPUT #2,J,NI(J),GG$,NF(J),LM(J),P(J)
1190 P1(J)=P(J)
1200 P(J)=0:NEXT J
1210 CLOSE #2
1220 IF K=EC THEN GOTO 2910
1230 GOTO 810
1240 END
1250 IF D1$="A" OR D1$="a" THEN N2$="A:"+N2$:GOTO 1290
1260 IF D1$="B" OR D1$="b" THEN N2$="B:"+N2$:GOTO 1290
1270 IF D1$="C" OR D1$="c" THEN N2$="C:"+N2$:GOTO 1290
1280 END
1290 N2$=LEFT$(N2$,10)
1300 OPEN "I",#2,N2$+".RC6"
1310 INPUT #2,R$:INPUT #2,NO$:INPUT #2,NO$,N2$
1320 INPUT #2,EC$,K
1330 INPUT #2,DD$:INPUT #2,NO$
1340 INPUT #2,PS$
1350 FOR I=1 TO NM

```

```

1360 INPUT #2,I,DES[2*I-1],DES[2*I]
1370 NEXT I
1380 INPUT #2,N0$
1390 INPUT #2,RR$
1400 M1=0:M2=0:M3=0:M=0:J=1
1410 FOR I=1 TO NRA
1420 M=M+1
1430 IF J=1 THEN J=0:GOTO 1500
1440 J=1
1450 IF DX(M)=0 THEN M3=M3+1: GOTO 1420
1460 M3=M3+1
1470 INPUT #2,M3,RX$,R(I)
1480 R2(I)=R(I)
1490 GOTO 1540
1500 IF DX(M)=0 THEN M2=M2+1 :GOTO 1420
1510 M2=M2+1
1520 INPUT #2,M2,RX$,R(I)
1530 R2(I)=R(I)
1540 R(I)=0:NEXT I
1550 M=0:J=0:M2=0:M3=0
1560 INPUT #2,N0$:INPUT #2,PP$:INPUT #2,N0$:INPUT #2,MM$
1570 FOR J=1 TO NM
1580 INPUT #2,J,NI(J),GG$,NF(J),LM(J),P(J)
1590 P2(J)=P(J)
1600 P(J)=0:NEXT J
1610 CLOSE #2
1620 IF K=EC THEN GOTO 2910
1630 GOTO 810
1640 END
1650 IF D1$="A" OR D1$="a" THEN N2$="A:"+N2$:GOTO 1690
1660 IF D1$="B" OR D1$="b" THEN N2$="B:"+N2$:GOTO 1690
1670 IF D1$="C" OR D1$="c" THEN N2$="C:"+N2$:GOTO 1690
1680 END
1690 N2$=LEFT$(N2$,10)
1700 OPEN "I",#2,N2$+".RC6"
1710 INPUT #2,R$:INPUT #2,N0$:INPUT #2,N0$,N2$
1720 INPUT #2,EC$,K
1730 INPUT #2,DD$:INPUT #2,N0$
1740 INPUT #2,PS$
1750 FOR I=1 TO NM
1760 INPUT #2,I,DES[2*I-1],DES[2*I]
1770 NEXT I
1780 INPUT #2,N0$
1790 INPUT #2,RR$
1800 M1=0:M2=0:M3=0:M=0:J=1
1810 FOR I=1 TO NRA
1820 M=M+1
1830 IF J=1 THEN J=0:GOTO 1900
1840 J=1
1850 IF DX(M)=0 THEN M3=M3+1: GOTO 1820
1860 M3=M3+1
1870 INPUT #2,M3,RX$,R(I)
1880 R3(I)=R(I)
1890 GOTO 1940
1900 IF DX(M)=0 THEN M2=M2+1 :GOTO 1820
1910 M2=M2+1
1920 INPUT #2,M2,RX$,R(I)
1930 R3(I)=R(I)
1940 R(I)=0:NEXT I
1950 M=0:J=0:M2=0:M3=0
1960 INPUT #2,N0$:INPUT #2,PP$:INPUT #2,N0$:INPUT #2,MM$
1970 FOR J=1 TO NM
1980 INPUT #2,J,NI(J),GG$,NF(J),LM(J),P(J)
1990 P3(J)=P(J)
2000 P(J)=0:NEXT J
2010 CLOSE #2
2020 IF K=EC THEN GOTO 2910
2030 GOTO 810
2040 END
2050 IF D1$="A" OR D1$="a" THEN N2$="A:"+N2$:GOTO 2090
2060 IF D1$="B" OR D1$="b" THEN N2$="B:"+N2$:GOTO 2090

```

```

2070 IF D1$="C" OR D1$="c" THEN N2$="C:"+N2$:GOTO 2090
2080 END
2090 N2$=LEFT$(N2$,10)
2100 OPEN "I",#2,N2$+".RC6"
2110 INPUT #2,R$:INPUT #2,N0$:INPUT #2,N0$,N2$
2120 INPUT #2,EC$,K
2130 INPUT #2,DD$:INPUT #2,N0$
2140 INPUT #2,PS$
2150 FOR I=1 TO NN
2160 INPUT #2,I,DES[2*I-1],DES[2*I]
2170 NEXT I
2180 INPUT #2,N0$
2190 INPUT #2,RR$
2200 M1=0:M2=0:M3=0:M=0:J=1
2210 FOR I=1 TO NRA
2220 M=M+1
2230 IF J=1 THEN J=0:GOTO 2300
2240 J=1
2250 IF DX(M)=0 THEN M3=M3+1: GOTO 2220
2260 M3=M3+1
2270 INPUT #2,M3,RV$,R(I)
2280 R4(I)=R(I)
2290 GOTO 2340
2300 IF DX(M)=0 THEN M2=M2+1 :GOTO 2220
2310 M2=M2+1
2320 INPUT #2,M2,RX$,R(I)
2330 R4(I)=R(I)
2340 R(I)=0:NEXT I
2350 M=0:J=0:M2=0:M3=0
2360 INPUT #2,N0$:INPUT #2,PP$:INPUT #2,N0$:INPUT #2,MM$
2370 FOR J=1 TO NM
2380 INPUT #2,J,NI(J),G6$,NF(J),LM(J),P(J)
2390 P4(J)=P(J)
2400 P(J)=0:NEXT J
2410 CLOSE #2
2420 IF K=EC THEN GOTO 2910
2430 GOTO 810
2440 END
2450 IF D1$="A" OR D1$="a" THEN N2$="A:"+N2$:GOTO 2490
2460 IF D1$="B" OR D1$="b" THEN N2$="B:"+N2$:GOTO 2490
2470 IF D1$="C" OR D1$="c" THEN N2$="C:"+N2$:GOTO 2490
2480 END
2490 N2$=LEFT$(N2$,10)
2500 OPEN "I",#2,N2$+".RC6"
2510 INPUT #2,R$:INPUT #2,N0$:INPUT #2,N0$,N2$
2520 INPUT #2,EC$,K
2530 INPUT #2,DD$:INPUT #2,N0$
2540 INPUT #2,PS$
2550 FOR I=1 TO NN
2560 INPUT #2,I,DES[2*I-1],DES[2*I]
2570 NEXT I
2580 INPUT #2,N0$
2590 INPUT #2,RR$
2600 M1=0:M2=0:M3=0:M=0:J=1
2610 FOR I=1 TO NRA
2620 M=M+1
2630 IF J=1 THEN J=0:GOTO 2700
2640 J=1
2650 IF DX(M)=0 THEN M3=M3+1: GOTO 2620
2660 M3=M3+1
2670 INPUT #2,M3,RV$,R(I)
2680 R5(I)=R(I)
2690 GOTO 2740
2700 IF DX(M)=0 THEN M2=M2+1 :GOTO 2620
2710 M2=M2+1
2720 INPUT #2,M2,RX$,R(I)
2730 R5(I)=R(I)
2740 R(I)=0:NEXT I
2750 M=0:J=0:M2=0:M3=0
2760 INPUT #2,N0$:INPUT #2,PP$:INPUT #2,N0$:INPUT #2,MM$
2770 FOR J=1 TO NM

```

```

2780 INPUT #2,J,N1(J),GG$,NF(J),LM(J),P(J)
2790 P5(J)=P(J)
2800 P(J)=0:NEXT J
2810 CLOSE #2
2820 IF K=EC THEN GOTO 2910
2830 GOTO 810
2840 END
2850 LOCATE 10,10:PRINT CHR$(201);
2860 FOR I=11 TO 69:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 10,70:PRINT CHR$(187)
2870 FOR I=11 TO 22:LOCATE I,10:PRINT CHR$(186):LOCATE I,70:PRINT CHR$(186):NEXT
  I
2880 LOCATE 23,10:PRINT CHR$(200);
2890 FOR I=11 TO 69:PRINT CHR$(205);:NEXT I:PRINT CHR$(188)
2900 RETURN
2910 CLS:COLOR 0,7:PRINT "          REACCIONES PARA D
  I S E Ñ O          ":COLOR 7,0
2920 PRINT "■.NUDO";TAB(9);"E-CARGA-1";TAB(20);"E-CARGA-2";TAB(31);"E-CARGA-3";T
  AB(42);"E-CARGA-4";TAB(53);"E-CARGA-5";TAB(64);"REACCION--DISEÑO"
2930 M2=0:M3=0:M=0:J=1
2940 RD$="REACCIONES DE DISEÑO":FP$="FUERZAS PARA DISEÑO"
2950 IF D1$="A" OR D1$="a" THEN ND$="A:F-":NO$:GOTO 2990
2960 IF D1$="B" OR D1$="b" THEN ND$="B:F-":NO$:GOTO 2990
2970 IF D1$="C" OR D1$="c" THEN ND$="C:F-":NO$:GOTO 2990
2980 CLS:PRINT "NO EXISTE ESTE DRIVE":END
2990 ND$=LEFT$(ND$,10)
3000 OPEN "O",#1,ND$+".RC6"
3010 PRINT #1,RD$:PRINT #1,NO$
3020 FOR I=1 TO NRA
3030 M=M+1
3040 IF J=1 THEN J=0:GOTO 3200
3050 J=1
3060 IF DX(M)=0 THEN M3=M3+1:GOTO 3030
3070 M3=M3+1:O1(I)=ABS(R1(I))
3080 IF O1(I)<ABS(R2(I)) THEN O1(I)=ABS(R2(I)):GOTO 3090
3090 IF O1(I)<ABS(R3(I)) THEN O1(I)=ABS(R3(I)):GOTO 3100
3100 IF O1(I)<ABS(R4(I)) THEN O1(I)=ABS(R4(I)):GOTO 3110
3110 IF O1(I)<ABS(R5(I)) THEN O1(I)=ABS(R5(I)):GOTO 3120
3120 IF O1(I)=ABS(R1(I)) THEN O1(I)=R1(I):GOTO 3170
3130 IF O1(I)=ABS(R2(I)) THEN O1(I)=R2(I):GOTO 3170
3140 IF O1(I)=ABS(R3(I)) THEN O1(I)=R3(I):GOTO 3170
3150 IF O1(I)=ABS(R4(I)) THEN O1(I)=R4(I):GOTO 3170
3160 IF O1(I)=ABS(R5(I)) THEN O1(I)=R5(I):GOTO 3170
3170 PRINT M3,RJ$,:PRINT TAB(9);USING "#####.##";R1(I);:PRINT TAB(20);USING "##
  #####.##";R2(I);:PRINT TAB(31);USING "#####.##";R3(I);:PRINT TAB(42);USING "####
  ###.##";R4(I);:PRINT TAB(53);USING "#####.##";R5(I);:PRINT TAB(64);USING "#####
  ##.###";O1(I)
3180 PRINT #1,M3,RJ$,"";:PRINT #1,USING "+#####.###";O1(I)
3190 GOTO 3330
3200 IF DX(M)=0 THEN M2=M2+1:GOTO 3030
3210 M2=M2+1:O1(I)=ABS(R1(I))
3220 IF O1(I)<ABS(R2(I)) THEN O1(I)=ABS(R2(I)):GOTO 3230
3230 IF O1(I)<ABS(R3(I)) THEN O1(I)=ABS(R3(I)):GOTO 3240
3240 IF O1(I)<ABS(R4(I)) THEN O1(I)=ABS(R4(I)):GOTO 3250
3250 IF O1(I)<ABS(R5(I)) THEN O1(I)=ABS(R5(I)):GOTO 3260
3260 IF O1(I)=ABS(R1(I)) THEN O1(I)=R1(I):GOTO 3310
3270 IF O1(I)=ABS(R2(I)) THEN O1(I)=R2(I):GOTO 3310
3280 IF O1(I)=ABS(R3(I)) THEN O1(I)=R3(I):GOTO 3310
3290 IF O1(I)=ABS(R4(I)) THEN O1(I)=R4(I):GOTO 3310
3300 IF O1(I)=ABS(R5(I)) THEN O1(I)=R5(I):GOTO 3310
3310 PRINT M2,RX$,:PRINT TAB(9);USING "#####.##";R1(I);:PRINT TAB(20);USING "##
  #####.##";R2(I);:PRINT TAB(31);USING "#####.##";R3(I);:PRINT TAB(42);USING "####
  ###.##";R4(I);:PRINT TAB(53);USING "#####.##";R5(I);:PRINT TAB(64);USING "#####
  ##.###";O1(I)
3320 PRINT #1,M2,RX$,"";:PRINT #1,USING "+#####.###";O1(I)
3330 NEXT I
3340 M=0:J=0:M2=0:M3=0
3350 PRINT #1,NO$:PRINT #1,FP$:PRINT #1,NO$
3360 MD$="■.MIEMBRO      ENTRE NUDOS      LONGITUD(CM)      TENSION      COMPRESIO
  N"
3370 PRINT #1,MD$
3380 COLOR 0,7:PRINT "          FUERZAS PARA DIS

```

```

E # 0          *:COLOR 7,0
3390 PRINT "#.MIEMBRO";TAB(14);"ENTRE NUDOS";TAB(33);"LONGITUD(CM)";TAB(55);" TE
NSION";TAB(70);"COMPRESION"
3400 FOR J=1 TO NM
3410 IF P1(J)<0 THEN P1D(J)=ABS(P1(J)):GOTO 3430
3420 PD(J)=P1(J)
3430 IF P2(J)<0 THEN GOTO 3460
3440 IF PD(J)<P2(J) THEN PD(J)=P2(J):GOTO 3470
3450 GOTO 3470
3460 IF P1D(J)<ABS(P2(J)) THEN P1D(J)=ABS(P2(J)):GOTO 3470
3470 IF P3(J)<0 THEN GOTO 3500
3480 IF PD(J)<P3(J) THEN PD(J)=P3(J):GOTO 3510
3490 GOTO 3510
3500 IF P1D(J)<ABS(P3(J)) THEN P1D(J)=ABS(P3(J)):GOTO 3510
3510 IF P4(J)<0 THEN GOTO 3540
3520 IF PD(J)<P4(J) THEN PD(J)=P4(J):GOTO 3550
3530 GOTO 3550
3540 IF P1D(J)<ABS(P4(J)) THEN P1D(J)=ABS(P4(J)):GOTO 3550
3550 IF P5(J)<0 THEN GOTO 3580
3560 IF PD(J)<P5(J) THEN PD(J)=P5(J):GOTO 3590
3570 GOTO 3590
3580 IF P1D(J)=ABS(P5(J)) THEN P1D(J)=P5(J):GOTO 3590
3590 P1D(J)=-P1D(J):PRINT J;TAB(13);NI(J);TAB(19);GG$;TAB(20);NF(J);:PRINT TAB(3
2);USING "####.###";LM(J);:PRINT TAB(51);USING "#####.###";PD(J);:PRINT TAB(68
);USING "#####.###";P1D(J)
3600 PRINT #1,J;TAB(14);NI(J);TAB(19);GG$,"";TAB(21);NF(J);:PRINT #1,USING "
####.###  #####.###  #####.###";LM(J);PD(J);P1D(J)
3610 NEXT J
3620 CLOSE #1
3630 IF INKEY$="" THEN 3630
3640 COMMON NO$,N1$,D1$,ND$,CC$
3650 CHAIN "DISENO.TES",240

```

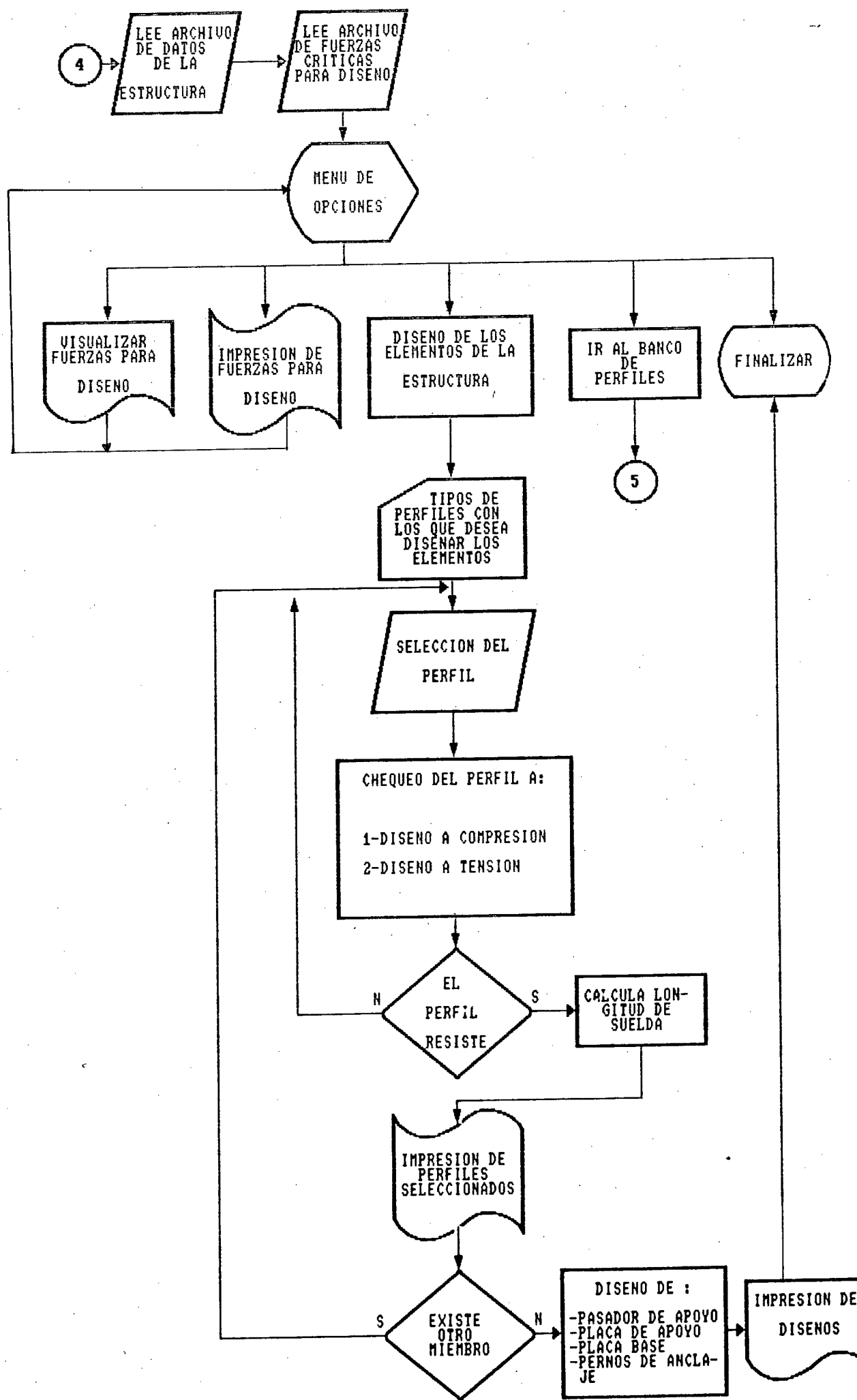
### 3.3.12. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA CON NORMAS AISI.

Para el desarrollo del programa que nos permita diseñar miembros sujetos a esfuerzos de tensión, compresión, suelda, diseño de pasador, placa de apoyo, placa base, pernos de anclaje, nos guiaremos en los fundamentos teóricos del segundo capítulo de este trabajo, correspondiente al Análisis de estructuras de acero formado en frío, en el cual consta las normas, parámetros y el proceso de diseño a seguir.

El programa será estructurado de la siguiente manera:

3.3.12-1 ESTRUCTURA DEL PROGRAMA: DISEÑO .TES

Disena la estructura.





```

10 REM Por: Carlos A. Celi G.
20 REM      Jack Jaramillo G.
30 REM
40 KEY OFF: CLEAR: CLS: GOSUB 910
50 CC$=CHR$(69)+CHR$(76)+CHR$(73)+" "
60 LOCATE 13,16: INPUT "DESEA RECUPERAR DATOS (S/N)="; RD$
70 IF RD$="S" OR RD$="s" THEN GOTO 90
80 GOTO 50
90 LOCATE 15,16: PRINT "ESPECIFIQUE DRIVE PARA RECUPERAR DATOS (A/B/C)="; INPUT D
1$
100 LOCATE 17,16: PRINT "NOMBRE DE LA ESTRUCTURA="; INPUT NO$
110 IF D1$="A" OR D1$="a" THEN N1$="A": NO$ : ND$="A:F-" + NO$: GOTO 250
120 IF D1$="B" OR D1$="b" THEN N1$="B": NO$ : ND$="B:F-" + NO$: GOTO 250
130 IF D1$="C" OR D1$="c" THEN N1$="C": NO$ : ND$="C:F-" + NO$: GOTO 250
140 CLS: GOTO 90
150 CLS: GOSUB 840: LOCATE 11,21: COLOR 0,7: PRINT "  M E N U    D E    O P C I O N
E S  ": COLOR 7,0
160 LOCATE 14,23: PRINT "1.-----VISUALIZAR ESFUERZOS-DISEÑO"
170 LOCATE 15,23: PRINT "2.-----IMPRIMIR ESFUERZOS-DISEÑO"
180 LOCATE 16,23: PRINT "3.-----IR AL BANCO DE PERFILES"
190 LOCATE 17,23: PRINT "4.-----DISEÑO DE LOS ELEMENTOS"
200 LOCATE 18,23: PRINT "5.-----SALIR DEL PROGRAMA"
210 LOCATE 23,30: COLOR 0,7: PRINT " DIGITE LA OPCION= "; COLOR 7,0: INPUT OP
220 IF OP>5 OR OP<1 THEN GOTO 150
230 ON OP GOTO 1260,1480,1730,1760,8820
240 REM "*****LECTURA DE DATOS*****"
250 N1$=LEFT$(N1$,10)
260 OPEN "I", #1, N1$+".DCG"
270 INPUT #1, NO$, N1$
280 INPUT #1, NO$
290 INPUT #1, DG$
300 INPUT #1, NN$, NN
310 INPUT #1, NR$, NRA
320 INPUT #1, NA$, NA
330 INPUT #1, ME$, ME
340 INPUT #1, GL$, NGL
350 DIM X(NN), Y(NN), NI(NM), NF(NM), A(NM)
360 INPUT #1, NO$
370 INPUT #1, CN$: INPUT #1, C1$
380 IF CC$=CHR$(69)+CHR$(76)+CHR$(73)+" " GOTO 400
390 GOTO 8820
400 FOR I=1 TO NN
410 INPUT #1, I, X(I), Y(I)
420 NEXT I
430 INPUT #1, NO$
440 INPUT #1, DA$: INPUT #1, D1$
450 FOR J=1 TO NM
460 INPUT #1, J, NI(J), NF(J), A(J)
470 NEXT J
480 DIM DX$(NN), DY$(NN), DX(2*NN)
490 INPUT #1, NO$
500 INPUT #1, RA$: INPUT #1, R1$
510 FOR I=1 TO NA
520 INPUT #1, AP(I), DX[2*AP(I)-1], DX[2*AP(I)]
530 NEXT I
540 INPUT #1, NO$: INPUT #1, EC$, EC
550 FOR J=1 TO EC
560 INPUT #1, J, NNC(J)
570 NEXT J
580 DIM NA(NNC(1)), FA(2*NN), NB(NNC(2)), FB(2*NN), NC(NNC(3)), FC(2*NN), ND(NNC(4)), F
D(2*NN), NE(NNC(5)), FE(2*NN)
590 INPUT #1, NO$
600 INPUT #1, DC$
610 FOR J=1 TO EC
620 INPUT #1, EC$, J
630 INPUT #1, NC$, NNC(J): INPUT #1, C3$
640 FOR I=1 TO NNC(J)
650 IF J=1 THEN GOTO 700
660 IF J=2 THEN GOTO 720
670 IF J=3 THEN GOTO 740
680 IF J=4 THEN GOTO 760

```

```

690 IF J=5 THEN GOTO 780
700 INPUT #1,NA(I),FA[2*NA(I)-1],FA[2*NA(I)]
710 GOTO 790
720 INPUT #1,NB(I),FB[2*NB(I)-1],FB[2*NB(I)]
730 GOTO 790
740 INPUT #1,NC(I),FC[2*NC(I)-1],FC[2*NC(I)]
750 GOTO 790
760 INPUT #1,ND(I),FD[2*ND(I)-1],FD[2*ND(I)]
770 GOTO 790
780 INPUT #1,NE(I),FE[2*NE(I)-1],FE[2*NE(I)]
790 NEXT I
800 NEXT J
810 CLOSE #1
820 GOTO 980
830 REM"*****MARGINADOS*****"
840 LOCATE 10,20:PRINT CHR$(201);
850 FOR I=21 TO 59:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 10,60:PRINT CHR$(187)
860 FOR I=11 TO 22:LOCATE I,20:PRINT CHR$(186):LOCATE I,60:PRINT CHR$(186):NEXT
I
870 LOCATE 23,20:PRINT CHR$(200);
880 FOR I=21 TO 59:PRINT CHR$(205);:NEXT I:PRINT CHR$(188)
890 LOCATE 12,20:PRINT CHR$(204);:FOR I=21 TO 59:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE
12,60:PRINT CHR$(185)
900 RETURN
910 LOCATE 10,10:PRINT CHR$(201);
920 FOR I=11 TO 69:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 10,70:PRINT CHR$(187)
930 FOR I=11 TO 22:LOCATE I,10:PRINT CHR$(186):LOCATE I,70:PRINT CHR$(186):NEXT
I
940 LOCATE 23,10:PRINT CHR$(200);
950 FOR I=11 TO 69:PRINT CHR$(205);:NEXT I:PRINT CHR$(188)
960 RETURN
970 REM "*****LECTURA DE ESFUERZOS DE DISEÑO*****"
980 M2=0:M3=0:M=0:J=1
990 DIM LM(NM),PD(NM),PID(NM)
1000 ND$=LEFT$(ND$,10)
1010 OPEN "I",#1,ND$+".RC6"
1020 INPUT #1,RD$:INPUT #1,N0$
1030 FOR I=1 TO NRA
1040 M=M+1
1050 IF J=1 THEN J=0:GOTO 1110
1060 J=1
1070 IF DX(M)=0 THEN M3=M3+1: GOTO 1040
1080 M3=M3+1
1090 INPUT #1,M3,RD$,D1(I)
1100 GOTO 1140
1110 IF DX(M)=0 THEN M2=M2+1 :GOTO 1040
1120 M2=M2+1
1130 INPUT #1,M2,RD$,D1(I)
1140 NEXT I
1150 M=0:J=0:M2=0:M3=0
1160 INPUT #1,N0$:INPUT #1,FP$:INPUT #1,N0$
1170 INPUT #1,MD$
1180 FOR J=1 TO NM
1190 INPUT #1,J,NI(J),GG$,NF(J),LM(J),PD(J),PID(J)
1200 REM
1210 NEXT J
1220 CLOSE #1
1230 REM
1240 GOTO 150
1250 REM"*****VISUALIZAR ESFUERZOS DE DISEÑO*****"
1260 CLS:COLOR 0,7:PRINT " REACCIONES PARA D
I SE # 0 " :COLOR 7,0
1270 M2=0:M3=0:M=0:J=1
1280 FOR I=1 TO NRA
1290 M=M+1
1300 IF J=1 THEN J=0:GOTO 1360
1310 J=1
1320 IF DX(M)=0 THEN M3=M3+1: GOTO 1290
1330 M3=M3+1
1340 PRINT "NUDO";M3;RD$;:PRINT USING "+#####.###";D1(I)
1350 GOTO 1390

```

```

1360 IF DX(M)=0 THEN M2=M2+1 :GOTO 1290
1370 M2=M2+1
1380 PRINT "NUDO";M2;RX$;:PRINT USING "+#####.###";01(I)
1390 NEXT I
1400 M=0;J=0:M2=0:M3=0
1410 COLOR 0,7:PRINT " F U E R Z A S P A R A D I S
E Ñ O ":COLOR 7,0
1420 PRINT "#.MIEMBRO";TAB(14);"ENTRE NUDOS";TAB(33);"LONGITUD(CM)";TAB(53);" T
ENSION";TAB(70);"COMPRESION"
1430 FOR J=1 TO NM
1440 PRINT J;TAB(14);NI(J);TAB(19);GG$;TAB(20);NF(J);:PRINT TAB(34);USING "###.
###";LM(J);:PRINT TAB(51);USING "#####.###";PD(J);:PRINT TAB(68);USING "#####
#.###";PID(J)
1450 NEXT J
1460 IF INKEY$="" THEN GOTO 1460
1470 GOTO 150
1480 REM"#####IMPRESION DE ESFUERZOS DE DISEÑO#####"
1490 LPRINT CHR$(15):LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT "-----"
-----"
1500 LPRINT TAB(29);"ESFUERZOS PARA DISEÑO"
1510 LPRINT "-----"
-----":LPRINT TAB(70);ND$:LPRINT "REACCIONES":LPRINT
1520 M2=0:M3=0:M=0:J=1
1530 FOR I=1 TO NRA
1540 M=M+1
1550 IF J=1 THEN J=0:GOTO 1610
1560 J=1
1570 IF DX(M)=0 THEN M3=M3+1: GOTO 1540
1580 M3=M3+1
1590 LPRINT "NUDO";M3;RY$;" ";:LPRINT USING "+#####.###";01(I)
1600 GOTO 1640
1610 IF DX(M)=0 THEN M2=M2+1 :GOTO 1540
1620 M2=M2+1
1630 LPRINT "NUDO";M2;RX$;" ";:LPRINT USING "+#####.###";01(I)
1640 NEXT I
1650 M=0;J=0:M2=0:M3=0:LPRINT
1660 LPRINT "FUERZAS EN LOS MIEMBROS":LPRINT
1670 LPRINT "#.MIEMBRO";TAB(14);"ENTRE NUDOS";TAB(33);"LONGITUD(CM)";TAB(53);" T
ENSION";TAB(70);"COMPRESION"
1680 FOR J=1 TO NM
1690 LPRINT J;TAB(14);NI(J);TAB(19);GG$;TAB(20);NF(J);:LPRINT TAB(32);USING "###
#.###";LM(J);:LPRINT TAB(53);USING "#####.###";PD(J);:LPRINT TAB(70);USING "###
#####.###";PID(J)
1700 NEXT J
1710 LPRINT "-----"
-----"
1720 GOTO 150
1730 COMMON NO$,NI$,D1$,ND$,CC$
1740 CHAIN "B-PERFIL.TES",60
1750 REM "#####DISEÑO DE LOS ELEMENTOS#####"
1760 GOSUB 8530:GOSUB 8680:LOCATE 17,6:PRINT "TIPO DE PERFIL A USAR EN MIEMBROS
PRINCIPALES=";:INPUT MP$
1770 LOCATE 18,6:PRINT "ALTURA DEL PERFIL=";:INPUT H3
1780 LOCATE 19,6:PRINT " "
1790 LOCATE 20,6:PRINT "TIPO DE PERFIL A USAR EN MIEMBROS SECUNDARIOS=";:INPUT M
S$
1800 LOCATE 21,6:PRINT "ALTURA DEL PERFIL=";:INPUT H2
1810 LOCATE 17,6:PRINT "
"
1820 LOCATE 18,6:PRINT " "
1830 LOCATE 20,6:PRINT "
"
1840 LOCATE 21,6:PRINT " "
1850 LOCATE 17,6:PRINT "TIPO DE PERFIL A USAR EN MIEMBROS ESPECIALES =" ;:INPUT M
E$
1860 LOCATE 18,6:PRINT "ALTURA DEL PERFIL=";:INPUT H4
1870 CLS:FY=2400:FB=.6*FY
1880 GOSUB 8830
1890 LPRINT CHR$(15)
1900 LPRINT TAB(22);"D I S E Ñ O E S T R U C T U R A L "
1910 LPRINT "-----"

```

```

-----
1920 LPRINT "NOMBRE :";NO$;:LPRINT TAB(69);ND$
1930 LPRINT "-----"
-----
1940 LPRINT "#.MIEMB";TAB(10);"COMP-MAX";TAB(21);"TENS-MAX";TAB(32);"KL/R";TAB(3
8);"AREA-P";TAB(46);"ADIC";TAB(52);"PERFIL-SELECCIONADO";TAB(74);"SUELDA"
1950 LPRINT "-----"
-----
1960 LPRINT " # ";TAB(10);" Kg ";TAB(21);" Kg ";TAB(31);" ";TAB(3
9);" cm2 ";TAB(47);" cm2 ";TAB(52);" mm ";TAB(74);" cm "
1970 LPRINT "-----"
-----":LPRINT
1980 FOR J=1 TO NM
1990 LOCATE 2,2:COLOR 0,7:PRINT " M I E M B R O #=";J " ":COLOR 7,0
2000 LOCATE 4,2:COLOR 0,7:PRINT " DATOS GENERALES ":COLOR 7,0
2010 LOCATE 6,3:PRINT "PRINC/SECUN/ESP (P/S/E)=";:INPUT PS$
2020 IF PS$="P" OR PS$="p" THEN P$=MP$;H1=H3:GOTO 2060
2030 IF PS$="S" OR PS$="s" THEN P$=MS$;H1=H2:GOTO 2060
2040 IF PS$="E" OR PS$="e" THEN P$=ME$;H1=H2:GOTO 2060
2050 GOTO 2010
2060 LOCATE 7,3:PRINT "LONGITUD(cm)=";:PRINT USING "###.##";LM(J)
2070 LOCATE 8,3:PRINT "TENSION (Kg)=";:PRINT USING "#####.###";PD(J)
2080 LOCATE 9,3:PRINT "COMPRES (Kg)=";:PRINT USING "#####.###";PID(J)
2090 LOCATE 10,3:PRINT "Fy =" ;FY "Kg/cm2"
2100 LOCATE 11,3:PRINT "Fb =" ;FB "Kg/cm2"
2110 LOCATE 12,3:PRINT "Mod.Elastic=";ME "Kg/cm2"
2120 IF P$="B" OR P$="J" OR P$="E" THEN 2220
2130 IF P$="A" THEN 2960
2140 IF P$="H" OR P$="I" THEN 3680
2150 IF P$="K" THEN 4350
2160 IF P$="F" OR P$="G" THEN 4900
2170 IF P$="C" THEN 5560
2180 IF P$="D" THEN 6310
2190 GOTO 1760
2200 REM "*****DISEÑO DE MIEMBROS CON ELEMENTOS ATIESADOS Y NO ATIESADOS*****"
2210 REM "*****CA-ZA-OMEGAS*****"
2220 LOCATE 9,34:COLOR 0,7:PRINT " POR FAVOR ESPERE ESTA SELECCIONANDO ":CO
LOR 7,0
2230 OPEN "I",#1,C$
2240 IF EOF(1) THEN LOCATE 18,2:PRINT "NO HAY PERFILES ARCHIVADOS":GOTO 2260
2250 P=0:GOTO 2270
2260 CLOSE #1:GOTO 1760
2270 INPUT #1,LX,A1X,A2X,A3X,A4X,A5,A6,A7,A8,A9,A10,A11,A12,A13,A14,A1$,A2$,A3$
2280 IF H1=A1X THEN 2460
2290 IF P=0 THEN 2400
2300 PT=ABS(PID(J))-P
2310 AAD=PT/FD
2320 LOCATE 14,2:COLOR 0,7:PRINT " DISEÑO A COMPRESION ":COLOR 7,0
2330 LOCATE 16,3:PRINT "r.min (cm)=";R
2340 LOCATE 17,3:PRINT "FD (Kg/cm)=";:PRINT USING "###.###";FD
2350 LOCATE 18,3:PRINT "P.real(Kg)=";:PRINT USING "#####.###";PID(J)
2360 LOCATE 19,3:PRINT "P.max (Kg)=";:PRINT USING "#####.###";-P
2370 LOCATE 20,3:PRINT "adici(cm2)=";AAD
2380 A1X=D5:A2X=D6:A3X=D7:A4X=D8:A5=D9
2390 GOTO 2940
2400 IF EOF(1) THEN 2420
2410 GOTO 2270
2420 IF B6=1 THEN GOTO 2300
2430 LOCATE 23,22:PRINT "NO HAY PERFILES CON ESTE PERALTE !CAMBIELO!"
2440 IF INKEY$="" THEN 2440
2450 CLOSE #1:CLS:GOTO 1760
2460 B=A2X:C=A3X:ES=A4X
2470 H=A1X/10:B=B/10:C=C/10:ES=ES/10:W1=C-2*ES:W2=B-4*ES:W3=H-4*ES:WT1=W1/ES
2480 WT2=W2/ES:WT3=W3/ES:CC=SQR(2*9.869604*ME/FY)
2490 IF A10<A13 THEN R=A10:GOTO 2510
2500 R=A13
2510 LR=LM(J)/R
2520 IF LR>200 THEN LOCATE 16,3:PRINT "EL MIEMBRO FALLA POR:":LOCATE 17,3:PRINT
"KL/r=";LR"> 200":LOCATE 18,3:PRINT "¡AUMENTE EL PERALTE!":LOCATE 19,3:INPUT "SE
GIR DISEÑANDO (S/N) ";Z$:GOTO 2550
2530 IF LR < 20 THEN FD=PID(J)/A5 :GOTO 2580

```

```

2540 GOTO 2590
2550 LOCATE 16,3:PRINT "          ":LOCATE 18,3:PRINT "          "
          ":LOCATE 17,3:PRINT "          "
          ":LOCATE 19,3:PRINT "          "

2560 IF Z$="S" OR Z$="s" THEN GOTO 2590
2570 CLOSE #1:GOTO 1760
2580 IF FD>FB THEN GOTO 2270
2590 IF WT1<=11 THEN GOTO 2610
2600 GOTO 2690
2610 IF WT2<38 THEN GOTO 2630
2620 GOTO 2690
2630 IF WT3<38 THEN GOTO 2650
2640 GOTO 2690
2650 IF ES>.2 THEN Q=1:GOTO 2670
2660 GOTO 2690
2670 IF LR<CC THEN CQ=CC:GOTO 2790
2680 GOTO 2800
2690 IF WT1<11 THEN FC=FB:GOTO 2740
2700 IF WT1<24 THEN FC=FY*(.767-.0003096*WT1*SQR(FY)):GOTO 2740
2710 IF WT1<25 THEN FC=8000*FY/33/(WT1)^2:GOTO 2740
2720 IF WT1>60 THEN PRINT "ELEMENTO NO ATIESADO W/t>60":END
2730 FC=FB*(1-.28/19.8*WT1)
2740 QS=FC/FB
2750 IF WT2>38 THEN W2=(2157*ES/SQR(FC))*(1-472/(WT2*SQR(FC))):GOTO 2760
2760 IF WT3>38 THEN W3=(2157*ES/SQR(FC))*(1-472/(WT3*SQR(FC))):GOTO 2770
2770 AE=(2*W1+2*W2+W3)*ES
2780 QA=AE/A5:Q=QS*QA:CQ=CC/SQR(Q)
2790 IF LR<CQ THEN FD=12/23*Q*FY-3*(Q*FY*LR/3.1416)^2/23/ME:GOTO 2830
2800 FD=5.14936*ME/LR^2
2810 GOTO 2830
2820 FD=(1-LR^2/(2*CC^2))*FY/(5/3+3*LR/(8*CC)-LR^3/(8*CC^3))
2830 P=FD*A5
2840 IF ABS(PID(J)) <P THEN GOTO 2870
2850 FOR I=34 TO 76:LOCATE 9,34:PRINT CHR$(205);:NEXT I
2860 B6=1:D5=A1Z:D6=A2Z:D7=A3Z:D8=A4Z:D9=A5:GOTO 2400
2870 LOCATE 14,2:COLOR 0,7:PRINT "      DISEÑO A COMPRESION      ":COLOR 7,0
2880 LOCATE 16,3:PRINT "Kr/L      "=:LR
2890 LOCATE 17,3:PRINT "r.min (cm)=":R
2900 LOCATE 18,3:PRINT "Q      "=:Q
2910 LOCATE 19,3:PRINT "FD (Kg/cm)=":PRINT USING "####.###";FD
2920 LOCATE 20,3:PRINT "P.real(Kg)=":PRINT USING "#####.###";PID(J)
2930 LOCATE 21,3:PRINT "P.max (Kg)=":PRINT USING "#####.###";-P
2940 LOCATE 14,31:COLOR 0,7:PRINT "      DISEÑO A TENSION      ":COLOR 7,0:GOTO 7120
2950 REM "#####C-Z#####"
2960 LOCATE 9,34:COLOR 0,7:PRINT "      POR FAVOR ESPERE ESTA SELECCIONANDO      ":CD
LOR 7,0
2970 OPEN "I",#1,C$
2980 IF EOF(1) THEN LOCATE 18,2:PRINT "NO HAY PERFILES ARCHIVADOS":GOTO 3000
2990 P=0:GOTO 3010
3000 CLOSE #1:GOTO 1760
3010 INPUT #1,LZ,A1Z,A2Z,A3Z,A4Z,A5,A6,A7,A8,A9,A10,A11,A12,A13,A14,A1$,A2$,A3$
3020 IF H1=A1Z THEN 3200
3030 IF P=0 THEN 3140
3040 PT=ABS(PID(J))-P
3050 AAD=PT/FD
3060 LOCATE 14,2:COLOR 0,7:PRINT "      DISEÑO A COMPRESION      ":COLOR 7,0
3070 LOCATE 16,3:PRINT "Kr/L      "=:LR
3080 LOCATE 17,3:PRINT "FD (Kg/cm)=":PRINT USING "####.###";FD
3090 LOCATE 18,3:PRINT "P.real(Kg)=":PRINT USING "#####.###";PID(J)
3100 LOCATE 19,3:PRINT "P.max (Kg)=":PRINT USING "#####.###";-P
3110 LOCATE 20,3:PRINT "adici cm²=":AAD
3120 A1Z=D5:A2Z=D6:A4Z=D8:A5=D9
3130 GOTO 3650
3140 IF EOF(1) THEN 3160
3150 GOTO 3010
3160 IF B6=1 THEN GOTO 3040
3170 LOCATE 23,22:PRINT "NO HAY PERFILES CON ESTE PERALTE !CAMBIELO!"
3180 IF INKEY$="" THEN 3180
3190 CLOSE #1:CLS:GOTO 1760
3200 B=A2Z:ES=A4Z
3210 H=A1Z/10:B=B/10:ES=ES/10:W2=B-4*ES:W3=H-4*ES

```

```

3220 WT2=W2/ES:WT3=W3/ES:CC=SQR(2*9.869604*ME/FY)
3230 IF A10<A13 THEN R=A10:GOTO 3250
3240 R=A13
3250 LR=LM(J)/R
3260 IF LR>200 THEN LOCATE 16,3:PRINT "EL MIEMBRO FALLA POR:";LOCATE 17,3:PRINT
"KL/r=";LR"> 200":LOCATE 18,3:PRINT "¡AUMENTE EL PERALTE!";LOCATE 19,3:INPUT "SE
GIR DISEÑANDO (S/N) ";Z$:GOTO 3290
3270 IF LR < 20 THEN FD=PID(J)/A5 :GOTO 3320
3280 GOTO 3330
3290 LOCATE 16,3:PRINT "                                ":LOCATE 17,3:PRINT "
":LOCATE 18,3:PRINT "                                ":LOCATE 19,3:PRINT "
"
3300 IF Z$="S" OR Z$="s" THEN GOTO 3330
3310 CLOSE #1:GOTO 1760
3320 IF FD>FB THEN GOTO 3010
3330 IF WT2<=11 THEN GOTO 3350
3340 GOTO 3410
3350 IF WT3<=38 THEN GOTO 3370
3360 GOTO 3410
3370 IF ES>.2 THEN Q=1:GOTO 3390
3380 GOTO 3410
3390 IF LR<CC THEN CQ=CC:GOTO 3500
3400 GOTO 3510
3410 IF WT2<11 THEN FC=FB:GOTO 3460
3420 IF WT2<24 THEN FC=FY*(.767-.0003096*WT2*SQR(FY)):GOTO 3460
3430 IF WT2<25 THEN FC=8000*FY/33/(WT2)^2:GOTO 3460
3440 IF WT2>60 THEN PRINT "ELEMENTO NO ATIESADO W/t>60":END
3450 FC=FB*(1-.28/19.8*WT2)
3460 QS=FC/FB
3470 IF WT3>38 THEN W3=(2157*ES/SQR(FC))*(1-472/(WT3*SQR(FC))):GOTO 3480
3480 AE=(2*W2+W3)*ES
3490 QA=AE/A5:Q=QS*QA:CQ=CC/SQR(Q)
3500 IF LR<CQ THEN FD=12/23*Q*FY-3*(Q*FY*LR/3.1416)^2/23/ME:GOTO 3540
3510 FD=5.14936*ME/LR^2
3520 GOTO 3540
3530 FD=(1-LR^2/(2*CC^2))*FY/(5/3+3*LR/(8*CC)-LR^3/(8*CC^3))
3540 P=FD*A5
3550 IF ABS(PID(J)) < P THEN GOTO 3580
3560 FOR I=34 TO 76:LOCATE 9,34:PRINT CHR$(205);:NEXT I
3570 B6=1:D5=A1%:D6=A2%:D8=A4%:D9=A5:GOTO 3140
3580 LOCATE 14,2:COLOR 0,7:PRINT " DISEÑO A COMPRESION ":COLOR 7,0
3590 LOCATE 16,3:PRINT "Kr/L      "=:LR
3600 LOCATE 17,3:PRINT "r.min (cm)=":R
3610 LOCATE 18,3:PRINT "Q      "=:Q
3620 LOCATE 19,3:PRINT "FD (Kg/cm)=";:PRINT USING "#####.###";FD
3630 LOCATE 20,3:PRINT "P.real(Kg)=";:PRINT USING "#####.###";PID(J)
3640 LOCATE 21,3:PRINT "P.max (Kg)=";:PRINT USING "#####.###";-P
3650 LOCATE 14,31:COLOR 0,7:PRINT " DISEÑO A TENSION ":COLOR 7,0:GOTO 7120
3660 REM "*****DISEÑO DE MIEMBROS CON ELEMENTOS TOTALMENTE ATIESADOS*****"
3670 REM "*****TUBOS CUADRADOS (o),Y RECTANGULARES()*****"
3680 LOCATE 9,34:COLOR 0,7:PRINT " POR FAVOR ESPERE ESTA SELECCIONANDO ":CO
LOR 7,0
3690 OPEN "I",#1,C$
3700 IF EOF(1) THEN LOCATE 18,2:PRINT "NO HAY PERFILES ARCHIVADOS":GOTO 3720
3710 P=0:GOTO 3730
3720 CLOSE #1:GOTO 1760
3730 INPUT #1,LX,A1%,A2%,A3%,A4%,A5,A6,A7,A8,A9,A10,A11,A12,A13,A14,A1$,A2$,A3$
3740 IF H1=A1% THEN 3920
3750 IF P=0 THEN 3860
3760 PT=ABS(PID(J))-P
3770 AAD=PT/FD
3780 LOCATE 14,2:COLOR 0,7:PRINT " DISEÑO A COMPRESION ":COLOR 7,0
3790 LOCATE 16,3:PRINT "r.min (cm)=":R
3800 LOCATE 17,3:PRINT "FD (Kg/cm)=";:PRINT USING "####.###";FD
3810 LOCATE 18,3:PRINT "P.real(Kg)=";:PRINT USING "#####.###";PID(J)
3820 LOCATE 19,3:PRINT "P.max (Kg)=";:PRINT USING "#####.###";-P
3830 LOCATE 20,3:PRINT "adici cm^2=":AAD
3840 A1%=D5:A2%=D6:A3%=D7:A4%=D8:A5=D9
3850 GOTO 4320
3860 IF EOF(1) THEN 3880
3870 GOTO 3730

```

```

3880 IF B6=1 THEN GOTO 3760
3890 LOCATE 23,22:PRINT "NO HAY PERFILES CON ESTE PERALTE !CAMBIELO!"
3900 IF INKEY$="" THEN 3900
3910 CLOSE #1:CLS:GOTO 1760
3920 B=A2%:ES=A4%
3930 H=A1%/10:B=B/10:ES=ES/10:W2=B-4%ES:W3=H-4%ES
3940 WT2=W2/ES:WT3=W3/ES:CC=SQR(219.869604%ME/FY)
3950 IF A10<A13 THEN R=A10:GOTO 3970
3960 R=A13
3970 LR=LM(J)/R
3980 IF LR>200 THEN LOCATE 16,3:PRINT "EL MIEMBRO FALLA POR:":LOCATE 17,3:PRINT
"KL/r=";LR"> 200":LOCATE 18,3:PRINT "!AUMENTE EL PERALTE!":LOCATE 19,3:INPUT "SE
GIR DISEÑANDO (S/N) " ;Z$:GOTO 4010
3990 IF LR < 20 THEN FD=P1D(J)/A5 :GOTO 4040
4000 GOTO 4050
4010 LOCATE 16,3:PRINT " " " :LOCATE 17,3:PRINT "
" :LOCATE 18,3:PRINT " " " :LOCATE 19,3:PRINT "
"
4020 IF Z$="S" OR Z$="5" THEN GOTO 4050
4030 CLOSE #1:GOTO 1760
4040 IF FD>FB THEN GOTO 3730
4050 IF WT2<=38 THEN GOTO 4070
4060 GOTO 4130
4070 IF WT3<=38 THEN GOTO 4090
4080 GOTO 4130
4090 IF ES>.2 THEN Q=1:GOTO 4110
4100 GOTO 4130
4110 IF LR<CC THEN CQ=CC:GOTO 4170
4120 GOTO 4180
4130 IF WT2>38 THEN W2=(2157%ES/SQR(FB))*(1-472/(WT2*SQR(FB))):GOTO 4140
4140 IF WT3>38 THEN W3=(2157%ES/SQR(FB))*(1-472/(WT3*SQR(FB))):GOTO 4150
4150 AE=(2%W2+2%W3)%ES
4160 QA=AE/A5:Q=QA:CQ=CC/SQR(Q)
4170 IF LR<CQ THEN FD=12/23%Q%FY-3%(Q%FY%LR/3.1416)^2/23/ME:GOTO 4210
4180 FD=5.14936%ME/LR^2
4190 GOTO 4210
4200 FD=(1-LR^2/(2%CC^2))%FY/(5/3+3%LR/(8%CC)-LR^3/(8%CC^3))
4210 P=FD%A5
4220 IF ABS(P1D(J)) < P THEN GOTO 4250
4230 FOR I=34 TO 76:LOCATE 9,34:PRINT CHR$(205);:NEXT I
4240 B6=1:D5=A1%:D6=A2%:D7=A3%:D8=A4%:D9=A5:GOTO 3860
4250 LOCATE 14,2:COLOR 0,7:PRINT " DISEÑO A COMPRESION " :COLOR 7,0
4260 LOCATE 16,3:PRINT "Kr/L " =";LR
4270 LOCATE 17,3:PRINT "r.min (cm)=";R
4280 LOCATE 18,3:PRINT "Q " =";Q
4290 LOCATE 19,3:PRINT "FD (Kg/cm)=";:PRINT USING "####.###";FD
4300 LOCATE 20,3:PRINT "P.real(Kg)=";:PRINT USING "#####.###";P1D(J)
4310 LOCATE 21,3:PRINT "P.max (Kg)=";:PRINT USING "#####.###";-P
4320 LOCATE 14,31:COLOR 0,7:PRINT " DISEÑO A TENSION " :COLOR 7,0:GOTO 7120
4330 REM "*****DISEÑO DE MIEMBROS CIRCULARES*****"
4340 REM "*****TUBOS CIRCULARES(D)*****"
4350 LOCATE 9,34:COLOR 0,7:PRINT " POR FAVOR ESPERE ESTA SELECCIONANDO " :CO
LOR 7,0
4360 OPEN "I",#1,C$
4370 IF EOF(1) THEN LOCATE 18,2:PRINT "NO HAY PERFILES ARCHIVADOS":GOTO 4390
4380 P=0:GOTO 4400
4390 CLOSE #1:GOTO 1760
4400 INPUT #1,L%,A1%,A2%,A3%,A4%,A5,A6,A7,A8,A9,A10,A11,A12,A13,A14,A1%,A2%,A3%
4410 IF H1=A1% THEN 4590
4420 IF P=0 THEN 4530
4430 PT=ABS(P1D(J))-P
4440 AAD=PT/FD
4450 LOCATE 14,2:COLOR 0,7:PRINT " DISEÑO A COMPRESION " :COLOR 7,0
4460 LOCATE 16,3:PRINT "r.min (cm)=";R
4470 LOCATE 17,3:PRINT "FD (Kg/cm)=";:PRINT USING "####.###";FD
4480 LOCATE 18,3:PRINT "P.real(Kg)=";:PRINT USING "#####.###";P1D(J)
4490 LOCATE 19,3:PRINT "P.max (Kg)=";:PRINT USING "#####.###";-P
4500 LOCATE 20,3:PRINT "adicionar=";AAD"cm"
4510 A1%=D5:A2%=D6:A3%=D7:A4%=D8:A5=D9
4520 GOTO 4870
4530 IF EOF(1) THEN 4550

```

```

4540 GOTO 4400
4550 IF B6=1 THEN GOTO 4430
4560 LOCATE 23,22:PRINT "NO HAY PERFILES CON ESTE PERALTE !CAMBIELO!"
4570 IF INKEY$="" THEN 4570
4580 CLOSE #1:CLS:GOTO 1760
4590 R=A13:D=A1X:ES=A4X
4600 D=D/10:ES=ES/10
4610 DT=D/ES:D1T=240000!/FY:D2T=945454!/FY
4620 LR=LM(J)/R
4630 IF LR>200 THEN LOCATE 16,3:PRINT "EL MIEMBRO FALLA POR:";LOCATE 17,3:PRINT
"KL/r=";LR"> 200":LOCATE 18,3:PRINT "!AUMENTE EL PERALTE!";LOCATE 19,3:INPUT "SE
GIR DISEÑANDO (S/N) ";Z$:GOTO 4660
4640 IF LR < 20 THEN FD=P1D(J)/A5 :GOTO 4690
4650 GOTO 4700
4660 LOCATE 16,3:PRINT "                                ":LOCATE 17,3:PRINT "
":LOCATE 18,3:PRINT "                                ":LOCATE 19,3:PRINT "
"
4670 IF Z$="S" OR Z$="s" THEN GOTO 4700
4680 CLOSE #1:GOTO 1760
4690 IF FD>FB THEN GOTO 4400
4700 IF DT<D1T THEN FD=FB:GOTO 4750
4710 IF DT>D2T THEN PRINT "COGER OTRO":GOTO 4400
4720 F1D=(662/DT)+.399*FY
4730 FD=.522*FY-(FY*LR/12533)^2
4740 IF FD<F1D THEN FD=F1D:GOTO 4750
4750 P=FD*A5
4760 IF ABS(P1D(J)) < P THEN GOTO 4800
4770 FOR I=34 TO 76:LOCATE 9,34:PRINT CHR$(205);:NEXT I
4780 B6=1:D5=A1X:D6=A2X:D7=A3X:D8=A4X:D9=A5:GOTO 4530
4790 GOTO 4400
4800 LOCATE 14,2:COLOR 0,7:PRINT "      DISEÑO A COMPRESION      ":COLOR 7,0
4810 LOCATE 16,3:PRINT "Kr/L      "=:LR
4820 LOCATE 17,3:PRINT "r.min (cm)=":R
4830 LOCATE 18,3:PRINT "Q      "=:Q
4840 LOCATE 19,3:PRINT "FD (Kg/cm)=";:PRINT USING "####.###";FD
4850 LOCATE 20,3:PRINT "P.real(Kg)=";:PRINT USING "#####.###";P1D(J)
4860 LOCATE 21,3:PRINT "P.max (Kg)=";:PRINT USING "#####.###";-P
4870 LOCATE 14,31:COLOR 0,7:PRINT "      DISEÑO A TENSION      ":COLOR 7,0:GOTO 7120
4880 REM "*****DISEÑO DE MIEMBROS FORMADO DE ELEMENTOS NO ATIESADOS*****"
4890 REM "*****ANGULOS(L)-COMPUESTO(TL)*****"
4900 LOCATE 9,34:COLOR 0,7:PRINT "      POR FAVOR ESPERE ESTA SELECCIONANDO      ":CO
LOR 7,0
4910 OPEN "I",#1,C$
4920 IF EOF(1) THEN LOCATE 18,2:PRINT "NO HAY PERFILES ARCHIVADOS":GOTO 4940
4930 P=0:GOTO 4950
4940 CLOSE #1:GOTO 1760
4950 INPUT #1,LX,A1X,A2X,A3X,A4X,A5,A6,A7,A8,A9,A10,A11,A12,A13,A14,A1$,A2$,A3$
4960 IF H1=A1X THEN 5140
4970 IF P=0 THEN 5080
4980 PT=ABS(P1D(J))-P
4990 AAD=PT/FD
5000 LOCATE 14,2:COLOR 0,7:PRINT "      DISEÑO A COMPRESION      ":COLOR 7,0
5010 LOCATE 16,3:PRINT "r.min (cm)=":R
5020 LOCATE 17,3:PRINT "FD (Kg/cm)=";:PRINT USING "####.###";FD
5030 LOCATE 18,3:PRINT "P.real(Kg)=";:PRINT USING "#####.###";P1D(J)
5040 LOCATE 19,3:PRINT "P.max (Kg)=";:PRINT USING "#####.###";-P
5050 LOCATE 20,3:PRINT "adici cm²=":AAD
5060 A1X=D5:A2X=D6:A3X=D7:A4X=D8:A5=D9
5070 GOTO 5530
5080 IF EOF(1) THEN 5100
5090 GOTO 4950
5100 IF B6=1 THEN GOTO 4980
5110 LOCATE 23,22:PRINT "NO HAY PERFILES CON ESTE PERALTE !CAMBIELO!"
5120 IF INKEY$="" THEN 5120
5130 CLOSE #1:CLS:GOTO 1760
5140 B=A2X:ES=A4X
5150 H=A1X/10:B=B/10:ES=ES/10:W2=B-2*ES:W3=H-2*ES
5160 WT=W2/ES:CC=SQR(2*9.869604*H*E/FY)
5170 IF A10<A13 THEN R=A10:GOTO 5190
5180 R=A13
5190 LR=LM(J)/R

```



```

5200 IF LR>200 THEN LOCATE 16,3:PRINT "EL MIEMBRO FALLA POR:":LOCATE 17,3:PRINT
"KL/r=";LR"> 200":LOCATE 18,3:PRINT "¡AUMENTE EL PERALTE!":LOCATE 19,3:INPUT "SE
GIR DISEÑANDO (S/N) ";Z$:GOTO 5230
5210 IF LR < 20 THEN FD=P1D(J)/A5 :GOTO 5260
5220 GOTO 5270
5230 LOCATE 16,3:PRINT "                                ":LOCATE 17,3:PRINT "
      ":LOCATE 18,3:PRINT "                                ":LOCATE 19,3:PRINT "
      .
5240 IF Z$="S" OR Z$="s" THEN GOTO 5270
5250 CLOSE #1:GOTO 1760
5260 IF FD>FB THEN GOTO 4950
5270 IF WT1<=11 THEN GOTO 5290
5280 GOTO 5330
5290 IF ES>.2 THEN Q=1:GOTO 5310
5300 GOTO 5330
5310 IF LR<CC THEN CQ=CC:GOTO 5380
5320 GOTO 5390
5330 IF WT<24 THEN FC=FY*(.767-.0003096*WT*SQR(FY)):GOTO 5370
5340 IF WT<25 THEN FC=8000*FY/33/(WT)^2:GOTO 5370
5350 IF WT>60 THEN PRINT "ELEMENTO NO ATIESADO W/t>60":END
5360 FC=FB*(1-.28/19.8*WT)
5370 QS=FC/FB:Q=QS :CQ=CC/SQR(Q)
5380 IF LR<CQ THEN FD=12/23*Q*FY-3*(Q*FY*LR/3.1416)^2/23/ME:GOTO 5420
5390 FD=5.14936*ME/LR^2
5400 GOTO 5420
5410 FD=(1-LR^2/(2*CC^2))*FY/(5/3+3*LR/(8*CC)-LR^3/(8*CC^3))
5420 P=FD*A5
5430 IF ABS(P1D(J)) <P THEN GOTO 5460
5440 FOR I=34 TO 76:LOCATE 9,34:PRINT CHR$(205);:NEXT I
5450 B6=1:D5=A1%:D6=A2%:D7=A3%:D8=A4%:D9=A5:GOTO 4980
5460 LOCATE 14,2:COLOR 0,7:PRINT "      DISEÑO A COMPRESION      ":COLOR 7,0
5470 LOCATE 16,3:PRINT "Kr/L      "=:LR
5480 LOCATE 17,3:PRINT "r.min (cm)=":R
5490 LOCATE 18,3:PRINT "Q      "=:Q
5500 LOCATE 19,3:PRINT "FD (Kg/cm)=":PRINT USING "####.###";FD
5510 LOCATE 20,3:PRINT "P.real(Kg)=":PRINT USING "#####.###";P1D(J)
5520 LOCATE 21,3:PRINT "P.max (Kg)=":PRINT USING "#####.###";-P
5530 LOCATE 14,31:COLOR 0,7:PRINT "      DISEÑO A TENSION      ":COLOR 7,0:GOTO 7120
5540 REM "*****DISEÑO DE MIEMBROS COMPUESTOS (ATIESADOS Y NO ATIESADOS)*****"
5550 REM "*****ICAT*****"
5560 LOCATE 9,34:COLOR 0,7:PRINT "      POR FAVOR ESPERE ESTA SELECCIONANDO      ":CO
LOR 7,0
5570 OPEN "I",#1,C$
5580 IF EOF(1) THEN LOCATE 18,2:PRINT "NO HAY PERFILES ARCHIVADOS":GOTO 5600
5590 P=0:GOTO 5610
5600 CLOSE #1:GOTO 1760
5610 INPUT #1,L%,A1%,A2%,A3%,A4%,A5,A6,A7,A8,A9,A10,A11,A12,A13,A14,A1$,A2$,A3$
5620 IF H1=A1% THEN 5810
5630 IF P=0 THEN 5750
5640 PT=ABS(P1D(J))-P
5650 AAD=PT/FD
5660 LOCATE 14,2:COLOR 0,7:PRINT "      DISEÑO A COMPRESION      ":COLOR 7,0
5670 LOCATE 16,3:PRINT "r.min (cm)=":R
5680 LOCATE 17,3:PRINT "FD (Kg/cm)=":PRINT USING "####.###";FD
5690 LOCATE 18,3:PRINT "P.real(Kg)=":PRINT USING "#####.###";P1D(J)
5700 LOCATE 19,3:PRINT "P.max (Kg)=":PRINT USING "#####.###";-P
5710 LOCATE 20,3:PRINT "adici cm=":AAD
5720 A1%=D5:A2%=D6:A3%=D7:A4%=D8:A5=D9
5730 GOTO 5810
5740 IF H1=A1% THEN 5810
5750 IF EOF(1) THEN 5770
5760 GOTO 5610
5770 IF B6=1 THEN GOTO 5640
5780 LOCATE 23,22:PRINT "NO HAY PERFILES CON ESTE PERALTE ¡CAMBIELO!"
5790 IF INKEY$="" THEN 5790
5800 CLOSE #1:CLS:GOTO 1760
5810 B=A2%:C=A3%:ES=A4%
5820 H=A1%/10:B=B/10:C=C/10:ES=ES/10:W1=C-2*ES:W2=B-4*ES:W3=H-4*ES:WT1=W1/ES
5830 WT2=W2/ES:WT3=W3/(2*ES):CC=SQR(219.869604*ME/FY)
5840 IF A10<A13 THEN R=A10:GOTO 5860
5850 R=A13

```

```

5860 LR=LM(J)/R
5870 IF LR>200 THEN LOCATE 16,3:PRINT "EL MIEMBRO FALLA POR:":LOCATE 17,3:PRINT
"KL/r=";LR> 200":LOCATE 18,3:PRINT "AUMENTE EL PERALTE!":LOCATE 19,3:INPUT "SE
61R DISEÑANDO (S/N) ";Z$:GOTO 5900
5880 IF LR < 20 THEN FD=PID(J)/A5 :GOTO 5930
5890 GOTO 5940
5900 LOCATE 16,3:PRINT " " " :LOCATE 17,3:PRINT "
" :LOCATE 18,3:PRINT " " " :LOCATE 19,3:PRINT "
.
5910 IF Z$="S" OR Z$="s" THEN GOTO 5940
5920 CLOSE #1:GOTO 1760
5930 IF FD>FB THEN GOTO 5610
5940 IF WT1<=11 THEN GOTO 5960
5950 GOTO 6040
5960 IF WT2<38 THEN GOTO 5980
5970 GOTO 6040
5980 IF WT3<38 THEN GOTO 6000
5990 GOTO 6040
6000 IF ES=.2 THEN Q=1:GOTO 6020
6010 GOTO 6040
6020 IF LR<CC THEN CQ=CC:GOTO 6140
6030 GOTO 6150
6040 IF WT1<11 THEN FC=FB:GOTO 6090
6050 IF WT1<24 THEN FC=FY*(.767-.0003096*WT1*SQR(FY)):GOTO 6090
6060 IF WT1<25 THEN FC=8000*FY/33/(WT1)^2:GOTO 6090
6070 IF WT1>60 THEN PRINT "ELEMENTO NO ATIESADO W/t>60":END
6080 FC=FB*(1-.28/19.8*WT1)
6090 QS=FC/FB
6100 IF WT2>38 THEN W2=(2157*ES/SQR(FC))*(1-472/(WT2*SQR(FC))):GOTO 6110
6110 IF WT3>38 THEN W3=(2157*ES/SQR(FC))*(1-472/(WT3*SQR(FC))):GOTO 6120
6120 AE=(2*W1+2*W2+W3)*2*ES
6130 QA=AE/A5:Q=QS*QA:CQ=CC/SQR(Q)
6140 IF LR<CQ THEN FD=12/23*Q*FY-3*(Q*FY*LR/3.1416)^2/23/ME:GOTO 6180
6150 FD=5.14936*ME/LR^2
6160 GOTO 6180
6170 FD=(1-LR^2/(2*CC^2))*FY/(5/3+3*LR/(8*CC)-LR^3/(8*CC^3))
6180 P=FD*A5
6190 IF ABS(PID(J)) < P THEN GOTO 6220
6200 FOR I=34 TO 76:LOCATE 9,34:PRINT CHR$(205);:NEXT I
6210 B6=1:D5=A1%:D6=A2%:D7=A3%:D8=A4%:D9=A5:GOTO 5750
6220 LOCATE 14,2:COLOR 0,7:PRINT " DISEÑO A COMPRESION ":COLOR 7,0
6230 LOCATE 16,3:PRINT "Kr/L " " ;LR
6240 LOCATE 17,3:PRINT "r.min (cm)=";R
6250 LOCATE 18,3:PRINT "Q " " ;Q
6260 LOCATE 19,3:PRINT "FD (Kg/cm)=";:PRINT USING "####.###";FD
6270 LOCATE 20,3:PRINT "P.real(Kg)=";:PRINT USING "#####.###";PID(J)
6280 LOCATE 21,3:PRINT "P.max (Kg)=";:PRINT USING "#####.###";-P
6290 LOCATE 14,31:COLOR 0,7:PRINT " DISEÑO A TENSION ":COLOR 7,0:GOTO 7120
6300 REM "*****LOCA*****"
6310 LOCATE 9,34:COLOR 0,7:PRINT " POR FAVOR ESPERE ESTA SELECCIONANDO ":CO
LOR 7,0
6320 OPEN "I",#1,C$
6330 IF EOF(1) THEN LOCATE 18,2:PRINT "NO HAY PERFILES ARCHIVADOS":GOTO 6350
6340 P=0:GOTO 6360
6350 CLOSE #1:GOTO 1760
6360 INPUT #1,L%,A1%,A2%,A3%,A4%,A5,A6,A7,A8,A9,A10,A11,A12,A13,A14,A1$,A2$,A3$
6370 IF H1=A1% THEN 6550
6380 IF P=0 THEN 6490
6390 PT=ABS(PID(J))-P
6400 AAD=PT/FD
6410 LOCATE 14,2:COLOR 0,7:PRINT " DISEÑO A COMPRESION ":COLOR 7,0
6420 LOCATE 16,3:PRINT "r.min (cm)=";R
6430 LOCATE 17,3:PRINT "FD (Kg/cm)=";:PRINT USING "####.###";FD
6440 LOCATE 18,3:PRINT "P.real(Kg)=";:PRINT USING "#####.###";PID(J)
6450 LOCATE 19,3:PRINT "P.max (Kg)=";:PRINT USING "#####.###";-P
6460 LOCATE 20,3:PRINT "adici cm^2=";AAD
6470 A1%=D5:A2%=D6:A3%=D7:A4%=D8:A5=D9
6480 GOTO 2940
6490 IF EOF(1) THEN 6510
6500 GOTO 6360
6510 IF B6=1 THEN GOTO 6390

```

```

6520 LOCATE 23,22:PRINT "NO HAY PERFILES CON ESTE PERALTE 'CAMBIELO!'"
6530 IF INKEY$="" THEN 6530
6540 CLOSE #1:CLS:GOTO 1760
6550 B=A2%:C=A3%:ES=A4%
6560 H=A1%/10:B=B/10:C=C/10:ES=ES/10:W1=C-2*ES:W2=B-4*ES:W3=H-4*ES:WT1=W1/(2*ES)
6570 WT2=W2/ES:WT3=W3/ES:CC=SQR(2*9.869604*ME/FY)
6580 IF A10<A13 THEN R=A10:GOTO 6600
6590 R=A13
6600 LR=LM(J)/R
6610 IF LR>200 THEN LOCATE 16,3:PRINT "EL MIEMBRO FALLA POR:":LOCATE 17,3:PRINT
"KL/r=";LR"> 200":LOCATE 18,3:PRINT "¡AUMENTE EL PERALTE!":LOCATE 19,3:INPUT "SE
GIR DISEÑANDO (S/N) ";Z$:GOTO 6640
6620 IF LR < 20 THEN FD=PID(J)/A5 :GOTO 6670
6630 GOTO 6680
6640 LOCATE 16,3:PRINT "":LOCATE 17,3:PRINT " "
":LOCATE 18,3:PRINT " ":LOCATE 19,3:PRINT " "
.
6650 IF Z$="S" OR Z$="s" THEN GOTO 6680
6660 CLOSE #1:GOTO 1760
6670 IF FD>FB THEN GOTO 6360
6680 IF WT1<=11 THEN GOTO 6700
6690 GOTO 6780
6700 IF WT2<38 THEN GOTO 6720
6710 GOTO 6780
6720 IF WT3<38 THEN GOTO 6740
6730 GOTO 6780
6740 IF ES>.2 THEN Q=1:GOTO 6760
6750 GOTO 6780
6760 IF LR<CC THEN CQ=CC:GOTO 6880
6770 GOTO 6890
6780 IF WT1<11 THEN FC=FB:GOTO 6830
6790 IF WT1<24 THEN FC=FY*(.767-.0003096*WT1*SQR(FY)):GOTO 6830
6800 IF WT1<25 THEN FC=8000*FY/33/(WT1)^2:GOTO 6830
6810 IF WT1>60 THEN PRINT "ELEMENTO NO ATIESADO W/t>60":END
6820 FC=FB*(1-.28/19.8*WT1)
6830 QS=FC/FB
6840 IF WT2>38 THEN W2=(2157*ES/SQR(FC))*(1-472/(WT2*SQR(FC))):GOTO 6850
6850 IF WT3>38 THEN W3=(2157*ES/SQR(FC))*(1-472/(WT3*SQR(FC))):GOTO 6860
6860 AE=(2*W1+2*W2+W3)*2*ES
6870 QA=AE/A5:Q=QS*QA:CQ=CC/SQR(Q)
6880 IF LR<CQ THEN FD=12/23*Q*FY-3*(Q*FY*LR/3.1416)^2/23/ME:GOTO 6920
6890 FD=5.14936*ME/LR^2
6900 GOTO 6920
6910 FD=((1-LR^2/(2*CC^2))*FY/(5/3+3*LR/(8*CC)-LR^3/(8*CC^3)))
6920 P=FD*A5
6930 IF ABS(PID(J)) < P THEN GOTO 6960
6940 FOR I=34 TO 76:LOCATE 9,34:PRINT CHR$(205);:NEXT I
6950 B6=1:D5=A1%:D6=A2%:D7=A3%:D8=A4%:D9=A5:GOTO 6490
6960 LOCATE 14,2:COLOR 0,7:PRINT " DISEÑO A COMPRESION ":COLOR 7,0
6970 LOCATE 16,3:PRINT "Kr/L =";LR
6980 LOCATE 17,3:PRINT "r.min (cm)=";R
6990 LOCATE 18,3:PRINT "Q =";Q
7000 LOCATE 19,3:PRINT "FD (Kg/cm)=";:PRINT USING "####.###";FD
7010 LOCATE 20,3:PRINT "P.real(Kg)=";:PRINT USING "#####.###";PID(J)
7020 LOCATE 21,3:PRINT "P.max (Kg)=";:PRINT USING "#####.###";-P
7030 LOCATE 14,31:COLOR 0,7:PRINT " DISEÑO A TENSION ":COLOR 7,0:GOTO 7120
7040 REM"*****DISEÑO A TENSION DE LOS MIEMBROS*****"
7050 OPEN "I",#1,C$
7060 INPUT #1,L%,A1%,A2%,A3%,A4%,A5,A6,A7,A8,A9,A10,A11,A12,A13,A14,A1$,A2$,A3$
7070 IF B1=1 THEN GOTO 7210
7080 IF H1=A1% THEN GOTO 7110
7090 IF EOF(1) THEN PRINT "CAMBIE LA ALTURA":END
7100 GOTO 7060
7110 LOCATE 11,42:PRINT A1%;"x";A2%;"x";A3%;"x";A4%;" mm"
7120 PT=FB*A5
7130 IF PD(J) < PT THEN GOTO 7180
7140 B1=0:LOCATE 18,31:PRINT "NO RESISTE A TENSION"
7150 IF EOF(1) THEN CLOSE #1:LOCATE 11,42:PRINT "CAMBIE LA ALTURA":END
7160 LOCATE 11,42:PRINT " "
7170 GOTO 7060
7180 B1=1:LOCATE 17,32:PRINT "P.real (Kg)=";:PRINT USING "#####.###";PD(J)

```

```

7190 LOCATE 18,32:PRINT "P.max (Kg)=";:PRINT USING "#####.###";PT
7200 REM
7210 CLOSE #1
7220 GOTO 7240
7230 REM "*****DISEÑO SUELDA MIEMBROS SECUNDARIOS*****"
7240 IF PS$="S" OR PS$="s" THEN GOTO 7260
7250 GOTO 7320
7260 LOCATE 14,56:COLOR 0,7:PRINT " LONGITUD DE SUELDA ":COLOR 7,0
7270 IF PD(J)<ABS(PID(J)) THEN PU=ABS(PID(J)):GOTO 7290
7280 PU=PD(J)
7290 LS=PU/(.707*ES*1480)
7300 LOCATE 17,57:PRINT "P.max (Kg)=";:PRINT USING "#####.###";PU
7310 LOCATE 19,57:PRINT "SUELDA(cm)=";:PRINT USING "###.###";LS
7320 LOCATE 9,34:COLOR 0,7:PRINT " P E R F I L   S E L E C C I O N A D O ":CO
LOR 7,0
7330 IF P$="A" THEN P$="C":GOTO 7430
7340 IF P$="B" THEN P$="G":GOTO 7430
7350 IF P$="C" OR P$="D" THEN P$="2G":GOTO 7430
7360 IF P$="E" THEN P$="Q":GOTO 7430
7370 IF P$="F" THEN P$="L":GOTO 7430
7380 IF P$="G" THEN P$="2L":GOTO 7430
7390 IF P$="H" THEN P$="":GOTO 7430
7400 IF P$="I" THEN P$="a":GOTO 7430
7410 IF P$="J" THEN P$="Z":GOTO 7430
7420 IF P$="K" THEN P$="O":GOTO 7430
7430 LOCATE 11,42:PRINT P$;A1%;"x";A2%;"x";A3%;"x";A4%;" mm"
7440 LPRINT J;PS$;:LPRINT TAB(9);USING "#####.##";-P$;:LPRINT TAB(21);USING "###
##.##";PT;:LPRINT TAB(31);USING "###.##";LR;:LPRINT TAB(38);USING "##.##";A5;:LPR
INT TAB(46);USING "##.##";AAD;:LPRINT TAB(52);P$;A1%;"x";A2%;"x";A3%;"x";A4%;
7450 LPRINT TAB(73);USING "#####.##";LS
7460 IF INKEY$="" THEN 7460
7470 AAD=0;LS=0:LOCATE 6,2:PRINT "
7480 LOCATE 7,2:PRINT "
7490 LOCATE 8,2:PRINT "
7500 LOCATE 9,2:PRINT "
7510 LOCATE 10,2:PRINT "
7520 LOCATE 11,2:PRINT "
7530 LOCATE 12,2:PRINT "
7540 FOR I=34 TO 76:LOCATE 9,I:PRINT CHR$(205);:NEXT I
7550 LOCATE 11,42:PRINT "
7560 LOCATE 16,2:PRINT "
7570 LOCATE 17,2:PRINT "
7580 LOCATE 18,2:PRINT "
7590 LOCATE 19,2:PRINT "
7600 LOCATE 20,2:PRINT "
7610 LOCATE 14,2:PRINT "
7620 LOCATE 23,40:PRINT "
7630 LOCATE 21,2:PRINT "
7640 LOCATE 14,31:PRINT "
7650 LOCATE 14,56:PRINT "
7660 LOCATE 17,31:PRINT "
7670 LOCATE 18,31:PRINT "
7680 LOCATE 20,31:PRINT "
7690 LOCATE 17,56:PRINT "
7700 LOCATE 19,56:PRINT "
7710 NEXT J
7720 LOCATE 2,2:PRINT "
7730 LOCATE 4,2:PRINT "
7740 REM "*****DISEÑO DEL PASADOR DE APOYO*****"
7750 LOCATE 4,2:COLOR 0,7:PRINT " DISEÑO DEL PASADOR APOYO ":COLOR 7,0
7760 M2=0:M3=0:M=0:J=1:RX=0:RY=0
7770 FOR I=1 TO NRA
7780 M=M+1
7790 IF J=1 THEN J=0:GOTO 7860
7800 J=1
7810 IF DX(M)=0 THEN M3=M3+1:GOTO 7780
7820 M3=M3+1
7830 IF RY>ABS(O1(I)) THEN GOTO 7900
7840 RY=ABS(O1(I))
7850 GOTO 7900
7860 IF DX(M)=0 THEN M2=M2+1:GOTO 7780

```

```

7870 M2=M2+1
7880 IF RX>ABS(01(1)) THEN GOTO 7900
7890 RX=ABS(01(1))
7900 NEXT I
7910 FR=SQR(RX^2+RY^2) :LOCATE 6,3:PRINT "Rx   =" ;RX"Kg":LOCATE 7,3:PRINT "Ry
   =" ;RY"Kg":LOCATE 8,3:PRINT "FR   =" ;FR"Kg"
7920 AD=FR/1120:AP=AD/2 :LOCATE 9,3:PRINT "AREA =" ;AP"cm^2"
7930 DP=10*SQR(4*AP/3.14159)
7940 LPRINT "-----"
-----
7950 LPRINT :LPRINT "PASADOR DE APOYO"
7960 LOCATE 10,3:PRINT "DIAM =" ;DP" mm"
7970 LPRINT "Diametro =" ;DP"mm"
7980 LOCATE 11,3:INPUT "DIAM-ASUMIDO=" ;DP
7990 LPRINT "Diam-asum.=" ;DP"mm"
8000 REM"*****DISEÑO DE LA PLACA DE APOYO*****"
8010 LOCATE 14,2:COLOR 0,7:PRINT " DISEÑO PLACA DE APOYO ":COLOR 7,0
8020 LPRINT :LPRINT "PLACA DE APOYO"
8030 LOCATE 16,3:INPUT "L(cm) =" ;L:LOCATE 17,3:PRINT "FR   =" ;FR"Kg"
8040 L=L*10
8050 EP=FR/(4*FY)*10
8060 IF EP<0 THEN LOCATE 20,3:PRINT "DIAM.PASADOR > ANCHO PLACA"
8070 GOTO 8100
8080 IF INKEY$="" THEN 8080
8090 GOTO 7740
8100 LOCATE 19,11:PRINT "PLACA":LOCATE 21,3:PRINT L;"x";L;"x";:PRINT USING "####
.####";EP
8110 LPRINT "PL";L;"x";L;"x";:LPRINT USING "###.##";EP
8120 IF INKEY$="" THEN 8120
8130 REM "*****DISEÑO PLACA BASE*****"
8140 LOCATE 14,31:COLOR 0,7:PRINT " DISEÑO DE PLACA BASE ":COLOR 7,0
8150 LPRINT :LPRINT "PLACA BASE"
8160 LOCATE 16,32:INPUT "FC(kg/cm^2)=" ;FC:LOCATE 17,32:PRINT "Ry =" ;RY"Kg"
8170 AP=RY/(.4*FC)
8180 LX=.3+SQR(AP)
8190 B=LX:LOCATE 18,32:PRINT "PL";LX*10;"x";LX*10;"x";"espes";"(mm)"
8200 LOCATE 19,32:INPUT "ASUMIDAS MISMAS S/N=" ;DA$
8210 IF DA$="S"OR DA$="s" THEN B=LX :GOTO 8250
8220 LOCATE 18,32:PRINT "
"
8230 LOCATE 19,32:PRINT "
"
8240 LOCATE 18,32:INPUT "H(cm) =" ;LX:LOCATE 19,32:INPUT "B(cm) =" ;B
8250 LOCATE 20,32:INPUT "d(cm) =" ;D1:LOCATE 21,32:INPUT "b(cm) =" ;B3
8260 FB1=RY/(LX *B)
8270 NP=(B-.8*B3)/2:MP=(LX -.95*D1)/2
8280 IF NP>MP THEN M4=FB1*NP^2/2 :GOTO 8300
8290 M4=FB1*MP^2/2
8300 TT=10*SQR(6*M4/FB)
8310 LOCATE 18,32:PRINT "
"
8320 LOCATE 19,32:PRINT "
"
8330 LOCATE 20,32:PRINT "
"
8340 LOCATE 21,32:PRINT "
"
8350 LOCATE 18,32:PRINT "F.pl=" ;FB1"Kg/cm^2":LOCATE 19,38:PRINT " PLACA ":LOCAT
E 21,33:PRINT LX*10;"x";B*10;"x";:PRINT USING "####.###";TT
8360 LPRINT "PL";LX*10;"x";B*10;"x";:LPRINT USING "####.##";TT
8370 IF INKEY$="" THEN 8370
8380 REM"*****DISEÑO DE LOS PERNOS DE ANCLAJE*****"
8390 LOCATE 14,56:COLOR 0,7:PRINT " PERNOS DE ANCLAJE ":COLOR 7,0
8400 LPRINT :LPRINT "PERNOS DE ANCLAJE"
8410 LOCATE 17,57:PRINT "Rx   =" ;RX"Kg"
8420 AV=RX/(1120):AV=AV/4
8430 DPA=SQR(4*AV/3.1415926#):DPA=DPA*10
8440 LA=50*DPA/10
8450 LOCATE 18,57:PRINT "A.cort =" ;AV"cm^2"
8460 LOCATE 19,57:PRINT "4 ø per=" ;DPA"mm"
8470 LOCATE 20,57:PRINT "LONG.AN=" ;LA"cm"
8480 LPRINT "4 diametros =" ;DPA"cm":LPRINT "Long-anclaj =" ;LA"cm"
8490 LPRINT "-----"
-----
8500 IF INKEY$="" THEN 8500
8510 GOTO 150
8520 REM "*****MARGINADOS*****"

```

```

8530 CLS:LOCATE 1,1:PRINT CHR$(201);
8540 FOR I=2 TO 79:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 1,80:PRINT CHR$(187)
8550 LOCATE 1,11:PRINT CHR$(203):LOCATE 1,40:PRINT CHR$(203):LOCATE 1,50:PRINT C
HR$(203)
8560 FOR I=2 TO 21:LOCATE I,1:PRINT CHR$(186):LOCATE I,80:PRINT CHR$(186):NEXT I
8570 FOR I=2 TO 2:LOCATE I,11:PRINT CHR$(186):LOCATE I,40:PRINT CHR$(186):LOCATE
I,50:PRINT CHR$(186):NEXT I
8580 LOCATE 3,1:PRINT CHR$(204);
8590 FOR I=2 TO 79:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 3,80:PRINT CHR$(185)
8600 LOCATE 3,11:PRINT CHR$(206):LOCATE 3,40:PRINT CHR$(206):LOCATE 3,50:PRINT C
HR$(206)
8610 FOR I=4 TO 16:LOCATE I,11:PRINT CHR$(186):LOCATE I,40:PRINT CHR$(186):LOCAT
E I,50:PRINT CHR$(186):NEXT I
8620 LOCATE 16,1:PRINT CHR$(204);
8630 FOR I=2 TO 79:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 16,80:PRINT CHR$(185)
8640 LOCATE 16,11:PRINT CHR$(202):LOCATE 16,40:PRINT CHR$(202):LOCATE 16,50:PRIN
T CHR$(202)
8650 LOCATE 22,1:PRINT CHR$(200);
8660 FOR I=2 TO 79:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 22,80:PRINT CHR$(188)
8670 RETURN
8680 LOCATE 2,4:COLOR 0,7:PRINT " TIPO ":LOCATE 2,14:PRINT " DENOMINACION DEL PE
RFIL ":LOCATE 2,43:PRINT " TIPO ":LOCATE 2,54:PRINT " DENOMINACION DEL PERFIL ":
COLOR 7,0
8690 LOCATE 4,5:PRINT "A":LOCATE 4,12:PRINT "Canales C alas no atiesadas":LOCATE
4,44:PRINT "M":LOCATE 4,51:PRINT "
8700 LOCATE 5,5:PRINT "B":LOCATE 5,12:PRINT "Correas 6 alas atiesadas":LOCATE 5,
44:PRINT "N":LOCATE 5,51:PRINT "
8710 LOCATE 6,5:PRINT "C":LOCATE 6,12:PRINT "Correas 6 espalda-espalda":LOCATE 6
,44:PRINT "O":LOCATE 6,51:PRINT "
8720 LOCATE 7,5:PRINT "D":LOCATE 7,12:PRINT "Correas 6 frente - frente":LOCATE 7
,44:PRINT "P":LOCATE 7,51:PRINT "
8730 LOCATE 8,5:PRINT "E":LOCATE 8,12:PRINT "Omegas (sombreros)":LOCATE 8,44:PRI
NT "Q":LOCATE 8,51:PRINT "
8740 LOCATE 9,5:PRINT "F":LOCATE 9,12:PRINT "Angulos L lados iguales":LOCATE 9,4
4:PRINT "R":LOCATE 9,51:PRINT "
8750 LOCATE 10,5:PRINT "G":LOCATE 10,12:PRINT "Angulos L espalda-espalda":LOCATE
10,44:PRINT "S":LOCATE 10,51:PRINT "
8760 LOCATE 11,5:PRINT "H":LOCATE 11,12:PRINT "Tubos rectangulares":LOCATE 11,44
:PRINT "T":LOCATE 11,51:PRINT "
8770 LOCATE 12,5:PRINT "I":LOCATE 12,12:PRINT "Tubos cuadrados":LOCATE 12,44:PRI
NT "U":LOCATE 12,51:PRINT "
8780 LOCATE 13,5:PRINT "J":LOCATE 13,12:PRINT "Correas 7 alas atiesadas":LOCATE
13,44:PRINT "V":LOCATE 13,51:PRINT "
8790 LOCATE 14,5:PRINT "K":LOCATE 14,12:PRINT "Tubos estructurales":LOCATE 14,44
:PRINT "W":LOCATE 14,51:PRINT "
8800 LOCATE 15,5:PRINT "L":LOCATE 15,12:PRINT " ":LOCATE 15,44
:PRINT "X":LOCATE 15,51:PRINT "
8810 RETURN
8820 END
8830 CLS:LOCATE 3,1:PRINT CHR$(201);
8840 FOR I=2 TO 29:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 3,30:PRINT CHR$(187)
8850 FOR I=4 TO 21:LOCATE I,1:PRINT CHR$(186):LOCATE I,30:PRINT CHR$(186):NEXT I
8860 LOCATE 5,1:PRINT CHR$(204);
8870 FOR I=2 TO 29:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 5,30:PRINT CHR$(185)
8880 LOCATE 9,30:PRINT CHR$(204);
8890 FOR I=31 TO 79:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 9,80:PRINT CHR$(187)
8900 FOR I=10 TO 12:LOCATE I,80:PRINT CHR$(186):NEXT I
8910 LOCATE 13,1:PRINT CHR$(204);
8920 FOR I=2 TO 79:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 13,80:PRINT CHR$(187)
8930 LOCATE 13,30:PRINT CHR$(206):LOCATE 13,55:PRINT CHR$(203):LOCATE 13,80:PRIN
T CHR$(185):LOCATE 14,55:PRINT CHR$(186):LOCATE 14,80:PRINT CHR$(186)
8940 LOCATE 15,1:PRINT CHR$(204);
8950 FOR I=2 TO 79:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 15,80:PRINT CHR$(185)
8960 LOCATE 15,30:PRINT CHR$(206):LOCATE 15,55:PRINT CHR$(206)
8970 FOR I=16 TO 21:LOCATE I,55:PRINT CHR$(186):LOCATE I,80:PRINT CHR$(186):NEXT
I
8980 LOCATE 22,1:PRINT CHR$(200);
8990 FOR I=2 TO 79:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 22,80:PRINT CHR$(188)
9000 LOCATE 22,30:PRINT CHR$(202):LOCATE 22,55:PRINT CHR$(202)
9010 V$(1)="      ****
9020 V$(2)="

```

```
9030 V$(3)="
9040 V$(4)="
9050 V$(5)="
9060 Z=1
9070 FOR I=37 TO 32 STEP -1
9080 LOCATE 2+Z,I:PRINT V$(Z)
9090 Z=Z+1
9100 NEXT I
9110 RETURN
```

### 3.3.14. ARCHIVO DE PERFILES FABRICADOS EN EL PAIS.

Con el fin de contar con un banco de datos que, permita el diseño de estructuras de acero, se ha creado un archivo, para el almacenamiento de datos de todos los perfiles fabricados en el país, por las distintas fábricas productoras, en la que constará lo siguiente:

- Tipo de perfil. (canales, correas, ángulos, tubos, etc.).
- Medidas del perfil. (altura, base, espesor, etc.).
- Area del perfil. (sección transversal.)
- Propiedades mecánicas. (inercias, módulos de secciones, radios de giro, distancia al centro de gravedad, etc.)
- Fábrica productora.

El programa para el archivo del banco de datos, crea un libro de archivos desde la A hasta la Z, en la que cada letra es un archivo, en el cual hemos almacenado todos los tipos de perfiles de fabricación nacional, como se puede observar en la nomenclatura del almacenamiento del programa.



En el caso de que una fábrica empiece a producir otro tipo de perfil, el usuario podrá incrementarlo en el banco de datos, puesto que los 28 archivos que está en capacidad de crear el programa, solo han sido llenados 11, correspondientes a los 11 tipos de perfiles formados en frío, fabricados actualmente en el país, quedando 17 archivos para ser incrementados en el futuro.

El programa contempla el caso de que una fábrica, empiece a producir, un tipo de perfil existente pero con otras dimensiones, este perfil deberá incluirse en el archivo correspondiente, puesto que permite modificar o agregar registros.

El programa permite visualizar independientemente, cada uno de los archivos creados correspondiente a cada uno de los perfiles.

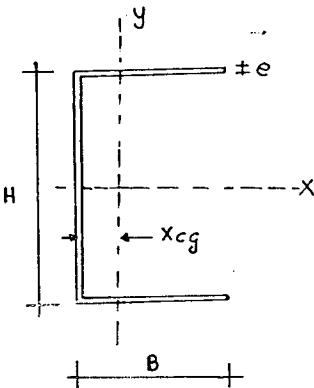
El programa permite la impresión, de los archivos creados en forma global o parcialmente escogidos al azar.

El programa grafica la sección del perfil.

Las diferentes clases de perfiles serán almacenados en los siguientes archivos:

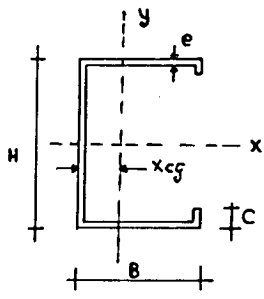
ARCHIVO	TIPO DE PERFIL ALMACENADO
A	CANALES C ALAS NO ATIESADAS (SECCION-C)
B	CORREAS G ALAS ATIESADAS (SECCION-GA)
C	CORREAS G ESPALDA-ESPALDA (SECCION-IGA)
D	CORREAS G FRENTE-FRENTE (SECCION-OGA)
E	SOMBREROS OMEGAS (SECCION-S)
F	ANGULOS L ALAS IGUALES (SECCION-L)
G	ANGULOS L ESPALDA-ESPALDA (SECCION-TL)
H	TUBOS RECTANGULARES (SECCION-O)
I	TUBOS CUADRADOS (SECCION-o)
J	CORREAS Z ALAS ATIESADAS (SECCION-ZA)
K	TUBOS ESTRUCTURALES (SECCION-O)
L-Z	FOR INCREMENTAR

ARCHIVO=A													
COD	H	B	C	e	AREA	Ixx	Sxx	rxx	Iyy	Syy	ryy	Xcg	123
---	mm	mm	mm	mm	cm^2	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm	cm	---
1	50	25	0	2	1.87	7.06	2.83	1.94	1.13	0.63	0.78	0.72	...
2	50	25	0	3	2.70	9.70	3.88	1.89	1.57	0.91	0.76	0.77	...
3	80	40	0	2	3.07	30.80	7.71	3.17	4.89	1.68	1.26	1.09	...
4	80	40	0	3	4.50	43.90	11.00	3.12	7.01	2.45	1.25	1.14	...
5	80	40	0	4	5.87	55.40	13.90	3.07	8.92	3.17	1.23	1.19	...
6	80	40	0	5	7.18	65.49	16.37	3.02	10.62	3.83	1.21	1.23	.
7	80	40	0	6	8.42	74.18	18.54	2.96	12.10	4.44	1.19	1.28	.
8	100	50	0	2	3.87	61.50	12.30	3.99	9.72	2.66	1.58	1.34	...
9	100	50	0	2	3.87	61.50	12.30	3.99	9.72	2.26	1.58	1.34	...
10	100	50	0	3	5.70	88.50	17.70	3.94	14.10	3.89	1.57	1.39	...
11	100	50	0	4	7.47	113.00	22.60	3.98	18.10	5.07	1.56	1.44	...
12	100	50	0	5	9.18	135.00	27.10	3.84	21.80	6.19	1.54	1.48	..
13	100	50	0	6	10.82	155.00	26.00	3.79	25.14	7.24	1.52	1.53	.
14	100	60	0	6	12.02	181.80	36.36	3.89	42.25	10.83	1.87	1.93	.
15	100	60	0	8	15.50	222.60	44.52	3.87	52.47	13.32	1.83	2.06	.
16	125	50	0	2	4.37	103.00	16.50	4.86	10.40	2.74	1.54	1.20	...
17	125	50	0	3	6.45	149.00	23.90	4.81	15.10	4.02	1.53	1.24	...
18	125	50	0	4	8.47	192.00	30.70	4.76	19.40	5.24	1.51	1.29	...
19	125	50	0	5	10.40	231.00	37.00	4.71	23.40	6.40	1.50	1.34	..
20	125	50	0	6	12.32	266.00	42.67	4.65	27.19	7.51	1.48	1.38	.
21	125	60	0	6	13.52	309.25	49.48	4.78	45.83	10.78	1.84	1.75	.
22	125	80	0	6	15.92	394.28	63.08	4.97	102.94	19.10	2.54	2.61	.
23	125	60	0	8	17.50	383.34	61.33	4.68	57.30	13.94	1.80	1.81	.
24	125	80	0	8	20.69	493.02	78.88	4.88	130.27	24.30	2.50	2.64	.
25	125	80	0	10	25.21	576.62	92.25	4.78	154.19	29.30	2.47	2.74	.
26	150	50	0	2	4.87	159.00	21.10	5.71	10.90	2.80	1.50	1.09	...
27	150	50	0	3	7.20	230.00	30.70	5.65	15.90	4.11	1.49	1.13	...
28	150	50	0	4	9.47	297.00	39.60	5.60	20.50	5.36	1.47	1.17	...
29	150	50	0	5	11.70	359.00	47.90	5.55	24.80	6.55	1.47	1.22	..
30	150	50	0	6	13.82	416.69	55.55	5.49	28.80	7.70	1.44	1.26	.
31	150	60	0	6	15.02	478.93	63.85	5.64	48.70	11.07	1.80	1.60	.
32	150	80	0	6	17.42	603.42	80.45	5.88	109.91	19.73	2.51	2.43	.
33	150	60	0	8	19.50	598.74	79.83	5.54	61.15	14.35	1.77	1.74	.
34	150	80	0	8	22.69	760.23	101.36	5.78	139.53	25.09	2.47	2.44	.
35	150	80	0	10	27.71	896.29	119.50	5.68	165.85	30.37	2.44	2.54	.
36	200	50	0	2	5.87	316.00	31.60	7.34	11.80	2.88	1.42	0.92	...
37	200	50	0	3	8.70	462.00	46.20	7.29	17.10	4.23	1.40	0.96	...
38	200	50	0	4	11.50	600.00	60.00	7.23	22.10	5.52	1.39	1.00	...
39	200	50	0	5	14.20	729.00	72.90	7.17	26.70	6.75	1.37	1.05	..
40	200	50	0	6	16.81	850.82	85.08	7.11	31.18	7.97	1.36	1.09	.
41	200	60	0	6	18.02	963.76	96.37	7.31	53.04	11.50	1.71	1.39	.
42	200	80	0	6	20.42	1189.65	118.96	7.63	120.77	20.61	2.43	2.14	.
43	200	100	0	6	22.82	1415.00	141.55	7.87	225.25	31.19	3.14	2.78	.
44	200	60	0	8	23.50	1218.58	121.85	7.20	66.96	14.98	1.68	1.53	.
45	200	80	0	8	26.69	1513.67	151.36	7.53	153.94	26.27	2.40	2.14	.
46	200	100	0	8	29.89	1808.75	180.87	7.77	289.60	40.61	3.11	2.87	.
47	200	80	0	10	32.71	1803.27	180.32	7.42	183.41	31.87	2.37	2.23	.
48	200	100	0	10	36.71	2164.60	216.46	7.67	348.64	49.59	3.08	2.97	.
49	250	80	0	6	23.42	2031.09	162.48	9.31	128.98	21.28	2.34	1.94	.
50	250	100	0	6	25.82	2388.38	191.07	9.61	241.81	32.17	3.05	2.49	.
51	250	80	0	8	30.69	2600.80	208.06	9.20	164.65	27.03	2.31	1.91	.
52	250	100	0	8	33.89	3069.49	245.55	9.51	311.36	41.96	3.03	2.58	.
53	250	80	0	10	37.71	3119.15	249.53	9.09	197.30	32.88	2.28	2.00	.
54	250	100	0	10	41.71	3695.48	295.64	9.41	375.84	51.27	3.00	2.67	.
55	300	80	0	6	26.42	3165.24	211.01	10.94	135.29	21.71	2.26	1.77	.
56	300	100	0	6	28.82	3683.91	245.59	11.30	254.58	32.89	2.97	2.26	.
57	300	80	0	8	34.69	4071.64	271.44	10.83	172.94	27.62	2.23	1.74	.
58	300	100	0	8	37.89	4753.93	316.92	11.20	328.58	42.95	2.94	2.35	.
59	300	80	0	10	42.71	4096.43	327.09	10.71	207.75	33.60	2.20	1.82	.



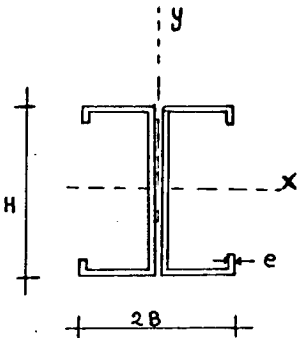
POR: CARLOS A. CELI 6.

JACK JARAMILLO 6.



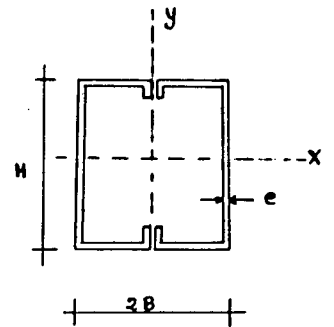
ARCHIVO=B													
COD	H	B	C	e	AREA	Ixx	Sxx	rxx	Iyy	Syy	ryy	Xcg	123
---	mm	mm	mm	mm	cm^2	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm	cm	---
1	80	40	15	2	3.54	35.30	8.81	3.16	8.07	3.18	1.15	1.46	...
2	80	40	15	3	5.11	49.00	12.30	3.10	10.80	4.27	1.46	1.46	...
3	100	50	15	2	4.34	69.20	13.80	4.00	15.03	4.57	1.86	1.73	...
4	100	50	15	3	6.31	97.80	19.60	3.94	20.53	6.25	1.80	1.72	...
5	100	50	30	4	9.34	139.55	27.91	3.86	34.85	12.02	1.93	2.10	.
6	100	50	30	5	11.35	154.99	30.99	3.69	40.18	13.85	1.88	2.10	.
7	100	50	30	6	13.23	174.60	34.92	3.63	44.28	15.27	1.82	2.10	.
8	125	50	15	2	4.84	116.00	18.60	4.91	16.20	4.69	1.83	1.56	...
9	125	50	15	3	7.06	165.00	26.50	4.84	22.20	6.43	1.77	1.55	...
10	125	50	30	4	10.34	228.06	36.49	4.69	38.15	12.38	1.92	1.92	.
11	125	50	30	5	12.60	270.38	43.26	4.63	44.07	14.31	1.87	1.92	.
12	125	50	30	6	14.73	307.13	49.14	4.56	48.69	15.81	1.81	1.92	.
13	150	50	15	2	5.34	179.00	23.80	5.79	17.10	4.78	1.79	1.42	...
14	150	50	15	3	7.81	255.00	34.00	5.72	23.50	6.56	1.73	1.42	...
15	150	60	30	4	12.15	399.35	53.24	5.73	63.23	16.52	2.28	2.17	.
16	150	60	30	5	14.85	477.76	63.70	5.67	73.94	19.30	2.23	2.17	.
17	150	60	30	6	17.43	547.95	73.06	5.61	82.73	21.54	2.18	2.16	.
18	200	50	15	2	6.36	356.00	35.60	7.56	18.60	4.85	1.72	1.21	...
19	200	50	15	3	9.31	507.00	50.70	7.45	25.10	6.57	1.65	1.21	...
20	200	80	30	4	15.75	954.08	95.40	7.78	139.88	26.14	2.98	2.65	.
21	200	80	30	5	19.35	1153.81	115.38	7.72	165.81	30.93	2.92	2.64	.
22	200	80	30	6	22.83	1338.56	133.85	7.66	188.38	35.14	2.87	2.64	.
23	250	100	30	4	19.35	1862.45	148.99	9.81	258.74	37.55	3.66	3.11	.
24	250	100	30	5	23.85	2266.82	181.34	9.75	309.42	44.90	3.60	3.11	.
25	250	100	30	6	28.23	2647.38	211.79	9.68	383.54	55.58	3.69	3.10	.

ARCHIVO=C													
COD	H	B	C	e	AREA	Ixx	Sxx	rxx	Iyy	Syy	ryy	Xcg	123
---	mm	mm	mm	mm	cm^2	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm	cm	---
1	80	40	15	2	7.08	70.60	17.62	3.16	31.23	7.80	2.10	0.00	...
2	80	40	15	3	10.22	98.00	24.60	3.10	43.38	10.84	2.06	0.00	...
3	100	50	15	2	8.68	138.40	27.60	4.00	55.98	11.20	2.53	0.00	...
4	100	50	15	3	12.62	195.60	39.20	3.94	78.33	15.66	2.49	0.00	...
5	100	50	30	4	18.68	279.10	55.82	3.86	152.09	30.41	2.85	0.00	.
6	100	50	30	5	22.00	309.98	61.98	3.69	180.46	36.09	2.81	0.00	.
7	100	50	30	6	26.46	349.20	69.84	3.63	205.24	41.04	2.78	0.00	.
8	125	50	15	2	9.68	232.00	37.20	4.91	55.95	11.19	2.40	0.00	...
9	125	50	15	3	14.20	330.00	53.00	4.84	78.32	15.66	2.35	0.00	...
10	125	50	30	4	20.68	456.12	72.98	4.69	152.53	30.50	2.71	0.00	.
11	125	50	30	5	25.20	240.76	86.52	4.63	181.03	36.20	2.68	0.00	.
12	125	50	30	6	29.46	614.26	98.28	4.56	205.98	41.19	2.64	0.00	.
13	150	50	15	2	10.68	358.00	47.60	5.79	55.73	11.14	2.28	0.00	...
14	150	50	15	3	15.62	510.00	68.00	5.72	78.49	15.68	2.24	0.00	...
15	150	60	30	4	24.30	798.70	106.48	5.73	240.98	40.16	3.15	0.00	.
16	150	60	30	5	29.70	955.52	127.40	5.67	287.73	47.95	3.11	0.00	.
17	150	60	30	6	34.86	1095.90	146.12	5.61	328.10	54.68	3.07	0.00	.
18	200	50	15	2	12.72	712.00	71.20	7.56	55.82	11.16	2.09	0.00	...
19	200	50	15	3	18.62	1014.00	101.40	7.45	77.46	15.49	2.03	0.00	...
20	200	80	30	4	31.50	1908.16	190.80	7.78	500.96	62.62	3.99	0.00	.
21	200	80	30	5	38.70	2307.62	230.76	7.72	601.34	75.16	3.94	0.00	.
22	200	80	30	6	45.66	2677.12	267.70	7.66	694.99	86.87	3.90	0.00	.
23	250	100	30	4	38.70	3724.90	297.98	9.81	891.79	89.17	4.80	0.00	.
24	250	100	30	5	47.70	4533.64	362.68	9.75	1080.19	108.01	4.76	0.00	.
25	250	100	30	6	54.46	5294.76	423.58	9.68	1309.66	130.96	4.82	0.00	.



PDR: CARLOS A. CELI 6.

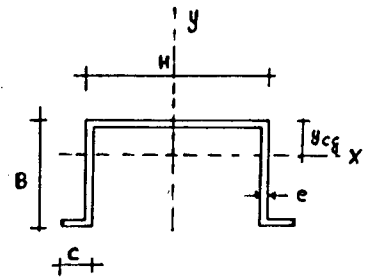
JACK JARAMILLO 6.



ARCHIVO=D													
COD	H	B	C	e	AREA	Ixx	Sxx	rxx	Iyy	Syy	ryy	Xcg	123
---	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm	---
1	80	40	15	2	7.08	70.60	17.62	3.16	61.81	15.45	2.95	0.00	...
2	80	40	15	3	10.22	98.00	24.60	3.10	87.53	21.88	2.93	0.00	...
3	100	50	15	2	8.68	138.40	27.60	4.00	122.81	24.59	3.76	0.00	...
4	100	50	15	3	12.62	195.60	39.20	3.94	176.77	35.35	3.74	0.00	...
5	100	50	30	4	18.68	279.10	55.82	3.86	226.81	45.36	3.48	0.00	.
6	100	50	30	5	22.70	309.98	61.98	3.69	271.26	54.25	3.46	0.00	.
7	100	50	30	6	26.46	349.20	69.84	3.63	311.08	62.21	3.43	0.00	.
8	125	50	15	2	9.68	232.00	37.20	4.91	146.94	29.38	3.90	0.00	...
9	125	50	15	3	14.12	330.00	53.00	4.84	212.46	42.49	3.88	0.00	...
10	125	50	30	4	20.68	456.12	72.98	4.69	272.47	54.49	3.63	0.00	.
11	125	50	30	5	25.20	540.76	86.52	4.63	327.19	65.43	3.60	0.00	.
12	125	50	30	6	29.46	614.26	98.28	4.56	376.84	75.36	3.58	0.00	.
13	150	50	15	2	10.68	358.00	47.60	5.79	171.08	34.21	4.00	0.00	...
14	150	50	15	3	15.62	510.00	68.00	5.72	247.19	49.43	3.98	0.00	...
15	150	60	30	4	24.30	798.70	106.48	5.73	483.01	80.50	4.46	0.00	.
16	150	60	30	5	29.70	955.52	127.40	5.67	583.54	97.25	4.43	0.00	.
17	150	60	30	6	34.86	1095.90	146.12	5.61	679.49	113.24	4.41	0.00	.
18	200	50	15	2	12.72	712.00	71.20	7.56	219.91	43.98	4.16	0.00	...
19	200	50	15	3	18.62	1014.00	101.40	7.45	317.65	63.53	4.13	0.00	...
20	200	80	30	4	31.50	1908.16	190.80	7.78	1181.36	147.67	6.12	0.00	.
21	200	80	30	5	38.70	2307.62	230.76	7.72	1443.45	180.43	6.11	0.00	.
22	200	80	30	6	45.66	2677.12	267.70	7.66	1688.50	211.06	6.08	0.00	.
23	250	100	30	4	38.70	3724.90	297.98	9.81	2354.65	235.46	7.80	0.00	.
24	250	100	30	5	47.70	4533.64	362.68	9.75	2883.25	288.32	7.77	0.00	.
25	250	100	30	6	54.46	5294.76	423.58	9.68	3455.14	345.51	7.82	0.00	.

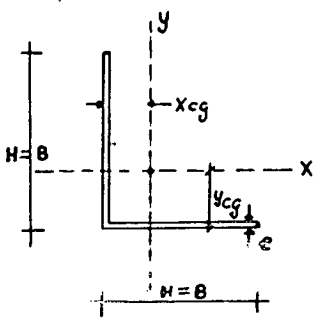
POR: CARLOS A. CELI 6.

JACK JARAMILLO 6.



ARCHIVO=E

COD	H	B	C	e	AREA	Ixx	Sxx	rxx	Iyy	Syy	ryy	Xcg	123
---	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm	---
1	35	50	20	2	3.18	11.25	4.64	1.86	10.92	3.08	1.84	0.00	.
2	50	50	20	2	3.48	12.93	4.91	1.91	21.07	4.90	2.44	0.00	.
3	75	50	20	2	3.97	15.17	5.20	1.94	47.00	8.47	3.41	0.00	.
4	75	50	20	3	5.73	20.92	7.16	1.89	65.94	12.10	3.36	0.00	.
5	100	50	20	2	4.48	16.93	5.40	1.93	85.56	12.58	4.34	0.00	.
6	100	50	20	3	6.48	23.40	7.45	1.88	121.06	18.07	4.28	0.00	.
7	125	50	20	2	4.98	18.33	5.54	1.91	138.28	17.18	5.24	0.00	.
8	125	50	20	3	7.24	25.37	7.66	1.86	196.82	24.76	5.17	0.00	.
9	150	50	20	2	5.48	19.49	5.64	1.88	206.75	22.23	6.11	0.00	.
10	150	50	20	3	7.98	26.98	7.81	1.82	295.58	32.13	6.04	0.00	.



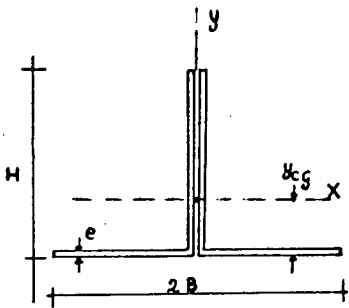
ARCHIVO=F													
COD	H	B	C	e	AREA	Ixx	Sxx	rxx	Iyy	Syy	ryy	Xcg	123
---	mm	mm	mm	mm	cm^2	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm	cm	---
1	20	20	0	2	0.73	0.28	0.20	0.62	0.28	0.20	0.37	0.59	.
2	20	20	0	3	1.03	0.37	0.28	0.60	0.37	0.28	0.35	0.66	.
3	25	25	0	2	0.93	0.57	0.32	0.78	0.57	0.32	0.47	0.72	.
4	25	25	0	3	1.35	0.79	0.45	0.76	0.79	0.45	0.45	0.77	.
5	30	30	0	2	1.13	1.00	0.46	0.94	1.00	0.46	0.58	0.84	...
6	30	30	0	3	1.65	1.41	0.67	0.92	1.41	0.67	0.55	0.89	...
7	30	30	0	4	2.14	1.80	0.88	0.92	1.80	0.88	0.52	0.94	...
8	40	40	0	2	1.53	2.44	0.84	1.26	2.44	0.84	0.78	1.09	...
9	40	40	0	3	2.25	3.50	1.22	1.25	3.50	1.22	0.76	1.14	...
10	40	40	0	4	2.94	4.46	1.58	1.23	4.46	1.58	0.73	1.19	...
11	40	40	0	5	3.59	5.31	1.91	1.22	5.31	1.91	0.73	1.23	.
12	50	30	0	2	1.52	4.08	1.22	1.63	1.16	0.50	0.87	0.65	.
13	50	50	0	2	1.93	4.86	1.33	1.58	4.86	1.33	0.98	1.34	...
14	50	30	0	3	2.28	5.87	1.79	1.61	1.65	0.72	0.86	0.69	.
15	50	50	0	3	2.85	7.03	1.95	1.57	7.03	1.95	0.96	1.39	...
16	50	50	0	4	3.74	9.04	2.53	1.55	9.04	2.53	0.94	1.43	...
17	50	50	0	5	4.59	10.88	3.09	1.54	10.88	3.09	0.93	1.48	.
18	50	50	0	6	5.40	12.57	3.62	1.53	12.57	3.62	0.90	1.53	.
19	60	60	0	2	2.25	8.60	1.97	1.91	8.60	1.97	1.17	1.59	.
20	60	60	0	3	3.45	12.37	2.84	1.89	12.37	2.84	1.16	1.64	..
21	60	60	0	4	4.54	16.00	3.71	1.88	16.00	3.71	1.15	1.68	..
22	60	60	0	5	5.59	19.40	4.54	1.86	19.40	4.54	1.13	1.73	.
23	60	60	0	6	6.60	22.56	5.35	1.85	22.56	5.35	1.11	1.78	.
24	60	60	0	8	8.55	28.21	6.85	1.82	28.21	6.85	1.05	1.88	.
25	75	75	0	4	5.74	32.02	5.88	2.36	32.02	5.88	1.45	2.06	.
26	75	75	0	5	7.09	39.08	7.25	2.35	39.08	7.25	1.43	2.11	.
27	75	75	0	6	8.40	45.76	8.57	2.33	45.76	8.57	1.40	2.16	.
28	75	75	0	8	10.95	58.03	11.05	2.30	58.03	11.05	1.37	2.25	.
29	80	80	0	5	7.59	47.79	8.28	2.51	47.79	8.28	1.54	2.23	.
30	80	80	0	6	9.00	56.05	9.80	2.49	56.05	9.80	1.51	2.28	.
31	80	80	0	8	11.75	71.32	12.67	2.46	71.32	12.67	1.48	2.37	.
32	80	80	0	10	14.36	84.97	15.36	2.43	84.97	15.36	1.43	2.47	.
33	100	100	0	6	11.40	112.50	15.58	3.14	112.50	15.58	1.92	2.78	.
34	100	100	0	8	14.95	144.63	20.29	3.11	144.63	20.29	1.89	2.87	.
35	100	100	0	10	18.36	173.85	24.73	3.08	173.85	24.73	1.83	2.97	.
36	125	125	0	6	14.40	224.55	24.67	3.95	224.55	24.67	2.44	3.40	.
37	125	125	0	8	18.95	290.90	32.29	3.92	290.90	32.29	2.41	3.49	.
38	125	125	0	10	23.36	353.10	39.63	3.89	353.10	39.63	2.35	3.59	.
39	150	150	0	6	17.40	393.59	35.88	4.75	393.59	35.88	2.94	4.03	.
40	150	150	0	8	22.95	512.45	47.10	4.72	512.45	47.10	2.90	4.12	.
41	150	150	0	10	28.36	625.31	57.95	4.69	625.31	57.95	2.87	4.21	.
42	200	200	0	6	23.40	949.53	64.50	6.37	949.53	64.50	3.95	5.28	.
43	200	200	0	8	30.95	1243.96	85.02	6.34	1243.96	85.02	3.92	5.37	.
44	200	200	0	10	38.36	1527.52	105.05	6.31	1527.52	105.05	3.89	5.46	.
45	250	250	0	6	29.40	1874.06	101.46	7.98	1874.06	101.46	4.97	6.53	.
46	250	250	0	8	38.95	2464.09	134.06	7.95	2464.09	134.06	4.94	6.62	.
47	250	250	0	10	48.36	3037.01	166.04	7.92	3037.01	166.04	4.91	6.71	.



POR: CARLOS A. CELI G.

JACK JARAMILLO G.

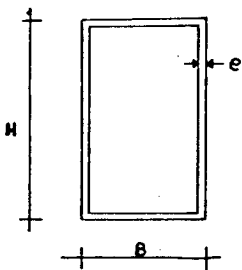
ARCHIVO=6													
COD	H	B	C	e	AREA	Ixx	Sxx	rx	Iyy	Syy	ry	Xcg	123
---	mm	mm	mm	mm	cm^2	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm	cm	---
1	20	20	0	2	1.47	0.56	0.40	0.62	1.09	0.55	0.86	0.00	.
2	20	20	0	3	2.06	0.74	0.56	0.60	1.60	0.80	0.88	0.00	.
3	25	25	0	2	1.87	1.14	0.64	0.78	2.10	0.84	1.06	0.00	.
4	25	25	0	3	2.70	1.58	0.90	0.76	3.15	0.79	1.08	0.00	.
5	30	30	0	2	2.27	2.00	0.92	0.94	3.60	1.20	1.26	0.00	...
6	30	30	0	3	3.30	2.82	1.34	0.92	5.41	1.80	1.28	0.00	...
7	30	30	0	4	4.26	3.52	1.72	0.90	7.20	2.40	1.30	0.00	...
8	40	40	0	2	3.07	4.88	1.68	1.26	8.56	2.14	1.67	0.00	...
9	40	40	0	3	4.50	7.00	2.44	1.25	12.85	3.21	1.69	0.00	...
10	40	40	0	4	5.87	8.92	3.16	1.23	17.16	4.29	1.71	0.00	...
11	50	50	0	2	3.87	9.72	2.66	1.58	16.69	3.33	2.08	0.00	...
12	50	50	0	3	5.70	14.06	3.90	1.57	25.08	5.01	2.10	0.00	...
13	50	50	0	4	7.47	18.08	5.08	1.56	33.46	6.69	2.12	0.00	...



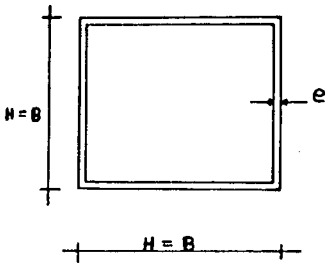
POR: CARLOS A. CELI G.

JACK JARAMILLO G.

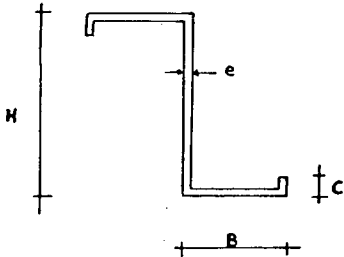
ARCHIVO=H													
COD	H	B	C	e	AREA	Ixx	Sxx	rx	Iyy	Syy	ry	Xcg	123
---	mm	mm	mm	mm	cm^2	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm	cm	---
1	40	20	0	2	2.14	4.04	2.02	1.37	1.33	0.67	0.79	0.00	..
2	50	25	0	2	2.74	8.37	3.35	1.75	2.80	1.12	1.01	0.00	..
3	50	30	0	2	2.94	9.52	3.81	1.80	4.28	1.71	1.21	0.00	..
4	60	40	0	2	3.74	18.39	6.13	2.22	9.81	3.27	1.62	0.00	...
5	60	40	0	3	5.41	25.31	8.44	2.16	13.38	4.46	1.57	0.00	..
6	70	30	0	2	3.74	22.20	6.34	2.44	5.85	1.67	1.25	0.00	..
7	70	30	0	3	5.41	30.50	8.71	2.37	7.84	2.24	1.20	0.00	..



ARCHIVO=1													
COD	H	B	C	e	AREA	Ixx	Sxx	rxx	Iyy	Syy	ryy	Xcg	123
---	mm	mm	mm	mm	cm^2	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm	cm	---
1	20	20	0	2	1.34	0.69	0.69	0.72	0.69	0.69	0.72	0.00	.
2	25	25	0	2	1.74	1.47	1.18	0.92	1.47	1.18	0.92	0.00	.
3	30	30	0	2	2.14	2.71	1.81	1.13	2.71	1.81	1.13	0.00	..
4	40	40	0	2	2.94	6.92	3.46	1.54	6.92	3.46	1.54	0.00	..
5	40	40	0	3	4.21	9.28	4.64	1.48	9.28	4.64	1.48	0.00	.
6	50	50	0	2	3.74	14.13	5.65	1.94	14.13	5.65	1.94	0.00	..
7	50	50	0	3	5.41	19.40	7.76	1.89	19.40	7.76	1.89	0.00	.

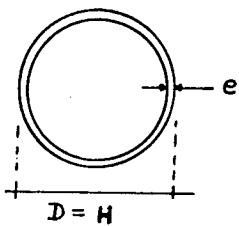


ARCHIVO=J													
COD	H	B	C	e	AREA	Ixx	Sxx	rxx	Iyy	Syy	ryy	Xcg	123
---	mm	mm	mm	mm	cm^2	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm	cm	---
1	80	40	15	2	3.54	35.30	8.81	3.16	14.64	3.75	2.30	0.00	.
2	80	40	15	3	5.11	49.00	12.30	3.10	19.57	5.08	1.95	0.00	.
3	100	50	15	2	4.34	69.20	13.80	4.00	26.44	5.28	2.47	0.00	.
4	100	50	15	3	6.31	97.80	19.60	3.94	36.02	7.42	2.39	0.00	.
5	100	50	30	4	9.34	139.55	27.91	3.86	68.83	14.34	2.71	0.00	.
6	100	50	30	5	11.35	154.99	30.99	3.69	79.20	16.67	2.64	0.00	.
7	100	50	30	6	13.23	174.60	34.92	3.63	87.20	18.55	2.56	0.00	.
8	125	50	15	2	4.84	116.00	18.60	4.91	26.44	5.28	2.33	0.00	.
9	125	50	15	3	7.06	165.00	26.50	4.84	36.03	7.43	2.26	0.00	.
10	125	50	30	4	10.34	228.06	36.49	4.69	68.84	14.34	2.58	0.00	.
11	125	50	30	5	12.60	270.38	43.26	4.63	79.23	16.68	2.50	0.00	.
12	125	50	30	6	14.73	307.13	49.14	4.56	87.25	18.56	2.43	0.00	.
13	150	50	15	2	5.34	179.00	28.30	5.79	26.44	5.28	2.23	0.00	.
14	150	50	15	3	7.81	255.00	34.00	5.72	36.04	7.43	2.15	0.00	.
15	150	60	15	4	12.15	399.35	53.24	5.73	110.44	19.04	3.02	0.00	.
16	150	60	30	5	14.85	477.76	63.70	5.67	128.54	22.35	2.94	0.00	.
17	150	60	30	6	17.43	547.95	73.06	5.61	143.28	25.13	2.86	0.00	.
18	200	50	15	2	6.36	356.00	35.60	7.56	26.45	5.29	2.04	0.00	.
19	200	50	15	3	9.31	507.00	50.70	7.45	36.05	7.43	1.97	0.00	.
20	200	80	30	4	15.75	954.08	95.40	7.78	234.31	30.04	3.86	0.00	.
21	200	80	30	5	19.35	1153.81	115.38	7.72	276.73	35.70	3.78	0.00	.
22	200	80	30	6	22.83	1338.56	133.85	7.66	313.27	40.68	3.70	0.00	.
23	250	100	30	4	19.35	1862.45	148.99	9.81	423.09	43.17	4.68	0.00	.
24	250	100	30	5	23.85	2266.82	181.34	9.75	504.35	51.72	4.60	0.00	.
25	250	100	30	6	28.23	2647.38	211.79	9.68	576.52	59.43	4.52	0.00	.



POR: CARLOS A. CELI 6.

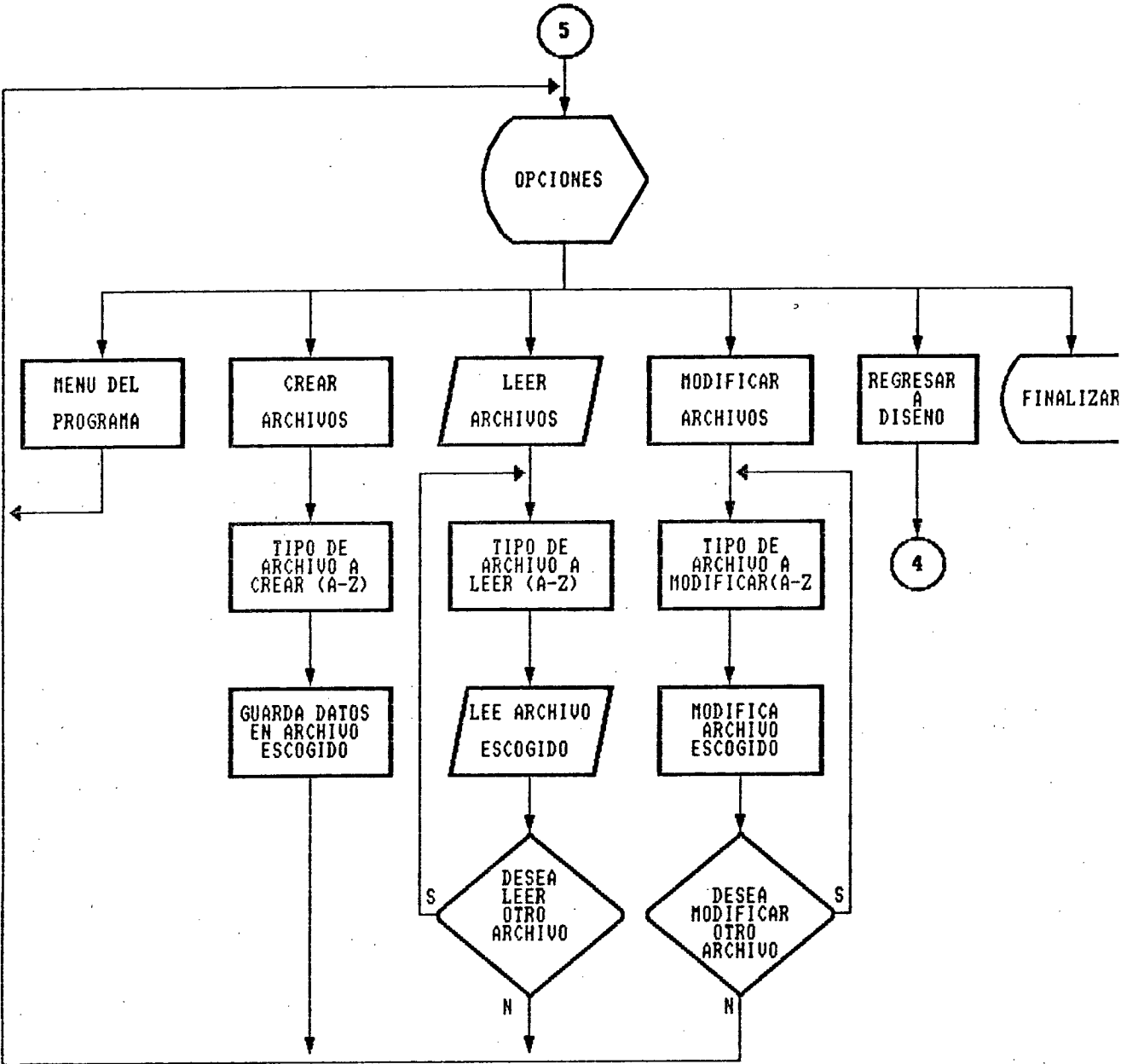
JACK JARAMILLO 6.



ARCHIVO=K													
COD	H	B	C	e	AREA	Ixx	Sxx	rxx	Iyy	Syy	ryy	Xcg	123
---	mm	mm	mm	mm	cm^2	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm	cm	---
1	16	0	0	2	0.87	0.22	0.27	0.50	0.22	0.27	0.50	0.00	.
2	19	0	0	2	1.07	0.39	0.41	0.61	0.39	0.41	0.61	0.00	.
3	22	0	0	2	1.29	0.66	0.60	0.72	0.66	0.60	0.72	0.00	.
4	25	0	0	2	1.48	1.01	0.80	0.83	1.01	0.80	0.83	0.00	..
5	32	0	0	2	1.89	2.08	1.27	1.06	2.08	1.27	1.06	0.00	..
6	38	0	0	2	2.29	3.71	1.95	1.28	3.71	1.95	1.98	0.00	..
7	38	0	0	3	3.31	15.13	2.69	1.25	15.13	2.69	1.25	0.00	.
8	48	0	0	2	2.89	7.45	3.13	1.61	7.45	3.13	1.61	0.00	.
9	51	0	0	2	3.10	9.15	3.60	1.73	9.15	3.60	1.73	0.00	..
10	51	0	0	3	4.51	12.92	5.09	1.69	12.92	5.09	1.69	0.00	.
11	65	0	0	2	3.86	18.28	5.79	2.18	18.28	5.79	2.18	0.00	..
12	65	0	0	3	5.70	26.15	8.24	2.14	26.15	824.00	2.14	0.00	.

3.3.15 ESTRUCTURA DEL PROGRAMA: B-PERFIL.TES

Crea archivos para almacenar datos de perfiles.



```

10 REM For: Carlos A. Celi G.
20 REM      Jack Jaramillo G.
30 REM
40 CLEAR
50 KEY OFF:CLS:D$="CARLOS A.CELI.G. "
60 GOSUB 3500
70 LOCATE 8,3:COLOR 0,7:PRINT "  BANCO DE PERFILES DE ACERO FORMADOS EN FRIO FA
BRICADOS EN NUESTRO PAIS  ":COLOR 7,0
80 LOCATE 3,21:PRINT ""
90 LOCATE 10,5:PRINT D$
100 LOCATE 10,60:PRINT "JACK JARAMILLO G."
110 IF CC$=CHR$(69)+CHR$(76)+CHR$(73)+ " " GOTO 130
120 GOTO 4410
130 LOCATE 7,35:PRINT ""
140 LOCATE 12,27:COLOR 0,7:PRINT "          TIENE LAS SIGUIENTES OPCIONES
      ":COLOR 7,0
150 LOCATE 14,34:PRINT "  1.-----MENU          "
160 LOCATE 15,34:PRINT "  2.-----CREAR ARCHIVOS  "
170 LOCATE 16,34:PRINT "  3.-----LEER ARCHIVOS   "
180 LOCATE 17,34:PRINT "  4.-----IMPRESION DE ARCHIVOS "
190 LOCATE 18,34:PRINT "  5.-----MODIFICAR Y AGREGAR "
200 LOCATE 19,34:PRINT "  6.-----REGRESAR A DISEÑO "
210 LOCATE 20,34:PRINT "  7.-----FINALIZAR       "
220 LOCATE 21,34:PRINT "
230 T=13:T1=14
240 LOCATE 14,7:PRINT CHR$(201);
250 FOR I=48 TO 52:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 14,13:PRINT CHR$(187)
260 FOR I=15 TO 19:LOCATE I,T:PRINT CHR$(186):LOCATE I,T1:PRINT CHR$(186):NEXT I
270 LOCATE 19,7:PRINT CHR$(200);
280 FOR I=48 TO 52:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 19,13:PRINT CHR$(188)
290 LOCATE 14,14:PRINT CHR$(201);
300 FOR I=55 TO 59:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 14,20:PRINT CHR$(187)
310 LOCATE 19,14 :PRINT CHR$(200);
320 FOR I=55 TO 59:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 19,20:PRINT CHR$(188)
330 T=0:T1=0
340 LOCATE 22,4:COLOR 0,7:PRINT "DIGITE LA OPCION DE (1 - 7) =":COLOR 7,0:INPUT
  K
350 ON K GOSUB 390,970,1350,1760,2260,3630,4410
360 INPUT "DESEA CONTINUAR (S/N)=";A$
370 IF A$="S" THEN CLS:GOTO 50
380 K=7:GOTO 350
390 CLS
400 LOCATE 2,20 :COLOR 0,7:PRINT "  M      E      N      U  ":COLOR 7,0
410 LOCATE 3,20 :COLOR .7:PRINT "                                ":COLOR 12
420 PRINT:PRINT
430 PRINT:PRINT
440 PRINT "EL siguiente programa B/PERFIL.JCG,crea un libro de archivos desde -"
450 PRINT "la A hasta la Z ,en la que cada letra es un archivo en el cual Ud. -"
460 PRINT "puede almacenar cualquier tipo de perfil independientemente de los -"
470 PRINT "demas"
480 PRINT
490 PRINT "El programa permite visualizar independientemente cada uno de los -"
500 PRINT "archivos creados correspondientes a cada uno de los perfiles."
510 PRINT
520 PRINT "El programa permite imprimir los archivos creados en forma global -"
530 PRINT "o parcialmente escogidos al asar"
540 PRINT
550 PRINT "El programa permite modificar y a la vez agregar registros de cual-"
560 PRINT "quiera de los archivos creados."
570 PRINT
580 PRINT "El programa grafica la seccion del perfil sea este de seccion simple"
590 PRINT "o compuesta."
600 IF INKEY$="" THEN 600
610 CLS
620 PRINT
630 LOCATE 2,22:COLOR 0,7:PRINT "  NOMENCLATURA DE ALMACENAMIENTO  ":COLOR 7,0
640 LOCATE 3,22:COLOR .7:PRINT "                                ":COLOR 12
650 PRINT
660 PRINT "Los perfiles se encuentran almacenados de la siguiente manera:
670 PRINT
680 PRINT "En el archivo A = CANALES  C  ALAS NO ATIESADAS (SECCION--C)"

```

```

690 PRINT "      B = CORREAS 6 ALAS ATIESADAS (SECCION--6)"
700 PRINT "      C = CORREAS 6 ESPALDA-ESPALDA (SECCION--16)"
710 PRINT "      D = CORREAS 6 FRENTE-FRENTE (SECCION--06)"
720 PRINT "      E = SOMBREROS PLEGADOS OMEGAS (SECCION--S)"
730 PRINT "      F = ANGULOS L ALAS IGUALES (SECCION--L)"
740 PRINT "      G = ANGULOS L ESPALDA-ESPALDA (SECCION--TL)"
750 PRINT "      H = TUBOS RECTANGULARES (SECCION--0)"
760 PRINT "      I = TUBOS CUADRADOS (SECCION--o)"
770 PRINT "      J = CORREAS 2 ALAS ATIESADAS (SECCION--ZA)"
780 PRINT "      K = TUBOS ESTRUCTURALES (SECCION--0)"
790 PRINT "      L = "
800 PRINT "      M = "
810 PRINT "      N = "
820 PRINT "      O = "
830 PRINT "      P = "
840 IF INKEY$="" THEN 840
850 PRINT "      Q = "
860 PRINT "      R = "
870 PRINT "      S = "
880 PRINT "      T = "
890 PRINT "      U = "
900 PRINT "      V = "
910 PRINT "      W = "
920 PRINT "      X = "
930 PRINT "      Y = "
940 PRINT "      Z = "
950 IF INKEY$="" THEN 950
960 GOSUB 50
970 CLS:LOCATE 2,20:COLOR 0,7:PRINT "  C R E A C I O N   D E L   A R C H I V O  ":
COLOR 7,0
980 LOCATE 3,20:COLOR .7:PRINT "                                     ":COLOR
R 12
990 PRINT :PRINT
1000 INPUT "TIPO DE ARCHIVO A CREAR (A - Z) =",P$
1010 OPEN "O",#1,C$:LZ=0:E=1
1020 IF R=0 THEN PRINT "NO HAY PERFILES DE ESTE TIPO":CLOSE#1:RETURN
1030 LZ=LZ+1
1040 PRINT "PERFIL #=",LZ:PRINT
1050 INPUT "H(mm)          =",A1%
1060 INPUT "B(mm)          =",A2%
1070 INPUT "C(mm)          =",A3%
1080 INPUT "e(mm)          =",A4%
1090 INPUT "AREA(cm^2)      =",A5
1100 INPUT "PESO (KG/M)      =",A6
1110 INPUT "PESO (KG/6M)     =",A7
1120 INPUT "Ixx (cm^4)      =",A8
1130 INPUT "Sxx (cm^3)      =",A9
1140 INPUT "rxx (cm)       =",A10
1150 INPUT "Iyy (cm^4)      =",A11
1160 INPUT "Syy (CM^3)      =",A12
1170 INPUT "ryy (cm)       =",A13
1180 INPUT "Xcg (cm)       =",A14
1190 INPUT "COMPAC        =",A1$
1200 INPUT "IPAC          =",A2$
1210 INPUT "INDUMET        =",A3$
1220 WRITE #1,LZ,A1%,A2%,A3%,A4%,A5,A6,A7,A8,A9,A10,A11,A12,A13,A14,A1$,A2$,A3$
1230 CLS:IF LZ=R THEN 1270
1240 IF E=0 THEN 1270
1250 GOTO 1030
1260 PRINT
1270 INPUT "DESEA INCREMENTAR MAS REGISTROS (S/N)=",A4$
1280 IF A4$="S" THEN E=0 :GOTO 1030
1290 PRINT
1300 PRINT
1310 CLOSE
1320 INPUT "DESEA ARCHIVAR OTRO TIPO DE PERFILES (S/N)=",A5$
1330 IF A5$="S" THEN LZ=0:GOTO 1000
1340 GOSUB 50
1350 CLS: LOCATE 2,20:COLOR 0,7:PRINT "  L E C T U R A   D E   A R C H I V O S
":COLOR 7,0
1360 LOCATE 3,20:COLOR .7:PRINT "                                     ":C

```

```

OLOR 7,0
1370 PRINT
1380 INPUT "TIPO DE ARCHIVO A LEER= ",P$
1390 T2=0
1400 FOR I=65 TO 90 :T2=T2+1
1410 IF CHR$(I)=P$ THEN C$=CHR$(I)+".TES":GOTO 1430
1420 NEXT I:PRINT:PRINT"NO EXISTE ESTE TIPO DE PERFILES":T2=0:RETURN
1430 D$="ARCHIVO="+CHR$(I):PRINT:CLS
1440 OPEN "I",#1,C$
1450 LOCATE 1,30:COLOR 0,7:PRINT " ";D$;" ":COLOR 7,0
1460 LOCATE 2,30:COLOR .7:PRINT " ":COLOR 12
1470 LOCATE 3,1:COLOR .7:PRINT "
":COLOR 12
1480 LOCATE 4,1:PRINT"COD";TAB(6);"H";TAB(11);"B";TAB(16);"C";TAB(20);"e";TAB(24
);"AREA";
1490 PRINT TAB(31);"Ixx";TAB(38);"Sxx";TAB(45);"rxx";TAB(51);"Iyy";TAB(59);"Syy"
;
1500 PRINT TAB(66);"ryy";TAB(72);"Xcg";TAB(77);"1";TAB(78);"2";TAB(79);"3"
1510 LOCATE 5,1:COLOR .7:PRINT "
":COLOR 12
1520 LOCATE 6,1:PRINT"---";TAB(6);"mm";TAB(11);"mm";TAB(16);"mm";TAB(20);"mm";TA
B(24);"cm^2";
1530 PRINT TAB(31);"cm^4";TAB(38);"cm^3";TAB(45);"cm";TAB(51);"cm^4";TAB(59);
1540 PRINT "cm^3";TAB(66);"cm";TAB(72);"cm";TAB(77);"--";TAB(78);"--";TAB(79);"--"
1550 LOCATE 7,1:COLOR .7:PRINT "
":COLOR 12
1560 U=7
1570 U=U+1
1580 INPUT #1,LX,A1Z,A2Z,A3Z,A4Z,A5,A6,A7,A8,A9,A10,A11,A12,A13,A14,A1$,A2$,A3$
1590 LOCATE U,1:PRINT LX;TAB(5);A1Z;TAB(10);A2Z;TAB(15);A3Z;TAB(19);A4Z;TAB(23);
USING "##.##";A5;
1600 PRINT TAB(29);USING "####.##";A8;:PRINT TAB(37);USING "##.##";A9;:PRINT TA
B(44);USING"##.##";A10;:PRINT TAB(50);USING"####.##";A11;:PRINT TAB(58);USING"##
#.##";A12;
1610 PRINT TAB(65);USING"##.##";A13;:PRINT TAB(71);USING"##.##";A14;:PRINT TAB(7
7);A1$;:PRINT TAB(78);A2$;:PRINT TAB(79);A3$
1620 IF EOF(1) THEN 1670
1630 IF U=23 THEN GOTO 1650
1640 GOTO 1570
1650 IF INKEY$="" THEN GOTO 1650
1660 CLS:GOTO 1450
1670 IF INKEY$="" THEN 1670
1680 GOSUB 3650
1690 ON T2 GOSUB 3720,3790,3860,3990,4010,4070,4130,4180,4250,4320,4390
1700 GOTO 1720
1710 IF INKEY$="" THEN 1710
1720 CLOSE #1
1730 LOCATE 24,1:INPUT "DESEA LEER OTRO TIPO DE PERFILES (S/N)= ",A$
1740 IF A$="S" OR A$="s" THEN CLS:GOTO 1380
1750 GOSUB 50
1760 CLS:LOCATE 9,25:COLOR 0,7:PRINT " IMPRESION DE ARCHIVOS ":COLOR 7,0
1770 LOCATE 10,25:COLOR .7:PRINT " ":COLOR 12
1780 PRINT:PRINT
1790 LOCATE 13,15:INPUT "SE IMPRIME TODOS LOS ARCHIVOS-----S/N=";A8$
1800 IF A8$="S" OR A8$="s" THEN I=64 :GOTO 1860
1810 LOCATE 15,15:INPUT "SE IMPRIME PARCIALMENTE LOS ARCHIVOS-----S/N=";A9$
1820 IF A9$="S" OR A9$="s" THEN 2120
1830 -
1840 IF A10$="S" OR A10$="s" THEN CLS:GOTO 1760
1850 GOTO 50
1860 LPRINT CHR$(15):LPRINT TAB(59);"POR: CARLOS A. CELI G."
1870 LPRINT TAB(64);"JACK JARAMILLO G."
1880 I=I+1:D$="ARCHIVO="+CHR$(I):C$=CHR$(I)+".TES"
1890 LPRINT "-----"
-----"
1900 LPRINT TAB(30);D$
1910 OPEN "I",#1,C$
1920 IF EOF(1) THEN PRINT "NO HAY PERFILES ALMACENADOS":LPRINT "NO HAY PERFILES"
:GOTO 1880
1930 LPRINT "-----"
-----"

```

```

1940 LPRINT "COD";TAB(6);"H";TAB(11);"B";TAB(16);"C";TAB(20);"e";TAB(23);"AREA";
1950 LPRINT TAB(31);"Ixx";TAB(37);"Sxx";TAB(44);"rxx";TAB(50);"Iyy";TAB(58);"Syy";
1960 LPRINT TAB(65);"ryy";TAB(71);"Xcg";TAB(77);"1";TAB(78);"2";TAB(79);"3"
1970 LPRINT "-----"
-----
1980 LPRINT "----";TAB(6);"mm";TAB(11);"mm";TAB(16);"mm";TAB(20);"mm";TAB(23);"cm^2";
1990 LPRINT TAB(31);"cm^4";TAB(37);"cm^3";TAB(44);"cm";TAB(50);"cm^4";TAB(58);
2000 LPRINT "cm^3";TAB(65);"cm";TAB(71);"cm";TAB(77);"--";TAB(78);"--";TAB(79);"--"
2010 LPRINT "-----"
-----
2020 INPUT #1,LX,A1X,A2X,A3X,A4X,A5,A6,A7,A8,A9,A10,A11,A12,A13,A14,A1$,A2$,A3$
2030 LPRINT LX;TAB(5);A1X;TAB(10);A2X;TAB(15);A3X;TAB(19);A4X;TAB(23);USING "##.##";A5;
2040 LPRINT TAB(29);USING "####.##";A8;:LPRINT TAB(37);USING "###.##";A9;:LPRINT TAB(44);USING "##.##";A10;:LPRINT TAB(50);USING "####.##";A11;:LPRINT TAB(58);USING "###.##";A12;
2050 LPRINT TAB(65);USING "##.##";A13;:LPRINT TAB(71);USING "##.##";A14;:LPRINT TAB(77);A1$;:LPRINT TAB(78);A2$;:LPRINT TAB(79);A3$
2060 IF EOF (1) THEN 2080
2070 GOTO 2020
2080 LPRINT "-----"
-----
2090 IF T3=1 THEN 2220
2100 IF I=90 THEN PRINT "IMPRESION TERMINADA":LPRINT "IMPRESION TERMINADA":I=0:GOTO 50
2110 CLOSE #1:GOTO 1880
2120 LOCATE 17,15:INPUT "TIPO DE ARCHIVO A IMPRIMIR -----",P$
2130 LPRINT CHR$(15):LPRINT TAB(59);"POR: CARLOS A. CELI G."
2140 LPRINT TAB(64);"JACK JARAMILLO G."
2150 T2=0
2160 FOR I=65 TO 90 :T2=T2+1
2170 IF CHR$(I)=P$ THEN C$=CHR$(I)+".TES":GOTO 2190
2180 NEXT I:PRINT:LPRINT"NO EXISTE ESTE TIPO DE PERFILES":T2=0:RETURN
2190 T3=1
2200 D$="ARCHIVO="+CHR$(I)
2210 GOTO 1890
2220 CLOSE #1
2230 LOCATE 19,15:INPUT "DESEA IMPRIMIR OTRO ARCHIVO-----S/N =";A11$
2240 IF A11$="S" THEN 2120
2250 T3=0 :GOTO 1830
2260 CLS:LOCATE 1,15:COLOR 0,7:PRINT "MODIFICACION DE REGISTROS":COLOR 7,0
2270 LOCATE 2,15:COLOR .7:PRINT "":COLOR 12
2280 PRINT
2290 INPUT "TIPO DE ARCHIVO A MODIFICAR =",P$:T2=0
2300 FOR I=65 TO 90:T2=T2+1
2310 IF CHR$(I)=P$ THEN C$=CHR$(I)+".TES":GOTO 2330
2320 NEXT I:PRINT:PRINT "NO EXISTE ESTE TIPO DE PERFILES ":RETURN
2330 D$="PERFILES="+CHR$(I):PRINT
2340 INPUT "CODIGO DEL PERFIL A MODIFICAR=",C
2350 CLS
2360 LOCATE 1,30:COLOR 0,7:PRINT " ";D$;" ":COLOR 7,0
2370 LOCATE 2,30:COLOR .7:PRINT " ":COLOR 12
2380 PRINT
2390 OPEN "I",#1,C$
2400 OPEN "O",#2,"JJCC"
2410 INPUT #1,LX,A1X,A2X,A3X,A4X,A5,A6,A7,A8,A9,A10,A11,A12,A13,A14,A1$,A2$,A3$
2420 IF LX=0 THEN PRINT "NO HAY REGISTROS ":GOTO 370
2430 IF LX=C THEN 2460
2440 B=0
2450 GOTO 3150
2460 LOCATE 6,1:PRINT "PERFIL=";LX
2470 PRINT " 1.--H(mm)      =" ;A1X
2480 PRINT " 2.--B(mm)      =" ;A2X
2490 PRINT " 3.--C(mm)      =" ;A3X
2500 PRINT " 4.--e(mm)      =" ;A4X
2510 PRINT " 5.--AREA(cm^2)  =" ;A5
2520 PRINT " 6.--PESO (KG/M) =" ;A6

```



```

2530 PRINT " 7.--PESO (KG/6M) =" ;A7
2540 PRINT " 8.--Ixx (cm^4) =" ;A8
2550 PRINT " 9.--Sxx (cm^3) =" ;A9
2560 LOCATE 7,50:PRINT "10.--rxx (cm) =" ;A10
2570 LOCATE 8,50:PRINT "11.--lyy (cm^4) =" ;A11
2580 LOCATE 9,50:PRINT "12.--Syy (CM^3) =" ;A12
2590 LOCATE 10,50:PRINT "13.--ryy (cm) =" ;A13
2600 LOCATE 11,50:PRINT "14.--Xcg (cm) =" ;A14
2610 LOCATE 12,50:PRINT "15.--COMPAC =" ;A1$
2620 LOCATE 13,50:PRINT "16.--IPAC =" ;A2$
2630 LOCATE 14,50:PRINT "17.--INDUMET =" ;A3$
2640 IF B=1 THEN 3140
2650 PRINT:PRINT
2660 INPUT "SEGURO QUE QUIERE CORREGIR ESTE REGISTRO (S/N)=" ;A6$
2670 IF A6$="S" THEN 2690
2680 GOTO 3150
2690 INPUT "ESCRIBA EL PARAMETRO A CORREGIR =" ;D
2700 GOSUB 3650
2710 ON T2 GOSUB 3720,3790,3860,3990,4010,4070,4130,4180,4250,4320,4390
2720 ON D GOSUB 2780,2800,2820,2840,2860,2880,2900,2920,2940,2960,2980,3000,3020
,3040,3080,3100,3120,3150
2730 PRINT "ERROR DEL PARAMETRO"
2740 IF INKEY$="" THEN 2740
2750 INPUT "DESEA CORREGIR EL MISMO REGISTRO (S/N)=" ;A7$
2760 IF A7$ = "S" THEN CLS:GOTO 2460
2770 B=1:CLS:GOTO 2460
2780 LOCATE 23,1:INPUT "H(mm) =" ;A1%
2790 GOTO 2750
2800 LOCATE 23,1:INPUT "B(mm) =" ;A2%
2810 GOTO 2750
2820 LOCATE 23,1:INPUT "C(mm) =" ;A3%
2830 GOTO 2750
2840 LOCATE 23,1:INPUT "e(mm) =" ;A4%
2850 GOTO 2750
2860 LOCATE 23,1:INPUT "AREA(cm^2) =" ;A5
2870 GOTO 2750
2880 LOCATE 23,1:INPUT "PESO (KG/M) =" ;A6
2890 GOTO 2750
2900 LOCATE 23,1:INPUT "PESO (KG/6M) =" ;A7
2910 GOTO 2750
2920 LOCATE 23,1:INPUT "Ixx (cm^4) =" ;A8
2930 GOTO 2750
2940 LOCATE 23,1:INPUT "Sxx (cm^3) =" ;A9
2950 GOTO 2750
2960 LOCATE 23,1:INPUT "rxx (cm) =" ;A10
2970 GOTO 2750
2980 LOCATE 23,1:INPUT "lyy (cm^4) =" ;A11
2990 GOTO 2750
3000 LOCATE 23,1:INPUT "Syy (CM^3) =" ;A12
3010 GOTO 2750
3020 LOCATE 23,1:INPUT "ryy (cm) =" ;A13
3030 GOTO 2750
3040 LOCATE 23,1:INPUT "Xcg (cm) =" ;A14
3050 GOTO 2750
3060 GOTO 1930
3070 GOTO 1880
3080 LOCATE 23,1:INPUT "COMPAC =" ;A1$
3090 GOTO 2750
3100 LOCATE 23,1:INPUT "IPAC =" ;A2$
3110 GOTO 2750
3120 LOCATE 23,1:INPUT "INDUMET =" ;A3$
3130 GOTO 2750
3140 IF INKEY$="" THEN 3140
3150 WRITE #2,L%,A1%,A2%,A3%,A4%,A5,A6,A7,A8,A9,A10,A11,A12,A13,A14,A1$,A2$,A3$
3160 IF EOF(1) THEN 3180
3170 GOTO 2410
3180 CLS:INPUT "DESEA CONTINUAR CORRIGIENDO EL MISMO TIPO DE PERFIL (S/N)=" ;A9$
3190 IF A9$="S" THEN 3220
3200 INPUT "DESEA AGREGAR MAS REGISTROS (S/N)=" ;A10$
3210 IF A10$="S" THEN GOTO 3290
3220 CLOSE #1,#2

```

```

3230 KILL C$
3240 NAME "JJCC" AS C$
3250 IF A9$="S" THEN 2340
3260 INPUT "DESEA CORREGIR OTRO TIPO DE PERFILES (S/N)=" ,A11$
3270 IF A11$="S" THEN 2290
3280 GOSUB 50
3290 LZ=LZ+1
3300 PRINT "PERFIL #=",LZ:PRINT
3310 INPUT "H(mm)      =" ,A1Z
3320 INPUT "B(mm)      =" ,A2Z
3330 INPUT "C(mm)      =" ,A3Z
3340 INPUT "e(mm)      =" ,A4Z
3350 INPUT "AREA(cm^2)  =" ,A5
3360 INPUT "PESO (KG/M) =" ,A6
3370 INPUT "PESO (KG/6M) =" ,A7
3380 INPUT "Ixx (cm^4)  =" ,A8
3390 INPUT "Sxx (cm^3)  =" ,A9
3400 INPUT "rxx (cm)    =" ,A10
3410 INPUT "Iyy (cm^4)  =" ,A11
3420 INPUT "Syy (CM^3)  =" ,A12
3430 INPUT "ryy (cm)    =" ,A13
3440 INPUT "Xcg (cm)    =" ,A14
3450 INPUT "COMPAC      =" ,A1$
3460 INPUT "IPAC        =" ,A2$
3470 INPUT "INDUMET     =" ,A3$
3480 WRITE #2,LZ,A1Z,A2Z,A3Z,A4Z,A5,A6,A7,A8,A9,A10,A11,A12,A13,A14,A1$,A2$,A3$
3490 CLS:GOTO 3200
3500 IF D$="CARLOS A.CELI.6. " THEN 3530
3510 PRINT "
3520 GOTO 4410
3530 LOCATE 8,1:PRINT CHR$(201);
3540 FOR I=2 TO 79:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 8,80:PRINT CHR$(187)
3550 FOR I=9 TO 22:LOCATE I,1:PRINT CHR$(186):LOCATE I,80:PRINT CHR$(186):NEXT I
3560 LOCATE 22,1:PRINT CHR$(200);
3570 FOR I=2 TO 79:PRINT CHR$(205);:NEXT I:PRINT CHR$(188)
3580 LOCATE 11,2:FOR I=2 TO 79:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 11,26:PRINT CHR$(2
03)
3590 FOR I=12 TO 22:LOCATE I,26:PRINT CHR$(186):NEXT I
3600 LOCATE 22,26:PRINT CHR$(202)
3610 LOCATE 13,26:PRINT CHR$(204);:FOR I=27 TO 79:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE
13,80:PRINT CHR$(185)
3620 RETURN
3630 COMMON ND$,N1$,D1$,ND$,CC$
3640 CHAIN "DISEÑO.TES",240
3650 LOCATE 10,40:PRINT CHR$(201);
3660 FOR I=41 TO 69 :PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 10,70:PRINT CHR$(187)
3670 FOR I=11 TO 23:LOCATE I,40:PRINT CHR$(186):LOCATE I,70:PRINT CHR$(186):NEXT
.I
3680 LOCATE 23,40:PRINT CHR$(200);
3690 FOR I=41 TO 69:PRINT CHR$(205);:NEXT I:PRINT CHR$(188)
3700 FOR I=11 TO 22:FOR I1=41 TO 69:LOCATE I,I1:PRINT CHR$(177);:NEXT I1 :NEXT I
3710 RETURN
3720 LOCATE 13,52:PRINT CHR$(201);
3730 FOR I=53 TO 59:PRINT CHR$(205);:NEXT I
3740 FOR I=14 TO 20:LOCATE I,52:PRINT CHR$(186):NEXT I
3750 LOCATE 20,52:PRINT CHR$(200);
3760 FOR I=53 TO 59:PRINT CHR$(205);:NEXT I
3770 IF INKEY$="" THEN 3770
3780 RETURN
3790 LOCATE 14,53:PRINT CHR$(201);
3800 FOR I=54 TO 59:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 14,59:PRINT CHR$(187)
3810 FOR I=15 TO 19:LOCATE I,53:PRINT CHR$(186):NEXT I
3820 LOCATE 19,53 :PRINT CHR$(200);
3830 FOR I=54 TO 58:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 19,59:PRINT CHR$(188)
3840 IF INKEY$="" THEN 3840
3850 RETURN
3860 T=53:T1=54
3870 LOCATE 14,47:PRINT CHR$(201);
3880 FOR I=48 TO 52:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 14,53:PRINT CHR$(187)
3890 FOR I=15 TO 19:LOCATE I,T:PRINT CHR$(186):LOCATE I,T1:PRINT CHR$(186):NEXT
I
I

```

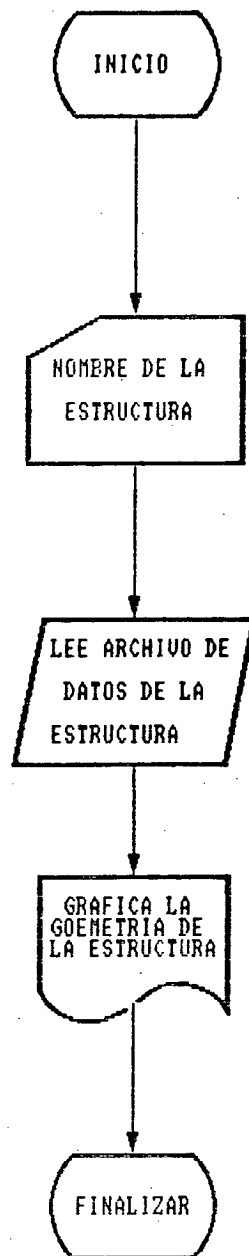
```

3900 LOCATE 19,47 :PRINT CHR$(200);
3910 FOR I=48 TO 52:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 19,53:PRINT CHR$(188)
3920 LOCATE 14,54:PRINT CHR$(201);
3930 FOR I=55 TO 59:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 14,60:PRINT CHR$(187)
3940 LOCATE 19,54 :PRINT CHR$(200);
3950 FOR I=55 TO 59:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 19,60:PRINT CHR$(188)
3960 T=0:T1=0
3970 IF INKEY$="" THEN 3970
3980 RETURN
3990 T=47:T1=60:GOTO 3870
4000 RETURN
4010 LOCATE 15,51:PRINT CHR$(201);
4020 FOR I=52 TO 59:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 15,60:PRINT CHR$(187)
4030 FOR I=16 TO 17:LOCATE I,51:PRINT CHR$(186):LOCATE I,60:PRINT CHR$(186):NEXT
  I
4040 LOCATE 18,51:PRINT CHR$(188):LOCATE 18,50:PRINT CHR$(205):LOCATE 18,60:PRIN
  T CHR$(200):LOCATE 18,61:PRINT CHR$(205)
4050 IF INKEY$="" THEN 4050
4060 RETURN
4070 T=52:T1=65
4080 FOR I=13 TO 18:LOCATE I,T:PRINT CHR$(186):NEXT I:LOCATE 19,T:PRINT CHR$(200
  )
4090 FOR I=T+1 TO T1:LOCATE 19,I:PRINT CHR$(205);:NEXT I
4100 T=0
4110 IF INKEY$="" THEN 4110
4120 RETURN
4130 T=54
4140 FOR I=13 TO 18:LOCATE I,T:PRINT CHR$(186):NEXT I:LOCATE 19,T:PRINT CHR$(188
  )
4150 FOR I=42 TO 53:LOCATE 19,I:PRINT CHR$(205);:NEXT I
4160 T=T+1:T1=67
4170 GOTO 4080
4180 LOCATE 15,52:PRINT CHR$(201);
4190 FOR I=53 TO 57:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 15,58:PRINT CHR$(187)
4200 FOR I=16 TO 20:LOCATE I,52:PRINT CHR$(186):LOCATE I,58:PRINT CHR$(186):NEXT
  I
4210 LOCATE 21,52:PRINT CHR$(200);
4220 FOR I=53 TO 57:PRINT CHR$(205);:NEXT I:PRINT CHR$(188)
4230 IF INKEY$="" THEN 4230
4240 RETURN
4250 LOCATE 14,50:PRINT CHR$(201);
4260 FOR I=51 TO 60:PRINT CHR$(205);:NEXT I:LOCATE 14,60:PRINT CHR$(187)
4270 FOR I=15 TO 18:LOCATE I,50:PRINT CHR$(186):LOCATE I,60:PRINT CHR$(186):NEXT
  I
4280 LOCATE 19,50:PRINT CHR$(200);
4290 FOR I=51 TO 59:PRINT CHR$(205);:NEXT I:PRINT CHR$(188)
4300 IF INKEY$="" THEN 4300
4310 RETURN
4320 LOCATE 12,50:PRINT CHR$(201);
4330 FOR I=51 TO 54:PRINT CHR$(205);:NEXT I:PRINT CHR$(187)
4340 FOR I=13 TO 19:LOCATE I,55:PRINT CHR$(186):NEXT I
4350 LOCATE 20,55:PRINT CHR$(200);
4360 FOR I=55 TO 58:PRINT CHR$(205);:NEXT I:PRINT CHR$(188)
4370 IF INKEY$="" THEN 4370
4380 RETURN
4390 LOCATE 17,43:PRINT "SECCION CIRCULAR"
4400 RETURN
4410 END

```

### 3.3.16 ESTRUCTURA DEL PROGRAMA: GRAFICA.TES

Grafica la geometria de la estructura.



```

10 REM Por: Carlos A. Celi G.
20 REM      Jack Jaramillo G.
30 REM
40 INPUT "ESPECIFIQUE EL DRIVE DE DATOS A/B/C =":D1$
50 INPUT "NOMBRE DE LA ESTRUCTURA":NO$
60 IF D1$="A" OR D1$="a" THEN NO$="A:"+NO$:GOTO 90
70 IF D1$="B" OR D1$="b" THEN NO$="B:"+NO$:GOTO 90
80 IF D1$="C" OR D1$="c" THEN NO$="C:"+NO$:GOTO 90
90 NO$=LEFT$(NO$,10)
100 KEY OFF
110 OPEN "I",#1,NO$+".DCG"
120 INPUT #1,NO$,NI$
130 INPUT #1,NO$
140 INPUT #1,DB$
150 INPUT #1,NO$
160 INPUT #1,NN$,NN
170 INPUT #1,NM$,NM
180 INPUT #1,NR$,NRA
190 INPUT #1,NA$,NA
200 INPUT #1,ME$,ME
210 INPUT #1,GL$,NGL
220 DIM X(NN),Y(NN),NI(NM),NF(NM),A(NM)
230 INPUT #1,NO$
240 INPUT #1,CN$:INPUT #1,C1$
250 FOR I=1 TO NN
260 INPUT #1,I,X(I),Y(I)
270 NEXT I
280 INPUT #1,NO$
290 INPUT #1,OA$:INPUT #1,O1$
300 FOR J=1 TO NM
310 INPUT #1,J,NI(J),NF(J),A(J)
320 NEXT J
330 DIM DX$(NN),DY$(NN),DX(2*NN)
340 INPUT #1,NO$
350 INPUT #1,RA$:INPUT #1,R1$
360 FOR I=1 TO NA
370 INPUT #1,AP(I),DX[2*AP(I)-1],DX[2*AP(I)]
380 NEXT I
390 INPUT #1,NO$:INPUT #1,EC$,EC
400 FOR J=1 TO EC
410 INPUT #1,J,NNC(J)
420 NEXT J
430 DIM NA(NNC(1)),FA(2*NN),NB(NNC(2)),FB(2*NN),NC(NNC(3)),FC(2*NN),ND(NNC(4)),F
D(2*NN),NE(NNC(5)),FE(2*NN)
440 INPUT #1,NO$
450 INPUT #1,DC$
460 FOR J=1 TO EC
470 INPUT #1,EC$,J
480 INPUT #1,NC$,NNC(J):INPUT #1,C3$
490 FOR I=1 TO NNC(J)
500 IF J=1 THEN GOTO 550
510 IF J=2 THEN GOTO 570
520 IF J=3 THEN GOTO 590
530 IF J=4 THEN GOTO 610
540 IF J=5 THEN GOTO 630
550 INPUT #1,NA(I),FA[2*NA(I)-1],FA[2*NA(I)]
560 GOTO 640
570 INPUT #1,NB(I),FB[2*NB(I)-1],FB[2*NB(I)]
580 GOTO 640
590 INPUT #1,NC(I),FC[2*NC(I)-1],FC[2*NC(I)]
600 GOTO 640
610 INPUT #1,ND(I),FD[2*ND(I)-1],FD[2*ND(I)]
620 GOTO 640
630 INPUT #1,NE(I),FE[2*NE(I)-1],FE[2*NE(I)]
640 NEXT I
650 NEXT J

```

```

660 CLOSE #1
670 H=Y((NN+1)/2):L=X(NN)-X(1)
680 IF H>(L/2) THEN F=150:L=H:GOTO 700
690 F=285
700 FOR J=1 TO NM
710 X1=X(NI(J))*F/L:Y1=Y(NI(J))*F/L
720 X2=X(NF(J))*F/L:Y2=Y(NF(J))*F/L
730 A1=5+X1:B1=160-Y1:A2=5+X2:B2=160-Y2
740 NEXT J
750 LOCATE 23,14:PRINT "---- ":NO$:" ----"
760 IF INKEY$="" THEN GOTO 760
770 INPUT "DESEA GRAFICAR OTRA VEZ (S/N)=";G$
780 IF G$="S" OR G$="s" THEN CLEAR:CLS:GOTO 40
790 SYSTEM

```

### 3.3.17. CORRIDAS DE PRUEBA DEL PROGRAMA.

Para comprobar el correcto funcionamiento del programa de este trabajo, se lo comparò con paquetes de fabricación extranjera tales como el STRESS, SAFE.

Para el objeto se ha calculado una estructura con estos programas y el nuestro.

# CAPITULO

## IV



## CAPITULO IV

### DOCUMENTACION DEL PROGRAMA

#### 4.1. DOCUMENTACION.

Los programas que conforman el paquete, reconocen dos tipos de numeros: entero y de punto flotante.

Número entero.- Son los numeros sin punto decimal, normalmente usados para ordenar, clasificar o identificar algunas partes de la estructura a analizar: número de nudo, número de elemento, etc. con el objeto de dar mayor velocidad al proceso.

Número de punto flotante.- Es un número con punto decimal usado para especificar valores fisicos como coordenadas de los nudos, área de la sección transversal de un miembro, cargas aplicadas, etc. para dar una mayor exactitud a los resultados, los numeros de punto flotante pueden ser expresados en forma normal o exponencial.

Se dimensiona todas las variables de acuerdo a las necesidades de cada problema.

El programa creará un archivo para datos con el nombre de la estructura con extensión .DCG, ejemplo: NOMBRE.DCG ,y los resultados se guardaran en archivos diferentes correspondientes a cada uno de los estados de carga, cuyo nombre contendrá el número del estado de carga, nombre de la estructura y con extensión .RCG, ejemplo: si el problema está sometido a cinco estados de carga (tope máximo), el programa creará cinco archivos así:

1-NOMBRE.RCG

2-NOMBRE.RCG

3-NOMBRE.RCG

4-NOMBRE.RCG

5-NOMBRE.RCG

Los archivos creados por los programas son de tipo secuencial tanto para entrada y salida de datos, como para resultados.

Como datos generales de la estructura tenemos: nombre de la estructura o titulo del problema, el drive donde se guardarán datos y resultados, número de nudos, número de miembros, número de restricciones de apoyo, número de apoyos, módulo de elasticidad.

Entrada de coordenadas de nudos.

Orientación y area de los miembros.

Restricciones de apoyo: dependiendo del tipo de apoyo de la estructura.

Datos sobre cargas: el programa contempla hasta cinco estados de carga.

Cargas aplicadas en los nudos: correspondientes a cada uno de los estados de carga.

(programa CELOSIAS.TES).

Formación directa de la matriz de rigidez global de la estructura y colocación de la misma en el vector SKYLINE, solución del sistema de ecuaciones y obtención de desplazamientos de los nudos, cálculo de las reacciones de apoyo, calcula sollicitaciones de extremo de barra, el cálculo se realiza para todos los estados de carga.  
(programa CALCULOS.TES).

El programa no realiza combinaciones de estados de carga.

El programa permite visualizar los resultados obtenidos e imprimir los datos y resultados.  
(programa AYUDA1.TES).

El programa escoge de todos los estados de carga los esfuerzos mas criticos para el diseño.

(programa AYUDA2.TES).

El programa diseña tanto a esfuerzos de tensión como de compresión todo los miembros de la estructura sean estos considerados como principales, secundarios o especiales de acuerdo al criterio del diseñador, calcula longitud de suelda, además diseña: pasador, placa de apoyo, placa base, pernos de anclaje.

(programa DISEÑO.TES).

Para el diseño se cuenta con un banco de datos de todos los perfiles laminados en frio fabricados en nuestro pais, con todas las características necesarias para el diseño, este banco podrá ser incrementado con otros tipos de perfiles si en el futuro se fabrican.

(programa B-PERFIL.TES).

Con la finalidad de tener una mayor seguridad de que los datos de la geometria de la estructura han sido ingresados correctamente se ha creado un programa que nos permita graficar la estructura.

(programa GRAFICA.TES).

#### 4.2. MANUAL DEL PROGRAMADOR.

Para la realización de los programas se ha utilizado el lenguaje GWBASIC, por la facilidad que presenta el manejo de sus comandos, y por ser el lenguaje mas conocido en nuestro medio.

En la configuración de los programas se han utilizado los comandos mas elementales de manera que estos programas puedan ser facilmente entendidos, y sirvan de base para hacer programas mas sofisticados en el futuro.

Los programas trabajan con archivos secuenciales.

Los programas han sido creados para trabajar conjuntamente evitando asi perdidas de tiempo para el usuario, y brindando asi una mayor agilidad en el uso de los mismos.

Para el diseño se cuenta con un banco de datos, de manera que brinde al usuario, una mayor agilidad en el uso de este, evitando asi el ingreso de datos de los perfiles laminados en frio.

El paquete de programas cubre todas las opciones para asi, poder satisfacer las necesidades del usuario, pudiendo tambien correr los programas independientemente.

#### 4.3. DISEÑO DE ARCHIVOS Y REGISTROS.

Refiriendonos a los archivos, del banco de perfiles, estos han sido diseñados para lectura y escritura secuencial, por cuanto para el diseño necesitamos el chequeo de cada uno de los perfiles correspondientes al peralte y tipo escogido, para poder así determinar el mas idóneo como tambien el mas económico.

De igual manera los archivos diseñados para el almacenamiento de datos de la estructura como los archivos de resultados del cálculo estructural y archivo de esfuerzos para el diseño, son archivos secuenciales los mismos que permiten el acceso total de los datos hacia la memoria del computador.

Los registros han sido diseñados con determinado formato de tal manera que el contenido de el archivo puede ser entendido facilmente por el usuario.

Los archivos creados con este formato pueden ser facilmente leidos, desde el programa o usando MSDOS TYPE COMMAND. La longitud de los registros están diseñados de tal manera que permita la impresión de los mismos sin dañar el formato observado por pantalla.

#### 4.4. DISEÑO DE PANTALLAS Y REPORTES.

Todos los programas han sido diseñados para que presenten en forma ordenada y arreglada tanto los ingresos de datos como los resultados.

Para ello hemos diseñado pantallas, usando arreglos y subrutinas para formar márgenes vistosos y elegantes, títulos resaltados y sombreados, que darán una buena presentación y un mayor entendimiento al uso del programa.

Al utilizar cualquier programa que conforme el paquete, el programa está previsto para que, presente un menú de opciones, el cual en una forma ordenada pasará a la opción requerida. Cualquiera que sea la opción el programa siempre presenta una pantalla debidamente diseñada capaz de que, el usuario tenga un completo entendimiento de lo que está realizando.

La presentación de cada una de las partes del programa como el éxito de los resultados demuestra el interés brindado en el desarrollo de la presente tesis.

#### 4.5. MANUAL DEL USUARIO.

##### 4.5.1. INTRODUCCION.

CELOSIAS.TES.-Es un programa que será usado para el análisis y diseño de estructuras reticulares planas (celosias planas) de acero formado en frio, basado en el método de los desplazamientos para el cálculo estructural, y en el código de la AISI en su capítulo "Especificaciones para el diseño de miembros estructurales de acero formado en frio", para el diseño.

El programa ha sido creado para ser usado en computadores personales de escasa memoria central, su uso es muy fácil, la entrada de datos está dada dentro de ciertos campos o formatos, una comprensión completa, de la teoría estructural para el uso del programa no es necesaria, sin embargo este programa asume que el usuario está familiarizado con los principios del análisis y diseño estructural de acero formado en frio.

La utilidad de las matrices en el análisis lineal de estructuras se basa en los siguientes hechos:

1. Las matrices proporcionan un medio muy comodo para expresar la teoria.



2. La solución que expresa la teoría puede obtenerse mas fácilmente mediante una secuencia de operaciones matriciales para lo que es totalmente idóneo un computador de alta velocidad.

La facilidad del estudio de las estructuras, según un concepto matricial, hace de él algo muy importante para el ingeniero estructural.

#### 4.5.2. CONSIDERACIONES DEL PROGRAMA.

- El programa calcula y diseña cualquier estructura reticular plana.
- El programa genera nudos y barras de los modelos geométricos mas usados en nuestro medio.
- El programa considera como máximo cinco estados carga.
- El programa cuenta con un banco de datos de todos los perfiles de acero formado en frío de fabricación nacional.
- El programa diseña los miembros de la estructura con normas AISI. (especificaciones para el diseño de

miembros estructurales de acero formado en frio).

- El programa dá como resultado: desplazamientos de los nudos (en ambos sentidos x,y), fuerzas axiales de los miembros (tensión-compresión), reacciones de apoyo.

Todo esto para cada estado de carga; reacciones y esfuerzos para diseño (escoge los más críticos entre los cinco estados de carga), perfil seleccionado, longitud de suelda, diseño del pasador de apoyo, diseño de la placa de apoyo, diseño de la placa base, diseño de los pernos de anclaje.

- El programa permite graficar la geometria de la estructura a calcular.

El paquete consta con los siguientes programas:

- CELOSIAS.TES
- CALCULOS.TES
- AYUDA1 .TES
- AYUDA2 .TES
- DISEÑO .TES
- B-PERFIL.TES
- GRAFICA .TES
- A .TES
- B .TES
- C .TES
- D .TES
- E .TES
- F .TES
- G .TES
- H .TES
- I .TES
- J .TES
- K .TES

#### 4.5.3. PREPARACION DE DATOS.

- Es necesario que el usuario del programa haga un esquema de la estructura que va a ser analizada.
- Establecer un sistema de ejes coordenados X e Y, por cuanto el programa trabaja únicamente con estructuras planas. El origen del sistema de ejes coordenados se acostumbra ubicarlos en el extremo inferior izquierdo de la estructura.
- Localizar la posición de cada nudo, relativo con el sistema de ejes coordenados escogido (abscisas y ordenadas de cada nudo). Este literal se lo puede obviar para un gran número de modelos de estructuras si se escoge la opción "DESEA GENERAR NUDOS S/N = ?".
- La numeración de los nudos como de los miembros deberá ser en forma ordenada ascendente.
- Es conveniente que la diferencia entre los números de los nudos de las barras sea la menor posible, ya que de esto depende el ancho de la matriz de rigidez de la estructura, para una mayor comprensión de esto ver capítulo 1 de la presente tesis.

- Para obtener soluciones válidas con CELOSIAS.TES la estructura como un todo debe estar en equilibrio, por lo que deben existir tantos nudos fijos como sean necesarios para que la estructura sea estable.

- Las cargas son añadidas a la estructura actuando a través de los nudos en la dirección de los ejes X e Y de la estructura, normalizando que las cargas hacia arriba y hacia la derecha son positivas, y las cargas hacia abajo como hacia la izquierda son negativas. Las cargas que actúan entre los nudos, sean concentradas o distribuidas deben ser repartidas a estos en relación directa a su distancia o brazo de palanca. Si las fuerzas actúan en dirección oblicua, deben descomponerse en sus componentes en la dirección de los ejes globales de los nudos respectivos. Los cálculos que se requieren para esto son muy simples.

- Las unidades que opera el programa es según el sistema internacional (Kg, cm, cm<sup>2</sup>, etc).

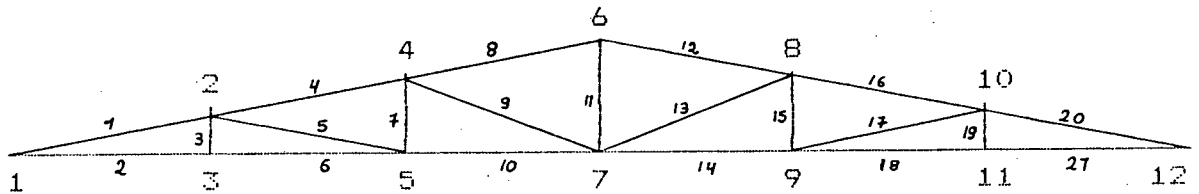
Los datos así preparados contienen toda la información necesaria para que corra el programa.

#### 4.5.4. LIMITACIONES DEL PROGRAMA.

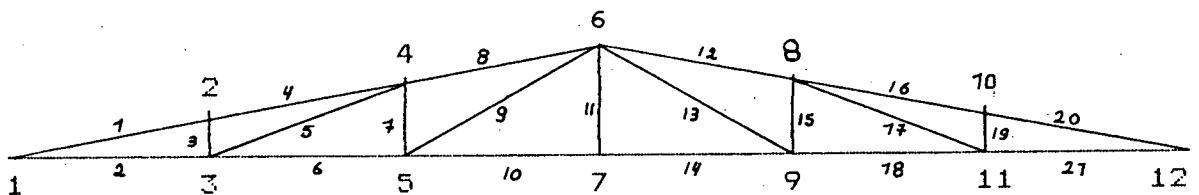
Es necesario dejar establecidas las limitaciones a saber:

- Nombre de la estructura maximo caracteres: 40
- Numero máximo de estados de carga: 5
- No se puede incrementar mas nudos y barras de los especificados.
- El programa genera nudos y barras de las siguientes estructuras:

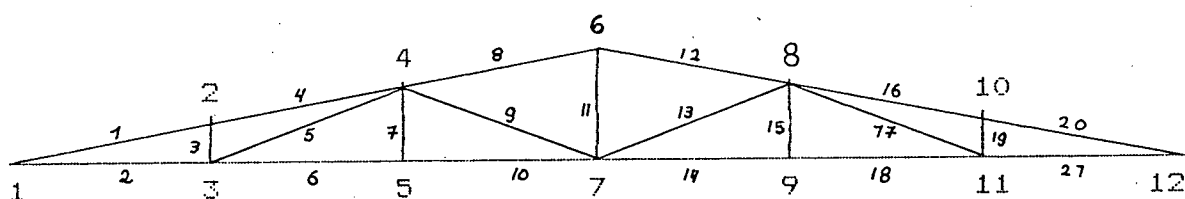
Cercha tipo howe:



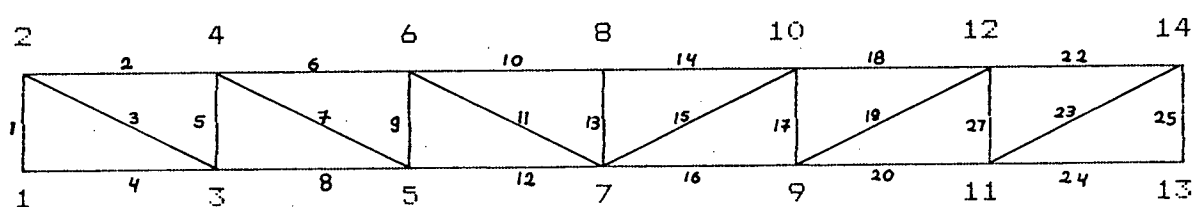
Cercha tipo pratt:



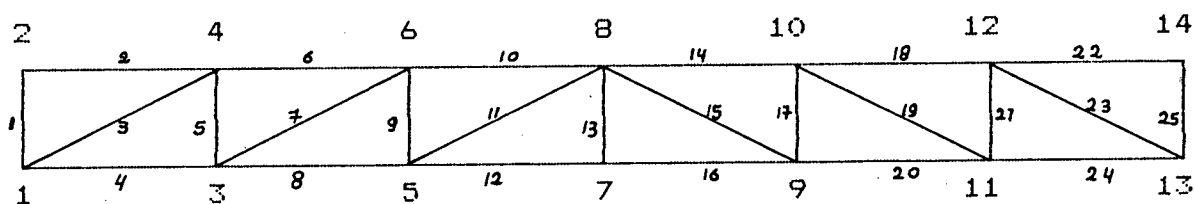
Cercha tipo warren:



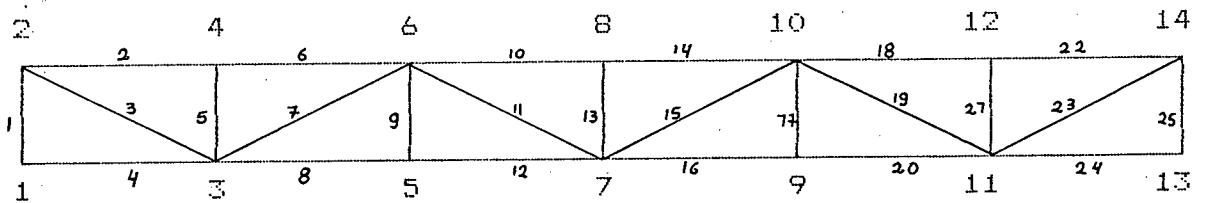
Viga tipo howe:



Viga tipo pratt:



Viga tipo warren:



La generación de nudos y de barras tendrán siempre esta secuencia de tal manera que el usuario sepa con facilidad que los nudos de numeración par están siempre en la parte superior de la estructura lo cual le permite saber la ubicación correcta de cada nudo para en lo posterior sean cargados.

#### 4.5.5. INGRESO DE DATOS.

El disco contiene siete programas:

- CELOSIAS.TES: que es un programa para el ingreso y corrección de datos. crea archivo de datos.

- CALCULOS.TES: es un programa del método de los desplazamientos. Crea archivos de resultados estructurales.

- AYUDA1.TES: es un programa para visualizar los resultados de cada uno de los estados de carga, e impresión de los datos y resultados.

- AYUDA2.TES: este programa escoge de todos los estados de carga los esfuerzos mas criticos tanto a tensión como a compresión de cada miembro para el diseño de los mismos.

- DISEÑO.TES: es un programa para visualizar los esfuerzos de diseño e impresión de los mismos, diseña los miembros de la estructura pudiendo repetir este procedimiento las veces que sean necesarias hasta conseguir un diseño óptimo, seguro y económico de la estructura. Crea archivo de diseño de los elementos, visualiza e imprime este archivo.

- B-PERFIL.TES:(banco de perfiles) es un programa que genera 26 archivos en los que se encuentran almacenados todos los tipos de perfiles laminados en frio de fabricación nacional, con el cual se han creado los archivos (A - K).TES

- GRAFICA.TES: este programa sirve para graficar la geometria de la estructura, para lo cual, al computador se deberá cargar con COLOR COM.



Todos estos programas excepto el último trabajan juntos con archivos que son escritos y leídos directamente de cualquier drive (A/B/C), que haya sido previamente asignado, sin embargo se puede trabajar independientemente cada uno de ellos de acuerdo a las necesidades del usuario.

El procedimiento de operación recomendado es colocar el disket de programas incluido el banco de perfiles en un drive, y guardar los datos y resultados de la estructura en cualquiera de los drives restantes.

El ingreso de datos para CELOSIAS.TES está dividido en ocho bloques:

- a). Nombre de la estructura.
- b). Datos generales de la estructura tales como número de nudos, de miembros, de apoyos, de restricciones de apoyo, y módulo de elasticidad.
- c). Ubicación de los nudos a través de las coordenadas X e Y.
- d). Orientación de los miembros en el que consta el número de miembro y los números de nudos

conectados por el miembro y su respectiva area.

e). Nudos fijos, son los apoyos de la estructura localizados, por número del nudo, dirección en la que está restringido el desplazamiento por componente.

f). Datos sobre cargas, consta el número de estados de carga, y el número de nudos cargados por cada estado de carga.

g). Cargas aplicadas, para cada estado de carga, localización por el número del nudo, dirección por componente, signo y magnitud.

CELOSIAS.TES reconoce dos tipos de numeros, enteros y de punto flotante.

NUMEROS ENTEROS.- Son los numeros sin punto decimal normalmente usados para ordenar, clasificar ó identificar algunas partes de la estructura, ejemplo: número de nudos, número de miembros, etc.

NUMERO DE PUNTO FLOTANTE.- Es un número con punto decimal usado para denominar valores fisicos, por

ejemplo: coordenadas de los nudos, cargas aplicadas, etc.

PRIMER BLOQUE DE DATOS.- La primera pregunta que CELOSIAS.TES hace es "DESEA RECUPERAR DATOS S/N = ?", digite "S" en caso que el archivo de datos a sido creado previamente, para así poder salvar la entrada de datos. Luego hará la siguiente pregunta "ESPECIFIQUE DRIVE PARA RECUPERAR DATOS A/B/C = ?", luego irá al menu de opciones del bloque ocho, caso contrario preguntará "ESPECIFIQUE DRIVE PARA GUARDAR DATOS A/B/C = ?", seguidamente preguntará "NOMBRE DE LA ESTRUCTURA", sirve para ayudar a identificar la estructura a resolver.

Luego aparecera "DESEA GENERAR NUDOS S/N = ?", Se recomienda que si se desea analizar una estructura de las que el programa tiene para generar nudos y barras, digite "S", así, se evitará contratiempos en la entrada de datos, además los datos serán guardados con seguridad y exactitud logrando así, tener resultados mas satisfactorios.

SEGUNDO BLOQUE.- Datos generales de la estructura: en este bloque se entrará el número de nudos, número de miembros, número de restricciones de apoyo, número de apoyos, módulo de elasticidad. Se recomienda entrar con mucho cuidado los datos de este bloque por cuanto el programa utiliza estos

datos para dimensionar las variables y matrices de la estructura. Si se ha escogido la opción de generación los datos de número de nudos y miembros se visualizarán directamente.

Nota.- Cada bloque de datos tiene su propia opción para hacer la corrección de datos, y se podrá corregir tantas veces como sean necesarias, siempre y cuando se encuentre trabajando en ese bloque, caso contrario se deberá ingresar el resto de datos de la estructura hasta llegar al menu de opciones del bloque ocho, y así, poder corregir con la opción "VISUALIZAR Y CORREGIR DATOS".

TERCER BLOQUE DE DATOS.- Este bloque corresponde a las coordenadas de los nudos de la estructura, ejemplo:

COORDENADAS DE LOS NUDOS		
NUDO	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	? 0	? 0
2	? 150.67	? 50
3	? 360	? 83.33
:	:	:
CORRECTOS S/N = ?		

Los numeros de los nudos son generados por el programa por lo que no existiran nudos olvidados, solo se ingresarán las coordenadas X e Y, generará tantos numeros . de nudos como los especificados en el segundo bloque, la corrección se efectua independientemente para cada nudo es decir que no es necesario ingresar nuevamente todas las coordenadas. Si se escogio la opción de generación en este bloque se visualizarán directamente las coordenadas.

CUARTO BLOQUE.- Este bloque corresponde a la orientación y area de los miembros asi:

ORIENTACION Y AREA DE LOS MIEMBROS			
# MIEMBRO	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	AREA
1	? 1	? 2	? 1.2
2	? 1	? 3	? 0.5
:	:	:	:
CORRECTOS S/N =?_			

De igual manera que en el bloque anterior, los numeros de miembros serán generados por el programa y solamente se ingresarán los numeros de los nudos que conecta el miembro especificado y su area, los numeros de nudos de conección

serán todos ingresados como enteros y el area como de punto flotante.

En caso de que se haya escogido la opción de generación se visualizarán todos estos datos pero con áreas asumidas por la unidad.

QUINTO BLOQUE.- Este bloque corresponde a las restricciones de los apoyos, estas son añadidas a la estructura simulando soportes y otras condiciones que restringen el movimiento de ciertos nudos, se consideran dos desplazamientos X e Y, los nudos fijos pueden ser ingresados en cualquier orden, en caso de error se ingresará nuevamente todas las restricciones, ejemplo:

RESTRICCIONES DE APOYO		
# NUDO	DESPLAZ.X	DESPLAZ.Y
? 1	? N	? N
? 30	? S	? N
? :	? :	? :
CORRECTOS S/N = ?		

SEXTO BLOQUE.- Datos sobre cargas, se ingresará el número de estados de carga a calcular siendo el límite máximo de cinco estados, luego pedirá el número de nudos cargados para cada uno de los estados de carga. la corrección será individual para cada dato de entrada.

DATOS SOBRE CARGAS				
# ESTADOS DE CARGA (MAX 5) = ? 5				
ESTADO DE CARGA 1				
NUMERO DE NUDOS CARGADOS = ? 15				
ESTADO DE CARGA 2				
NUMERO DE NUDOS CARGADOS = ? 12				
:	:	:	:	:
CORRECTOS S/N = ? _				

SEPTIMO BLOQUE .- Este bloque corresponde a las cargas aplicadas en los nudos, son ingresados de una manera similar a las coordenadas de los nudos. Los signos de las cargas dependerán del sistema de coordenadas adoptado para la estructura. En caso de errores en el ingreso de datos la corrección se efectúa conforme se va ingresando los mismos.

En caso de que el error haya quedado mas atras se deberá continuar el ingreso de los datos hasta llegar al menu de

opciones del bloque ocho, y corregir con la opción "VISUALIZAR Y CORREGIR DATOS".

Una vez ingresados todos los nudos cargados especificados para este estado el programa automaticamente pedirá las cargas de los nudos del siguiente estado. Los nudos cargados podrán ser ingresados en cualquier orden.

ESTADO DE CARGA (EC=1)		
# NUDO	FUERZA EN X	FUERZA EN Y
? 4	? 50	? -120
? 7	? 230.45	? -300.25
? :	? :	? :
CORRECTOS S/N = ?_		

OCTAVO BLOQUE.- Una vez que todos los datos necesarios para correr el programa han sido ingresados desde el teclado o recuperados desde un disco, presentará en pantalla el siguiente menú, al mismo tiempo que grabará los datos en un archivo que llevará el nombre de la estructura, así NOMBRE.DCG



MENU DE OPCIONES
1.---VISUALIZAR Y CORREGIR DATOS 2.---CALCULAR LA ESTRUCTURA 3.---DISEÑAR LA ESTRUCTURA 4.---SALIR DEL PROGRAMA
DIGITE LA OPCION = ?_

#### 4.5.6 HACIENDO CORRECCIONES.

- Si Ud. despues de haber corregido los datos errados al momento que fueron ingresados, han quedado aun mas datos errados, esta es su oportunidad para corregirlos con la opción (1), la corrección aqui se efectua bloque por bloque, en el mismo orden en que fueron ingresados los datos empezando por los datos generales de la estructura.

Una vez que se ha llegado al último bloque CELOSIAS.TES, se posesiona nuevamente en el menu de opciones, por lo que puede repetirse este procedimiento tantas veces como sea necesario con los datos.

#### 4.5.7 SALVANDO LA ENTRADA DE DATOS.

En el bloque (1), la entrada de datos puede ser salvada pudiendo ir directamente a calcular la estructura, mediante

la opción (2), o puede salvarse la entrada de datos y el cálculo de la estructura mediante la opción (3) pasando directamente a la etapa de diseño.

#### 4.5.8 CORRIENDO EL PROGRAMA.

- Una vez ingresados o recuperados, los datos con el programa CELOSIAS.TES, cogemos la opción (2), anterior y automáticamente se cargará el programa CALCULOS.TES, y procederá a leer el archivo de datos de la estructura, mientras CALCULOS.TES, resuelve el problema, va anunciando su progreso escribiendo mensajes en pantalla.

Despues que la solución ha sido completada verificará si existen más estados de carga, si esto sucede repetirá el mismo proceso pero enunciando que está calculando el siguiente estado de carga.

Este programa guardará los resultados de cada estado de carga, en archivos que llevarán como nombre el numero de estado de carga-nombre de la estructura con extensión .RCG asi: si la estructura la sometemos a cinco estados de carga los archivos de resultados serán:

1-NOMBRE.RCG

2-NOMBRE.RCG

3-NOMBRE.RCG

4-NOMBRE.RCG

5-NOMBRE.RCG

Las condiciones que harán que CALCULOS.TES termine bruscamente una solución son :

- Cuando encuentre una división por cero
- Cuando el número de elementos de la matriz de rigidez de la estructura es demasiado grande y la memoria se agote.

Una vez corrido el programa CALCULOS.TES, automáticamente se cargará el programa AYUDA1.TES, el mismo que presentará en pantalla el siguiente menu de opciones:

MENU DE OPCIONES
1.---VISUALIZAR RESULTADOS
2.---IMPRIMIR DATOS Y RESULTADOS
3.---DISEÑAR LA ESTRUCTURA
4.---SALIR DEL PROGRAMA
DIGITE LA OPCION = ?

Con la opción (1), el programa visualizará los resultados de todos los estados de carga uno a continuación de otro. .

Con la opción (2), el programa imprimirá los datos y resultados de todos los estados de carga, calculados uno a continuación de otro, por lo que se recomienda encender la impresora antes de digitar esta opción.

Con la opción (3), hará que se cargue automáticamente el programa AYUDA2.TES, el mismo que leerá todos los archivos de resultados correspondientes a cada estado de carga y escogerá entre todos estos los esfuerzos mas criticos tanto a tensión como a compresión, incluyendo los esfuerzos criticos de las reacciones, y los guardará en un archivo llamado F-NOMBRE.RCG

Una vez seleccionado los esfuerzos de diseño automaticamente se cargará el programa DISEÑO.TES, el mismo que presentará en pantalla el siguiente menu de opciones:

MENU DE OPCIONES	
1.---	VISUALIZAR ESFUERZOS DE DISEÑO
2.---	IMPRIMIR ESFUERZOS DE DISEÑO
3.---	IR AL BANCO DE PERFILES
4.---	DISEÑO DE LOS ELEMENTOS
5.---	VISUALIZAR DISEÑO DE ELEMENTOS
6.---	IMPRIMIR DISEÑO DE ELEMENTOS
7.---	SALIR DEL PROGRAMA
DIGITE LA OPCION = ?-	

Con la opción (1), lee archivo F-NOMBRE.RCG, y los presenta en pantalla.

Con la opción (2), imprime los esfuerzos de diseño por lo que se recomienda tener encendida la impresora antes de digitar esta opción.

Con la opción (4), presentara una lista de todos los perfiles almacenados en el banco, en el que se menciona:

Tipo.- que corresponde a los nombres de los archivos que contienen los perfiles.

Denominación.- Es la descripción del tipo de perfil que se encuentra en determinado archivo así:

archivo "A" se encuentran canales	"C" alas sin atiesar
B correas	E alas atiesadas
C correas	G espalda-espalda
D correas	G frente-frente
E omegas	S
F ángulos	L
G ángulos	L espalda-espalda
H tubos rectangulares	
I tubos cuadrados	
J correas	Z alas atiesadas
K tubos estructurales	
L-Z	por incrementar.

Luego hará las siguientes preguntas:

"TIPO DE PERFIL A UTILIZAR EN MIEMBROS PRINCIPALES = ?"

"ALTURA = ?"

"TIPO DE PERFIL A UTILIZAR EN MIEMBROS SECUNDARIOS = ?"

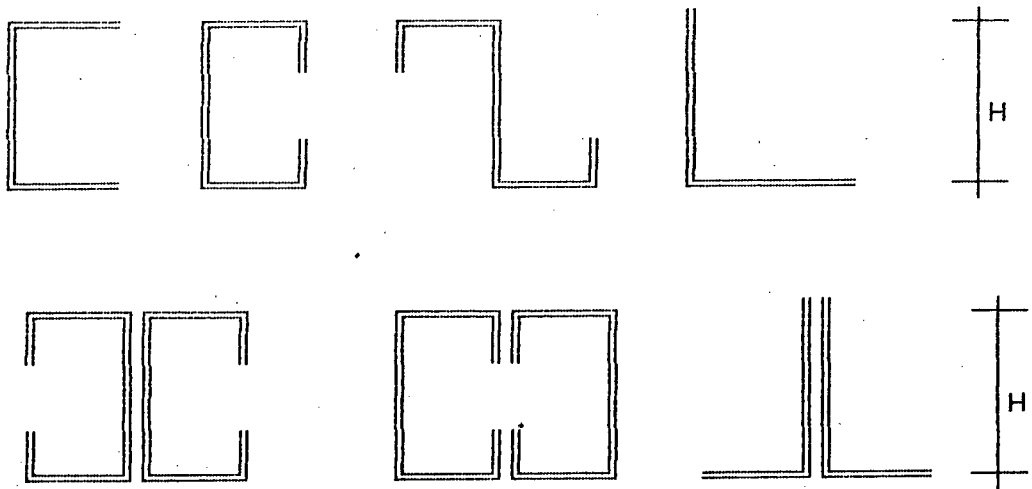
"ALTURA = ?"

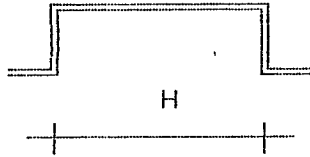
"TIPO DE PERFIL A UTILIZAR EN MIEMBROS ESPECIALES = ?"

"ALTURA = ?"

En esta sección se ingresará A,B,C...etc según el tipo de perfil que desee utilizar en el diseño de los miembros considerados ya sea como principales, secundarios o especiales. Pudiendo ingresar el mismo tipo de perfil u otro diferente, ó el mismo con diferente altura.

Además se ingresará la altura H, o peralte del perfil escogido para cada caso, así:





En caso de ingresar un peralte de perfil que no exista en el archivo del perfil escogido. El programa regresará a pedir nuevamente los tipos de perfiles y las alturas H de los mismos.

Caso contrario empezará el diseño con los tres tipos de perfiles escogidos, por lo que aparecerá lo siguiente:

#### MIEMBRO # 1

DATOS GENERALES		
MIEMBRO P/S = ?_ $F_y = 2400 \text{ Kg/cm}^2$ $F_b = 1440 \text{ Kg/cm}^2$ LONG = 100 cm. TENSION = 8243 Kg. COMPRESION = 4230 Kg		
D I S E Ñ O		
PERFIL SELECCIONADO		
6 100 x 50 x 15 x 3		
DISEÑO COMPRESION	DISEÑO TENSION	LONG.SUELDA
$KL/r = 120$ $P_{\text{máx}} = 6500 \text{ Kg.}$ $P_{\text{com}} = 4230 \text{ Kg.}$	$P_{\text{máx}} = 10000 \text{ Kg.}$ $P_{\text{ten}} = 8243 \text{ Kg.}$	$P_{\text{máx}} = 8243 \text{ Kg}$ Long.= 12.5 cm
ENTER_		

Este proceso se repetirá para cada miembro de la estructura....

El programa deja en libertad el criterio del diseñador al asumir los miembros como principales, secundarios o especiales.

En caso de que la relación de esbeltez de un miembro exceda de 200, ( $KL/r > 200$ ) , y aparezca la siguiente pregunta. "CONTINUAR EL DISEÑO S/N=?\_" si la respuesta es positiva continuará el diseño de los elementos , caso contrario volverá a que se le asigne otro tipo de perfil o el mismo pero con diferente peralte H , además se puede cancelar la ejecución para luego proceder a cambiar la geometria de la estructura para así, lograr obtener elementos de menos longitud, ya que de esta y del radio de giro depende la relación de esbeltez. esto quedará a criterio del diseñador.

Se recomienda seguir el diseño en caso de que el elemento cuya esbeltez es mayor a 200 ,este sometido a tensión pura, en la que la relación de esbeltez no impide su diseño.

El programa DISEÑO.TES, de todos los perfiles que tienen el peralte escogido H, selecciona el más liviano y que cumpla con los requerimientos para que el diseño sea aceptado.

En caso de que ninguno de los perfiles que tienen un peralte H igual al escogido, cuenta con una area suficiente



para soportar las cargas de sollicitación, el programa diseñará este elemento con el último perfil de peralte H (de mayor área) y, calculará el área que se debe adicionar a este miembro para soportar dicha carga. dejando a criterio del ingeniero para que le adicione a este miembro cualquier perfil o placa con la finalidad de que el miembro no falle.

Una vez que el programa a diseñado todos los miembros de la estructura, procederá a diseñar las siguientes partes de la estructura:

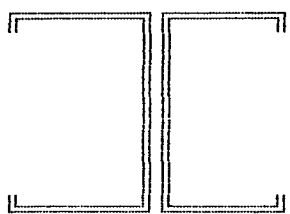
- PASADOR DE APOYO
- PLACA DE APOYO
- PLACA BASE
- PERNOS DE ANCLAJE

PASADOR DE APOYO		D I S E Ñ O	
Rx=3972Kg Ry=7025Kg FR=8070Kg Ap=5.60cm² DIAM=18.9mm DIAM ASUM=20mm			
PLACA DE APOYO	PLACA BASE	PERNOS ANCLAJ	
L(cm)=?_10 FR =8070Kg Apl =2.8cm²  PLACA 100x100x4mm	RY =7025Kg H(cm)=?_20 B(cm)=?_20 b(cm)=?_10 d(cm)=?_10 PLACA 200x200x1mm	RX =3972Kg Aper =1.78cm²  ø per =15mm 4 ø per=15mm  ENTER_____	

Una vez terminado el diseño total de la estructura el programa DISEÑO.TES regresará al menu de opciones por lo que el proceso podra repetirse tantas veces como sean necesarias hasta lograr obtener un diseño optimo y mas que nada económico.

NOTA.-Si no se cuenta a mano con las tablas de perfiles para poder seleccionar con la mayor seguridad un peralte de perfil existente en el banco, se recomienda de que antes de entrar a la opción (4), se debe ir a la opción (3), con la que es posible entrar al banco de perfiles y asi cerciorarse de los tipos de perfiles y peraltes existentes en el mismo y asi, seleccionar los perfiles con la mayor seguridad.

Con la opción (3), carga automáticamente el programa B-PERFIL.TES.-el mismo que presenta el siguiente menu de opciones:

BANCO DE PERFILES DE ACERO FORMADO EN FRIO	
	M E N U   D E   O P C I O N E S
	1.---MENU 2.---CREAR ARCHIVOS 3.---LEER ARCHIVOS 4.---IMPRIMIR ARCHIVOS 5.---MODIFICAR Y AGREGAR REG. 6.---REGRESAR A DISEÑO 7.---SALIR DEL PROGRAMA
DIGITE LA OPCION=?_	

Con la opción (1).-presenta un sumario de los alcances de este programa.

Con la opción (2).-crea archivos en los cuales se puede almacenar otros tipos de perfiles a más de los ya existentes en el banco. Se recomienda no crear archivos ya existentes (A-K). Por lo que se puede crear desde la (J-Z).

Con la opción (3).-permite visualizar los diferentes archivos que contienen los datos de los diferentes tipos de perfiles que han sido previamente almacenados en el banco.

Con la opción (4).-imprime todos los archivos correspondientes a cada uno de los tipos de perfiles existentes en el banco, la impresión puede hacerse global de todos los archivos del banco, o parcialmente los archivos escogidos al azar, por lo que cuenta con todas las opciones para este proceso.

Con la opción (5).- permite modificar o agregar registros a los archivos ya existentes, esto en el caso que alguna fábrica produzca otro peralte o espesor de algún tipo de perfil ya existente en el banco.

Con la opción (6).- permite regresar al programa DISEÑO.TES con la finalidad de poder continuar el diseño de la

estructura despues de haberse sersiorado de los tipos y peraltes de perfiles existentes en el banco,y no necesariamente debiera salirse del sistema para entrar al banco de perfiles.

#### 4.5.9 INTERPRETACION DE RESULTADOS.

El metodo de los desplazamientos es un método de muy buena aproximación, hay el problema de ingresar datos errados, algunos chequeos efectua el programa, y que ya han sido mencionados, pero en su mayor parte son chequeos de forma y no substanciales, de esta manera es de incunvencia del usuario de asegurarse por si mismo , de que la solución obtenida sea válida.

Los siguientes chequeos están dados para ayudarle en su labor:

- a). -La suma de todas las cargas y las reacciones de los apoyos en cualquier dirección, deberán ser aproximadamente igual a cero:

$$\Sigma F_X=0 \quad \Sigma F_Y=0$$

- b). -La suma de los momentos al rededor de cualquier punto de la estructura, debido a las cargas aplicadas y a las reacciones de apoyo, deberán ser aproximadamente igual a cero:

$$\Sigma M_o = 0$$

- c). -Es usual que para cada estructura en uno o mas lugares, Ud. puede determinar los esfuerzos o desplazamientos por otros medios. Este chequeo no tiene que ser exacto pero al menos indicará el orden de magnitud de los resultados a esperarse.
- d). -Dibuje algunos de los resultados, y vea si caen dentro de una curva razonable.
- e). -Chequee, de acuerdo al Código AISI, para perfiles formados en frio, las deflexiones máximas permisibles deben ser:

$$L/240 = ? \text{ (cm)}$$

- f). -Finalmente preguntese Ud. mismo si los resultados obtenidos son reales, si lucen extraños habrá que hacerse nuevos chequeos.

Un programa de este tipo casi nunca se corre una sola vez, puesto que el ingeniero casi siempre quiere realizar otras pruebas con la misma estructura. Ya sea cambiando los valores de las cargas, cambiando constantes de los elementos, cambiando los apoyos, reubicando nudos, cambiando areas de los miembros, diseñando la estructura con otros tipos de perfiles..etc.

Para responder a estos requerimientos debera ejecutarse nuevamente el programa CELOSIAS.TES, hasta llegar al siguiente menu de opciones:

MENU DE OPCIONES
1.---VISUALIZAR Y CORREGIR DATOS
2.---CALCULAR LA ESTRUCTURA
3.---DISEÑAR LA ESTRUCTURA
4.---SALIR DEL PROGRAMA
 _____DIGITE LA OPCION?=?_____

Estas opciones ya fueron descritas anteriormente por lo que describiremos solo la primera.

La opcion(1).-lee el archivo de datos y va directamente presentando los valores que fueron anteriormente ingresados, por lo que en esta sección los datos pueden ser ingresados nuevamente como correcciones, no existe una opción para

gravar datos por cuanto el programa los va escribiendo directamente en el disco.

Una vez realizado u obtenido el diseño definitivo las nuevas áreas pueden ser ingresadas en esta sección con la finalidad de calcular nuevamente la estructura y así, obtener sus verdaderos desplazamientos.

#### 4.5.10 ARCHIVOS.

Como se indicó anteriormente que CELOSIAS.TES crea el archivo de datos de la estructura:

NOMBRE.DCG

CALCULOS.TES, crea 5 archivos de resultados uno por cada estado de carga:

1-NOMBRE.RCG

2-NOMBRE.RCG

3-NOMBRE.RCG

4-NOMBRE.RCG

5-NOMBRE.RCG

AYUDA2.TES ,crea el archivo de esfuerzos de diseño :

F-NOMBRE.RCG

DISEÑO.TES, crea el archivo correspondiente al diseño de los elementos llamado:

D-NOMBRE.RCG

Se puede ver el contenido de todos estos archivos directamente dentro del programa o usando el MSDOS TYPE COMMAND.

El programa también crea otro archivo llamado RESP, este archivo es temporal por lo que no necesariamente se lo encontrará, solo aparecerá si existe interrupción en la ejecución.

Los archivos creados están escritos en un formato de fácil entendimiento para el usuario.

A mas de los archivos mencionados tenemos los archivos del banco de perfiles, entre los archivos creados tenemos el archivo A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K.TES . quedando mas por crearse en el futuro. la creación de estos archivos se los realiza con el programa B-PERFIL.TES.



# CAPITULO

U

**CALCULO Y DISENO ESTRUCTURAL DE LA  
CUBIERTA DE LA PISCINA DE JIPIRO  
DE LA CIUDAD DE LOJA**

## CAPITULO V

### PRUEBA DEL PROGRAMA

#### 5.1. APLICACION DEL PROGRAMA EN EL DISEÑO DE UNA CERCHA REAL.

Para el presente capitulo hemos creído conveniente realizar el cálculo de la estructura para la cubierta de la PISCINA MUNICIPAL DE JIPIRO DE LA CIUDAD DE LOJA, por ser una estrucutra para cubrir un area de 18.60 m. por 32.00 m. con el uso de celosias-portico de acero, la cual arquitectonicamente está diseñada con un tipo de cubierta a cuatro aguas. Por la forma de la cubierta nos vemos obligados a diseñar dos tipos de celosias-portico y vigas de contraventeo.

#### 5.2. SOLICITACIONES REQUERIDAS.

- La luz entre ejes de las cerchas es de 6.00 m.
- Como cubierta se utilizará la placa ondulada NT P10 de ETERNIT, de 6 pies de largo, cuyos requerimientos de apoyos es de cada 1.69 m. de luz, cuyo peso por metro cuadrado es de 13 Kg/m<sup>2</sup>.

- La separación entre correas está determinado por el tipo de cubierta cuya separación será a 1.69 m. La luz entre cerchas es de 6.00 m. por lo que para cada correa tendrá un área influyente de carga de 1.69 m. por cada metro lineal de luz. Para estas características las fábricas productoras de perfiles recomiendan utilizar un canal 6100x50x15x3 mm, si se consideran tirantes en los puntos tercios, el cual se asume un  $f_i = 16$  mm.
- De acuerdo a la configuración de toda la cubierta es necesario diseñar dos tipos de cerchas para lograr la forma arquitectónica de la cubierta, de aquí en adelante llamaremos PORTICO y PLANA.

Portico está conformada por 78 nudos, por 153 barras sobre dos apoyos.

Plana está conformada por 88 nudos, por 173 barras y con tres apoyos.

- En cuanto a las cargas se consideró que la carga viva a utilizarse sea de una persona por metro cuadrado de cubierta así:  $CV = 50 \text{ Kg/m}^2$ .

$$CV = 50 \text{ Kg/m}^2 * 1.69 * 6.00 = 507.00 \text{ Kg/nudo.}$$

$$CV = 507 \text{ Kg/nudo.}$$

- La carga muerta o permanente está determinada por lo siguiente:

Peso de la cubierta (eternit) = 13 Kg/m<sup>2</sup>

Peso Propio de la estructura = 10 Kg/m<sup>2</sup>

-----  
CARGA MUERTA TOTAL = CM = 23 Kg/m<sup>2</sup>

distribuida de la siguiente manera:

area influente por nudo cargado:

$$6.00 \times 1.69 = 10.14 \text{ m}^2$$

carga por nudo = CM \* Area

$$= 23 * 10.14 = 233.22 \text{ Kg/nudo.}$$

$$CM \approx 235 \text{ Kg/nudo de correa.}$$

- Para calcular la carga por viento se usa las tablas del código del pacto Andino para el cual:

$$P = cd * q$$

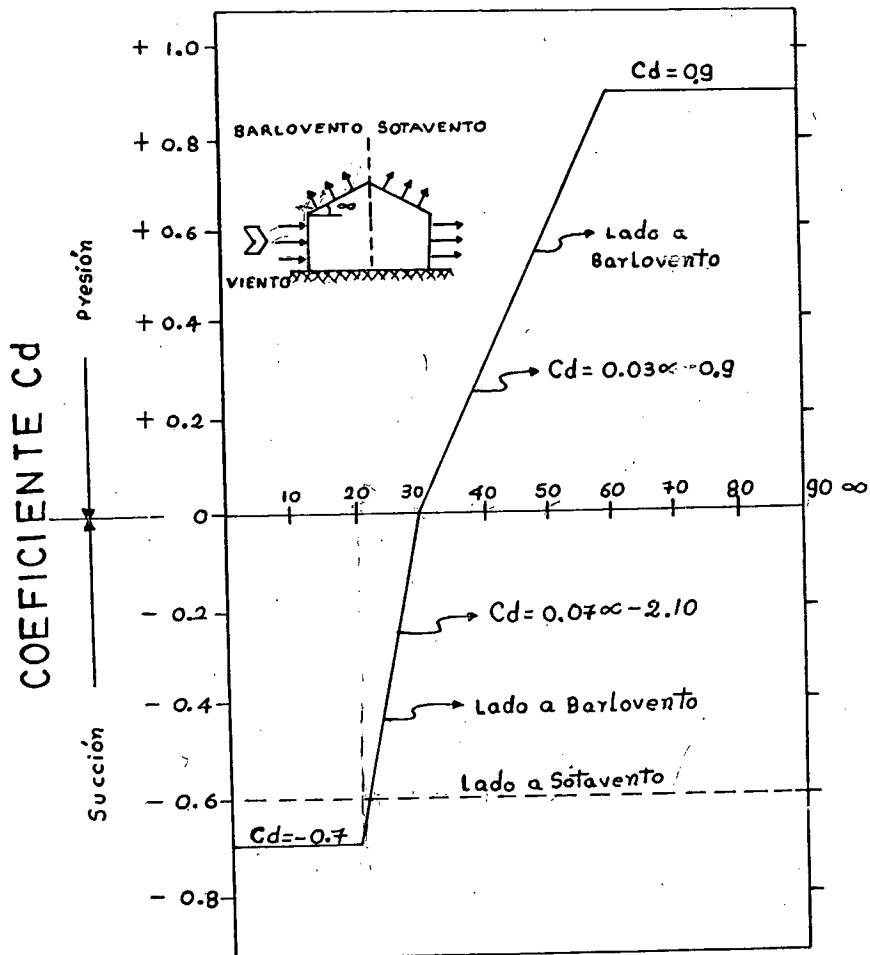
$$q = 0.00483 V^2$$

donde P = Presión o succión perpendicular a la superficie que ejerce el viento en Kg/m<sup>2</sup>.

$q$  = Es la presión dinámica expresada en  $\text{Kg/m}^2$ .

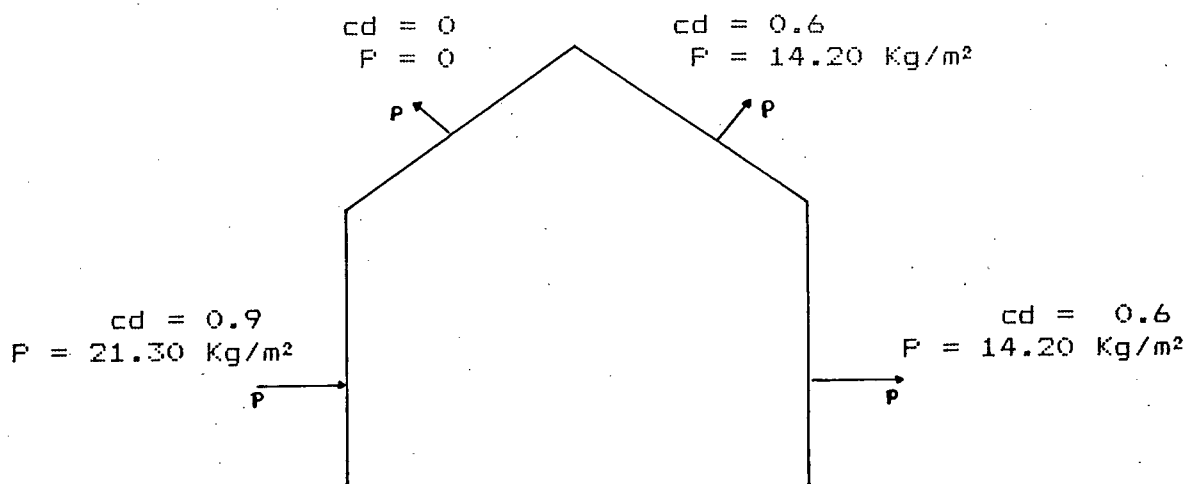
$c_d$  = Coeficiente adimensional que depende de la posición de la superficie con respecto a la dirección del viento la cual se supone horizontal, y sus valores vienen dados en el grafico siguiente.

$V$  = Velocidad del viento en Km/hora.



VALORES  $C_d$  VS. INCLINACION EN GRADOS.

Para nuestro caso las presiones segun la inclinación de cubierta y posición de paredes y tomando una velocidad de viento de 70 Km/h es:



Concentrando las cargas a nivel de nudos tendríamos:

$$CW1 = 21.30 \text{ Kg/m}^2 * 6.00 * 3.50 = 447.30 \text{ Kg.}$$

$$CW2 = 14.20 \text{ Kg/m}^2 * 6.00 * 1.69 = 144.00 \text{ Kg/nudo.}$$

$$CW3 = 14.20 \text{ Kg/m}^2 * 6.00 * 3.50 = 298.20 \text{ Kg.}$$

de los cuales descomponiendo:

$$CW2 \text{ vertical} = 144.00 * \text{Cos } 30^\circ = 124.70 \text{ Kg/nudo.}$$

$$CW2 \text{ horizontal} = 144 * \text{Seno } 30^\circ = 72.00 \text{ Kg/nudo.}$$

- Las cargas por sismo (horizontal) se determina por:

$$V = I K C S W$$

donde:  $I = 1.00$

$$K = 1.00$$

$$C = 0.12$$

$$S = 1.50$$

por lo que:  $V = 0.18 W$

$$V = 0.18 \text{ Carga Muerta}$$

$$\text{Carga Muerta} = 23 \text{ Kg/m}^2 * 6.00 * 20.00 = 2760 \text{ Kg.}$$

$$V = 0.18 * 2760 = 496.80 \text{ Kg.}$$

$$V = 496.80 / 15 = 33.12 \text{ Kg/nudo}$$

$$V \approx 35 \text{ Kg/nudo de correa.}$$

- Como se determinó anteriormente la AISI, determina cinco combinaciones de carga que son:

$$1- \text{CM} + \text{CV}$$

$$2- 0.75 ( \text{CM} + \text{CV} + \text{CW} )$$

$$3- 0.75 ( \text{CM} + \text{CV} + V )$$

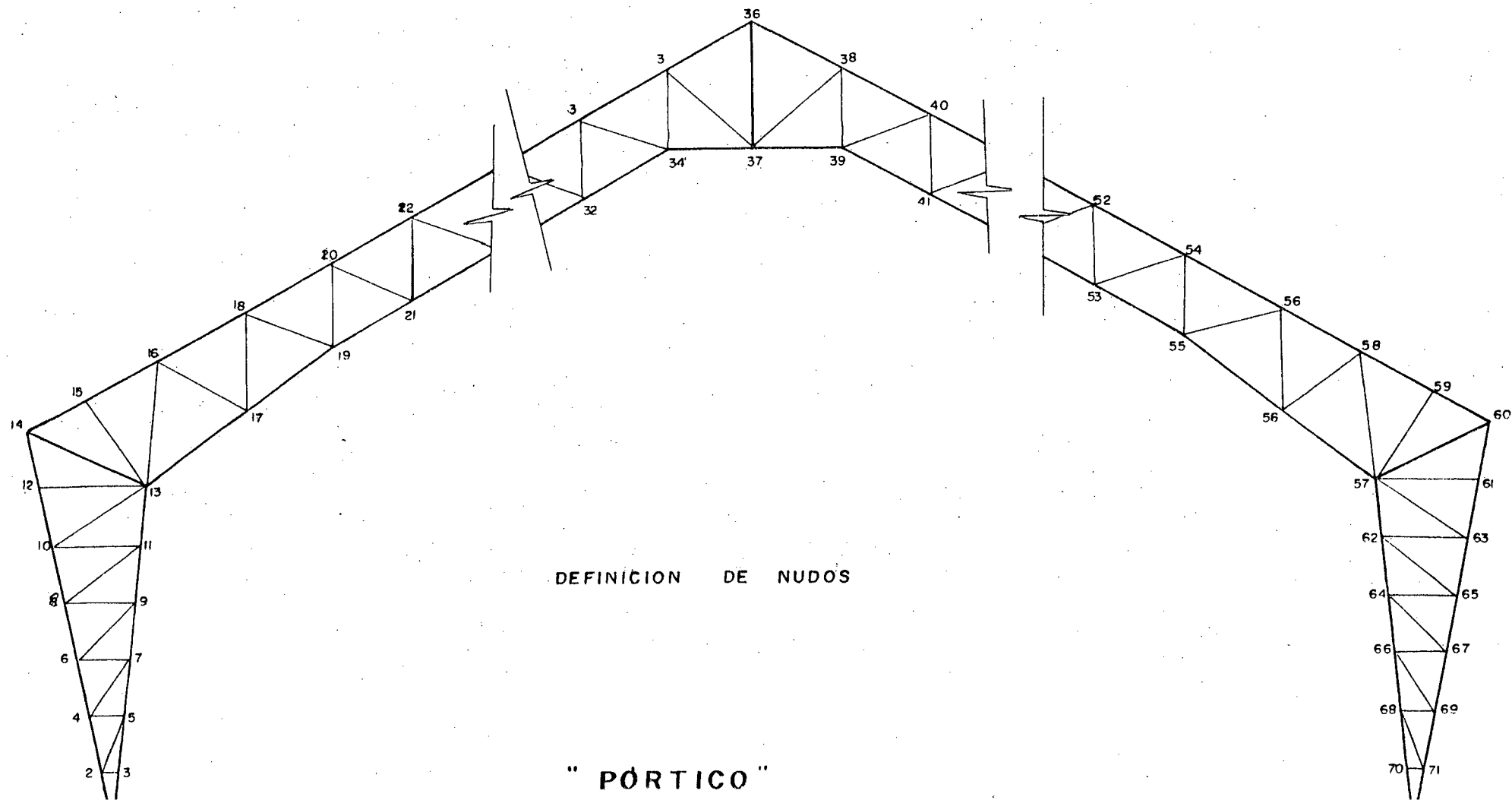
$$4- 0.75 ( \text{CM} + \text{CW} )$$

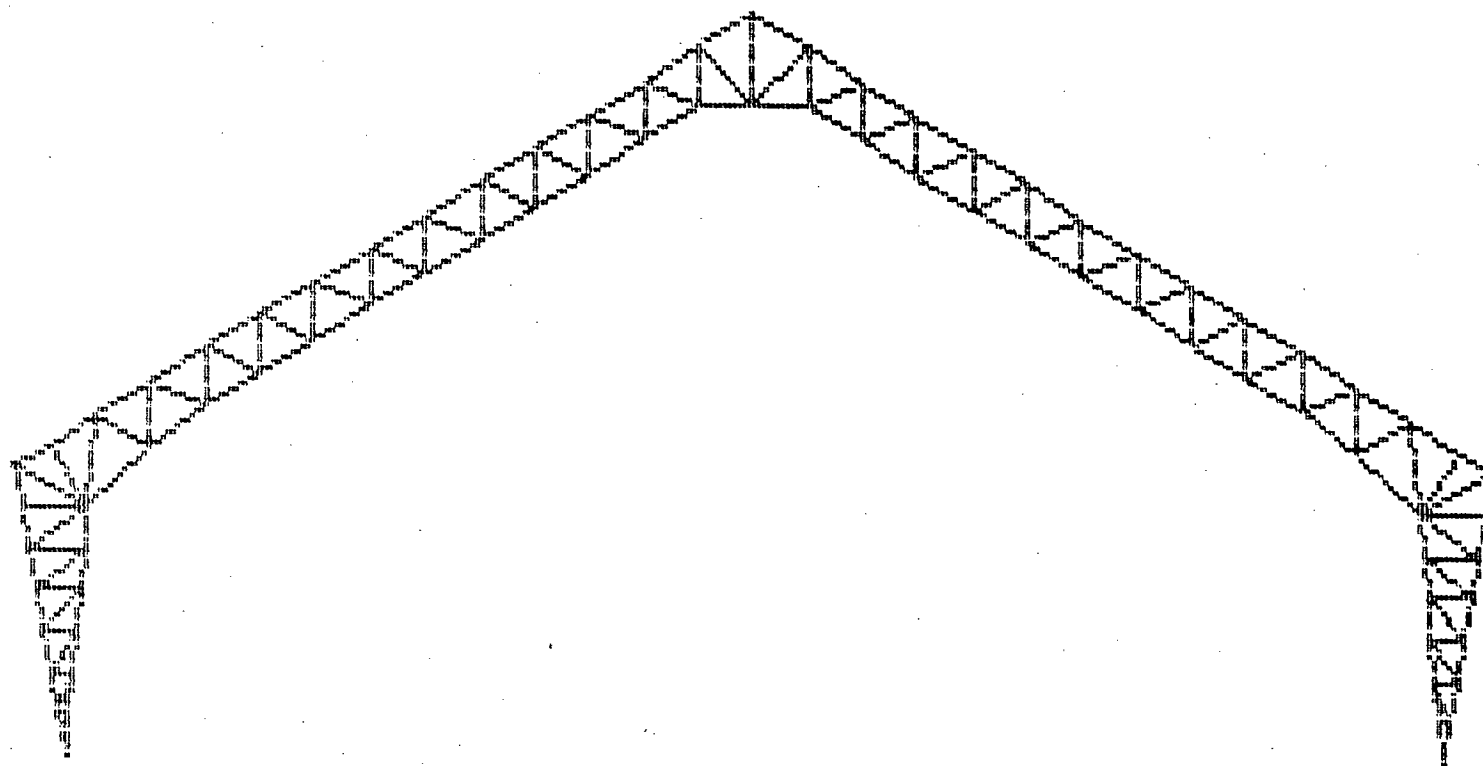
$$5- 0.75 ( \text{CM} + V )$$



### 5.3. PREDISEÑO.

Debido a la agilidad de la computadora y contando con un programa tan agil como el CELOSIAS.TES, el Ingeniero usuario No necesita hacer un prediseño para entrar a realizar el cálculo y diseño de una estructura ya que el programa permite analizar y diseñar la estructura tantas veces como sea necesario al fin de optimizar al máximo dicha estructura.





--- PORTICO ---

# ANALISIS ESTRUCTURAL

## DATOS DE LA ESTRUCTURA

NOMBRE :PORTICO

POR:CARLOS A.CELI G.  
JACK JARAMILLO G.

## DATOS GENERALES

# DE NUDOS = 78  
# DE MIEMBROS = 153  
# REST. APOYO = 4  
# DE APOYOS = 2  
MOD.DE ELASTICIDAD = 2100000 Kg/cm<sup>2</sup>  
# DE GRADOS LIBERTAD = 152

## COORDENADAS DE LOS NUDOS

#.NUDO	COORDEN.(X)	COORDEN.(Y)
1	70.000	0.000
2	60.000	50.000
3	75.000	50.000
4	50.000	100.000
5	80.000	100.000
6	40.000	150.000
7	85.000	150.000
8	30.000	200.000
9	90.000	200.000
10	20.000	250.000
11	95.000	250.000
12	10.000	300.000
13	100.000	300.000
14	0.000	350.000
15	50.000	374.100
16	111.510	411.330
17	185.560	371.260
18	185.560	452.060
19	259.600	422.780
20	259.600	492.780
21	333.640	463.500
22	333.640	533.500
23	407.680	504.220
24	407.680	574.220
25	481.720	544.950
26	481.720	614.950
27	555.760	585.670
28	555.760	655.670
29	629.800	626.390
30	629.800	696.390
31	703.840	667.110
32	703.840	737.110
33	777.880	707.830
34	777.880	777.830
35	851.920	748.560
36	851.920	818.560
37	925.960	789.280
38	925.960	859.280
39	1000.000	789.280
40	1000.000	900.000
41	1074.040	859.280
42	1074.040	789.280
43	1148.080	818.560
44	1148.080	748.560

45	1222.120	777.830
46	1222.120	707.830
47	1296.160	737.110
48	1296.160	667.110
49	1370.200	696.390
50	1370.200	626.390
51	1444.240	655.670
52	1444.240	585.670
53	1518.280	614.950
54	1518.280	544.950
55	1592.320	574.220
56	1592.320	504.220
57	1666.360	533.500
58	1666.360	463.500
59	1740.400	492.780
60	1740.400	422.780
61	1814.440	452.060
62	1814.440	371.260
63	1888.480	411.330
64	1950.000	374.100
65	2000.000	350.000
66	1900.000	300.000
67	1990.000	300.000
68	1905.000	250.000
69	1980.000	250.000
70	1910.000	200.000
71	1970.000	200.000
72	1915.000	150.000
73	1960.000	150.000
74	1920.000	100.000
75	1950.000	100.000
76	1925.000	50.000
77	1940.000	50.000
78	1930.000	0.000

# ORIENTACION Y AREAS DE LOS MIEMBROS

#.MIEMBRO	NUDO INIC.	NUDO FIN.	AREA
1	1	2	1
2	1	3	1
3	2	3	1
4	2	4	1
5	2	5	1
6	3	5	1
7	4	5	1
8	4	6	1
9	4	7	1
10	5	7	1
11	6	7	1
12	6	8	1
13	6	9	1
14	7	9	1
15	8	9	1
16	8	10	1
17	8	11	1
18	9	11	1
19	10	11	1
20	10	12	1
21	10	13	1
22	11	13	1
23	12	13	1
24	12	14	1
25	13	14	1
26	14	15	1
27	13	15	1
28	15	16	1
29	13	16	1
30	13	17	1
31	16	17	1
32	16	18	1
33	17	18	1
34	17	19	1

35	18	19	1
36	18	20	1
37	19	20	1
38	19	21	1
39	20	21	1
40	20	22	1
41	21	22	1
42	21	23	1
43	22	23	1
44	22	24	1
45	23	24	1
46	23	25	1
47	24	25	1
48	24	26	1
49	25	26	1
50	25	27	1
51	26	27	1
52	26	28	1
53	27	28	1
54	27	29	1
55	28	29	1
56	28	30	1
57	29	30	1
58	29	31	1
59	30	31	1
60	30	32	1
61	31	32	1
62	31	33	1
63	32	33	1
64	32	34	1
65	33	34	1
66	33	35	1
67	34	35	1
68	34	36	1
69	35	36	1
70	35	37	1
71	36	37	1
72	36	38	1
73	37	38	1
74	37	39	1
75	38	39	1
76	38	40	1
77	39	40	1
78	40	41	1
79	39	41	1
80	39	42	1
81	41	42	1
82	41	43	1
83	42	43	1
84	42	44	1
85	43	44	1
86	43	45	1
87	44	45	1
88	44	46	1
89	45	46	1
90	45	47	1
91	46	47	1
92	46	48	1
93	47	48	1
94	47	49	1
95	48	49	1
96	48	50	1
97	49	50	1
98	49	51	1
99	50	51	1
100	50	52	1
101	51	52	1
102	51	53	1
103	52	53	1
104	52	54	1
105	53	54	1

106	53	55	1
107	54	55	1
108	54	56	1
109	55	56	1
110	55	57	1
111	56	57	1
112	56	58	1
113	57	58	1
114	57	59	1
115	58	59	1
116	58	60	1
117	59	60	1
118	59	61	1
119	60	61	1
120	60	62	1
121	61	62	1
122	61	63	1
123	62	63	1
124	62	66	1
125	63	66	1
126	63	64	1
127	64	66	1
128	64	65	1
129	65	66	1
130	65	67	1
131	66	67	1
132	67	69	1
133	66	69	1
134	66	68	1
135	68	69	1
136	68	70	1
137	68	71	1
138	69	71	1
139	70	71	1
140	70	72	1
141	70	73	1
142	71	73	1
143	72	73	1
144	72	74	1
145	72	75	1
146	73	75	1
147	74	75	1
148	74	76	1
149	74	77	1
150	75	77	1
151	76	77	1
152	76	78	1
153	77	78	1

RESTRICCIONES DE APOYO

#.APOYO	RESTRIC(X)	RESTRIC(Y)
1	1	1
78	1	1

DATOS SOBRE CARGAS

ESTADOS DE CARGA= 5

EST.CARGA	#.N.CARGADOS
1	15
2	15
3	15
4	15
5	15

ESTADO DE CARGA = 1

# NUDOS CARGADOS = 15

#.NUDO	FUREZA(X)	FUERZA(Y)
14	0	-772
16	0	-742
20	0	-742

24	0	-742
28	0	-742
32	0	-742
36	0	-742
40	0	-742
43	0	-742
47	0	-742
51	0	-742
55	0	-742
59	0	-742
63	0	-742
65	0	-772

ESTADO DE CARGA = 2  
# NUDOS CARGADOS = 15

#.NUDO	FUREZA(X)	FUERZA(Y)
14	336	-579
16	0	-556.5
20	0	-556.5
24	0	-556.5
28	0	-556.5
32	0	-556.5
36	0	-556.5
40	27	-510
43	54	-463.5
47	54	-463.5
51	54	-463.5
55	54	-463.5
59	54	-463.5
63	54	-463.5
65	277.5	-532.5

ESTADO DE CARGA = 3  
# NUDOS CARGADOS = 15

#.NUDO	FUREZA(X)	FUERZA(Y)
14	26.25	-579
16	26.25	-556.5
20	26.25	-556.5
24	26.25	-556.5
28	26.25	-556.5
32	26.25	-556.5
36	26.25	-556.5
40	26.25	-556.5
43	26.25	-556.5
47	26.25	-556.5
51	26.25	-556.5
55	26.25	-556.5
59	26.25	-556.5
63	26.25	-556.5
65	26.25	-579

ESTADO DE CARGA = 4  
# NUDOS CARGADOS = 15

#.NUDO	FUREZA(X)	FUERZA(Y)
14	336	-338.5
16	0	-176.25
20	0	-176.25
24	0	-176.25
28	0	-176.25
32	0	-176.25
36	0	-176.25
40	27	-129.75
43	54	-83.25
47	54	-83.25
51	54	-83.25
55	54	-83.25
59	54	-83.25
63	54	-83.25



65            277.5            -342

ESTADO DE CARGA = 5

# NUDOS CARGADOS = 15

#.NUDO	FUREZA(X)	FUERZA(Y)
14	26.25	-338.5
16	26.25	-176.25
20	26.25	-176.25
24	26.25	-176.25
28	26.25	-176.25
32	26.25	-176.25
36	26.25	-176.25
40	26.25	-176.25
43	26.25	-176.25
47	26.25	-176.25
51	26.25	-176.25
55	26.25	-176.25
59	26.25	-176.25
63	26.25	-176.25
65	26.25	-338.5

RESULTADOS DE LA ESTRUCTURA

ESTADO DE CARGA = 1

B:1-PORTIC

DESPLAZAMIENTOS

# NUDO	DESPLAZ.EN (X)	DESPLAZ.EN (Y)
1	+0.000000	+0.000000
2	-4.528710	-0.756758
3	-4.528710	+0.175066
4	-6.708778	-1.043785
5	-6.708777	+0.115267
6	-8.177523	-1.188547
7	-8.177523	-0.015666
8	-9.172049	-1.238466
9	-9.172049	-0.194022
10	-9.810908	-1.217251
11	-9.810909	-0.407946
12	-10.165230	-1.139131
13	-10.165240	-0.650321
14	-9.808811	-0.918860
15	-9.853947	-0.406694
16	-9.325802	-0.828858
17	-9.864485	-1.871981
18	-8.445702	-1.937723
19	-9.065635	-3.705664
20	-7.246621	-3.798996
21	-8.054950	-6.084336
22	-5.890665	-6.152935
23	-6.801388	-8.697195
24	-4.506391	-8.765787
25	-5.443762	-11.291230
26	-3.218676	-11.335080
27	-4.102318	-13.723850
28	-2.079397	-13.767710
29	-2.867979	-15.829080
30	-1.165584	-15.848210
31	-1.812475	-17.551310
32	-0.480636	-17.570440
33	-0.979239	-18.811530
34	-0.054052	-18.805940
35	-0.392031	-19.641120
36	+0.158681	-19.635500
37	-0.046704	-20.048120
38	+0.162142	-19.992930
39	+0.001084	-20.055680
40	+0.000855	-19.945310
41	-0.160257	-19.992610
42	+0.048866	-20.047790
43	-0.156623	-19.634880
44	+0.394334	-19.640500
45	+0.056263	-18.805080
46	+0.981654	-18.810670
47	+0.482978	-17.569380
48	+1.814969	-17.550260
49	+1.168023	-15.847030
50	+2.870521	-15.827900
51	+2.081911	-13.766430
52	+4.104882	-13.722560
53	+3.221237	-11.333780

54	+5.446297	-11.289930
55	+4.508951	-8.764564
56	+6.803849	-8.695972
57	+5.893180	-6.151855
58	+8.057301	-6.083259
59	+7.249051	-3.798129
60	+9.067846	-3.704801
61	+8.448011	-1.937127
62	+9.866500	-1.871377
63	+9.327971	-0.828669
64	+9.855928	-0.406795
65	+9.810674	-0.919215
66	+10.166850	-0.650152
67	+10.166850	-1.139442
68	+9.812252	-0.407802
69	+9.812252	-1.217513
70	+9.173113	-0.193907
71	+9.173114	-1.238676
72	+8.178313	-0.015577
73	+8.178315	-1.188706
74	+6.709285	+0.115325
75	+6.709286	-1.043889
76	+4.528944	+0.175093
77	+4.528944	-0.756807
78	+0.000000	+0.000000

#### REACCIONES

NUDO 1 RX=	+2329.461
NUDO 1 RY=	+5595.148
NUDO 78 RX=	-2329.429
NUDO 78 RY=	+5595.069

#### FUERZAS EN LOS MIEMBROS

# MIEMBRO	ENTRE NUDOS	LONGITUD(CM)	FUERZA AXIAL(KG)
1	1 - 2	50.990	+6016.660
2	1 - 3	50.249	-11552.310
3	2 - 3	15.000	+0.000
4	2 - 4	50.990	+6016.746
5	2 - 5	53.852	-0.095
6	3 - 5	50.249	-11552.310
7	4 - 5	30.000	+0.033
8	4 - 6	50.990	+6016.785
9	4 - 7	61.033	-0.058
10	5 - 7	50.249	-11552.370
11	6 - 7	45.000	+0.000
12	6 - 8	50.990	+6016.776
13	6 - 9	70.711	-0.025
14	7 - 9	50.249	-11552.460
15	8 - 9	60.000	+0.000
16	8 - 10	50.990	+6016.751
17	8 - 11	82.006	+0.012
18	9 - 11	50.249	-11552.460
19	10 - 11	75.000	-0.027
20	10 - 12	50.990	+6016.737
21	10 - 13	94.340	+0.057
22	11 - 13	50.249	-11552.440
23	12 - 13	90.000	-0.045
24	12 - 14	50.990	+6016.741
25	13 - 14	111.803	-8243.665
26	14 - 15	55.505	+6875.288
27	13 - 15	89.391	+653.929
28	15 - 16	71.900	+6811.979
29	13 - 16	111.923	-1712.383
30	13 - 17	111.349	-10386.640
31	16 - 17	84.196	+565.359
32	16 - 18	84.512	+5882.583
33	17 - 18	80.800	-1708.623
34	17 - 19	90.201	-9117.391
35	18 - 19	79.619	+1943.071

36	18	- 20	84.499	+3820.257
37	19	- 20	70.000	-2799.954
38	19	- 21	84.499	-6478.905
39	20	- 21	79.619	+2340.778
40	20	- 22	84.499	+1336.050
41	21	- 22	70.000	-2057.977
42	21	- 23	84.499	-3994.684
43	22	- 23	79.619	+2340.767
44	22	- 24	84.499	-1148.131
45	23	- 24	70.000	-2057.763
46	23	- 25	84.504	-1510.529
47	24	- 25	79.616	+1496.384
48	24	- 26	84.504	-2736.470
49	25	- 26	70.000	-1315.613
50	25	- 27	84.499	+77.763
51	26	- 27	79.619	+1496.729
52	26	- 28	84.499	-4324.746
53	27	- 28	70.000	-1315.842
54	27	- 29	84.499	+1666.237
55	28	- 29	79.619	+652.725
56	28	- 30	84.499	-5017.470
57	29	- 30	70.000	-573.950
58	29	- 31	84.499	+2358.949
59	30	- 31	79.619	+652.875
60	30	- 32	84.499	-5710.407
61	31	- 32	70.000	-573.921
62	31	- 33	84.499	+3051.829
63	32	- 33	79.619	-191.268
64	32	- 34	84.499	-5507.432
65	33	- 34	70.000	+167.828
66	33	- 35	84.504	+2849.023
67	34	- 35	79.616	-191.541
68	34	- 36	84.504	-5304.415
69	35	- 36	70.000	+168.743
70	35	- 37	84.499	+2645.590
71	36	- 37	79.619	-1035.273
72	36	- 38	84.499	-4205.408
73	37	- 38	70.000	+1655.617
74	37	- 39	74.040	+1355.421
75	38	- 39	101.892	-1523.603
76	38	- 40	84.499	-2941.904
77	39	- 40	110.720	+2093.374
78	40	- 41	84.499	-2941.926
79	39	- 41	101.892	-1523.328
80	39	- 42	74.040	+1355.244
81	41	- 42	70.000	+1655.331
82	41	- 43	84.499	-4205.200
83	42	- 43	79.619	-1035.023
84	42	- 44	84.499	+2645.119
85	43	- 44	70.000	+168.571
86	43	- 45	84.504	-5303.938
87	44	- 45	79.616	-191.529
88	44	- 46	84.504	+2848.570
89	45	- 46	70.000	+167.770
90	45	- 47	84.499	-5506.907
91	46	- 47	79.619	-191.180
92	46	- 48	84.499	+3051.282
93	47	- 48	70.000	-573.864
94	47	- 49	84.499	-5709.810
95	48	- 49	79.619	+652.788
96	48	- 50	84.499	+2358.466
97	49	- 50	70.000	-573.950
98	49	- 51	84.499	-5016.969
99	50	- 51	79.619	+652.938
100	50	- 52	84.499	+1665.501
101	51	- 52	70.000	-1316.071
102	51	- 53	84.499	-4324.022
103	52	- 53	79.619	+1496.842
104	52	- 54	84.499	+76.910
105	53	- 54	70.000	-1315.613
106	53	- 55	84.504	-2735.584

107	54	- 55	79.616	+1496.259
108	54	- 56	84.504	-1511.206
109	55	- 56	70.000	-2057.734
110	55	- 57	84.499	-1147.360
111	56	- 57	79.619	+2340.683
112	56	- 58	84.499	-3995.274
113	57	- 58	70.000	-2057.877
114	57	- 59	84.499	+1336.791
115	58	- 59	79.619	+2340.652
116	58	- 60	84.499	-6479.383
117	59	- 60	70.000	-2799.854
118	59	- 61	84.499	+3820.803
119	60	- 61	79.619	+1942.864
120	60	- 62	90.201	-9117.756
121	61	- 62	80.800	-1708.849
122	61	- 63	84.504	+5883.044
123	62	- 63	84.187	+565.484
124	62	- 66	111.349	-10387.160
125	63	- 66	111.924	-1711.633
126	63	- 64	71.908	+6812.230
127	64	- 66	89.391	+653.455
128	64	- 65	55.505	+6875.475
129	65	- 66	111.803	-8243.943
130	65	- 67	50.990	+6016.952
131	66	- 67	90.000	-0.022
132	67	- 69	50.990	+6016.948
133	66	- 69	94.340	-0.007
134	66	- 68	50.249	-11552.490
135	68	- 69	75.000	+0.000
136	68	- 70	50.249	-11552.480
137	68	- 71	82.006	-0.089
138	69	- 71	50.990	+6016.943
139	70	- 71	60.000	+0.033
140	70	- 72	50.249	-11552.480
141	70	- 73	70.711	+0.014
142	71	- 73	50.990	+6016.884
143	72	- 73	45.000	+0.045
144	72	- 74	50.249	-11552.300
145	72	- 75	61.033	-0.185
146	73	- 75	50.990	+6016.879
147	74	- 75	30.000	+0.100
148	74	- 76	50.249	-11552.140
149	74	- 77	53.852	-0.144
150	75	- 77	50.990	+6016.737
151	76	- 77	15.000	+0.067
152	76	- 78	50.249	-11552.140
153	77	- 78	50.990	+6016.579

ESTADO DE CARGA = 2

R:2-PORTIC

## DESPLAZAMIENTOS

# NUDO	DESPLAZ.EN (X)	DESPLAZ.EN (Y)
1	+0.000000	+0.000000
2	-1.404511	-0.218237
3	-1.404511	-0.011739
4	-1.585539	-0.191777
5	-1.585539	-0.145826
6	-1.408474	-0.093697
7	-1.408473	-0.315723
8	-0.992677	+0.052128
9	-0.992677	-0.509494
10	-0.397833	+0.233763
11	-0.397833	-0.721170
12	+0.340249	+0.444046
13	+0.340249	-0.947169
14	+1.408631	+0.720388
15	+1.813812	+0.061738
16	+2.744942	-1.280796
17	+1.794580	-3.106611
18	+3.865539	-3.161364
19	+3.099180	-5.266109
20	+5.064811	-5.328647
21	+4.257488	-7.524868
22	+6.231036	-7.568856
23	+5.446731	-9.706863
24	+7.292097	-9.750856
25	+6.577253	-11.648580
26	+8.168734	-11.674000
27	+7.573242	-13.269290
28	+8.836516	-13.294720
29	+8.380991	-14.470820
30	+9.252111	-14.477700
31	+8.961144	-15.237700
32	+9.427406	-15.244580
33	+9.295562	-15.536940
34	+9.354716	-15.525280
35	+9.380772	-15.418300
36	+9.081741	-15.406620
37	+9.234489	-14.914060
38	+8.621278	-14.855590
39	+9.288838	-14.035480
40	+8.030289	-13.955440
41	+8.389151	-13.125920
42	+9.317079	-13.147490
43	+8.868206	-12.036640
44	+9.985609	-12.029070
45	+9.470079	-10.698370
46	+10.762650	-10.690790
47	+10.178960	-9.188142
48	+11.629430	-9.166106
49	+10.998800	-7.493916
50	+12.552800	-7.471877
51	+11.894200	-5.728943
52	+13.486380	-5.692442
53	+12.840990	-3.932035
54	+14.368870	-3.895533
55	+13.775980	-2.267374
56	+15.126090	-2.216429
57	+14.646560	-0.824586
58	+15.668400	-0.773627

59	+15.361630	+0.181347
60	+15.893650	+0.246765
61	+15.812130	+0.557281
62	+15.664910	+0.591559
63	+15.890430	+0.166740
64	+15.663870	-0.634700
65	+15.179910	-2.035505
66	+14.575940	+0.067594
67	+14.575940	-2.057638
68	+13.315850	+0.173255
69	+13.315850	-1.948549
70	+11.806020	+0.253943
71	+11.806020	-1.789512
72	+9.984036	+0.303415
73	+9.984036	-1.568041
74	+7.745823	+0.311259
75	+7.745825	-1.263325
76	+4.883306	+0.256669
77	+4.883307	-0.833743
78	+0.000000	+0.000000

#### REACCIONES

NUDO 1 RX=	+1126.042
NUDO 1 RY=	+3815.721
NUDO 78 RX=	-2090.485
NUDO 78 RY=	+3926.021

#### FUERZAS EN LOS MIEMBROS

# MIEMBRO	ENTRE NUDOS	LONGITUD(CM)	FUERZA AXIAL(KG)
1	1 - 2	50.990	+2530.710
2	1 - 3	50.249	-6328.696
3	2 - 3	15.000	+0.000
4	2 - 4	50.990	+2530.738
5	2 - 5	53.852	-0.032
6	3 - 5	50.249	-6328.698
7	4 - 5	30.000	+0.008
8	4 - 6	50.990	+2530.747
9	4 - 7	61.033	-0.012
10	5 - 7	50.249	-6328.715
11	6 - 7	45.000	+0.006
12	6 - 8	50.990	+2530.749
13	6 - 9	70.711	-0.004
14	7 - 9	50.249	-6328.734
15	8 - 9	60.000	+0.000
16	8 - 10	50.990	+2530.746
17	8 - 11	82.006	-0.001
18	9 - 11	50.249	-6328.743
19	10 - 11	75.000	+0.000
20	10 - 12	50.990	+2530.748
21	10 - 13	94.340	+0.001
22	11 - 13	50.249	-6328.746
23	12 - 13	90.000	+0.001
24	12 - 14	50.990	+2530.746
25	13 - 14	111.803	-3941.332
26	14 - 15	55.505	+2989.400
27	13 - 15	89.391	+284.325
28	15 - 16	71.900	+2961.876
29	13 - 16	111.923	-1586.660
30	13 - 17	111.349	-4987.986
31	16 - 17	84.196	+825.337
32	16 - 18	84.512	+1877.225
33	17 - 18	80.800	-1423.038
34	17 - 19	90.201	-3785.039
35	18 - 19	79.619	+1618.476
36	18 - 20	84.499	+159.515
37	19 - 20	70.000	-1876.159
38	19 - 21	84.499	-1828.098
39	20 - 21	79.619	+1501.018
40	20 - 22	84.499	-1433.509

41	21	- 22	70.000	-1319.647
42	21	- 23	84.499	-235.080
43	22	- 23	79.619	+1500.962
44	22	- 24	84.499	-3026.482
45	23	- 24	70.000	-1319.791
46	23	- 25	84.504	+1357.950
47	24	- 25	79.616	+867.753
48	24	- 26	84.504	-3947.659
49	25	- 26	70.000	-762.577
50	25	- 27	84.499	+2278.817
51	26	- 27	79.619	+867.876
52	26	- 28	84.499	-4868.509
53	27	- 28	70.000	-762.949
54	27	- 29	84.499	+3199.831
55	28	- 29	79.619	+234.885
56	28	- 30	84.499	-5117.738
57	29	- 30	70.000	-206.566
58	29	- 31	84.499	+3449.154
59	30	- 31	79.619	+235.035
60	30	- 32	84.499	-5367.168
61	31	- 32	70.000	-206.594
62	31	- 33	84.499	+3698.609
63	32	- 33	79.619	-398.044
64	32	- 34	84.499	-4944.720
65	33	- 34	70.000	+349.588
66	33	- 35	84.504	+3276.341
67	34	- 35	79.616	-398.238
68	34	- 36	84.504	-4522.334
69	35	- 36	70.000	+350.533
70	35	- 37	84.499	+2853.472
71	36	- 37	79.619	-1031.072
72	36	- 38	84.499	-3427.845
73	37	- 38	70.000	+1754.265
74	37	- 39	74.040	+1541.475
75	38	- 39	101.892	-1614.372
76	38	- 40	84.499	-2089.030
77	39	- 40	110.720	+1518.208
78	40	- 41	84.499	-2119.852
79	39	- 41	101.892	-595.439
80	39	- 42	74.040	+801.032
81	41	- 42	70.000	+647.020
82	41	- 43	84.499	-2613.668
83	42	- 43	79.619	-234.809
84	42	- 44	84.499	+1163.454
85	43	- 44	70.000	-227.051
86	43	- 45	84.504	-2924.623
87	44	- 45	79.616	+258.289
88	44	- 46	84.504	+889.405
89	45	- 46	70.000	-227.366
90	45	- 47	84.499	-2650.342
91	46	- 47	79.619	+258.560
92	46	- 48	84.499	+614.949
93	47	- 48	70.000	-661.097
94	47	- 49	84.499	-2437.522
95	48	- 49	79.619	+752.013
96	48	- 50	84.499	-183.121
97	49	- 50	70.000	-661.154
98	49	- 51	84.499	-1639.483
99	50	- 51	79.619	+752.062
100	50	- 52	84.499	-981.256
101	51	- 52	70.000	-1095.014
102	51	- 53	84.499	-902.939
103	52	- 53	79.619	+1245.488
104	52	- 54	84.499	-2303.098
105	53	- 54	70.000	-1095.057
106	53	- 55	84.504	+419.015
107	54	- 55	79.616	+1245.095
108	54	- 56	84.504	-3624.798
109	55	- 56	70.000	-1528.352
110	55	- 57	84.499	+1678.812
111	56	- 57	79.619	+1738.886



112	56	- 58	84.499	-5470.006
113	57	- 58	70.000	-1528.755
114	57	- 59	84.499	+3524.202
115	58	- 59	79.619	+1738.795
116	58	- 60	84.499	-7315.391
117	59	- 60	70.000	-1962.531
118	59	- 61	84.499	+5307.909
119	60	- 61	79.619	+1012.443
120	60	- 62	90.201	-8956.198
121	61	- 62	80.800	-890.904
122	61	- 63	84.504	+6382.743
123	62	- 63	84.187	-96.320
124	62	- 66	111.349	-9457.049
125	63	- 66	111.924	-688.150
126	63	- 64	71.908	+6457.380
127	64	- 66	89.391	+619.402
128	64	- 65	55.505	+6517.310
129	65	- 66	111.803	-7519.241
130	65	- 67	50.990	+5772.127
131	66	- 67	90.000	-0.045
132	67	- 69	50.990	+5772.103
133	66	- 69	94.340	-0.029
134	66	- 68	50.249	-9633.811
135	68	- 69	75.000	+0.027
136	68	- 70	50.249	-9633.821
137	68	- 71	82.006	-0.073
138	69	- 71	50.990	+5772.088
139	70	- 71	60.000	+0.033
140	70	- 72	50.249	-9633.807
141	70	- 73	70.711	+0.007
142	71	- 73	50.990	+5772.030
143	72	- 73	45.000	+0.000
144	72	- 74	50.249	-9633.635
145	72	- 75	61.033	-0.226
146	73	- 75	50.990	+5772.005
147	74	- 75	30.000	+0.134
148	74	- 76	50.249	-9633.454
149	74	- 77	53.852	-0.156
150	75	- 77	50.990	+5771.853
151	76	- 77	15.000	+0.134
152	76	- 78	50.249	-9633.443
153	77	- 78	50.990	+5771.696

ESTADO DE CARGA = 3

B:3-PORTIC

DESPLAZAMIENTOS

# NUDO	DESPLAZ.EN (X)	DESPLAZ.EN (Y)
1	+0.000000	+0.000000
2	-2.706263	-0.445019
3	-2.706262	+0.080173
4	-3.822063	-0.571944
5	-3.822063	+0.001300
6	-4.460049	-0.603306
7	-4.460049	-0.125356
8	-4.779488	-0.570958
9	-4.779488	-0.283867
10	-4.860017	-0.490829
11	-4.860017	-0.466270
12	-4.749417	-0.372474
13	-4.749418	-0.667785
14	-4.172717	-0.160899
15	-4.037908	-0.165622
16	-3.425403	-0.881662
17	-4.046344	-2.078824
18	-2.573706	-2.131213
19	-3.163370	-3.781932
20	-1.539323	-3.850354
21	-2.235249	-5.783889
22	-0.443379	-5.833280
23	-1.179524	-7.868514
24	+0.626360	-7.917904
25	-0.096437	-9.853060
26	+1.578981	-9.883408
27	+0.927230	-11.638270
28	+2.381722	-11.668630
29	+1.828099	-13.108410
30	+2.980504	-13.119740
31	+2.556742	-14.231150
32	+3.379852	-14.242480
33	+3.086306	-14.957660
34	+3.562257	-14.949960
35	+3.404239	-15.322540
36	+3.569067	-15.314810
37	+3.520361	-15.343910
38	+3.408067	-15.296220
39	+3.560658	-15.041840
40	+3.122004	-14.959060
41	+3.166269	-14.693090
42	+3.592038	-14.728170
43	+3.332588	-14.138130
44	+3.994010	-14.138840
45	+3.644990	-13.258460
46	+4.556973	-13.259160
47	+4.102558	-12.112540
48	+5.277326	-12.095170
49	+4.730708	-10.651840
50	+6.131981	-10.634470
51	+5.502706	-8.982112
52	+7.082646	-8.946671
53	+6.408923	-7.118360
54	+8.071135	-7.082925
55	+7.387888	-5.229953
56	+9.024448	-5.176453
57	+8.394541	-3.395376
58	+9.849002	-3.341869

59	+9.332483	-1.847524
60	+10.436820	-1.775950
61	+10.096650	-0.774937
62	+10.751980	-0.728704
63	+10.565010	-0.361419
64	+10.744580	-0.444498
65	+10.541980	-1.217667
66	+10.499740	-0.307571
67	+10.499730	-1.336467
68	+9.857429	-0.145541
69	+9.857431	-1.335256
70	+8.979450	-0.007079
71	+8.979451	-1.286909
72	+7.806885	+0.101925
73	+7.806886	-1.179644
74	+6.241524	+0.171646
75	+6.241526	-0.993820
76	+4.087002	+0.182447
77	+4.087002	-0.690159
78	+0.000000	+0.000000

#### REACCIONES

NUDO 1 RX=	+1550.231
NUDO 1 RY=	+4069.638
NUDO 78 RX=	-1943.944
NUDO 78 RY=	+4323.056

#### FUERZAS EN LOS MIEMBROS

# MIEMBRO	ENTRE NUDOS	LONGITUD(CM)	FUERZA AXIAL(KG)
1	1 - 2	50.990	+3886.361
2	1 - 3	50.249	-7919.835
3	2 - 3	15.000	+0.033
4	2 - 4	50.990	+3886.407
5	2 - 5	53.852	-0.054
6	3 - 5	50.249	-7919.837
7	4 - 5	30.000	+0.017
8	4 - 6	50.990	+3886.426
9	4 - 7	61.033	-0.037
10	5 - 7	50.249	-7919.875
11	6 - 7	45.000	+0.000
12	6 - 8	50.990	+3886.438
13	6 - 9	70.711	-0.013
14	7 - 9	50.249	-7919.926
15	8 - 9	60.000	-0.017
16	8 - 10	50.990	+3886.418
17	8 - 11	82.006	+0.002
18	9 - 11	50.249	-7919.925
19	10 - 11	75.000	-0.013
20	10 - 12	50.990	+3886.408
21	10 - 13	94.340	+0.013
22	11 - 13	50.249	-7919.916
23	12 - 13	90.000	-0.022
24	12 - 14	50.990	+3886.417
25	13 - 14	111.803	-5430.738
26	14 - 15	55.505	+4516.964
27	13 - 15	89.391	+429.617
28	15 - 16	71.900	+4475.377
29	13 - 16	111.923	-1436.929
30	13 - 17	111.349	-6842.041
31	16 - 17	84.196	+589.387
32	16 - 18	84.512	+3579.406
33	17 - 18	80.800	-1361.581
34	17 - 19	90.201	-5773.461
35	18 - 19	79.619	+1548.458
36	18 - 20	84.499	+1935.947
37	19 - 20	70.000	-2052.662
38	19 - 21	84.499	-3765.132
39	20 - 21	79.619	+1685.363
40	20 - 22	84.499	+117.350

41	21	- 22	70.000	-1481.738
42	21	- 23	84.499	-1976.491
43	22	- 23	79.619	+1685.338
44	22	- 24	84.499	-1671.268
45	23	- 24	70.000	-1481.696
46	23	- 25	84.504	-187.868
47	24	- 25	79.616	+1035.655
48	24	- 26	84.504	-2800.555
49	25	- 26	70.000	-910.435
50	25	- 27	84.499	+911.320
51	26	- 27	79.619	+1035.864
52	26	- 28	84.499	-3899.737
53	27	- 28	70.000	-910.664
54	27	- 29	84.499	+2010.650
55	28	- 29	79.619	+386.448
56	28	- 30	84.499	-4339.796
57	29	- 30	70.000	-339.804
58	29	- 31	84.499	+2420.786
59	30	- 31	79.619	+386.586
60	30	- 32	84.499	-4750.073
61	31	- 32	70.000	-339.804
62	31	- 33	84.499	+2831.041
63	32	- 33	79.619	-262.981
64	32	- 34	84.499	-4500.975
65	33	- 34	70.000	+230.885
66	33	- 35	84.504	+2552.123
67	34	- 35	79.616	-263.182
68	34	- 36	84.504	-4221.892
69	35	- 36	70.000	+231.657
70	35	- 37	84.499	+2272.676
71	36	- 37	79.619	-912.360
72	36	- 38	84.499	-3283.339
73	37	- 38	70.000	+1430.712
74	37	- 39	74.040	+1142.954
75	38	- 39	101.892	-1316.633
76	38	- 40	84.499	-2191.419
77	39	- 40	110.720	+1570.013
78	40	- 41	84.499	-2221.412
79	39	- 41	101.892	-968.556
80	39	- 42	74.040	+890.017
81	41	- 42	70.000	+1052.485
82	41	- 43	84.499	-3024.634
83	42	- 43	79.619	-640.387
84	42	- 44	84.499	+1695.367
85	43	- 44	70.000	+21.343
86	43	- 45	84.504	-3734.409
87	44	- 45	79.616	-24.136
88	44	- 46	84.504	+1721.089
89	45	- 46	70.000	+20.828
90	45	- 47	84.499	-3759.850
91	46	- 47	79.619	-23.846
92	46	- 48	84.499	+1746.322
93	47	- 48	70.000	-521.050
94	47	- 49	84.499	-3815.116
95	48	- 49	79.619	+592.721
96	48	- 50	84.499	+1117.308
97	49	- 50	70.000	-521.107
98	49	- 51	84.499	-3186.106
99	50	- 51	79.619	+592.808
100	50	- 52	84.499	+488.196
101	51	- 52	70.000	-1063.242
102	51	- 53	84.499	-2586.936
103	52	- 53	79.619	+1209.323
104	52	- 54	84.499	-795.262
105	53	- 54	70.000	-1063.042
106	53	- 55	84.504	-1303.501
107	54	- 55	79.616	+1208.888
108	54	- 56	84.504	-2078.383
109	55	- 56	70.000	-1604.977
110	55	- 57	84.499	-50.386
111	56	- 57	79.619	+1825.826

112	56	- 58	84.499	-4015.936
113	57	- 58	70.000	-1605.184
114	57	- 59	84.499	+1887.268
115	58	- 59	79.619	+1825.748
116	58	- 60	84.499	-5953.614
117	59	- 60	70.000	-2147.234
118	59	- 61	84.499	+3794.911
119	60	- 61	79.619	+1365.985
120	60	- 62	90.201	-7902.962
121	61	- 62	80.800	-1201.590
122	61	- 63	84.504	+5244.895
123	62	- 63	84.187	+258.762
124	62	- 66	111.349	-8738.450
125	63	- 66	111.924	-1131.006
126	63	- 64	71.908	+5742.875
127	64	- 66	89.391	+550.866
128	64	- 65	55.505	+5796.198
129	65	- 66	111.803	-6935.067
130	65	- 67	50.990	+5138.936
131	66	- 67	90.000	-0.045
132	67	- 69	50.990	+5138.912
133	66	- 69	94.340	-0.032
134	66	- 68	50.249	-9408.864
135	68	- 69	75.000	+0.027
136	68	- 70	50.249	-9408.848
137	68	- 71	82.006	-0.063
138	69	- 71	50.990	+5138.907
139	70	- 71	60.000	+0.033
140	70	- 72	50.249	-9408.863
141	70	- 73	70.711	+0.014
142	71	- 73	50.990	+5138.863
143	72	- 73	45.000	+0.045
144	72	- 74	50.249	-9408.689
145	72	- 75	61.033	-0.178
146	73	- 75	50.990	+5138.858
147	74	- 75	30.000	+0.100
148	74	- 76	50.249	-9408.552
149	74	- 77	53.852	-0.128
150	75	- 77	50.990	+5138.718
151	76	- 77	15.000	+0.000
152	76	- 78	50.249	-9408.548
153	77	- 78	50.990	+5138.585

ESTADO DE CARGA = 4

B:4-PORTIC

## DESPLAZAMIENTOS

# NUDO	DESPLAZ.EN (X)	DESPLAZ.EN (Y)
1	+0.000000	+0.000000
2	+0.926009	+0.168615
3	+0.926009	-0.103351
4	+1.868396	+0.340506
5	+1.868396	-0.208339
6	+2.801055	+0.510450
7	+2.801055	-0.312355
8	+3.727225	+0.679097
9	+3.727225	-0.415720
10	+4.648529	+0.846771
11	+4.648530	-0.518600
12	+5.565941	+1.013667
13	+5.565942	-0.621090
14	+6.448382	+1.173568
15	+6.874865	+0.259800
16	+7.535530	-0.862880
17	+6.861994	-2.152724
18	+8.206995	-2.173953
19	+7.757403	-3.375538
20	+8.795836	-3.390535
21	+8.400412	-4.422531
22	+9.273006	-4.431653
23	+8.951943	-5.275605
24	+9.631590	-5.284736
25	+9.392918	-5.899894
26	+9.855769	-5.903129
27	+9.708589	-6.286719
28	+9.947137	-6.289962
29	+9.891281	-6.421949
30	+9.901277	-6.419318
31	+9.937842	-6.317609
32	+9.731262	-6.314979
33	+9.851835	-5.980167
34	+9.443963	-5.971670
35	+9.641402	-5.442309
36	+9.063717	-5.433797
37	+9.321577	-4.731160
38	+8.599834	-4.700208
39	+9.353448	-3.842750
40	+8.086726	-3.817948
41	+8.529614	-2.959375
42	+9.359076	-2.953225
43	+9.011331	-2.041958
44	+9.859492	-2.031097
45	+9.511708	-1.113143
46	+10.345650	-1.102284
47	+10.011240	-0.218467
48	+10.795830	-0.205819
49	+10.490300	+0.611265
50	+11.188270	+0.623913
51	+10.927770	+1.327145
52	+11.498050	+1.341579
53	+11.300430	+1.892084
54	+11.699840	+1.906527
55	+11.583790	+2.250875
56	+11.765240	+2.267083
57	+11.751010	+2.360130
58	+11.665440	+2.376350

59	+11.774180	+2.158420
60	+11.368610	+2.176424
61	+11.609060	+1.570443
62	+10.718940	+1.571124
63	+11.230520	+0.592857
64	+10.724710	-0.445469
65	+10.254840	-1.608437
66	+9.451462	+0.398591
67	+9.451462	-1.510981
68	+8.355467	+0.380086
69	+8.355467	-1.355002
70	+7.156592	+0.351293
71	+7.156593	-1.178448
72	+5.829125	+0.309641
73	+5.829126	-0.976174
74	+4.330194	+0.250840
75	+4.330194	-0.739607
76	+2.574083	+0.166319
77	+2.574084	-0.451602
78	+0.000000	+0.000000

#### REACCIONES

NUDO 1 RX= -86.887  
 NUDO 1 RY= +1101.641  
 NUDO 78 RX= -877.577  
 NUDO 78 RY= +1265.752

#### FUERZAS EN LOS MIEMBROS

# MIEMBRO	ENTRE NUDOS	LONGITUD(CM)	FUERZA AXIAL(KG)
1	1 - 2	50.990	-669.843
2	1 - 3	50.249	-447.023
3	2 - 3	15.000	+0.000
4	2 - 4	50.990	-669.866
5	2 - 5	53.852	+0.017
6	3 - 5	50.249	-447.022
7	4 - 5	30.000	-0.008
8	4 - 6	50.990	-669.866
9	4 - 7	61.033	+0.016
10	5 - 7	50.249	-447.007
11	6 - 7	45.000	+0.000
12	6 - 8	50.990	-669.866
13	6 - 9	70.711	-0.002
14	7 - 9	50.249	-446.980
15	8 - 9	60.000	+0.008
16	8 - 10	50.990	-669.853
17	8 - 11	82.006	-0.004
18	9 - 11	50.249	-446.987
19	10 - 11	75.000	+0.013
20	10 - 12	50.990	-669.841
21	10 - 13	94.340	-0.018
22	11 - 13	50.249	-447.000
23	12 - 13	90.000	+0.033
24	12 - 14	50.990	-669.856
25	13 - 14	111.803	+250.144
26	14 - 15	55.505	-475.554
27	13 - 15	89.391	-45.237
28	15 - 16	71.900	-471.145
29	13 - 16	111.923	-712.211
30	13 - 17	111.349	+295.726
31	16 - 17	84.196	+535.789
32	16 - 18	84.512	-1081.415
33	17 - 18	80.800	-551.732
34	17 - 19	90.201	+850.911
35	18 - 19	79.619	+627.608
36	18 - 20	84.499	-1747.469
37	19 - 20	70.000	-449.917
38	19 - 21	84.499	+1463.195
39	20 - 21	79.619	+311.276
40	20 - 22	84.499	-2077.848

41	21	- 22	70.000	-273.657
42	21	- 23	84.499	+1793.560
43	22	- 23	79.619	+311.220
44	22	- 24	84.499	-2408.196
45	23	- 24	70.000	-273.914
46	23	- 25	84.504	+2124.021
47	24	- 25	79.616	+110.738
48	24	- 26	84.504	-2525.839
49	25	- 26	70.000	-97.060
50	25	- 27	84.499	+2241.381
51	26	- 27	79.619	+110.714
52	26	- 28	84.499	-2643.204
53	27	- 28	70.000	-97.289
54	27	- 29	84.499	+2358.814
55	28	- 29	79.619	-89.761
56	28	- 30	84.499	-2547.901
57	29	- 30	70.000	+78.907
58	29	- 31	84.499	+2263.552
59	30	- 31	79.619	-89.704
60	30	- 32	84.499	-2452.693
61	31	- 32	70.000	+78.878
62	31	- 33	84.499	+2168.422
63	32	- 33	79.619	-290.210
64	32	- 34	84.499	-2144.692
65	33	- 34	70.000	+254.917
66	33	- 35	84.504	+1860.504
67	34	- 35	79.616	-290.224
68	34	- 36	84.504	-1836.805
69	35	- 36	70.000	+255.361
70	35	- 37	84.499	+1552.382
71	36	- 37	79.619	-490.669
72	36	- 38	84.499	-1315.939
73	37	- 38	70.000	+928.545
74	37	- 39	74.040	+903.954
75	38	- 39	101.892	-854.506
76	38	- 40	84.499	-607.300
77	39	- 40	110.720	+470.418
78	40	- 41	84.499	-638.141
79	39	- 41	101.892	+169.822
80	39	- 42	74.040	+159.617
81	41	- 42	70.000	-184.500
82	41	- 43	84.499	-497.323
83	42	- 43	79.619	+309.722
84	42	- 44	84.499	-146.555
85	43	- 44	70.000	-325.842
86	43	- 45	84.504	-230.194
87	44	- 45	79.616	+370.572
88	44	- 46	84.504	-539.863
89	45	- 46	70.000	-325.778
90	45	- 47	84.499	+163.054
91	46	- 47	79.619	+370.668
92	46	- 48	84.499	-933.128
93	47	- 48	70.000	-379.444
94	47	- 49	84.499	+494.831
95	48	- 49	79.619	+431.601
96	48	- 50	84.499	-1391.142
97	49	- 50	70.000	-379.432
98	49	- 51	84.499	+952.862
99	50	- 51	79.619	+431.569
100	50	- 52	84.499	-1849.192
101	51	- 52	70.000	-433.016
102	51	- 53	84.499	+1349.279
103	52	- 53	79.619	+492.528
104	52	- 54	84.499	-2371.887
105	53	- 54	70.000	-433.266
106	53	- 55	84.504	+1872.153
107	54	- 55	79.616	+492.467
108	54	- 56	84.504	-2894.755
109	55	- 56	70.000	-486.245
110	55	- 57	84.499	+2333.009
111	56	- 57	79.619	+553.449



112	56	- 58	84.499	-3481.938
113	57	- 58	70.000	-486.596
114	57	- 59	84.499	+2920.390
115	58	- 59	79.619	+553.428
116	58	- 60	84.499	-4069.340
117	59	- 60	70.000	-540.111
118	59	- 61	84.499	+3446.076
119	60	- 61	79.619	+19.662
120	60	- 62	90.201	-4366.273
121	61	- 62	80.800	-17.713
122	61	- 63	84.504	+3467.165
123	62	- 63	84.187	-391.728
124	62	- 66	111.349	-4215.870
125	63	- 66	111.924	+189.916
126	63	- 64	71.908	+3062.174
127	64	- 66	89.391	+293.743
128	64	- 65	55.505	+3090.587
129	65	- 66	111.803	-3362.209
130	65	- 67	50.990	+2553.149
131	66	- 67	90.000	-0.022
132	67	- 69	50.990	+2553.134
133	66	- 69	94.340	+0.015
134	66	- 68	50.249	-3788.092
135	68	- 69	75.000	+0.000
136	68	- 70	50.249	-3788.094
137	68	- 71	82.006	-0.056
138	69	- 71	50.990	+2553.124
139	70	- 71	60.000	+0.033
140	70	- 72	50.249	-3788.087
141	70	- 73	70.711	+0.002
142	71	- 73	50.990	+2553.092
143	72	- 73	45.000	+0.045
144	72	- 74	50.249	-3787.980
145	72	- 75	61.033	-0.113
146	73	- 75	50.990	+2553.085
147	74	- 75	30.000	+0.033
148	74	- 76	50.249	-3787.897
149	74	- 77	53.852	-0.091
150	75	- 77	50.990	+2552.997
151	76	- 77	15.000	+0.067
152	76	- 78	50.249	-3787.891
153	77	- 78	50.990	+2552.916

## DESPLAZAMIENTOS

# NUDO	DESPLAZ.EN (X)	DESPLAZ.EN (Y)
1	+0.000000	+0.000000
2	-0.386311	-0.060072
3	-0.386311	-0.010626
4	-0.386940	-0.043008
5	-0.386940	-0.059821
6	-0.276823	-0.003794
7	-0.276822	-0.120090
8	-0.092874	+0.050185
9	-0.092874	-0.187743
10	+0.146447	+0.115240
11	+0.146447	-0.260933
12	+0.430067	+0.189154
13	+0.430067	-0.338553
14	+0.815430	+0.283416
15	+0.968664	+0.030052
16	+1.306855	-0.459224
17	+0.966642	-1.112991
18	+1.705807	-1.131803
19	+1.435298	-1.873163
20	+2.126932	-1.894058
21	+1.844804	-2.658620
22	+2.531768	-2.673159
23	+2.260244	-3.410904
24	+2.897679	-3.425445
25	+2.651930	-4.075864
26	+3.197161	-4.084040
27	+2.994117	-4.626257
28	+3.423453	-4.634437
29	+3.269433	-5.030326
30	+3.561365	-5.032151
31	+3.464628	-5.283194
32	+3.616579	-5.285020
33	+3.574520	-5.375435
34	+3.586118	-5.370908
35	+3.598149	-5.324524
36	+3.487934	-5.319987
37	+3.542621	-5.143397
38	+3.326399	-5.123421
39	+3.560100	-4.837282
40	+3.121563	-4.809932
41	+3.246966	-4.520452
42	+3.568665	-4.527825
43	+3.412663	-4.143614
44	+3.798915	-4.141144
45	+3.619990	-3.679850
46	+4.067516	-3.677376
47	+3.864626	-3.155624
48	+4.368156	-3.147756
49	+4.148591	-2.564866
50	+4.689336	-2.556998
51	+4.459678	-1.948582
52	+5.014436	-1.935319
53	+4.789421	-1.319669
54	+5.321460	-1.306406
55	+5.115248	-0.738128
56	+5.583412	-0.719477
57	+5.418096	-0.235813
58	+5.767738	-0.217157

59	+5.664975	+0.108326
60	+5.837010	+0.132375
61	+5.815945	+0.224167
62	+5.737960	+0.236819
63	+5.831632	+0.060924
64	+5.736990	-0.248772
65	+5.552876	-0.773168
66	+5.319417	+0.021574
67	+5.319417	-0.774679
68	+4.850276	+0.059722
69	+4.850276	-0.729052
70	+4.292290	+0.088986
71	+4.292290	-0.665657
72	+3.623253	+0.107145
73	+3.623253	-0.580051
74	+2.806141	+0.110495
75	+2.806142	-0.464830
76	+1.766930	+0.091634
77	+1.766930	-0.305188
78	+0.000000	+0.000000

#### REACCIONES

NUDO 1 RX=	+339.961
NUDO 1 RY=	+1357.440
NUDO 78 RX=	-733.692
NUDO 78 RY=	+1610.898

#### FUERZAS EN LOS MIEMBROS

# MIEMBRO	ENTRE NUDOS	LONGITUD(CM)	FUERZA AXIAL(KG)
1	1 - 2	50.990	+694.206
2	1 - 3	50.249	-2048.331
3	2 - 3	15.000	+0.000
4	2 - 4	50.990	+694.213
5	2 - 5	53.852	-0.006
6	3 - 5	50.249	-2048.331
7	4 - 5	30.000	+0.002
8	4 - 6	50.990	+694.216
9	4 - 7	61.033	-0.005
10	5 - 7	50.249	-2048.335
11	6 - 7	45.000	+0.001
12	6 - 8	50.990	+694.217
13	6 - 9	70.711	-0.002
14	7 - 9	50.249	-2048.340
15	8 - 9	60.000	+0.000
16	8 - 10	50.990	+694.216
17	8 - 11	82.006	-0.001
18	9 - 11	50.249	-2048.341
19	10 - 11	75.000	+0.000
20	10 - 12	50.990	+694.218
21	10 - 13	94.340	-0.001
22	11 - 13	50.249	-2048.346
23	12 - 13	90.000	+0.001
24	12 - 14	50.990	+694.217
25	13 - 14	111.803	-1249.547
26	14 - 15	55.505	+1060.402
27	13 - 15	89.391	+100.856
28	15 - 16	71.900	+1050.633
29	13 - 16	111.923	-560.335
30	13 - 17	111.349	-1571.330
31	16 - 17	84.196	+297.332
32	16 - 18	84.512	+631.637
33	17 - 18	80.800	-488.903
34	17 - 19	90.201	-1152.375
35	18 - 19	79.619	+556.048
36	18 - 20	84.499	+41.496
37	19 - 20	70.000	-626.850
38	19 - 21	84.499	-489.396
39	20 - 21	79.619	+496.115
40	20 - 22	84.499	-514.975

41	21	- 22	70.000	-436.163
42	21	- 23	84.499	+37.107
43	22	- 23	79.619	+496.086
44	22	- 24	84.499	-1041.481
45	23	- 24	70.000	-436.228
46	23	- 25	84.504	+563.649
47	24	- 25	79.616	+279.130
48	24	- 26	84.504	-1367.755
49	25	- 26	70.000	-245.290
50	25	- 27	84.499	+859.853
51	26	- 27	79.619	+279.164
52	26	- 28	84.499	-1663.950
53	27	- 28	70.000	-245.404
54	27	- 29	84.499	+1156.106
55	28	- 29	79.619	+62.258
56	28	- 30	84.499	-1759.969
57	29	- 30	70.000	-54.774
58	29	- 31	84.499	+1222.178
59	30	- 31	79.619	+62.312
60	30	- 32	84.499	-1826.095
61	31	- 32	70.000	-54.774
62	31	- 33	84.499	+1288.334
63	32	- 33	79.619	-154.613
64	32	- 34	84.499	-1691.971
65	33	- 34	70.000	+135.813
66	33	- 35	84.504	+1124.306
67	34	- 35	79.616	-154.671
68	34	- 36	84.504	-1527.902
69	35	- 36	70.000	+136.127
70	35	- 37	84.499	+960.061
71	36	- 37	79.619	-371.525
72	36	- 38	84.499	-1163.488
73	37	- 38	70.000	+599.270
74	37	- 39	74.040	+495.756
75	38	- 39	101.892	-551.499
76	38	- 40	84.499	-706.128
77	39	- 40	110.720	+518.749
78	40	- 41	84.499	-736.086
79	39	- 41	101.892	-203.551
80	39	- 42	74.040	+242.921
81	41	- 42	70.000	+221.186
82	41	- 43	84.499	-904.901
83	42	- 43	79.619	-99.631
84	42	- 44	84.499	+382.963
85	43	- 44	70.000	-74.115
86	43	- 45	84.504	-1040.624
87	44	- 45	79.616	+84.313
88	44	- 46	84.504	+293.498
89	45	- 46	70.000	-74.236
90	45	- 47	84.499	-951.096
91	46	- 47	79.619	+84.416
92	46	- 48	84.499	+203.895
93	47	- 48	70.000	-236.027
94	47	- 49	84.499	-891.427
95	48	- 49	79.619	+268.489
96	48	- 50	84.499	-81.034
97	49	- 50	70.000	-236.034
98	49	- 51	84.499	-606.518
99	50	- 51	79.619	+268.524
100	50	- 52	84.499	-365.981
101	51	- 52	70.000	-397.882
102	51	- 53	84.499	-351.516
103	52	- 53	79.619	+452.555
104	52	- 54	84.499	-846.275
105	53	- 54	70.000	-397.890
106	53	- 55	84.504	+128.817
107	54	- 55	79.616	+452.422
108	54	- 56	84.504	-1326.501
109	55	- 56	70.000	-559.520
110	55	- 57	84.499	+579.000
111	56	- 57	79.619	+636.600

112	56	- 58	84.499	-2002.037
113	57	- 58	70.000	-559.672
114	57	- 59	84.499	+1254.591
115	58	- 59	79.619	+636.563
116	58	- 60	84.499	-2677.644
117	59	- 60	70.000	-721.474
118	59	- 61	84.499	+1900.193
119	60	- 61	79.619	+373.672
120	60	- 62	90.201	-3281.697
121	61	- 62	80.800	-328.806
122	61	- 63	84.504	+2296.907
123	62	- 63	84.187	-33.354
124	62	- 66	111.349	-3467.479
125	63	- 66	111.924	-254.787
126	63	- 64	71.908	+2318.002
127	64	- 66	89.391	+222.345
128	64	- 65	55.505	+2339.535
129	65	- 66	111.803	-2753.725
130	65	- 67	50.990	+1946.622
131	66	- 67	90.000	-0.011
132	67	- 69	50.990	+1946.619
133	66	- 69	94.340	+0.003
134	66	- 68	50.249	-3537.259
135	68	- 69	75.000	+0.000
136	68	- 70	50.249	-3537.260
137	68	- 71	82.006	-0.029
138	69	- 71	50.990	+1946.614
139	70	- 71	60.000	+0.017
140	70	- 72	50.249	-3537.261
141	70	- 73	70.711	+0.011
142	71	- 73	50.990	+1946.592
143	72	- 73	45.000	+0.011
144	72	- 74	50.249	-3537.191
145	72	- 75	61.033	-0.072
146	73	- 75	50.990	+1946.593
147	74	- 75	30.000	+0.033
148	74	- 76	50.249	-3537.131
149	74	- 77	53.852	-0.053
150	75	- 77	50.990	+1946.529
151	76	- 77	15.000	+0.033
152	76	- 78	50.249	-3537.128
153	77	- 78	50.990	+1946.474

ESFUERZOS PARA DISEÑO

C:F-PORTIC

REACCIONES

NUDO 1 RX= +2329.461  
 NUDO 1 RY= +5595.148  
 NUDO 78 RX= -2329.429  
 NUDO 78 RY= +5595.069

FUERZAS EN LOS MIEMBROS

#.MIEMBRO	ENTRE NUDOS	LONGITUD(CM)	TENSION	COMPRESION
1	1 - 2	50.990	6016.660	-669.843
2	1 - 3	50.249	0.000	-11552.310
3	2 - 3	15.000	0.033	0.000
4	2 - 4	50.990	6016.746	-669.866
5	2 - 5	53.852	0.017	-0.095
6	3 - 5	50.249	0.000	-11552.310
7	4 - 5	30.000	0.033	-0.008
8	4 - 6	50.990	6016.785	-669.866
9	4 - 7	61.033	0.016	-0.058
10	5 - 7	50.249	0.000	-11552.370
11	6 - 7	45.000	0.006	0.000
12	6 - 8	50.990	6016.776	-669.866
13	6 - 9	70.711	0.000	-0.025
14	7 - 9	50.249	0.000	-11552.460
15	8 - 9	60.000	0.008	-0.017
16	8 - 10	50.990	6016.751	-669.853
17	8 - 11	82.006	0.012	-0.004
18	9 - 11	50.249	0.000	-11552.460
19	10 - 11	75.000	0.013	-0.027
20	10 - 12	50.990	6016.737	-669.841
21	10 - 13	94.340	0.057	-0.018
22	11 - 13	50.249	0.000	-11552.440
23	12 - 13	90.000	0.033	-0.045
24	12 - 14	50.990	6016.741	-669.856
25	13 - 14	111.803	250.144	-8243.665
26	14 - 15	55.505	6875.288	-475.554
27	13 - 15	89.391	653.929	-45.237
28	15 - 16	71.900	6811.979	-471.145
29	13 - 16	111.923	0.000	-1712.383
30	13 - 17	111.349	295.726	-10386.640
31	16 - 17	84.196	825.337	0.000
32	16 - 18	84.512	5882.583	-1081.415
33	17 - 18	80.800	0.000	-1708.623
34	17 - 19	90.201	850.911	-9117.391
35	18 - 19	79.619	1943.071	0.000
36	18 - 20	84.499	3820.257	-1747.469
37	19 - 20	70.000	0.000	-2799.954
38	19 - 21	84.499	1463.195	-6478.905
39	20 - 21	79.619	2340.778	0.000
40	20 - 22	84.499	1336.050	-2077.848
41	21 - 22	70.000	0.000	-2057.977
42	21 - 23	84.499	1793.560	-3994.684
43	22 - 23	79.619	2340.767	0.000
44	22 - 24	84.499	0.000	-3026.482
45	23 - 24	70.000	0.000	-2057.763
46	23 - 25	84.504	2124.021	-1510.529
47	24 - 25	79.616	1496.384	0.000
48	24 - 26	84.504	0.000	-3947.659
49	25 - 26	70.000	0.000	-1315.613

50	25 - 27	84.499	2278.817	0.000
51	26 - 27	79.619	1496.729	0.000
52	26 - 28	84.499	0.000	-4868.509
53	27 - 28	70.000	0.000	-1315.842
54	27 - 29	84.499	3199.831	0.000
55	28 - 29	79.619	652.725	-89.761
56	28 - 30	84.499	0.000	-5117.738
57	29 - 30	70.000	78.907	-573.950
58	29 - 31	84.499	3449.154	0.000
59	30 - 31	79.619	652.875	-89.704
60	30 - 32	84.499	0.000	-5710.407
61	31 - 32	70.000	78.878	-573.921
62	31 - 33	84.499	3698.609	0.000
63	32 - 33	79.619	0.000	-398.044
64	32 - 34	84.499	0.000	-5507.432
65	33 - 34	70.000	349.588	0.000
66	33 - 35	84.504	3276.341	0.000
67	34 - 35	79.616	0.000	-398.238
68	34 - 36	84.504	0.000	-5304.415
69	35 - 36	70.000	350.533	0.000
70	35 - 37	84.499	2853.472	0.000
71	36 - 37	79.619	0.000	-1035.273
72	36 - 38	84.499	0.000	-4205.408
73	37 - 38	70.000	1754.265	0.000
74	37 - 39	74.040	1541.475	0.000
75	38 - 39	101.892	0.000	-1614.372
76	38 - 40	84.499	0.000	-2941.904
77	39 - 40	110.720	2093.374	0.000
78	40 - 41	84.499	0.000	-2941.926
79	39 - 41	101.892	169.822	-1523.328
80	39 - 42	74.040	1355.244	0.000
81	41 - 42	70.000	1655.331	-184.500
82	41 - 43	84.499	0.000	-4205.200
83	42 - 43	79.619	309.722	-1035.023
84	42 - 44	84.499	2645.119	-146.555
85	43 - 44	70.000	168.571	-325.842
86	43 - 45	84.504	0.000	-5303.938
87	44 - 45	79.616	370.572	-191.529
88	44 - 46	84.504	2848.570	-539.863
89	45 - 46	70.000	167.770	-325.778
90	45 - 47	84.499	163.054	-5506.907
91	46 - 47	79.619	370.668	-191.180
92	46 - 48	84.499	3051.282	-933.128
93	47 - 48	70.000	0.000	-661.097
94	47 - 49	84.499	494.831	-5709.810
95	48 - 49	79.619	752.013	0.000
96	48 - 50	84.499	2358.466	-1391.142
97	49 - 50	70.000	0.000	-661.154
98	49 - 51	84.499	952.862	-5016.969
99	50 - 51	79.619	752.062	0.000
100	50 - 52	84.499	1665.501	-1849.192
101	51 - 52	70.000	0.000	-1316.071
102	51 - 53	84.499	1349.279	-4324.022
103	52 - 53	79.619	1496.842	0.000
104	52 - 54	84.499	76.910	-2371.887
105	53 - 54	70.000	0.000	-1315.613
106	53 - 55	84.504	1872.153	-2735.584
107	54 - 55	79.616	1496.259	0.000
108	54 - 56	84.504	0.000	-3624.798
109	55 - 56	70.000	0.000	-2057.734
110	55 - 57	84.499	2333.009	-1147.360
111	56 - 57	79.619	2340.683	0.000
112	56 - 58	84.499	0.000	-5470.006
113	57 - 58	70.000	0.000	-2057.877
114	57 - 59	84.499	3524.202	0.000
115	58 - 59	79.619	2340.652	0.000
116	58 - 60	84.499	0.000	-7315.391
117	59 - 60	70.000	0.000	-2799.854
118	59 - 61	84.499	5307.909	0.000
119	60 - 61	79.619	1942.864	0.000
120	60 - 62	90.201	0.000	-9117.756

121	61 - 62	80.800	0.000	-1708.849
122	61 - 63	84.504	6382.743	0.000
123	62 - 63	84.187	565.484	-391.728
124	62 - 66	111.349	0.000	-10387.160
125	63 - 66	111.924	189.916	-1711.633
126	63 - 64	71.908	6812.230	0.000
127	64 - 66	89.391	653.455	0.000
128	64 - 65	55.505	6875.475	0.000
129	65 - 66	111.803	0.000	-8243.943
130	65 - 67	50.990	6016.952	0.000
131	66 - 67	90.000	0.000	-0.045
132	67 - 69	50.990	6016.948	0.000
133	66 - 69	94.340	0.015	-0.032
134	66 - 68	50.249	0.000	-11552.490
135	68 - 69	75.000	0.027	0.000
136	68 - 70	50.249	0.000	-11552.480
137	68 - 71	82.006	0.000	-0.089
138	69 - 71	50.990	6016.943	0.000
139	70 - 71	60.000	0.033	0.000
140	70 - 72	50.249	0.000	-11552.480
141	70 - 73	70.711	0.014	0.000
142	71 - 73	50.990	6016.884	0.000
143	72 - 73	45.000	0.045	0.000
144	72 - 74	50.249	0.000	-11552.300
145	72 - 75	61.033	0.000	-0.226
146	73 - 75	50.990	6016.879	0.000
147	74 - 75	30.000	0.134	0.000
148	74 - 76	50.249	0.000	-11552.140
149	74 - 77	53.852	0.000	-0.156
150	75 - 77	50.990	6016.737	0.000
151	76 - 77	15.000	0.134	0.000
152	76 - 78	50.249	0.000	-11552.140
153	77 - 78	50.990	6016.579	0.000

---



**DISEÑO ESTRUCTURAL**

**NOMBRE :PORTICO**

**B:D-PORTIC**

#.MIEMB	COMP-MAX	TENS-MAX	KL/R	AREA-P	ADIC	PERFIL-SELECCIONADO	SUELDA
#	Kg	Kg	cm	cm	mm	cm	
1 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
2 P	-12599.55	14976.00	33.5	10.40	0.0	C 125 x 50 x 0 x 5	0
3 S	-3371.08	5572.80	9.5	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
4 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
5 S	-3298.07	5572.80	34.1	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
6 P	-12599.55	14976.00	33.5	10.40	0.0	C 125 x 50 x 0 x 5	0
7 S	-3352.66	5572.80	19.0	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
8 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
9 S	-3275.56	5572.80	38.6	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
10 P	-12599.55	14976.00	33.5	10.40	0.0	C 125 x 50 x 0 x 5	0
11 S	-3321.96	5572.80	28.5	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
12 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
13 S	-3240.76	5572.80	44.8	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
14 P	-12599.55	14976.00	33.5	10.40	0.0	C 125 x 50 x 0 x 5	0
15 S	-3278.97	5572.80	38.0	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
16 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
17 S	-3193.68	5572.80	51.9	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
18 P	-12599.55	14976.00	33.5	10.40	0.0	C 125 x 50 x 0 x 5	0
19 S	-3223.70	5572.80	47.5	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
20 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
21 S	-3134.31	5572.80	59.7	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
22 P	-12599.55	14976.00	33.5	10.40	0.0	C 125 x 50 x 0 x 5	0
23 S	-3156.15	5572.80	57.0	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
24 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
25 E	-10440.72	12196.80	23.2	8.47	10.7	26 125 x 50 x 0 x 4	0
26 P	-3347.78	9288.00	36.0	6.45	0.0	C 125 x 50 x 0 x 3	0
27 S	-3159.13	5572.80	56.6	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
28 P	-3293.01	9288.00	46.7	6.45	0.0	C 125 x 50 x 0 x 3	0
29 S	-3035.33	5572.80	70.8	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
30 P	-10945.22	14976.00	74.2	10.40	0.0	C 125 x 50 x 0 x 5	0
31 S	-3183.74	5572.80	53.3	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
32 P	-3241.28	6292.80	54.9	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
33 S	-3199.04	5572.80	51.1	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
34 P	-9510.33	12196.80	59.7	8.47	0.0	C 125 x 50 x 0 x 4	0
35 S	-3204.21	5572.80	50.4	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
36 P	-3241.34	6292.80	54.9	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
37 S	-3243.49	5572.80	44.3	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
38 P	-9644.46	12196.80	56.0	8.47	0.0	C 125 x 50 x 0 x 4	0
39 S	-3204.21	5572.80	50.4	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
40 P	-3241.34	6292.80	54.9	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
41 S	-3243.49	5572.80	44.3	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
42 P	-6296.69	9288.00	55.2	6.45	0.0	C 125 x 50 x 0 x 3	0
43 S	-3204.21	5572.80	50.4	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
44 P	-3241.34	6292.80	54.9	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
45 S	-3243.49	5572.80	44.3	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
46 P	-3241.31	6292.80	54.9	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
47 S	-3204.22	5572.80	50.4	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
48 P	-6296.63	9288.00	55.2	6.45	0.0	C 125 x 50 x 0 x 3	0
49 S	-3243.49	5572.80	44.3	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
50 P	-3241.34	6292.80	54.9	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
51 S	-3204.21	5572.80	50.4	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
52 P	-6296.69	9288.00	55.2	6.45	0.0	C 125 x 50 x 0 x 3	0
53 S	-3243.49	5572.80	44.3	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
54 P	-3241.34	6292.80	54.9	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
55 S	-3204.21	5572.80	50.4	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
56 P	-6296.69	9288.00	55.2	6.45	0.0	C 125 x 50 x 0 x 3	0
57 S	-3243.49	5572.80	44.3	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
58 P	-3241.34	6292.80	54.9	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0

59 S	-3204.21	5572.80	50.4	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
60 P	-6296.69	9288.00	55.2	6.45	0.0 C 125 x 50 x 0 x 3	0
61 S	-3243.49	5572.80	44.3	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
62 P	-3241.34	6292.80	54.9	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
63 S	-3204.21	5572.80	50.4	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
64 P	-6296.69	9288.00	55.2	6.45	0.0 C 125 x 50 x 0 x 3	0
65 S	-3243.49	5572.80	44.3	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
66 P	-3241.31	6292.80	54.9	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
67 S	-3204.22	5572.80	50.4	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
68 P	-6296.63	9288.00	55.2	6.45	0.0 C 125 x 50 x 0 x 3	0
69 S	-3243.49	5572.80	44.3	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
70 P	-3241.34	6292.80	54.9	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
71 S	-3204.21	5572.80	50.4	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
72 P	-6296.69	9288.00	55.2	6.45	0.0 C 125 x 50 x 0 x 3	0
73 S	-3243.49	5572.80	44.3	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
74 P	-3284.82	6292.80	48.1	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
75 S	-3093.86	5572.80	64.5	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
76 P	-3241.34	6292.80	54.9	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
77 E	-9405.92	6292.80	23.0	4.37	0.0 2G 125 x 50 x 0 x 2	0
78 P	-3241.34	6292.80	54.9	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
79 S	-3093.86	5572.80	64.5	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
80 P	-3284.82	6292.80	48.1	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
81 S	-3243.49	5572.80	44.3	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
82 P	-6296.69	9288.00	55.2	6.45	0.0 C 125 x 50 x 0 x 3	0
83 S	-3204.21	5572.80	50.4	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
84 S	-3182.35	5572.80	53.5	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
85 S	-3243.49	5572.80	44.3	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
86 P	-6296.63	9288.00	55.2	6.45	0.0 C 125 x 50 x 0 x 3	0
87 S	-3204.22	5572.80	50.4	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
88 P	-3241.31	6292.80	54.9	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
89 S	-3243.49	5572.80	44.3	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
90 P	-6296.69	9288.00	55.2	6.45	0.0 C 125 x 50 x 0 x 3	0
91 S	-3204.21	5572.80	50.4	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
92 P	-3241.34	6292.80	54.9	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
93 S	-3243.49	5572.80	44.3	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
94 P	-6296.69	9288.00	55.2	6.45	0.0 C 125 x 50 x 0 x 3	0
95 S	-3204.21	5572.80	50.4	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
96 P	-3241.34	6292.80	54.9	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
97 S	-3243.49	5572.80	44.3	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
98 P	-6296.69	9288.00	55.2	6.45	0.0 C 125 x 50 x 0 x 3	0
99 S	-3204.21	5572.80	50.4	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
100 P	-3241.34	6292.80	54.9	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
101 S	-3243.49	5572.80	44.3	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
102 P	-6296.69	9288.00	55.2	6.45	0.0C 125 x 50 x 0 x 3	0
103 S	-3204.21	5572.80	50.4	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
104 P	-3241.34	6292.80	54.9	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
105 S	-3243.49	5572.80	44.3	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
106 P	-3241.31	6292.80	54.9	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
107 S	-3204.22	5572.80	50.4	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
108 S	-3182.32	5572.80	53.5	3.87	0.52L 50 x 50 x 0 x 2	14
109 P	-3300.07	6292.80	45.5	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
110 P	-3241.34	6292.80	54.9	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
111 S	-3204.21	5572.80	50.4	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
112 P	-6296.69	9288.00	55.2	6.45	0.0C 125 x 50 x 0 x 3	0
113 S	-3243.49	5572.80	44.3	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
114 P	-3241.34	6292.80	54.9	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
115 S	-3204.21	5572.80	50.4	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
116 P	-9644.46	12196.80	56.0	8.47	0.0C 125 x 50 x 0 x 4	0
117 S	-3243.49	5572.80	44.3	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
118 P	-3241.34	6292.80	54.9	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
119 S	-3204.21	5572.80	50.4	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
120 P	-9510.33	12196.80	59.7	8.47	0.0C 125 x 50 x 0 x 4	0
121 S	-3199.04	5572.80	51.1	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
122 P	-3241.31	9288.00	54.9	6.45	0.0C 125 x 50 x 0 x 3	0
123 S	-3183.78	5572.80	53.3	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
124 P	-10945.22	14976.00	74.2	10.40	0.0C 125 x 50 x 0 x 5	0
125 P	-3100.08	6292.80	72.7	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
126 P	-3292.97	9288.00	46.7	6.45	0.0C 125 x 50 x 0 x 3	0
127 S	-3159.13	5572.80	56.6	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
128 P	-3347.78	9288.00	36.0	6.45	0.0C 125 x 50 x 0 x 3	0
129 E	-10440.72	12196.80	23.2	8.47	10.82G 125 x 50 x 0 x 4	0

130 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
131 S	-3156.15	5572.80	57.0	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
132 S	-3306.26	8208.00	32.3	5.70	0.02L 50 x 50 x 0 x 3	14
133 P	-3195.19	6292.80	61.3	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
134 P	-12599.55	14976.00	33.5	10.40	0.0C 125 x 50 x 0 x 5	0
135 S	-3223.70	5572.80	47.5	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
136 P	-12599.55	14976.00	33.5	10.40	0.0C 125 x 50 x 0 x 5	0
137 S	-3193.68	5572.80	51.9	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
138 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
139 S	-3278.97	5572.80	38.0	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
140 P	-12599.55	14976.00	33.5	10.40	0.0C 125 x 50 x 0 x 5	0
141 S	-3240.76	5572.80	44.8	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
142 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
143 S	-3321.96	5572.80	28.5	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
144 P	-12599.55	14976.00	33.5	10.40	0.0C 125 x 50 x 0 x 5	0
145 S	-3275.56	5572.80	38.6	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
146 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
147 S	-3352.66	5572.80	19.0	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
148 P	-12599.55	14976.00	33.5	10.40	0.0C 125 x 50 x 0 x 5	0
149 S	-3298.07	5572.80	34.1	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
150 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
151 S	-3371.08	5572.80	9.5	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
152 P	-12599.55	14976.00	33.5	10.40	0.0C 125 x 50 x 0 x 5	0
153 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0

---

PASADOR DE APOYO

Diametro(mm) = 19

Diam-asum.(mm) = 20

PLACA DE APOYO

PL 100 x 100 x 1.578

PLACA BASE

PL 200 x 200 x 8.535

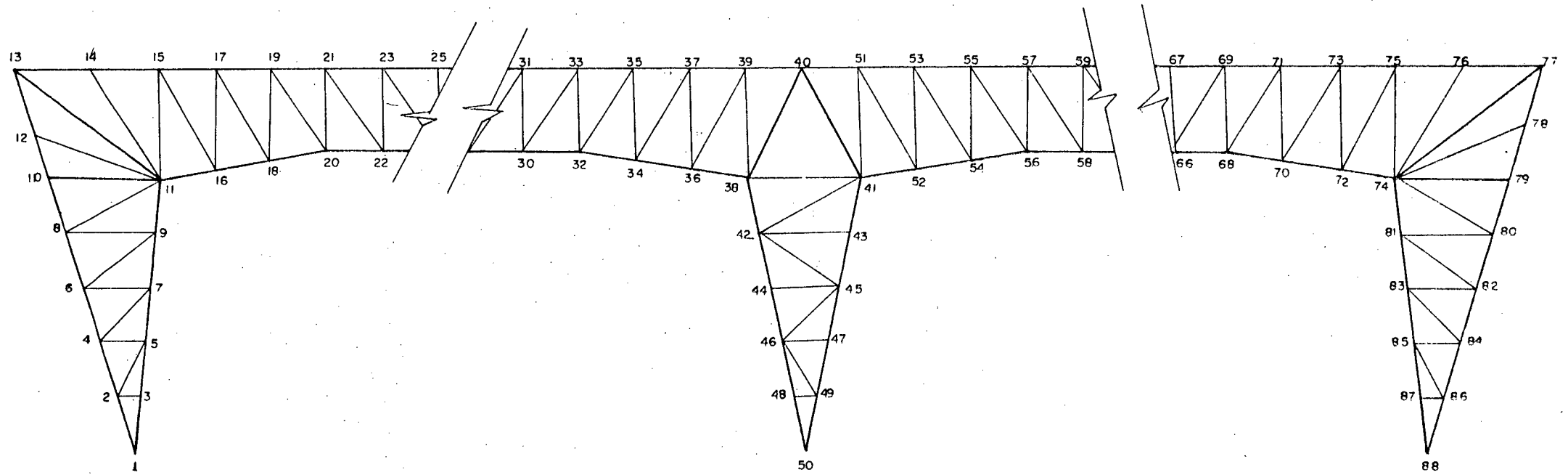
PERNOS DE ANCLAJE

4 diametros(mm) = 8

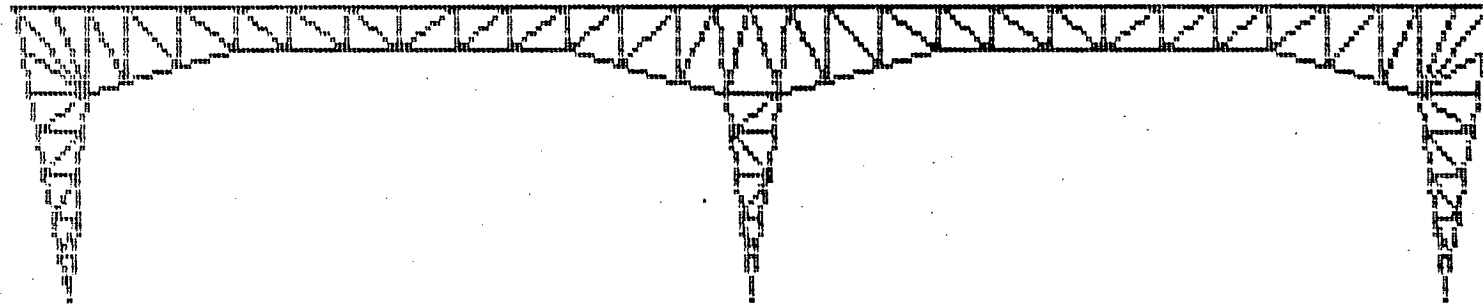
Long-anclaj(cm) = 40

---

# DEFINICION DE NUDOS



" PLANA "



--- PLANA ---



# ANALISIS ESTRUCTURAL

## DATOS DE LA ESTRUCTURA

NOMBRE :PLANA

POR:CARLOS A.CELI G.  
JACK JARAMILLO G.

## DATOS GENERALES

# DE NUDOS = 88  
# DE MIEMBROS = 173  
# REST. APOYO = 6  
# DE APOYOS = 3  
MOD.DE ELASTICIDAD = 2100000 Kg/cm<sup>2</sup>  
# DE GRADOS LIBERTAD = 170

## COORDENADAS DE LOS NUDOS

#.NUDO	COORDEN.(X)	COORDEN.(Y)
1	70.000	0.000
2	60.000	50.000
3	76.000	50.000
4	50.000	100.000
5	82.000	100.000
6	40.000	150.000
7	88.000	150.000
8	30.000	200.000
9	94.000	200.000
10	20.000	250.000
11	100.000	250.000
12	10.000	300.000
13	0.000	350.000
14	50.000	350.000
15	100.000	350.000
16	150.000	262.500
17	150.000	350.000
18	225.000	281.250
19	225.000	350.000
20	300.000	300.000
21	300.000	350.000
22	375.000	300.000
23	375.000	350.000
24	450.000	300.000
25	450.000	350.000
26	525.000	300.000
27	525.000	350.000
28	600.000	300.000
29	600.000	350.000
30	675.000	300.000
31	675.000	350.000
32	750.000	300.000
33	750.000	350.000
34	825.000	281.250
35	825.000	350.000
36	900.000	262.500
37	900.000	350.000
38	964.290	250.000
39	950.000	350.000
40	1000.000	350.000
41	1035.710	250.000
42	971.430	200.000
43	1028.570	200.000
44	978.570	150.000

45	1021.430	150.000
46	985.710	100.000
47	1014.290	100.000
48	992.860	50.000
49	1007.140	50.000
50	1000.000	0.000
51	1050.000	350.000
52	1100.000	262.500
53	1100.000	350.000
54	1175.000	281.250
55	1175.000	350.000
56	1250.000	300.000
57	1250.000	350.000
58	1325.000	300.000
59	1325.000	350.000
60	1400.000	300.000
61	1400.000	350.000
62	1475.000	300.000
63	1475.000	350.000
64	1550.000	300.000
65	1550.000	350.000
66	1625.000	300.000
67	1625.000	350.000
68	1700.000	300.000
69	1700.000	350.000
70	1775.000	281.250
71	1775.000	350.000
72	1850.000	262.500
73	1850.000	350.000
74	1900.000	250.000
75	1900.000	350.000
76	1950.000	350.000
77	2000.000	350.000
78	1990.000	300.000
79	1980.000	250.000
80	1970.000	200.000
81	1906.000	200.000
82	1960.000	150.000
83	1912.000	150.000
84	1950.000	100.000
85	1918.000	100.000
86	1940.000	50.000
87	1924.000	50.000
88	1930.000	0.000

# ORIENTACION Y AREAS DE LOS MIEMBROS

#.MIEMBRO	NUDO INIC.	NUDO FIN.	AREA
1	1	2	1
2	1	3	1
3	2	3	1
4	2	4	1
5	2	5	1
6	3	5	1
7	4	5	1
8	4	6	1
9	4	7	1
10	5	7	1
11	6	7	1
12	6	8	1
13	6	9	1
14	7	9	1
15	8	9	1
16	8	10	1
17	8	11	1
18	9	11	1
19	10	11	1
20	10	12	1
21	11	12	1
22	12	13	1
23	11	13	1
24	13	14	1

25	11	14	1
26	14	15	1
27	11	15	1
28	15	17	1
29	15	16	1
30	11	16	1
31	16	17	1
32	17	19	1
33	17	18	1
34	16	18	1
35	18	19	1
36	19	21	1
37	19	20	1
38	18	20	1
39	20	21	1
40	21	23	1
41	21	22	1
42	20	22	1
43	22	23	1
44	23	25	1
45	23	24	1
46	22	24	1
47	24	25	1
48	25	27	1
49	25	26	1
50	24	26	1
51	26	27	1
52	27	29	1
53	26	29	1
54	26	28	1
55	28	29	1
56	29	31	1
57	28	31	1
58	28	30	1
59	30	31	1
60	31	33	1
61	30	33	1
62	30	32	1
63	32	33	1
64	33	35	1
65	32	35	1
66	32	34	1
67	34	35	1
68	35	37	1
69	34	37	1
70	34	36	1
71	36	37	1
72	37	39	1
73	36	39	1
74	36	38	1
75	38	39	1
76	39	40	1
77	38	40	1
78	38	41	1
79	38	42	1
80	41	42	1
81	41	43	1
82	42	43	1
83	42	44	1
84	42	45	1
85	43	45	1
86	44	45	1
87	44	46	1
88	45	46	1
89	45	47	1
90	46	47	1
91	46	48	1
92	46	49	1
93	47	49	1
94	48	49	1
95	48	50	1



96	49	50	1
97	40	41	1
98	40	51	1
99	41	51	1
100	51	53	1
101	51	52	1
102	41	52	1
103	52	53	1
104	53	55	1
105	53	54	1
106	52	54	1
107	54	55	1
108	55	57	1
109	55	56	1
110	54	56	1
111	56	57	1
112	57	59	1
113	57	58	1
114	56	58	1
115	58	59	1
116	59	61	1
117	59	60	1
118	58	60	1
119	60	61	1
120	61	63	1
121	61	62	1
122	60	62	1
123	62	63	1
124	63	65	1
125	62	65	1
126	62	64	1
127	64	65	1
128	65	67	1
129	64	67	1
130	64	66	1
131	66	67	1
132	67	69	1
133	66	69	1
134	66	68	1
135	68	69	1
136	69	71	1
137	68	71	1
138	68	70	1
139	70	71	1
140	71	73	1
141	70	73	1
142	70	72	1
143	72	73	1
144	73	75	1
145	72	75	1
146	72	74	1
147	74	75	1
148	75	76	1
149	74	76	1
150	76	77	1
151	74	77	1
152	77	78	1
153	74	78	1
154	78	79	1
155	74	79	1
156	74	81	1
157	74	80	1
158	79	80	1
159	80	81	1
160	81	83	1
161	81	82	1
162	80	82	1
163	82	83	1
164	83	85	1
165	83	84	1
166	82	84	1

167	84	85	1
168	85	87	1
169	85	86	1
170	84	86	1
171	86	87	1
172	87	88	1
173	86	88	1

RESTRICCIONES DE APOYO

#.APOYO	RESTRIC(X)	RESTRIC(Y)
1	1	1
50	1	1
88	1	1

DATOS SOBRE CARGAS

ESTADOS DE CARGA= 5

EST.CARGA	#.N.CARGADOS
1	5
2	5
3	5
4	5
5	5

ESTADO DE CARGA = 1

# NUDOS CARGADOS = 5

#.NUDO	FUREZA(X)	FUERZA(Y)
13	0	-2317.75
27	0	-2317.75
40	0	-2317.75
63	0	-2317.75
77	0	-2317.75

ESTADO DE CARGA = 2

# NUDOS CARGADOS = 5

#.NUDO	FUREZA(X)	FUERZA(Y)
13	350	-1343.75
27	0	-1343.75
40	0	-1343.75
63	0	-1343.75
77	236.7	-1343.75

ESTADO DE CARGA = 3

# NUDOS CARGADOS = 5

#.NUDO	FUREZA(X)	FUERZA(Y)
13	78.75	-1738.31
27	78.75	-1738.31
40	78.75	-1738.31
63	78.75	-1738.31
77	78.75	-1738.31

ESTADO DE CARGA = 4

# NUDOS CARGADOS = 5

#.NUDO	FUREZA(X)	FUERZA(Y)
13	350	-153.11
27	0	-153.11
40	0	-153.11
63	0	-153.11
77	236.7	-153.11

ESTADO DE CARGA = 5

# NUDOS CARGADOS = 5

#.NUDO	FUREZA(X)	FUERZA(Y)
13	78.75	-547.7
27	78.75	-547.7
40	78.75	-547.7

ESFUERZOS PARA DISEÑO

A:F-PLANA

REACCIONES

NUDO 1 RX= +232.399  
 NUDO 1 RY= +3326.283  
 NUDO 50 RX= -284.141  
 NUDO 50 RY= +4936.173  
 NUDO 88 RX= -287.848  
 NUDO 88 RY= +3326.258

FUERZAS EN LOS MIEMBROS

#.MIEMBRO	ENTRE NUDOS	LONGITUD(CM)	TENSION	COMPRESION
1	1 - 2	50.990	0.000	-741.667
2	1 - 3	50.359	354.634	-2825.300
3	2 - 3	16.000	0.000	0.000
4	2 - 4	50.990	0.000	-741.668
5	2 - 5	54.626	0.002	-0.004
6	3 - 5	50.359	354.633	-2825.300
7	4 - 5	32.000	0.000	0.000
8	4 - 6	50.990	0.000	-741.669
9	4 - 7	62.801	0.005	-0.003
10	5 - 7	50.359	354.636	-2825.304
11	6 - 7	48.000	0.008	-0.010
12	6 - 8	50.990	0.000	-741.676
13	6 - 9	73.593	0.018	-0.009
14	7 - 9	50.359	354.637	-2825.306
15	8 - 9	64.000	0.008	-0.012
16	8 - 10	50.990	0.000	-741.683
17	8 - 11	86.023	0.014	-0.007
18	9 - 11	50.359	354.650	-2825.315
19	10 - 11	80.000	0.003	0.000
20	10 - 12	50.990	0.000	-741.685
21	11 - 12	102.956	0.005	0.000
22	12 - 13	50.990	0.000	-741.685
23	11 - 13	141.421	433.435	-2540.862
24	13 - 14	50.000	1900.879	-564.561
25	11 - 14	111.803	0.001	0.000
26	14 - 15	50.000	1900.875	-564.586
27	11 - 15	100.000	0.000	-475.207
28	15 - 17	50.000	1629.328	-588.323
29	15 - 16	100.778	547.317	0.000
30	11 - 16	51.539	359.494	-2198.945
31	16 - 17	87.500	0.000	-543.087
32	17 - 19	75.000	1036.871	-640.121
33	17 - 18	101.743	803.710	0.000
34	16 - 18	77.308	383.941	-1919.038
35	18 - 19	68.750	0.000	-691.203
36	19 - 21	75.000	0.069	-730.738
37	19 - 20	90.139	1246.082	0.000
38	18 - 20	77.308	437.321	-1308.347
39	20 - 21	50.000	45.652	-1008.518
40	21 - 23	75.000	0.000	-1512.706
41	21 - 22	90.139	1818.127	-82.297
42	20 - 22	75.000	514.888	-232.481
43	22 - 23	50.000	45.654	-1008.508
44	23 - 25	75.000	0.000	-3025.466
45	23 - 24	90.139	1818.119	-82.299
46	22 - 24	75.000	1280.293	0.000
47	24 - 25	50.000	45.649	-1008.518

48	25 - 27	75.000	0.000	-4538.245
49	25 - 26	90.139	1818.138	-82.295
50	24 - 26	75.000	2793.058	0.000
51	26 - 27	50.000	0.000	-2317.743
52	27 - 29	75.000	0.000	-4538.248
53	26 - 29	90.139	2360.228	0.000
54	26 - 28	75.000	2342.018	0.000
55	28 - 29	50.000	0.000	-1309.226
56	29 - 31	75.000	0.000	-2574.425
57	28 - 31	90.139	2360.216	0.000
58	28 - 30	75.000	378.199	-286.796
59	30 - 31	50.000	0.000	-1309.226
60	31 - 33	75.000	70.970	-610.607
61	30 - 33	90.139	2360.208	0.000
62	30 - 32	75.000	0.000	-1585.610
63	32 - 33	50.000	0.000	-1309.216
64	33 - 35	75.000	1353.207	0.000
65	32 - 35	90.139	1196.790	0.000
66	32 - 34	77.308	0.000	-2660.848
67	34 - 35	68.750	0.000	-663.864
68	35 - 37	75.000	2348.995	0.000
69	34 - 37	101.743	771.922	0.000
70	34 - 36	77.308	0.000	-3247.385
71	36 - 37	87.500	0.000	-521.609
72	37 - 39	50.000	2918.022	0.000
73	36 - 39	100.778	722.158	0.000
74	36 - 38	65.494	0.000	-3574.423
75	38 - 39	101.016	0.000	-633.377
76	39 - 40	50.000	3365.912	0.000
77	38 - 40	106.185	0.000	-1652.247
78	38 - 41	71.420	0.000	-2832.051
79	38 - 42	50.507	0.000	-2511.974
80	41 - 42	81.437	0.088	0.000
81	41 - 43	50.507	838.029	-2493.145
82	42 - 43	57.140	0.009	-0.003
83	42 - 44	50.507	0.000	-2511.871
84	42 - 45	70.711	0.003	-0.147
85	43 - 45	50.507	838.027	-2493.144
86	44 - 45	42.860	0.006	0.000
87	44 - 46	50.507	0.000	-2511.871
88	45 - 46	61.448	0.272	0.000
89	45 - 47	50.507	837.701	-2493.144
90	46 - 47	28.580	0.491	-0.158
91	46 - 48	50.509	0.000	-2512.254
92	46 - 49	54.399	0.766	0.000
93	47 - 49	50.509	837.726	-2493.214
94	48 - 49	14.280	0.000	-0.500
95	48 - 50	50.507	0.000	-2512.184
96	49 - 50	50.507	838.411	-2493.144
97	40 - 41	106.185	857.540	-1230.572
98	40 - 51	50.000	3365.928	-128.920
99	41 - 51	101.016	0.000	-633.372
100	51 - 53	50.000	2918.043	-140.886
101	51 - 52	100.778	722.148	0.000
102	41 - 52	65.494	203.313	-3574.444
103	52 - 53	87.500	0.000	-521.592
104	53 - 55	75.000	2349.033	-173.852
105	53 - 54	101.743	771.901	0.000
106	52 - 54	77.308	215.558	-3247.409
107	54 - 55	68.750	0.000	-663.844
108	55 - 57	75.000	1353.266	-231.534
109	55 - 56	90.139	1196.762	0.000
110	54 - 56	77.308	249.534	-2660.888
111	56 - 57	50.000	22.069	-1309.196
112	57 - 59	75.000	0.000	-610.538
113	57 - 58	90.139	2360.197	-39.780
114	56 - 58	75.000	299.753	-1585.673
115	58 - 59	50.000	22.067	-1309.206
116	59 - 61	75.000	0.000	-2574.340
117	59 - 60	90.139	2360.197	-39.786
118	58 - 60	75.000	460.908	0.000

119	60 - 61	50.000	22.067	-1309.206
120	61 - 63	75.000	0.000	-4538.152
121	61 - 62	90.139	2360.214	-39.783
122	60 - 62	75.000	2341.932	0.000
123	62 - 63	50.000	0.000	-2317.754
124	63 - 65	75.000	0.000	-4538.152
125	62 - 65	90.139	1818.138	0.000
126	62 - 64	75.000	2792.961	-62.294
127	64 - 65	50.000	0.000	-1008.528
128	65 - 67	75.000	130.544	-3025.372
129	64 - 67	90.139	1818.127	0.000
130	64 - 66	75.000	1280.191	-325.054
131	66 - 67	50.000	0.000	-1008.508
132	67 - 69	75.000	393.307	-1512.604
133	66 - 69	90.139	1818.110	0.000
134	66 - 68	75.000	0.000	-707.296
135	68 - 69	50.000	0.000	-1008.518
136	69 - 71	75.000	656.157	0.000
137	68 - 71	90.139	1246.038	0.000
138	68 - 70	77.308	0.000	-1365.830
139	70 - 71	68.750	0.000	-691.177
140	71 - 73	75.000	1219.537	0.000
141	70 - 73	101.743	803.684	0.000
142	70 - 72	77.308	0.000	-1919.067
143	72 - 73	87.500	0.000	-543.065
144	73 - 75	50.000	1629.358	0.000
145	72 - 75	100.778	547.291	0.000
146	72 - 74	51.539	0.000	-2198.959
147	74 - 75	100.000	0.000	-475.181
148	75 - 76	50.000	1900.889	0.000
149	74 - 76	111.803	0.001	0.000
150	76 - 77	50.000	1900.891	0.000
151	74 - 77	141.421	0.000	-2540.885
152	77 - 78	50.990	411.358	-531.391
153	74 - 78	102.956	0.001	-0.004
154	78 - 79	50.990	411.357	-531.392
155	74 - 79	80.000	0.003	0.000
156	74 - 81	50.359	0.000	-2825.305
157	74 - 80	86.023	0.000	-0.015
158	79 - 80	50.990	411.356	-531.393
159	80 - 81	64.000	0.012	0.000
160	81 - 83	50.359	0.000	-2825.303
161	81 - 82	73.593	0.000	-0.015
162	80 - 82	50.990	411.351	-531.396
163	82 - 83	48.000	0.021	0.000
164	83 - 85	50.359	0.000	-2825.290
165	83 - 84	62.801	0.000	-0.023
166	82 - 84	50.990	411.345	-531.403
167	84 - 85	32.000	0.008	0.000
168	85 - 87	50.359	0.000	-2825.286
169	85 - 86	54.626	0.000	-0.007
170	84 - 86	50.990	411.332	-531.413
171	86 - 87	16.000	0.004	0.000
172	87 - 88	50.359	0.000	-2825.285
173	86 - 88	50.990	411.327	-531.418

# DISEÑO ESTRUCTURAL

NOMBRE :PIANA

B:D-PLANA

#.MIEMB COMP-MAX TENS-MAX KL/R ARRA-P ADIC PERFIL-SELECCIONADO SUELDA

#	Kg	Kg		cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	BB	cm
1 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
2 P	-3362.06	6292.80	32.7	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
3 S	-3370.24	5572.80	10.1	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
4 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
5 S	-3295.78	5572.80	34.6	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
6 P	-3362.06	6292.80	32.7	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
7 S	-3349.28	5572.80	20.3	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
8 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
9 S	-3269.58	5572.80	39.7	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
10 P	-3362.06	6292.80	32.7	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
11 S	-3314.34	5572.80	30.4	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
12 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
13 S	-3229.41	5572.80	46.6	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
14 P	-3362.06	6292.80	32.7	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
15 S	-3265.43	5572.80	40.5	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
16 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
17 S	-3175.25	5572.80	54.4	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
18 P	-3362.06	6292.80	32.7	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
19 S	-3202.55	5572.80	50.6	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
20 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
21 S	-3087.92	5572.80	65.2	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
22 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
23 E	-10134.83	13939.20	58.9	9.68	0.0	2G 125 x 50 x 15 x 2	0
24 P	-3363.01	6292.80	32.5	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
25 S	-3036.06	5572.80	70.8	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
26 P	-3363.01	6292.80	32.5	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
27 S	-3104.29	5572.80	63.3	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
28 P	-3363.01	6292.80	32.5	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
29 S	-3100.03	5572.80	63.8	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
30 P	-3358.91	6292.80	33.5	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
31 S	-3168.26	5572.80	55.4	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
32 P	-3281.06	6292.80	48.7	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
33 S	-3094.69	5572.80	64.4	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
34 P	-3271.85	6292.80	50.2	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
35 S	-3248.22	5572.80	43.5	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
36 P	-3281.06	6292.80	48.7	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
37 P	-3215.51	6292.80	58.5	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
38 S	-3214.10	5572.80	48.9	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
39 P	-3363.01	6292.80	32.5	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
40 S	-3223.70	5572.80	47.5	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
41 P	-3215.51	6292.80	58.5	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
42 S	-3223.70	5572.80	47.5	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
43 S	-3308.99	5572.80	31.6	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
44 P	-3281.06	6292.80	48.7	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
45 S	-3155.46	5572.80	57.1	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
46 P	-3281.06	6292.80	48.7	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
47 S	-3308.99	5572.80	31.6	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
48 P	-6404.04	9288.00	49.0	6.45	0.0	C 125 x 50 x 0 x 3	0
49 S	-3155.46	5572.80	57.1	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
50 P	-3281.06	6292.80	48.7	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
51 S	-3308.99	5572.80	31.6	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
52 P	-6404.04	9288.00	49.0	6.45	0.0	C 125 x 50 x 0 x 3	0
53 S	-3155.46	5572.80	57.1	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
54 P	-3281.06	6292.80	48.7	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
55 S	-3308.99	5572.80	31.6	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
56 P	-3281.06	6292.80	48.7	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
57 S	-3155.46	5572.80	57.1	3.87	0.0	2L 50 x 50 x 0 x 2	14
58 P	-3281.06	6292.80	48.7	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0

59 S	-3308.99	5572.80	31.6	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
60 P	-3281.06	6292.80	48.7	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
61 S	-3155.46	5572.80	57.1	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
62 P	-3281.06	6292.80	48.7	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
63 S	-3308.99	5572.80	31.6	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
64 P	-3281.06	6292.80	48.7	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
65 S	-3155.46	5572.80	57.1	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
66 P	-3271.85	6292.80	50.2	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
67 S	-3248.22	5572.80	43.5	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
68 P	-3281.06	6292.80	48.7	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
69 S	-3094.69	5572.80	64.4	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
70 P	-3271.85	6292.80	50.2	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
71 S	-3168.26	5572.80	55.4	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
72 P	-3363.01	6292.80	32.5	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
73 S	-3100.03	5572.80	63.8	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
74 P	-6498.67	9288.00	42.8	6.45	0.0 C 125 x 50 x 0 x 3	0
75 S	-3098.72	5572.80	63.9	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
76 P	-3363.01	6292.80	32.5	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
77 E	-10586.14	13939.20	44.2	9.68	0.0 2G 125 x 50 x 15 x 2	0
78 S	-3238.01	5572.80	45.2	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
79 P	-3361.67	6292.80	32.8	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
80 S	-3196.21	5572.80	51.5	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
81 P	-3361.67	6292.80	32.8	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
82 S	-3288.11	5572.80	36.2	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
83 P	-3361.67	6292.80	32.8	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
84 S	-3240.76	5572.80	44.8	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
85 P	-3361.67	6292.80	32.8	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
86 S	-3327.09	5572.80	27.1	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
87 P	-3361.67	6292.80	32.8	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
88 S	-3274.17	5572.80	38.9	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
89 P	-3361.67	6292.80	32.8	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
90 S	-3354.93	5572.80	18.1	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
91 P	-3361.67	6292.80	32.8	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
92 S	-3296.46	5572.80	34.4	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
93 P	-3361.67	6292.80	32.8	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
94 S	-3371.66	5572.80	9.0	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
95 P	-3361.67	6292.80	32.8	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
96 P	-3361.67	6292.80	32.8	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
97 E	-10586.14	13939.20	44.2	9.68	0.0 2G 125 x 50 x 15 x 2	0
98 P	-3363.01	6292.80	32.5	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
99 S	-3098.72	5572.80	63.9	3.87	0.0 2L 50 x 50 x 0 x 2	14
100 P	-3363.01	6292.80	32.5	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
101 S	-3100.03	5572.80	63.8	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
102 P	-6498.67	9288.00	42.8	6.45	0.0 C 125 x 50 x 0 x 3	0
103 S	-3168.26	5572.80	55.4	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
104 P	-3281.06	6292.80	48.7	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
105 S	-3094.69	5572.80	64.4	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
106 P	-3271.85	6292.80	50.2	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
107 S	-3248.22	5572.80	43.5	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
108 P	-3281.06	6292.80	48.7	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
109 S	-3155.46	5572.80	57.1	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
110 P	-3271.85	6292.80	50.2	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
111 S	-3308.99	5572.80	31.6	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
112 P	-3281.06	6292.80	48.7	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
113 S	-3155.46	5572.80	57.1	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
114 P	-3281.06	6292.80	48.7	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
115 S	-3308.99	5572.80	31.6	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
116 P	-3281.06	6292.80	48.7	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
117 S	-3155.46	5572.80	57.1	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
118 P	-3281.06	6292.80	48.7	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
119 S	-3308.99	5572.80	31.6	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
120 P	-6404.04	9288.00	49.0	6.45	0.0 C 125 x 50 x 0 x 3	0
121 S	-3155.46	5572.80	57.1	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
122 P	-3281.06	6292.80	48.7	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
123 S	-3308.99	5572.80	31.6	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
124 P	-6404.04	9288.00	49.0	6.45	0.0 C 125 x 50 x 0 x 3	0
125 S	-3155.46	5572.80	57.1	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
126 P	-3281.06	6292.80	48.7	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
127 S	-3308.99	5572.80	31.6	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
128 P	-3281.06	6292.80	48.7	4.37	0.0 C 125 x 50 x 0 x 2	0
129 S	-3155.46	5572.80	57.1	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14

130 P	-3281.06	6292.80	48.7	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
131 S	-3308.99	5572.80	31.6	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
132 P	-3281.06	6292.80	48.7	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
133 S	-3155.46	5572.80	57.1	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
134 P	-3281.06	6292.80	48.7	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
135 S	-3308.99	5572.80	31.6	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
136 P	-3281.06	6292.80	48.7	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
137 S	-3155.46	5572.80	57.1	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
138 P	-3271.85	6292.80	50.2	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
139 S	-3248.22	5572.80	43.5	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
140 P	-3281.06	6292.80	48.7	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
141 S	-3094.69	5572.80	64.4	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
142 P	-3271.85	6292.80	50.2	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
143 S	-3168.26	5572.80	55.4	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
144 P	-3363.01	6292.80	32.5	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
145 S	-3100.03	5572.80	63.8	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
146 P	-3358.91	6292.80	33.5	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
147 S	-3104.29	5572.80	63.3	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
148 P	-3363.01	6292.80	32.5	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
149 S	-3036.06	5572.80	70.8	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
150 P	-3363.01	6292.80	32.5	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
151 E	-10134.83	13939.20	58.9	9.68	0.02G 125 x 50 x 15 x 2	0
152 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
153 S	-3087.92	5572.80	65.2	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
154 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
155 S	-3202.55	5572.80	50.6	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
156 P	-3362.06	6292.80	32.7	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
157 S	-3175.25	5572.80	54.4	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
158 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
159 S	-3265.43	5572.80	40.5	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
160 P	-3362.06	6292.80	32.7	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
161 S	-3229.41	5572.80	46.6	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
162 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
163 S	-3314.34	5572.80	30.4	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
164 P	-3362.06	6292.80	32.7	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
165 S	-3269.58	5572.80	39.7	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
166 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
167 S	-3349.28	5572.80	20.3	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
168 P	-3362.06	6292.80	32.7	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
169 S	-3295.78	5572.80	34.6	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
170 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
171 S	-3370.24	5572.80	10.1	3.87	0.02L 50 x 50 x 0 x 2	14
172 P	-3362.06	6292.80	32.7	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0
173 P	-3360.39	6292.80	33.1	4.37	0.0C 125 x 50 x 0 x 2	0

PASADOR DE APOYO

Diametro(mm) = 17

Diam-asum.(mm) = 18

PLACA DE APOYO

PL 100 x 100 x 1.431

PLACA BASR

PL 200 x 200 x 8.017

PERNOS DE ANCLAJE

4 diametros(mm) = 3

Long-anclaj(cm) = 15



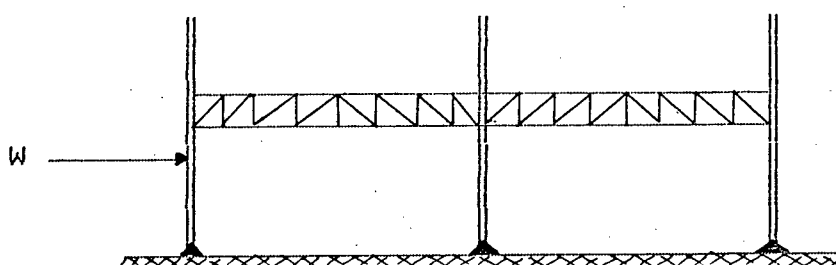
### 5.5. ANALISIS Y DISEÑO CONTRAVIENTOS.

Como es entendido, los contravientos tienen por misión impedir la deformación de la estructura bajo la acción del viento.

Esta deformación se produce principalmente en el sentido longitudinal de la construcción, que sin el citado contraviento podría plegarse como un castillo de naipes.

Además los contravientos facilitan extraordinariamente el montaje. En un montaje mal hecho la colocación de los contravientos es imposible.

#### CONTRAVIENTO



$$W = 21.3 \text{ Kg/m}^2 * 125 \text{ m}^2$$

$$W = 2662.5$$

$$\Sigma A = 20 * 3.50 + 20 * 5.50 / 2 = 125 \text{ m}^2.$$

$$\Sigma A_y = 70 * 3.5 / 2 + 55 * ( 5.5/2 + 3.5 ) = 415.83 \text{ m}^3.$$

$$y = \Sigma A_y / \Sigma A = 415.83 / 125 = 3.33 \text{ m.}$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$W = P_1 + P_2$$

$$P_2 = W - P_1$$

$$\Sigma M_o = 0$$

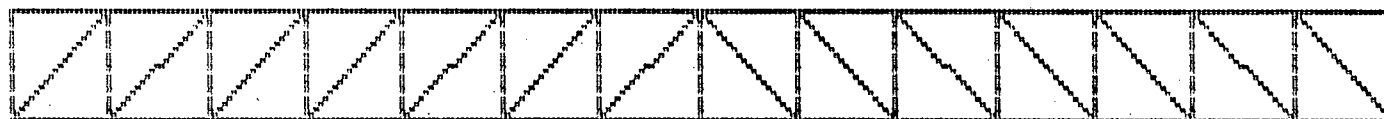
$$3.33 W = 3.5 P_1 + 3 P_2$$

$$3.33 W = 3.5 P_1 + 3 ( W - P_1 )$$

$$P_1 = 0.65 W = 0.65 (2662.5 \text{ Kg.}) = 1730.5 \text{ Kg.}$$

$$P_2 = 0.35 W = 0.35 (2662.5 \text{ Kg.}) = 932 \text{ Kg.}$$

$$\text{asumiendo como un solo} \quad = 2662.5 \text{ Kg.}$$



--- CONTRAVIENTO ---



# ANALISIS ESTRUCTURAL

## DATOS DE LA ESTRUCTURA

NOMBRE :CONTRAVIENTO

POR:CARLOS A.CELI G.  
JACK JARAMILLO G.

## DATOS GENERALES

# DE NUDOS = 30  
# DE MIEMBROS = 57  
# REST. APOYO = 4  
# DE APOYOS = 2  
MOD.DE ELASTICIDAD = 2100000 Kg/cm<sup>2</sup>  
# DE GRADOS LIBERTAD = 56

## COORDENADAS DE LOS NUDOS

#.NUDO	COORDEN.(X)	COORDEN.(Y)
1	0.000	0.000
2	0.000	50.000
3	50.000	0.000
4	50.000	50.000
5	100.000	0.000
6	100.000	50.000
7	150.000	0.000
8	150.000	50.000
9	200.000	0.000
10	200.000	50.000
11	250.000	0.000
12	250.000	50.000
13	300.000	0.000
14	300.000	50.000
15	350.000	0.000
16	350.000	50.000
17	400.000	0.000
18	400.000	50.000
19	450.000	0.000
20	450.000	50.000
21	500.000	0.000
22	500.000	50.000
23	550.000	0.000
24	550.000	50.000
25	600.000	0.000
26	600.000	50.000
27	650.000	0.000
28	650.000	50.000
29	700.000	0.000
30	700.000	50.000

## ORIENTACION Y AREAS DE LOS MIEMBROS

#.MIEMBRO	NUDO INIC.	NUDO FIN.	AREA
1	1	2	1
2	2	4	1
3	1	4	1
4	1	3	1
5	3	4	1
6	4	6	1
7	3	6	1
8	3	5	1
9	5	6	1

10	6	8	1
11	5	8	1
12	5	7	1
13	7	8	1
14	8	10	1
15	7	10	1
16	7	9	1
17	9	10	1
18	10	12	1
19	9	12	1
20	9	11	1
21	11	12	1
22	12	14	1
23	11	14	1
24	11	13	1
25	13	14	1
26	14	16	1
27	13	16	1
28	13	15	1
29	15	16	1
30	16	18	1
31	16	17	1
32	15	17	1
33	17	18	1
34	18	20	1
35	18	19	1
36	17	19	1
37	19	20	1
38	20	22	1
39	20	21	1
40	19	21	1
41	21	22	1
42	22	24	1
43	22	23	1
44	21	23	1
45	23	24	1
46	24	26	1
47	24	25	1
48	23	25	1
49	25	26	1
50	26	28	1
51	26	27	1
52	25	27	1
53	27	28	1
54	28	30	1
55	28	29	1
56	27	29	1
57	29	30	1

#### RESTRICCIONES DE APOYO

#.APOYO	RESTRIC(X)	RESTRIC(Y)
1	1	1
29	1	1

#### DATOS SOBRE CARGAS

ESTADOS DE CARGA= 1

EST.CARGA	#.N.CARGADOS
1	15

ESTADO DE CARGA = 1

# NUDOS CARGADOS = 15

#.NUDO	FUEZA(X)	FUEZA(Y)
2	2662.5	-8
4	0	-8
6	0	-8
8	0	-8
10	0	-8
12	0	-8
14	0	-8

RESULTADOS DE LA ESTRUCTURA

ESTADO DE CARGA = 1

B:1-CONTRA

DESPLAZAMIENTOS

# NUDO	DESPLAZ.EN (X)	DESPLAZ.EN (Y)
1	+0.000000	+0.000000
2	+0.407319	-0.000190
3	+0.024978	-0.331139
4	+0.343926	-0.334620
5	+0.046476	-0.576468
6	+0.283823	-0.580139
7	+0.064303	-0.742948
8	+0.227201	-0.746809
9	+0.078268	-0.837921
10	+0.174250	-0.841973
11	+0.088181	-0.869110
12	+0.125161	-0.873352
13	+0.093851	-0.844620
14	+0.080124	-0.849053
15	+0.095089	-0.777559
16	+0.039329	-0.777559
17	+0.096327	-0.707485
18	+0.007590	-0.702862
19	+0.092941	-0.603896
20	-0.019335	-0.599083
21	+0.084742	-0.480852
22	-0.041256	-0.475848
23	+0.071539	-0.348360
24	-0.057983	-0.343166
25	+0.053141	-0.216811
26	-0.069324	-0.211426
27	+0.029358	-0.096974
28	-0.075090	-0.091399
29	+0.000000	+0.000000
30	-0.075090	-0.000190

REACCIONES

NUDO 1 RX= -1187.282  
 NUDO 1 RY= -130.188  
 NUDO 29 RX= -1475.217  
 NUDO 29 RY= +250.170

FUERZAS EN LOS MIEMBROS

# MIEMBRO	ENTRE NUDOS	LONGITUD(CM)	FUERZA AXIAL(KG)
1	1 - 2	50.000	-8.000
2	2 - 4	50.000	-2662.500
3	1 - 4	70.711	+195.427
4	1 - 3	50.000	+1049.095
5	3 - 4	50.000	-146.188
6	4 - 6	50.000	-2524.314
7	3 - 6	70.711	+206.739
8	3 - 5	50.000	+902.908
9	5 - 6	50.000	-154.189
10	6 - 8	50.000	-2378.126
11	5 - 8	70.711	+218.056
12	5 - 7	50.000	+748.719
13	7 - 8	50.000	-162.187

14	8	- 10	50.000	-2223.941
15	7	- 10	70.711	+229.369
16	7	- 9	50.000	+586.531
17	9	- 10	50.000	-170.191
18	10	- 12	50.000	-2061.754
19	9	- 12	70.711	+240.681
20	9	- 11	50.000	+416.345
21	11	- 12	50.000	-178.189
22	12	- 14	50.000	-1891.566
23	11	- 14	70.711	+251.992
24	11	- 13	50.000	+238.160
25	13	- 14	50.000	-186.180
26	14	- 16	50.000	-1713.380
27	13	- 16	70.711	+263.298
28	13	- 15	50.000	+51.982
29	15	- 16	50.000	+0.000
30	16	- 18	50.000	-1333.026
31	16	- 17	70.711	-274.603
32	15	- 17	50.000	+51.981
33	17	- 18	50.000	+194.173
34	18	- 20	50.000	-1130.855
35	18	- 19	70.711	-285.914
36	17	- 19	50.000	-142.192
37	19	- 20	50.000	+202.172
38	20	- 22	50.000	-920.683
39	20	- 21	70.711	-297.228
40	19	- 21	50.000	-344.364
41	21	- 22	50.000	+210.171
42	22	- 24	50.000	-702.512
43	22	- 23	70.711	-308.540
44	21	- 23	50.000	-554.536
45	23	- 24	50.000	+218.170
46	24	- 26	50.000	-476.341
47	24	- 25	70.711	-319.853
48	23	- 25	50.000	-772.705
49	25	- 26	50.000	+226.171
50	26	- 28	50.000	-242.170
51	26	- 27	70.711	-331.167
52	25	- 27	50.000	-998.877
53	27	- 28	50.000	+234.170
54	28	- 30	50.000	+0.000
55	28	- 29	70.711	-342.481
56	27	- 29	50.000	-1233.047
57	29	- 30	50.000	-8.000

ESFUERZOS PARA DISEÑO

A:F-CONTRA

REACCIONES

NUDO 1 RX= -1187.282  
 NUDO 1 RY= -130.188  
 NUDO 29 RX= -1475.217  
 NUDO 29 RY= +250.170

FUERZAS EN LOS MIEMBROS

#.MIEMBRO	ENTRE NUDOS	LONGITUD(CM)	TENSION	COMPRESION
1	1 - 2	50.000	0.000	-8.000
2	2 - 4	50.000	0.000	-2662.500
3	1 - 4	70.711	195.427	0.000
4	1 - 3	50.000	1049.095	0.000
5	3 - 4	50.000	0.000	-146.188
6	4 - 6	50.000	0.000	-2524.314
7	3 - 6	70.711	206.739	0.000
8	3 - 5	50.000	902.908	0.000
9	5 - 6	50.000	0.000	-154.189
10	6 - 8	50.000	0.000	-2378.126
11	5 - 8	70.711	218.056	0.000
12	5 - 7	50.000	748.719	0.000
13	7 - 8	50.000	0.000	-162.187
14	8 - 10	50.000	0.000	-2223.941
15	7 - 10	70.711	229.369	0.000
16	7 - 9	50.000	586.531	0.000
17	9 - 10	50.000	0.000	-170.191
18	10 - 12	50.000	0.000	-2061.754
19	9 - 12	70.711	240.681	0.000
20	9 - 11	50.000	416.345	0.000
21	11 - 12	50.000	0.000	-178.189
22	12 - 14	50.000	0.000	-1891.566
23	11 - 14	70.711	251.992	0.000
24	11 - 13	50.000	238.160	0.000
25	13 - 14	50.000	0.000	-186.180
26	14 - 16	50.000	0.000	-1713.380
27	13 - 16	70.711	263.298	0.000
28	13 - 15	50.000	51.982	0.000
29	15 - 16	50.000	0.000	0.000
30	16 - 18	50.000	0.000	-1333.026
31	16 - 17	70.711	0.000	-274.603
32	15 - 17	50.000	51.981	0.000
33	17 - 18	50.000	194.173	0.000
34	18 - 20	50.000	0.000	-1130.855
35	18 - 19	70.711	0.000	-285.914
36	17 - 19	50.000	0.000	-142.192
37	19 - 20	50.000	202.172	0.000
38	20 - 22	50.000	0.000	-920.683
39	20 - 21	70.711	0.000	-297.228
40	19 - 21	50.000	0.000	-344.364
41	21 - 22	50.000	210.171	0.000
42	22 - 24	50.000	0.000	-702.512
43	22 - 23	70.711	0.000	-308.540
44	21 - 23	50.000	0.000	-554.536
45	23 - 24	50.000	218.170	0.000
46	24 - 26	50.000	0.000	-476.341
47	24 - 25	70.711	0.000	-319.853
48	23 - 25	50.000	0.000	-772.705



49	25 - 26	50.000	226.171	0.000
50	26 - 28	50.000	0.000	-242.170
51	26 - 27	70.711	0.000	-331.167
52	25 - 27	50.000	0.000	-998.877
53	27 - 28	50.000	234.170	0.000
54	28 - 30	50.000	0.000	0.000
55	28 - 29	70.711	0.000	-342.481
56	27 - 29	50.000	0.000	-1233.047
57	29 - 30	50.000	0.000	-8.000

---

# DISEÑO ESTRUCTURAL

NOMBRE :CONTRAVENTO

b:D-CONTRA

#.MIEMB	COMP-MAX	TENS-MAX	KL/R	AREA-P	ADIC	PERFIL-SELECCIONADO	SUELDA
#	Ko	Ko		cm²	cm²	mm	cm
1 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
2 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
3 S	-2927.40	4420.80	56.1	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	1
4 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
5 S	-3046.18	4420.80	39.7	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	1
6 S	-3046.18	4420.80	39.7	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	12
7 S	-2927.40	4420.80	56.1	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	1
8 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
9 S	-3046.18	4420.80	39.7	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	1
10 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
11 S	-2927.40	4420.80	56.1	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	1
12 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
13 S	-3046.18	4420.80	39.7	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	1
14 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
15 S	-2927.40	4420.80	56.1	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	1
16 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
17 S	-3046.18	4420.80	39.7	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	1
18 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
19 S	-2927.40	4420.80	56.1	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	1
20 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
21 S	-3046.18	4420.80	39.7	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	1
22 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
23 S	-2927.40	4420.80	56.1	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	1
24 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
25 S	-3046.18	4420.80	39.7	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	1
26 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
27 S	-2927.40	4420.80	56.1	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	1
28 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
29 S	-3046.18	4420.80	39.7	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	0
30 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
31 S	-2927.40	4420.80	56.1	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	1
32 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
33 S	-3046.18	4420.80	39.7	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	1
34 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
35 S	-2927.40	4420.80	56.1	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	1
36 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
37 S	-3046.18	4420.80	39.7	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	1
38 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
39 S	-2927.40	4420.80	56.1	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	1
40 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
41 S	-3046.18	4420.80	39.7	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	1
42 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
43 S	-2927.40	4420.80	56.1	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	1
44 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
45 S	-3046.18	4420.80	39.7	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	1
46 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
47 S	-2927.40	4420.80	56.1	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	2
48 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
49 S	-3046.18	4420.80	39.7	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	1
50 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
51 S	-2927.40	4420.80	56.1	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	2
52 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
53 S	-3046.18	4420.80	39.7	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	1
54 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
55 S	-2927.40	4420.80	56.1	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	2
56 P	-3200.33	5572.80	31.6	3.87	0.0	C 100 x 50 x 0 x 2	0
57 S	-3046.18	4420.80	39.7	3.07	0.0	2L 40 x 40 x 0 x 2	0

# CAPITULO

## VI

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

#### 6.1. CONCLUSIONES.

Con la realización de la presente tesis, hemos logrado realizar un paquete de programas, destinado al cálculo y diseño de estructuras reticulares de acero formado en frío, que resulta de gran utilidad para el Ingeniero Civil dedicado al cálculo y diseño de estructuras, en la que nos hemos planteado de que los programas sean fáciles en el manejo, rápidos en la ejecución, y que los resultados que se obtengan sean satisfactorios.

El programa estructural nos permite el cálculo de cualquier estructura plana reticular, es decir formada por barras conectadas por nudos, cualquiera que sea su geometría, y de cualquier material, esta característica se refleja en el módulo de elasticidad.

La efectividad del programa de análisis estructural ha sido comprobado con programas de fabricación extranjera tales como el STRESS, y el SAFE.

La rapidez, precisión, y seguridad de los cálculos efectuados para el diseño, de los elementos que conforman la estructura através de la computadora, permiten obtener un diseño refinado de los elementos.

El programa correspondiente al diseño de elementos de acero formado en frio, permite con mucha agilidad escoger del banco de datos de perfiles, el perfil mas idòneo para resistir los esfuerzos de solucitación que nos dá el cálculo estructural, obteniendo así, una estructura segura y econòmica.

El programa permite al diseñador imponer su criterio, en cuanto a la selección del perfil, ya que el programa le dá la opción de escoger cualquier tipo de perfil existente en el banco, tanto para elementos principales, secundarios o especiales, no pudiendo variar durante el proceso, pero si le permite regresar a ser un nuevo diseño.

## 6.2. RECOMENDACIONES.

La utilidad de los programas es obvia y con ellos se contribuye a proporcionar al diseñador la oportunidad de mejorar considerablemente sus diseños con el fin de brindar

mayor seguridad y economía a las estructuras de acero formado en frio.

Para el correcto uso o manejo del programa se recomienda seguir estrictamente los pasos anotados en el capitulo cuarto de esta tesis, correspondiente al manual del usuario.

### 6.3. ANEXOS.

Se adjunta planos constructivos de porticos-cercha de las estructuras calculadas en el capitulo quinto de esta tesis, correspondiente al cálculo y diseño de la cubierta de la piscina de Jipiro de la ciudad de Loja.

#### 6.4. BIBLIOGRAFIA.

- BRAY K.H.M., CROXTON P.C.L., MARTIN.L.H.: análisis matricial de estructuras, Paraninfo,S.A.,Madrid,1978
- GERE JAMES, WEAVER WILLIAM: análisis de estructuras reticulares, editorial Continental,S.A.,Mexico,1890
- HSIEH YUAN-YU: teoria elemental de estructuras, editorial Prentice Hall Internacional, Londres,1980
- AYRES F.: matrices. Schaum, Mc Graw-Hill,1962
- LIVESLEY R.: metodos matriciales para el cálculo de estructuras, Pergamon Press,1964
- BUXADE C., MARGARIT J.: cálculo matricial de estructuras de barras, Blume,1978
- ROMO MARCELO: la tecnica del skyline, Espe, Quito,1988
- RECUERO A, GUTIERREZ J.: consideraciones sobre la formación de la matriz de rigidez de una estructura, Monografias del Instituto Eduardo Torroja, Madrid, 1977
- ROMO MARCELO: diseño de estructuras de lámina delgada,

Espe, Quito, 1988

- AISI, specification for the design of cold-formed steel structural members, Aisi, 1981

- CEC: código ecuatoriano de la construcción, Inen, Quito, 1979

- MERRITT FREDERICK S.: manual del ingeniero civil, McGraw-Hill, volumen II, Mexico, 1987

- GOTTFRIED BYRON S.: programación básica, Schaum, McGraw-Hill, Mexico, 1985

- IBM : manual de consulta, IBM, Barcelona, 1986