

Contenido

1. Introducción	7
1.1. Para mayor Información.	7
1.2. Requerimientos	7
1.3. Alcances y Limitaciones.....	7
1.4. Ingreso a los Programas.....	8
1.5. Conceptos fundamentales. Lenguajes Pplan, Eplan y Rem	8
1.5.1. Archivo de Ingreso de Datos.....	8
1.5.2. Archivo de resultados del cálculo.....	9
1.6. Manejo general de los Programas	9
1.6.1. Ventana Principal y Secundarias.....	9
1.6.2. Botones rápidos	10
1.6.3. Texto, Gráfico y Tablas.....	10
1.7. Ejemplo Inicial del PPlan	15
1.7.1. Corregir y Graficar.....	15
1.7.2. Calcular.....	16
1.7.3. Animaciones.....	17
1.7.4. Imprimir	17
 2. El Lenguaje PPlan	 19
2.1. Ventana de Texto.....	19
2.2. Títulos, Valores y Comentarios.....	19
2.2.1. Títulos	19
2.2.2. Valores	20
2.2.3. Comentarios.....	21
2.3. Corregir y mensajes.....	21
2.3.1. Zona de Mensajes.....	22
2.4. Unidades	24
2.4.1. Unidades Globales.....	24
2.4.2. Unidades explícitas	24
2.5. Convención de Signos.....	25
2.6. Convención de Títulos.....	26
2.7. Nodos	26
2.8. Barras	27
2.9. Restricciones	28
2.10. Materiales	28
2.11. Secciones.....	30
2.12. Asigna Materiales	32
2.13. Asigna Secciones.....	32
2.14. Cargas	33
2.15. Estado.....	34
2.16. Cargas en Barras.....	34
2.17. Cargas en Nodos	35
2.18. Hipótesis	35
2.19. Sismo.....	36
2.20. Cálculo.....	36
2.21. Hipotesis.A.....	37
2.22. Sacar Nodos.....	37
2.23. Sacar Barras	37

2.24.	Variables	38
2.25.	Fórmulas, variables y Loop.....	38
2.26.	Funciones Especiales.....	41
2.27.	Comandos del procesador de Textos	41
3.	Opciones del Programa PPlan	42
3.1.	Proyectos	42
3.1.1.	Nuevo	42
3.1.2.	Abrir	42
3.1.3.	Proyectos Pplan_I DOS.....	43
3.1.4.	Guardar y Guardar Como	43
3.2.	Imprimir	44
3.2.1.	Secciones a Listar	44
3.2.2.	Destinos de la impresión. Pantalla	44
3.2.3.	Configuración Básica	45
3.2.4.	Configuración del Listado	46
3.2.5.	Elástica y Flecha máxima	46
3.3.	Gráfico.....	47
3.3.1.	Zoom.....	48
3.3.2.	Numeración de Nodos y Barras.....	48
3.3.3.	Secciones	48
3.3.4.	Hipótesis	48
3.3.5.	Cargas	48
3.3.6.	Deformada	48
3.3.7.	Solicitaciones	49
3.3.8.	Animación	49
3.3.9.	Copiar al Portapapeles.	50
3.4.	Tablas.....	51
3.4.1.	Nodos Barras y Restricciones	51
3.4.2.	Materiales y Secciones.....	51
3.4.3.	Cargas en Barras y Nodos	52
3.4.4.	Sincronización entre Tablas y Gráfico	52
3.5.	Cálculo	53
3.5.1.	Primer y Segundo Orden	53
3.5.2.	Convención de signos en los resultados	53
3.5.3.	Errores de cálculo.....	54
3.6.	Animaciones.....	54
4.	El Lenguaje EPlan.....	56
4.1.	Ventana de Texto.	56
4.2.	Títulos, Valores y Comentarios.	56
4.2.1.	Títulos	57
4.2.2.	Valores.....	57
4.2.3.	Comentarios	58
4.3.	Corregir y mensajes.....	58
4.3.1.	Zona de Mensajes	59
4.4.	Unidades	60
4.4.1.	Unidades Globales	60
4.4.2.	Unidades explícitas.....	61
4.5.	Convención de Signos	62
4.6.	Convención de Títulos.....	62
4.7.	Nodos.....	63
4.8.	Barras.....	64
4.9.	Restricciones.....	64
4.10.	Materiales.....	65
4.11.	Secciones	66

4.12.	Asigna Materiales	67
4.13.	Asigna Secciones	67
4.14.	Cargas	68
4.15.	Estado.....	69
4.16.	Cargas en Barras	69
4.17.	Cargas en Nodos	70
4.18.	Hipótesis	70
4.19.	Sacar Nodos.....	70
4.20.	Sacar Barras	71
4.21.	Variables.....	71
4.22.	Fórmulas, variables y Loop	71
4.23.	Funciones Especiales	74
4.24.	Comandos del procesador de Textos	75
5.	Opciones del Programa EPlan.....	76
5.1.	Proyectos	76
5.1.1.	Nuevo	76
5.1.2.	Abrir.....	76
5.1.3.	Proyectos Eplan_I DOS	76
5.1.4.	Guardar y Guardar Como	77
5.2.	Imprimir	77
5.2.1.	Secciones a Listar	77
5.2.2.	Destinos de la impresión. Pantalla.....	78
5.2.3.	Configuración Básica	78
5.2.4.	Configuración del Listado.....	79
5.3.	Gráfico	80
5.3.1.	3d 80	
5.3.2.	Zoom	81
5.3.3.	Numeración de Nodos y Barras	81
5.3.4.	Secciones.....	81
5.3.5.	Hipótesis	81
5.3.6.	Cargas.....	81
5.3.7.	Deformada	81
5.3.8.	Solicitaciones	82
5.3.9.	Animación	83
5.3.10.	Copiar al Portapapeles.....	83
5.4.	Tablas	84
5.4.1.	Nodos Barras y Restricciones.....	84
5.4.2.	Materiales y Secciones	84
5.4.3.	Cargas en Barras y Nodos.....	84
5.4.4.	Sincronización entre Tablas y Gráfico	84
5.5.	Cálculo.....	85
5.5.1.	Convención de signos en los resultados.....	85
5.5.2.	Errores de cálculo	85
5.6.	Animaciones	86
6.	El Lenguaje Rem.....	88
6.1.	Ventana de Texto.....	88
6.2.	Títulos, Valores y Comentarios.....	88
6.2.1.	Títulos	89
6.2.2.	Valores	89
6.2.3.	Comentarios.....	90
6.3.	Corregir y mensajes.....	90
6.3.1.	Zona de Mensajes.....	91
6.4.	Unidades	92
6.4.1.	Unidades Globales.....	92

6.4.2.	Unidades explícitas.....	93
6.5.	Convención de Signos	94
6.6.	Convención de Títulos.....	94
6.7.	Nodos	95
6.8.	G.Nodos	96
6.9.	Barras.....	96
6.10.	G.Barras	97
6.11.	Restricciones.....	98
6.12.	Materiales.....	98
6.13.	Secciones	99
6.14.	Asigna Materiales.....	99
6.15.	Asigna Secciones	100
6.16.	Estado	100
6.17.	Cargas en Nodos.....	100
6.18.	Peso Propio	101
6.19.	Hipótesis	101
6.20.	Cálculo	101
6.21.	Sacar Nodos	102
6.22.	Sacar Barras	102
6.23.	Dimensionamiento	102
6.24.	Uniones	103
6.25.	Hipotesis.D	103
6.26.	Variables	103
6.27.	Fórmulas, variables y Loop.....	104
6.28.	Funciones Especiales.....	107
6.29.	Comandos del procesador de Textos	107
7.	Opciones del Programa Rem	108
7.1.	Proyectos.....	108
7.1.1.	Nuevo	108
7.1.2.	Abrir	108
7.1.3.	Proyectos Rem DOS	108
7.1.4.	Guardar y Guardar Como	109
7.2.	Imprimir	109
7.2.1.	Secciones a Listar	109
7.2.2.	Destinos de la impresión. Pantalla	109
7.2.3.	Configuración Básica	109
7.2.4.	Configuración del Listado	110
7.3.	Gráfico.....	111
7.3.1.	3d 111	
7.3.2.	Zoom.....	111
7.3.3.	Numeración de Nodos y Barras.....	112
7.3.4.	Secciones	112
7.3.5.	Hipótesis	112
7.3.6.	Cargas	112
7.3.7.	Deformada	112
7.3.8.	Esfuerzos Normales	113
7.3.9.	Animación.....	113
7.3.10.	Copiar al Portapapeles.	114
7.4.	Tablas.....	115
7.4.1.	Nodos Barras y Restricciones	115
7.4.2.	Materiales y Secciones.....	115
7.4.3.	Cargas en Barras y Nodos	115
7.4.4.	Sincronización entre Tablas y Gráfico	115
7.5.	Cálculo	116

7.5.1.	Primer y Segundo Orden	116
7.5.2.	Minimización de Ancho de Banda.....	116
7.5.3.	Nodos Planos.....	117
7.5.4.	Convención de signos en los resultados.....	117
7.5.5.	Errores de cálculo	118
7.6.	Animaciones	118

8. Dimensionamiento en Hormigón Armado (PPW y EPW).120

8.1.	Material y Secciones.....	120
8.1.1.	Hormigón Armado	120
8.1.2.	Ingreso de secciones.....	121
8.2.	Ventana de Dimensionado.....	121
8.2.1.	Dimensionamiento Inicial	122
8.2.2.	Barras y Secciones.....	122
8.2.3.	Selección de Solicitaciones determinantes.....	123
8.2.4.	Momentos a Filo o borde interno.....	124
8.2.5.	Dimensiones. Secciones Rectangulares y tipo "T".....	125
8.2.6.	Detalle de Secciones.....	126
8.2.7.	Secciones características para las Planillas.....	127
8.2.8.	Modificación del armado, descripción y viga o columna.....	128
8.3.	Impresión de Planillas.....	129
8.4.	Criterios para el Dimensionado.....	130
8.4.1.	Materiales.....	130
8.4.2.	Secciones.....	131
8.4.3.	Hipótesis utilizadas.....	131
8.4.4.	Bases del Cálculo - Flexo Compresión.....	132
8.4.5.	Bases del Cálculo - Corte.....	132
8.4.6.	Predimensionamiento.....	133
8.4.7.	Determinación de viga o columna.....	133
8.4.8.	Selección de la armadura longitudinal en vigas.....	134
8.4.9.	Selección de la armadura longitudinal en columnas.....	134
8.4.10.	Selección de la armadura de estribos en vigas.....	134
8.4.11.	Selección de la armadura de estribos en columnas.....	135
8.5.	Dimensionamiento Sismorresistente.....	135
8.5.1.	Ingreso de Coeficientes Sísmicos.....	135
8.5.2.	Determinación de viga o columna.....	136
8.5.3.	Corte.....	136
8.5.4.	Selección de la armadura longitudinal en vigas.....	137
8.5.5.	Selección de la armadura longitudinal en columnas.....	137
8.5.6.	Selección de la armadura de estribos en vigas.....	137
8.5.7.	Selección de la armadura de estribos en columnas.....	138

9. Dimensionamiento en Acero. (REW).....140

9.1.	Tabla de Perfiles.....	140
9.1.1.	Archivo de Perfiles	141
9.1.2.	Esquema (dibujo) del perfil	141
9.2.	Tabla de Bulones.....	141
9.3.	Material y Secciones.....	142
9.3.1.	Acero.....	142
9.3.2.	Ingreso de secciones.....	142
9.4.	Ventana de Dimensionado.....	143
9.4.1.	Dimensionamiento Inicial	144
9.4.2.	Barras y Perfiles.....	144
9.5.	Impresión de Planillas.....	146
9.6.	Criterios para el Dimensionado de esfuerzos axiales.....	147
9.6.1.	Acero.....	147
9.6.2.	Barras y Secciones.....	147
9.6.3.	Dimensionamiento CIRSOC 301 y CIRSOC 302.....	148
9.6.4.	Dimensionamiento DIN 1045	150

9.6.5. Dimensionamiento ASCE	152
9.6.6. Fn. Area neta	155
9.6.7. Dimensionamiento de Uniones Abulonadas	157

10. Dimensionamiento en Acero. (PPW) 160

10.1. Tabla de Perfiles.....	160
10.1.1. Archivo de Perfiles	161
10.1.2. Esquema (dibujo) del perfil	161
10.2. Material y Secciones.....	161
10.2.1. Acero	161
10.2.2. Ingreso de secciones	162
10.3. Norma y Factores de Hipótesis	163
10.3.1. Factores de Hipótesis	163
10.4. Ventana de Dimensionado.	164
10.4.1. Dimensionamiento Inicial.....	164
10.4.2. Barras y Perfiles.	165
10.4.3. Selección automática de barras y grupos.....	166
10.5. Impresión de Planillas.	167
10.6. Criterios para el Dimensionado.	167
10.6.1. Acero	167
10.6.2. Barras y Secciones.....	168
10.6.3. Dimensionamiento CIRSOC 301 y CIRSOC 302.	169
10.6.4. Dimensionamiento DIN 1045.....	170
10.7. Ejemplo Numérico de Dimensionamiento.	172

1. Introducción

Este capítulo es una guía rápida de las características y consideraciones generales de operación del Pplan, Eplan y Rem para Windows.

1.1. Para mayor Información.

Tanto para la utilización del programa o para más información sobre el Pplan Windows, puede informarse en:

Ing. Calcagno Fabian

+54 911 5344 3556

011 155-344-3556

e-mail

calcagnof@yahoo.com.ar

Acceso Internet

<http://www.pplan32.com.ar>

1.2. Requerimientos

Los programas Pplan, Eplan y Rem fueron desarrollados para Win 7 de 32 o 64 Bits. Solo funciona con llave USB (no funciona con llaves de puerto paralelo) Si bien, el único requisito obligatorio de cada programa para su funcionamiento, es contar con alguno de estos sistemas operativos, damos a continuación una tabla de referencia del hardware necesario y recomendado.

	Sistema Operativo
Necesario Recomendado	Windows XP Windows 7 (32 o 64 bits)
<ul style="list-style-type: none"> Pplan también funciona sobre maquinas vitalizadas con VM WARE que hasta ahora son las únicas que vitalizan correctamente los puertos USB necesarios para la llave. También fue testado sobre equipos MAC OS con maquinas virtuales en PARALELLS 	

1.3. Alcances y Limitaciones

De cumplirse con los requerimientos del punto anterior, los alcances de cada programa son los siguientes.

	PPlan	EPlan	Rem
Número de Nodos	1000	1000	1500
Número de Barras	1000	1000	4000
Ancho de Banda	30	30	70
Estados de Carga	9	9	9
Hipótesis de Carga	10	10	10
Materiales diferentes	10	10	10
Secciones diferentes	100	100	500
Nodos restringidos	70	500	200
Número de cargas en Barras	2000	2000	--

1.4. Ingreso a los Programas

Una vez instalado, podrá ingresarse a cada uno de ellos desde el Icono correspondiente en el “escritorio” de windows o desde el botón de **Inicio** de la barra de tareas, luego la opción programas, luego la opción “PPw” y por último seleccionando PPw, Epw o Rew de acuerdo al programa que se desee ejecutar.

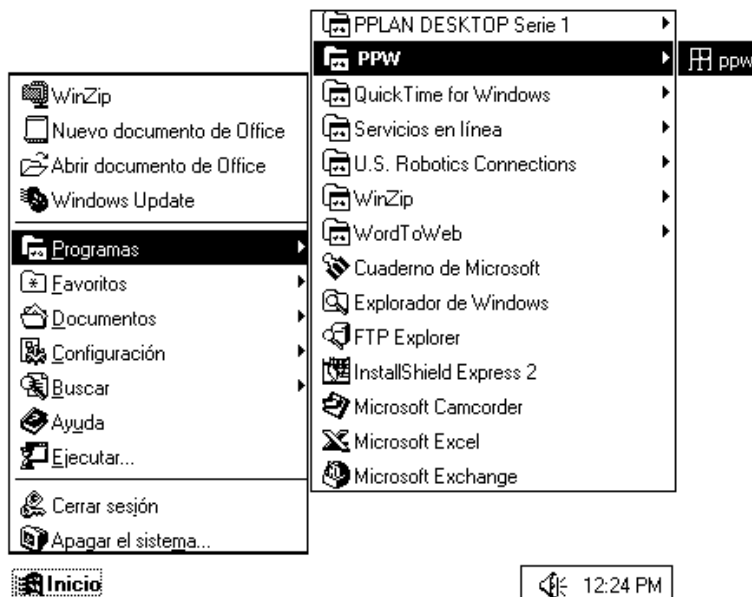


Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

1.5. Conceptos fundamentales. Lenguajes Pplan, Eplan y Rem

Definir una estructura no es una tarea sencilla, los datos a ingresar son muchos y de características muy diferentes, topología de la estructura, restricciones, geometría, cargas etc. Por ello el Pplan ha adoptado, desde su versión D.O.S. hace mas de 10 años, el ingreso de datos a través de un lenguaje de definiciones. Esta metodología, si bien inicialmente puede requerir de un tiempo mayor de entrenamiento, le confiere a los programas la capacidad de trabajar con estructuras grandes y complejas, con miles de valores, que de otra forma sería imposible administrar.

1.5.1. Archivo de Ingreso de Datos.

El ingreso de datos se guarda en un archivo de texto, el mismo puede ser escrito por el programa, desde otro editor de textos, o desde otro programa realizado para la generación de estructuras.

- Toda la información requerida, para definir en forma completa la estructura, se encuentra en un único archivo de extensión **PPW para el Pplan, EPW para el Eplan y REW para el Rem**, conteniendo texto puro, que puede ser visualizado, editado y hasta generado con otros programas. Además, el tamaño reducido de este archivo, facilita su transporte y copia de seguridad.

1.5.2. Archivo de resultados del cálculo.

Cuando se calcula una estructura sus resultados se guardan en un único archivo. El programa utiliza este archivo para tomar los resultados del cálculo al ingresar al programa o cambiar de proyecto de manera de evitar, volver a realizar el cálculo.

- Toda la información referida al cálculo, se encuentra en un único archivo de extensión **PRW para el Pplan, ERW para el Eplan y RRW para el Rem.**

1.6. Manejo general de los Programas

1.6.1. Ventana Principal y Secundarias.

Cada programa tiene una ventana principal desde la cual se accede a las opciones de ingreso y visualización de datos. Cada opción se despliega en ventanas secundarias dentro de la ventana principal del programa. Las ventanas secundarias pueden moverse y cambiar su tamaño, pero siempre dentro de la ventana principal.

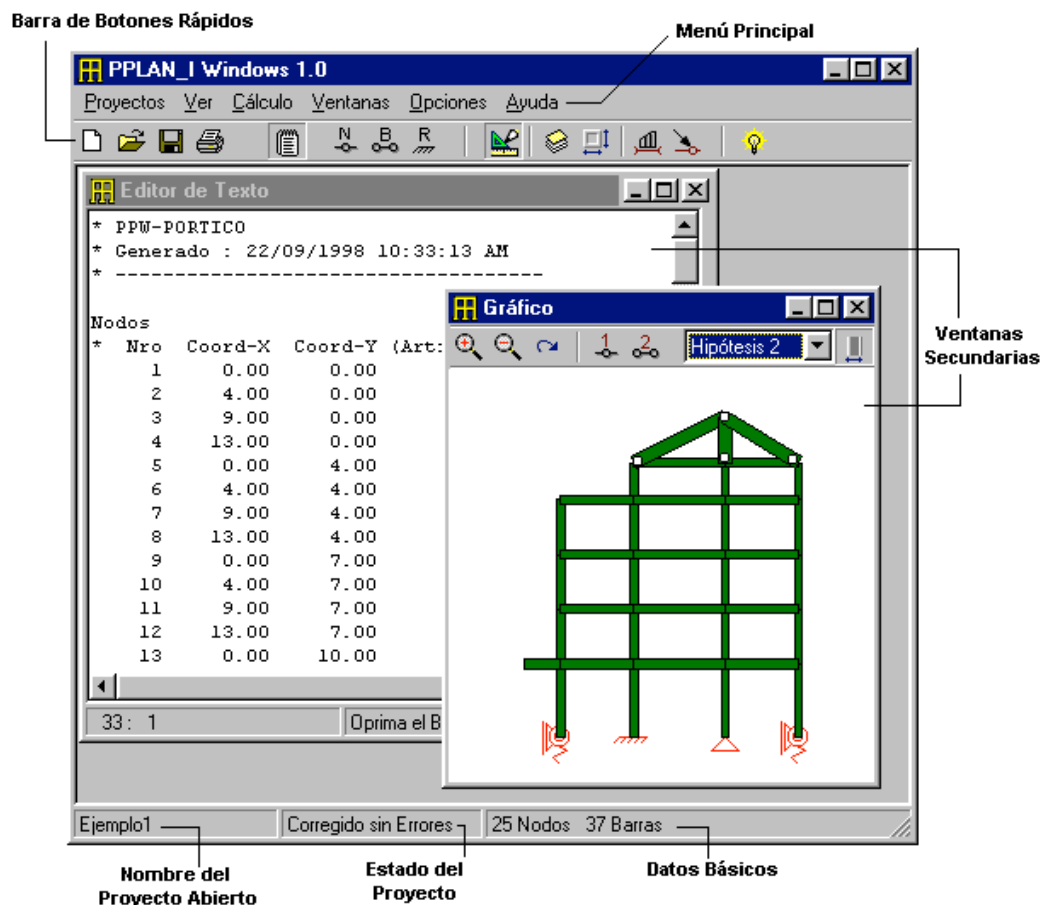


Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

Las ventanas secundarias se abren y cierran desde el menú principal o desde la barra de botones rápidos.

- El programa recuerda la posición y tamaño de cada ventana facilitando al usuario la configuración que mas le agrade.

No es necesario cerrar una ventana secundaria para ver otra ventana abierta, simplemente desde la opción "&Ventanas" puede seleccionarse la ventana activa, o hacer un click sobre la barra superior de la ventana a visualizar, utilizar la tecla de función correspondiente o, por último, posicionar el mouse sobre el botón rápido correspondiente a la ventana abierta que se desea ver. La siguiente tabla resume las operaciones descriptas.

Ventana	Menú	Tecla de Función	Icono
Texto	<u>V</u> er / <u>T</u> exto	F2	
Nodos	<u>V</u> er / <u>N</u> odos	F3	
Barras	<u>V</u> er / <u>B</u> arras	F4	
Restricciones	<u>V</u> er / <u>R</u> estricciones	F5	
Gráfico	<u>V</u> er / <u>G</u> raficar	F6	
Materiales	<u>V</u> er / <u>M</u> ateriales	F7	
Secciones	<u>V</u> er / <u>S</u> ecciones	F8	
Cargas en Barras	<u>V</u> er / <u>C</u> argas en Barras	F9	
Cargas en Nodos	<u>V</u> er / <u>C</u> argas en Nodos	F10	

Estado de la ventana	Para Abrir y Activar	Para Activar	Para Cerrar
Cerrada	Menú " <u>V</u> er", Tecla de Función o Icono		
Abierta		Tecla de Función, Menú " <u>V</u> entanas" o poner el mouse sobre el Icono	Menú " <u>V</u> er", o Icono

1.6.2. Botones rápidos

En la parte superior de la ventana principal del programa se encuentra la Barra de Botones rápidos. Estos botones permiten acceder a las opciones más comunes del menú principal simplemente haciendo un click con el mouse sobre los mismos. Las acciones correspondientes a los botones rápidos pueden identificarse posicionando el mouse sobre ellos, de esta manera aparecerá en la pantalla una descripción de los mismos. Los botones correspondientes a las ventanas secundarias, como gráficos y tablas, tienen la particularidad de permanecer oprimidos mientras dichas ventanas se encuentran abiertas.

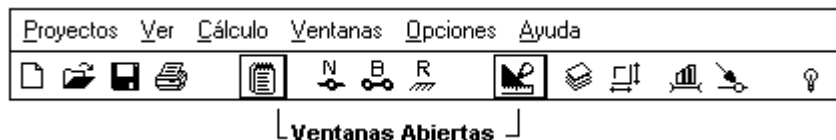


Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

1.6.3. Texto, Gráfico y Tablas

Existen tres tipos de ventanas secundarias conteniendo información acerca de la estructura, la ventana de Texto, la ventana del Gráfico y las ventanas de Tablas (Nodos, Barras, Restricciones etc.)

Texto

La ventana de Texto contiene la definición completa de la estructura. Toda estructura es definida de acuerdo al lenguaje Pplan y guardada en forma de texto en archivos de extensión PPW, EPW o RPW de acuerdo a si se trata del Pplan, Eplan o el programa Rem. Si bien es posible crear y modificar estos archivos desde cualquier editor de textos o procesador de

palabras es preferible hacerlo desde el programa. La ventana de Texto se abre en forma automática al iniciar el programa o al abrir o crear un nuevo proyecto.

Para acceder a las opciones relativas a la ventana de Texto oprima el botón derecho del mouse sobre la misma.

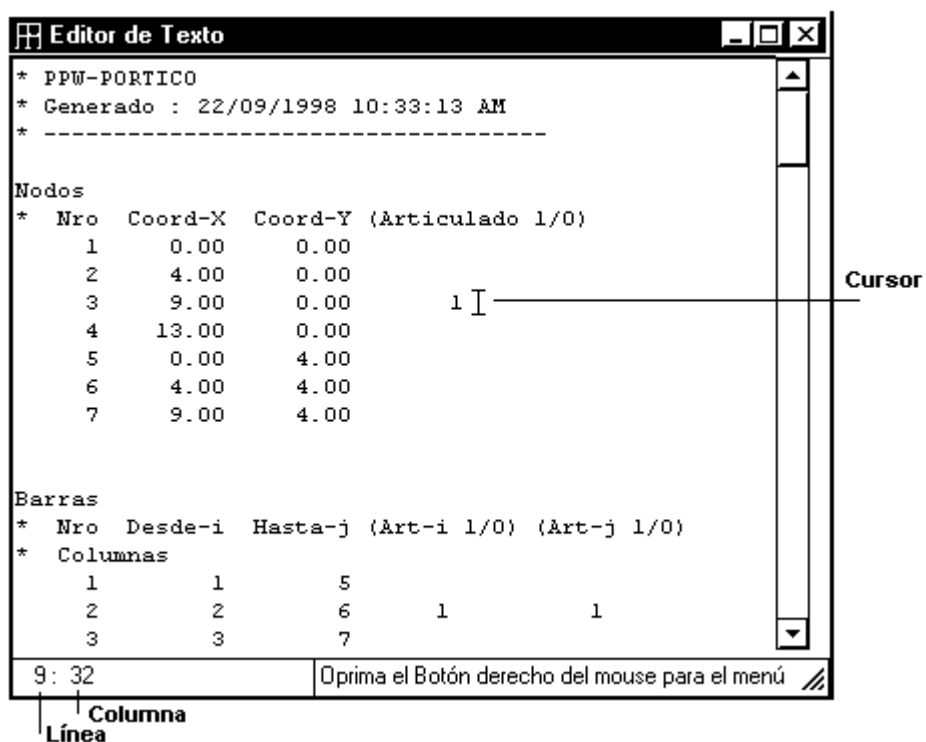


Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

- En la ventana de Texto se encuentra toda la información referida a la estructura, y es desde el único lugar en donde puede ingresarse o modificarse. El resto de las ventanas muestran información referida a lo ingresado en la ventana de Texto o a la estructura calculada.

Gráfico

Esta ventana muestra el gráfico de la estructura, y permite entre sus opciones graficar las cargas de cada hipótesis, las secciones ingresadas, la numeración de nodos y barras y de estar la estructura calculada, sus deformadas y solicitaciones.

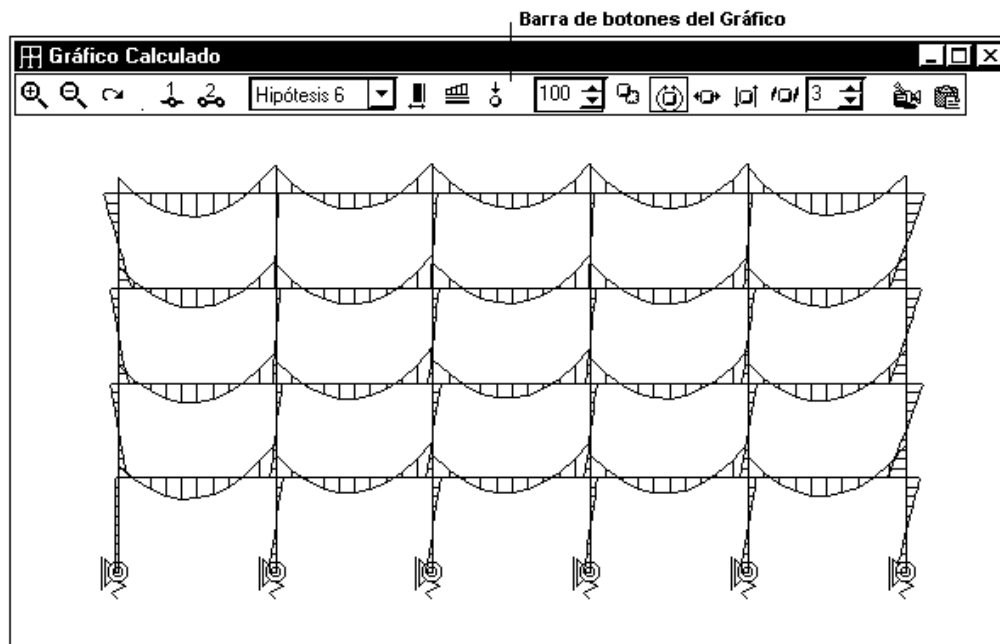


Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

La ventana del Gráfico tienen su propia barra de botones rápidos, para facilitar el acceso a todas sus opciones, además es posible acceder al menú de dichas opciones oprimiendo el botón derecho del mouse sobre la ventana.

Tablas

El resto de las ventanas (Nodos, Barras, Restricciones, etc.) son visualizadas en forma de tablas. Si bien cada ventana tiene información particular, su operación la misma para todas ellas. En la Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido. puede verse la tabla de Barras, los datos de cada barra se encuentran tabulados y al posicionarse sobre una línea de la tabla puede verse mayor información sobre la misma, en este caso su longitud y características de material y secciones.

Barras							
Nro	Ni	Nodo j	Art. i	Art. j	Sección	Material	
1	1	6	No	No	1	1	
2	2	7	No	No	1	1	
3	3	8	No	No	1	1	
4	4	9	No	No	1	1	
5	5	10	No	No	1	1	
6	6	11	No	No	1	1	
7	7	12	No	No	1	1	

72 Barras	E	3000000	t/m2
Barra : 4 3.00 m	F	1.0000	m2
	J	0.083333	m4

Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

Toda tabla puede ser configurada a gusto del usuario, es posible modificar el tipo de letra de la tabla, las descripciones de las columnas, su posición, los anchos de las mismas, el color, la máscara numérica y otras características. Todos estos cambios serán "recordados" por el sistema y utilizados cada vez que abra la tabla. Debe tener en consideración que estos cambios son independientes del proyecto con el que se este trabajando.

Ancho de columnas

Para cambiar el ancho de una columna, deberá posicionar el mouse sobre la línea derecha en los títulos de la misma, notará que el cursor cambia de forma. Oprimiendo el botón izquierdo del mouse y sin soltarlo moviendo el mouse podrá seleccionar el nuevo ancho.

Posición de columnas

Para cambiar la posición de una columna, deberá oprimir el botón del mouse sobre el título de la misma, y sin soltar el botón, mover el mouse hasta la columna deseada.

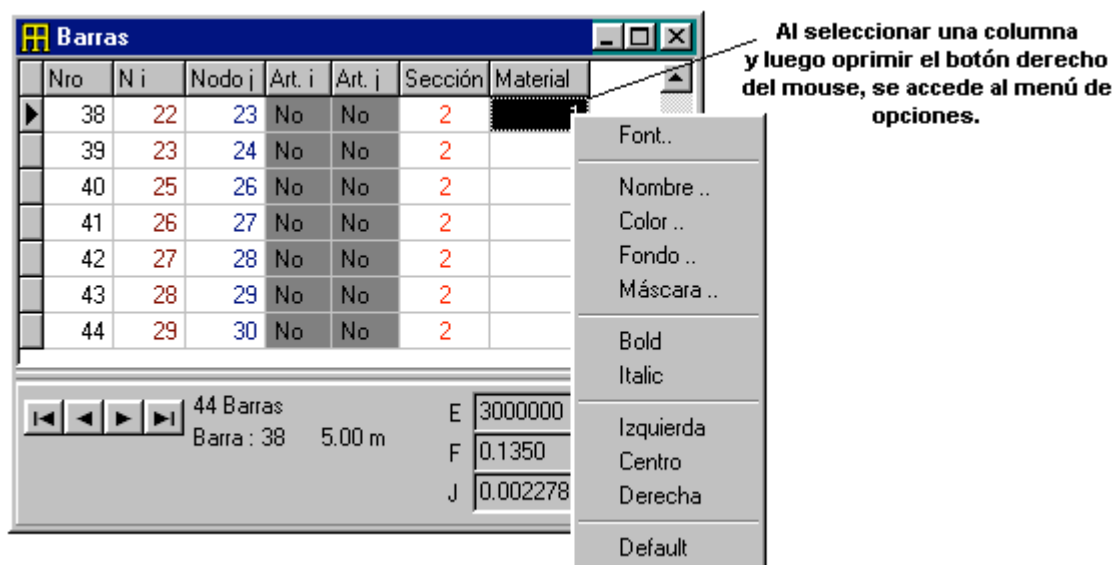


Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

Configuración de columnas

Para acceder al menú de configuración debe posicionarse en la columna a modificar y oprimir el botón derecho del Mouse (vea la Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.)

Tipo de Letras

La opción de **Font**, permite seleccionar el tipo de letra para toda la tabla, no es posible modificar el tipo de letra por columna.

Default, vuelve todos los valores de configuración al estado inicial del programa.

Nombre de columnas

Nombre permite modificar el Nombre que tendrá la columna.

Máscaras numéricas

La opción de máscara, solo es válida para columnas numéricas, esta opción permite ingresar el modelo con el cuál se desean visualizar los valores de la columna, algunos ejemplos de máscaras y valores se muestran a continuación


Máscara	Ejemplo de representación
0.0	1232400.0
#, #0.00	1,232,400.00
#, #0.00 n	1,232,400.00 n

1.7. Ejemplo Inicial del PPlan

A modo de ejemplo introductorio del manejo de los programas se verá un ejemplo de ingreso y utilización del programa PPw.

Al ingresar al programa por primera vez, se cargará el proyecto NUEVO el cual contiene un ejemplo de un pórtico de dos pisos y dos vanos. (Si ha usado el programa con anterioridad, se cargará el último proyecto con el que haya trabajado). A continuación veremos como interpretar los datos de la estructura, resolverla y luego interpretar los resultados, por último la modificaremos y volveremos a calcular.

1.7.1. Corregir y Graficar

- Inicialmente verá dentro de la pantalla principal del programa, la ventana "Editor de Texto", es aquí en donde se encuentra la definición de la estructura en el lenguaje Pplan. Si es necesario agrande la venta del Texto para verla con mayor comodidad.
- **Verifique el texto.** El programa debe interpretar el texto escrito como una estructura válida, para ello es necesario corregirla. Para acceder a esta opción, deberá oprimir el botón derecho del mouse sobre la ventana y seleccionar la opción "**Corregir**". Si lo desea simplemente puede oprimir la combinación de teclas [Ctrl]+[A] para obtener el mismo resultado.
- Luego de una pequeña pausa en donde verá el avance de la corrección, podrá observar en la parte derecha de la pantalla la interpretación del texto realizada por el programa y las indicaciones de errores que pudieran haber en el texto. En este ejemplo obviamente no se encontrarán errores.
- Para ver la estructura graficada, oprima el Icono , o la tecla F6, se abrirá la ventana del gráfico quedando en la pantalla una configuración similar a la de la Figura **¡Error! Argumento de modificador desconocido..** (De no haberse corregido la estructura con anterioridad el proceso de corrección se realizará en este momento).

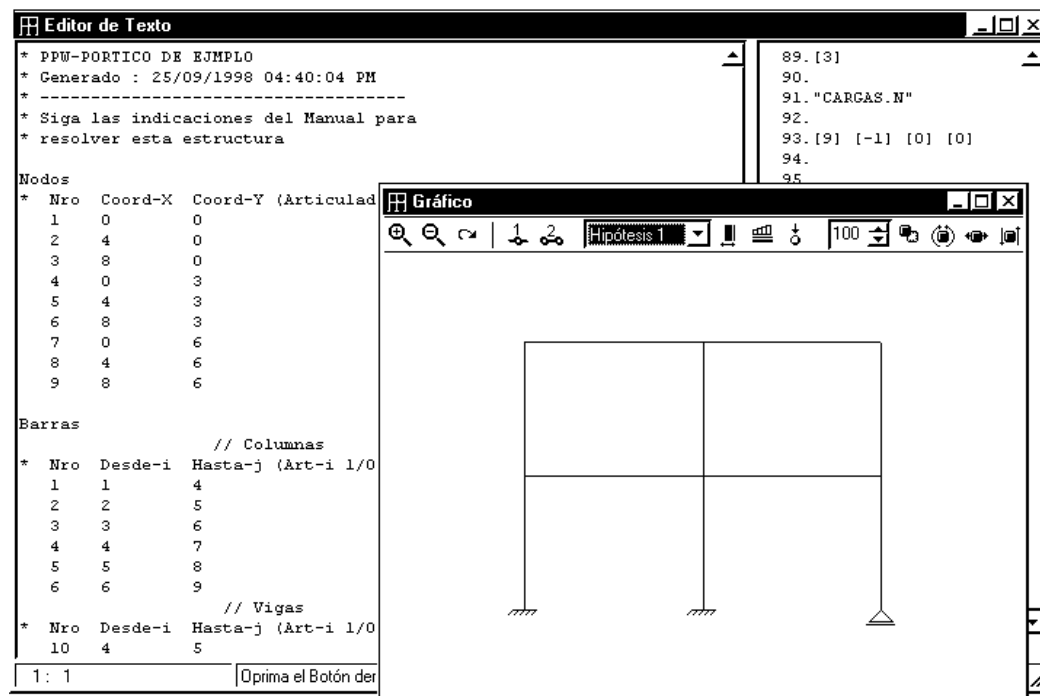



Figura **¡Error! Argumento de modificador desconocido..**

- En la ventana del Gráfico podrá optar por numerar nodos y barras, seleccionar hipótesis, graficar las cargas etc. Cada una de estas opciones se encuentran en la barra de botones de esa ventana, o puede acceder a ellas a través de un menú oprimiendo el botón derecho del mouse sobre el gráfico. Las opciones que no se encuentran habilitadas corresponden a la visualización de resultados del cálculo, el cuál aún no se ha realizado.
- Además de gráficamente, los datos de la estructura pueden verse numéricamente accediendo a las ventanas de Tablas, (nodos, barras restricciones etc.). Estas ventanas pueden abrirse de la misma manera que la ventana del gráfico, desde la barra de botones principal o con las teclas de función correspondiente. Recuerde que no es necesario cerrar una ventana para abrir alguna otra.

1.7.2. Calcular

- **Calcule la estructura.** Simplemente oprima el Icono  o la tecla F11. Verá un indicador del avance del cálculo y en pocos segundos la estructura estará calculada. Note que en la barra de estado de la pantalla principal (en su parte inferior) se indica continuamente el estado de la estructura.
- Abra nuevamente la ventana del gráfico (si la había cerrado con anterioridad), notará que las opciones referidas a los resultados se encuentran habilitadas. En las tablas también notará que se informan, junto con los datos, los resultados en forma numérica.
- Por ejemplo, si desea verificar los valores obtenidos para la envolvente de momentos de la barra 11, active o abra la ventana del gráfico, seleccione "Envolvente" y luego el Icono de Momentos. Para ver los valores numéricos oprima el botón izquierdo del mouse cerca del centro de la barra, mientras lo mantenga oprimido podrá ver los valores en pantalla. (vea la Figura **¡Error! Argumento de modificador desconocido.**).

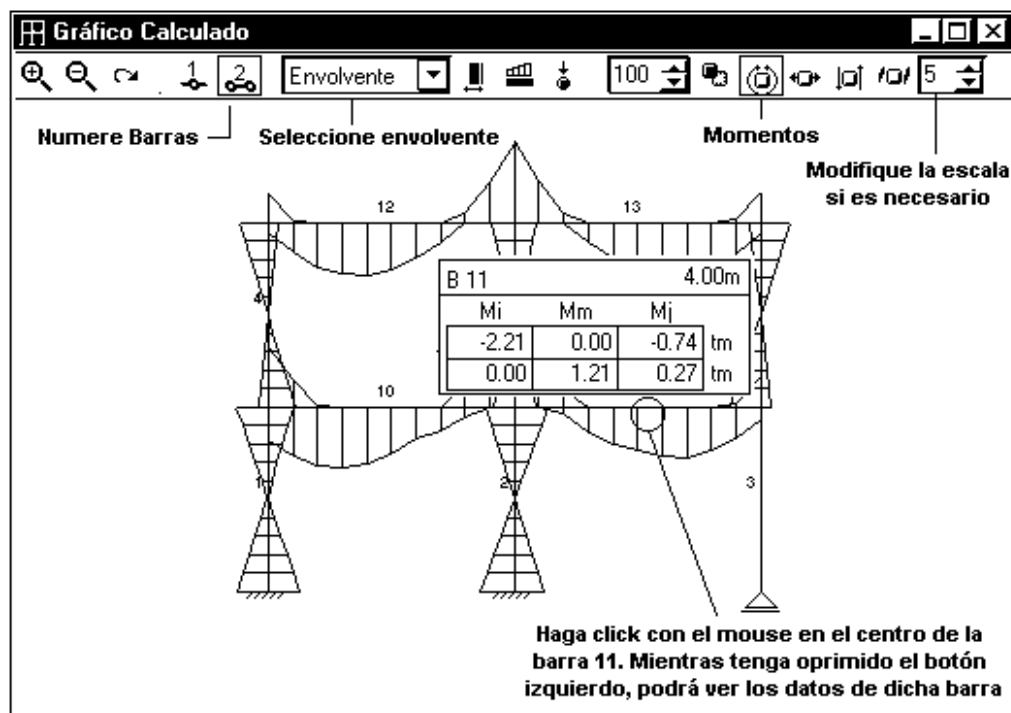



Figura **¡Error! Argumento de modificador desconocido.**

- Si abre o activa la Ventana de Tabla de Barras, podrá ver para cada una de ellas, los valores numéricos para cada hipótesis y envolvente en 10 puntos intermedios.

1.7.3. Animaciones

- **Genere una animación.** En la ventana del gráfico es posible visualizar la deformada de la estructura para cada una de las hipótesis de cálculo, si lo desea, puede además generar una película animada que muestre a la estructura deformarse a partir de su posición original. Desde la ventana del gráfico, seleccione una hipótesis, incluya en el dibujo las cargas, grafique la deformada y luego oprima el botón , o desde el menú la opción de animación. Una nueva ventana le mostrará la estructura a animar, sin modificar las opciones de esa pantalla oprima el botón de **Generar Animación** y luego de unos instantes tendrá la película animada. (vea la Figura **¡Error! Argumento de modificador desconocido.**)

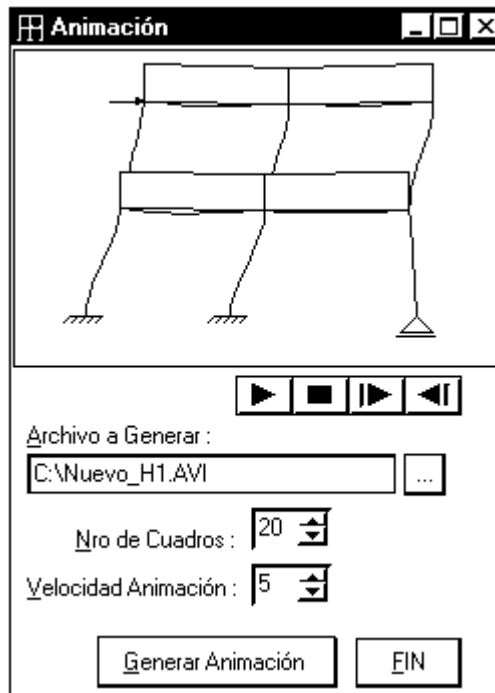



Figura **¡Error! Argumento de modificador desconocido.**

1.7.4. Imprimir

- Para imprimir los datos de la estructura y sus resultados, simplemente oprima el botón rápido , o desde el menú principal "Proyectos / Imprimir". Deje las opciones por defecto y oprima el botón de **Pantalla**, en pocos segundos podrá ver una copia exacta de lo que obtendrá en su impresora. Puede probar distintas opciones de impresión y siempre verificar el listado por pantalla antes de generarlo en la impresora con el botón de **Impresora**.

2. El Lenguaje PPlan

Manejo general de la ventana de Texto y descripción detallada de los comandos del Lenguaje Pplan, para la definición de estructuras

En los puntos siguientes se verá con detalle la definición y utilización del Lenguaje Pplan. Como en todo lenguaje, leer y revisar los ejemplos se convierte en una herramienta fundamental para su aprendizaje. El programa se instala con varios proyectos detallando la utilización del lenguaje para casos particulares, no dude en consultarlos.

2.1. Ventana de Texto.

El ingreso del lenguaje se realiza a través de un procesador de textos en la ventana de Texto del programa. Esta ventana es un simple procesador de textos básico, con los comandos y operaciones clásicas. En el punto 2.27 Comandos del procesador de Textos verá con mas detalle su funcionamiento.

2.2. Títulos, Valores y Comentarios.

Teniendo en cuenta que las líneas en blanco son ignoradas, el resto, puede estar dentro de las categorías de **Título**, **Valores** o **Comentario**.

- Si la línea comienza con un "asterisco" (*) es considerada un comentario y es ignorada a los fines de definición de la estructura
- Si la línea tiene una única "palabra" y esta es una de las palabras reservadas como Título, la línea se considera un **Título**.
- Cualquier otro texto que contenga la línea se considera como **Valores**

Ejemplo:

```
* Estructura de Prueba
```

```
Nodos
```

* Nro	X	Y
1	0	0
2	5	0

```
Barras
```

* Nro	i	j
1	1	2

Las líneas en blanco son ignoradas, las líneas que comienzan con * se consideran **comentarios**, la línea "Nodos" y la línea "Barras" son **títulos** y el resto **Valores**.

2.2.1. Títulos

- Los títulos definen las diferentes secciones en el ingreso de datos, cada vez que se ingresa un título, todos los **valores** que se encuentren a continuación estarán referidos a dicho título, hasta que se encuentre otro título o se termine el texto.

En el ejemplo anterior, las líneas :

```
1      0      0
2      5      0
```

son líneas de valores referidas al título **Nodos**, en cambio, la línea :

```
1      1      2
```

se encuentra referida al título **Barras**. La siguiente Tabla muestra todos los títulos del lenguaje Pplan y su significado.

Título	Descripción
Unidades	Cambio de Unidades
Nodos	Ingreso/Modificación de Nodos
Barras	Ingreso/Modificación de Barras
Restricciones	Ingreso/Modificación de Restricciones
Materiales	Ingreso/Modificación de Materiales
Secciones	Ingreso/Modificación de Secciones
Asigna.M	Asigna Materiales a las Barras
Asigna.S	Asigna Secciones a las Barras
Cargas	Ingreso/Modificación de Cargas
Estado	Define el Estado a Ingresar
Cargas.B	Asigna Cargas a las Barras
Cargas.N	Asigna Cargas a los Nodos
Hipotesis	Define las Hipótesis a calcular
Hipotesis.A	Norma e Hipótesis para Acero
Sismo	Define las hipótesis sísmicas
Cálculo	Define el tipo de Cálculo a realizar.
Variables	Define variables a utilizar
Nodos(-)	Borra definiciones de Nodos
Barras(-)	Borra definiciones de Barras

2.2.2. Valores

Las líneas de Valores pueden tener uno o más campos, se considera un campo a cada "palabra" separada por uno o más espacios. Estas palabras son generalmente valores numéricos. Por ejemplo la siguiente línea de valores tiene 3 campos.

```
1  5.6      2.8+6
```

Los campos generalmente expresan valores numéricos. Estos valores pueden ingresarse de varias maneras diferentes. La siguiente tabla muestra algunos ejemplos.

Valor Ingresado	Valor Interpretado
12.05	12.05
0.1205e+2	12.05
.1205e+2	12.05
1205e-2	12.05
1,205e-2	12.05
12+0.05	12.05
2*6+5/100	12.05

También es posible incluir junto con los valores **Unidades** y **Variables**, como se verá mas adelante.

- Independientemente de la configuración que este utilizando en el sistema operativo, el programa asume el punto (.) como separación de decimales y la coma (,) para separar millares.

2.2.3. Comentarios

Toda línea que comienza con un asterisco (*) se considera un comentario y es ignorada en el momento de interpretar el texto. Además, para facilitar la documentación del ingreso de datos pueden incluirse comentarios en las líneas de Título y Valores, separando los mismos con el doble signo de dividir (/). Por ejemplo, las siguientes líneas son Títulos y Valores pero con comentarios en cada una de ellas:

```
Nodos           // Definición de Nodos
1   0   0       // Nodo sin articulación
2   5   0   1   // Nodo articulado

Barras          // A partir de aca, definición de Barras
1   1   2       // Barra Nro 1
```

2.3. Corregir y mensajes.

En cualquier momento del ingreso de datos es posible realizar una verificación de los mismos utilizando el comando "Corregir". A este comando se accede oprimiendo el botón derecho del mouse sobre el texto y seleccionando el comando del menú, o simplemente con la combinación de teclas **[CTRL]+[A]**.

- El proceso de corrección intenta interpretar el texto ingresado de acuerdo a la convención de líneas de Título, Valores y Comentarios. La corrección NO se interrumpe de encontrar algún error, por el contrario, continúa con el resto del texto informando en la zona de mensajes la interpretación realizada y los errores encontrados. Al finalizar la corrección, se informa en la parte inferior de la zona de mensajes el número de errores encontrados.

Para facilitar la lectura del texto ingresado, el proceso de corrección colorea los Comentarios, Títulos y Valores con colores diferentes. Estos colores pueden modificarse o anularse desde el menú (oprimiendo el botón derecho del mouse sobre el texto) en la opción "Otros". En la figura siguiente (Figura **¡Error! Argumento de modificador desconocido.**) se muestra la ventana de texto luego de la corrección, note las líneas coloreadas en el texto ingresado y la zona de mensajes con el texto interpretado.

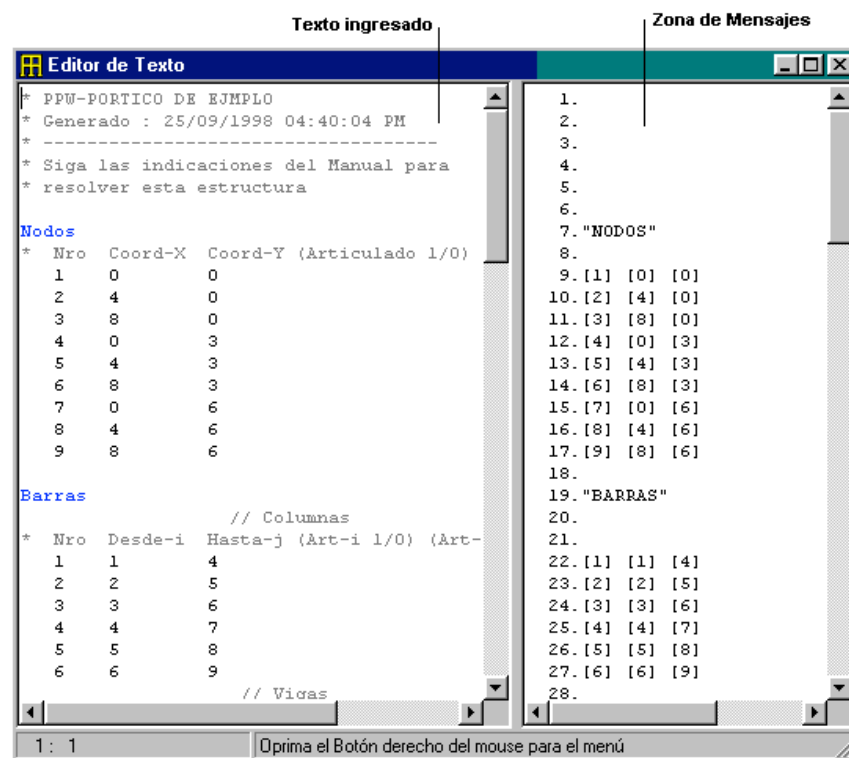


Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

2.3.1. Zona de Mensajes

La zona de mensajes muestra, luego de la corrección, el texto interpretado. Primero se informa el número de la línea, y luego la siguiente convención.

- **Comentarios.** Se muestran en blanco
- **Títulos.** Se muestra en mayúsculas y entre comillas (").
- **Valores.** Cada campo entre corchetes y con su valor interpretado.

Errores en el Texto.

Pueden producirse dos tipos básicos de errores en el Texto, Títulos o líneas de valores mal definidas, o líneas que a pesar de estar bien definidas, tienen algún error que impide su correcta interpretación.

Cuando al corregir se encuentran errores, la zona de mensajes los informa subrayándolos con color rojo, si el error se encuentra en la definición, se indican los campos que se esperaba obtener, si es otro tipo de error se indica el código de error y una pequeña descripción. La línea en donde se encuentra dicho error es ignorada y la corrección continúa con el resto del texto.

Generalmente un error provoca una serie de errores en el resto del texto, revise siempre la zona de mensajes de arriba hacia abajo, revisando primero, los errores ocurridos en primer lugar. En el ejemplo siguiente (Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.) se cometió un error al definir el primer nodo, poniendo el campo "art" luego de las coordenadas en la línea 9. La zona de mensajes indica este error aclarando los campos que espera encontrar bajo el título Nodos. Al haber un error en el nodo 1, este nodo es ignorado y surge el error en la definición de la barra 1 (línea 22), en este caso la línea fue ingresada correctamente pero el nodo 1 no existe y por lo tanto no puede usarse para definir la barra.

Corrigiendo el error en la definición del nodo 1, se arreglará el error de la barra 1.

Nodos				7. "NODOS"
* Nro	Coord-X	Coord-Y	(Articulado 1/0)	8.
1	0	0	art.	9. [1] [0] [0] [0/1]
2	4	0		10. [2] [4] [0]
3	8	0		11. [3] [8] [0]
4	0	3		12. [4] [0] [3]
5	4	3		13. [5] [4] [3]
6	8	3		14. [6] [8] [3]
7	0	6		15. [7] [0] [6]
8	4	6		16. [8] [4] [6]
9	8	6		17. [9] [8] [6]
Barras				18.
			// Columnas	19. "BARRAS"
* Nro	Desde-i	Hasta-j	(Art-i 1/0) (Art-	20.
1	1	4		21.
2	2	5		22. [1] [1] [4] (5)El Nodo i NO Existe
3	3	6		23. [2] [2] [5]
				24. [3] [3] [6]

Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

- Tanto los colores en el Texto Ingresado como los Errores en la zona de mensajes pueden desactivarse mediante el menú (oprimiendo el botón derecho del mouse sobre la zona de ingreso de texto) en la opción "Otros / Opciones del Texto".

2.4. Unidades

En el ingreso de la estructura es fundamental la interpretación numérica con sus unidades, por ejemplo, al ingresar como coordenada de un nodo el valor **5**, debe quedar perfectamente claro si son, **5** metros, **5** centímetros o alguna otra unidad. Existen tres magnitudes físicas diferentes para definir una estructura, Longitud, Fuerza, y Giros y dos formas diferentes de ingresarlas, en forma global o en forma explícita en cada valor.

- Si no se ingresan Unidades en forma global, y para un valor determinado, no se aclara su unidad en forma explícita, se considerará por defecto, los valores de **m** (metros), **t** (toneladas) y **g** (grados sexagesimales) según corresponda.

2.4.1. Unidades Globales

En cualquier línea del texto puede ingresarse el título Unidades y a continuación las líneas de valores indicando las diferentes magnitudes físicas. Estas líneas de valores tienen dos campos, el primero, una letra (F,L o G) según se trate de Fuerza, Longitud o Giro, y el segundo campo el factor que relaciona la unidad definida con las unidades básicas (t,m y g). Por ejemplo:

```
Unidades
F 1000      // Kg
```

Esta definición de unidades indica que a partir de este punto los valores ingresados como fuerza se encontrarán expresados en Kg, es decir, el programa los deberá dividir por el factor 1000 para obtener la unidad básica de fuerza que es la tonelada.

```
Unidades
F 1          // t
L 100        // cm
```

En este último caso se indica que se ingresará en toneladas las fuerzas, y en centímetros las longitudes. Cabe aclarar que, obviamente, también se modifican las unidades combinadas, en este último ejemplo los momentos se ingresarán en tcm (toneladas-centímetro).

- La definición de Unidades afecta los valores ingresados a partir de su definición hasta encontrar una nueva definición de Unidades o hasta el fin del texto.

2.4.2. Unidades explícitas

Cuando se desea expresar un valor en particular con unidades diferentes a las globales, puede aclararse explícitamente su Unidad. Las unidades explícitas válidas en el Pplan son:

Unidad	Valor
M	Metro
Cm	Centímetros
Mm	Milímetros
T	Toneladas
Kg	Kilogramos
Grad	Grados sexagesimales
Rad	Radianes

De esta manera para el ejemplo siguiente, el nodo 1 tiene coordenadas (5,2)m y el nodo 2 (5,3)m

Unidades
L 100 // cm

Nodos
1 5m 200
2 500 3m

Las Unidades explícitas pueden incluirse dentro de expresiones matemáticas, por ejemplo para definir una coordenada de 2.5 m puede ingresarse:

Nodos
1 2m+50cm 5m

Lo mismo ocurre para las unidades combinadas, por ejemplo para definir el módulo de elasticidad de un material en kg/cm² podrá ingresarse.

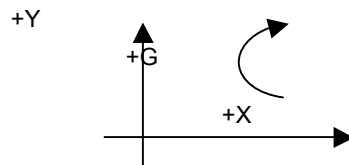
Materiales
1 300,000kg/cm² 0.00001

- Cuando utilice unidades explícitas, recuerde no dejar separación entre números y unidades. Además tenga en cuenta que, por ejemplo, **cm2** se tomará como un error, deberá ingresar **cm²** para centímetros cuadrados.

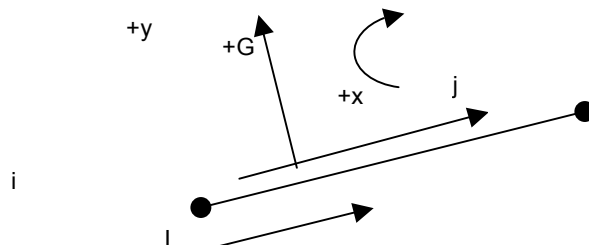
2.5. Convención de Signos

A diferencia de las Unidades, la convención de signos utilizada para el ingreso es única y no puede modificarse.

En el ingreso de la topología y cargas globales de la estructura, la convención es la siguiente.



Para el ingreso de cargas Locales a una barra, se utiliza la siguiente convención.



2.6. Convención de Títulos

En el detalle de cada título se utilizará una tabla resumen para facilitar su explicación de acuerdo a la siguiente convención.

TITULO	CAMPOS
	Valores esperados
	Ingreso Obligatorio y Grupos
	Magnitud Física

Campos. Son los campos esperados en las líneas de valores que sigan a continuación del título.

Valores esperados. Se indicará el tipo de valor esperado para el campo, las alternativas son

e>0	Número entero mayor a cero
R	Número real
1/0	El valor 1 o 0
A/B/C	Los valores A, B o C

Ingreso Obligatorio y Grupos. Las casillas con una X indicarán que dicho campo debe ingresarse, el resto es optativo. De haber letras en dichas casillas indicarán los grupos de ingreso obligatorio.

Magnitud Física. Es la magnitud física esperada para el campo puede ser L (longitudes) F (Fuerza) G (Giros) o una combinación de las mismas

Ejemplo

Restricciones	Nro	Rx	Ry	Rg	Co-X	Co-Y	Co-G	E-X	E-Y	E-G
	e>0 X	1/0 X	1/0 X	1/0 X	r AB L	r AB L	R AB G	r B F/L	r B F/L	R B F*L/G

En este ejemplo para el título Restricciones, se indica que las líneas de valores a continuación del título deben tener por lo menos 4(cuatro) campos, el primero un valor entero mayor a cero y los tres siguientes pueden ser de valor 1 o 0. Las letras A y B en el resto de los campos indican que son campos opcionales, pero o se ingresan todos los que contienen A o todos los que contienen B, en definitiva la línea puede tener 4, 7 o 10 campos, pero ninguna otra combinación. Los campos Co-X, Co-Y son longitudes Co-G son giros, E-X, E-Y se expresan en Fuerza/Longitud y E-G en Fuerza*Longitud/Giro

2.7. Nodos

Nodos	Nro	Cx	Cy	Art
	e>0 X	r X L	r X L	1/0 -

El título Nodos puede ingresarse en cualquier parte del texto, de existir previamente el nodo, se redefine con los nuevos valores.

Nro. Es el número a asignar al Nodo.

Cx. Coordenada en X del nodo.

Cy. Coordenada en Y del nodo.

Art. Articulado Si o No (1 ó 0)

- Los nodos deben ser definidos en orden creciente, aunque no es necesario que sean correlativos.
- No pueden definirse nodos coincidentes, es decir, dos nodos con las mismas coordenadas X e Y.

2.8. Barras

Barras	Nro	Ni	Nj	Art-i	Art-j	fl2
	e>0	r	r	1/0	1/0	r
	X	X	X	A	A	AB

El título Barras puede ingresarse en cualquier parte del texto, de existir previamente el Nro de Barra, se redefine la misma con los nuevos valores.

Nro. Número a asignar a la Barra.

Ni. Nodo inicial de la Barra.

Nj. Nodo final de la Barra.

Art-i. Articulada en su extremo inicial Si o No (1 ó 0)

Art-j. Articulada en su extremo final Si o No (1 ó 0)

fl2 Este valor, de ingresarse, se utilizará para dividir la longitud de la barra y obtener la longitud en la dirección secundaria. Esta longitud será utilizada para el cálculo de la relación L/r (siendo r el radio de giro de la sección), en el dimensionamiento en Acero. Vea el Dimensionamiento en Acero para mayor detalle.

- Las barras deben ser definidas en orden creciente, aunque no es necesario que sean correlativas.
- El Nodo inicial Ni y el Nodo final Nj deben haber sido definidos previamente.
- El Nodo inicial Ni siempre debe ser de menor numeración que el final (Nj).
- No puede definirse mas de una barra con los mismos nodos Ni y Nj

Ejemplos

Barras						
* Nro	Ni	Nj	(Art-I)	(Art-j)	(fl2)	
1	1	2				
2	3	4	1	0		
3	10	11	2			
4	10	15	1	1	1.5	

En el ejemplo la barra 1 se define desde el nodo 1 al 2. La barra 2 desde el nodo 3 al 4 articulada en el extremo del nodo 3. La barra 3 se define desde el nodo 10 al 11 y se indica que su longitud en la dirección secundaria es la mitad de su longitud total, es decir, existe un "rompetramos" en la mitad de la barra. La barra 4 esta articulada en ambos extremos y su longitud secundaria es su longitud total dividida 1.5

2.9. Restricciones

Restricciones	Nro	Rx	Ry	Rg	Co-X	Co-Y	Co-G	E-X	E-Y	E-G
	e>0 X	1/0 X	1/0 X	1/0 X	r AB L	r AB L	r AB G	r B F/L	r B F/L	r B F*L/G

El título Restricciones puede ingresarse en cualquier parte del texto, de estar previamente restringido un Nodo, se redefine con los nuevos valores.

Nro. Número del Nodo que se desea restringir.

Rx. Restringido en coordenada X Si o No (1 ó 0)

Ry. Restringido en coordenada Y Si o No (1 ó 0)

Rg. Restringido al giro Si o No (1 ó 0)

Co-X. Corrimiento del Nodo en la coordenada X

Co-Y. Corrimiento del Nodo en la coordenada Y

Co-G. Giro del Nodo.

E-X. Valor del resorte equivalente en la coordenada X

E-Y. Valor del resorte equivalente en la coordenada Y

E-G. Valor del resorte equivalente al giro

- El Nodo a restringir debe ser previamente definido.
- Para definir un cedimiento debe restringirse primero en dicha dirección
- Los valores de los resortes equivalentes son considerados siempre positivos
- Si un resorte, en una dirección tienen un valor distinto de cero, se considera el valor del resorte independientemente de la restricción ingresada en dicha dirección.
- Si un resorte, en una dirección tiene valor 0(cero), se considerará la restricción ingresada en dicha dirección.

2.10. Materiales

Materiales	Nro	E	CT
	e>0 X	r X F/L^2	r X

Materiales	Nro	E	CT	TIPO	Br	Bs	CRP	Filo
	e>0 X	r X F/L^2	r X	"H" ABC	r ABC F/L^2	r ABC F/L^2	r AB	0/1 C

Materiales	Nro	E	CT	TIPO	Sfi
	e>0 X	r X F/L^2	r X	"A" X	r X F/L^2

El título Materiales puede ingresarse de **tres** formas diferentes en cualquier parte del texto. De existir previamente el Nro a definir, el mismo se redefine con los nuevos valores.

Material Genérico

Cuando se define un material genérico se ingresan los valores mínimos para el cálculo. Las barras asignadas a dichos materiales **NO** podrán ser dimensionadas.

Nro. Número de Material a definir.

E. Módulo de elasticidad del Material

Ct. Coeficiente de dilatación térmica. Siempre en 1/Gc (grados centígrados)

Material Hormigón

Para poder dimensionar en Hormigón Armado, deberá definirse el material con los siguientes parámetros.

- Nro.** Número de Material a definir.
- E.** Módulo de elasticidad del Material
- Ct.** Coeficiente de dilatación térmica. Siempre en $1/Gc$ (grados centígrados)
- Tipo** El tipo de Material, se ingresa la letra "H" para hormigón
- Br** Deberá ingresarse el valor de Br (Valor característico del diagrama de tensión deformación del hormigón.)
- Bs** Deberá ingresarse el valor de Bs (Valor característico del diagrama de tensión deformación del acero)
- CRP** Opcionalmente puede ingresarse el Coeficiente de Reducción Plástica. Este factor entre 0 y 1 se aplicará a las rigideces de los extremos de la barra de este material. Un factor de 0(cero) corresponde a articular los extremos de la barra. Normalmente se ingresa como factor 0.85, de manera de disminuir el momento en los nodos y aumentar el momento en el tramo de la barra. De no ingresarse este valor se considerará un CRP=1, es decir sin disminución de rigideces.
- Filo** Normalmente se utilizan para el dimensionamiento los valores de momento en los extremos de la barra resultantes del cálculo, sin embargo puede ponerse el valor de Filo=1, de manera de considerar en el dimensionamiento, los valores del momento en el borde o filo interno de la barra. Esta reducción solo es considerada en el dimensionamiento, las solicitaciones obtenidas en el cálculo no se ven modificadas por este parámetro. El valor por defecto es Filo=0, es decir se dimensiona con los momentos resultantes del cálculo. (Vea Dimensionamiento en Hormigón para mas detalles)

Material Acero

Para poder dimensionar en Acero, deberá definirse el material con los siguientes parámetros.

- Nro.** Número de Material a definir.
- E.** Módulo de elasticidad del Material
- Ct.** Coeficiente de dilatación térmica. Siempre en $1/Gc$ (grados centígrados)
- Tipo** El tipo de Material, se ingresa la letra "A" para acero
- Sfl** Deberá ingresarse el valor de la Tensión de Fluencia del Acero a utilizar

- El número de Material debe ser correlativo, comenzando desde el nro 1.

Ejemplos

Materiales

* Nro	E	cT
1	300,000kg/cm ²	0.00001

En este ejemplo solo se definen las características mínimas del material necesarias para el cálculo. No podrán dimensionarse las barras asignadas a este material.

Materiales

* Nro	E	cT	(Tipo)	(Br)	(Bs)
1	300,000kg/cm ²	0.00001	H	175kg/cm ²	4,200kg/cm ²

En este caso es posible dimensionar en hormigón las barras asignadas a este material.

Materiales

* Nro	E	cT	(Tipo)	(Br)	(Bs)	(CRP)	(Filo)
1	300,000kg/cm ²	0.00001	H	175kg/cm ²	4,200kg/cm ²	0.85	1

En este ejemplo se ingresa un material definido como hormigón, se utilizará una reducción plástica con factor 0.85 para los extremos de barra que utilicen este material, y al dimensionar, se considerará el valor de momento a borde interno o filo en cada extremo de las barras de dicho material.

Materiales

```
* Nro E cT (Tipo) (Br) (Bs) (CRP) (Filo)
  1 300,000kg/cm^2 0.00001 H 175kg/cm^2 4,200kg/cm^2 0.85 1
* Nro E cT Tipo Sfl
  2 2,100,000kg/cm^2 0.00001 A 2,400Kg/cm^2
```

En este último ejemplo se definen dos materiales diferentes, uno Hormigón y el segundo Acero con una tensión de fluencia de 2,400Kg/cm².

2.11. Secciones

Secciones	Nro	F	J
	e>0	R	R
	X	X	X
		L^2	L^4

Secciones	Nro	Tipo	b	d	h	hp
	e>0	"R"	r	r	r	r
	X	X	X	X	X	X
			L	L	L	L

Secciones	Nro	Tipo	b	d	b0	d0	h	hp
	e>0	"T"	r	r	r	r	r	r
	X	X	X	X	X	X	X	X
			L	L	L	L	L	L

Secciones	Nro	F	J	Tipo	Código	Invertido
	e>0	r	r	e>0	e	"I"
	X	X	X	X	X	A
		L^2	L^4			

El título Secciones puede ingresarse en cualquier parte del texto, de **cuatro** maneras diferentes. De existir previamente el Nro a definir, el mismo se redefine con los nuevos valores.

Ingreso de Secciones genéricas.

El primer modo de ingreso permite definir secciones genéricas con los parámetros mínimos para el cálculo de la estructura.

Nro. Número de la sección a definir.
F. Area de la sección
J. Momento de Inercia de la sección

Ingreso de Secciones de Hormigón.

Este dos modos permiten ingresar secciones rectangulares y tipo "T". Al dimensionar en Hormigón Armado se utilizarán estos valores para las barras asignadas a dicha sección. El sistema determinará los valores de F y J de para el cálculo basado en las dimensiones ingresadas.

Nro Número de la sección a definir
Tipo La letra "R" para secciones rectangulares
b,d,h,hp Dimensiones según la figura.

Nro Número de la sección a definir
Tipo La letra "T" para secciones tipo "T"
b,d,b0,d0,h,hp Dimensiones según la figura.

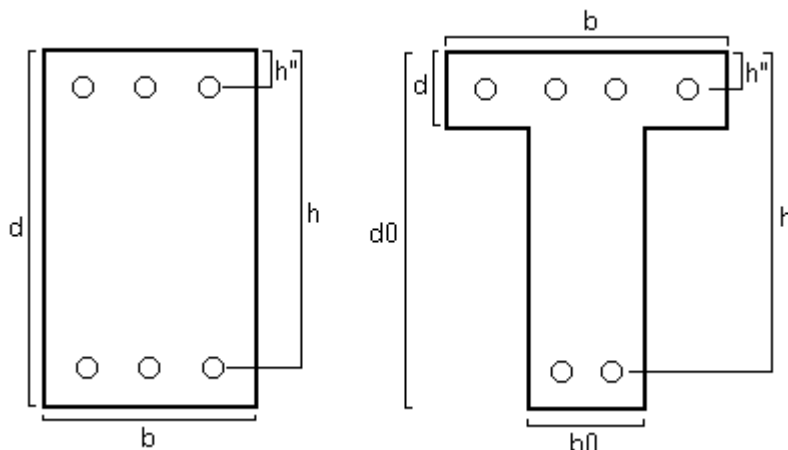


Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

Ingreso de Perfiles de Acero.

Este último modo permite el ingreso de Perfiles de Acero previamente definidos en la tabla de Perfiles, bajo la opción de Dimensionamiento del Menú.

Nro. Número de la sección a definir.
F. Área de la sección
J. Momento de Inercia de la sección
Tipo Tipo de Perfil metálico.
Código Código del Perfil metálico.
Invertir Solamente cuando se desea utilizar el perfil invertido, deberá ingresarse la letra "I" (i latina). En caso contrario deberá dejarse en blanco.

Cuando se definen los valores de Tipo y Código deberá ingresarse 0(cero) para el valor de F y el valor de J. Es decir, si se define el perfil de acero a utilizar **NO** deberán ingresarse los valores F y J pues los mismos surgirán de los valores de la tabla de perfiles.

Si **NO** se define el código de perfil (Código=0), deberán ingresarse valores para F y J para ser utilizados en el cálculo. Esto permite que al dimensionar en Acero las barras asignadas a esta sección sean predimensionadas para el tipo ingresado, buscando el código de sección dentro de dicho tipo que verifique el dimensionamiento. Por el contrario cuando se definen ambos valores de Tipo y Código el dimensionamiento en acero se hará para dicho perfil informando si verifica o no.

- El número de sección debe ser correlativo, comenzando desde el nro. 1.

2.12. Asigna Materiales

Asigna.M	Bd	Bh	M
	e>0 X	e>0 -	e>0 X

El título Asigna.M puede ingresarse en cualquier parte del texto, de haberse asignado previamente un material a la barra, se asigna el último valor definido.

Bd. Barra inicial a asignar.

Bh. Barra final a asignar

M. Nro del Material a asignar al rango de Barras.

- La Barra Bd debe haber sido definida previamente.
- Si se ingresa un rango (indicando el valor de Bh) la barra Bh debe haber sido definida previamente.
- El número de material debe haber sido definido previamente.
- Cuando se define un rango Bd y Bh, solo deben existir las barras Bd y Bh, el material será asignado a todas las barras intermedias que hayan sido definidas.

2.13. Asigna Secciones

Asigna.S	Bd	Bh	S
	e>0 X	e>0 -	e>0 X

El título Asigna.S puede ingresarse en cualquier parte del texto, de haberse asignado previamente una sección a la barra, se asigna el último valor definido.

Bd. Barra inicial a asignar.

Bh. Barra final a asignar

S. Nro de Sección a asignar al rango de Barras.

- La Barra Bd debe haber sido definida previamente.
- Si se ingresa un rango (indicando el valor de Bh) la barra Bh debe haber sido definida previamente.
- El número de sección debe haber sido definido previamente.
- Cuando se define un rango Bd y Bh, solo deben existir las barras Bd y Bh, la sección será asignada a todas las barras intermedias que hayan sido definidas.

2.14. Cargas

Cargas	Nro	Tpo	L1	L2	Q1	Q2	Ang
	e>0 X	1/5 X	r	r	r	r	r
Distribuidas		1			F/L		G
Trapezoidales		2	L	L	F/L	F/L	G
Fuerzas		3	L		F		G
Concentradas							
Momentos		4	L		F*L		
Concentrados							
Temperatura		5			Gc	Gc	

El título Cargas puede ingresarse en cualquier parte del texto, de existir previamente el Nro a definir, el mismo se redefine con los nuevos valores.

Nro. El número de carga a definir. Debe ser correlativo y comenzar desde el Nro 1.

Tpo. Tipo de carga. Puede ser 1,2,3,4 ó 5. (Vea la tabla anterior)

L1. De acuerdo al tipo de carga, la posición inicial de la misma.

L2. De acuerdo al tipo de carga, la posición final de la misma.

Q1. De acuerdo al tipo de carga, el valor inicial de la misma.

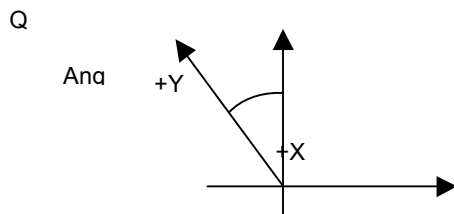
Q2. De acuerdo al tipo de carga, el valor final de la misma.

Ang. De acuerdo al tipo de carga su dirección y sentido

- El Número de carga debe ser correlativo, comenzando desde el nro 1.
- El tipo de carga solo puede tomar los valores 1,2,3,4 ó 5.
- Al definir longitudes las mismas se ingresan en % de la longitud total de la barra.
- El campo Ang. Indica el mismo valor de dirección y sentido para Q1 y Q2.

Campo Ang.

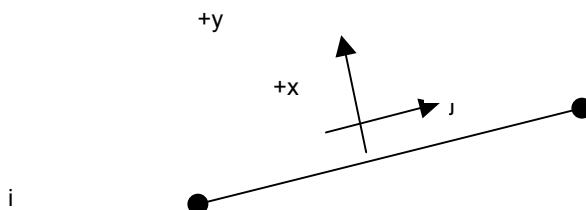
El campo Ang. (dirección y sentido de la carga) puede ser ingresado de varias formas diferentes. Si se ingresa un valor numérico, este valor es el ángulo en coordenadas globales que forma la carga con el eje +Y.



Para facilitar su ingreso puede definirse indicando la dirección y sentido en forma explícita de acuerdo a la siguiente tabla.

0	+Y
90	-X
180	-Y
270	+X

Si desea ingresar cargas cuyo ángulo este en función de la barra a cargar, puede expresar la dirección y sentido en coordenadas locales de la barra, agregando la letra L a la dirección.



Ejemplo:

Cargas						
* Nro	Tipo	(l1)	(l2)	(q1)	(q2)	(ang)
1	1			1		-Y
2	1			1		180
3	3	50		2		-YL
4	2	0	100	1	2	+X

Las cargas nro 1 y nro 2 son idénticas. Se trata de cargas distribuidas (tipo 1) en toda la barra, su dirección es el eje Y y su sentido es negativo. Por tratarse de coordenadas globales siempre actuarán de arriba hacia abajo independientemente de las barras a las que se le asigne la carga.

La carga nro 3 es una fuerza concentrada (tipo 3) en la mitad de la barra (50%) y su dirección y sentido fueron definidos en coordenadas locales, como perpendiculares a la barra de arriba hacia abajo (-YL)

La carga nro 4 es una carga distribuida trapezoidal (tipo 2) que ocupa la totalidad de la longitud de la barra (0% a 100%) y su dirección y sentido coinciden con el eje +X en coordenadas globales independientemente de las barras a las que se le asigne la carga.

- En coordenadas locales solamente pueden definirse las direcciones y sentidos principales, +XL, +YL, -XL y -YL. Si desea ingresar una carga en coordenadas locales con un ángulo diferente, deberá ingresar las proyecciones en las direcciones principales.

2.15. Estado

Estado	Nro
	e>0 X

El título Estado indica que estado se definirá desde su ingreso en el texto en adelante. Las cargas y barras que se ingresen a continuación se asignarán al estado definido.

Nro. Número de Estado.

- Solo pueden definirse estados correlativos comenzando desde el nro 1.

2.16. Cargas en Barras

Cargas.B	Bd	Bh	C
	e>0 X	e>0 -	e>0 X

El título Cargas.B puede ingresarse en cualquier parte del texto, de haberse asignado previamente una carga a la barra, **se agrega la nueva carga**.

Bd. Barra inicial a cargar.

Bh. Barra final a cargar

C. Nro de Carga a cargar al rango de Barras.

- La Barra Bd debe haber sido definida previamente.
- Si se ingresa un rango (indicando el valor de Bh) la barra Bh debe haber sido definida previamente.
- El número de carga debe haber sido definido previamente.
- Cuando se define un rango Bd y Bh, solo deben existir las barras Bd y Bh, la carga será asignada a todas las barras intermedias que hayan sido definidas.

2.17. Cargas en Nodos

Cargas.N	Nd	Nh	C-X	C-Y	C-M
	e>0 X	e>0 -	r X F	r X F	r X F*L

El título Cargas.N puede ingresarse en cualquier parte del texto, de haberse asignado previamente a un nodo cargas, **se agregan los nuevos valores de carga**.

Nd. Nodo inicial a cargar.

Nh. Nodo final a cargar

C-X. Fuerza en X a cargar en el Nodo

C-Y. Fuerza en Y a cargar en el Nodo

C-M. Momento a cargar en el Nodo

- El nodo Nd debe haber sido definido previamente.
- Si se ingresa un rango (indicando el valor de Nh) el nodo Nh debe haber sido definido previamente.
- Cuando se define un rango Nd y Nh, solo deben existir los nodos Nd y Nh, las cargas serán asignadas a todos los nodos intermedios que hayan sido definidos.
- Las direcciones y sentidos de las cargas son siempre en coordenadas locales.

2.18. Hipótesis

Hipótesis	Nro	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
	e>0 X	r X	r -	R -	r -	r -	r -	r -	r -	r -

El título Hipótesis solo puede ingresarse una única vez.

Nro. Número de hipótesis a definir. Debe ser correlativo y comenzar desde el nro 1.

F1 a F9. Factores que multiplican cada estado que interviene en la hipótesis definida.

- Los factores pueden ser negativos, indicando un cambio en el sentido de la definición de la carga
- No es necesario completar con factores 0(cero) los estados no definidos.

2.19. Sismo

Sismo	Nro	z	M-C	Q-C	M-V	Q-V
	e>0	r	r	r	r	r
	X	X	X	X	X	X

El título Sismo define los coeficientes a ingresar para el dimensionado con hipótesis sísmicas.

- Nro.** Número de hipótesis a definir. Debe haber sido definido en Hipótesis previamente.
- z** Factor z de acuerdo a la zona sísmica.
- M-C.** Factor por el cuál se multiplicarán los Momentos en las Columnas, (solamente al dimensionar)
- Q-C.** Factor por el cuál se multiplicarán los Cortes en las Columnas, (solamente al dimensionar)
- M-V** Factor por el cuál se multiplicarán los Momentos en las Vigas, (solamente al dimensionar)
- Q-V** Factor por el cuál se multiplicarán los Cortes en las Vigas, (solamente al dimensionar)

- Los factores pueden solamente serán aplicados en el dimensionamiento.
- Para mas detalle vea en el capítulo 8 la sección de Dimensionamiento Sismorresistente.

2.20. Cálculo

Cálculo	Orden	Tolerancia	FMC
	1,2	r	r
	X	A	A

El título Cálculo define el tipo de cálculo a realizar sobre la estructura. El programa puede realizar el cálculo en Primer Orden, o en Segundo Orden.

Orden. 1 ó 2 De acuerdo al tipo de cálculo a realizar.

Tolerancia. Valor entre 0.1 y 10 (1 por defecto).

FMC Debido a que el cálculo en segundo Orden no es lineal, podrá ingresarse un Factor de Mayoración de Cargas, de manera de obtener en las iteraciones intermedias las deformadas para cargas últimas y por lo tanto una mayor incidencia del segundo orden. Este factor solo se utiliza en las iteraciones intermedias, por lo tanto la deformada y las solicitaciones resultantes siguen siendo las de servicio. Por defecto FMC=1, normalmente se utilizan valores de 1,75 a 2.1

El cálculo en segundo Orden consiste en considerar la acción de las cargas en la estructura en su posición deformada. Para ello el programa resuelve inicialmente la estructura, calcula su posición deformada, y vuelve a calcular, teniendo en cuenta dicha deformación. Este proceso es un proceso iterativo que termina cuando se verifica la siguiente condición.

$$(Def[l-1] - Def[l]) \leq Tol/100 * (Def[0])$$

Es decir, cuando la diferencia entre la deformada máxima entre dos iteraciones es menor o igual a un determinado porcentaje de la deformada máxima inicial. Este porcentaje puede ingresarse como **Tolerancia**, de no ser ingresado se adopta el 1%.

- Si en dos iteraciones sucesivas la deformación de la estructura crece en valor absoluto, se considera que la misma es inestable, no puede calcularse, y se informa con un mensaje en pantalla.

2.21. Hipotesis.A

Hipotesis.A	Norma	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10
	e>0 X	r X	r -	r -	r -	r -	r -	r -	r -	r -	r -

Para el dimensionamiento en Acero es necesario definir la norma a utilizar y constantes para cada una de las hipótesis utilizadas en el cálculo. Este título debe ingresarse luego de definido el tipo de dimensionamiento (Título Dimensionamiento) y las hipótesis de cálculo. (Título Hipótesis).

Norma 1=DIN 2=CIRSOC

H1 a H10 Indican los factores para cada hipótesis definida. Dependen de la norma
Norma=1 (DIN). Puede ser 1=H ó 2=Hz
Norma=2 (CIRSOC). Factor de reducción de Sigma de fluencia del acero.

- Vea el capítulo de Dimensionamiento en Acero para mayor detalle.

2.22. Sacar Nodos

Nodos(-)	Nro
	e>0 X

El título Nodos(-) puede ingresarse en cualquier parte del texto.

Nro. Número del nodo a sacar.

- El nodo a sacar debe haber sido definido previamente.
- No pueden sacarse nodos que tengan alguna barra definida. En ese caso primero deberá sacar las barras que usan dicho nodo.

2.23. Sacar Barras

Barras(-)	Nro
	e>0 X

El título Barras(-) puede ingresarse en cualquier parte del texto.

Nro. Número de la barra a sacar.

- La barra a sacar debe haber sido definida previamente.

2.24. Variables

Variables	V	Vi
	Letra X	R X

El título Variables puede ingresarse en cualquier parte del texto.

V. Nombre de la variable

Vi. Valor que toma la variable.

- Las variables solamente pueden tener 1 letra
- Las variables m y t están reservadas como unidades explícitas y no pueden utilizarse.

Vectores.

Si bien cada variables puede tener una única letra, es posible definir subíndices de dichas variables o vectores. Este subíndice solamente puede ser un único dígito 0 a 9, puede ingresarse a continuación de la variable o entre signos de mayor y menor "< >". Si se utilizan signos de mayor y menor puede indicarse el subíndice como una expresión matemática, por ejemplo, todas las variables siguientes son idénticas:

- S1
- S<1>
- S<2-1>

2.25. Fórmulas, variables y Loop

Expresiones matemáticas y variables

Una de las características mas poderosas del lenguaje es la posibilidad de ingresar expresiones matemáticas en lugar de valores numéricos. Esto facilita la interpretación de los valores ingresados. Veamos el siguiente ejemplo.

```

Secciones
* Nro      F      J
  1      0.12    0.0016
  2      0.30*0.40  0.30*0.40^3/12
  
```

Las secciones 1 y 2 son idénticas, en el primer caso se ingresó los valores de F y J, en el segundo, la expresión matemática de F y J a partir de los valores de una sección rectangular de 0.30x0.40. Note cuanto más claramente queda expresado en el segundo caso.

- Recuerde que no debe separar los términos de una expresión matemática con espacios en blanco, de lo contrario se considerarán campos diferentes

Para hacer más evidente el ejemplo anterior podemos utilizar variables como en el ejemplo que sigue a continuación:

```

Variables
* Nombre  Valor_Inicial
  b      0.30    // base de la sección
  d      0.40    // altura de la sección

Secciones
* Nro      F      J
  1      0.12    0.0016
  2      0.30*0.40  0.30*0.40^3/12
  3      b*d      b*d^3/12
  
```

Ahora las tres secciones son idénticas, con el mismo valor de F y J.

Como se vio en el punto 2.4.2 Unidades explícitas, podemos definir las unidades en forma más conveniente

Variables

* Nombre	Valor_Inicial
b	30cm
d	40cm

Secciones

* Nro	F	J
1	0.12	0.0016
2	0.30*0.40	0.30*0.40^3/12
3	b*d	b*d^3/12

Nuevamente las tres secciones son idénticas.

- En la zona de mensajes siempre podrá ver el resultado de la expresión matemática

Loop

Muchas veces las definiciones de nodos, barras y cargas siguen una secuencia matemática. Para facilitar este ingreso, es posible utilizar la función **Loop** que se define de la siguiente manera:

Loop [v] [vi] [vf] [salto]

V Variable a iterar
vi Valor inicial
vf Valor final
salto optativo, (1 por defecto). Es el valor en que se incrementa la variable.

- La primer línea de valores a continuación de la línea de definición del Loop, será ejecutada para la variable **v** con el valor **vi** y luego **vi+salto**, **vi+salto*2**, etc. hasta que **vi** alcance el valor de **vf**.

Si por ejemplo, se desea definir 5 nodos sobre una recta en Y, separados 2 metros cada uno, se debe ingresar:

Nodos

* Nro	Coord_ X	Coord_ Y
1	0	0
2	0	2
3	0	4
4	0	6
5	0	8

Utilizando la función Loop podemos ingresar

Nodos

```
* Nro Coord_ X Coord_ Y
Loop i 1 5
    i      0      (i-1)*2
```

En el ejemplo siguiente se desean definir las barras 1,3,5,7,9 de la siguiente manera:

Barras

Nro	Desde-i	Hasta-j	(Art-i 1/0)	(Art-j 1/0)
1	2	3		
3	4	5		
5	6	7		
7	7	9		
9	10	11		

Utilizando la función Loop podemos ingresar

```
Barras
Loop b 1 10 2
  Nro Desde-i Hasta-j (Art-i 1/0) (Art-j 1/0)
  b      b+1      b+2
```

En este caso la variable b adopta los valores 1,3,5,7 y 9 debido a que se definió el valor inicial como 1 y el salto con valor 2, y el valor final de la variable como valor 10. Deberá notar que el valor de la variable **nunca** supera el valor final definido.

Loop anidado

Es posible definir dos Loops consecutivos uno a continuación del otro, en ese caso la línea de valores a continuación del segundo Loop se ejecutará tantas veces como indique el primer Loop, y para cada una de esas veces, tantas veces como indique el segundo Loop. En el ejemplo siguiente ambas definiciones producen el mismo resultado

```
Nodos
* Nro Coord_X Coord_Y
  1    11     10
  2    12     20
  3    21     10
  4    22     20
  5    31     10
  6    32     20

Nodos
loop i 1 3
  loop j 1 2
  * Nro Coord_X Coord_Y
    (i-1)*2+j i*10+j j*10
```

- En la zona de mensajes, luego de la corrección, puede verificar el resultado del Loop, en donde figurará cada línea generada con sus valores.

Referencia de funciones

	Detalle	Ejemplo	Resultado
+	Suma	3+2	5
-	Resta	5-2*(-3+4)	3
*	Producto	3*2	6
/	División	8/2	4
^	Exponente	2^3	8
!	Factorial	4!+5	29
Int	Parte entera	INT(Pi)	3
ABS	Valor Absoluto	ABS(5-3^2)	4
Pi	Pi	1+Pi	4.14159..
Sin,Cos	Seno y Coseno	sin(1.5)^2+cos(1.5)^2	1
Sec,Csc	Secante y Cosecante	Cos(1.5)*Sec(1.5)	1
Asin,Acos	ArcoSeno y ArcoCoseno	Asin(1)+Asin(0)	3.14159..

2.26. Funciones Especiales

Además de las funciones matemáticas y trigonométricas de la tabla anterior es posible utilizar funciones especiales que hacen referencia los valores de la estructura ingresada. Estos valores dependen del lugar en que se ingresan, por ejemplo, Cno es la cantidad de nodos ingresados, pero su valor varía dependiendo del lugar en que se ingrese en el editor de textos.

	Detalle	Ejemplo	Resultado
CoX	Coordenada X de un Nodo	CoX(5)	3.02
CoY	Coordenada Y de un Nodo	CoY(2+4)	4.50
Nno	Número del último Nodo	Nno+1	5
Cno	Cantidad de Nodos definidos	Cno	245
Nba	Número de la última Barra	Nba*2	45
Cba	Cantidad de Barras definidas	Cba	567

2.27. Comandos del procesador de Textos

El funcionamiento del editor de textos es similar a cualquier procesador de palabras, las características y funciones mas comunes son:

Teclas	Descripción
Cursores	Se mueve dentro del texto
Ins	Modo de inserción/reemplazo del texto
Av.Pág	Página siguiente
Re.Pág	Página anterior
Ctrl+Inicio	Principio del texto
Ctrl+Fin	Fin del texto
May+Cursores	Pintan el texto
Ctrl+Ins	Copia el texto pintado
May+Ins	Pega el texto pintado
Alt+Backspace	Deshace la última operación (undo)
TAB	Posiciona el cursor bajo la siguiente columna de texto de la línea anterior

- Recuerde que al oprimir el botón derecho del mouse sobre el texto podrá acceder al menú de opciones del mismo

3. Opciones del Programa PPlan

En este capítulo podrá ver en detalle todas las opciones del programa PPlan

3.1. Proyectos

Como se aclaró en capítulos anteriores, todos los proyectos consisten en un único archivo de texto formado por el nombre del proyecto y la extensión PPW. Un proyecto puede comenzarse desde un texto en blanco, generarse a partir de un modelo definido o desde otro proyecto previamente generado.

- En ningún caso es necesario aclarar la extensión PPW del proyecto. El programa agrega dicha extensión en forma automática.

3.1.1. Nuevo

Este comando permite crear un nuevo proyecto, primero deberá especificar el nombre y lugar del disco en donde desea guardarlo, por defecto se le sugerirá el subdirectorio "Proyectos" dentro del directorio en donde haya instalado el programa.

Luego de ingresado el nombre del proyecto, tendrá la opción de generar un proyecto en blanco o un pórtico.

Proyecto en blanco

Simplemente generará un archivo de texto con todos los títulos y comentarios para que comience el ingreso de una nueva estructura.

Pórtico

Una serie de diálogos le permitirán definir un pórtico básico, y luego, el programa creará el texto con las definiciones necesarias para generar dicho pórtico. A partir de este punto podrá continuar modificando y agregando definiciones en el texto hasta obtener la estructura deseada.

3.1.2. Abrir

El comando abrir le permite seleccionar el proyecto con el cuál desea trabajar y cargar su definición en la ventana de texto. Simplemente seleccione del diálogo, el archivo PPW a abrir.

3.1.3. Proyectos Pplan_I DOS

Dentro del comando abrir es posible seleccionar viejos proyectos realizados en la versión DOS del Pplan_I, como indica en la Figura **¡Error! Argumento de modificador desconocido..** Si selecciona la opción de Tipos de Archivo Pplan_I (TXT) podrá ver la lista en el directorio que indique de dichos proyectos.

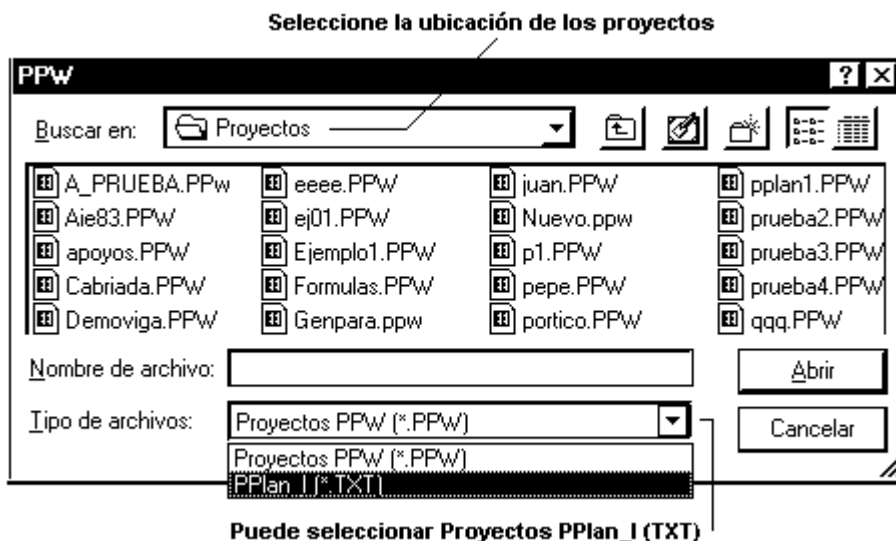


Figura **¡Error! Argumento de modificador desconocido.**

Al abrir un proyecto Pplan_I DOS, el programa, previa verificación, le permitirá convertirlo en el nuevo formato PPW. La conversión asume que el proyecto anterior era válido y estaba correctamente definido. Si bien la conversión no es completa, se deja como comentario las líneas no convertidas de manera de facilitar su posterior conversión manual.

- El nuevo proyecto tendrá el mismo nombre que el proyecto Pplan_I pero con la nueva extensión PPW. El nuevo proyecto será grabado en el mismo directorio en donde se encontraba el proyecto viejo.

3.1.4. Guardar y Guardar Como

- Cada vez que el proyecto se corrige, el programa guarda en el disco el proyecto en forma automática.

Si ud. lo desea, puede guardar el proyecto con otro nombre en cualquier momento, utilizando la opción de "Guardar Como". Se le preguntará el nombre del nuevo proyecto y su ubicación dentro del disco. Esta opción permite generar distintas alternativas a proyectos o generar un nuevo proyecto a partir de uno anterior.

3.2. Imprimir

El programa Pplan permite imprimir los datos y resultados del proyecto en cualquier tipo de impresora o dispositivo de salida (Plotter, Fax, etc) que se encuentre instalado previamente en Windows.

3.2.1. Secciones a Listar

Existen cuatro secciones básicas a listar

- Geometría
- Cargas
- Desplazamientos y Reacciones
- Solicitaciones

El programa determina que secciones están disponibles de acuerdo al estado de corrección del programa. La **Geometría** siempre se encuentra disponible para ser listada, las **Cargas** solamente si se han definido las hipótesis en el texto. Los **Desplazamientos y Reacciones** y las **Solicitaciones** se encuentran disponibles solamente si la estructura se ha calculado previamente. Cualquiera sean las opciones disponibles Ud. puede seleccionar cuales de estas secciones desea listar.

3.2.2. Destinos de la impresión. Pantalla

Además de la opción de imprimir en papel, el programa cuenta con la posibilidad de ver una imagen de la impresión primero por pantalla. Es posible ver hoja por hoja una copia fiel del listado definitivo, ampliarlo para ver detalles o imprimir una hoja en particular.

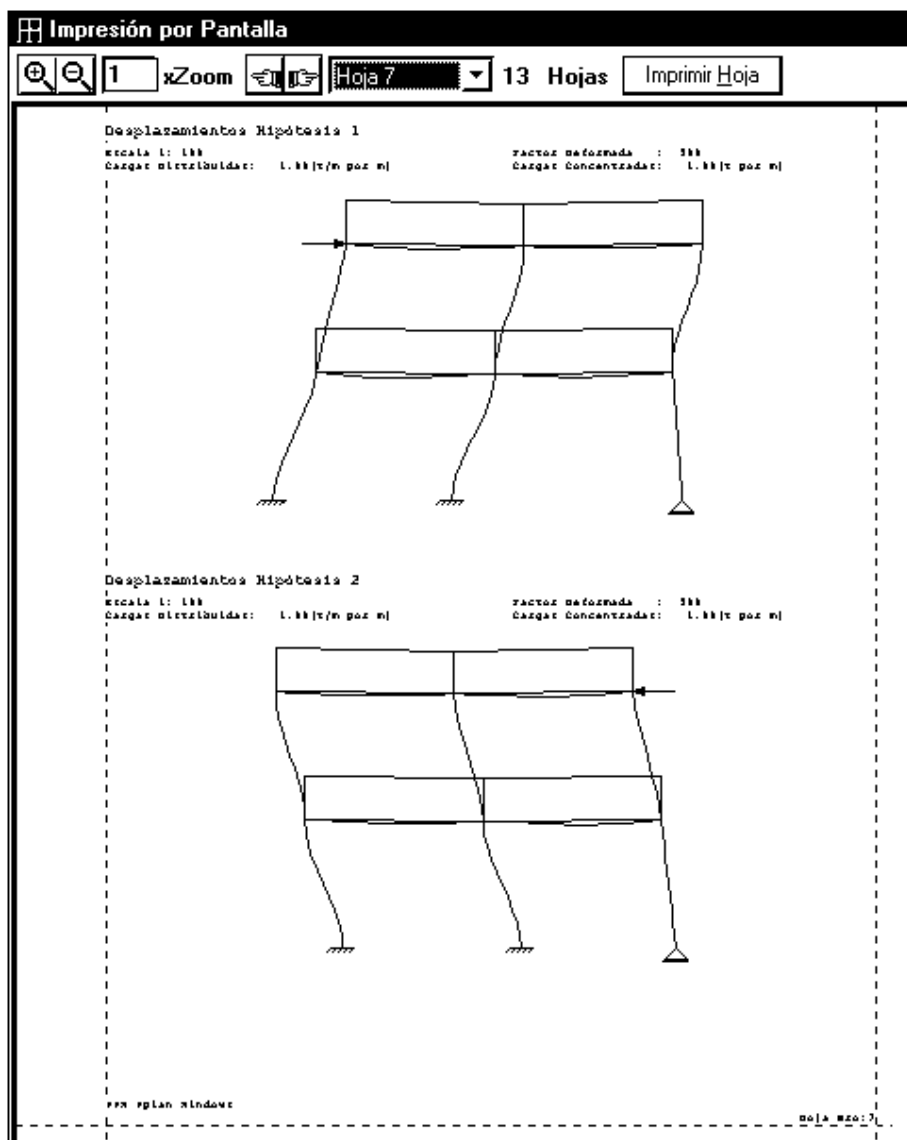


Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

- Debido a la gran cantidad de información que es posible imprimir y las distintas posibilidades de configuración de la impresión, es recomendable ver el listado en pantalla, y solo imprimirlo en papel, cuando haya configurado el listado de acuerdo a sus requerimientos.

3.2.3. Configuración Básica

La configuración básica, consiste en determinar además de las secciones a imprimir, el encabezado y pie de cada página, los márgenes y el tipo de impresora y letra a utilizar.

- Todas las modificaciones realizadas a la configuración básica, son recordadas por el sistema para futuros listados.

En la opción de encabezado tiene la posibilidad de incluir dentro del texto, la palabra [proyecto] entre corchetes, de esta manera dicha parte del texto será reemplazada por el nombre del proyecto en cada ocasión.

3.2.4. Configuración del Listado

Cada sección del listado tiene opciones de impresión que puede configurar oprimiendo el botón **Configurar Parámetros**, si bien las opciones son diferentes para cada sección su significado general es el siguiente.

Unidades

Es posible modificar las unidades con las cuales se imprimirán los valores en cada sección del listado. Puede elegir algunas de las unidades básicas o ingresar cualquier unidad que desee, indicando el factor y el texto que representa a la unidad. Los factores están referidos a las unidades básicas, metro, tonelada y radianes.

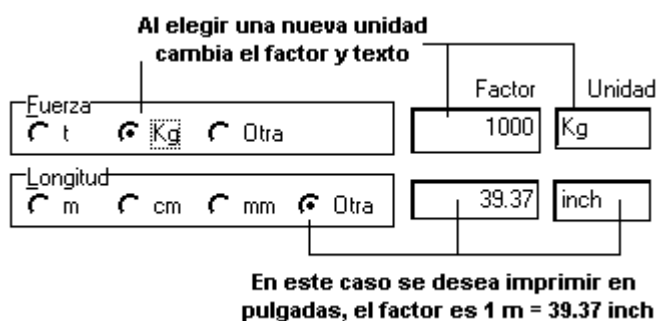


Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

Dibujar. Escala del Dibujo

En cada sección se puede determinar si se desea incluir un dibujo y su escala. Por defecto la escala se encuentra con valor 0 (cero) indicando al programa que la calcule en forma automática de acuerdo al tamaño de la zona reservada para el dibujo. El programa estima esta escala de manera que pueda ser visualizada en su totalidad, y luego la recalcula en múltiplos de 25, ej. 1:100, 1:125, 1:150 etc. Si lo desea puede ingresar manualmente la escala con la que quiere graficar la estructura, la misma puede ser diferente en cada sección del listado.

Dibujar. Altura en líneas

Por defecto el programa utiliza toda la hoja disponible para los dibujos de la estructura en cada sección, si lo desea puede cambiar la altura reservada para el gráfico, indicando la cantidad máxima de líneas que desea que ocupe. Con los márgenes normales de una hoja carta, esta tiene aproximadamente 60 (sesenta) líneas, por lo tanto ingresando en esta casilla el valor de 30 líneas se obtendrán un gráfico ocupando media hoja.

Dibujar. Escala de Solicitaciones.

En la sección de solicitaciones es posible determinar la escala con la cuál se desea dibujar las mismas. El valor 0(cero) calculará la escala en forma automática de manera que el valor máximo tenga una longitud aproximada del cuarto de la longitud de las barras promedio de la estructura. Ud. puede especificar el valor con el que desea graficar las solicitaciones.

Si, por ejemplo, ingresa en la escala de momentos el valor 5(cinco) estará indicando que un valor de 5tm de momento se vea graficado de 1metro de longitud de la estructura.

- Todos los valores de Unidades y Escalas, sean calculados en forma automática por el programa o ingresados manualmente, quedan impresos en cada sección.

Restaurar valores originales.

El botón **Restaurar valores originales** pone todas las opciones y parámetros en sus valores por defecto, perdiendo cualquier modificación que haya realizado.

3.2.5. Elástica y Flecha máxima

Entre las opciones que pueden seleccionarse se encuentra la posibilidad de imprimir la elástica en los 11 puntos de cada barra y la flecha máxima de cada una de ellas.

Elástica.

La elástica en un punto de la barra, se define como la distancia entre la posición original y la deformada de dicho punto, medida en la dirección perpendicular a la barra en su posición original.

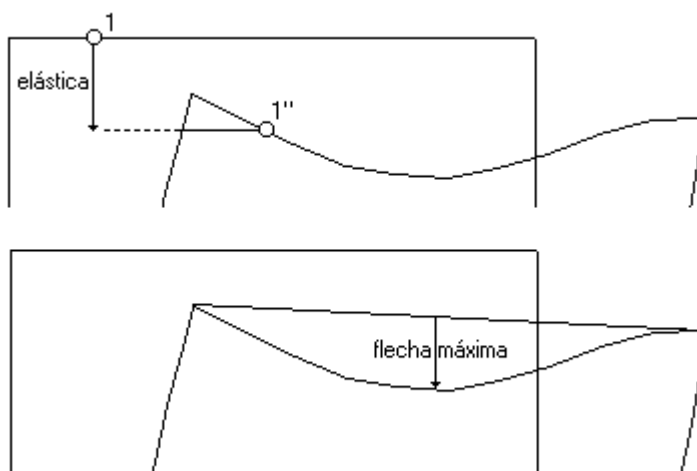


Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

Flecha máxima.

Es la máxima distancia entre la posición de la barra deformada y su línea de cierre, medida en la dirección perpendicular a la posición original de la barra.

3.3. Gráfico

La ventana de gráfico permite verificar el ingreso de la estructura, sus secciones y cargas, así como también visualizar los resultados en forma de diagrama. A las opciones de esta ventana se accede a través de los botones rápidos, el menú (oprimiendo el botón derecho del mouse sobre el gráfico) o las teclas rápidas de acuerdo a la siguiente tabla.

Comando	Teclas	Icono
Zoom+	[CTRL]+[Z]	
Zoom -	[CTRL]+[Y]	
Sacar Zoom	[CTRL]+[R]	
Numerar Nodos	[CTRL]+[N]	
Numerar Barras	[CTRL]+[B]	
Ver secciones	[CTRL]+[S]	
Cargas en Barras	[CTRL]+[C]	
Cargas en Nodos	[CTRL]+[O]	
Deformada	[CTRL]+[D]	
Momentos	[CTRL]+[M]	
Normal	[CTRL]+[L]	
Corte	[CTRL]+[T]	
Giros	[CTRL]+[G]	
Animación	[CTRL]+[A]	
Copiar al Portapapeles	[CTRL]+[INS]	

3.3.1. Zoom

Permite ampliar la estructura para ver algún detalle en particular de la misma

3.3.2. Numeración de Nodos y Barras

Si lo desea puede numerar los nodos y/o las barras, para facilitar la identificación de las mismas.

3.3.3. Secciones

Dibuja la sección rectangular equivalente, de acuerdo a los valores de F y J asignados a cada barra. La parte visible de las barras es el valor de la dimensión con la cuál se calcula el J(momento de inercia) de la sección.

En el caso de existir barras sin sección asignadas las mismas serán dibujadas en rojo permitiendo una rápida identificación.

3.3.4. Hipótesis

Selecciona alguna de las hipótesis de cálculo ingresadas. Si la estructura se encuentra calculada y hay más de una hipótesis también se podrá seleccionar como hipótesis la envolvente.

3.3.5. Cargas

Las funciones de gráfico de cargas en barras y nodos, grafican en escala relativa las cargas de la hipótesis seleccionada. No es posible graficar las cargas si se selecciona como hipótesis la envolvente.

Por escala relativa se entiende que si una fuerza tiene el doble de valor que otra, será dibujada del doble de tamaño en pantalla que la segunda. La escala es calculada con la mayor de todas las cargas en todas las hipótesis. Es posible modificar el factor de escala relativa de cargas en la casilla correspondiente.

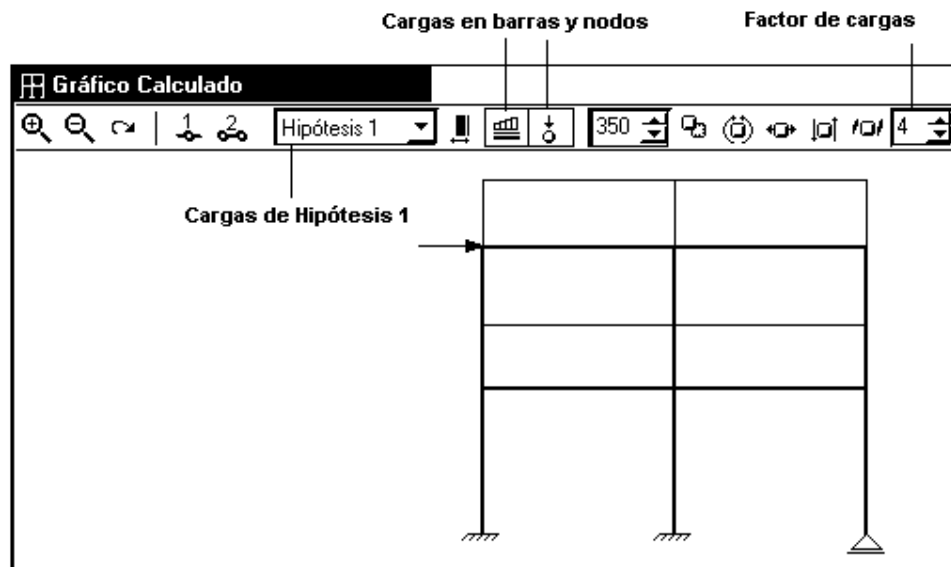


Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

3.3.6. Deformada

Si la estructura se encuentra calculada esta opción estará habilitada. El factor de deformación puede modificarse en la casilla correspondiente. No puede graficarse la deformada cuando la hipótesis envolvente esta seleccionada.

3.3.7. Solicitaciones

Si la estructura se encuentra calculada pueden graficarse los diagramas de Momento, Normal, Corte y Giros. Los diagramas pueden realizarse tanto para alguna de las hipótesis como para la envolvente. Al igual que en las cargas la escala de solicitaciones es relativa, y el factor puede modificarse siendo el mismo que el de las cargas.

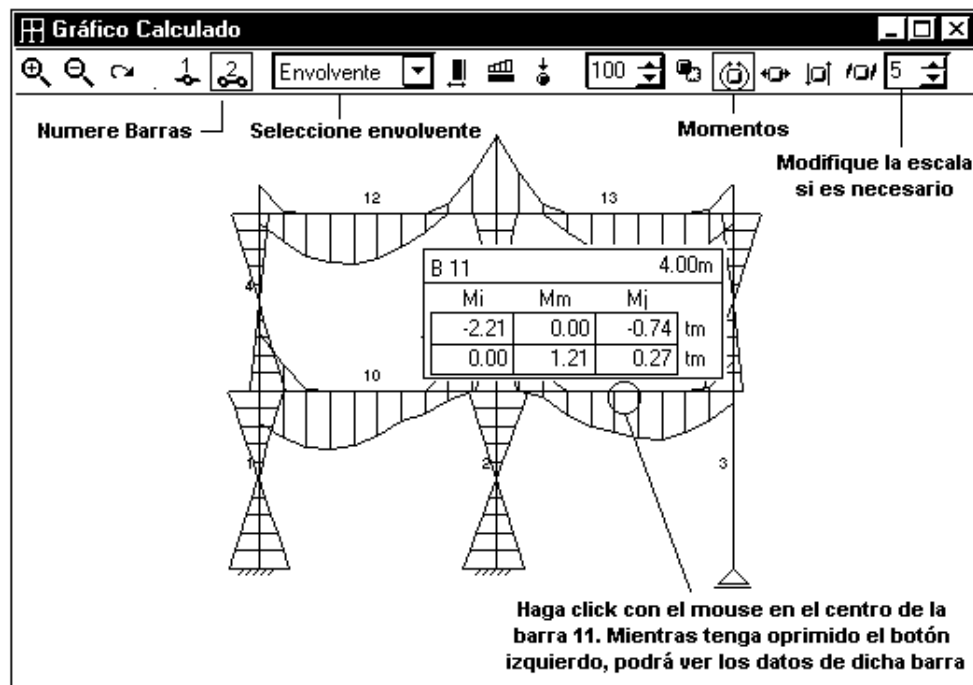
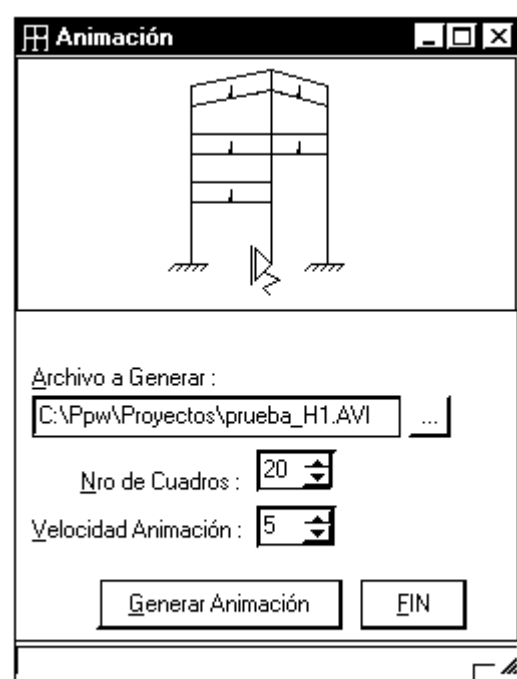


Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

Junto con los diagramas puede verificar los valores característicos de cada barra, haciendo un click con el mouse en el centro de la misma. Si realiza un click sobre un nodo restringido podrá verificar los valores de las reacciones para la hipótesis seleccionada.

3.3.8. Animación

El Pplan puede generar una animación de la estructura desde su posición original a su posición deformada. Grafique primero la deformada para la hipótesis y el factor de deformación deseado, puede, también, incluir las cargas en las barras y/o en los nodos. Ejecute la función de animación, verá un diálogo como el siguiente.(Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.)



Si lo desea primero modifique el tamaño final de la animación.

Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

Primero decida el tamaño de la animación agrandando o achicando la ventana, el nombre sugerido para la animación será el del proyecto mas el número de hipótesis. Las opciones de Nro de cuadros y Velocidad de animación le permitirán generar distintas alternativas. Oprima el botón de **Generar Animación**, primero se redibujarán los diferentes cuadros y luego de unos segundos aparecerá en el mismo diálogo la estructura animada. Recuerde que la animación se graba en el disco con el nombre seleccionado. Todas las animaciones son archivos estándar AVI de Windows. Desde el sistema operativo puede verificarlo haciendo doble click con el mouse sobre cualquiera de estos archivos, o abriéndolos con el programa de Windows "Reproductor Multimedia".

- Si antes de realizar la animación, hace un zoom de la estructura, podrá realizar la animación solo de la parte seleccionada.

3.3.9. Copiar al Portapapeles.

En cualquier momento es posible copiar al portapapeles (ClipBoard en inglés) la imagen que se esté visualizando. Simplemente oprima el botón o la combinación de teclas correspondiente y luego desde su programa favorito utilice la opción "Edición /Pegar" para obtener una copia de la imagen.

3.4. Tablas

Las opciones de tablas del menú principal permiten visualizar los datos y resultados en forma numérica. Para las opciones generales de manejo operativo de estas tablas vea el capítulo 1.

3.4.1. Nodos Barras y Restricciones

Estas tablas permiten ver los valores numéricos de la estructura después de la última corrección o del cálculo. Si la estructura se encuentra calculada podrá verificar además los valores numéricos de los resultados. En la tabla de Nodos los corrimientos de cada uno de ellos, en la tabla de Restricciones las reacciones de vínculos y en la tabla de barras los valores de las solicitaciones en los extremos y 10 puntos intermedios. (vea la Figura **¡Error! Argumento de modificador desconocido.**)

Barras							
Nro	Ni	Nodo j	Art. i	Art. j	Sección	Material	
1	1	4	No	No	1	1	
2	4	7	No	No	1	1	
3	7	10	No	No	1	1	
4	2	5	No	No	1	1	

Hip.	0.00m	0.40m	0.80m	1.20m	1.60m	2.00m	2.40m	2.80m	3.20m	3.60m	4.00m
H 1	0.00	0.06	0.11	0.17	0.23	0.28	0.34	0.39	0.45	0.51	0.56
H 2	0.00	0.05	0.09	0.14	0.18	0.23	0.27	0.32	0.36	0.41	0.45
H (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H (+)	0.00	0.06	0.11	0.17	0.23	0.28	0.34	0.39	0.45	0.51	0.56

14 Barras
Barra : 4 4.00 m

E 3000000 t/m2
F 0.0400 m2
J 0.000133 m4

☒ M[tm]
☐ N[t]
☐ Q[t]

Figura **¡Error! Argumento de modificador desconocido.**

3.4.2. Materiales y Secciones

Permiten verificar los materiales y secciones definidas en el Texto luego de la corrección.

3.4.3. Cargas en Barras y Nodos

Con estas tablas es posible verificar las cargas (por estado) asignadas a cada una de las barras y de los nodos, luego de realizada la corrección del texto.

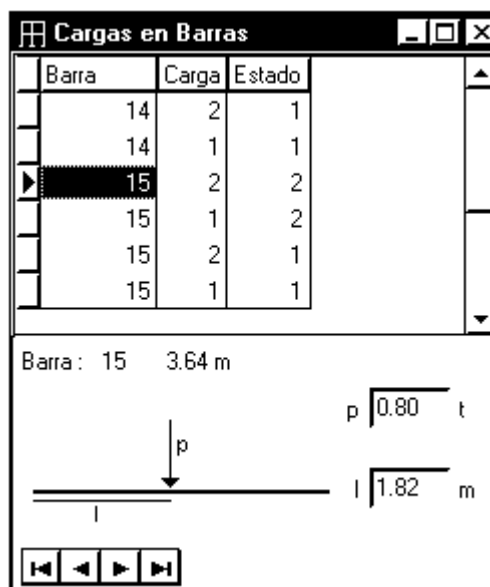


Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

3.4.4. Sincronización entre Tablas y Gráfico

Si tiene abierta la tabla de barras y/o la de nodos al mismo tiempo que la vista del gráfico, cada vez que realice un click sobre el centro de una barra, la tabla de barras se posicionará en la barra marcada en el gráfico. Lo mismo ocurre al hacer un click sobre un nodo, la tabla de nodos se posiciona en el nodo marcado. Esto facilita, buscar barras y nodos para ver sus valores numéricos de datos y de resultados.

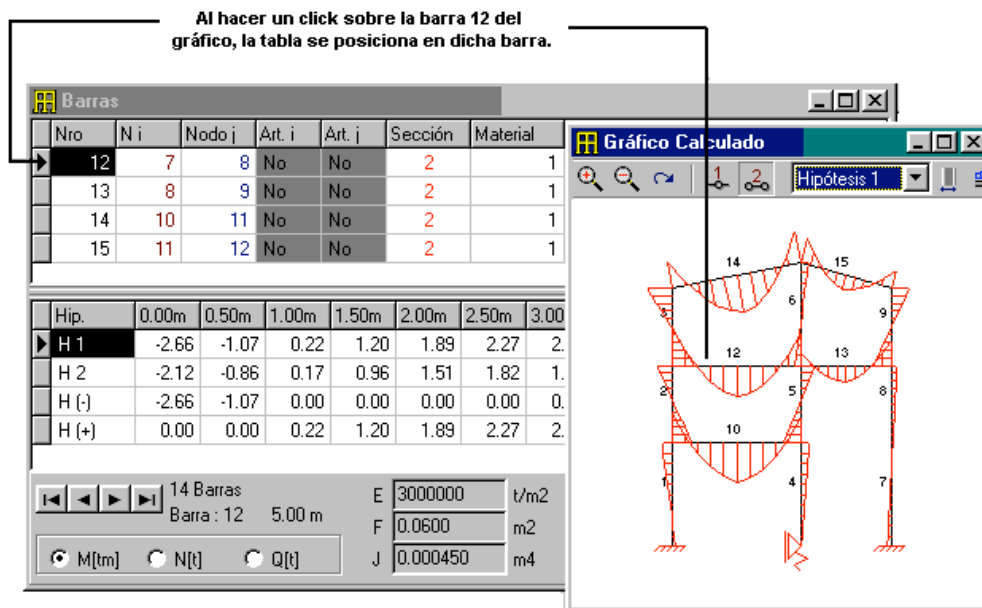


Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

3.5. Cálculo

Al intentar calcular la estructura, el programa primero verifica que la misma este corregida sin errores, en caso contrario lo informa. El cálculo se realiza en forma automática para todas las hipótesis, la duración del mismo, depende de la cantidad de nodos, barras e hipótesis que se hayan definido, de todas maneras suele durar solo algunos segundos.

3.5.1. Primer y Segundo Orden

El cálculo en segundo Orden consiste en considerar la acción de las cargas en la estructura en su posición deformada. Para ello el programa resuelve inicialmente la estructura, calcula su posición deformada, y vuelve a calcular, teniendo en cuenta dicha deformación. Este proceso es un proceso iterativo que termina cuando se verifica la siguiente condición.

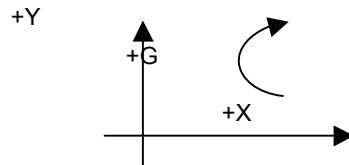
$$(Def[l-1] - Def[l]) \leq Tol/100 * (Def[0])$$

Es decir, cuando la diferencia entre la deformada máxima entre dos iteraciones es menor o igual a un determinado porcentaje de la deformada máxima inicial. Este porcentaje puede ingresarse como **Tolerancia**, de no ser ingresado se adopta el 1%.

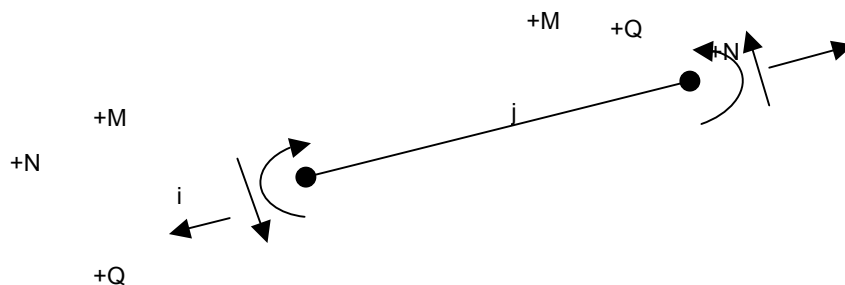
- Si en dos iteraciones sucesivas la deformación de la estructura crece en valor absoluto, se considera que la misma es inestable, no puede calcularse, y se informa con un mensaje en pantalla.

3.5.2. Convención de signos en los resultados

Para desplazamientos y reacciones la convención es la siguiente.



En solicitaciones, se utiliza la siguiente convención. Recuerde que la barra siempre debe verse con el nodo i (desde) a la izquierda. El nodo i de una barra es el de menor numeración independiente de su posición en la estructura.



3.5.3. Errores de cálculo

Debido a que el programa verifica la integridad y consistencia de los datos antes de calcular, solo pueden producirse cuatro tipos de errores durante el cálculo. Error de memoria, mecanismos o de ancho de banda.

Error de memoria.

En los sistemas operativos Windows 95/98 o NT es muy difícil que esto suceda, de todas maneras el sistema lo verifica al intentar reservar la memoria necesaria para el cálculo. Si llegara a ocurrir este error, cierre cualquier otro programa que tenga abierto en ese momento, verifique la capacidad libre de su disco rígido y luego intente nuevamente.

Mecanismos

El sistema resuelve estructuras Isoestáticas e Hiperestáticas pero no puede resolver mecanismos. Para facilitar la identificación de mecanismos parciales el programa la informará el nodo en el que se produce el primer mecanismo encontrado. Tenga en cuenta que el programa puede encontrar falsos mecanismos, esto sucede cuando la diferencia una de las barras de la estructura es del orden de 100,000 veces menos rígida que cualquier otra, en estos casos revise las asignaciones de materiales y secciones, seguramente tendrá un error.

Ancho de Banda.

Por razones de memoria y precisión en el cálculo, el ancho de banda de una estructura está limitado. (vea en el capítulo 1, los alcances y limitaciones del programa). El ancho de banda de una estructura es la mayor diferencia numérica entre los nodos de las barras definidas. Considere que esta diferencia se realiza con la numeración interna de nodos y no con el número asignado al ingresarlos. Por ejemplo:

Nodos

*	Nro	Cx	Cy
	1	0	0
	5	10	0
	10	0	10
	11	10	10

Barras

*	Nro	Ni	Nj
	1	5	10
	2	10	11
	3	5	11

En este ejemplo el mayor ancho de banda se da al definir la barra 3, del nodo 5 al 11 y su ancho de banda es 2, pues la barra va desde el 2do nodo definido al 4to nodo definido.

- En estructuras aporticadas siempre es posible redefinir la numeración de nodos de manera de no superar el ancho de banda máximo

Estructura Inestable.

Este mensaje aparecerá solo cuando la estructura se calcule en segundo orden, y en los sucesivos cálculos, la deformada de la misma aumente. (vea el punto anterior Primer y Segundo Orden)

3.6. Animaciones

Desde el menú principal "Opciones / Ver Animaciones" podrá acceder a la pantalla de visualización de animaciones previamente definidas. Simplemente desde esta pantalla podrá abrir hasta 4(cuatro) animaciones diferentes y verlas en forma simultánea. Si las animaciones son de diferente tamaño es preferible abrir en primer lugar la mayor de ellas.

4. El Lenguaje Eplan

Manejo general de la ventana de Texto y descripción detallada de los comandos del Lenguaje Eplan, para la definición de estructuras

En los puntos siguientes se verá con detalle la definición y utilización del Lenguaje Eplan. Como en todo lenguaje, leer y revisar los ejemplos se convierte en una herramienta fundamental para su aprendizaje. El programa se instala con varios proyectos detallando la utilización del lenguaje para casos particulares, no dude en consultarlos.

4.1. Ventana de Texto.

El ingreso del lenguaje se realiza a través de un procesador de textos en la ventana de Texto del programa. Esta ventana es un simple procesador de textos básico, con los comandos y operaciones clásicas. En el punto 2.27 Comandos del procesador de Textos verá con mas detalle su funcionamiento.

4.2. Títulos, Valores y Comentarios.

Teniendo en cuenta que las líneas en blanco son ignoradas, el resto, puede estar dentro de las categorías de **Título**, **Valores** o **Comentario**.

- Si la línea comienza con un "asterisco" (*) es considerada un comentario y es ignorada a los fines de definición de la estructura
- Si la línea tiene una única "palabra" y esta es una de las palabras reservadas como Título, la línea se considera un **Título**.
- Cualquier otro texto que contenga la línea se considera como **Valores**

Ejemplo:

* Estructura de Prueba

Nodos

* Nro	X	Y
1	0	0
2	5	0

Barras

* Nro	i	j
1	1	2

Las líneas en blanco son ignoradas, las líneas que comienzan con * se consideran **comentarios**, la línea "Nodos" y la línea "Barras" son **títulos** y el resto **Valores**.

4.2.1. Títulos

- Los títulos definen las diferentes secciones en el ingreso de datos, cada vez que se ingresa un título, todos los **valores** que se encuentren a continuación estarán referidos a dicho título, hasta que se encuentre otro título o se termine el texto.

En el ejemplo anterior, las líneas :

```
1      0      0
2      5      0
```

son líneas de valores referidas al título **Nodos**, en cambio, la línea :

```
1      1      2
```

se encuentra referida al título **Barras**. La siguiente Tabla muestra todos los títulos del lenguaje Eplan y su significado.

Título	Descripción
Unidades	Cambio de Unidades
Nodos	Ingreso/Modificación de Nodos
Barras	Ingreso/Modificación de Barras
Restricciones	Ingreso/Modificación de Restricciones
Materiales	Ingreso/Modificación de Materiales
Secciones	Ingreso/Modificación de Secciones
Asigna.M	Asigna Materiales a las Barras
Asigna.S	Asigna Secciones a las Barras
Cargas	Ingreso/Modificación de Cargas
Estado	Define el Estado a Ingresar
Cargas.B	Asigna Cargas a las Barras
Cargas.N	Asigna Cargas a los Nodos
Hipotesis	Define las Hipótesis a calcular
Variables	Define variables a utilizar
Nodos(-)	Borra definiciones de Nodos
Barras(-)	Borra definiciones de Barras

4.2.2. Valores

Las líneas de Valores pueden tener uno o más campos, se considera un campo a cada "palabra" separada por uno o más espacios. Estas palabras son generalmente valores numéricos. Por ejemplo la siguiente línea de valores tiene 3 campos.

```
1  5.6      2.8+6
```

Los campos generalmente expresan valores numéricos. Estos valores pueden ingresarse de varias maneras diferentes. La siguiente tabla muestra algunos ejemplos.

Valor Ingresado	Valor Interpretado
12.05	12.05
0.1205e+2	12.05
.1205e+2	12.05
1205e-2	12.05
1,205e-2	12.05
12+0.05	12.05
2*6+5/100	12.05

También es posible incluir junto con los valores **Unidades** y **Variables**, como se verá mas adelante.

- Independientemente de la configuración que este utilizando en el sistema operativo, el programa asume el punto (.) como separación de decimales y la coma (,) para separar millares.

4.2.3. Comentarios

Toda línea que comienza con un asterisco (*) se considera un comentario y es ignorada en el momento de interpretar el texto. Además, para facilitar la documentación del ingreso de datos pueden incluirse comentarios en las líneas de Título y Valores, separando los mismos con el doble signo de dividir (//). Por ejemplo, las siguientes líneas son Títulos y Valores pero con comentarios en cada una de ellas:

```
Nodos          // Definición de Nodos
1  0  0         // Nodo sin articulación
2  5  0  1      // Nodo articulado

Barras         // A partir de aca, definición de Barras
1  1  2         // Barra Nro 1
```

4.3. Corregir y mensajes.

En cualquier momento del ingreso de datos es posible realizar una verificación de los mismos utilizando el comando "Corregir". A este comando se accede oprimiendo el botón derecho del mouse sobre el texto y seleccionando el comando del menú, o simplemente con la combinación de teclas **[CTRL]+[A]**.

- El proceso de corrección intenta interpretar el texto ingresado de acuerdo a la convención de líneas de Título, Valores y Comentarios. La corrección NO se interrumpe de encontrar algún error, por el contrario, continúa con el resto del texto informando en la zona de mensajes la interpretación realizada y los errores encontrados. Al finalizar la corrección, se informa en la parte inferior de la zona de mensajes el número de errores encontrados.

Para facilitar la lectura del texto ingresado, el proceso de corrección colorea los Comentarios, Títulos y Valores con colores diferentes. Estos colores pueden modificarse o anularse desde el menú (oprimiendo el botón derecho del mouse sobre el texto) en la opción "Otros". En la figura siguiente (Figura **¡Error! Argumento de modificador desconocido.**) se muestra la ventana de texto luego de la corrección, note las líneas coloreadas en el texto ingresado y la zona de mensajes con el texto interpretado.

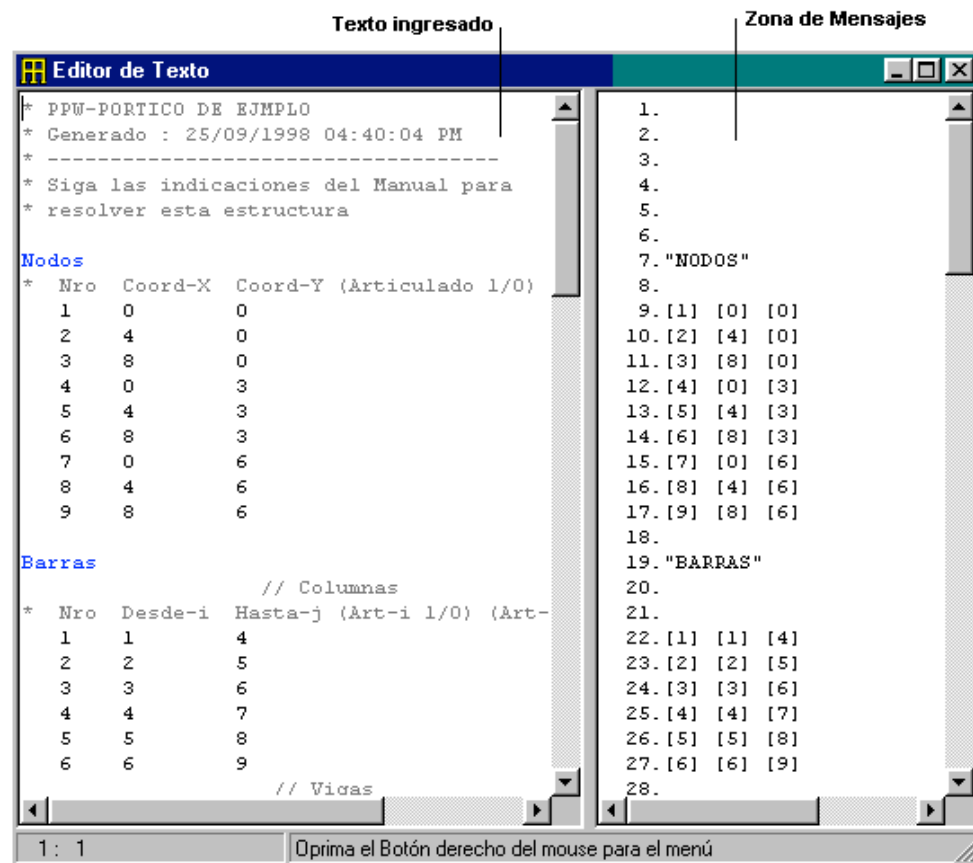


Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

4.3.1. Zona de Mensajes

La zona de mensajes muestra, luego de la corrección, el texto interpretado. Primero se informa el número de la línea, y luego la siguiente convención.

- **Comentarios.** Se muestran en blanco
- **Títulos.** Se muestra en mayúsculas y entre comillas ("").
- **Valores.** Cada campo entre corchetes y con su valor interpretado.

Errores en el Texto.

Pueden producirse dos tipos básicos de errores en el Texto, Títulos o líneas de valores mal definidas, o líneas que a pesar de estar bien definidas, tienen algún error que impide su correcta interpretación.

Quando al corregir se encuentran errores, la zona de mensajes los informa subrayándolos con color rojo, si el error se encuentra en la definición, se indican los campos que se esperaba obtener, si es otro tipo de error se indica el código de error y una pequeña descripción. La línea en donde se encuentra dicho error es ignorada y la corrección continúa con el resto del texto.

Generalmente un error provoca una serie de errores en el resto del texto, revise siempre la zona de mensajes de arriba hacia abajo, revisando primero, los errores ocurridos en primer lugar. En el ejemplo siguiente (Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.) se cometió un error al definir el primer nodo, poniendo el campo "art" luego de las coordenadas en la línea 9. La zona de mensajes indica este error aclarando los campos que espera encontrar bajo el título Nodos. Al haber un error en el nodo 1, este nodo es ignorado y surge el error en la definición de la barra 1 (línea 22), en este caso la línea fue ingresada correctamente pero el nodo 1 no existe y por lo tanto no puede usarse para definir la barra.

Corrigiendo el error en la definición del nodo 1, se arreglará el error de la barra 1.

Nodos				7. "NODOS"
* Nro	Coord-X	Coord-Y	{Articulado 1/0}	8.
1	0	0	art.	9. [1] [0] [0] [0/1]
2	4	0		10. [2] [4] [0]
3	8	0		11. [3] [8] [0]
4	0	3		12. [4] [0] [3]
5	4	3		13. [5] [4] [3]
6	8	3		14. [6] [8] [3]
7	0	6		15. [7] [0] [6]
8	4	6		16. [8] [4] [6]
9	8	6		17. [9] [8] [6]
Barras				18.
			// Columnas	19. "BARRAS"
* Nro	Desde-i	Hasta-j	{Art-i 1/0} {Art-	20.
1	1	4		21.
2	2	5		22. [1] [1] [4] (5)El Nodo i NO Existe
3	3	6		23. [2] [2] [5]
				24. [3] [3] [6]

Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

- Tanto los colores en el Texto Ingresado como los Errores en la zona de mensajes pueden desactivarse mediante el menú (oprimiendo el botón derecho del mouse sobre la zona de ingreso de texto) en la opción "Otros / Opciones del Texto".

4.4. Unidades

En el ingreso de la estructura es fundamental la interpretación numérica con sus unidades, por ejemplo, al ingresar como coordenada de un nodo el valor **5**, debe quedar perfectamente claro si son, **5** metros, **5** centímetros o alguna otra unidad. Existen tres magnitudes físicas diferentes para definir una estructura, Longitud, Fuerza, y Giros y dos formas diferentes de ingresarlas, en forma global o en forma explícita en cada valor.

- Si no se ingresan Unidades en forma global, y para un valor determinado, no se aclara su unidad en forma explícita, se considerará por defecto, los valores de **m** (metros), **t** (toneladas) y **g** (grados sexagesimales) según corresponda.

4.4.1. Unidades Globales

En cualquier línea del texto puede ingresarse el título Unidades y a continuación las líneas de valores indicando las diferentes magnitudes físicas. Estas líneas de valores tienen dos campos, el primero, una letra (F,L o G) según se trate de Fuerza, Longitud o Giro, y el segundo campo el factor que relaciona la unidad definida con las unidades básicas (t,m y g). Por ejemplo:

```
Unidades
F 1000 // Kg
```

Esta definición de unidades indica que a partir de este punto los valores ingresados como fuerza se encontrarán expresados en Kg, es decir, el programa los deberá dividir por el factor 1000 para obtener la unidad básica de fuerza que es la tonelada.

```
Unidades
F 1 // t
L 100 // cm
```

En este último caso se indica que se ingresará en toneladas las fuerzas, y en centímetros las longitudes. Cabe aclarar que, obviamente, también se modifican las unidades combinadas, en este último ejemplo los momentos se ingresarán en tcm (toneladas-centímetro).

- La definición de Unidades afecta los valores ingresados a partir de su definición hasta encontrar una nueva definición de Unidades o hasta el fin del texto.

4.4.2. Unidades explícitas

Cuando se desea expresar un valor en particular con unidades diferentes a las globales, puede aclararse explícitamente su Unidad. Las unidades explícitas válidas en el Eplan son:

Unidad	Valor
M	Metro
Cm	Centímetros
Mm	Milímetros
T	Toneladas
Kg	Kilogramos
Grad	Grados sexagesimales
Rad	Radianes

De esta manera para el ejemplo siguiente, el nodo 1 tiene coordenadas (5,2)m y el nodo 2 (5,3)m

```
Unidades
L 100 // cm

Nodos
1      5m  200
2      500 3m
```

Las Unidades explícitas pueden incluirse dentro de expresiones matemáticas, por ejemplo para definir una coordenada de 2.5 m puede ingresarse:

```
Nodos
1 2m+50cm 5m
```

Lo mismo ocurre para las unidades combinadas, por ejemplo para definir el módulo de elasticidad de un material en kg/cm² podrá ingresarse.

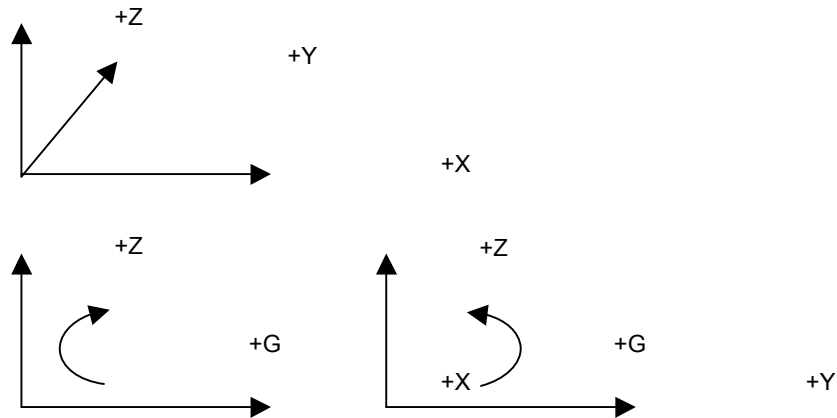
```
Materiales
* Nro      E              G              cT
1      300,000kg/cm^2 150,000kg/cm^2 0.00001
```

- Cuando utilice unidades explícitas, recuerde no dejar separación entre números y unidades. Además tenga en cuenta que, por ejemplo, **cm2** se tomará como un error, deberá ingresar **cm^2** para centímetros cuadrados.

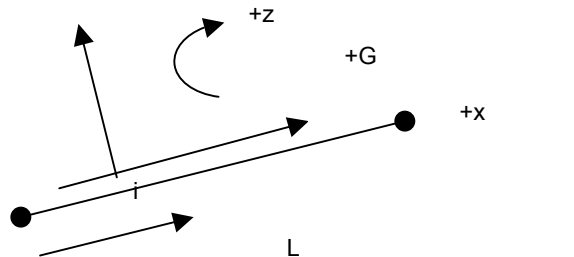
4.5. Convención de Signos

A diferencia de las Unidades, la convención de signos utilizada para el ingreso es única y no puede modificarse.

En el ingreso de la topología y cargas globales de la estructura, la convención es la siguiente.



Para el ingreso de cargas Locales a una barra, se utiliza la siguiente convención.



4.6. Convención de Títulos

En el detalle de cada título se utilizará una tabla resumen para facilitar su explicación de acuerdo a la siguiente convención.

TITULO	CAMPOS
	Valores esperados
	Ingreso Obligatorio y Grupos
	Magnitud Física

Campos. Son los campos esperados en las líneas de valores que sigan a continuación del título.

Valores esperados. Se indicará el tipo de valor esperado para el campo, las alternativas son

e>0	Número entero mayor a cero
R	Número real
1/0	El valor 1 o 0
A/B/C	Los valores A, B o C

Ingreso Obligatorio y Grupos. Las casillas con una X indicarán que dicho campo debe ingresarse, el resto es optativo. De haber letras en dichas casillas indicarán los grupos de ingreso obligatorio.

Magnitud Física. Es la magnitud física esperada para el campo puede ser L (longitudes) F (Fuerza) G (Giros) o una combinación de las mismas

Ejemplo

Restricciones	N	Nh	Rz	Ryz	Rxz	C-Z	G-YZ	G-XZ	E-Z	E-YZ	E-XZ
	e>0	e>N	1/0	1/0	1/0	r	r	R	r	r	R
	X		X	X	X	AB	AB	AB	B	B	B
						L	G	G	F/L	F*L/G	F*L/G

En este ejemplo para el título Restricciones, se indica que las líneas de valores a continuación del título deben tener por lo menos 4(cuatro) campos, el primero un valor entero mayor a cero y los tres siguientes pueden ser de valor 1 o 0. Las letras A y B en el resto de los campos indican que son campos opcionales, pero o se ingresan todos los que contienen A o todos los que contienen B, en definitiva la línea puede tener 4, 7 o 10 campos, pero ninguna otra combinación. El campos C-Z es una longitudes G-YZ, GXZ son giros, E-Z se expresa en Fuerza/Longitud y E-YZ, E-XZ en Fuerza*Longitud/Giro

4.7. Nodos

Nodos	Nro	Cx	Cy
	e>0	r	r
	X	X	X
		L	L

El título Nodos puede ingresarse en cualquier parte del texto, de existir previamente el nodo, se redefine con los nuevos valores.

Nro. Es el número a asignar al Nodo.

Cx. Coordenada en X del nodo.

Cy. Coordenada en Y del nodo.

- Los nodos deben ser definidos en orden creciente, aunque no es necesario que sean correlativos.
- No pueden definirse nodos coincidentes, es decir, dos nodos con las mismas coordenadas X e Y.

4.8. Barras

Barras	Nro	Ni	Nj
	e>0 X	r X	r X

El título Barras puede ingresarse en cualquier parte del texto, de existir previamente el Nro de Barra, se redefine la misma con los nuevos valores.

Nro. Número a asignar a la Barra.

Ni. Nodo inicial de la Barra.

Nj. Nodo final de la Barra.

- Las barras deben ser definidas en orden creciente, aunque no es necesario que sean correlativas.
- El Nodo inicial Ni y el Nodo final Nj deben haber sido definidos previamente.
- El Nodo inicial Ni siempre debe ser de menor numeración que el final (Nj).
- No puede definirse mas de una barra con los mismos nodos Ni y Nj

4.9. Restricciones

Restricciones	N	Nh	Rz	Ryz	Rxz	C-Z	G-YZ	G-XZ	E-Z	E-YZ	E-XZ
	e>0 X	e>N	1/0 X	1/0 X	1/0 X	r AB L	r AB G	R AB G	r B F/L	r B F*L/G	R B F*L/G

El título Restricciones puede ingresarse en cualquier parte del texto, de estar previamente restringido un Nodo, se redefine con los nuevos valores.

Nd. Número del Nodo que se desea restringir.

Nh. Optativo, Nodo final que se desea restringir.

Rz. Restringido en coordenada Z Si o No (1 ó 0)

Gyz. Restringido al giro YZ Si o No (1 ó 0)

Gxz. Restringido al giro XZ Si o No (1 ó 0)

C-Z. Corrimiento del Nodo en la coordenada Z

G-YZ. Giro del Nodo en la coordenada YZ.

G-XZ. Giro del Nodo en la coordenada XZ.

E-Z. Valor del resorte equivalente en la coordenada Z

E-YZ. Valor del resorte equivalente al giro en la coordenada YZ

E-XZ. Valor del resorte equivalente al giro en la coordenada XZ

- El Nodo a restringir debe ser previamente definido.
- Para definir un cedimiento debe restringirse primero en dicha dirección
- Los valores de los resortes equivalentes son considerados siempre positivos
- Si un resorte, en una dirección tiene un valor distinto de cero, se considera el valor del resorte independientemente de la restricción ingresada en dicha dirección.
- Si un resorte, en una dirección tiene valor 0(cero), se considerará la restricción ingresada en dicha dirección.
- Los nodos desde y hasta deben existir, pero no es necesario que existan los nodos intermedios.

4.10. Materiales

Materiales	Nro	E	G	CT
	e>0 X	r X F/L^2	r X F/L^2	R X

Materiales	Nro	E	G	CT	TIPO	Br	Bs
	e>0 X	r X F/L^2	r X F/L^2	r X	"H" ABC	r ABC F/L^2	r ABC F/L^2

El título Materiales puede ingresarse de **dos** formas diferentes en cualquier parte del texto. De existir previamente el Nro a definir, el mismo se redefine con los nuevos valores.

Material Genérico

Cuando se define un material genérico se ingresan los valores mínimos para el cálculo. Las barras asignadas a dichos materiales **NO** podrán ser dimensionadas.

Nro. Número de Material a definir.

E. Módulo de elasticidad del Material

G. Módulo G del Material

Ct. Coeficiente de dilatación térmica. Siempre en 1/Gc (grados centígrados)

Material Hormigón

Para poder dimensionar en Hormigón Armado, deberá definirse el material con los siguientes parámetros.

Nro. Número de Material a definir.

E. Módulo de elasticidad del Material

G. Módulo G del Material

Ct. Coeficiente de dilatación térmica. Siempre en 1/Gc (grados centígrados)

Tipo El tipo de Material, se ingresa la letra "H" para hormigón

Br Deberá ingresarse el valor de Br (Valor característico del diagrama de tensión deformación del hormigón.)

Bs Deberá ingresarse el valor de Bs (Valor característico del diagrama de tensión deformación del acero)

- El número de Material debe ser correlativo, comenzando desde el nro 1.

4.11. Secciones

Secciones	Nro	Jt	Jf
	e>0 X	R X L ⁴	R X L ⁴

Secciones	Nro	Tipo	b	d	h	hp
	e>0 X	"R" X	r X L	r X L	r X L	r X L

Secciones	Nro	Tipo	b	d	b0	d0	h	hp
	e>0 X	"T" X	r X L	r X L	r X L	r X L	r X L	r X L

El título Secciones puede ingresarse en cualquier parte del texto, de existir previamente el Nro a definir, el mismo se redefine con los nuevos valores.

Ingreso de Secciones genéricas.

El primer modo de ingreso permite definir secciones genéricas con los parámetros mínimos para el cálculo de la estructura.

Nro. Número de la sección a definir.

Jt. Rigidez a torsión de la sección

Jf. Momento de Inercia de la sección

Ingreso de Secciones de Hormigón.

Este dos modos permiten ingresar secciones rectangulares y tipo "T". Al dimensionar en Hormigón Armado se utilizarán estos valores para las barras asignadas a dicha sección. El sistema determinará los valores de Jt y Jf para el cálculo basado en las dimensiones ingresadas.

Nro Número de la sección a definir

Tipo La letra "R" para secciones rectangulares

b,d,h,hp Dimensiones según la figura.

Nro Número de la sección a definir

Tipo La letra "T" para secciones tipo "T"

b,d,b0,d0,h,hp Dimensiones según la figura.

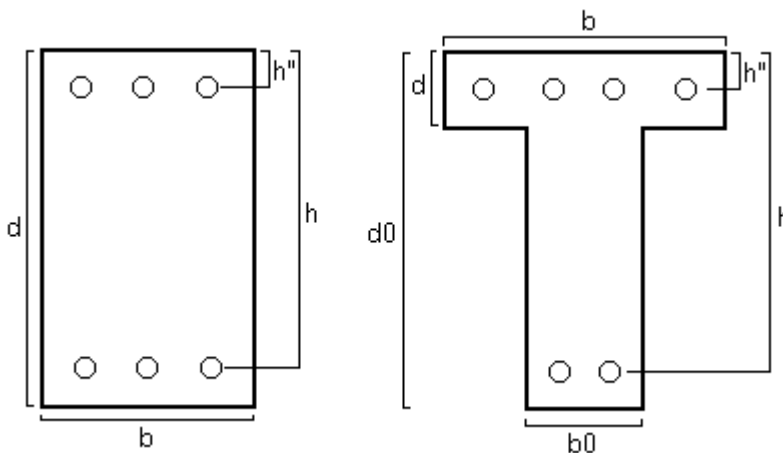


Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

- El número de sección debe ser correlativo, comenzando desde el nro. 1.

4.12. Asigna Materiales

Asigna.M	Bd	Bh	M
	e>0 X	e>0 -	e>0 X

El título Asigna.M puede ingresarse en cualquier parte del texto, de haberse asignado previamente un material a la barra, se asigna el último valor definido.

Bd. Barra inicial a asignar.

Bh. Barra final a asignar

M. Nro del Material a asignar al rango de Barras.

- La Barra Bd debe haber sido definida previamente.
- Si se ingresa un rango (indicando el valor de Bh) la barra Bh debe haber sido definida previamente.
- El número de material debe haber sido definido previamente.
- Cuando se define un rango Bd y Bh, solo deben existir las barras Bd y Bh, el material será asignado a todas las barras intermedias que hayan sido definidas.

4.13. Asigna Secciones

Asigna.S	Bd	Bh	S
	e>0 X	e>0 -	e>0 X

El título Asigna.S puede ingresarse en cualquier parte del texto, de haberse asignado previamente una sección a la barra, se asigna el último valor definido.

Bd. Barra inicial a asignar.

Bh. Barra final a asignar

S. Nro de Sección a asignar al rango de Barras.

- La Barra Bd debe haber sido definida previamente.
- Si se ingresa un rango (indicando el valor de Bh) la barra Bh debe haber sido definida previamente.
- El número de sección debe haber sido definido previamente.
- Cuando se define un rango Bd y Bh, solo deben existir las barras Bd y Bh, la sección será asignada a todas las barras intermedias que hayan sido definidas.

4.14. Cargas

Cargas	Nro	Tpo	L1	L2	Q1	Q2	Ang
	e>0 X	1/5 X	r	r	r	r	r
Distribuidas		1			F/L		G
Trapezoidales		2	L	L	F/L	F/L	G
Fuerzas		3	L		F		G
Concentradas							
Momentos		4	L		F*L		
Concentrados							
Temperatura		5			Gc	Gc	

El título Cargas puede ingresarse en cualquier parte del texto, de existir previamente el Nro a definir, el mismo se redefine con los nuevos valores.

Nro. El número de carga a definir. Debe ser correlativo y comenzar desde el Nro 1.

Tpo. Tipo de carga. Puede ser 1,2,3,4 ó 5. (Vea la tabla anterior)

L1. De acuerdo al tipo de carga, la posición inicial de la misma.

L2. De acuerdo al tipo de carga, la posición final de la misma.

Q1. De acuerdo al tipo de carga, el valor inicial de la misma.

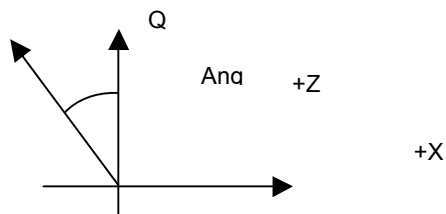
Q2. De acuerdo al tipo de carga, el valor final de la misma.

Ang. De acuerdo al tipo de carga su dirección y sentido

- El Número de carga debe ser correlativo, comenzando desde el nro 1.
- El tipo de carga solo puede tomar los valores 1,2,3,4 ó 5.
- Al definir longitudes las mismas se ingresan en % de la longitud total de la barra.
- El campo Ang. Indica el mismo valor de dirección y sentido para Q1 y Q2.

Campo Ang.

El campo Ang. (dirección y sentido de la carga) puede ser ingresado de varias formas diferentes. Si se ingresa un valor numérico, este valor es el ángulo en coordenadas globales que forma la carga con el eje +Z.



Debido a las características propias de un emparrillado en donde solo puede contener cargas uniformes y concentradas en la dirección perpendicular a su plano, los únicos valores válidos son los siguientes.

0	+Z
180	-Z

Para momentos pueden indicarse los siguientes valores.

flexión	+XZ
torsión	+YZ

Ejemplo:

Cargas

* Nro	Tipo	(l1)	(l2)	(q1)	(q2)	(ang)
1	1			1		-Z
2	1			1		180
3	3	50		2		-Z
1	4	50		3		YZ

Las cargas nro 1 y nro 2 son idénticas. Se trata de cargas distribuidas (tipo 1) en toda la barra, su dirección es el eje Z y su sentido es negativo.

La carga nro 3 es una fuerza concentrada (tipo 3) en la mitad de la barra (50%) y su dirección y sentido también es el del eje Z

La carga nro 4 es un momento torsor (tipo 4) de 4 tm en la mitad de la barra (50%).

4.15. Estado

Estado	Nro
	e>0
	X

El título Estado indica que estado se definirá desde su ingreso en el texto en adelante. Las cargas y barras que se ingresen a continuación se asignarán al estado definido.

Nro. Número de Estado.

- Solo pueden definirse estados correlativos comenzando desde el nro 1.

4.16. Cargas en Barras

Cargas.B	Bd	Bh	C
	e>0	e>0	e>0
	X	-	X

El título Cargas.B puede ingresarse en cualquier parte del texto, de haberse asignado previamente una carga a la barra, **se agrega la nueva carga.**

Bd. Barra inicial a cargar.

Bh. Barra final a cargar

C. Nro de Carga a cargar al rango de Barras.

- La Barra Bd debe haber sido definida previamente.
- Si se ingresa un rango (indicando el valor de Bh) la barra Bh debe haber sido definida previamente.
- El número de carga debe haber sido definido previamente.
- Cuando se define un rango Bd y Bh, solo deben existir las barras Bd y Bh, la carga será asignada a todas las barras intermedias que hayan sido definidas.

4.17. Cargas en Nodos

Cargas.N	Nd	Nh	C-Z	C-YZ	C-XZ
	e>0 X	e>0 -	r X F	r X F*L	R X F*L

El título Cargas.N puede ingresarse en cualquier parte del texto, de haberse asignado previamente a un nodo cargas, **se agregan los nuevos valores de carga**.

Nd. Nodo inicial a cargar.

Nh. Nodo final a cargar

C-Z. Fuerza en Z a cargar en el Nodo

C-YZ. Momento en YZ a cargar en el Nodo

C-XZ. Momento en XZ a cargar en el Nodo

- El nodo Nd debe haber sido definido previamente.
- Si se ingresa un rango (indicando el valor de Nh) el nodo Nh debe haber sido definido previamente.
- Cuando se define un rango Nd y Nh, solo deben existir los nodos Nd y Nh, las cargas serán asignadas a todos los nodos intermedios que hayan sido definidos.
- Las direcciones y sentidos de las cargas son siempre en coordenadas locales.

4.18. Hipótesis

Hipótesis	Nro	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
	e>0 X	r X	r -	R -	r -	r -	r -	r -	r -	r -

El título Hipótesis solo puede ingresarse una única vez.

Nro. Número de hipótesis a definir. Debe ser correlativo y comenzar desde el nro 1.

F1 a F9. Factores que multiplican cada estado que interviene en la hipótesis definida.

- Los factores pueden ser negativos, indicando un cambio en el sentido de la definición de la carga
- No es necesario completar con factores 0(cero) los estados no definidos.

4.19. Sacar Nodos

Nodos(-)	Nro
	e>0 X

El título Nodos(-) puede ingresarse en cualquier parte del texto.

Nro. Número del nodo a sacar.

- El nodo a sacar debe haber sido definido previamente.
- No pueden sacarse nodos que tengan alguna barra definida. En ese caso primero deberá sacar las barras que usan dicho nodo.

4.20. Sacar Barras

Barras(-)	Nro
	e>0 X

El título Barras(-) puede ingresarse en cualquier parte del texto.

Nro. Número de la barra a sacar.

- La barra a sacar debe haber sido definida previamente.

4.21. Variables

Variables	V	Vi
	Letra X	R X

El título Variables puede ingresarse en cualquier parte del texto.

V. Nombre de la variable

Vi. Valor que toma la variable.

- Las variables solamente pueden tener 1 letra
- Las variables m y t están reservadas como unidades explícitas y no pueden utilizarse.

Vectores.

Si bien cada variables puede tener una única letra, es posible definir subíndices de dichas variables o vectores. Este subíndice solamente puede ser un único dígito 0 a 9, puede ingresarse a continuación de la variable o entre signos de mayor y menor "< >". Si se utilizan signos de mayor y menor puede indicarse el subíndice como una expresión matemática, por ejemplo, todas las variables siguientes son idénticas:

- S1
- S<1>
- S<2-1>

4.22. Fórmulas, variables y Loop

Expresiones matemáticas y variables

Una de las características mas poderosas del lenguaje es la posibilidad de ingresar expresiones matemáticas en lugar de valores numéricos. Esto facilita la interpretación de los valores ingresados. Veamos el siguiente ejemplo.

```
Secciones
* Nro      F          J
  1        0.12       0.0016
  2        0.30*0.40  0.30*0.40^3/12
```

Las secciones 1 y 2 son idénticas, en el primer caso se ingresó los valores de F y J, en el segundo, la expresión matemática de F y J a partir de los valores de una sección rectangular de 0.30x0.40. Note cuanto más claramente queda expresado en el segundo caso.

- Recuerde que no debe separar los términos de una expresión matemática con espacios en blanco, de lo contrario se considerarán campos diferentes

Para hacer más evidente el ejemplo anterior podemos utilizar variables como en el ejemplo que sigue a continuación:

```
Variables
*  Nombre  Valor_Inicial
   b        0.30      // base de la sección
   d        0.40      // altura de la sección
```

```
Secciones
*  Nro      F          J
   1        0.12        0.0016
   2        0.30*0.40    0.30*0.40^3/12
   3        b*d          b*d^3/12
```

Ahora las tres secciones son idénticas, con el mismo valor de F y J.
Como se vió en el punto 2.4.2 Unidades explícitas, podemos definir las unidades en forma más conveniente

```
Variables
*  Nombre  Valor_Inicial
   b        30cm
   d        40cm

Secciones
*  Nro      F          J
   1        0.12        0.0016
   2        0.30*0.40    0.30*0.40^3/12
   3        b*d          b*d^3/12
```

Nuevamente las tres secciones son idénticas.

- En la zona de mensajes siempre podrá ver el resultado de la expresión matemática

Loop

Muchas veces las definiciones de nodos, barras y cargas siguen una secuencia matemática. Para facilitar este ingreso, es posible utilizar la función **Loop** que se define de la siguiente manera:

Loop [v] [vi] [vf] [salto]

V Variable a iterar
vi Valor inicial
vf Valor final
salto optativo, (1 por defecto). Es el valor en que se incrementa la variable.

- La primer línea de valores a continuación de la línea de definición del Loop, será ejecutada para la variable **v** con el valor **vi** y luego **vi+salto**, **vi+salto*2**, etc. hasta que **vi** alcance el valor de **vf**.

Si por ejemplo, se desea definir 5 nodos sobre una recta en Y, separados 2 metros cada uno, se debe ingresar:

```
Nodos
*  Nro  Coord_X  Coord_Y
   1     0       0
   2     0       2
   3     0       4
   4     0       6
   5     0       8
```

Utilizando la función Loop podemos ingresar


```
Nodos
*   Nro   Coord_ X   Coord_Y
Loop i 1 5
      i       0       (i-1)*2
```

En el ejemplo siguiente se desean definir las barras 1,3,5,7,9 de la siguiente manera:

```
Barras
Nro Desde-i Hasta-j
1     2         3
3     4         5
5     6         7
7     7         9
9    10        11
```

Utilizando la función Loop podemos ingresar

```
Barras
Loop b 1 10 2
      Nro Desde-i Hasta-j
      b   b+1    b+2
```

En este caso la variable b adopta los valores 1,3,5,7 y 9 debido a que se definió el valor inicial como 1 y el salto con valor 2, y el valor final de la variable como valor 10. Deberá notar que el valor de la variable **nunca** supera el valor final definido.

Loop anidado

Es posible definir dos Loops consecutivos uno a continuación del otro, en ese caso la línea de valores a continuación del segundo Loop se ejecutará tantas veces como indique el primer Loop, y para cada una de esas veces, tantas veces como indique el segundo Loop. En el ejemplo siguiente ambas definiciones producen el mismo resultado

```
Nodos
*   Nro   Coord_ X   Coord_Y
      1     11       10
      2     12       20
      3     21       10
      4     22       20
      5     31       10
      6     32       20
```

```
Nodos
loop i 1 3
  loop j 1 2
*   Nro   Coord_ X   Coord_Y
      (i-1)*2+j   i*10+j   j*10
```

- En la zona de mensajes, luego de la corrección, puede verificar el resultado del Loop, en donde figurará cada línea generada con sus valores.

Referencia de funciones

	Detalle	Ejemplo	Resultado
+	Suma	3+2	5
-	Resta	5-2*(-3+4)	3
*	Producto	3*2	6
/	División	8/2	4
^	Exponente	2^3	8
!	Factorial	4!+5	29
ABS	Valor Absoluto	ABS(5-3^2)	4
Pi	Pi	1+Pi	4.14159..
Sin,Cos	Seno y Coseno	sin(1.5)^2+cos(1.5)^2	1
Sec,Csc	Secante y Cosecante	Cos(1.5)*Sec(1.5)	1
Asin,Acos	ArcoSeno y ArcoCoseno	Asin(1)+Asin(0)	3.14159..

4.23. Funciones Especiales

Además de las funciones matemáticas y trigonométricas de la tabla anterior es posible utilizar funciones especiales que hacen referencia los valores de la estructura ingresada. Estos valores dependen del lugar en que se ingresan, por ejemplo, Cno es la cantidad de nodos ingresados, pero su valor varía dependiendo del lugar en que se ingrese en el editor de textos.

	Detalle	Ejemplo	Resultado
CoX	Coordenada X de un Nodo	CoX(5)	3.02
CoY	Coordenada Y de un Nodo	CoY(2+4)	4.50
Nno	Número del último Nodo	Nno+1	5
Cno	Cantidad de Nodos definidos	Cno	245
Nba	Número de la última Barra	Nba*2	45
Cba	Cantidad de Barras definidas	Cba	567

4.24. Comandos del procesador de Textos

El funcionamiento del editor de textos es similar a cualquier procesador de palabras, las características y funciones mas comunes son:

Teclas	Descripción
Cursores	Se mueve dentro del texto
Ins	Modo de inserción/reemplazo del texto
Av.Pág	Página siguiente
Re.Pág	Página anterior
Ctrl+Inicio	Principio del texto
Ctrl+Fin	Fin del texto
May+Cursores	Pintan el texto
Ctrl+Ins	Copia el texto pintado
May+Ins	Pega el texto pintado
Alt+Backspace	Deshace la última operación (undo)
TAB	Posiciona el cursor bajo la siguiente columna de texto de la línea anterior

- Recuerde que al oprimir el botón derecho del mouse sobre el texto podrá acceder al menú de opciones del mismo

5. Opciones del Programa EPlan

En este capítulo podrá ver en detalle todas las opciones del programa EPlan

5.1. Proyectos

Como se aclaró en capítulos anteriores, todos los proyectos consisten en un único archivo de texto formado por el nombre del proyecto y la extensión EPW. Un proyecto puede comenzarse desde un texto en blanco, generarse a partir de un modelo definido o desde otro proyecto previamente generado.

- En ningún caso es necesario aclarar la extensión EPW del proyecto. El programa agrega dicha extensión en forma automática.

5.1.1. Nuevo

Este comando permite crear un nuevo proyecto, primero deberá especificar el nombre y lugar del disco en donde desea guardarlo, por defecto se le sugerirá el subdirectorío "Proyectos" dentro del directorio en donde haya instalado el programa.

Luego de ingresado el nombre del proyecto, tendrá la opción de generar un proyecto en blanco o un pórtico.

Proyecto en blanco

Simplemente generará un archivo de texto con todos los títulos y comentarios para que comience el ingreso de una nueva estructura.

Emparrillado

Una serie de diálogos le permitirán definir un emparrillado básico, y luego, el programa creará el texto con las definiciones necesarias para generar dicha estructura. A partir de este punto podrá continuar modificando y agregando definiciones en el texto hasta obtener la estructura deseada.

5.1.2. Abrir

El comando abrir le permite seleccionar el proyecto con el cuál desea trabajar y cargar su definición en la ventana de texto. Simplemente seleccione del diálogo, el archivo EPW a abrir.

5.1.3. Proyectos Eplan_I DOS

Dentro del comando abrir es posible seleccionar viejos proyectos realizados en la versión DOS del Eplan_I. Si selecciona la opción de Tipos de Archivo Eplan_I (TXT) podrá ver la lista en el directorio que indique de dichos proyectos.

Al abrir un proyecto Eplan_I DOS, el programa, previa verificación, le permitirá convertirlo en el nuevo formato EPW. La conversión asume que el proyecto anterior era válido y estaba correctamente definido. Si bien la conversión no es completa, se deja como comentario las líneas no convertidas de manera de facilitar su posterior conversión manual.

- El nuevo proyecto tendrá el mismo nombre que el proyecto Eplan_I pero con la nueva extensión EPW. El nuevo proyecto será grabado en el mismo directorio en donde se encontraba el proyecto viejo.

5.1.4. Guardar y Guardar Como

- Cada vez que el proyecto se corrige, el programa guarda en el disco el proyecto en forma automática.

Si ud. lo desea, puede guardar el proyecto con otro nombre en cualquier momento, utilizando la opción de "Guardar Como". Se le preguntará el nombre del nuevo proyecto y su ubicación dentro del disco. Esta opción permite generar distintas alternativas a proyectos o generar un nuevo proyecto a partir de uno anterior.

5.2. Imprimir

El programa Eplan permite imprimir los datos y resultados del proyecto en cualquier tipo de impresora o dispositivo de salida (Plotter, Fax, etc) que se encuentre instalado previamente en Windows.

5.2.1. Secciones a Listar

Existen cuatro secciones básicas a listar

- Geometría
- Cargas
- Desplazamientos y Reacciones
- Solicitaciones

El programa determina que secciones están disponibles de acuerdo al estado de corrección del programa. La **Geometría** siempre se encuentra disponible para ser listada, las **Cargas** solamente si se han definido las hipótesis en el texto. Los **Desplazamientos y Reacciones** y las **Solicitaciones** se encuentran disponibles solamente si la estructura se ha calculado previamente. Cualquiera sean las opciones disponibles Ud. puede seleccionar cuales de estas secciones desea listar.

5.2.2. Destinos de la impresión. Pantalla

Además de la opción de imprimir en papel, el programa cuenta con la posibilidad de ver una imagen de la impresión primero por pantalla. Es posible ver hoja por hoja una copia fiel del listado definitivo, ampliarlo para ver detalles o imprimir una hoja en particular.

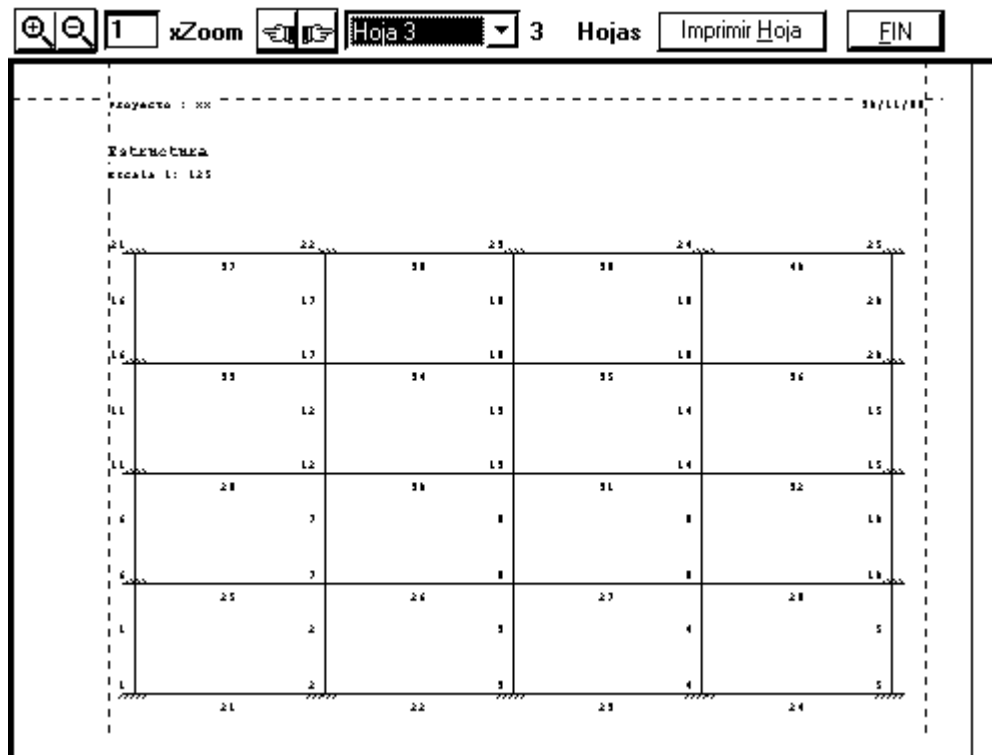


Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

- Debido a la gran cantidad de información que es posible imprimir y las distintas posibilidades de configuración de la impresión, es recomendable ver el listado en pantalla, y solo imprimirlo en papel, cuando haya configurado el listado de acuerdo a sus requerimientos.

5.2.3. Configuración Básica

La configuración básica, consiste en determinar además de las secciones a imprimir, el encabezado y pie de cada página, los márgenes y el tipo de impresora y letra a utilizar.

- Todas las modificaciones realizadas a la configuración básica, son recordadas por el sistema para futuros listados.

En la opción de encabezado tiene la posibilidad de incluir dentro del texto, la palabra [proyecto] entre corchetes, de esta manera dicha parte del texto será reemplazada por el nombre del proyecto en cada ocasión.

5.2.4. Configuración del Listado

Cada sección del listado tiene opciones de impresión que puede configurar oprimiendo el botón **Configurar Parámetros**, si bien las opciones son diferentes para cada sección su significado general es el siguiente.

Unidades

Es posible modificar las unidades con las cuales se imprimirán los valores en cada sección del listado. Puede elegir algunas de las unidades básicas o ingresar cualquier unidad que desee, indicando el factor y el texto que representa a la unidad. Los factores están referidos a las unidades básicas, metro, tonelada y radianes.

**Al elegir una nueva unidad
cambia el factor y texto**

	Factor	Unidad
Fuerza <input type="radio"/> t <input checked="" type="radio"/> Kg <input type="radio"/> Otra	1000	Kg
Longitud <input type="radio"/> m <input type="radio"/> cm <input type="radio"/> mm <input checked="" type="radio"/> Otra	39.37	inch

**En este caso se desea imprimir en
pulgadas, el factor es 1 m = 39.37 inch**

Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

Dibujar. Escala del Dibujo

En cada sección se puede determinar si se desea incluir un dibujo y su escala. Por defecto la escala se encuentra con valor 0 (cero) indicando al programa que la calcule en forma automática de acuerdo al tamaño de la zona reservada para el dibujo. El programa estima esta escala de manera que pueda ser visualizada en su totalidad, y luego la recalcula en múltiplos de 25, ej. 1:100, 1:125, 1:150 etc. Si lo desea puede ingresar manualmente la escala con la que quiere graficar la estructura, la misma puede ser diferente en cada sección del listado.

Dibujar. Altura en líneas

Por defecto el programa utiliza toda la hoja disponible para los dibujos de la estructura en cada sección, si lo desea puede cambiar la altura reservada para el gráfico, indicando la cantidad máxima de líneas que desea que ocupe. Con los márgenes normales de una hoja carta, esta tiene aproximadamente 60 (sesenta) líneas, por lo tanto ingresando en esta casilla el valor de 30 líneas se obtendrán un gráfico ocupando media hoja.

Dibujar. Escala de Solicitaciones.

En la sección de solicitudes es posible determinar la escala con la cuál se desea dibujar las mismas. El valor 0(cero) calculará la escala en forma automática de manera que el valor máximo tenga una longitud aproximada del cuarto de la longitud de las barras promedio de la estructura. Ud. puede especificar el valor con el que desea graficar las solicitudes.

Si, por ejemplo, ingresa en la escala de momentos el valor 5(cinco) estará indicando que un valor de 5tm de momento se vea graficado de 1metro de longitud de la estructura.

- Todos los valores de Unidades y Escalas, sean calculados en forma automática por el programa o ingresados manualmente, quedan impresos en cada sección.

Restaurar valores originales.

El botón **Restaurar valores originales** pone todas las opciones y parámetros en sus valores por defecto, perdiendo cualquier modificación que haya realizado.

5.3. Gráfico

La ventana de gráfico permite verificar el ingreso de la estructura, sus secciones y cargas, así como también visualizar los resultados en forma de diagrama. A las opciones de esta ventana se accede a través de los botones rápidos, el menú (oprimiendo el botón derecho del mouse sobre el gráfico) o las teclas rápidas de acuerdo a la siguiente tabla.

Comando	Teclas	Icono
3d	[CTRL]+[3]	3d
Zoom+	[CTRL]+[Z]	
Zoom -	[CTRL]+[Y]	
Sacar Zoom	[CTRL]+[R]	
Numerar Nodos	[CTRL]+[N]	
Numerar Barras	[CTRL]+[B]	
Ver secciones	[CTRL]+[S]	
Cargas en Barras	[CTRL]+[C]	
Cargas en Nodos	[CTRL]+[O]	
Deformada	[CTRL]+[D]	
Momento flexión	[CTRL]+[M]	
Momento torsión	[CTRL]+[L]	
Corte	[CTRL]+[T]	
Giros	[CTRL]+[G]	
Animación	[CTRL]+[A]	
Copiar al Portapapeles	[CTRL]+[INS]	

5.3.1. 3d

La estructura puede visualizarse en el plano XY, o en forma de perspectiva en 3 dimensiones. Este comando permite cambiar entre estas formas de visualización. Para cambiar la perspectiva de la vista 3d, puede oprimir el botón derecho sobre el gráfico y utilizar la opción del menú "Valores 3d", accediendo a una ventana como la siguiente.

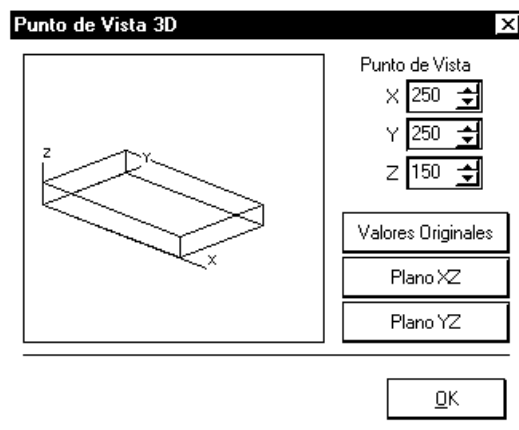


Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

En esta ventana puede modificarse el punto de vista deseado o seleccionar los planos XZ o YZ.

5.3.2. Zoom

Permite ampliar la estructura para ver algún detalle en particular de la misma

5.3.3. Numeración de Nodos y Barras

Si lo desea puede numerar los nodos y/o las barras, para facilitar la identificación de las mismas.

5.3.4. Secciones

Dibuja la sección rectangular equivalente, de acuerdo a los valores de F y J asignados a cada barra. La parte visible de las barras es el valor de la dimensión con la cuál se calcula el J(momento de inercia) de la sección.

En el caso de existir barras sin sección asignadas las mismas serán dibujadas en rojo permitiendo una rápida identificación.

5.3.5. Hipótesis

Selecciona alguna de las hipótesis de cálculo ingresadas. Si la estructura se encuentra calculada y hay más de una hipótesis también se podrá seleccionar como hipótesis la envolvente.

5.3.6. Cargas

Las funciones de gráfico de cargas en barras y nodos, grafican en escala relativa las cargas de la hipótesis seleccionada. No es posible graficar las cargas si se selecciona como hipótesis la envolvente.

Por escala relativa se entiende que si una fuerza tiene el doble de valor que otra, será dibujada del doble de tamaño en pantalla que la segunda. La escala es calculada con la mayor de todas las cargas en todas las hipótesis. Es posible modificar el factor de escala relativa de cargas en la casilla correspondiente.

5.3.7. Deformada

Si la estructura se encuentra calculada esta opción estará habilitada. El factor de deformación puede modificarse en la casilla correspondiente. No puede graficarse la deformada cuando la hipótesis envolvente esta seleccionada.

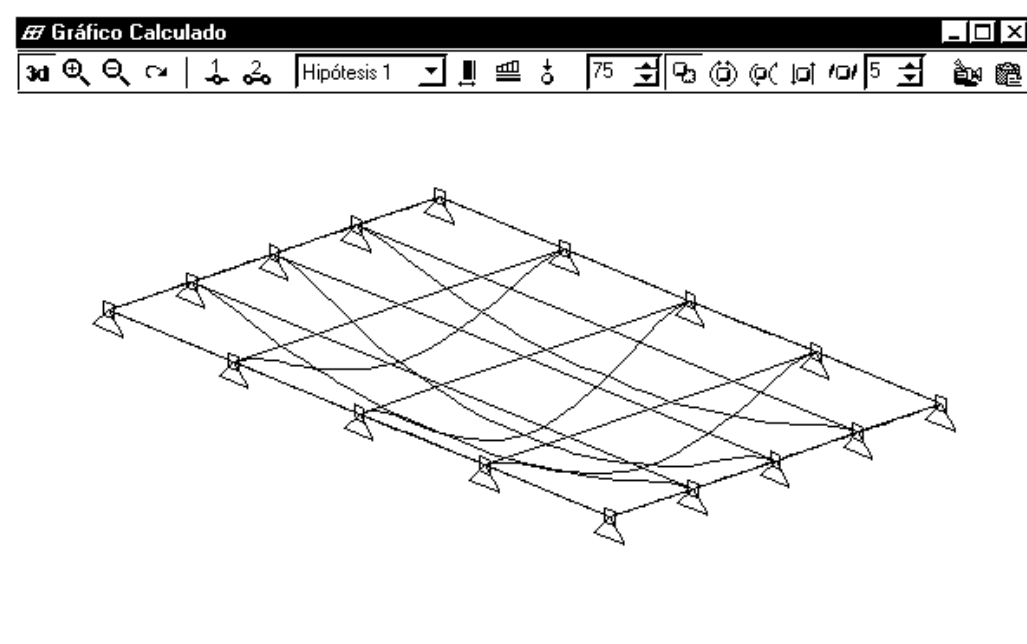


Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

5.3.8. Solicitaciones

Si la estructura se encuentra calculada pueden graficarse los diagramas de Momentos, Corte y Giros. Los diagramas pueden realizarse tanto para alguna de las hipótesis como para la envolvente. Al igual que en las cargas la escala de solicitaciones es relativa, y el factor puede modificarse siendo el mismo que el de las cargas.

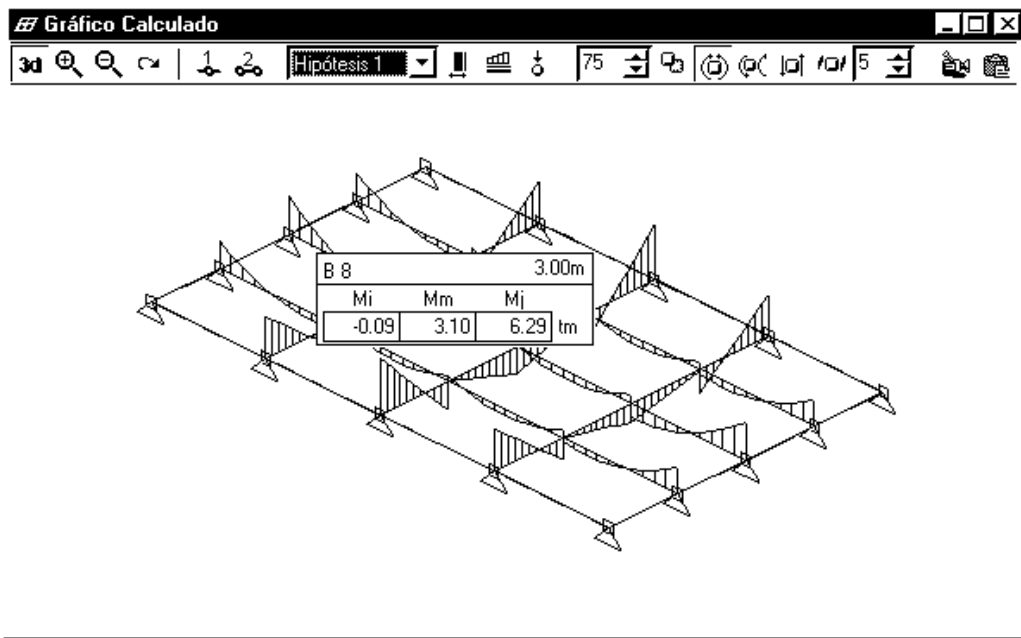


Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

Junto con los diagramas puede verificar los valores característicos de cada barra, haciendo un click con el mouse en el centro de la misma. Si realiza un click sobre un nodo restringido podrá verificar los valores de las reacciones para la hipótesis seleccionada.

5.3.9. Animación

El Eplan puede generar una animación de la estructura desde su posición original a su posición deformada. Grafique primero la deformada para la hipótesis y el factor de deformación deseado, puede, también, incluir las cargas en las barras y/o en los nodos. Ejecute la función de animación, verá un diálogo como el siguiente.(Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.)

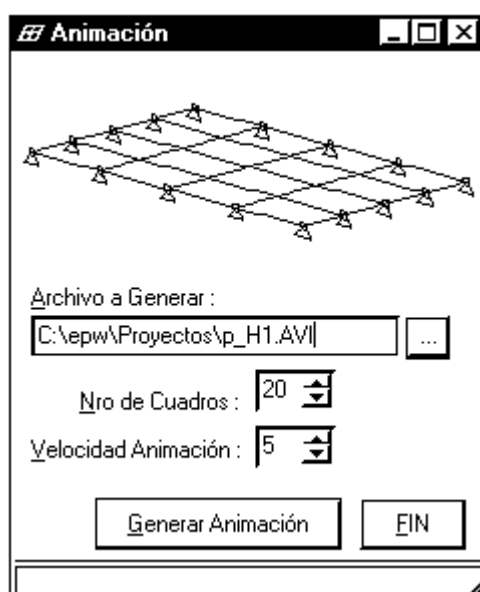


Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

Primero decida el tamaño de la animación agrandando o achicando la ventana, el nombre sugerido para la animación será el del proyecto mas el número de hipótesis. Las opciones de Nro de cuadros y Velocidad de animación le permitirán generar distintas alternativas. Oprima el botón de **Generar Animación**, primero se redibujarán los diferentes cuadros y luego de unos segundos aparecerá en el mismo diálogo la estructura animada. Recuerde que la animación se graba en el disco con el nombre seleccionado. Todas las animaciones son archivos estándar AVI de Windows. Desde el sistema operativo puede verificarlo haciendo doble click con el mouse sobre cualquiera de estos archivos, o abriéndolos con el programa de Windows "Reproductor Multimedia".

- Si antes de realizar la animación, hace un zoom de la estructura, podrá realizar la animación solo de la parte seleccionada.

5.3.10. Copiar al Portapapeles.

En cualquier momento es posible copiar al portapapeles (ClipBoard en inglés) la imagen que se esté visualizando. Simplemente oprima el botón o la combinación de teclas correspondiente y luego desde su programa favorito utilice la opción "Edición /Pegar" para obtener una copia de la imagen.

5.4. Tablas

Las opciones de tablas del menú principal permiten visualizar los datos y resultados en forma numérica. Para las opciones generales de manejo operativo de estas tablas vea el capítulo 1.

5.4.1. Nodos Barras y Restricciones

Estas tablas permiten ver los valores numéricos de la estructura después de la última corrección o del cálculo. Si la estructura se encuentra calculada podrá verificar además los valores numéricos de los resultados. En la tabla de Nodos los corrimientos de cada uno de ellos, en la tabla de Restricciones las reacciones de vínculos y en la tabla de barras los valores de las solicitaciones en los extremos y 10 puntos intermedios. (vea la Figura **¡Error! Argumento de modificador desconocido.**)

Barras												
Nro	Nodo i	Nodo j	Sección	Material								
1	1	6	1	1								
2	2	7	1	1								
3	3	8	1	1								
4	4	9	1	1								
Hip.	0.00m	0.30m	0.60m	0.90m	1.20m	1.50m	1.80m	2.10m	2.40m	2.70m	3.00m	
H 1	-9.93	-8.39	-6.85	-5.30	-3.76	-2.22	-0.67	0.87	2.41	3.95	5.50	
H (-)	-9.93	-8.39	-6.85	-5.30	-3.76	-2.22	-0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	
H (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.87	2.41	3.95	5.50	
<div> <div>40 Barras</div> <div>Barra : 4 3.00 m</div> <div> <input checked="" type="radio"/> Mf[tm] <input type="radio"/> Mt[t] <input type="radio"/> Q[t] </div> </div> <div> <div>E 3000000 t/m2</div> <div>Jt 0.0146 m2</div> <div>J 0.001067 m4</div> </div>												

Figura **¡Error! Argumento de modificador desconocido.**

5.4.2. Materiales y Secciones

Permiten verificar los materiales y secciones definidas en el Texto luego de la corrección.

5.4.3. Cargas en Barras y Nodos

Con estas tablas es posible verificar las cargas (por estado) asignadas a cada una de las barras y de los nodos, luego de realizada la corrección del texto.

5.4.4. Sincronización entre Tablas y Gráfico

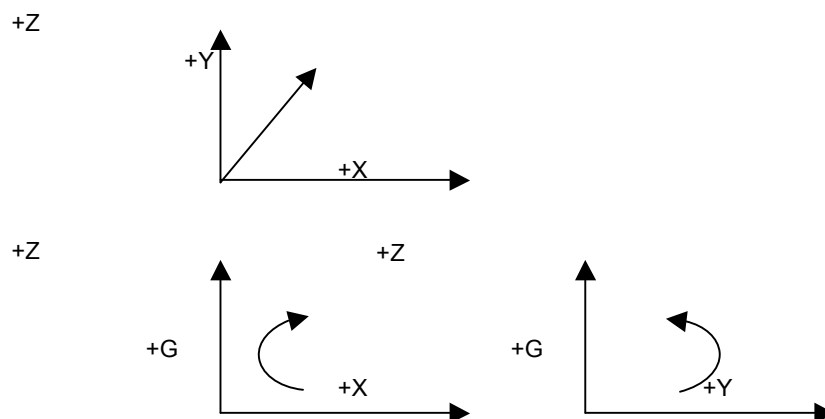
Si tiene abierta la tabla de barras y/o la de nodos al mismo tiempo que la vista del gráfico, cada vez que realice un click sobre el centro de una barra, la tabla de barras se posicionará en la barra marcada en el gráfico. Lo mismo ocurre al hacer un click sobre un nodo, la tabla de nodos se posiciona en el nodo marcado. Esto facilita, buscar barras y nodos para ver sus valores numéricos de datos y de resultados. (Vea la misma explicación en el capítulo 3 para más detalles)

5.5. Cálculo

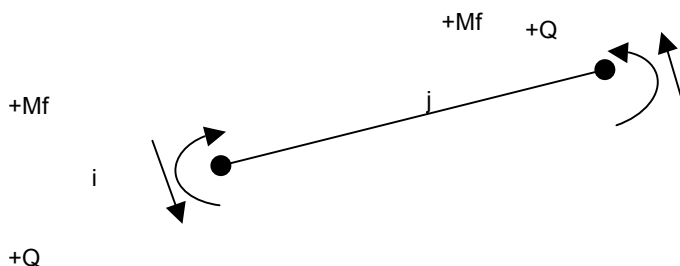
Al intentar calcular la estructura, el programa primero verifica que la misma este corregida sin errores, en caso contrario lo informa. El cálculo se realiza en forma automática para todas las hipótesis, la duración del mismo, depende de la cantidad de nodos, barras e hipótesis que se hayan definido, de todas maneras suele durar solo algunos segundos.

5.5.1. Convención de signos en los resultados

Para desplazamientos y reacciones la convención es la siguiente.



En solicitaciones, se utiliza la siguiente convención. Recuerde que la barra siempre debe verse con el nodo i (desde) a la izquierda. El nodo i de una barra es el de menor numeración independiente de su posición en la estructura.



5.5.2. Errores de cálculo

Debido a que el programa verifica la integridad y consistencia de los datos antes de calcular, solo pueden producirse tres tipos de errores durante el cálculo. Error de memoria, mecanismos o de ancho de banda.

Error de memoria.

En los sistemas operativos Windows 95/98 o NT es muy difícil que esto suceda, de todas maneras el sistema lo verifica al intentar reservar la memoria necesaria para el cálculo. Si llegara a ocurrir este error, cierre cualquier otro programa que tenga abierto en ese momento, verifique la capacidad libre de su disco rígido y luego intente nuevamente.

Mecanismos

El sistema resuelve estructuras Isoestáticas e Hiperestáticas pero no puede resolver mecanismos. Para facilitar la identificación de mecanismos parciales el programa la informará el nodo en el que se produce el primer mecanismo encontrado. Tenga en cuenta que el programa puede encontrar falsos mecanismos, esto sucede cuando la diferencia una de las barras de la estructura es del orden de 100,000 veces menos rígida que cualquier otra, en estos casos revise las asignaciones de materiales y secciones, seguramente tendrá un error.

Ancho de Banda.

Por razones de memoria y precisión en el cálculo, el ancho de banda de una estructura está limitado. (vea en el capítulo 1, los alcances y limitaciones del programa). El ancho de banda de una estructura es la mayor diferencia numérica entre los nodos de las barras definidas. Considere que esta diferencia se realiza con la numeración interna de nodos y no con el número asignado al ingresarlos. Por ejemplo:

Nodos

*	Nro	Cx	Cy
	1	0	0
	6	10	0
	10	0	10
	11	10	10

Barras

*	Nro	Ni	Nj
	1	5	10
	3	10	11
	3	5	11

En este ejemplo el mayor ancho de banda se da al definir la barra 3, del nodo 5 al 11 y su ancho de banda es 2, pues la barra va desde el 2do nodo definido al 4to nodo definido.

- En estructuras aporticadas siempre es posible redefinir la numeración de nodos de manera de no superar el ancho de banda máximo

5.6. Animaciones

Desde el menú principal "Opciones / Ver Animaciones" podrá acceder a la pantalla de visualización de animaciones previamente definidas. Simplemente desde esta pantalla podrá abrir hasta 4(cuatro) animaciones diferentes y verlas en forma simultánea. Si las animaciones son de diferente tamaño es preferible abrir en primer lugar la mayor de ellas.

6. El Lenguaje Rem

Manejo general de la ventana de Texto y descripción detallada de los comandos del Lenguaje Rem, para la definición de estructuras

En los puntos siguientes se verá con detalle la definición y utilización del Lenguaje Rem. Como en todo lenguaje, leer y revisar los ejemplos se convierte en una herramienta fundamental para su aprendizaje. El programa se instala con varios proyectos detallando la utilización del lenguaje para casos particulares, no dude en consultarlos.

6.1. Ventana de Texto.

El ingreso del lenguaje se realiza a través de un procesador de textos en la ventana de Texto del programa. Esta ventana es un simple procesador de textos básico, con los comandos y operaciones clásicas. En el punto 2.27 Comandos del procesador de Textos verá con mas detalle su funcionamiento.

6.2. Títulos, Valores y Comentarios.

Teniendo en cuenta que las líneas en blanco son ignoradas, el resto, puede estar dentro de las categorías de **Título**, **Valores** o **Comentario**.

- Si la línea comienza con un "asterisco" (*) es considerada un comentario y es ignorada a los fines de definición de la estructura
- Si la línea tiene una única "palabra" y esta es una de las palabras reservadas como Título, la línea se considera un **Título**.
- Cualquier otro texto que contenga la línea se considera como **Valores**

Ejemplo:

* Estructura de Prueba

Nodos

* Nro	X	Y	Z
1	0	0	0
2	5	0	10

Barras

* Nro	i	j
1	1	2

Las líneas en blanco son ignoradas, las líneas que comienzan con * se consideran **comentarios**, la línea "Nodos" y la línea "Barras" son **títulos** y el resto **Valores**.

6.2.1. Títulos

- Los títulos definen las diferentes secciones en el ingreso de datos, cada vez que se ingresa un título, todos los **valores** que se encuentren a continuación estarán referidos a dicho título, hasta que se encuentre otro título o se termine el texto.

En el ejemplo anterior, las líneas:

```
1      0      0      0
2      5      0     10
```

son líneas de valores referidas al título **Nodos**, en cambio, la línea :

```
1      1      2
```

se encuentra referida al título **Barras**. La siguiente Tabla muestra todos los títulos del lenguaje Rem y su significado.

Título	Descripción
Unidades	Cambio de Unidades
Nodos	Ingreso/Modificación de Nodos
G.Nodos	Generación Lineal de Nodos
Barras	Ingreso/Modificación de Barras
G.Barras	Generación Lineal de Barras
Restricciones	Ingreso/Modificación de Restricciones
Materiales	Ingreso/Modificación de Materiales
Secciones	Ingreso/Modificación de Secciones
Asigna.M	Asigna Materiales a las Barras
Asigna.S	Asigna Secciones a las Barras
Estado	Define el Estado a Ingresar
Peso.P	Peso Propio si o no.
Cargas.N	Asigna Cargas a los Nodos
Hipotesis	Define las Hipótesis a calcular
Cálculo	Define el tipo de Cálculo a realizar.
Variables	Define variables a utilizar
Nodos(-)	Borra definiciones de Nodos
Barras(-)	Borra definiciones de Barras
Dimensionamiento	Define el tipo de Dimensionamiento
Uniones	Define el tipo de Uniones
Hipotesis.D	Coeficientes de Dimensionamiento

6.2.2. Valores

Las líneas de Valores pueden tener uno o más campos, se considera un campo a cada "palabra" separada por uno o más espacios. Estas palabras son generalmente valores numéricos. Por ejemplo la siguiente línea de valores tiene 3 campos.

```
1  5.6    2.8+6
```

Los campos generalmente expresan valores numéricos. Estos valores pueden ingresarse de varias maneras diferentes. La siguiente tabla muestra algunos ejemplos.

Valor Ingresado	Valor Interpretado
12.05	12.05
0.1205e+2	12.05
.1205e+2	12.05
1205e-2	12.05
1,205e-2	12.05
12+0.05	12.05
2*6+5/100	12.05

También es posible incluir junto con los valores **Unidades** y **Variables**, como se verá mas adelante.

- Independientemente de la configuración que este utilizando en el sistema operativo, el programa asume el punto (.) como separación de decimales y la coma (,) para separar millares.

6.2.3. Comentarios

Toda línea que comienza con un asterisco (*) se considera un comentario y es ignorada en el momento de interpretar el texto. Además, para facilitar la documentación del ingreso de datos pueden incluirse comentarios en las líneas de Título y Valores, separando los mismos con el doble signo de dividir (//). Por ejemplo, las siguientes líneas son Títulos y Valores pero con comentarios en cada una de ellas:

```
Nodos           // Definición de Nodos
1  0  0  0      // Nodo en el origen
2  5  0  10     // Otro Nodo

Barras          // A partir de aca, definición de Barras
1  1  2         // Barra Nro 1
```

6.3. Corregir y mensajes.

En cualquier momento del ingreso de datos es posible realizar una verificación de los mismos utilizando el comando "Corregir". A este comando se accede oprimiendo el botón derecho del mouse sobre el texto y seleccionando el comando del menú, o simplemente con la combinación de teclas **[CTRL]+[A]**.

- El proceso de corrección intenta interpretar el texto ingresado de acuerdo a la convención de líneas de Título, Valores y Comentarios. La corrección NO se interrumpe de encontrar algún error, por el contrario, continúa con el resto del texto informando en la zona de mensajes la interpretación realizada y los errores encontrados. Al finalizar la corrección, se informa en la parte inferior de la zona de mensajes el número de errores encontrados.

Para facilitar la lectura del texto ingresado, el proceso de corrección colorea los Comentarios, Títulos y Valores con colores diferentes. Estos colores pueden modificarse o anularse desde el menú (oprimiendo el botón derecho del mouse sobre el texto) en la opción "Otros". En la figura siguiente (Figura **¡Error! Argumento de modificador desconocido.**) se muestra la ventana de texto luego de la corrección, note las líneas coloreadas en el texto ingresado y la zona de mensajes con el texto interpretado.

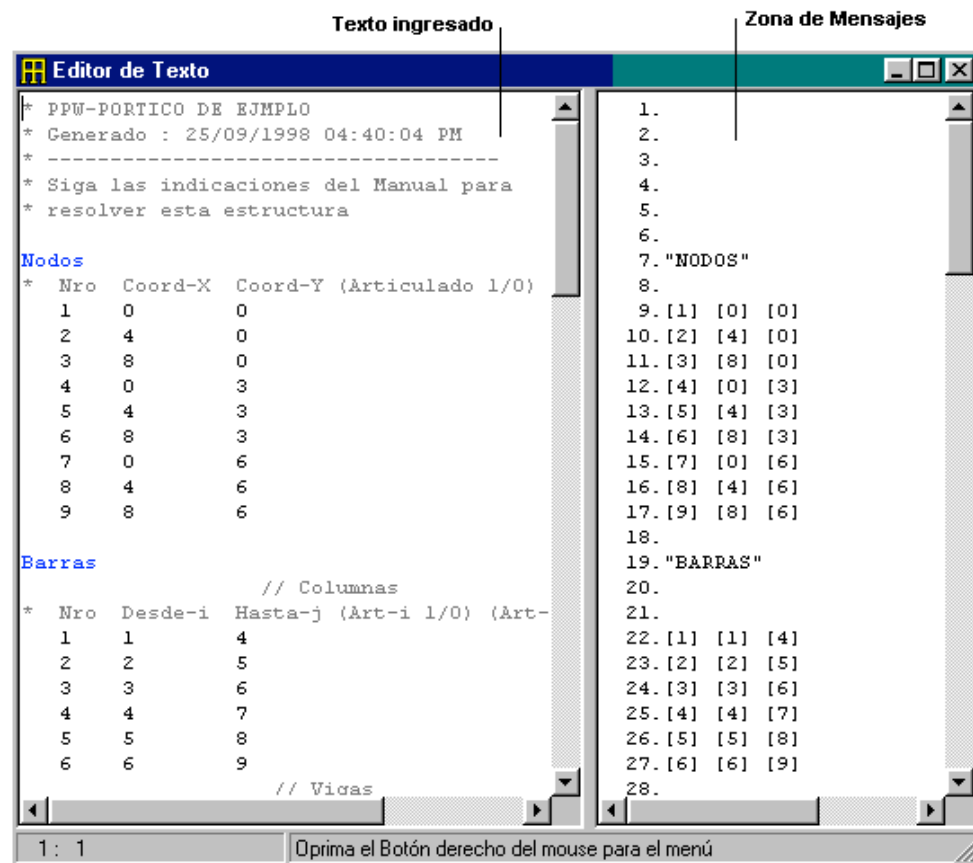


Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

6.3.1. Zona de Mensajes

La zona de mensajes muestra, luego de la corrección, el texto interpretado. Primero se informa el número de la línea, y luego la siguiente convención.

- **Comentarios.** Se muestran en blanco
- **Títulos.** Se muestra en mayúsculas y entre comillas ("").
- **Valores.** Cada campo entre corchetes y con su valor interpretado.

Errores en el Texto.

Pueden producirse dos tipos básicos de errores en el Texto, Títulos o líneas de valores mal definidas, o líneas que a pesar de estar bien definidas, tienen algún error que impide su correcta interpretación.

Quando al corregir se encuentran errores, la zona de mensajes los informa subrayándolos con color rojo, si el error se encuentra en la definición, se indican los campos que se esperaba obtener, si es otro tipo de error se indica el código de error y una pequeña descripción. La línea en donde se encuentra dicho error es ignorada y la corrección continúa con el resto del texto.

Generalmente un error provoca una serie de errores en el resto del texto, revise siempre la zona de mensajes de arriba hacia abajo, revisando primero, los errores ocurridos en primer lugar. En el ejemplo siguiente (Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.) se cometió un error al definir el primer nodo, poniendo el campo "art" luego de las coordenadas en la línea 9. La zona de mensajes indica este error aclarando los campos que espera encontrar bajo el título Nodos. Al haber un error en el nodo 1, este nodo es ignorado y surge el error en la definición de la barra 1 (línea 22), en este caso la línea fue ingresada correctamente pero el nodo 1 no existe y por lo tanto no puede usarse para definir la barra.

Corrigiendo el error en la definición del nodo 1, se arreglará el error de la barra 1.

Nodos				7. "NODOS"
* Nro	Coord-X	Coord-Y	(Articulado 1/0)	8.
1	0	0	art.	9. [1] [0] [0] [0/1]
2	4	0		10. [2] [4] [0]
3	8	0		11. [3] [8] [0]
4	0	3		12. [4] [0] [3]
5	4	3		13. [5] [4] [3]
6	8	3		14. [6] [8] [3]
7	0	6		15. [7] [0] [6]
8	4	6		16. [8] [4] [6]
9	8	6		17. [9] [8] [6]
Barras				18.
			// Columnas	19. "BARRAS"
* Nro	Desde-i	Hasta-j	(Art-i 1/0) (Art-	20.
1	1	4		21.
2	2	5		22. [1] [1] [4] (5)El Nodo i NO Existe
3	3	6		23. [2] [2] [5]
				24. [3] [3] [6]

Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

- Tanto los colores en el Texto Ingresado como los Errores en la zona de mensajes pueden desactivarse mediante el menú (oprimiendo el botón derecho del mouse sobre la zona de ingreso de texto) en la opción "Otros / Opciones del Texto".

6.4. Unidades

En el ingreso de la estructura es fundamental la interpretación numérica con sus unidades, por ejemplo, al ingresar como coordenada de un nodo el valor **5**, debe quedar perfectamente claro si son, **5** metros, **5** centímetros o alguna otra unidad. Existen tres magnitudes físicas diferentes para definir una estructura, Longitud, Fuerza, y Giros y dos formas diferentes de ingresarlas, en forma global o en forma explícita en cada valor.

- Si no se ingresan Unidades en forma global, y para un valor determinado, no se aclara su unidad en forma explícita, se considerará por defecto, los valores de **m** (metros), **t** (toneladas) y **g** (grados sexagesimales) según corresponda.

6.4.1. Unidades Globales

En cualquier línea del texto puede ingresarse el título Unidades y a continuación las líneas de valores indicando las diferentes magnitudes físicas. Estas líneas de valores tienen dos campos, el primero, una letra (F,L o G) según se trate de Fuerza, Longitud o Giro, y el segundo campo el factor que relaciona la unidad definida con las unidades básicas (t,m y g). Por ejemplo:

```
Unidades
F 1000 // Kg
```

Esta definición de unidades indica que a partir de este punto los valores ingresados como fuerza se encontrarán expresados en Kg, es decir, el programa los deberá dividir por el factor 1000 para obtener la unidad básica de fuerza que es la tonelada.

```
Unidades
F 1 // t
L 100 // cm
```

En este último caso se indica que se ingresará en toneladas las fuerzas, y en centímetros las longitudes. Cabe aclarar que, obviamente, también se modifican las unidades combinadas, en este último ejemplo los momentos se ingresarán en tcm (toneladas-centímetro).

- La definición de Unidades afecta los valores ingresados a partir de su definición hasta encontrar una nueva definición de Unidades o hasta el fin del texto.

6.4.2. Unidades explícitas

Cuando se desea expresar un valor en particular con unidades diferentes a las globales, puede aclararse explícitamente su Unidad. Las unidades explícitas válidas en el Pplan son:

Unidad	Valor
M	Metro
Cm	Centímetros
Mm	Milímetros
T	Toneladas
Kg	Kilogramos
Grad	Grados sexagesimales
Rad	Radianes

De esta manera para el ejemplo siguiente, el nodo 1 tiene coordenadas (5,2)m y el nodo 2 (5,3)m

```
Unidades
L 100 // cm

Nodos
1      5m  200
2      500 3m
```

Las Unidades explícitas pueden incluirse dentro de expresiones matemáticas, por ejemplo para definir una coordenada de 2.5 m puede ingresarse:

```
Nodos
1 2m+50cm 5m
```

Lo mismo ocurre para las unidades combinadas, por ejemplo para definir el módulo de elasticidad de un material en kg/cm² podrá ingresarse.

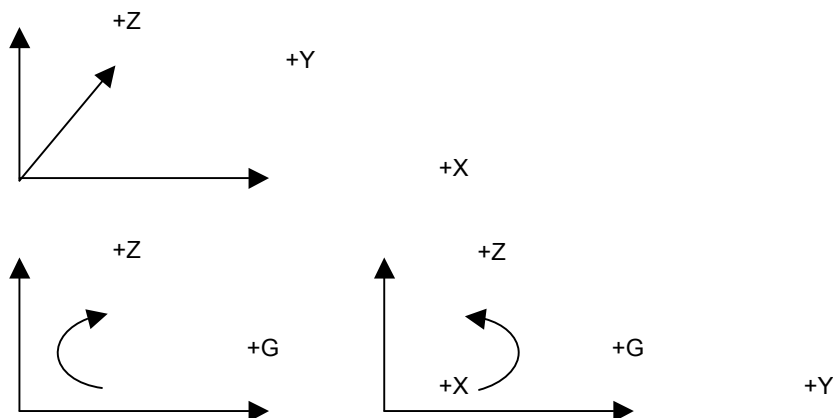
```
Materiales
1      2,100,000kg/cm^2 2.4
```

- Cuando utilice unidades explícitas, recuerde no dejar separación entre números y unidades. Además tenga en cuenta que, por ejemplo, **cm2** se tomará como un error, deberá ingresar **cm^2** para centímetros cuadrados.

6.5. Convención de Signos

A diferencia de las Unidades, la convención de signos utilizada para el ingreso es única y no puede modificarse.

En el ingreso de la topología y cargas globales de la estructura, la convención es la siguiente.



6.6. Convención de Títulos

En el detalle de cada título se utilizará una tabla resumen para facilitar su explicación de acuerdo a la siguiente convención.

TITULO	CAMPOS
	Valores esperados
	Ingreso Obligatorio y Grupos
	Magnitud Física

Campos. Son los campos esperados en las líneas de valores que sigan a continuación del título.

Valores esperados. Se indicará el tipo de valor esperado para el campo, las alternativas son

e>0	Número entero mayor a cero
R	Número real
1/0	El valor 1 o 0
A/B/C	Los valores A, B o C

Ingreso Obligatorio y Grupos. Las casillas con una X indicarán que dicho campo debe ingresarse, el resto es optativo. De haber letras en dichas casillas indicarán los grupos de ingreso obligatorio.

Magnitud Física. Es la magnitud física esperada para el campo puede ser L (longitudes) F (Fuerza) G (Giros) o una combinación de las mismas

Ejemplo

Restricciones	Nro	Rx	Ry	Rz	Co-X	Co-Y	Co-Z	E-X	E-Y	E-Z
	e>0	1/0	1/0	1/0	r	r	R	r	r	R
	X	X	X	X	AB	AB	AB	B	B	B
					L	L	L	F/L	F/L	F/L

En este ejemplo para el título Restricciones, se indica que las líneas de valores a continuación del título deben tener por lo menos 4(cuatro) campos, el primero un valor entero mayor a cero y los tres siguientes pueden ser de valor 1 o 0. Las letras A y B en el resto de los campos indican que son campos opcionales, pero o se ingresan todos los que contienen A o todos los que contienen B, en definitiva la línea puede tener 4, 7 o 10 campos, pero ninguna otra combinación. Los campos Co-X, Co-Y y Co-Z son longitudes, E-X, E-Y y E-Z se expresan en Fuerza/Longitud.

6.7. Nodos

Nodos	Nro	Cx	Cy	Cz
	e>0	r	r	r
	X	X	X	X
		L	L	L

El título Nodos puede ingresarse en cualquier parte del texto, de existir previamente el nodo, se redefine con los nuevos valores.

Nro. Es el número a asignar al Nodo.

Cx. Coordenada en X del nodo.

Cy. Coordenada en Y del nodo.

Cz. Coordenada en Z del nodo.

- Los nodos deben ser definidos en orden creciente, aunque no es necesario que sean correlativos.
- No pueden definirse nodos coincidentes, es decir, dos nodos con las mismas coordenadas X e Y.

6.8. G.Nodos

G.Nodos	Ni	Nf	Cant.	Nro.1	Delta
	e>0 X	e>0 X	e>0 X	e>0 X	e>0 X

Este título permite la generación de varios nodos escribiendo una única línea. Los nodos se generarán sobre la recta definida entre los nodos inicial y final.

Ni Número de Nodo inicial, debe ser definido previamente.
Nf Número de Nodo final, debe haber sido definido previamente.
Cant Cantidad de nodos a generar.
Nro.1 Número que se le desea asignar al primer nodo generado
Delta Salto de numeración entre cada nodo generado.

Ejemplo

Se desean generar 8 nodos numerados 5,7,9,11,13,15,17 y 19 formando una recta entre las coordenadas (0,0,0) y (5,10,20). Primero se definen los nodos 5 y 19 con las coordenadas extremas de la recta.

```
Nodos
* Nro  Coord-X  Coord-Y  Coord-Z
  5      0.00    0.00    0.00
 19      5.00   10.00   20.00
```

Luego se utiliza G.Nodos para generar el resto.

```
G.Nodos
* Ni  Nf  Cant_Nodos  Nro_1  Delta_Nro
  5  19      6         7         2
```

- (Vea **¡Error! Argumento de modificador desconocido. ¡Error! Argumento de modificador desconocido.** para otro ejemplo)

6.9. Barras

Barras	Nro	Ni	Nj	fL2
	e>0 X	r X	r X	r -

El título Barras puede ingresarse en cualquier parte del texto, de existir previamente el Nro de Barra, se redefine la misma con los nuevos valores.

Nro. Número a asignar a la Barra.
Ni. Nodo inicial de la Barra.
Nj. Nodo final de la Barra.
fL2 Este valor, de ingresarse, se utilizará para dividir la longitud de la barra y obtener la longitud en la dirección secundaria. Esta longitud será utilizada para el cálculo de la relación L/r (siendo r el radio de giro de la sección), en el dimensionamiento. Si se ingresa 0 (cero) se indicará utilizar la longitud total pero el rm (radio de giro medio). Vea el Dimensionamiento en Acero para mayor detalle.

- Las barras deben ser definidas en orden creciente, aunque no es necesario que sean correlativas.
- El Nodo inicial Ni y el Nodo final Nj deben haber sido definidos previamente.
- El Nodo inicial Ni puede ser de menor o mayor numeración que el final (Nj).
- No puede definirse mas de una barra con los mismos nodos Ni y Nj

6.10. G.Barras

G.Barras	Ni	Nf	Delta.Ni	Delta.Nf	Cant.	Nro.1	Delta
	e>0	e>0	e>0	e>0	e>0	e>0	e>0
	X	X	X	X	X	X	X

Este título permite la generación de varias barras escribiendo una única línea. Las barras se generarán siguiendo la secuencia de los nodos indicados.

Ni Número de Nodo inicial de la primer barra a generar.
Nf Número de Nodo final de la primer barra a generar.
Delta.Ni Salto de numeración del nodo inicial de las barras a generar.
Delta.Nf Salto de numeración del nodo final de las barras a generar.
Cant Cantidad de barras a generar.
Nro.1 Número que se le desea asignar a la primera barra generada
Delta Salto de numeración entre cada barra generada.

Ejemplo

Se desean generar 7 barras entre las coordenadas (0,0,0) y (5,10,20) numeradas 4,6,8,10,12,14 y 16. Primero se definen los nodos 5 y 19 con las coordenadas extremas de la recta, luego se generan 8 nodos numerados 5,7,9,11,13,15,17 y 19. Por último se generan las barras deseadas.

Nodos

* Nro	Coord-X	Coord-Y	Coord-Z
5	0.00	0.00	0.00
19	5.00	10.00	20.00

G.Nodos

* Ni	Nf	Cant_Nodos	Nro_1	Delta_Nro
5	19	6	7	2

G.Barras

* Ni	Nf	Delta_Ni	Delta_Nf	Cant_Barras	Nro_1	Delta_Nro
5	7	2	2	7	4	2

6.11. Restricciones

Restricciones	Nro	Rx	Ry	Rz	Co-X	Co-Y	Co-Z	E-X	E-Y	E-Z
	e>0 X	1/0 X	1/0 X	1/0 X	r AB L	r AB L	R AB L	r B F/L	r B F/L	R B F*/L

El título Restricciones puede ingresarse en cualquier parte del texto, de estar previamente restringido un Nodo, se redefine con los nuevos valores.

Nro. Número del Nodo que se desea restringir.
Rx. Restringido en coordenada X Si o No (1 ó 0)
Ry. Restringido en coordenada Y Si o No (1 ó 0)
Rz. Restringido en coordenada Z Si o No (1 ó 0)
Co-X. Corrimiento del Nodo en la coordenada X
Co-Y. Corrimiento del Nodo en la coordenada Y
Co-Z. Corrimiento del Nodo en la coordenada Z
E-X. Valor del resorte equivalente en la coordenada X
E-Y. Valor del resorte equivalente en la coordenada Y
E-Z. Valor del resorte equivalente en la coordenada Z

- El Nodo a restringir debe ser previamente definido.
- Para definir un cedimiento debe restringirse primero en dicha dirección
- Los valores de los resortes equivalentes son considerados siempre positivos
- Si un resorte, en una dirección tienen un valor distinto de cero, se considera el valor del resorte independientemente de la restricción ingresada en dicha dirección.
- Si un resorte, en una dirección tiene valor 0(cero), se considerará la restricción ingresada en dicha dirección.

6.12. Materiales

Materiales	Nro	E	Pe	Tipo	Sfl
	e>0 X	r X F/L^2	r X F/L^3	A A	r A F/L^2

El título Materiales puede ingresarse en cualquier parte del texto, de existir previamente el Nro a definir, el mismo se redefine con los nuevos valores.

Nro. Número de Material a definir.
E. Módulo de elasticidad del Material
Pe. Peso específico.
Tipo Tipo de Material. Solamente puede ser A Acero.
Sfl Si se define como material Acero deberá ingresarse el Sigma de Fluencia.

- El número de Material debe ser correlativo, comenzando desde el nro 1.
- Para poder Dimensionar deberá ingresarse **Tipo y Sfl**
- Vea el capítulo de Dimensionamiento en acero para mayor detalle.

6.13. Secciones

Secciones	Nro	F
	e>0 X	R X L^2

Secciones	Nro	Tipo	Código	F
	e>0 X	e>0 X	e X	R - L^2

El título Secciones puede ingresarse en cualquier parte del texto, de existir previamente el Nro a definir, el mismo se redefine con los nuevos valores. Puede ingresarse de dos maneras diferentes.

Nro. Número de la sección a definir.
F. Área de la sección

Nro Número de la sección a definir.
Tipo Tipo de sección
Código Código de la sección.
F Si se ingresa código=0 deberá ingresarse el área de la sección.

- El número de sección debe ser correlativo, comenzando desde el nro. 1.
- Para una referencia acerca de Tipo y Código vea el capítulo de dimensionamiento en Acero.
- Si se desea predimensionar una sección seleccionando el perfil de un tipo determinado, deberá ingresarse código=0 y luego el valor de F para el cálculo.

6.14. Asigna Materiales

Asigna.M	Bd	Bh	M
	e>0 X	e>0 -	e>0 X

El título Asigna.M puede ingresarse en cualquier parte del texto, de haberse asignado previamente un material a la barra, se asigna el último valor definido.

Bd. Barra inicial a asignar.
Bh. Barra final a asignar
M. Nro del Material a asignar al rango de Barras.

- La Barra Bd debe haber sido definida previamente.
- Si se ingresa un rango (indicando el valor de Bh) la barra Bh debe haber sido definida previamente.
- El número de material debe haber sido definido previamente.
- Cuando se define un rango Bd y Bh, solo deben existir las barras Bd y Bh, el material será asignado a todas las barras intermedias que hayan sido definidas.

6.15. Asigna Secciones

Asigna.S	Bd	Bh	S
	e>0 X	e>0 -	e>0 X

El título Asigna.S puede ingresarse en cualquier parte del texto, de haberse asignado previamente una sección a la barra, se asigna el último valor definido.

Bd. Barra inicial a asignar.

Bh. Barra final a asignar

S. Nro de Sección a asignar al rango de Barras.

- La Barra Bd debe haber sido definida previamente.
- Si se ingresa un rango (indicando el valor de Bh) la barra Bh debe haber sido definida previamente.
- El número de sección debe haber sido definido previamente.
- Cuando se define un rango Bd y Bh, solo deben existir las barras Bd y Bh, la sección será asignada a todas las barras intermedias que hayan sido definidas.

6.16. Estado

Estado	Nro
	e>0 X

El título Estado indica que estado se definirá desde su ingreso en el texto en adelante. Las cargas y barras que se ingresen a continuación se asignarán al estado definido.

Nro. Número de Estado.

- Solo pueden definirse estados correlativos comenzando desde el nro 1.

6.17. Cargas en Nodos

Cargas.N	Nd	Nh	C-X	C-Y	C-Z
	e>0 X	e>0 -	r X F	r X F	r X F

El título Cargas.N puede ingresarse en cualquier parte del texto, de haberse asignado previamente a un nodo cargas, **se agregan los nuevos valores de carga.**

Nd. Nodo inicial a cargar.

Nh. Nodo final a cargar

C-X. Fuerza en X a cargar en el Nodo

C-Y. Fuerza en Y a cargar en el Nodo

C-Z. Fuerza en Z a cargar en el Nodo

- El nodo Nd debe haber sido definido previamente.
- Si se ingresa un rango (indicando el valor de Nh) el nodo Nh debe haber sido definido previamente.
- Cuando se define un rango Nd y Nh, solo deben existir los nodos Nd y Nh, las cargas serán asignadas a todos los nodos intermedios que hayan sido definidos.
- Las direcciones y sentidos de las cargas son siempre en coordenadas locales.

6.18. Peso Propio

Peso.P	Dir-Sentido
	+/-X,Y,Z X

Dir_Sentido. Puede ingresarse alguna de las seis opciones siguientes: +Z -Z +Y -Y +X -X

Este título de acuerdo al peso específico del material de cada barra, su área y su longitud, pone cargas en los nodos equivalentes al peso de cada barra repartido en partes iguales en ambos nodos. La dirección y sentido se puede especificar en cualquiera de los ejes globales. (Normalmente será en -Z).

6.19. Hipótesis

Hipótesis	Nro	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
	e>0 X	r X	r -	R -	r -	r -	r -	r -	r -	r -

El título Hipótesis solo puede ingresarse una única vez.

Nro. Número de hipótesis a definir. Debe ser correlativo y comenzar desde el nro 1.

F1 a F9. Factores que multiplican cada estado que interviene en la hipótesis definida.

- Los factores pueden ser negativos, indicando un cambio en el sentido de la definición de la carga
- No es necesario completar con factores 0(cero) los estados no definidos.

6.20. Cálculo

Cálculo	Orden	Tolerancia
	1,2 X	R -

El título Cálculo define el tipo de cálculo a realizar sobre la estructura. El programa puede realizar el cálculo en Primer Orden, o en Segundo Orden.

Orden. 1 ó 2 De acuerdo al tipo de cálculo a realizar.

Tolerancia. Valor entre 1 y 10 (1 por defecto).

El cálculo en segundo Orden consiste en considerar la acción de las cargas en la estructura en su posición deformada. Para ello el programa resuelve inicialmente la estructura, calcula su posición deformada, y vuelve a calcular, teniendo en cuenta dicha deformación. Este proceso es un proceso iterativo que termina cuando se verifica la siguiente condición.

$$(Def[l-1] - Def[l]) \leq Tol/100 * (Def[0])$$

Es decir, cuando la diferencia entre la deformada máxima entre dos iteraciones es menor o igual a un determinado porcentaje de la deformada máxima inicial. Este porcentaje puede ingresarse como **Tolerancia**, de no ser ingresado se adopta el 1%.

- Si en dos iteraciones sucesivas la deformación de la estructura crece en valor absoluto, se considera que la misma es inestable, no puede calcularse, y se informa con un mensaje en pantalla.

6.21. Sacar Nodos

Nodos(-)	Nro
	e>0 X

El título Nodos(-) puede ingresarse en cualquier parte del texto.

Nro. Número del nodo a sacar.

- El nodo a sacar debe haber sido definido previamente.
- No pueden sacarse nodos que tengan alguna barra definida. En ese caso primero deberá sacar las barras que usan dicho nodo.

6.22. Sacar Barras

Barras(-)	Nro
	e>0 X

El título Barras(-) puede ingresarse en cualquier parte del texto.

Nro. Número de la barra a sacar.

- La barra a sacar debe haber sido definida previamente.

6.23. Dimensionamiento

Dimensionamiento	Norma	V.E.
	1,2,3 X	11,12,21,22 A

Para realizar el Dimensionamiento, se deberá indicar la Norma a utilizar, y en el caso de la norma ASCE el valor asignado al tipo de vínculos extremos.

Norma Puede ser 1=ASCE, 2=DIN, 3=CIRSOC

V.E. Vínculos Extremos. Los valores posibles son 11,12,21,22 (solo debe ingresarse para Norma ASCE).

- Vea el capítulo de Dimensionamiento en Acero para mayor detalle.

6.24. Uniones

Uniones	Tipo	Tau	D.min	D.max	Holg	C.Abu	Sec.C
	1 X	r X F/L^2	r X L	r X L	r X L	1,2 X	1,2 X

Si desea dimensionar uniones en los perfiles deberá definir los parámetros con este título

Tipo	Por el momento solamente puede ser 1, Uniones Abulonadas.
Tau	Valor de Tau del bulón.
D.min	Diámetro mínimo de bulón a utilizar.
D.max	Diámetro máximo de bulón a utilizar.
Holg	Holgura de los bulones a utilizar.
C.Abu	Número de caras abulonadas. Pueden ser 1 ó 2
Sec.C	Número de secciones de corte. Pueden ser 1 ó 2

- Vea el capítulo de Dimensionamiento en Acero para mayor detalle.

6.25. Hipotesis.D

Hipótesis.D	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10
	r X	r -	r -	r -	r -	r -	r -	r -	r -	r -

Para el dimensionamiento en Acero es necesario definir constantes para cada una de las hipótesis utilizadas en el cálculo. Este título debe ingresarse luego de definido el tipo de dimensionamiento (Título Dimensionamiento) y las hipótesis de cálculo. (Título Hipótesis).

H1 a H10	Indican los factores para cada hipótesis definida. Dependen de la norma Norma=1 (ASCE). Factor de mayoración de cargas, para obtener cargas últimas. Norma=2 (DIN). Puede ser 1=H ó 2=Hz Norma=3 (CIRSOC). Factor de reducción de Sigma de fluencia del acero.
-----------------	---

- Vea el capítulo de Dimensionamiento en Acero para mayor detalle.

6.26. Variables

Variables	V	Vi
	Letra X	R X

El título Variables puede ingresarse en cualquier parte del texto.

V. Nombre de la variable
Vi. Valor que toma la variable.

- Las variables solamente pueden tener 1 letra
- Las variables m y t están reservadas como unidades explícitas y no pueden utilizarse.

Vectores.

Si bien cada variable puede tener una única letra, es posible definir subíndices de dichas variables o vectores. Este subíndice solamente puede ser un único dígito 0 a 9, puede ingresarse a continuación de la variable o entre signos de mayor y menor "< >". Si se utilizan signos de mayor y menor puede indicarse el subíndice como una expresión matemática, por ejemplo, todas las variables siguientes son idénticas:

- S1
- S<1>
- S<2-1>

6.27. Fórmulas, variables y Loop

Expresiones matemáticas y variables

Una de las características mas poderosas del lenguaje es la posibilidad de ingresar expresiones matemáticas en lugar de valores numéricos. Esto facilita la interpretación de los valores ingresados. Veamos el siguiente ejemplo.

```
Secciones
* Nro      F
  1        0.12
  2        0.30*0.40
```

Las secciones 1 y 2 son idénticas, en el primer caso se ingresó el valor de F, en el segundo, la expresión matemática de F a partir de los valores de una sección rectangular de 0.30x0.40. Note cuanto más claramente queda expresado en el segundo caso.

- Recuerde que no debe separar los términos de una expresión matemática con espacios en blanco, de lo contrario se considerarán campos diferentes

Para hacer más evidente el ejemplo anterior podemos utilizar variables como en el ejemplo que sigue a continuación:

```
Variables
* Nombre  Valor_Inicial
  b       0.30      // base de la sección
  d       0.40      // altura de la sección

Secciones
* Nro      F
  1        0.12
  2        0.30*0.40
  3        b*d
```

Ahora las tres secciones son idénticas, con el mismo valor de F.

Como se vió en el punto 2.4.2 Unidades explícitas, podemos definir las unidades en forma más conveniente

```
Variables
* Nombre  Valor_Inicial
  b       30cm
  d       40cm

Secciones
* Nro      F
  1        0.12
  2        0.30*0.40
  3        b*d
```

Nuevamente las tres secciones son idénticas.

- En la zona de mensajes siempre podrá ver el resultado de la expresión matemática

Loop

Muchas veces las definiciones de nodos, barras y cargas siguen una secuencia matemática. Para facilitar este ingreso, es posible utilizar la función **Loop** que se define de la siguiente manera:

Loop [v] [vi] [vf] [salto]

V Variable a iterar
vi Valor inicial
vf Valor final
salto optativo, (1 por defecto). Es el valor en que se incrementa la variable.

- La primer línea de valores a continuación de la línea de definición del Loop, será ejecutada para la variable **v** con el valor **vi** y luego **vi+salto**, **vi+salto*2**, etc. hasta que **vi** alcance el valor de **vf**.

Si por ejemplo, se desea definir 5 nodos sobre una recta en Y, separados 2 metros cada uno, se debe ingresar:

```
Nodos
*  Nro  Coord_ X  Coord_Y  Coord_Z
    1      0      0      0
    2      0      2      0
    3      0      4      0
    4      0      6      0
    5      0      8      0
```

Utilizando la función Loop podemos ingresar

```
Nodos
*  Nro  Coord_ X  Coord_Y  Coord_Z
Loop i 1 5
    i      0      (i-1)*2      0
```

En el ejemplo siguiente se desean definir las barras 1,3,5,7,9 de la siguiente manera:

```
Barras
Nro Desde-i Hasta-j
1      2      3
3      4      5
5      6      7
7      7      9
9      10     11
```

Utilizando la función Loop podemos ingresar

```
Barras
Loop b 1 10 2
    Nro Desde-i Hasta-j
    b      b+1      b+2
```

En este caso la variable **b** adopta los valores 1,3,5,7 y 9 debido a que se definió el valor inicial como 1 y el salto con valor 2, y el valor final de la variable como valor 10. Deberá notar que el valor de la variable **nunca** supera el valor final definido.

Loop anidado

Es posible definir dos Loops consecutivos uno a continuación del otro, en ese caso la línea de valores a continuación del segundo Loop se ejecutará tantas veces como indique el primer Loop, y para cada una de esas veces, tantas veces como indique el segundo Loop. En el ejemplo siguiente ambas definiciones producen el mismo resultado

Nodos

```
*   Nro   Coord_X   Coord_Y   Coord_Z
      1      11      10        0
      2      12      20        0
      3      21      10        0
      4      22      20        0
      5      31      10        0
      6      32      20        0
```

Nodos

```
loop i 1 3
  loop j 1 2
    *   Nro   Coord_X   Coord_Y   Coord_Z
        (i-1)*2+j   i*10+j   j*10       0
```

- En la zona de mensajes, luego de la corrección, puede verificar el resultado del Loop, en donde figurará cada línea generada con sus valores.

Referencia de funciones

	Detalle	Ejemplo	Resultado
+	Suma	3+2	5
-	Resta	5-2*(-3+4)	3
*	Producto	3*2	6
/	División	8/2	4
^	Exponente	2^3	8
!	Factorial	4!+5	29
INT	Parte entera	INT(Pi)	3
ABS	Valor Absoluto	ABS(5-3^2)	4
Pi	Pi	1+Pi	4.14159..
Sin,Cos	Seno y Coseno	sin(1.5)^2+cos(1.5)^2	1
Sec,Csc	Secante y Cosecante	Cos(1.5)*Sec(1.5)	1
Asin,Acos	ArcoSeno y ArcoCoseno	Asin(1)+Asin(0)	3.14159..

6.28. Funciones Especiales

Además de las funciones matemáticas y trigonométricas de la tabla anterior es posible utilizar funciones especiales que hacen referencia los valores de la estructura ingresada. Estos valores dependen del lugar en que se ingresan, por ejemplo, Cno es la cantidad de nodos ingresados, pero su valor varía dependiendo del lugar en que se ingrese en el editor de textos.

	Detalle	Ejemplo	Resultado
CoX	Coordenada X de un Nodo	CoX(5)	3.02
CoY	Coordenada Y de un Nodo	CoY(2+4)	4.50
CoZ	Coordenada Z de un Nodo	CoZ(3*2)	33.12
Nno	Número del último Nodo	Nno+1	5
Cno	Cantidad de Nodos definidos	Cno	245
Nba	Número de la última Barra	Nba*2	45
Cba	Cantidad de Barras definidas	Cba	567

6.29. Comandos del procesador de Textos

El funcionamiento del editor de textos es similar a cualquier procesador de palabras, las características y funciones mas comunes son:

Teclas	Descripción
Cursores	Se mueve dentro del texto
Ins	Modo de inserción/reemplazo del texto
Av.Pág	Página siguiente
Re.Pág	Página anterior
Ctrl+Inicio	Principio del texto
Ctrl+Fin	Fin del texto
May+Cursores	Pintan el texto
Ctrl+Ins	Copia el texto pintado
May+Ins	Pega el texto pintado
Alt+Backspace	Deshace la última operación (undo)
TAB	Posiciona el cursor bajo la siguiente columna de texto de la línea anterior

- Recuerde que al oprimir el botón derecho del mouse sobre el texto podrá acceder al menú de opciones del mismo

7. Opciones del Programa Rem

En este capítulo podrá ver en detalle todas las opciones del programa Rem

7.1. Proyectos

Como se aclaró en capítulos anteriores, todos los proyectos consisten en un único archivo de texto formado por el nombre del proyecto y la extensión REW. Un proyecto puede comenzarse desde un texto en blanco, generarse a partir de un modelo definido o desde otro proyecto previamente generado.

- En ningún caso es necesario aclarar la extensión REW del proyecto. El programa agrega dicha extensión en forma automática.

7.1.1. Nuevo

Este comando permite crear un nuevo proyecto, primero deberá especificar el nombre y lugar del disco en donde desea guardarlo, por defecto se le sugerirá el subdirectorio "Proyectos" dentro del directorio en donde haya instalado el programa.

Luego de ingresado el nombre del proyecto, tendrá la opción de generar un proyecto en blanco o un pórtico.

Proyecto en blanco

Simplemente generará un archivo de texto con todos los títulos y comentarios para que comience el ingreso de una nueva estructura.

Estéreo

Una serie de diálogos le permitirán definir una estereo estructura básica, y luego, el programa creará el texto con las definiciones necesarias para generar dicha estructura. A partir de este punto podrá continuar modificando y agregando definiciones en el texto hasta obtener la estructura deseada.

7.1.2. Abrir

El comando abrir le permite seleccionar el proyecto con el cuál desea trabajar y cargar su definición en la ventana de texto. Simplemente seleccione del diálogo, el archivo REW a abrir.

7.1.3. Proyectos Rem DOS

Dentro del comando abrir es posible seleccionar viejos proyectos realizados en la versión DOS del Rem. Si selecciona la opción de Tipos de Archivo Rem (TXT) podrá ver la lista en el directorio que indique de dichos proyectos.

Al abrir un proyecto Rem DOS, el programa, previa verificación, le permitirá convertirlo en el nuevo formato REW. La conversión asume que el proyecto anterior era válido y estaba correctamente definido. Si bien la conversión no es completa, se deja como comentario las líneas no convertidas de manera de facilitar su posterior conversión manual.

- El nuevo proyecto tendrá el mismo nombre que el proyecto Rem pero con la nueva extensión REW. El nuevo proyecto será grabado en el mismo directorio en donde se encontraba el proyecto viejo.

7.1.4. Guardar y Guardar Como

- Cada vez que el proyecto se corrige, el programa guarda en el disco el proyecto en forma automática.

Si ud. lo desea, puede guardar el proyecto con otro nombre en cualquier momento, utilizando la opción de "Guardar Como". Se le preguntará el nombre del nuevo proyecto y su ubicación dentro del disco. Esta opción permite generar distintas alternativas a proyectos o generar un nuevo proyecto a partir de uno anterior.

7.2. Imprimir

El programa Rem permite imprimir los datos y resultados del proyecto en cualquier tipo de impresora o dispositivo de salida (Plotter, Fax, etc) que se encuentre instalado previamente en Windows.

7.2.1. Secciones a Listar

Existen cuatro secciones básicas a listar

- Geometría
- Cargas
- Desplazamientos y Reacciones
- Solicitaciones

El programa determina que secciones están disponibles de acuerdo al estado de corrección del programa. La **Geometría** siempre se encuentra disponible para ser listada, las **Cargas** solamente si se han definido las hipótesis en el texto. Los **Desplazamientos y Reacciones** y las **Solicitaciones** se encuentran disponibles solamente si la estructura se ha calculado previamente. Cualquiera sean las opciones disponibles Ud. puede seleccionar cuales de estas secciones desea listar.

7.2.2. Destinos de la impresión. Pantalla

Además de la opción de imprimir en papel, el programa cuenta con la posibilidad de ver una imagen de la impresión primero por pantalla. Es posible ver hoja por hoja una copia fiel del listado definitivo, ampliarlo para ver detalles o imprimir una hoja en particular.

- Debido a la gran cantidad de información que es posible imprimir y las distintas posibilidades de configuración de la impresión, es recomendable ver el listado en pantalla, y solo imprimirlo en papel, cuando haya configurado el listado de acuerdo a sus requerimientos.

7.2.3. Configuración Básica

La configuración básica, consiste en determinar además de las secciones a imprimir, el encabezado y pie de cada página, los márgenes y el tipo de impresora y letra a utilizar.

- Todas las modificaciones realizadas a la configuración básica, son recordadas por el sistema para futuros listados.

En la opción de encabezado tiene la posibilidad de incluir dentro del texto, la palabra [proyecto] entre corchetes, de esta manera dicha parte del texto será reemplazada por el nombre del proyecto en cada ocasión.

7.2.4. Configuración del Listado

Cada sección del listado tiene opciones de impresión que puede configurar oprimiendo el botón **Configurar Parámetros**, si bien las opciones son diferentes para cada sección su significado general es el siguiente.

Unidades

Es posible modificar las unidades con las cuales se imprimirán los valores en cada sección del listado. Puede elegir algunas de las unidades básicas o ingresar cualquier unidad que desee, indicando el factor y el texto que representa a la unidad. Los factores están referidos a las unidades básicas, metro, tonelada y radianes.

**Al elegir una nueva unidad
cambia el factor y texto**

	Factor	Unidad
Fuerza <input type="radio"/> t <input checked="" type="radio"/> Kg <input type="radio"/> Otra	1000	Kg
Longitud <input type="radio"/> m <input type="radio"/> cm <input type="radio"/> mm <input checked="" type="radio"/> Otra	39.37	inch

**En este caso se desea imprimir en
pulgadas, el factor es 1 m = 39.37 inch**

Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

Dibujar. Escala del Dibujo

En cada sección se puede determinar si se desea incluir un dibujo y su escala. Por defecto la escala se encuentra con valor 0 (cero) indicando al programa que la calcule en forma automática de acuerdo al tamaño de la zona reservada para el dibujo. El programa estima esta escala de manera que pueda ser visualizada en su totalidad, y luego la recalcula en múltiplos de 25, ej. 1:100, 1:125, 1:150 etc. Si lo desea puede ingresar manualmente la escala con la que quiere graficar la estructura, la misma puede ser diferente en cada sección del listado.

Dibujar. Altura en líneas

Por defecto el programa utiliza toda la hoja disponible para los dibujos de la estructura en cada sección, si lo desea puede cambiar la altura reservada para el gráfico, indicando la cantidad máxima de líneas que desea que ocupe. Con los márgenes normales de una hoja carta, esta tiene aproximadamente 60 (sesenta) líneas, por lo tanto ingresando en esta casilla el valor de 30 líneas se obtendrán un gráfico ocupando media hoja.

Dibujar. Escala de Solicitaciones.

En la sección de solicitaciones es posible determinar la escala con la cuál se desea dibujar las mismas. El valor 0(cero) calculará la escala en forma automática de manera que el valor máximo tenga una longitud aproximada del cuarto de la longitud de las barras promedio de la estructura. Ud. puede especificar el valor con el que desea graficar las solicitaciones.

Si, por ejemplo, ingresa en la escala de momentos el valor 5(cinco) estará indicando que un valor de 5tm de momento se vea graficado de 1metro de longitud de la estructura.

- Todos los valores de Unidades y Escalas, sean calculados en forma automática por el programa o ingresados manualmente, quedan impresos en cada sección.

Restaurar valores originales.

El botón **Restaurar valores originales** pone todas las opciones y parámetros en sus valores por defecto, perdiendo cualquier modificación que haya realizado.

7.3. Gráfico

La ventana de gráfico permite verificar el ingreso de la estructura, sus secciones y cargas, así como también visualizar los resultados en forma de diagrama. A las opciones de esta ventana se accede a través de los botones rápidos, el menú (oprimiendo el botón derecho del mouse sobre el gráfico) o las teclas rápidas de acuerdo a la siguiente tabla.

Comando	Teclas	Icono
3d	[CTRL]+[3]	3d
Zoom+	[CTRL]+[Z]	🔍
Zoom -	[CTRL]+[Y]	🔍
Sacar Zoom	[CTRL]+[R]	🔄
Numerar Nodos	[CTRL]+[N]	1
Numerar Barras	[CTRL]+[B]	2
Ver secciones	[CTRL]+[S]	📏
Cargas en Nodos	[CTRL]+[O]	📌
Deformada	[CTRL]+[D]	📐
Normal	[CTRL]+[L]	📐
Animación	[CTRL]+[A]	🎬
Copiar al Portapapeles	[CTRL]+[INS]	📋

7.3.1. 3d

La estructura puede visualizarse en el plano XY, o en forma de perspectiva en 3 dimensiones. Este comando permite cambiar entre estas formas de visualización. Para cambiar la perspectiva de la vista 3d, puede oprimir el botón derecho sobre el gráfico y utilizar la opción del menú "Valores 3d", accediendo a una ventana como la siguiente.

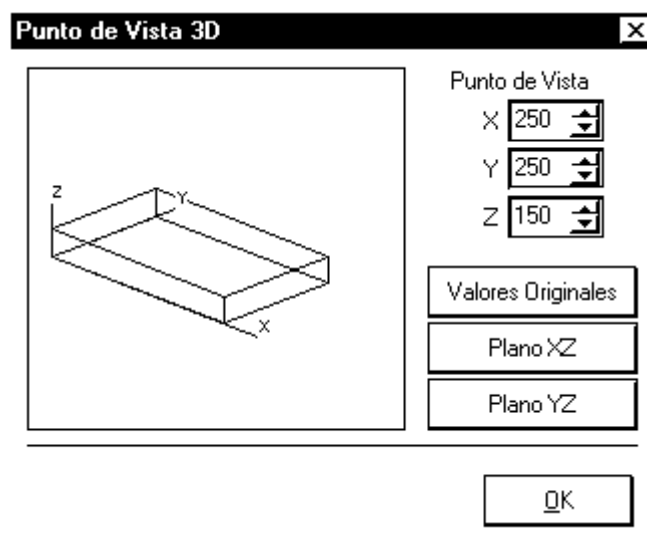


Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

7.3.2. Zoom

Permite ampliar la estructura para ver algún detalle en particular de la misma

7.3.3. Numeración de Nodos y Barras

Si lo desea puede numerar los nodos y/o las barras, para facilitar la identificación de las mismas.

7.3.4. Secciones

Dibuja la sección rectangular equivalente, de acuerdo al valor de F asignado a cada barra. En el caso de existir barras sin sección asignadas las mismas serán dibujadas en rojo permitiendo una rápida identificación.

7.3.5. Hipótesis

Selecciona alguna de las hipótesis de cálculo ingresadas. Si la estructura se encuentra calculada y hay más de una hipótesis también se podrá seleccionar como hipótesis la envolvente.

7.3.6. Cargas

Las funciones de gráfico de cargas en nodos, grafican en escala relativa las cargas de la hipótesis seleccionada. No es posible graficar las cargas si se selecciona como hipótesis la envolvente.

Por escala relativa se entiende que si una fuerza tiene el doble de valor que otra, será dibujada del doble de tamaño en pantalla que la segunda. La escala es calculada con la mayor de todas las cargas en todas las hipótesis. Es posible modificar el factor de escala relativa de cargas en la casilla correspondiente.

7.3.7. Deformada

Si la estructura se encuentra calculada esta opción estará habilitada. El factor de deformación puede modificarse en la casilla correspondiente. No puede graficarse la deformada cuando la hipótesis envolvente esta seleccionada.

7.3.8. Esfuerzos Normales

Si la estructura se encuentra calculada puede visualizarse los valores de esfuerzo normal en una escala de colores, **azules** para las barras traccionadas y **rojos** para las comprimidas, las barras con esfuerzo cercano a cero se graficarán en color negro.

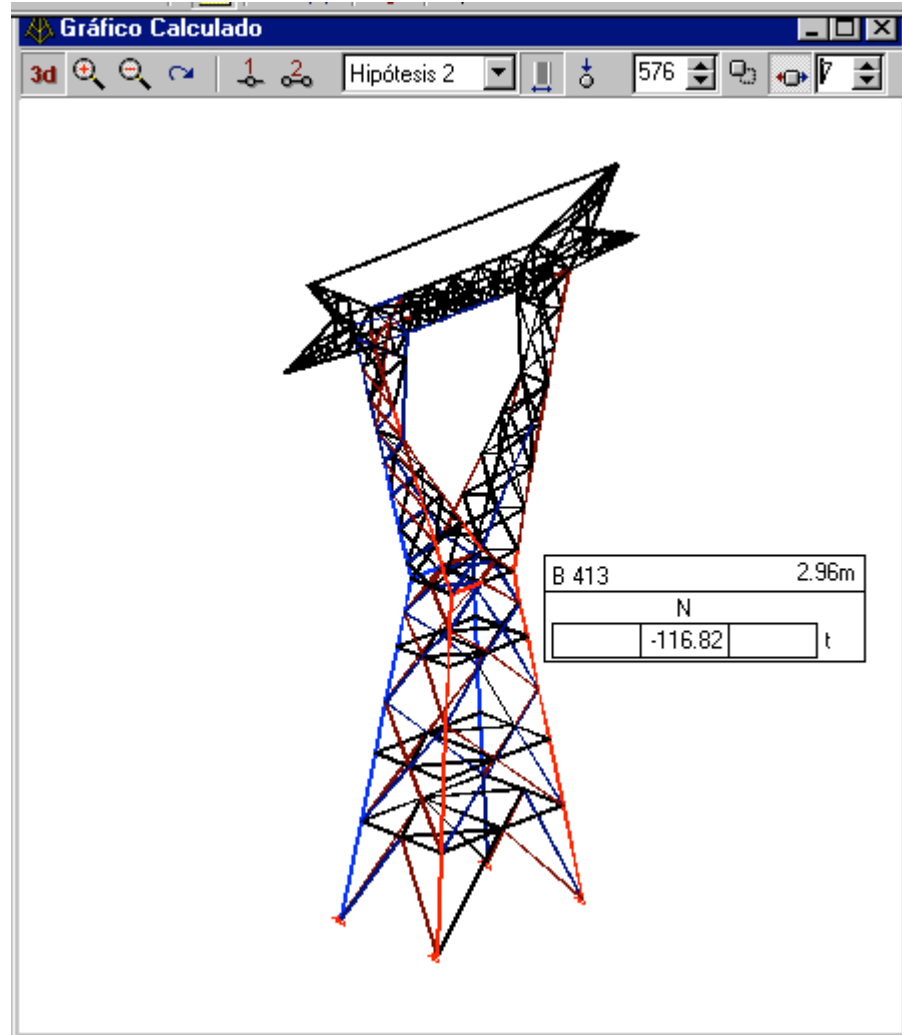
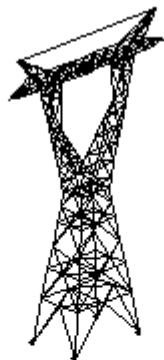


Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

Puede verificarse el esfuerzo de cada barra, haciendo un click con el mouse en el centro de la misma. Si realiza un click sobre un nodo restringido podrá verificar los valores de las reacciones para la hipótesis seleccionada.

7.3.9. Animación

El Rem puede generar una animación de la estructura desde su posición original a su posición deformada. Grafique primero la deformada para la hipótesis y el factor de deformación deseado, puede, también, incluir las cargas en las barras y/o en los nodos. Ejecute la función de animación, verá un diálogo como el siguiente.(Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.)



Archivo a Generar :

Nro de Cuadros :

Velocidad Animación :

Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

Primero decida el tamaño de la animación agrandando o achicando la ventana, el nombre sugerido para la animación será el del proyecto mas el número de hipótesis. Las opciones de Nro de cuadros y Velocidad de animación le permitirán generar distintas alternativas. Oprima el botón de **Generar Animación**, primero se redibujarán los diferentes cuadros y luego de unos segundos aparecerá en el mismo diálogo la estructura animada. Recuerde que la animación se graba en el disco con el nombre seleccionado. Todas las animaciones son archivos estándar AVI de Windows. Desde el sistema operativo puede verificarlo haciendo doble click con el mouse sobre cualquiera de estos archivos, o abriéndolos con el programa de Windows "Reproductor Multimedia".

- Si antes de realizar la animación, hace un zoom de la estructura, podrá realizar la animación solo de la parte seleccionada.

7.3.10. Copiar al Portapapeles.

En cualquier momento es posible copiar al portapapeles (ClipBoard en inglés) la imagen que se esté visualizando. Simplemente oprima el botón o la combinación de teclas correspondiente y luego desde su programa favorito utilice la opción "Edición /Pegar" para obtener una copia de la imagen.

7.4. Tablas

Las opciones de tablas del menú principal permiten visualizar los datos y resultados en forma numérica. Para las opciones generales de manejo operativo de estas tablas vea el capítulo 1.

7.4.1. Nodos Barras y Restricciones

Estas tablas permiten ver los valores numéricos de la estructura después de la última corrección o del cálculo. Si la estructura se encuentra calculada podrá verificar además los valores numéricos de los resultados. En la tabla de Nodos los corrimientos de cada uno de ellos, en la tabla de Restricciones las reacciones de vínculos y en la tabla de barras los valores de las solicitaciones en los extremos y 10 puntos intermedios. (vea la Figura **¡Error! Argumento de modificador desconocido.**)

Apoyos										
Nodo	R. X	R. Y	R. Z	Ced. X [m]	Ced. Y [m]	Ced. Z [m]	Resorte X [t/m]	Resorte Y [t/m]	Resorte Z [t/m]	
184	Si	Si	Si	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	
185	Si	Si	Si	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	
186	Si	Si	Si	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	
187	Si	Si	Si	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	

Hip.	R-X [t]	R-Y [t]	R-Z [t]		Sumas	X [t]	Y [t]	Z [t]
H 1	-6.57	-21.67	98.51		H1	-30.00	-10.00	104.02
H 2	-6.96	-26.94	119.37		H2	-40.00	-10.00	104.02
H (-)	-6.96	-26.94	0.00					
H (+)	0.00	0.00	119.37					

Figura **¡Error! Argumento de modificador desconocido.**

7.4.2. Materiales y Secciones

Permiten verificar los materiales y secciones definidas en el Texto luego de la corrección.

7.4.3. Cargas en Barras y Nodos

Con estas tablas es posible verificar las cargas (por estado) asignadas a cada una de las barras y de los nodos, luego de realizada la corrección del texto.

7.4.4. Sincronización entre Tablas y Gráfico

Si tiene abierta la tabla de barras y/o la de nodos al mismo tiempo que la venta del gráfico, cada vez que realice un click sobre el centro de una barra, la tabla de barras se posicionará en la barra marcada en el gráfico. Lo mismo ocurre al hacer un click sobre un nodo, la tabla de nodos se posiciona en el nodo marcado. Esto facilita, buscar barras y nodos para ver sus valores numéricos de datos y de resultados. (Vea el punto equivalente en el capítulo 3 del Pplan para mayor detalle)

7.5. Cálculo

Al intentar calcular la estructura, el programa primero verifica que la misma este corregida sin errores, en caso contrario lo informa. El cálculo se realiza en forma automática para todas las hipótesis, la duración del mismo, depende de la cantidad de nodos, barras e hipótesis que se hayan definido, de todas maneras suele durar solo algunos segundos.

7.5.1. Primer y Segundo Orden

El cálculo en segundo Orden consiste en considerar la acción de las cargas en la estructura en su posición deformada. Para ello el programa resuelve inicialmente la estructura, calcula su posición deformada, y vuelve a calcular, teniendo en cuenta dicha deformación. Este proceso es un proceso iterativo que termina cuando se verifica la siguiente condición.

$$(Def[I-1] - Def[I]) \leq Tol/100 * (Def[0])$$

Es decir, cuando la diferencia entre la deformada máxima entre dos iteraciones es menor o igual a un determinado porcentaje de la deformada máxima inicial. Este porcentaje puede ingresarse como **Tolerancia**, de no ser ingresado se adopta el 1%.

- Si en dos iteraciones sucesivas la deformación de la estructura crece en valor absoluto, se considera que la misma es inestable, no puede calcularse, y se informa con un mensaje en pantalla.

7.5.2. Minimización de Ancho de Banda.

El programa, antes de comenzar el cálculo, realiza en forma automática un proceso de minimización de ancho de banda. El ancho de banda de una estructura es la mayor diferencia numérica entre los nodos de las barras definidas. Considere que esta diferencia se realiza con la numeración interna de nodos y no con el número asignado al ingresarlos. Por ejemplo:

```
Nodos
*  Nro  Cx  Cy  Cz
   1    0   0   0
   7   10   0   0
  10    0  10   0
  11   10  10   0
```

```
Barras
*  Nro  Ni  Nj
   1    5  10
   4   10  11
   3    5  11
```

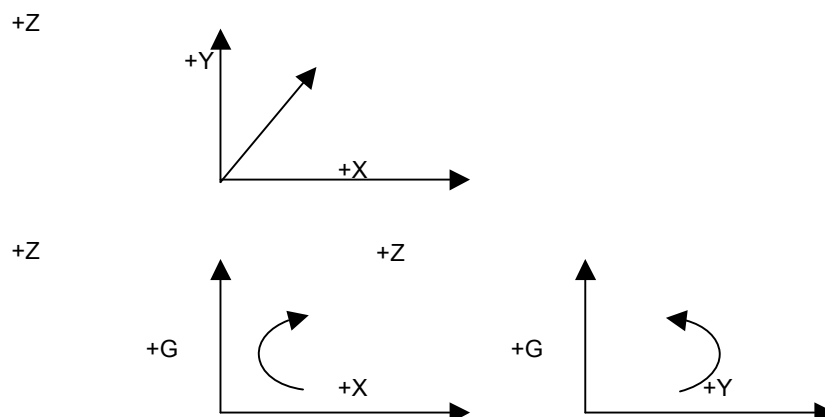
En este ejemplo el mayor ancho de banda se da al definir la barra 3, del nodo 5 al 11 y su ancho de banda es 2, pues la barra va desde el 2do nodo definido al 4to nodo definido. Al ingresar estructuras espaciales es muy difícil mantener el ancho de banda dentro de los límites del programa, por lo tanto y en forma automática el Rem minimiza internamente el ancho de banda.

7.5.3. Nodos Planos

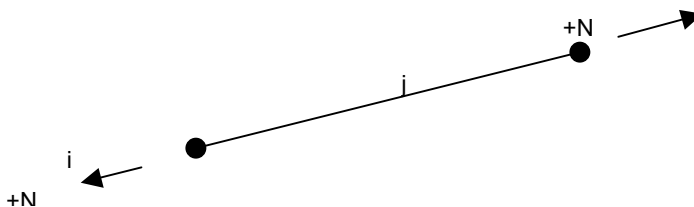
Debido a las limitaciones propias de una estructura reticulada espacial, no es posible calcularla si en algún nodo de la misma todas las barras que concurren a dicho nodo se encuentran en un mismo plano. Si esto ocurre, el programa Rem en forma automática, agrega barras en dicho nodo perpendiculares al plano formado empotradas en su otro extremo, de manera de poder calcular la estructura. Tenga en cuenta que si dicho empotramiento resulta con reacciones de vínculo deberá eliminar las cargas aplicadas en el nodo plano, pues por lo menos en teoría, la estructura no será capaz de resistirlas.

7.5.4. Convención de signos en los resultados

Para desplazamientos y reacciones la convención es la siguiente.



En solicitaciones, se utiliza la siguiente convención. Recuerde que la barra siempre debe verse con el nodo i (desde) a la izquierda.



7.5.5. Errores de cálculo

Debido a que el programa verifica la integridad y consistencia de los datos antes de calcular, solo pueden producirse cuatro tipos de errores durante el cálculo. Error de memoria, mecanismos o de ancho de banda.

Error de memoria.

En los sistemas operativos Windows 95/98 o NT es muy difícil que esto suceda, de todas maneras el sistema lo verifica al intentar reservar la memoria necesaria para el cálculo. Si llegara a ocurrir este error, cierre cualquier otro programa que tenga abierto en ese momento, verifique la capacidad libre de su disco rígido y luego intente nuevamente.

Mecanismos

El sistema resuelve estructuras Isoestáticas e Hiperestáticas pero no puede resolver mecanismos. Para facilitar la identificación de mecanismos parciales el programa la informará el nodo en el que se produce el primer mecanismo encontrado. Tenga en cuenta que el programa puede encontrar falsos mecanismos, esto sucede cuando la diferencia una de las barras de la estructura es del orden de 100,000 veces menos rígida que cualquier otra, en estos casos revise las asignaciones de materiales y secciones, seguramente tendrá un error.

Ancho de Banda.

Por razones de memoria y precisión en el cálculo, el ancho de banda de una estructura está limitado. (vea en el capítulo 1, los alcances y limitaciones del programa). El ancho de banda de una estructura es la mayor diferencia numérica entre los nodos de las barras definidas. Considere que esta diferencia se realiza con la numeración interna de nodos y no con el número asignado al ingresarlos. Por ejemplo:

Nodos

* Nro	Cx	Cy	Cz
1	0	0	0
8	10	0	0
10	0	10	0
11	10	10	0

Barras

* Nro	Ni	Nj
1	5	10
5	10	11
3	5	11

En este ejemplo el mayor ancho de banda se da al definir la barra 3, del nodo 5 al 11 y su ancho de banda es 2, pues la barra va desde el 2do nodo definido al 4to nodo definido.

Estructura Inestable.

Este mensaje aparecerá solo cuando la estructura se calcule en segundo orden, y en los sucesivos cálculos, la deformada de la misma aumente. (vea el punto anterior Primer y Segundo Orden)

7.6. Animaciones

Desde el menú principal "Opciones / Ver Animaciones" podrá acceder a la pantalla de visualización de animaciones previamente definidas. Simplemente desde esta pantalla podrá abrir hasta 4(cuatro) animaciones diferentes y verlas en forma simultánea. Si las animaciones son de diferente tamaño es preferible abrir en primer lugar la mayor de ellas.

8. Dimensionamiento en Hormigón Armado (PPW y EPW).

Se describe la metodología y criterios empleados para el dimensionamiento en Hormigón Armado para los programas PPW y EPW, así como la operación del módulo correspondiente.

8.1. Material y Secciones.

8.1.1. Hormigón Armado

Al ejecutar la opción de Dimensionamiento en Hormigón Armado, el programa dimensionará solamente aquellas barras que hayan sido definidas de este material. Para definir un material como Hormigón deberá hacerlo en el editor de textos en el título Materiales, y luego asignarle dicho material a las barras correspondientes.

En el ejemplo siguiente se define un material genérico, y por lo tanto **NO** puede dimensionarse las barras asignadas a dicho material.

```
...
Materiales
* Nro      E      cT
  1      3,000,000 0.00001

Asigna.M
* Barra  (Barra_Hasta) Nro_de_Material
  1      56             1
...
```

En cambio, si se define de la siguiente manera, las barras asignadas podrán ser dimensionadas en Hormigón Armado.

```
Materiales
* Nro      E      cT      (Tipo)  (Br)      (Bs)
  1      3,000,000 0.00001  H      175kg/cm^2  4,200kg/cm^2

Asigna.M
* Barra  (Barra_Hasta) Nro_de_Material
  1      56             1
...
```

Como se ve en el ejemplo, se agrega la definición del Tipo de material, "H" para hormigón, y los valores de Br y Bs (valores característicos del diagrama tensión deformación del hormigón y del acero).

8.1.2. Ingreso de secciones.

Si las secciones de las barras a dimensionar se definen en forma genérica con los parámetros F (área) y J (momento de Inercia), el programa predimensionará dichas barras antes de realizar el cálculo de la armadura. Si, en cambio, se definen las secciones con parámetros geométricos, utilizará dichos valores como dimensiones de la sección.

En el siguiente ejemplo se definen 3(tres) secciones diferentes y luego se asignan a las barras correspondientes.

```
Secciones
* Nro      F      J
  1      0.001    0.0001

* Nro  Tipo(R)  b      d      h      hp
  2      R      0.20   0.20   0.17   0.03

* Nro  Tipo(T)  b      d      b0     d0     h      hp
  3      T      0.60   0.15   0.20   0.80   0.77   0.03

Asigna.S
* Barra  (Barra_Hasta)  Nro_de_Sección
  1      5              1
  6      10             2
  11     20             3
```

En el ejemplo, al ejecutar el dimensionamiento, las barras 1 a 5 serán predimensionadas pues no tienen características geométricas asignadas. Las barras 6 a 10 se dimensionarán como secciones rectangulares con las dimensiones ingresadas, y las barras 11 a 20 como secciones tipo "T".

8.2. Ventana de Dimensionado.

Desde el menú "Dimensionamiento / Hormigón", oprimiendo la tecla F12 o desde el botón rápido correspondiente se ejecuta la opción de dimensionamiento en Hormigón Armado. Si el proyecto aún no ha sido calculado, se calculará previamente. El programa informará el avance en el dimensionamiento y luego mostrará una ventana como la siguiente.

Dimensionamiento en Hormigón												
Nro	Descripción	L [m]	V/C	T	Verifica	b [m]	d [m]	b0 [m]	d0 [m]	H [m]	H' [m]	
1		3.00	C	R	1	0.30	0.30	0.00	0.00	0.27	0.03	
2		3.00	C	R	1	0.30	0.30	0.00	0.00	0.27	0.03	
3		3.00	C	R	1	0.30	0.30	0.00	0.00	0.27	0.03	
4		3.00	C	R	1	0.30	0.30	0.00	0.00	0.27	0.03	
		0.00m	0.30m	0.60m	0.90m	1.20m	1.50m	1.80m	2.10m	2.40m	2.70m	3.00m
M [t]		3.81	-2.97	2.38	1.66	-0.97	-0.31	0.35	-1.21	-1.92	2.35	-3.35
N [tm]		-93.12	-94.41	-93.12	-93.12	-94.41	-94.41	-94.41	-93.12	-93.12	-94.41	-93.12
cm2		13.13	11.34	9.90	8.32	6.99	5.52	5.52	7.09	9.06	10.37	11.92
e		4ø20	4ø20	3ø20	4ø16	2ø16	3ø16	3ø16	2ø16	3ø20	2ø20	4ø20
+						1ø20			1ø20		2ø16	
M [t]		3.81	-2.97	2.38	1.66	-0.97	-0.31	0.35	-1.21	-1.92	2.35	-3.35
N [tm]		-93.12	-94.41	-93.12	-93.12	-94.41	-94.41	-94.41	-93.12	-93.12	-94.41	-93.12
cm2		13.13	11.34	9.90	8.32	6.99	5.52	5.52	7.09	9.06	10.37	11.92
e		4ø20	4ø20	3ø20	4ø16	2ø16	3ø16	3ø16	2ø16	3ø20	2ø20	4ø20
+						1ø20			1ø20		2ø16	
Q [t]		2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34
cm2/m		2.13	2.13	2.23	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	2.28	2.18	2.13
e		2ø6	2ø6	2ø6	2ø6	2ø6	2ø6	2ø6	2ø6	2ø6	2ø6	2ø6
c/		20.0cm	20.0cm	20.0cm	20.0cm	20.0cm	20.0cm	20.0cm	20.0cm	20.0cm	20.0cm	20.0cm

Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

8.2.1. Dimensionamiento Inicial

Al ejecutar por primera vez el dimensionamiento, el programa realizará los siguientes pasos.

- 1 Seleccionará para dimensionar solamente aquellas barras que hayan sido definidas como hormigón. (Vea **¡Error! Argumento de modificador desconocido. ¡Error! Argumento de modificador desconocido.**)
- 2 Para aquellas barras que NO tengan secciones geométricas definidas hará un predimensionamiento. (Vea **¡Error! Argumento de modificador desconocido. ¡Error! Argumento de modificador desconocido.**)
- 3 Decidirá para cada barra si la misma se comporta como viga o como columna de acuerdo a los criterios de **¡Error! Argumento de modificador desconocido. ¡Error! Argumento de modificador desconocido.** y tomando las solicitaciones de cada hipótesis en cada una de las 11 secciones de la barra. Si para alguna de las hipótesis del proyecto, la barra se comporta como columna en todas sus secciones, entonces se seleccionará como columna, en caso contrario, si en todas las hipótesis, por lo menos una sección se comporta como viga, la barra será seleccionada como viga.
- 4 Dimensionará a flexo compresión cada una de las 11 secciones de cada barra, seleccionando para cada sección una hipótesis (Momento y Normal) que resulte en mayor cantidad de centímetros cuadrados de armadura para la parte superior, y la hipótesis que resulte en mayor cantidad de centímetros cuadrados de armadura para la parte inferior.
- 5 Dimensionará a corte cada una de las 11 secciones de cada barra, seleccionando para cada sección la hipótesis (M,N y Q) que de como resultado el mayor valor de τ_c (Tau de cálculo) para vigas y la mayor armadura de corte para columnas.

8.2.2. Barras y Secciones.

La ventana de dimensionamiento mostrará inicialmente una ventana como la de la Figura **¡Error! Argumento de modificador desconocido.** en donde pueden distinguirse dos zonas principales. La zona superior corresponde a un listado de las barras de material hormigón que se están dimensionando. La zona inferior muestra cada una de las secciones de la barra seleccionada, junto con un diagrama mostrando la sección y la armadura correspondiente.

Detalle de la zona superior.

En la zona superior de la ventana se verá un listado de las barras a dimensionar, con un resumen de sus valores más importantes.

Dimensionamiento en Hormigón													
Barra seleccionada	Nro	Descripción	L [m]	V/C	T	Verifica	b [m]	d [m]	b0 [m]	d0 [m]	H [m]	H' [m]	
	1		3.00	C	R	1	0.30	0.30	0.00	0.00	0.27	0.03	
	2		3.00	C	R	1	0.30	0.30	0.00	0.00	0.27	0.03	
	3		3.00	C	R	1	0.30	0.30	0.00	0.00	0.27	0.03	
	4		3.00	C	R	1	0.30	0.30	0.00	0.00	0.27	0.03	

V=Viga
 C=Columna
 R=Rectangular
 T=Tipo "T"
 1=Verifica
 0=NO Verifica

Figura **¡Error! Argumento de modificador desconocido.**

Nro	Número de la barra
Descripción	Se podrá agregar una descripción a cada barra
L[m]	Longitud de la barra
V/C	Viga o Columna
T	Tipo, Rectangular o Tipo "T"
Verifica	Se indicará con un 1 si verifica y 0 en caso contrario
b,d,b0,d0,h,h'	Dimensiones de la sección (vea ¡Error! Argumento de modificador desconocido. ¡Error! Argumento de modificador desconocido.)

Detalle de la zona inferior.

Como se ve en la figura siguiente, cada una de las secciones está dividida en parte superior, inferior y de corte, y para cada una de ellas se informa los valores de las solicitaciones correspondientes a las solicitaciones determinantes para el cálculo de la armadura. Recuerde que las barras deben verse con el nodo i (menor numeración) a la izquierda y el nodo j (mayor numeración) a la derecha.

		Distancia al nodo i	
Sección SUPERIOR		0.00m.	
	M [tm]	3.81	Momento
	N [t]	-93.12	Normal
	cm2	13.13	cm2 de cálculo
	ø	4ø20	Armadura seleccionada
Sección INFERIOR			
	M [tm]	3.81	Momento
	N [t]	-93.12	Normal
	cm2	13.13	cm2 de cálculo
	ø	4ø20	Armadura seleccionada
Sección CORTE			
	Q [t]	2.34	Corte
	cm2/m	2.13	cm2/m de cálculo
	c/	20.0cm	Armadura seleccionada

Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

Movimiento entre barras y secciones.

Para facilitar el movimiento entre barras y secciones puede utilizarse en cualquier momento las teclas de cursor "arriba / abajo" para cambiar de barra, y las teclas "derecha / izquierda" para cambiar de sección.

Sincronismo con el gráfico.

Si mantiene abierta la venta de Dimensionado, junto con el Gráfico de la estructura, cada vez que haga un "click" con el mouse sobre una barra del gráfico, la ventana de dimensionamiento se posicionará sobre dicha barra.

8.2.3. Selección de Solicitaciones determinantes.

Para determinar la armadura de cada sección, el programa tendrá en cuenta lo siguiente.

Armadura superior.

Aquella hipótesis, solicitaciones de Momento y esfuerzo Normal, que den como resultado la mayor cantidad de centímetros cuadrados de armadura en la zona **superior**, independientemente de que la misma sea armadura de compresión o de tracción.

Armadura inferior.

Aquella hipótesis, solicitaciones de Momento y esfuerzo Normal, que den como resultado la mayor cantidad de centímetros cuadrados de armadura en la zona **inferior**, independientemente de que la misma sea armadura de compresión o de tracción.

Armadura de corte.

Aquella hipótesis, solicitaciones de Momento, esfuerzo Normal y Corte, que den como resultado el mayor valor de τ_c (Tensión de cálculo) para las vigas y la mayor cantidad de centímetros cuadrados por metro de armadura de corte para las columnas. En el caso de armadura de corte solo se informa por simplicidad el valor de Q (corte) determinante.

- Tenga en cuenta que el programa utiliza **HIPOTESIS**, combinaciones posibles de solicitaciones M,N y Q para dimensionar, y NO los mayores valores de las mismas. En definitiva determina la **envolvente de armaduras**, en cambio de la envolvente de solicitaciones.

- Deberá notar también que es posible que el programa determine **hipótesis diferentes** en una misma sección para la determinación de las armadura superior, inferior y de corte.

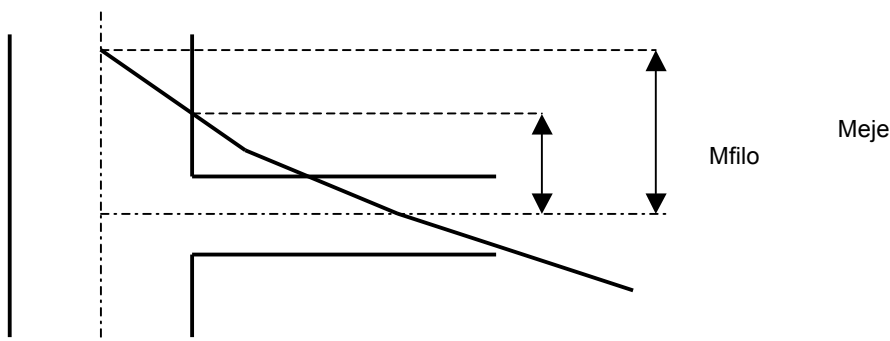
8.2.4. Momentos a Filo o borde interno.

Al definir el Material de la barra a dimensionar, puede especificarse si para el dimensionamiento se considerará el momento del extremo de la barra tomado a eje o a filo. Por defecto el sistema toma para el dimensionamiento el momento a eje, por lo tanto si desea cambiar dicha opción deberá hacerlo al definir el material, como en el ejemplo que sigue a continuación.

Materiales

* Nro	E	cT	(Tipo)	(Br)	(Bs)	(CRP)	(Filo)
1	300,000kg/cm ²	0.00001	H	175kg/cm ²	4,200kg/cm ²	0.85	1

El cálculo de solicitaciones determina siempre el valor a eje de la barra, pero para el dimensionamiento, es posible considerar un valor mas cercano al valor real que tendrá la barra en su extremo, es decir el momento a filo o borde interno.



Este valor a filo, se obtiene considerando la mayor de las alturas (d, para secciones rectangulares y d0 para secciones tipo "T") de las barras que llegan al nodo. Estos valores d, o d0 corresponden a los ingresados al definir las secciones de las barras. En el caso de barras definidas con parámetros F y J, no será posible determinar su altura y por lo tanto se tomarán con valor cero.

- Independientemente de los valores de las secciones obtenidos, el sistema tomará como máximo el valor del momento a **1/10 de la luz** de la barra a considerar. Por consiguiente solamente se reducirán los valores extremos del momento de la barra y no se modificarán los valores intermedios.

- Debe tener en cuenta que si se modifican los valores de las secciones en el momento de dimensionar, **no se recalculará** la incidencia en el resto de las barras para el cálculo a filo. Si desea obtener un cálculo mas preciso deberá ingresar las modificaciones en la definición de secciones del editor de textos y recalcular la estructura.

8.2.5. Dimensiones. Secciones Rectangulares y tipo "T".

El botón de **Dimensiones** permite modificar las dimensiones de la sección de la barra seleccionada. Al oprimirlo verá una ventana como la siguiente.

Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

Puede seleccionar secciones Rectangulares o tipo "T" e ingresar las dimensiones. Para el caso de rectangulares es posible utilizar el botón de **Predimensionar** para forzar un predimensionamiento de la sección de acuerdo a los criterios de 8.4.6 Predimensionamiento.

- Las secciones que el programa predimensiona y aquellas que son modificadas en esta etapa, pueden tener áreas e inercias diferentes a las ingresadas originalmente para el cálculo. Es responsabilidad del usuario determinar si estos cambios son significativos y si es necesario volcar estos cambios en el texto original del proyecto y recalcular el mismo.

8.2.6. Detalle de Secciones.

Es posible ver un detalle de cada sección acerca del dimensionamiento realizado. En cada una de las secciones puede oprimirse los botones **S** o **I** para obtener el detalle de la parte superior o inferior de cada sección, el mismo resultado se obtiene haciendo un “doble-click” con el mouse sobre la sección deseada en la parte superior o inferior.

Detalle de Armaduras

Barra	Sección	Hipótesis
45	7	5

Momento	Normal	Corte
3.07 tm	-1.14 t	2.67 t

Cálculo

Acero Superior	Fs	0.00	cm2
Acero Inferior	Fi	3.47	cm2
Acero Corte	Fq	1.29	cm2/m

Def. Superior	Es	-1.20	0/00
Def. Inferior	Ei	5.00	0/00
Eje Neutro	X	7.18	cm
Brazo de Palanca	Z	34.46	cm
Esfuerzo Hormigón	Db	18.12	t
Coeficiente de Seguridad		1.75	
Area	F	1200.00	cm2
Baricentro	G	20.00	cm
Inercia	Jx	160000.00	cm4

Armadura Superior
2ø8 [1.01 cm2]

cm2	Mínima	Máxima
Armadura	1.00	12.00
Nro de Barras	2	6

Armadura Inferior
3ø12 [3.39 cm2]

cm2	Mínima	Máxima
Armadura	1.63	54.00
Nro de Barras	2	6

Armadura de Corte
2ø6 c/30.0 [1.88 cm2/m]

cm	Mínima	Máxima
Separación	10.0	30.0
Nro de Ramas	2	3

Zona de Corte 1

T	2.59	kg/cm2
Tc	1.03	kg/cm2
S1	-	kg/cm2

Diagrama de la sección: Zona comprimida, Esfuerzo Db.

OK

Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

Hipótesis.

En la parte superior izquierda de la ventana se verá el número y sección de la barra y los valores de la hipótesis utilizada para el dimensionamiento de la sección.

Cálculo.

En la parte de cálculo se verá los valores resultantes del dimensionamiento, junto con algunos valores geométricos de la sección.

Armadura Superior.

Se informará la armadura seleccionada de acuerdo a los centímetros cuadrados de cálculo y las restricciones de norma.

Armadura Inferior.

Se informará la armadura seleccionada de acuerdo a los centímetros cuadrados de cálculo y las restricciones de norma.

Armadura de Corte.

Se informará la armadura seleccionada de acuerdo a los centímetros cuadrados por metro de cálculo y las restricciones de norma.

8.2.7. Secciones características para las Planillas.

Además de las 11 secciones utilizadas para el dimensionamiento puede cambiarse la parte inferior de la ventana para seleccionar las secciones características, que serán 3(tres) secciones para vigas y 1(una) sección para columnas.

Dimensiones ☐ ☐ ☒ 11 ☐ 3
Cambiar entre 11 secciones y 1 secciones características

Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

En el caso de las vigas la ventana de Dimensionamiento quedará de la siguiente manera.

Barra Desc

☒ Viga ☐ Columna

Nodo ↓	Tramo	Nodo ↓
M <input type="text" value="-7.31"/> tm N <input type="text" value="-0.70"/> t Q <input type="text" value="-9.07"/> t	M <input type="text" value="3.07"/> tm N <input type="text" value="-1.14"/> t Q <input type="text" value="4.49"/> t	M <input type="text" value="-7.71"/> tm N <input type="text" value="-1.14"/> t Q <input type="text" value="9.29"/> t
3 20 + <input type="text" value="9.11"/> cm2 <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="20"/> + <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="9.42"/>	3 12 + <input type="text" value="3.47"/> cm2 <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="12"/> + <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="3.39"/>	3 20 + <input type="text" value="9.65"/> cm2 <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="20"/> + <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="9.42"/>
2 6 c/ <input type="text" value="10.0"/> cm <input type="text" value="5.87"/> cm2/m <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="6"/> c/ <input type="text" value="10.0"/> <input type="text" value="5.65"/>	2 6 c/ <input type="text" value="25.0"/> cm <input type="text" value="2.17"/> cm2/m <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="6"/> c/ <input type="text" value="25.0"/> <input type="text" value="2.26"/>	2 8 c/ <input type="text" value="15.0"/> cm <input type="text" value="6.30"/> cm2/m <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="8"/> c/ <input type="text" value="15.0"/> <input type="text" value="6.70"/>

☐ Fijar la Armadura de la Barra

Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

Secciones características en Vigas.

Cuando la barra seleccionada es una viga, se determinarán inicialmente tres secciones características para el dimensionado, dos de ellas en cada uno de los extremos y la restante en el tramo de la barra. Recuerde que deberá ver la barra con el nodo i (de menor numeración) a su izquierda.

Nodo I	Flexión y Compresión	Se selecciona la hipótesis que da como resultado la mayor cantidad de centímetros cuadrados inferiores o superiores para la primera sección de la barra. Es decir, la armadura determinante en el apoyo izquierdo.
	Corte	Se toma la hipótesis que resulte en el mayor valor de τ_c (tensión de cálculo) en las tres primeras secciones de la barra (20% de la luz). Es decir, la armadura determinante de apoyo izquierdo.
Nodo J	Flexión y Compresión	Se selecciona la hipótesis que da como resultado la mayor cantidad de centímetros cuadrados inferiores o superiores para la última sección de la barra. Es decir, la armadura determinante en el apoyo derecho.
	Corte	Se toma la hipótesis que resulte en el mayor valor de τ_c (tensión de cálculo) en las últimas tres secciones de la barra (20% de la luz). Es decir, la armadura determinante de apoyo derecho.
Tramo	Flexión y Compresión	Se selecciona la hipótesis en la cuál el Momento esté mas alejado en valor absoluto de los momentos de los apoyos, y se calcula la armadura para dicha hipótesis. Es decir, se obtiene la armadura determinante en el tramo
	Corte	Se toma la hipótesis que resulte en el mayor valor de τ_c (tensión de cálculo) en las 5 secciones intermedias de la barra (60% de la luz). Es decir, la armadura determinante del tramo.

Secciones características en columnas.

Cuando la barra seleccionada es una columna se determinará inicialmente un solo valor característico para el dimensionamiento de la columna.

Flexión y Compresión	Se selecciona la hipótesis de todas las secciones de la barra que de como resultado la mayor armadura de cálculo inferior o superior. Es decir se obtiene la armadura determinante en una de las caras de la columna.
Corte	Se toma la hipótesis de todas las secciones que resulte en el mayor valor en centímetros cuadrados por metro de armadura de corte. Es decir, la armadura determinante de corte de la columna.

8.2.8. Modificación del armado, descripción y viga o columna.

Cuando la ventana de Dimensionamiento se encuentra en la opción de secciones características, o sea, se visualizan una o tres secciones, es posible modificar los valores predeterminados.

Descripción.

Puede agregarse o modificarse la descripción de la barra. Esta descripción se listará luego al imprimir las planillas.

Viga o Columna.

Como se ve en la Figura **¡Error! Argumento de modificador desconocido.** es posible cambiar la selección de Viga o Columna asignada a la barra. Al realizar dicho cambio se recalcularán las solicitaciones determinantes y la armadura correspondiente.

Solicitaciones.

Las solicitaciones determinadas de acuerdo al criterio del punto anterior, pueden ser modificadas por el usuario. Cada vez que modifique alguno de los valores de M,N o Q se recalculará la armadura.

Armadura.

Independientemente de la armadura sugerida por el programa, puede ingresarse la armadura que se considere correcta. Al modificar esta armadura podrá verse a su derecha los centímetros cuadrados resultantes.

Fijar la Armadura de la Barra.

Cada vez que se modifiquen los valores de las solicitaciones la armadura adoptada toma el valor de la armadura sugerida por el programa. Si se marca esta casilla, la armadura adoptada quedará fija independientemente de los valores que se ingresen en las solicitaciones.

- Todas las modificaciones realizadas son recordadas por el programa, pero si se modifica la estructura, es decir, si se modifica el texto, el dimensionamiento deberá hacerse nuevamente.

8.3. Impresión de Planillas.

El botón **Imprimir Planillas** permite acceder a la ventana de opciones de impresión.

Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

Opciones generales.

Al igual que en la impresión general del programa, es posible modificar títulos, seleccionar impresoras, tipo de letra etc.

Unidades.

Las solicitaciones pueden ser listadas en diferentes unidades, las cuales pueden ser seleccionadas directamente o ingresarse el factor y la Unidad deseada.

Pantalla, Impresora, Archivo de Texto.

Al igual que en la impresión general, la misma salida puede ser previsualizada en pantalla, grabarse en un archivo de texto, o salir directamente por la impresora.

Planilla de cálculo.

La salida, en vez de impresoras pueden salir a un archivo WK1 compatible con cualquier planilla de cálculo. El Botón **Vigas y Columnas** generará un archivo con la misma información que se imprime, es decir las planillas de vigas y columnas. El botón **11 Secciones** generará un

archivo con el dimensionamiento en las 11 secciones de la barra para la armadura superior, inferior y de corte.

Archivos O.D.A.

Para aquellos usuarios que deseen continuar el dimensionamiento con el programa O.D.A., este botón permite generar los archivos equivalentes a los generados por el PPlan D.O.S.

Planilla de Vigas.

La planilla de vigas imprimirá todas las barras seleccionadas como vigas junto con los valores calculados y modificados por el usuario en las tres secciones características.

Planilla de Columnas.

La planilla de columnas imprimirá todas las barras seleccionadas como columnas junto con los valores calculados y modificados por el usuario en la sección característica.

8.4. Criterios para el Dimensionado.

8.4.1. Materiales

Hormigón Armado.

Para el hormigón se utiliza el diagrama tensión deformación parabólico rectangular. (CIRSOC 201 figura 7)

Acero.

Para el acero el diagrama se utiliza el diagrama de tensión deformación bilineal. (CIRSOC 201 figura 8)

Hormigón Armado.

Se define en forma completa las características del hormigón armado de acuerdo a los valores de Br y Bs.

Br Valor característico del diagrama de tensión deformación del hormigón.

Bs Valor característico del diagrama de tensión deformación del acero.

Valores comunes para Hormigones.

Tipo de Resistencia			H-8	H-13	H-17	H-21	H-30	H-38	H-47
Módulo de Elasticidad	Eb	Kg/cm2	175000	240000	275000	300000	340000	370000	390000
Resistencia Característica	σ'_{bk}	Kg/cm2	80	130	170	210	300	380	470
Valor Característico	β_r	Kg/cm2	70	105	140	175	230	270	300

Valores comunes para barras de Aceros para hormigón.

Tipo de Acero			AL-220	ADN-420	ADM-420	AM-500
Designación			I	III DN	III DM	IV
Módulo de Elasticidad	Eb	Kg/cm2	2100000	2100000	2100000	2100000
Resistencia Característica	β_z	Kg/cm2	3400	5000	5000	5000
Valor Característico	β_s	Kg/cm2	2200	4200	4200	5000

8.4.2. Secciones

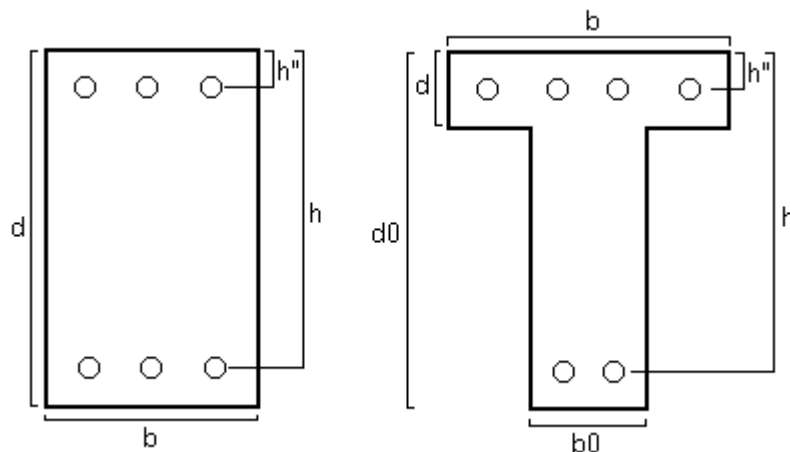


Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

- Para ubicar la parte superior e inferior de una sección deberá verse la barra con su nodo **I** (el de menor numeración) a su izquierda y el nodo **J** (el de mayor numeración) a su derecha.

- Si bien el valor de h , se define como la distancia del borde superior al baricentro de la armadura traccionada, para el programa este valor será **siempre**, la distancia desde el borde superior al baricentro de la armadura inferior, dicha armadura puede estar comprimida o traccionada. Igualmente, el valor de h'' será **siempre** el recubrimiento de la armadura superior.

8.4.3. Hipótesis utilizadas.

- 1 Para ser consideradas barras, la esbeltez de las mismas deberá ser mayor a 2. $L/d > 2$. Siendo L la longitud de la barra y d la altura de su sección. Para mayor rigurosidad deberá cumplirse $L_0/h > 2$, siendo L_0 la distancia entre puntos de momentos nulo de la barra y h la distancia entre la armadura inferior y el borde superior. En voladizos deberá verificarse $L/h > 1$, siendo en este caso L la luz del voladizo.
- 2 Las secciones se mantienen **planas** luego de la deformación. (Hipótesis de Bernoulli)
- 3 Las deformaciones específicas de las fibras de una sección varían en función a su distancia al eje neutro. Es decir que el diagrama de deformaciones específicas es **lineal**.
- 4 No se tiene en cuenta para el cálculo la resistencia a la **tracción del hormigón**, es decir que las zonas del hormigón traccionadas se consideran totalmente inactivas.
- 5 De existir esfuerzos de tracción necesarios para el equilibrio, deberán ser equilibrados con **armadura** de tracción.
- 6 Los elementos de sección de acero y hormigón ubicados en fibras situadas a la misma distancia del eje neutro, experimentan la misma deformación específica. (Total **adherencia** entre el hormigón y el acero)

8.4.4. Bases del Cálculo - Flexo Compresión.

Para Flexo compresión se verificará el equilibrio entre las solicitaciones externas M y N y los esfuerzos internos del hormigón y acero. Para la determinación de los esfuerzos internos se adoptará una deformación específica de la sección de la barra de acuerdo a los planos límites establecidos en CIRSOC 201 capítulo 17, figura 9.

- El programa **no** utiliza ninguna tabla o ábaco auxiliar para el dimensionamiento, por el contrario, parte de las hipótesis establecidas y determina la armadura de tracción y compresión necesarias para verificar el equilibrio entre esfuerzos externos e internos, para un plano de deformación específica determinado.

- El único caso que el programa no puede resolver, es el caso de secciones tipo "T" totalmente comprimidas (caso muy particular). En este caso el programa indicará que la armadura No Verifica.

8.4.5. Bases del Cálculo – Corte.

Para el cálculo de la armadura de corte se parte de los procedimientos indicados en CIRSOC 201 17.5 La Determinación de la tensión de corte depende del estado de solicitaciones y se calcula de acuerdo a los siguientes casos.

Flexión simple o compuesta, cuando el eje neutro corte la sección. CASO A

El valor básico de la tensión de corte en el alma para el estado II, $\tau_o = Q / (b_o * z)$, donde es determinante el menor espesor del alma de la zona traccionada.

Flexión y compresión, cuando el eje neutro no corta la sección. CASO B

Se utiliza la máxima tensión principal de tracción σ_I en el estado I.

$$\sigma_I = \sigma / 2 + (\sigma^2 / 4 + \tau^2)^{1/2}$$

$$\sigma = N / F \quad (\text{en el baricentro})$$

$$\tau = (Q * S) / (J * b) \quad (\text{en el baricentro})$$

Flexión y tracción, cuando el eje neutro no corta la sección. CASO C

Para la verificación del valor máximo admisible de la tensión de corte, así como para el dimensionamiento de la armadura correspondiente, se tomará el valor de τ_o calculado en estado II.

$$\tau_o = Q / (b_o * z)$$

Siendo "z" la distancia entre armaduras superior e inferior.

Valores límites de la tensión básica de corte.

Los valores de la tensión básica de corte, calculados de acuerdo a los tres casos citados, deberán compararse con los valores límites, de manera de determinar la zona de corte. Con la zona de corte determinada, puede calcularse la tensión de corte τ_d de dimensionamiento. (CIRSOC 201 tabla 18 y artículo 17.5.5)

	Zona I	Zona II	Zona III	>Zona III
Caso A	$\tau_{012} \leq \tau_{012}$ $\tau_d = 0.4 \cdot \tau_o$	$\tau_{012} < \tau_{012} \leq \tau_{02}$ $\tau_d = \tau_o^2 / \tau_{02} \geq 0.4 \cdot \tau_o$	$\tau_{02} < \tau_{012} \leq \tau_{03}$ $\tau_d = \tau_o$	$\tau_{012} > \tau_{03}$ NV
Caso B	$\sigma_I \leq \tau_{012}$ $\tau_d = 0.4 \cdot \sigma_I$	$\tau_{012} < \sigma_I \leq \tau_{02}$ $\tau_d = \sigma_I^2 / \tau_{02} \geq 0.4 \cdot \sigma_I$	$\tau_{02} < \sigma_I \leq \tau_{03}$ $\tau_d = \sigma_I$	$\sigma_I > \tau_{03}$ NV
Caso C	$\tau_{012} \leq \tau_{012}$ $\tau_d = 0.4 \cdot \tau_o$	$\tau_{012} < \tau_{012} \leq \tau_{02}$ $\tau_d = \tau_o$	$\tau_{02} \leq \tau_{012}$ NV	

	H-13	H-17	H-21	H-30	H-38	H-47
$\tau_{012} \text{ kg/cm}^2$	5.0	6.5	7.5	10.0	11.0	12.5
$\tau_{02} \text{ kg/cm}^2$	12.0	15.0	18.0	24.0	27.0	30.0
$\tau_{03} \text{ kg/cm}^2$	20.0	25.0	30.0	40.0	45.0	50.0

Obtención de la armadura.

$$F_e [\text{cm}^2/\text{m}] = \tau_d \cdot b_o \cdot 100 / \sigma_s$$

$$\sigma_s = \beta_s / 1.75 (\text{CIRSOC 201 17.5.4})$$

8.4.6. Predimensionamiento.

Para una sección de hormigón determinada y dadas las solicitaciones externas existe una única combinación de armaduras que verifica el equilibrio. En cambio, cuando no se conocen las dimensiones de la sección de hormigón, las soluciones son infinitas. Por lo tanto, cuando el programa debe realizar un predimensionamiento, lo hace de acuerdo a los siguientes criterios.

En caso de carga con compresión céntrica o de pequeña excentricidad se calculará la sección de hormigón necesaria para resistir dicha carga con cuantía de armadura mínima y coeficiente de seguridad 2.1. La dimensión mínima será de 20 cm. (CIRSOC 201 25.2.1 tabla 36)

En el caso de carga con gran excentricidad se buscará una sección que verifique el equilibrio en la Zona 3 de deformaciones específicas, es decir, aprovechando la resistencia del hormigón a compresión ($\epsilon_b = 3.5$ o/o) y la tensión de fluencia del acero ($\epsilon_s = 3.0$ o/o). (CIRSOC 201 17.2.1)

El predimensionamiento solamente tiene en cuenta los valores de M y N que pueda tener dicha sección, es decir se realiza un predimensionamiento a flexo compresión y luego se determina la armadura de corte necesaria.

8.4.7. Determinación de viga o columna.

Para la selección de la armadura y los criterios de armadura mínima y máxima es necesario distinguir entre elementos viga y elementos columna. El criterio adoptado es el siguiente.

Vigas	$e/d > 3.5$	e = excentricidad relativa de la carga. (M/N) d = altura de la sección.
Columnas	$e/d < 3.5$	

(CIRSOC 201 25.1)

8.4.8. Selección de la armadura longitudinal en vigas.

Se utilizan los siguientes criterios

Armadura mínima		
Cuantía Total	$Fe/(b*d) \geq 0.06 \beta_r/\beta_s$	CIRSOC 201 17.2.3 (Anexo 17)
Armadura de tracción	1.5cm ² (2φ10)	
Armadura de compresión	1.0 cm ² (2φ8)	

Armadura máxima		
Cuantía Total	$Fe/(b*d) \leq 0.09$	CIRSOC 201 17.2.3
Armadura de compresión	$\leq 0.01(b*d)$	
Armadura de compresión	\leq armadura de tracción o menos comprimida	

8.4.9. Selección de la armadura longitudinal en columnas.

Se utilizan los siguientes criterios

Armadura mínima		
Cuantía Total	$Fe/(b*d) \geq 0.008$	CIRSOC 201 25.2.2.1
Armadura de compresión	2φ12	

Armadura máxima		
Cuantía Total	$Fe/(b*d) \leq 0.09$	CIRSOC 201 25.2.2.1
Armadura de compresión	$\leq 0.01(b*d)$	
Armadura de compresión	\leq armadura de tracción o menos comprimida	

8.4.10. Selección de la armadura de estribos en vigas.

Diámetro mínimo.

Se utilizará como diámetro mínimo barras φ6 (6mm)

Diámetro máximo.

Se considera un diámetro de mandril de doblado de 15ds, por lo tanto, siendo b el ancho del alma de la sección y considerando un recubrimiento a ambos lados de 30mm. El diámetro máximo será

$$ds = (b-60)/15 = \phi_{mm} \leq \phi_{25}$$

Separaciones entre estribos.

Zona de Corte	Separación Máxima	Separación Mínima
I	0.8ds<30cm	10cm
II	0.6ds<25cm	10cm
III	0.3ds<20cm	10cm

(CIRSOC 201 tabla 31)

8.4.11. Selección de la armadura de estribos en columnas.

Diámetro mínimo.

Se utilizará como diámetro mínimo barras $\phi 6$ (6mm) para barras longitudinales ≤ 20 mm y de $\phi 8$ (8mm) para barras longitudinales mayores a 20mm. (CIRSOC 201 25.2.2.2)

Diámetro máximo.

Se considera un diámetro de mandril de doblado de 15ds, por lo tanto, siendo b el ancho del alma de la sección y considerando un recubrimiento a ambos lados de 30mm. El diámetro máximo será

$$ds = (b-60)/15 = \phi_{mm} \leq \phi 25$$

Separaciones entre estribos.

La separación mínima será de 10cm. La separación máxima será igual al menor espesor del elemento o 12 veces el diámetro de la armadura longitudinal, (el menor de los dos valores). (CIRSOC 20125.2.2.2)

8.5. Dimensionamiento Sismorresistente.

- En este punto solamente se indican las diferencias en el dimensionamiento sismorresistente con respecto al dimensionamiento de los puntos anteriores.

Para que el programa considere al dimensionar el efecto sísmico y la norma CIRSOC 103, deberá ingresar en el texto de ingreso de datos de la estructura, por lo menos, una hipótesis sísmica.

8.5.1. Ingreso de Coeficientes Sísmicos.

El título Sismo en el editor de textos permite definir el factor "Z" de acuerdo a la zona sísmica de la estructura y los coeficientes de amplificación de esfuerzos, MC, MV, QC y QV.

Factor "Z". Esta relacionado con la zonificación sísmica de la estructura. Los valores en función de la zona sísmica son. (CIRSOC 103 1.2 Tabla 1)

Zona Sísmica	Z
1	1.25
2	1.15
3	1.05
4	1.00

MC. Factor a aplicar a los Momentos en las columnas

QC. Factor a aplicar a los Cortes en las columnas

MV. Factor a aplicar a los Momentos en las vigas

QV. Factor a aplicar a los Cortes en las vigas

Los valores que especifica la norma son los siguientes

MC	QC	MV	QV
1.35	1.35	1.0	1.35
CIRSOC 103 5.6.2.1 b)	CIRSOC 103 5.6.2.2	CIRSOC 103 5.6.1.1	CIRSOC 103 5.6.1.2

Por ejemplo para indicar que la estructura se encuentra en zona sísmica 2 ($z=1.15$) y que las hipótesis 3 a 6 definidas están relacionadas con efectos sísmicos, se ingresaría lo siguiente.

Hipotesis

//	Peso Propio (FE1)	Sobrecarga (FE2)	V.Der (FE3)	V.Izq (FE4)	Sis.Der (FE5)	Sis.Izq (FE6)
* Nro						
1	1	1	1			
2	1	1	0	1		
3	0.85*1.3/1.75	0.85*1.3/1.75	0	0	1/1.75	
4	0.85*0.85/1.75	0.85*0.85/1.75	0	0	1/1.75	
5	0.85*1.3/1.75	0.85*1.3/1.75	0	0	0	1/1.75
6	0.85*0.85/1.75	0.85*0.85/1.75	0	0	0	1/1.75

Sismo

* Hipotesis	Z	M_C	Q_C	M_V	Q_V
3	1.15	1.35	1.35	1	1.35
4	1.15	1.35	1.35	1	1.35
5	1.15	1.35	1.35	1	1.35
6	1.15	1.35	1.35	1	1.35

- Si bien pueden definirse mas de una hipótesis sísmica, deberá notar que el factor z debe ser siempre el mismo.

8.5.2. Determinación de viga o columna.

Para la selección de la armadura y los criterios de armadura mínima y máxima es necesario distinguir entre elementos viga y elementos columna. El criterio adoptado es el siguiente.

Vigas	$Nu \leq 0.12 \cdot Ab \cdot \beta_r$	Ab = área de la sección total.
Columnas	$Nu > 0.12 \cdot Ab \cdot \beta_r$	β_r = valor característico del hormigón. Nu = fuerza axial última = 1.75*N

(CIRSOC 103 5.1.1 y 5.1.2)

8.5.3. Corte.

Valores límites de la tensión básica de corte sismorresistente.

Los valores de la tensión básica de corte, (calculados de acuerdo a 8.4.5 Bases del Cálculo – Corte.), deberán compararse con los valores límites, de manera de determinar la zona de corte. Con la zona de corte determinada, puede calcularse la tensión de corte τ_d de dimensionamiento. (CIRSOC 103 artículo 5.5.5)

	Zona I	Zona II	Zona III	>Zona III
Caso A	$\tau_o \leq \tau_{o12}$ $\tau_d = 0.4 \cdot \tau_o$	$\tau_{o12} < \tau_o \leq \tau_{o2}$ $\tau_d = \tau_o^2 / \tau_{o2} \geq 0.4 \cdot \tau_o$	$\tau_{o2} < \tau_o \leq \tau_{o3}$ $\tau_d = \tau_o$	$\tau_o > \tau_{o3}$ NV
Caso B	$\sigma_l \leq \tau_{o12}$ $\tau_d = 0.4 \cdot \sigma_l$	$\tau_{o12} < \sigma_l \leq \tau_{o2}$ $\tau_d = \sigma_l^2 / \tau_{o2} \geq 0.4 \cdot \sigma_l$	$\tau_{o2} < \sigma_l \leq \tau_{o3}$ $\tau_d = \sigma_l$	$\sigma_l > \tau_{o3}$ NV
Caso C	$\tau_o \leq \tau_{o12}$ $\tau_d = 0.4 \cdot \tau_o$	$\tau_{o12} < \tau_o \leq \tau_{o2}$ $\tau_d = \tau_o$	$\tau_{o2} < \tau_o$ NV	

	H-13	H-17	H-21	H-30	H-38	H-47
$\tau_{o12} \text{ kg/cm}^2$	z*3.7	z*4.2	z*5.2	z*6.3	z*7.0	z*7.8
$\tau_{o2} \text{ kg/cm}^2$	z*8.2	z*9.4	z*12.3	z*14.7	z*16.6	z*18.4
$\tau_{o3} \text{ kg/cm}^2$	z*19.6	z*22.4	z*24.9	z*29.7	z*33.5	z*37.2

z=factor z (8.5.1 Ingreso de Coeficientes Sísmicos.)

8.5.4. Selección de la armadura longitudinal en vigas.

Se utilizan los siguientes criterios

Armadura mínima	$z > 1.15$ (Zona 1)	$1.05 < z \leq 1.15$ (Zona 2)	$1.00 < z \leq 1.05$ (Zona 3)	$z \leq 1.00$ (Zona 4)	
Cuantía Total	$Fe/(b \cdot d) \geq 0.10 \beta_r / \beta_s$				CIRSOC 103 5.6.1.3.2
Armadura de tracción	1.5cm ² (2φ10)	1.5cm ² (2φ10)	1.5cm ² (2φ10)	2.3cm ² (2φ12)	
Armadura de compresión	1.0 cm ² (2φ8)	1.5 cm ² (2φ10)	1.5 cm ² (2φ10)	2.3 cm ² (2φ12)	

Armadura máxima	
Cuantía Total	$Fe/(b \cdot d) \leq 0.05$
Armadura de compresión	\leq armadura de tracción o menos comprimida

CIRSOC 103
5.6.1.3.2

8.5.5. Selección de la armadura longitudinal en columnas.

Se utilizan los siguientes criterios

Armadura mínima	
Cuantía Total	$Fe/(b \cdot d) \geq 0.01$
Armadura de compresión	2φ12

CIRSOC 103
5.6.2.4.1

Armadura máxima	
Cuantía Total	$Fe/(b \cdot d) \leq 0.06$
Armadura de compresión	$\leq 0.01(b \cdot d)$
Armadura de compresión	\leq armadura de tracción o menos comprimida

CIRSOC 103
5.6.2.4.1

8.5.6. Selección de la armadura de estribos en vigas.

Diámetro mínimo.

Se utilizará como diámetro mínimo barras φ6 (6mm) para barras longitudinales ≤ 20 mm y de φ8 (8mm) para barras longitudinales mayores a 20mm. (CIRSOC 103 5.6.1.4.1 e)

Diámetro máximo.

Se considera un diámetro de mandril de doblado de 15ds, por lo tanto, siendo b el ancho del alma de la sección y considerando un recubrimiento a ambos lados de 30mm. El diámetro máximo será

$$ds = (b - 60) / 15 = \phi_{mm} \leq \phi_{25}$$

Separaciones entre estribos.

La separación mínima será de 10cm. La separación máxima será igual a un cuarto de la altura de la viga, 10 veces el diámetro de la armadura longitudinal, o 20 cm (el menor de los tres valores). (CIRSOC 103 5.6.1.4.1 c))

8.5.7. Selección de la armadura de estribos en columnas.

Diámetro mínimo.

Se utilizará como diámetro mínimo barras $\phi 8$ (8mm). (CIRSOC 103 5.6.2.5.3 b))

Diámetro máximo.

Se considera un diámetro de mandril de doblado de $15d_s$, por lo tanto, siendo b el ancho del alma de la sección y considerando un recubrimiento a ambos lados de 30mm. El diámetro máximo será

$$d_s = (b-60)/15 = \phi_{mm} \leq \phi 25$$

Separaciones entre estribos.

La separación entre estribos será siempre de será de 10cm. (CIRSOC 103 5.6.2.5.3 a))

9. Dimensionamiento en Acero. (REW)

Se describe la metodología y criterios empleados para el dimensionamiento en Acero de estructuras espaciales con esfuerzo normal únicamente, así como la operación del módulo correspondiente.

9.1. Tabla de Perfiles

Debido a la cantidad de parámetros necesarios para el dimensionamiento, correspondientes a una sección, y debido a que las secciones comerciales disponibles son fácilmente cuantificables, el ingreso y mantenimiento de los Perfiles se realiza mediante una tabla auxiliar y luego se hace referencia a los mismos mediante el Tipo y Código de cada perfil. Desde el menú “Dimensionamiento / Editar Perfiles”, se accede a la siguiente ventana.

Perfiles de Acero

Tipo	Descripción	Código
1	L alas iguales 1 1/2x 1/4	8
1	L alas iguales 1 3/4x 1/8	9
1	L alas iguales 1 3/4x 1/5	10

Selecciónar Tipo de Perfil: 1/2/3/4/

Selecciónar Código de Perfil: TIPO 1

Diagrama de Perfil: L-alas iguales con dimensiones B, t, B.

Propiedades:

- Código: 10
- Descripción: L alas iguales 1 3/4x 1/5
- Área - E [cm²]: 4.000
- Espesor t [cm]: 0.476
- Módulos de Inercia J [cm⁴]:
 - Jmax: 11.840
 - Jmin: 3.030
 - Jmed: 7.435
- Módulos Resistentes W [cm³]:
 - Wmax: 3.767
 - Wmin: 1.661
 - Wmed: 2.357
- Uniones Abulonadas:
 - Ancho cara Abulonada B [cm]: 4.45
 - Gramil Gr [cm]: 2.22
 - Diámetro mínimo bulón [cm]: 0.00
 - Diámetro máximo bulón [cm]: 10.00

Botones: Nuevo, Perfil, Tipo, Borrar Perfil, Agregar Perfil de otro Tipo, Cerrar

Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

De manera sencilla pueden modificarse los valores característicos de cada Tipo y Código de Perfil. Los botones de la barra inferior permiten crear nuevos tipos, crear nuevos códigos, borrar perfiles y agregar al tipo de perfiles seleccionado, perfiles de otro Tipo.

- Cada Perfil se identifica con la combinación TIPO – CODIGO, este valor es único para cada perfil en toda la tabla. Si modifica alguno de los valores característicos de un perfil deberá recalcular los proyectos en donde intervenga el mismo.

9.1.1. Archivo de Perfiles

Si desea realizar una copia de seguridad del archivo de perfiles, el mismo se denomina **ACERO.DBF** y se encuentra en el directorio desde donde se ejecuta el programa, para la instalación por defecto este directorio será C:\SPI\REW\

9.1.2. Esquema (dibujo) del perfil

Cada Tipo de perfil puede tener un esquema o dibujo de referencia. Si desea agregar o modificar un esquema deberá editar los archivos TIPOX.BMP en el directorio del programa, siendo X el número del Tipo a modificar. Los archivos BMP deberán ser de 100x100 pixels y 16 colores. Al instalar el programa se generan los archivos TIPO1.BMP, TIPO2.BMP y TIPO3.BMP, los mismos pueden ser editados con cualquier programa de edición de gráficos como el "Paint" incluido en el sistema operativo Windows.

9.2. Tabla de Bulones

Para el Dimensionamiento de Uniones Abulonadas se debe disponer de una tabla de diámetros de Bulones de la cuál seleccionar los bulones a utilizar. Para editar dicha tabla desde el menú "Dimensionamiento / Editar Bulones", se accede a la siguiente ventana.



Designación	Diámetro [cm]
M10	1.100
M11	1.200
M16	1.700
M20	2.100
M22	2.200
M24	2.500
M27	2.800

Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

De manera muy sencilla pueden ingresarse, modificarse o borrarse los diámetros requeridos. Recuerde incluir en esta tabla todos los diámetros disponibles, por que el programa le permitirá limitar los diámetros mínimos y máximos a utilizar en cada Perfil y para cada proyecto.

9.3. Material y Secciones.

9.3.1. Acero

Al ejecutar la opción de Dimensionamiento en Acero, el programa dimensionará solamente aquellas barras que hayan sido definidas de este material. Para definir un material como Acero deberá hacerlo en el editor de textos en el título Materiales, y luego asignarle dicho material a las barras correspondientes.

En el ejemplo siguiente se define un material genérico, y por lo tanto **NO** puede dimensionarse las barras asignadas a dicho material.

```
...
Materiales
* Nro      E      Pe
  1      2,100,000kg/cm^2  7.8t/m^3

Asigna.M
* Barra  (Barra_Hasta) Nro_de_Material
  1      56            1
...
```

En cambio, si se define de la siguiente manera, las barras asignadas podrán ser dimensionadas en Acero.

```
Materiales
* Nro      E      Pe      (Tipo)      (Sf1)
  1      2,100,000Kg/cm^2  7.8t/m^3      A      3,600kg/cm^2

Asigna.M
* Barra  (Barra_Hasta) Nro_de_Material
  1      56            1
...
```

Como se ve en el ejemplo, se agrega la definición del Tipo de material, "A" para acero, y el valor de Sf1 (Tensión al límite de fluencia).

9.3.2. Ingreso de secciones.

Si las secciones de las barras a dimensionar se definen en forma genérica con el parámetro F (área), el programa utilizará dicho valor para el cálculo y la determinación de las solicitaciones. Para poder dimensionar las secciones en Acero deberá ingresarse el **Tipo** de Perfil a utilizar y el **Código** de dicho tipo. De esta manera al determinar las solicitaciones se utilizará el valor del área definida para dicho perfil y luego se dimensionará utilizando los valores del mismo.

Si desea que el programa determine en forma automática el perfil a utilizar podrá ingresar solamente el Tipo de perfil, código igual a cero y luego el área a utilizar para la determinación de las solicitaciones.

En el ejemplo siguiente las barras 1 a 5 se dimensionarán con el Perfil 1-8 (L alas iguales 1 ½ x ¼) , mientras que las barras 6 a 20 se dimensionarán seleccionando en forma automática el perfil mas adecuado del Tipo 1 (L Alas iguales), para el cálculo de las solicitaciones en las barras 6 a 20 se indica el valor de 5cm2 para el área. Las Barras 21 a 30 No se dimensionarán en Acero, por lo tanto solamente se ingresa el valor del Area.

```
Secciones
* Nro      Tipo      Código      F
  1         1         8
  2         1         0         5cm^2
```

```
Secciones
* Nro      F
  3         12cm2
```

```
Asigna.S
* Barra (Barra_Hasta) Nro_de_Sección
  1      5            1
  6      20           2
  21     30           3
```

9.4. Ventana de Dimensionado.

Desde el menú “Dimensionamiento / Acero”, oprimiendo la tecla F12 o desde el botón rápido correspondiente se ejecuta la opción de dimensionamiento en Acero. Si el proyecto aún no ha sido calculado, se calculará previamente. El programa informará el avance en el dimensionamiento y luego mostrará una ventana como la siguiente.

Dimensionamiento en Acero

Nro	Descripcion	L [m]	N(-) [t]	N(+) [t]	Grupo	T	C	Perfil	Cap.(-) [t]	Cap.(+) [t]
18	Barra Nro 18	5.00	0.000	0.165	1	1	15	L alas iguales 2 1/4x 1/4	-4.128	9.815
20	Barra Nro 20	5.00	-0.183	0.000	1	1	15	L alas iguales 2 1/4x 1/4	-4.128	9.815
22	Barra Nro 22	5.00	-1.300	0.000	1	1	15	L alas iguales 2 1/4x 1/4	-4.128	9.815
24	Barra Nro 24	5.00	-1.432	0.000	1	1	15	L alas iguales 2 1/4x 1/4	-4.128	9.815
26	Barra Nro 26	5.00	0.000	0.000	1	1	15	L alas iguales 2 1/4x	0.000	9.815
28	Barra Nro 28	5.00	0.000	0.000	1	1	15	L alas iguales 2 1/4x	0.000	9.815

L alas iguales 2 1/4x 1/4 X COMPRESION ✓ TRACCION ✓ UNIONES

Descripción Barra: Barra Nro 26

L1 [m] 5.00 L/r 285.5

L2 [m] 5.00 KI/r 285.5

☒ Calcula con Jm curva 0

Solicitación Capacidad

N(-) [t] 0.000 0.000

N(+) [t] 0.000 9.815

Coef. Seguridad 0.00

Cambiar Perfil

Barra Grupo

Selección Automática

Barra Grupo

☒ Dimensiona Bulones automáticamente

F neta [cm2] 2.73

Bulones 1 Secciones de Corte 1 Capacidad de la unión [t]

Diámetro [cm] 1.10 Vínculos Extremos 11 Corte 2.95

I_{au} [t/m2] 31000 Caras Abulonadas 1 Aplastamiento 3.77

Imprimir Planillas

Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

9.4.1. Dimensionamiento Inicial

Al ejecutar por primera vez el dimensionamiento, el programa realizará los siguientes pasos.

- 1 Seleccionará para dimensionar solamente aquellas barras que hayan sido definidas como Acero (Vea 8.1.1 Hormigón Armado)
- 2 Para aquellas barras que NO tengan secciones con código definido hará un predimensionamiento. (Vea 8.1.2 Ingreso de secciones.)
- 3 Determinará para todas las barras las solicitaciones determinantes. Es decir el máximo valor de Normal N+ y el mínimo valor N- considerando todas las hipótesis definidas.
- 4 Determinará para todas las barras las capacidades a compresión y tracción de las mismas, de acuerdo al tipo de Dimensionamiento solicitado.
- 5 Calculará el coeficiente de seguridad de la barra, informando aquellas que no verifiquen.

- Una vez realizado el dimensionamiento inicial, podrá modificar la asignación de perfiles en cada barra, junto con todos los valores referidos al dimensionamiento. Estos valores serán **recordados** cada vez que ingrese al dimensionamiento, *mientras NO modifique nada en el editor de textos.*

9.4.2. Barras y Perfiles.

La ventana de dimensionamiento mostrará inicialmente una ventana como la de la Figura **¡Error! Argumento de modificador desconocido.** en donde pueden distinguirse dos zonas principales. La zona superior corresponde a un listado de las barras de material Acero que se están dimensionando. La zona inferior muestra el perfil utilizado en dicha barra y los datos correspondientes al cálculo.

Detalle de la zona superior.

En la zona superior de la ventana se verá un listado de las barras a dimensionar, con un resumen de sus valores más importantes.

	Nro	Descripcion	L [m]	N(-) [t]	N(+) [t]	Grupo	T	C	Perfil	Cap.(-) [t]	Cap.(+) [t]
<input type="checkbox"/>	18	Barra Nro 18	5.00	0.000	0.165	1	1	15	L alas iguales 2 1/4x 1/4	-4.128	9.815
<input type="checkbox"/>	20	Barra Nro 20	5.00	-0.183	0.000	1	1	15	L alas iguales 2 1/4x 1/4	-4.128	9.815
<input type="checkbox"/>	22	Barra Nro 22	5.00	-1.300	0.000	1	1	15	L alas iguales 2 1/4x 1/4	-4.128	9.815
<input type="checkbox"/>	24	Barra Nro 24	5.00	-1.432	0.000	1	1	15	L alas iguales 2 1/4x 1/4	-4.128	9.815

Figura **¡Error! Argumento de modificador desconocido.**

Nro	Número de la barra
Descripción	Se podrá agregar una descripción a cada barra
L[m]	Longitud de la barra
N(-)	Menor esfuerzo Normal
N(+)	Mayor esfuerzo Normal
Grupo	Grupo al que pertenece la barra, de acuerdo a como se ingresó en el Editor de Textos.
T,C	Tipo y Código de Perfil.
Perfil	Descripción del Perfil
Cap(-)	Capacidad a compresión
Cap(+)	Capacidad a tracción

Grupo de Barras.

Al Asignar secciones en el Editor de Textos se identifican Grupos de barras. Normalmente se desea que los Grupos de barras sean dimensionados con el mismo perfil. Si se asignan secciones de la siguiente manera, se crearán los Grupos 1 y 2. El Grupo 1 estará conformado por las barras 1 a 5 y el Grupo 2 por las barras 6 a 20.

Secciones

* Nro	Tipo	Código	F
1	1	8	
2	1	0	5cm^2

Asigna.S

* Barra	(Barra_Hasta)	Nro_de_Sección
1	5	1
6	20	2

Detalle de la zona inferior.

Al seleccionar una barra de la zona superior, se podrá ver un detalle de la misma en la zona inferior. A continuación se detalla el significado alguno de los valores de la misma, para más detalle deberá ver los Criterios de Dimensionamiento.

Verificaciones

La barra deberá verificar la compresión, la tracción y el dimensionamiento de las Uniones. Cuando no verifica alguna de estas condiciones se muestra la barra con campos en rojo sobre amarillo y la causa de que la misma no verifique. En el caso de NO verificar por compresión, podrá deberse a que la capacidad a compresión es menor que la solicitación, o que debido a la esbeltez de la barra (L/r), en este último caso se informará como 0.00 la capacidad a la compresión.

Dimensionar bulones automáticamente.

Si este casillero se encuentra activado, cada modificación realizada sobre la barra, la unión será recalcada. Si desea modificar manualmente la cantidad de Bulones o el resto de los parámetros del dimensionamiento de uniones, deberá dejar **sin marcar** esta opción de manera de que tome los valores ingresados manualmente.

Cambiar Perfil

Es posible seleccionar un perfil diferente para la barra seleccionada, o para el Grupo al cuál pertenece la Barra seleccionada. Inmediatamente después se recalculará la o las barras modificadas.

Selección Automática

Si se desea, puede utilizarse esta opción para pedirle al programa que determine de las barras del tipo de la barra seleccionada, aquella barra que verificando las condiciones de cálculo, resulte la mas liviana. Este procedimiento puede realizarse sobre una barra en particular o sobre todas las barras del Grupo.

- Recuerde que todos los cambios realizados serán recordados por el sistema. Pero si modifica el ingreso de datos desde el Editor de Textos, el sistema dimensionará nuevamente con los valores del Editor de Textos pudiendo perder los cambios realizados en esta etapa.

Sincronismo con el gráfico.

Si mantiene abierta la venta de Dimensionado, junto con el Gráfico de la estructura, cada vez que haga un "click" con el mouse sobre una barra del gráfico, la ventana de dimensionamiento se posicionará sobre dicha barra.

9.5. Impresión de Planillas.

El botón **Imprimir Planillas** permite acceder a la ventana de opciones de impresión.

Todas las Barras o Barras Determinantes.

Si se desea es posible imprimir únicamente las barras determinantes de cada Grupo de Barras. La barra determinante será la de menor Coeficiente de Seguridad dentro del Grupo.

Dimensionamiento de Uniones.

Puede incluirse o no el dimensionamiento de las Uniones en el listado.

Opciones generales.

Al igual que en la impresión general del programa, es posible modificar títulos, seleccionar impresoras, tipo de letra etc.

Pantalla, Impresora, Archivo de Texto.

Al igual que en la impresión general, la misma salida puede ser previsualizada en pantalla, grabarse en un archivo de texto, o salir directamente por la impresora.

Planilla de cálculo.

La salida, en vez de impresoras pueden salir a un archivo WK1 compatible con cualquier planilla de cálculo.

9.6. Criterios para el Dimensionado de esfuerzos axiles.

9.6.1. Acero

Para el cálculo estático y la verificación de los Perfiles de Acero sometidos a esfuerzo axil es necesario conocer el valor de **E** (Módulo de Elasticidad Longitudinal) y el valor de **Sfl** (Tensión al límite de fluencia)

CIRSOC

El reglamento CIRSOC 301 utiliza las siguientes denominaciones y sus respectivos valores. (CIRSOC 301 2.4 Tabla 1)

Tipo de Acero	Sfl [t/m2] Tensión al límite de fluencia	E [t/m2] Módulo de Elasticidad longitudinal
F-20	20,000	21,000,000
F-22	22,000	21,000,000
F-24	24,000	21,000,000
F-26	26,000	21,000,000
F-30	30,000	21,000,000
F-36	36,000	21,000,000

DIN

La norma DIN 1050 utiliza las siguientes denominaciones y sus respectivos valores. (DIN 1050 3.1 Tabla 1)

Tipo de Acero	Sfl [t/m2] Tensión al límite de fluencia	E [t/m2] Módulo de Elasticidad longitudinal
St-33	19,000	21,000,000
St-37	24,000	21,000,000
St-52.3	36,000	21,000,000

9.6.2. Barras y Secciones

Para el dimensionamiento de cada barra es necesario conocer los siguientes valores.

A	L1	Longitud Principal
	L2	Longitud Secundaria
B	F	Sección Bruta
	Jmax	Momento de Inercia Principal
	Jmin	Momento de Inercia Secundario
	Jmed	Momento de inercia medio (simétrico)
	Fn	Sección Neta
C	N+	Máximo esfuerzo axil de tracción
	N-	Máximo esfuerzo axil de compresión
D	H+	Coefficiente de seguridad, correspondiente a la Hipótesis de donde se obtiene N+
	H-	Coefficiente de seguridad, correspondiente a la Hipótesis de donde se obtiene N-

A

La longitud Principal (L1) es la longitud de la barra de acuerdo a la geometría de la estructura ingresada. La longitud Secundaria (L2) es la longitud L1 dividida por el factor ingresado en la definición de barras en el editor de textos. Recuerde que si no se ingresa dicho factor, coincidirán ambas longitudes. El sistema utilizará estas longitudes para el cálculo de la esbeltez (L/r) de la barra. Vea mas adelante el cálculo de la esbeltez.

B

Los valores de **F**, **Jmax**, **Jmin** y **Jmed** son característicos de cada perfil y se obtienen de la tabla de Perfiles. El valor de **Fn** (Sección neta) resultará de descontar de la sección bruta (F) el área correspondiente a los bulones de la unión. Si no se utilizan uniones abulonadas los valores de F y Fn.

C

Los valores de N+ y N- se obtienen del cálculo estático.

D

En el ingreso de datos se especificará los coeficientes a aplicar a cada hipótesis de acuerdo a la norma utilizada para el cálculo. El sistema determinará como H+ el factor correspondiente al coeficiente de la hipótesis que produce el valor N+, y respectivamente hará lo mismo para N-

9.6.3. Dimensionamiento CIRSOC 301 y CIRSOC 302.

De acuerdo a los reglamentos CIRSOC 301 y CIRSOC 302 los procedimientos de verificación son los siguientes.

Para cada barra se verificará que su esbeltez sea la adecuada, que la capacidad a tracción sea mayor que el máximo esfuerzo a tracción, y que la capacidad a compresión sea mayor, en valor absoluto, que el máximo esfuerzo a compresión.

Verificación de la esbeltez. (L/r)

La esbeltez de una barra se define como la relación entre su longitud de pandeo y su radio de giro. La esbeltez determinante para el cálculo resulta de las siguientes consideraciones.

Si se selecciona calcular la sección utilizando Jmed al dimensionar el perfil,

$$\boxed{L/r = L1/Rmed} \quad (\text{usando Jmed})$$

Si no se selecciona Jmed la esbeltez resultará del mayor valor de

$$\boxed{L/r = L1/Rmax \text{ ó } L2/Rmin} \quad (\text{sin usar Jmed})$$

Una vez determinada la esbeltez se verificará.

$$\boxed{L/r \leq 250} \quad \text{CIRSOC 301 7.1}$$

Radios de giro.

El sistema obtiene los Radios de giro Rmax, Rmin y Rmed de acuerdo a las siguientes ecuaciones

$$\begin{aligned} Rmax &= \sqrt{(Jmax/F)} \\ Rmin &= \sqrt{(Jmin/F)} \\ Rmed &= \sqrt{(Jmed/F)} \end{aligned}$$

Capacidad a tracción.

Se deberá verificar que :

$$N \geq C+$$

Siendo C+ la capacidad a tracción, que surge de multiplicar la sección neta de la barra por la tensión admisible.

$$C+ = S_{adm} \cdot F_n$$

CIRSOC 301 7.1

C+	Capacidad a tracción
S _{adm}	Tensión admisible a tracción
F _n	Sección Neta

S_{adm}. Tensión admisible a tracción.

La tensión admisible a tracción surge de dividir la Tensión de fluencia del acero por el coeficiente de seguridad para la hipótesis determinante del esfuerzo a tracción.

$$S_{adm} = S_f / H$$

El coeficiente de seguridad se ingresará en el editor de textos para cada hipótesis y surge de los valores del CIRSOC 301 4.2 Tabla 6, esta tabla se encuentra expresada en función de la clase de estructura, su destino y el caso de carga.

Clase	Destino	Caso de carga	
		P	P-S
I	A	1.60	1.40
	B	1.50	1.30
	C	1.40	1.25
II	B	1.60	1.40
	C	1.50	1.30

Capacidad a Compresión.

Se deberá verificar (en valor absoluto) que:

$$N \leq C-$$

Siendo C- la capacidad a compresión, que surge de multiplicar la sección bruta de la barra por la tensión admisible dividida por el coeficiente omega (w).

$$C- = S_{adm} \cdot F / w$$

CIRSOC 302 2.2.4

C-	Capacidad a compresión
S _{adm}	Tensión admisible a compresión
F	Sección Neta
w	Omega, de la tabla L/r - w

w. Omega

El valor de w surge de las tablas L/r – w correspondientes a cada tipo de acero de acuerdo a CIRSOC 302 2.2 tabla 1 a tabla 6.

Sadm-. Tensión admisible a compresión.

La tensión admisible a compresión surge de dividir la Tensión de fluencia del acero por el coeficiente de seguridad para la hipótesis determinante del esfuerzo a compresión.

$$\boxed{\text{Sadm-} = \text{Sf}/\text{H-}}$$

El coeficiente de seguridad se ingresará en el editor de textos para cada hipótesis y surge de los valores del CIRSOC 301 4.2 Tabla 6, esta tabla se encuentra expresada en función de la clase de estructura, su destino y el caso de carga. Esta tabla es idéntica a la expresada en el punto Sadm+

9.6.4. Dimensionamiento DIN 1045

De acuerdo a las Normas DIN 1050 y DIN 4114 los procedimientos de verificación son los siguientes.

Para cada barra se verificará que su esbeltez sea la adecuada, que la capacidad a tracción sea mayor que el máximo esfuerzo a tracción, y que la capacidad a compresión sea mayor, en valor absoluto, que el máximo esfuerzo a compresión.

Verificación de la esbeltez. (L/r)

La esbeltez de una barra se define como la relación entre su longitud de pandeo y su radio de giro. La esbeltez determinante para el cálculo resulta de las siguientes consideraciones.

Si se selecciona calcular la sección utilizando Jmed al dimensionar el perfil,

$$\boxed{L/r = L1/Rmed} \quad (\text{usando Jmed})$$

Si no se selecciona Jmed la esbeltez resultará del mayor valor de

$$\boxed{L/r = L1/Rmax \text{ ó } L2/Rmin} \quad (\text{sin usar Jmed})$$

Una vez determinada la esbeltez se verificará.

$$\boxed{L/r \leq 250} \quad \text{DIN 4114 Tablas 1 y 2}$$

Radios de giro.

El sistema obtiene los Radios de giro Rmax, Rmin y Rmed de acuerdo a las siguientes ecuaciones

$$Rmax = \sqrt{(Jmax/F)}$$

$$Rmin = \sqrt{(Jmin/F)}$$

$$Rmed = \sqrt{(Jmed/F)}$$

Capacidad a tracción.

Se deberá verificar que :

$$N \geq C+$$

Siendo C+ la capacidad a tracción, que surge de multiplicar la sección neta de la barra por la tensión admisible.

$$C+ = S_{adm} \cdot F_n$$

DIN 1050 Tabla 2 Línea 2

C+	Capacidad a tracción
S _{adm}	Tensión admisible a tracción
F _n	Sección Neta

S_{adm}+. Tensión admisible a tracción.

La tensión admisible a tracción surge de dividir la Tensión de fluencia del acero por el coeficiente de seguridad para la hipótesis determinante del esfuerzo a tracción.

$$S_{adm}+ = S_f / H+$$

El coeficiente de seguridad se ingresará en el editor de textos para cada hipótesis indicando si la misma es del tipo H ó H_z

Hipótesis H	Combinación de cargas principales	DIN 1050 4.1.1
Hipótesis H _z	Combinación de cargas principales y secundarias	DIN 1050 4.1.1

De acuerdo al tipo de hipótesis los valores de de H+ serán los siguientes

	H	H _z	
H+	1.50	1.33	DIN 1050 Tabla 3 Línea 2

Capacidad a Compresión.

Se deberá verificar (en valor absoluto) que:

$$N \leq C-$$

Siendo C- la capacidad a compresión, que surge de multiplicar la sección bruta de la barra por la tensión admisible dividida por el coeficiente omega (w).

$$C- = S_{adm} \cdot F / w$$

DIN 4114 7.1

C-	Capacidad a compresión
S _{adm}	Tensión admisible a compresión
F	Sección Neta
w	Omega, de la tabla L/r - w

w. Omega

El valor de w surge de las tablas L/r – w correspondientes a cada tipo de acero de acuerdo a DIN 4114 Tabla 1 y 2 Para Perfiles y Tabla 1a y 2a para tubos circulares.

Sadm-. Tensión admisible a compresión.

La tensión admisible a compresión surge de dividir la Tensión de fluencia del acero por el coeficiente de seguridad para la hipótesis determinante del esfuerzo a compresión.

$$Sadm- = Sfl/H-$$

El coeficiente de seguridad se ingresará en el editor de textos para cada hipótesis indicando si la misma es del tipo H ó Hz

Hipótesis H	Combinación de cargas principales	DIN 1050 4.1.1
Hipótesis HZ	Combinación de cargas principales y secundarias	DIN 1050 4.1.1

De acuerdo al tipo de hipótesis los valores de de H- serán los siguientes

	H	HZ
H-	1.71	1.50

DIN 1050 Tabla 3 Línea 1

9.6.5. Dimensionamiento ASCE

Se utiliza el manual Nro. 52 de la ASCE para los criterios de dimensionamiento y verificación. La verificación utilizando dicho manual está relacionada a la utilización de uniones abulonadas, y por lo tanto se deben considerar los siguientes datos adicionales.

CarB	Nro. de caras abulonadas	Puede ser 1 cara o ambas caras.		
Vext	Vínculos extremos	Los valores posibles son	11	Barras con cargas concéntricas en ambos extremos
			12	Barras con cargas concéntricas en un solo extremo
			21	Barras con cargas excéntricas en ambos extremos
			22	Barras con cargas excéntricas en ambos extremos

El valor de Vext se ingresa al definir la norma, mientras que el valor de CarB al definir el tipo de unión. De no definir uniones abulonadas se considera a CarB con valor igual a 1 (uno)

Para cada barra se verificará que su esbeltez sea la adecuada, que la capacidad a tracción sea mayor que el máximo esfuerzo a tracción, y que la capacidad a compresión sea mayor, en valor absoluto, que el máximo esfuerzo a compresión.

Cálculo y Verificación de la esbeltez. (KL/r)

La esbeltez de una barra se define como la relación entre su longitud de pandeo y su radio de giro. El Manual 52 de la ASCE utiliza el factor K de acuerdo a la relación L/r. La esbeltez determinante para el cálculo resulta de las siguientes consideraciones.

Si se selecciona calcular la sección utilizando Jmed al dimensionar el perfil,

$$L/r = L1/Rmed \quad (\text{usando } Jmed)$$

Si no se selecciona Jmed la esbeltez resultará del mayor valor de

$$L/r = L1/Rmax \text{ ó } L2/Rmin \quad (\text{sin usar } Jmed)$$

Radios de giro.

El sistema obtiene los Radios de giro R_{max} , R_{min} y R_{med} de acuerdo a las siguientes ecuaciones

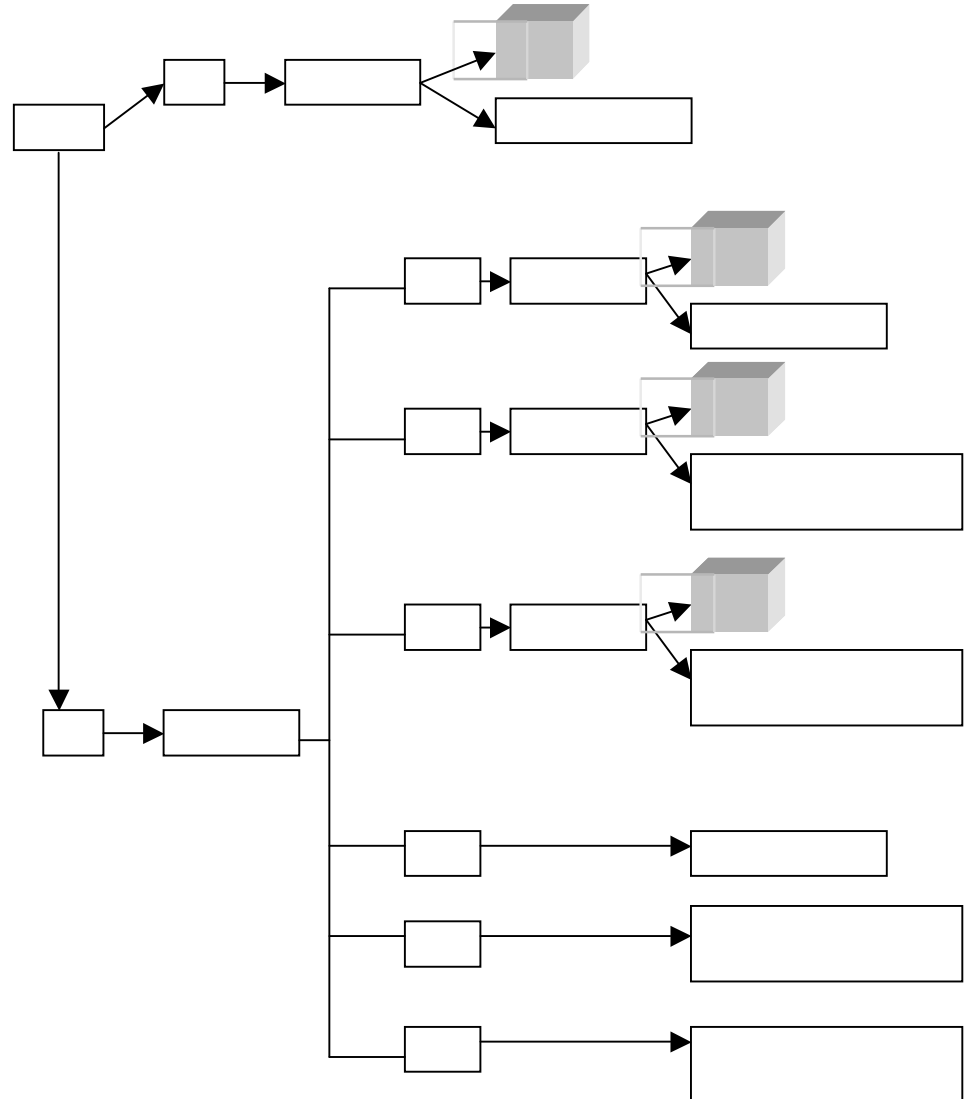
$$R_{\max} = \sqrt{(J_{\max}/F)}$$

$$R_{min} = \sqrt{(J_{min}/F)}$$

$$R_{med} = \sqrt{(J_{med}/F)}$$

Factor K

La esbeltez de la sección queda definida con el valor Kl/r que surge del siguiente diagrama. (ASCE 52 4.7.4)



$$CI = \pi \sqrt{(2 \cdot E / S_f)}$$

$$KL/r \leq CI \quad \text{NO}$$

$$S_{comp} = (1 - 0.5 \cdot (KL/r / CI)^2) \cdot S_f$$

$$S_{comp} = \pi^2 \cdot E / (KL/r)^2$$

Capacidad a tracción.

Se deberá verificar que :

$$H \cdot N \geq C+$$

ASCE 52 4.10.1

Siendo C+ la capacidad a tracción, que surge de multiplicar la sección neta de la barra por la tensión de Fluencia.

$$C+ = S_f \cdot F_n$$

ASCE 52 4.10.1

C+	Capacidad a tracción
Sf	Tensión de fluencia
Fn	Sección Neta

Capacidad a Compresión.

Se deberá verificar (en valor absoluto) que:

$$H \cdot N \geq C-$$

Siendo C- la capacidad a compresión, que surge de multiplicar la sección bruta de la barra por la tensión de comparación **Scomp**.

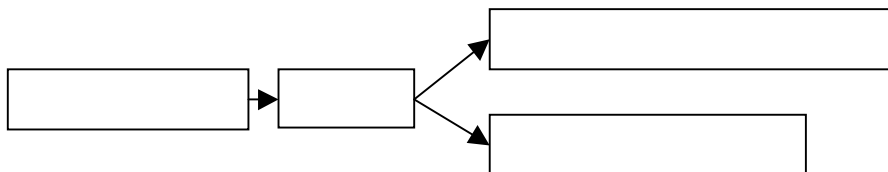
$$C- = S_{comp} \cdot F$$

ASCE 52 4.6

C-	Capacidad a compresión
Scomp	Tensión de comparación
F	Sección Neta

Scomp.Tensión de comparación.

Primero se determina la esbeltez límite **CI** y luego de acuerdo a dicho valor el valor de **Scomp**. (ASCE 52 4.6)



- No se considera la reducción de la tensión admisible por efectos de pandeo localizado, este efecto solo se produce en piezas con una relación de ancho de ala y espesor muy alta.

9.6.6. Fn. Area neta

Para todas las normas incluidas en el sistema, la capacidad a tracción de un perfil depende del área neta del mismo. El área neta es el área bruta descontando la máxima sección de bulones que corten en un plano perpendicular a la dirección del esfuerzo de tracción.

- Si no se dimensionan uniones o las uniones NO son abulonadas, el área neta coincide con el valor del área bruta o total del perfil.

El área neta depende de el número de caras abulonadas, la cantidad de bulones, su diámetro y holgura y la disposición de los mismos en el perfil. Para el perfil habrá que conocer su área bruta, Gramil y espesor.

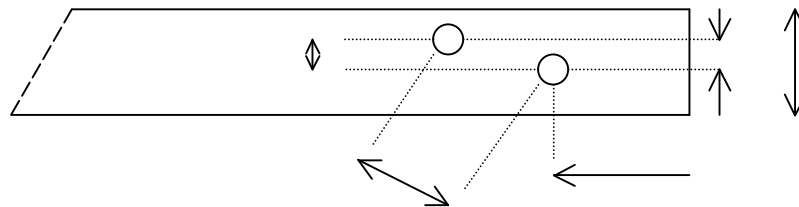
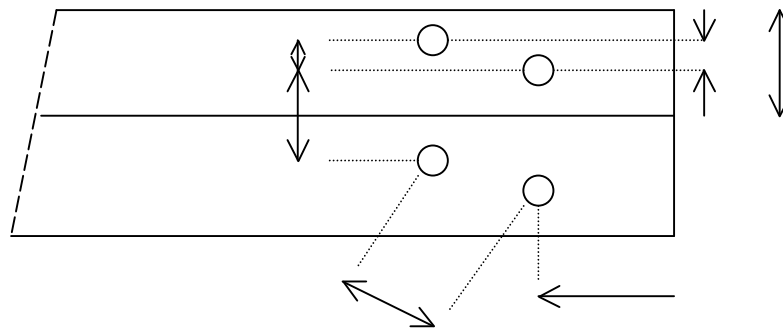
Valores necesarios para determinar el Area neta (Fn)

CarB	Número de caras abulonadas
Nb	Número de bulones
Db	Diámetro de cada bulón
Hg	Holgura
Gr	Gramil
t	Espesor del perfil
F	Area bruta
B	Ancho del Ala

Valores intermedios de cálculo

G1	Distancia medida en la dirección perpendicular al eje del perfil entre dos bulones consecutivos de una misma ala.
G2	Distancia medida en la dirección perpendicular al eje del perfil entre dos bulones consecutivos de distintas alas.
Ng	Número de Gramiles
S	Distancia medida en la dirección paralela al eje del perfil entre dos bulones consecutivos de una misma ala.
Da	Diámetro del agujero

De todas las cadenas posibles de agujeros, el sistema considerará la que resulte de obtener una sección neta menor.



$$G1 = B - Gr - 1.25 * Da$$

$$G2 = 2 * Gr - t$$

$G1 < 1.25 * Da$	$Ng = 1$	$S = 2.5 * Da$
$1.25 * Da \leq G1 \leq 2.5 * Da$	$Ng = 2$	$S = ((2.5 * Da)^2 - G1^2)^{1/2}$
$G1 > 2.5 * Da$	$Ng = 1$	$S = 0$

Según ASCE

CarB Caras abulonadas	Ng Número de Gramiles	Nb Número de Bulones	Fn Area Neta
2	2	Nb>=4 Nb=3 Nb=2	Fn=F - 4*Da*t + s^2*t/4*(2/G1 + 1/G2) Fn=F - 3*Da*t + s^2*t/4*(1/G1 + 1/G2) Fn=F - 2*Da*t
	1	Nb>=2 Nb=2	Fn=F - 2*Da*t + s^2*t/4*(1/G2) Fn=F - 2*Da*t
1	2	Nb>=2 Nb=1	Fn=F - 2*Da*t + s^2*t/4*(1/G1) Fn=F/2 - Da*t
	1	Nb>3 Nb<=3 Nb=1	Fn=(F - Da*t)*0.9 Fn=(F - Da*t)*0.8 Fn=F/2 - Da*t

Según DIN y CIRSOC

CarB Caras abulonadas	Ng Número de Gramiles	Nb Número de Bulones	Fn Area Neta
2	2	Nb>=4 Nb=3 Nb=2	Fn=F - 4*Da*t Fn=F - 3*Da*t Fn=F - 2*Da*t
	1		Fn=F - 2*Da*t
1	2	Nb>=2 Nb=1	Fn=F - 2*Da*t Fn=F - Da*t
	1		Fn=F - Da*t

9.6.7. Dimensionamiento de Uniones Abulonadas

Para el dimensionamiento de las uniones abulonadas, es necesario conocer los siguientes parámetros.

SecC	Nro de secciones de corte
TauB	Tensión admisible de corte
Sapl	Tensión admisible de aplastamiento
N	Máximo valor de esfuerzo axil (en valor absoluto)
t	Espesor del perfil
DLim	Diámetros límites de bulones a utilizar
Ng	Número de gramiles (se obtienen de según ¡Error! Argumento de modificador desconocido. ¡Error! Argumento de modificador desconocido.)

El sistema determinará los siguientes valores.

Nb	Número de Bulones.
Db	Diámetro de cada bulón.
Ca	Capacidad al aplastamiento.
Cc	Capacidad al corte de la unión.

Para determinar la cantidad de bulones el sistema iterará desde el diámetro mínimo de bulón disponible, obteniendo la cantidad necesaria de bulones para la verificación al corte y aplastamiento y verificando que dicha cantidad no supere las cantidades límite impuestas por las características del perfil. Los diámetros disponibles están comprendidos en el menor rango que resulte de la tabla de bulones, los límites de diámetro de cada perfil y los límites ingresados al definir el tipo de unión.

Verificación del número y diámetro de los bulones

El número de bulones (Nb) y su diámetro (Db) deberán verificar el corte y el aplastamiento de acuerdo a las siguientes ecuaciones. (DIN 267 6.2.5.1)

Corte	$(Nb \cdot SecC \cdot Db^2 \cdot \pi / 4) / N \geq \tau_{auB}$
Aplastamiento	$(Nb \cdot SecC \cdot Db \cdot t) / N \geq S_{apl}$

Una vez determinado el diámetro y número de Bulones las capacidades se definen de la siguiente manera.

Cc	Capacidad a Corte	$(Nb \cdot SecC \cdot Db^2 \cdot \pi / 4) \cdot \tau_{auB}$
Ca	Capacidad a Aplastamiento	$(Nb \cdot SecC \cdot Db \cdot t) \cdot S_{apl}$

Limitaciones en número de bulones

CarB Caras abulonadas	Ng Número de Gramiles	Nb Número de Bulones máximo
2	2	20
	1	10
	2	10
	1	20

Obtención de la tensión de Aplastamiento. S_{apl}

De acuerdo a los diferentes reglamentos, los valores de S_{apl} son.

DIN	$S_{apl} = S_{fl} * 1.17$ (Hipótesis H)	$S_{apl} = S_{fl} * 1.33$ (Hipótesis HZ)	DIN 7.3.1 Tabla 4
CIRSOC	$S_{apl} = S_{fl} / (0.5 * H)$		CIRSOC 301 8.3.2 Tabla 16
ASCE	$S_{apl} = 1.5 * S_{fl}$		ASCE 52 5.4

10. Dimensionamiento en Acero. (PPW)

Se describe la metodología y criterios empleados para el dimensionamiento en Acero de estructuras con esfuerzo normal y momento, así como la operación del módulo correspondiente.

10.1. Tabla de Perfiles

Debido a la cantidad de parámetros necesarios para el dimensionamiento, correspondientes a una sección, y debido a que las secciones comerciales disponibles son fácilmente cuantificables, el ingreso y mantenimiento de los Perfiles se realiza mediante una tabla auxiliar y luego se hace referencia a los mismos mediante el Tipo y Código de cada perfil.

Desde el menú "Dimensionamiento / Editar Perfiles", se accede a la siguiente ventana.

Tipo	Descripción	Código
2	I.P.N. 80	1
2	I.P.N. 100	2
2	I.P.N. 120	3
2	I.P.N. 140	4

1 2 3 4

TIPO 2

Código Descripción

1 I.P.N. 80

Area - E [cm²]

7.500

Tabla Pandeo

☒ Perfil ☐ Tubo

Momentos de Inercia J [cm⁴]

Jx 77.000

Jy 6.300

Distancias Baricéntricas

ys 4.00

yi 4.00

Nuevo Perfil Tipo Borrar Perfil Agregar Perfil de otro Tipo Cerrar

Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

De manera sencilla pueden modificarse los valores característicos de cada Tipo y Código de Perfil. Los botones de la barra inferior permiten crear nuevos tipos, crear nuevos códigos, borrar perfiles y agregar al tipo de perfiles seleccionado, perfiles de otro Tipo.

- Cada Perfil se identifica con la combinación TIPO – CODIGO, este valor es único para cada perfil en toda la tabla. Si modifica alguno de los valores característicos de un perfil deberá recalcular los proyectos en donde intervenga el mismo.

10.1.1. Archivo de Perfiles

Si desea realizar una copia de seguridad del archivo de perfiles, el mismo se denomina **ACEROPPW.DBF** y se encuentra en el directorio desde donde se ejecuta el programa, para la instalación por defecto este directorio será C:\SPI\PPW\

10.1.2. Esquema (dibujo) del perfil

Cada Tipo de perfil puede tener un esquema o dibujo de referencia. Si desea agregar o modificar un esquema deberá editar los archivos TIPOX.BMP en el directorio del programa, siendo X el número del Tipo a modificar. Los archivos BMP deberán ser de 100x100 pixels y 16 colores. Al instalar el programa se generan los archivos TIPO1.BMP, TIPO2.BMP y TIPO3.BMP, los mismos pueden ser editados con cualquier programa de edición de gráficos como el "Paint" incluido en el sistema operativo Windows.

10.2. Material y Secciones.

10.2.1. Acero

Al ejecutar la opción de Dimensionamiento en Acero, el programa dimensionará solamente aquellas barras que hayan sido definidas de este material. Para definir un material como Acero deberá hacerlo en el editor de textos en el título Materiales, y luego asignarle dicho material a las barras correspondientes.

En el ejemplo siguiente se define un material genérico, y por lo tanto **NO** puede dimensionarse las barras asignadas a dicho material.

```
...
Materiales
* Nro      E                      Ct
  1        2,100,000kg/cm^2    0.000001

Asigna.M
* Barra  (Barra_Hasta) Nro_de_Material
  1      56             1
...
```

En cambio, si se define de la siguiente manera, las barras asignadas podrán ser dimensionadas en Acero.

```
Materiales
* Nro      E                      Ct      (Tipo)      (Sfl)
  1        2,100,000Kg/cm^2    0.000001      A      2,400kg/cm^2

Asigna.M
* Barra  (Barra_Hasta) Nro_de_Material
  1      56             1
...
```

Como se ve en el ejemplo, se agrega la definición del Tipo de material, "A" para acero, y el valor de Sfl (Tensión al límite de fluencia).

10.2.2. Ingreso de secciones.

Si las secciones de las barras a dimensionar se definen en forma genérica con los parámetros F y J, el programa utilizará dichos valores para el cálculo y la determinación de las solicitaciones. Para poder dimensionar las secciones en Acero deberá ingresarse el **Tipo** de Perfil a utilizar y el **Código** de dicho tipo. De esta manera al determinar las solicitaciones se utilizarán los valores del área y momento de inercia definidos para dicho perfil y luego se dimensionará utilizando los valores de tipo y código del mismo.

Si desea que el programa determine en forma automática el perfil a utilizar podrá ingresar solamente el Tipo de perfil y el código igual a cero, deberá además, incluir los valores de F y J necesarios para el cálculo de solicitaciones.

En el ejemplo siguiente se desea dimensionar las barras 1 a 5 con el Perfil 1-8 (L alas iguales 1 ½ x ¼), mientras que las barras 6 a 20 se desean predimensionar como Tipo 1 (L Alas iguales), para el cálculo de las solicitaciones en las barras 6 a 20 se indican los valores de F y J. Las Barras 21 a 30 No se dimensionarán en Acero, por lo tanto solamente se ingresan los valores de F y J.

Materiales

* Nro	E	Ct	(Tipo)	(SF1)
1	2,100,000Kg/cm ²	0.000001	A	2,400kg/cm ²
2	300,000Kg/cm ²	0.000001		

Asigna.M

* Barra	(Barra_Hasta)	Nro_de_Material
1	20	1
21	30	2

Secciones

* Nro	F	J	Tipo	Código
1	0	0	1	8
2	5cm ²	100cm ⁴	1	0
3	300cm ²	2000cm ⁴		

Asigna.S

* Barra	(Barra_Hasta)	Nro_de_Sección
1	5	1
6	20	2
21	30	3

En el ejemplo, al ejecutar el dimensionamiento en acero, las barras 1 a 5 serán verificadas con el tipo y código de perfil asignado. Las barras 6 a 20 se predimensionarán como de tipo 1. Las barras 21 a 30 no serán dimensionadas pues su material asignado no es Acero.

10.3. Norma y Factores de Hipótesis

Para poder dimensionar en Acero, además de definir el material y las secciones como se vio en el punto anterior, es necesario indicar la norma a utilizar y los coeficientes de cada hipótesis requeridos para cada norma.

10.3.1. Factores de Hipótesis

Tanto la Norma DIN 1045 como CIRSOC 301 requieren el ingreso de un factor por cada hipótesis de cálculo utilizada. En el caso de utilizar la norma DIN, deberá indicarse para cada hipótesis si la misma es Hipótesis **H** o **H_z**. En el caso de CIRSOC deberá ingresarse el factor con el cual se desea dividir la tensión de fluencia del acero para obtener la tensión admisible del material.

Tanto para definir la norma a utilizar como los factores se deberá ingresar la instrucción "HIPOTESIS.A" como se ve en los ejemplos.

Ejemplo DIN 1045

```

.....
.....
Hipotesis
* Nro (FE1) (FE2) (FE3) (FE4) (FE5) (FE6) (FE7) (FE8) (FE9)
  1      1
  2    0.9  1

Cálculo
* Orden (Tolerancia)
  1

Hipotesis.A
* Norma H1      H2      H3      H4      H5      H6      H7      H8      H9      H10
  1      1      2      // Norma DIN La hipótesis 1 es H, la 2 es Hz
  
```

Ejemplo CIRSOC 301.

```

.....
.....
Hipotesis
* Nro (FE1) (FE2) (FE3) (FE4) (FE5) (FE6) (FE7) (FE8) (FE9)
  1      1
  2      1      1

Cálculo
* Orden (Tolerancia)
  1

Hipotesis.A
* Norma H1      H2      H3      H4      H5      H6      H7      H8      H9      H10
  2    1.40  1.25
  
```

10.4. Ventana de Dimensionado.

Desde el menú “Dimensionamiento / Acero”, o desde el botón rápido correspondiente se ejecuta la opción de dimensionamiento en Acero. Si el proyecto aún no ha sido calculado, se calculará previamente. El programa informará el avance en el dimensionamiento y luego mostrará una ventana como la siguiente.

Nro	Descripción	Perfil	Grupo	Tipo	Código	V C?	V F?	Coef.
30	Barra Nro 30	I.P.N. 180	3	2	6	SI	SI	1.3
31	Barra Nro 31	I.P.N. 140	3	2	4	SI	NO	0.8
32	Barra Nro 32	I.P.N. 160	3	2	5	SI	SI	1.1
40	Barra Nro 40	I.P.N. 160	4	2	5	SI	SI	7.5

I.P.N. 140

Barra: Barra Nro 31

L1 [m]: 5.00 L/r: 179.8

L2 [m]: 2.50 w: 6.2

☐ Invertida

Cambiar Perfil: Barra Grupo

Selección Automática: Barra Grupo

Solicitaciones

N [t]	M [tm]	Hipótesis
-0.787	1.56	1

Tensión [t/m2]

Cálculo	Admisible
-21784.2	-17142.9
16392.1	17142.9

Coef. Seguridad Mínimo: 0.8

Imprimir Planillas

Figura ¡Error! Argumento de modificador desconocido.

10.4.1. Dimensionamiento Inicial

Al ejecutar por primera vez el dimensionamiento, el programa realizará los siguientes pasos.

- 1 Seleccionará para dimensionar solamente aquellas barras que hayan sido definidas como Acero
- 2 Para aquellas barras que NO tengan secciones con código definido hará un predimensionamiento.
- 3 Determinará para todas las barras con secciones definidas las solicitaciones determinantes. Es decir las combinaciones de M y N de las hipótesis ingresadas que resulten con el menor coeficiente de seguridad.
- 4 Para las secciones NO definidas, predimensionará la menor de las secciones del tipo ingresado que tengan un coeficiente de seguridad mayor a 1(unos).

- Una vez realizado el dimensionamiento inicial, podrá modificar la asignación de perfiles en cada barra, junto con todos los valores referidos al dimensionamiento. Estos valores serán **recordados** cada vez que ingrese al dimensionamiento, *mientras NO modifique el editor de textos*.

10.4.2. Barras y Perfiles.

La ventana de dimensionamiento mostrará inicialmente una ventana como la de la Figura **¡Error! Argumento de modificador desconocido.** en donde pueden distinguirse dos zonas principales. La zona superior corresponde a un listado de las barras de material Acero que se están dimensionando. La zona inferior muestra el perfil utilizado en dicha barra y los datos correspondientes al cálculo.

Detalle de la zona superior.

En la zona superior de la ventana se verá un listado de las barras a dimensionar, con un resumen de sus valores más importantes.

	Nro	Descripción	Perfil	Grupo	Tipo	Código	V C?	V F?	Coef.
	30	Barra Nro 30	I.P.N. 180	3	2	6	SI	SI	1.3
	31	Barra Nro 31	I.P.N. 180	3	2	6	SI	SI	1.6
	32	Barra Nro 32	I.P.N. 180	3	2	6	SI	SI	1.5

Figura **¡Error! Argumento de modificador desconocido.**

Nro	Número de la barra
Descripción	Se podrá agregar una descripción a cada barra
Grupo	Grupo al que pertenece la barra, de acuerdo a como se ingresó en el Editor de Textos.
T,C	Tipo y Código de Perfil.
Perfil	Descripción del Perfil
V C?	Verifica o no a compresión
V F?	Verifica o no a tracción
Coef.	Coeficiente de seguridad del perfil

Grupo de Barras.

Al Asignar secciones en el Editor de Textos se identifican Grupos de barras. Normalmente se desea que los Grupos de barras sean dimensionados con el mismo perfil. Si se asignan secciones de la siguiente manera, se crearán los Grupos 1 y 2. El Grupo 1 estará conformado por las barras 1 a 5 y el Grupo 2 por las barras 6 a 20.

Secciones

* Nro	F	J	Tipo	Código
1	0	0	1	8
2	0	0	1	6

Asigna.S

* Barra	(Barra_Hasta)	Nro_de_Sección
1	5	1
6	20	2

Detalle de la zona inferior.

Al seleccionar una barra de la zona superior, se podrá ver un detalle de la misma en la zona inferior. A continuación se detalla el significado alguno de los valores de la misma, para más detalle deberá ver los Criterios de Dimensionamiento.

Verificaciones

La barra deberá verificar la compresión, y las tensiones admisibles de compresión y tracción. Por verificar la compresión, se entiende que el perfil no supera la esbeltez máxima de norma. Cuando no verifica alguna de estas condiciones se muestra la barra con campos en rojo sobre amarillo y la causa de que la misma no verifique.

Cambiar Perfil

Es posible seleccionar un perfil diferente para la barra seleccionada, o para el Grupo al cual pertenece la Barra seleccionada. Inmediatamente después se recalculará la o las barras modificadas.

Selección Automática por Grupo.

Si se desea, puede utilizarse esta opción para pedirle al programa que determine de las barras del tipo de la barra seleccionada, aquella barra que verificando las condiciones de cálculo, resulte la mas liviana. Este procedimiento puede realizarse sobre una barra en particular o sobre todas las barras del Grupo. (vea el punto siguiente)

- Recuerde que todos los cambios realizados serán recordados por el sistema. Pero si modifica el ingreso de datos desde el Editor de Textos, el sistema dimensionará nuevamente con los valores del Editor de Textos pudiendo perder los cambios realizados en esta etapa.

Sincronismo con el gráfico.

Si mantiene abierta la venta de Dimensionado, junto con el Gráfico de la estructura, cada vez que haga un "click" con el mouse sobre una barra del gráfico, la ventana de dimensionamiento se posicionará sobre dicha barra.

10.4.3. Selección automática de barras y grupos

En la parte inferior de la ventana de dimensionamiento encontrará la opción de Selección automática, con los botones de **BARRA** y **GRUPO**

Barra.

Al oprimir este botón, el sistema determinará para la barra seleccionada, de los diferentes códigos del tipo que posea dicha barra, el primero que verifique recorriendo de menor a mayor peso de los mismos. Si desea que el sistema seleccione la sección de otro tipo de perfiles, primero modifique el perfil de la barra por cualquiera del tipo deseado, y luego oprima el botón de selección automática de Barra.

Grupo.

Al oprimir este botón, el sistema determinará para todas las barras del grupo de la barra seleccionada, de los diferentes códigos del tipo que posea dicha barra, el primero que verifique en **todas las barras del grupo**, recorriendo de menor a mayor peso de los mismos. Si desea que el sistema seleccione la sección de otro tipo de perfiles, primero modifique el perfil de la barra por cualquiera del tipo deseado, y luego oprima el botón de selección automática de Grupo.

10.5. Impresión de Planillas.

El botón **Imprimir Planillas** permite acceder a la ventana de opciones de impresión.

Dimensionamiento en Acero

☒ Todas las Barras ☒ Barras determinantes de c/Grupo

TITULO DIMENSIONAMIENTO ACERO

Encabezado
 Proyecto : [Proyecto] ☒ Imprime Fecha 25/05/99
 Pie PPW\ Pplan \Windows ☒ Imprime Nro de Hoja Hoja Nro: _____

Impresora Configurar

Márgenes [mm]
 Izquierdo 15 Superior 15 Derecho 10
 Inferior 10

Tensiones Normal Momento

Factor Unidad
 1 t
 1 m

Cambiar a .. Kg Otra
 m cm Otra

Pantalla Impresora Texto Planilla de cálculo **FIN**

Todas las Barras o Barras Determinantes.

Si se desea es posible imprimir únicamente las barras determinantes de cada Grupo de Barras. La barra determinante será la de menor Coeficiente de Seguridad dentro del Grupo.

Opciones generales.

Al igual que en la impresión general del programa, es posible modificar títulos, seleccionar impresoras, tipo de letra etc.

Pantalla, Impresora, Archivo de Texto.

Al igual que en la impresión general, la misma salida puede ser previsualizada en pantalla, grabarse en un archivo de texto, o salir directamente por la impresora.

Planilla de cálculo.

La salida, en vez de impresoras pueden salir a un archivo WK1 compatible con cualquier planilla de cálculo.

10.6. Criterios para el Dimensionado.

10.6.1. Acero

Para el cálculo estático y la verificación de los Perfiles de Acero sometidos a esfuerzo axial es necesario conocer el valor de **E** (Módulo de Elasticidad Longitudinal) y el valor de **S_{fl}** (Tensión al límite de fluencia)

CIRSOC

El reglamento CIRSOC 301 utiliza las siguientes denominaciones y sus respectivos valores.
(CIRSOC 301 2.4 Tabla 1)

Tipo de Acero	Sfl [t/m2] Tensión al límite de fluencia	E [t/m2] Módulo de Elasticidad longitudinal
F-20	20,000	21,000,000
F-22	22,000	21,000,000
F-24	24,000	21,000,000
F-26	26,000	21,000,000
F-30	30,000	21,000,000
F-36	36,000	21,000,000

DIN

La norma DIN 1050 utiliza las siguientes denominaciones y sus respectivos valores.
(DIN 1050 3.1 Tabla 1)

Tipo de Acero	Sfl [t/m2] Tensión al límite de fluencia	E [t/m2] Módulo de Elasticidad longitudinal
St-33	19,000	21,000,000
St-37	24,000	21,000,000
St-52.3	36,000	21,000,000

10.6.2. Barras y Secciones

Para el dimensionamiento de cada barra es necesario conocer los siguientes valores.

A	L1	Longitud Principal
	L2	Longitud Secundaria
B	F	Sección Bruta
	Jx	Momento de Inercia Principal
	Jy	Momento de Inercia Secundario
	ys	Distancia del baricentro al borde superior del perfil.
	yi	Distancia del baricentro al borde inferior del perfil.
C	Invertido	Se invierte o no el perfil.

A

La longitud Principal (L1) es la longitud de la barra de acuerdo a la geometría de la estructura ingresada. La longitud Secundaria (L2) es la longitud L1 dividida por el factor ingresado en la definición de barras en el editor de textos. Recuerde que si no se ingresa dicho factor, coincidirán ambas longitudes. El sistema utilizará estas longitudes para el cálculo de la esbeltez (L/r) de la barra. Vea mas adelante el cálculo de la esbeltez.

B

Los valores de **F**, **Jx**, **Jy**, **ys** e **yi** son característicos de cada perfil y se obtienen de la tabla de Perfiles. Con los valores de F, Jx y L1 se determinará la relación L/r principal. Con los valores de F, Jy y L2 se determinará la relación L/r secundaria. Con los valores de Jx e ys se determinará Ws (módulo resistente superior) y con Jx e yi se determinará Wi (módulo resistente inferior).

C

Al definir el perfil en el ingreso de datos del editor de textos puede indicarse si el perfil se utilizará invertido o no. Usar un perfil invertido significa que los valores de ys e yi se invertirán siendo ys la distancia del baricentro al borde inferior e yi la distancia del baricentro al borde superior.

10.6.3. Dimensionamiento CIRSOC 301 y CIRSOC 302.

De acuerdo a los reglamentos CIRSOC 301 y CIRSOC 302 los procedimientos de verificación son los siguientes.

Para cada barra se verificará que su esbeltez sea la adecuada, y que las tensiones de tracción y compresión no superen las tensiones admisibles.

Verificación de la esbeltez. (L/r)

La esbeltez de una barra se define como la relación entre su longitud de pandeo y su radio de giro. La esbeltez determinante para el cálculo resultará del mayor valor de:

$$L/r = L1/rx \text{ ó } L2/ry$$

Una vez determinada la esbeltez se verificará.

$$L/r \leq 250$$

CIRSOC 301 7.1

Radio de giro.

El sistema obtiene los Radios de giro rx, y ry de acuerdo a las siguientes ecuaciones

$$\begin{aligned} rx &= \sqrt{Jx/F} \\ ry &= \sqrt{Jy/F} \end{aligned}$$

Verificación de tensiones.

Se deberá verificar que:

$$\begin{aligned} S_{adm-} &< w \cdot N/F + M/W_i < S_{adm+} \\ S_{adm-} &< w \cdot N/F - M/W_s < S_{adm+} \end{aligned}$$

S_{adm+} y S_{adm-}. Tensiones admisibles de compresión y tracción.

La tensión admisible surge de dividir la Tensión de fluencia del acero por el coeficiente de seguridad para la hipótesis con la cuál se realiza la verificación. Para el caso de la norma CIRSOC las tensiones de compresión y tracción son iguales.

$$S_{adm} = S_f/H$$

El coeficiente de seguridad se ingresará en el editor de textos para cada hipótesis y surge de los valores del CIRSOC 301 4.2 Tabla 6, esta tabla se encuentra expresada en función de la clase de estructura, su destino y el caso de carga.

Clase	Destino	Caso de carga	
		P	P-S
I	A	1.60	1.40
	B	1.50	1.30
	C	1.40	1.25
II	B	1.60	1.40
	C	1.50	1.30

w. Omega

El valor de w surge de las tablas L/r – w correspondientes a cada tipo de acero de acuerdo a CIRSOC 302 2.2 tabla 1 a tabla 6. El valor de w para valores de N>0 es igual a 1(unos).

Ws y Wi. Módulos resistentes.

Los valores de los módulos resistentes surgen de los valores de Jx y las distancias del baricentro a los bordes superior e inferior respectivamente (ys e yi).

Ws	= Jx/ys
Wi	= Jx/yi

10.6.4. Dimensionamiento DIN 1045

De acuerdo a las Normas DIN 1050 y DIN 4114 los procedimientos de verificación son los siguientes.

Para cada barra se verificará que su esbeltez sea la adecuada, y que las tensiones de tracción y compresión no superen las tensiones admisibles.

Verificación de la esbeltez. (L/r)

La esbeltez de una barra se define como la relación entre su longitud de pandeo y su radio de giro. La esbeltez determinante para el cálculo resultará del mayor valor de:

L/r = L1/rx ó L2/ry

Una vez determinada la esbeltez se verificará.

L/r ≤ 250

DIN 4114 Tablas 1 y 2

Radios de giro.

El sistema obtiene los Radios de giro rx, y ry de acuerdo a las siguientes ecuaciones

rx	= √(Jx/F)
ry	= √(Jy/F)

Verificación de tensiones.

Se deberá verificar que:

Sadm- < w*N/F + M/Wi < Sadm+
Sadm- < w*N/F - M/Ws < Sadm+

Sadm+. Tensión admisible a tracción.

La tensión admisible a tracción surge de dividir la Tensión de fluencia del acero por el coeficiente de seguridad para la hipótesis utilizada para el cálculo.

Sadm+ = Sfl/H+

El coeficiente de seguridad se ingresará en el editor de textos para cada hipótesis indicando si la misma es del tipo H ó Hz

Hipótesis H	Combinación de cargas principales	DIN 1050 4.1.1
Hipótesis HZ	Combinación de cargas principales y secundarias	DIN 1050 4.1.1

De acuerdo al tipo de hipótesis los valores de H+ serán los siguientes

	H	HZ
H+	1.50	1.33

DIN 1050 Tabla 3 Línea 2

Sadm-. Tensión admisible a compresión.

La tensión admisible a compresión surge de dividir la Tensión de fluencia del acero por el coeficiente de seguridad para la hipótesis utilizada para el cálculo.

$$S_{adm-} = S_f / H-$$

El coeficiente de seguridad se ingresará en el editor de textos para cada hipótesis indicando si la misma es del tipo H ó HZ

Hipótesis H	Combinación de cargas principales	DIN 1050 4.1.1
Hipótesis HZ	Combinación de cargas principales y secundarias	DIN 1050 4.1.1

De acuerdo al tipo de hipótesis los valores de de H- serán los siguientes

	H	HZ
H-	1.71	1.50

DIN 1050 Tabla 3 Línea 1

w. Omega

El valor de w surge de las tablas L/r – w correspondientes a cada tipo de acero de acuerdo a DIN 4114 Tabla 1 y 2 Para Perfiles y Tabla 1a y 2a para tubos circulares.

Ws y Wi. Módulos resistentes.

Los valores de los módulos resistentes surgen de los valores de Jx y las distancias del baricentro a los bordes superior e inferior respectivamente (ys e yi).

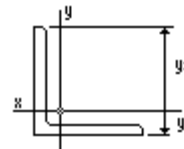
$$\begin{aligned} W_s &= J_x / y_s \\ W_i &= J_x / y_i \end{aligned}$$

10.7. Ejemplo Numérico de Dimensionamiento.

Se desea verificar un perfil L de alas iguales (L 4x1/4) con la norma CIRSOC para tres posibles hipótesis de cálculo.

Perfil

$$\begin{aligned} F &= 12.48 \text{ cm}^2 \\ J_x &= 124.24 \text{ cm}^4 \\ J_y &= 124.24 \text{ cm}^4 \\ y_s &= 7.41 \text{ cm} \\ y_i &= 2.75 \text{ cm} \\ w_s &= J_x / y_s = 124.24 / 7.41 = 16.8 \text{ cm}^3 \\ w_i &= J_x / y_i = 124.24 / 2.75 = 45.2 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$



$$L = 2.00 \text{ m}$$

Solicitaciones

$$\begin{aligned} H1 \quad N &= -4.00 \text{ t} \quad M = +0.00 \text{ tm} \\ H2 \quad N &= +2.00 \text{ t} \quad M = +0.25 \text{ tm} \\ H3 \quad N &= -1.00 \text{ t} \quad M = +0.20 \text{ tm} \end{aligned}$$

Acero

$$\begin{aligned} \text{Tipo St-37} \quad S_{fl} &= 24,000 \text{ t/m}^2 \\ \text{Coeficiente de Seguridad adoptado } C_s &= 1.5 \end{aligned}$$

Verificación de la esbeltez

$$\begin{aligned} r_y = r_x &= \sqrt{J_x / F} = \sqrt{124.24 / 12.48} = 3.16 \text{ cm} \\ L / r &= 200 / 3.16 = 63.39 \end{aligned}$$

L/r < 250 VERIFICA

De la tabla de Pandeo correspondiente

$$w = 1.53$$

Tensión admisible

$$S_{adm} = 24000 / 1.5 = 16000 \text{ t/m}^2$$

Primera Hipótesis (N=-4.00t M=+0.00tm)

$$S_c = w * N / F = 1.53 * (-4000) / 12.48 = -4904 \text{ t/m}^2 > -16000 \text{ t/m}^2 \quad \text{VERIFICA}$$

Segunda Hipótesis (N=+2.00t M=+0.25tm)

$$\begin{aligned} S_{c1} &= N / F + M / w_i = 2000 / 12.48 + 25000 / 45.2 = 7134 \text{ t/m}^2 < 16000 \text{ t/m}^2 \quad \text{VERIFICA} \\ S_{c2} &= N / F - M / w_s = 2000 / 12.48 - 25000 / 16.8 = -13278 \text{ t/m}^2 > -16000 \text{ t/m}^2 \quad \text{VERIFICA} \end{aligned}$$

Tercera Hipótesis (N=-1.00t M=+0.20tm)

$$\begin{aligned} S_{c1} &= w * N / F + M / w_i = 1.53 * (-1000) / 12.48 + 20000 / 45.2 = \\ &= 3198 \text{ t/m}^2 < 16000 \text{ t/m}^2 \quad \text{VERIFICA} \\ S_{c2} &= w * N / F - M / w_s = 1.53 * (-1000) / 12.48 - 20000 / 16.8 = \\ &= -13130 \text{ t/m}^2 > -16000 \text{ t/m}^2 \quad \text{VERIFICA} \end{aligned}$$