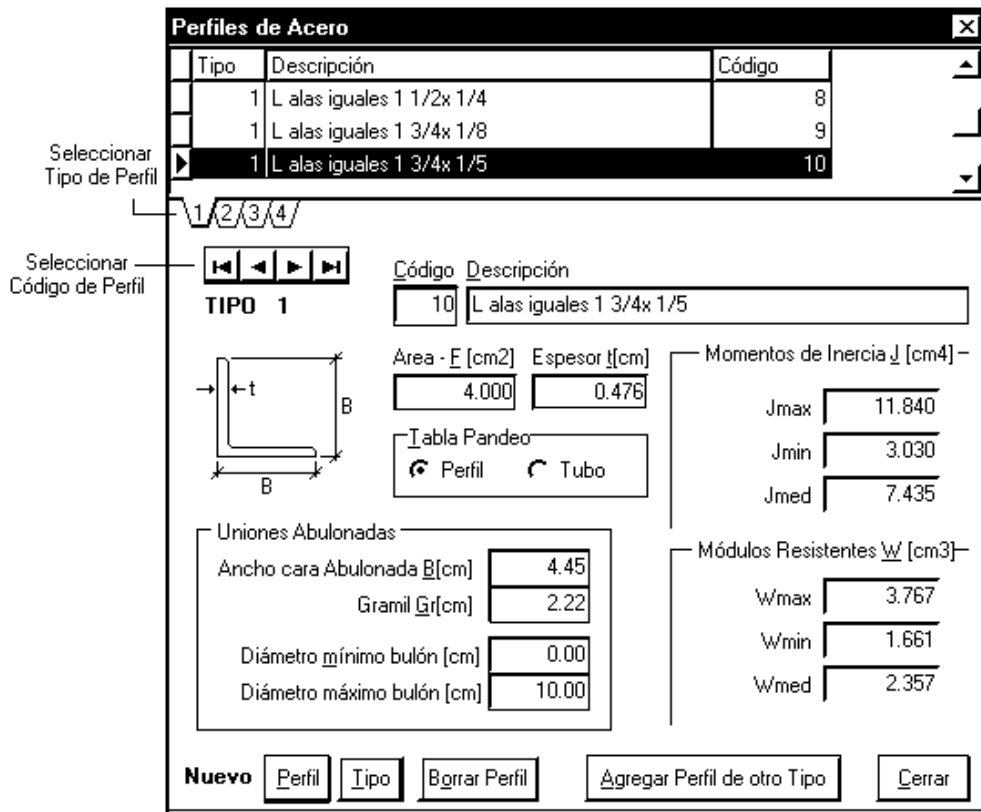


9. Dimensionamiento en Acero. (REW)

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.



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

TIPO 1
 Código: 10 Descripción: L alas iguales 1 3/4x 1/5
 Area - E [cm²]: 4.000 Espesor [cm]: 0.476
 Momentos 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 G [cm]: 2.22, Diámetro mínimo bulón [cm]: 0.00, Diámetro máximo bulón [cm]: 10.00

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

The dialog box includes navigation buttons (back, forward, home, end, plus, minus) and a 'Cerrar' button.

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           F
  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.

Nro	Descripción	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

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	Descripción	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

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.

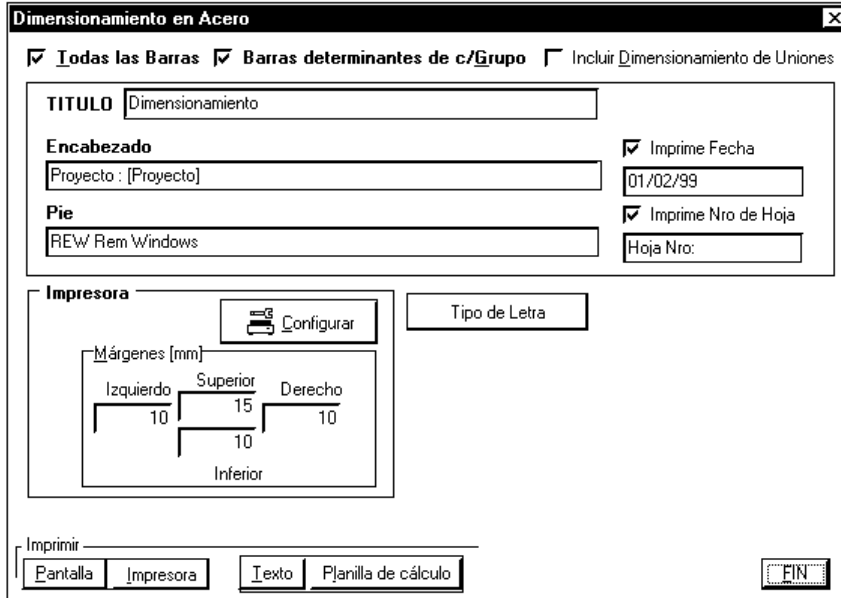
- Recuerde que todos los cambios realizados serán recordados por el sistema. Pero si modifica el ingreso de datos desde el Editor de Textos, el sistema dimensionará nuevamente con los valores del Editor de Textos pudiendo perder los cambios realizados en esta etapa.

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/m ²]	E [t/m ²]
	Tensión al límite de fluencia	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/m ²]	E [t/m ²]
	Tensión al límite de fluencia	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)
C	Fn	Sección Neta
	N+	Máximo esfuerzo axil de tracción
D	N-	Máximo esfuerzo axil de compresión
	H+	Coeficiente de seguridad, correspondiente a la Hipótesis de donde se obtiene N+
	H-	Coeficiente 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 **F_n** (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 F_n.

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.

$$C+ = S_{adm+} * F_n$$

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:

$$N- \geq C-$$

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).

$$C- = S_{adm-} * F / w$$

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.

$$\text{Sadm-} = \text{Sf}/\text{H-}$$

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,

$$\text{L/r} = \text{L1/Rmed} \quad (\text{usando Jmed})$$

Si no se selecciona Jmed la esbeltez resultará del mayor valor de

$$\text{L/r} = \text{L1/Rmax} \text{ ó } \text{L2/Rmin} \quad (\text{sin usar Jmed})$$

Una vez determinada la esbeltez se verificará.

$$\text{L/r} \leq 250 \quad \text{DIN 4114 Tablas 1 y 2}$$

Radios de giro.

El sistema obtiene los Radios de giro Rmax, Rmin y Rmed de acuerdo a las siguientes ecuaciones

$$\begin{aligned} \text{Rmax} &= \sqrt{\text{Jmax}/\text{F}} \\ \text{Rmin} &= \sqrt{\text{Jmin}/\text{F}} \\ \text{Rmed} &= \sqrt{\text{Jmed}/\text{F}} \end{aligned}$$

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.

$$C+ = S_{adm+} \cdot F_n \quad \text{DIN 1050 Tabla 2 Línea 2}$$

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 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+	1.50	1.33	DIN 1050 Tabla 3 Línea 2

Capacidad a Compresión.

Se deberá verificar (en valor absoluto) que:

$$N- \geq C-$$

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).

$$C- = S_{adm-} \cdot F / w \quad \text{DIN 4114 7.1}$$

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.

$$Sadm = S_f / H-$$

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

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 concéntricas en un solo extremo
			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

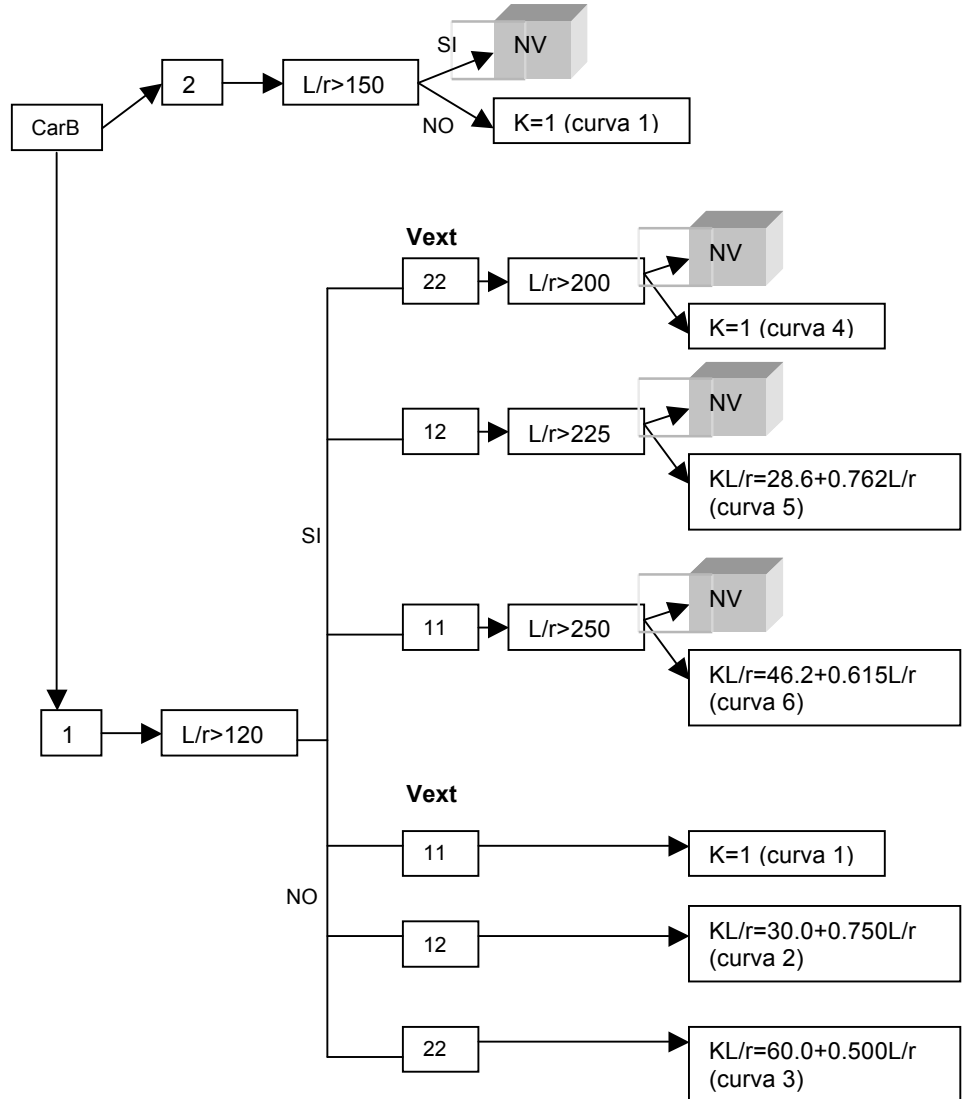
$$R_{max} = \sqrt{(J_{max}/F)}$$

$$R_{min} = \sqrt{(J_{min}/F)}$$

$$R_{med} = \sqrt{(J_{med}/F)}$$

Factor K

La esbeltez de la sección queda definida con el valor Kl/r que surge del siguiente diagrama. (ASCE 52 4.7.4)



Capacidad a tracción.

Se deberá verificar que :

$$\boxed{H+N \geq C+} \quad \text{ASCE 52 4.10.1}$$

Siendo C+ la capacidad a tracción, que surge de multiplicar la sección neta de la barra por la tensión de Fluencia.

$$\boxed{C+=SFI*Fn} \quad \text{ASCE 52 4.10.1}$$

C+	Capacidad a tracción
SFI	Tensión de fluencia
Fn	Sección Neta

Capacidad a Compresión.

Se deberá verificar (en valor absoluto) que:

$$\boxed{H*N \geq C-}$$

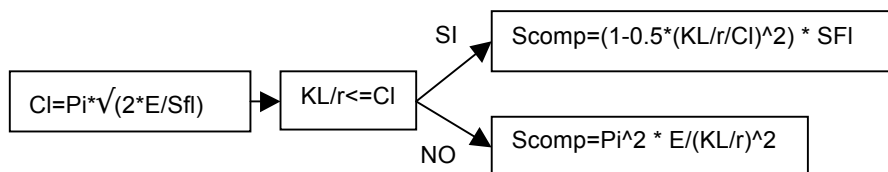
Siendo C- la capacidad a compresión, que surge de multiplicar la sección bruta de la barra por la tensión de comparación **Scomp**.

$$\boxed{C-=Scomp*F} \quad \text{ASCE 52 4.6}$$

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.

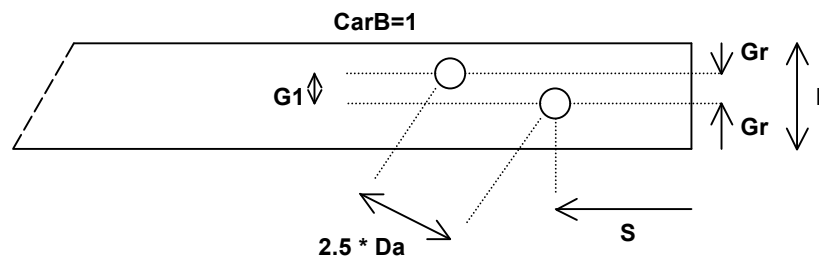
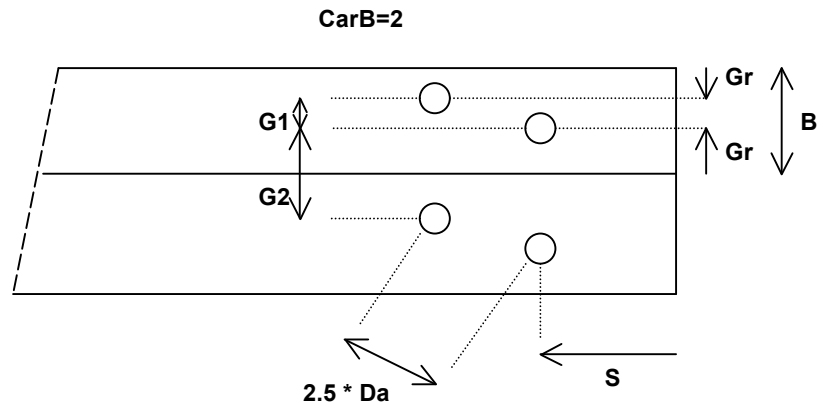
Valores necesarios para determinar el Area neta (Fn)

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	$F_n = F - 4 \cdot D_a \cdot t + s^2 \cdot t^4 / 4 \cdot (2/G_1 + 1/G_2)$
		Nb=3	$F_n = F - 3 \cdot D_a \cdot t + s^2 \cdot t^4 / 4 \cdot (1/G_1 + 1/G_2)$
1	1	Nb=2	$F_n = F - 2 \cdot D_a \cdot t$
		Nb>=2	$F_n = F - 2 \cdot D_a \cdot t + s^2 \cdot t^4 / 4 \cdot (1/G_2)$
1	2	Nb=2	$F_n = F - 2 \cdot D_a \cdot t$
		Nb>=2	$F_n = F - 2 \cdot D_a \cdot t + s^2 \cdot t^4 / 4 \cdot (1/G_1)$
1	1	Nb=1	$F_n = F/2 - D_a \cdot t$
		Nb>3	$F_n = (F - D_a \cdot t) \cdot 0.9$
		Nb<=3	$F_n = (F - D_a \cdot t) \cdot 0.8$
		Nb=1	$F_n = F/2 - D_a \cdot t$

Según DIN y CIRSOC

CarB Caras abulonadas	Ng Número de Gramiles	Nb Número de Bulones	Fn Area Neta
2	2	Nb>=4	$F_n = F - 4 \cdot D_a \cdot t$
		Nb=3	$F_n = F - 3 \cdot D_a \cdot t$
1	1	Nb=2	$F_n = F - 2 \cdot D_a \cdot t$
			$F_n = F - 2 \cdot D_a \cdot t$
1	2	Nb>=2	$F_n = F - 2 \cdot D_a \cdot t$
		Nb=1	$F_n = F - D_a \cdot t$
1	1		$F_n = F - D_a \cdot t$
			$F_n = F - D_a \cdot t$

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 axial (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	$(Nb \cdot SecC \cdot Db^2 \cdot \pi / 4) / N \geq TauB$
Aplastamiento	$(Nb \cdot SecC \cdot Db \cdot t) / N \geq Sapl$

Una vez determinado el diámetro y número de Bulones las capacidades se definen de la siguiente manera.

Cc	Capacidad a Corte	$(Nb \cdot SecC \cdot Db^2 \cdot \pi / 4) \cdot TauB$
Ca	Capacidad a Aplastamiento	$(Nb \cdot SecC \cdot Db \cdot t) \cdot Sapl$

Limitaciones en número de bulones

CarB Caras abulonadas	Ng Número de Gramiles	Nb Número de Bulones máximo
2	2	20
	1	10
1	2	10
	1	20

Obtención de la tensión de Aplastamiento. S_{apl}

De acuerdo a los diferentes reglamentos, los valores de S_{apl} son.

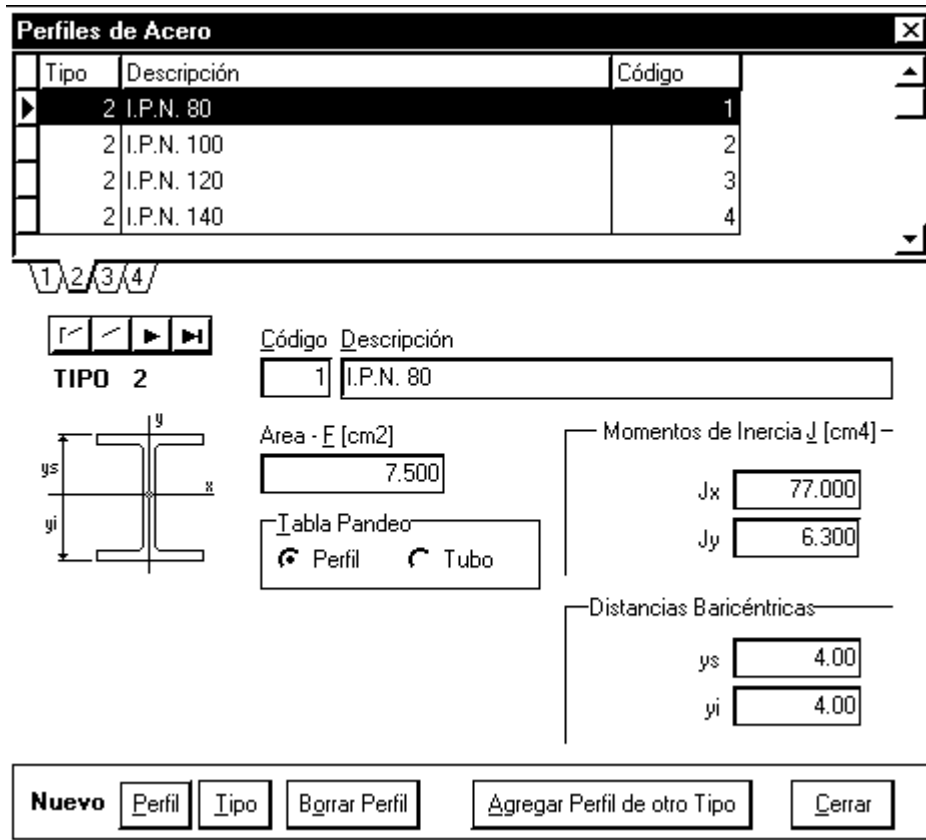
DIN	$S_{apl} = S_{fl} * 1.17$ (Hipótesis H)	$S_{apl} = S_{fl} * 1.33$ (Hipótesis HZ)	DIN 7.3.1 Tabla 4
CIRSOC	$S_{apl} = S_{fl} / (0.5 * H)$		CIRSOC 301 8.3.2 Tabla 16
ASCE	$S_{apl} = 1.5 * S_{fl}$		ASCE 52 5.4

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.

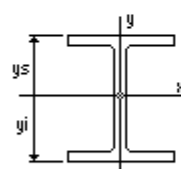
10.1. Tabla de Perfiles

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

TIPO 2



Código: 1 Descripción: I.P.N. 80

Area - E [cm²]: 7.500

Momentos de Inercia J [cm⁴]:
 Jx: 77.000
 Jy: 6.300

Distancias Baricéntricas:
 ys: 4.00
 yi: 4.00

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 **ACEROPP.W.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 cuál 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

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(uno).

- 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.

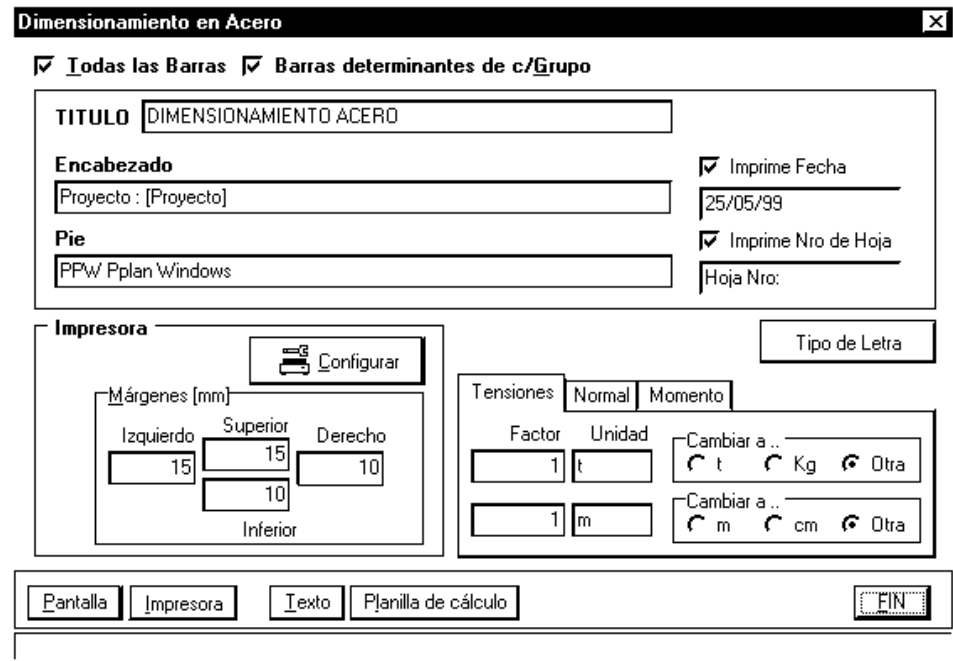
Al oprimir este botón, el sistema determinará para la barra seleccionada, de los diferentes códigos del tipo que posea dicha barra, el primero que verifique recorriendo de menor a mayor peso de los mismos. Si desea que el sistema seleccione la sección de otro tipo de perfiles, primero modifique el perfil 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.



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/m ²] Tensión al límite de fluencia	E [t/m ²] 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/m ²] Tensión al límite de fluencia	E [t/m ²] 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

Radios de giro.

El sistema obtiene los Radios de giro rx, y ry de acuerdo a las siguientes ecuaciones

$$\begin{aligned} r_x &= \sqrt{J_x/F} \\ r_y &= \sqrt{J_y/F} \end{aligned}$$

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(uno).

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).

$W_s = J_x/y_s$ $W_i = J_x/y_i$

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:

$L/r = L1/r_x \text{ ó } L2/r_y$

Una vez determinada la esbeltez se verificará.

$L/r \leq 250$

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

$r_x = \sqrt{J_x/F}$ $r_y = \sqrt{J_y/F}$

Verificación de tensiones.

Se deberá verificar que:

$S_{adm-} < w \cdot N/F + M/W_i < S_{adm+}$ $S_{adm-} < w \cdot N/F - M/W_s < S_{adm+}$

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.

$S_{adm+} = S_f/H+$

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 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.

$$\text{Sadm-} = \text{Sf}/\text{H-}$$

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).

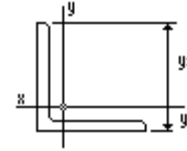
$$\begin{aligned} \text{Ws} &= \text{Jx}/\text{ys} \\ \text{Wi} &= \text{Jx}/\text{yi} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 \text{H1} \quad N &= -4.00\text{t} & M &= +0.00\text{tm} \\
 \text{H2} \quad N &= +2.00\text{t} & M &= +0.25\text{tm} \\
 \text{H3} \quad N &= -1.00\text{t} & M &= +0.20\text{tm}
 \end{aligned}$$

Acero

$$\begin{aligned}
 \text{Tipo St-37} & & S_{f1} &= 24,000\text{t/m}^2 \\
 \text{Coeficiente de Seguridad adoptado } C_s &= 1.5
 \end{aligned}$$

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)

$$S_c = w \cdot N/F = 1.53 \cdot (-4000)/12.48 = -4904 \text{ t/m}^2 > -16000\text{t/m}^2 \text{ VERIFICA}$$

Segunda Hipótesis (N=+2.00t M=+0.25tm)

$$\begin{aligned}
 S_{c1} &= N/F + M/w_i = 2000/12.48 + 25000/45.2 = 7134 \text{ t/m}^2 < 16000\text{t/m}^2 \text{ VERIFICA} \\
 S_{c2} &= N/F - M/w_s = 2000/12.48 - 25000/16.8 = -13278\text{t/m}^2 > -16000\text{t/m}^2 \text{ VERIFICA}
 \end{aligned}$$

Tercera Hipótesis (N=-1.00t M=+0.20tm)

$$\begin{aligned}
 S_{c1} &= w \cdot N/F + M/w_i = 1.53 \cdot (-1000)/12.48 + 20000/45.2 = \\
 &= 3198 \text{ t/m}^2 < 16000\text{t/m}^2 \text{ VERIFICA} \\
 S_{c2} &= w \cdot N/F - M/w_s = 1.53 \cdot (-1000)/12.48 - 20000/16.8 = \\
 &= -13130\text{t/m}^2 > -16000\text{t/m}^2 \text{ VERIFICA}
 \end{aligned}$$