

AccionesClimaticasFormulario

The 3D model shows a gabled roof structure. Labels include: F (ridge line), G (eave line), H (peak line), I (ridge line), J (eave line), F (ridge line), H (peak line), G (eave line), F (ridge line). Dimensions: Luz Long. 25, Altura (m.) 6,11, Luz (m.) 15,76, Alt. Cumbre (m.) 7,5.

Generar Datos Geometría

Generar hipótesis y combinaciones ☒

Correas		Otros datos	
Material	Acero S-275	Peso mat. cubierta	0,28 kN/m²
Flecha Total 1/	300	Nº Vanos	5
Tipo sección	IPE	Posición pórtico	Tipo
Flecha Activa 1/	300		

Anterior

Cancelar

Aceptar

MANUAL DE USO

METALPLA AVANZADO_XE_2D

1.-PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA METALPLA 2D AVANZADO

1.1.- ALCANCE DEL PROGRAMA

1.1.1.- PROGRAMA METALPLA _XE_2D

Este programa se ha desarrollado para la comprobación de cualquier construcción metálica plana, según las recomendaciones del CTE, sometida preferentemente a acciones contenidas en un plano, pero permitiendo introducir los esfuerzos generados por solicitaciones perpendiculares al plano de la estructura: viento, sismo, etc., efectuándose en las barras, en consecuencia una comprobación espacial. Cabe, también, si se utiliza en la entrada General: cálculo: EA -95 (predimensionar) que el programa elija un anteproyecto de estructura que debe revisarse posteriormente con los criterios de cálculo del CTE

Prácticamente no existe limitación en cuanto a las dimensiones admitiéndose además cualquier clase de geometría y cargas en el plano de la estructura.

El programa permite disponer, si el usuario así lo desea, refuerzos en los extremos de la barras-acartelamientos o platabandas, figura 1.1.1.1, que, incluso, pueden ser seleccionados internamente en la opción de predimensionar anteriormente descrita. Cabe también la posibilidad de emplear barras completas de sección variable, figura 1.1.1.1, tipo 3.

No existe tampoco limitación en lo referente a los tipos de secciones y perfiles a utilizar ya que además de las 27 tablas que incluye el programa, figura 1.1.1.2, - obviamente corresponden a las tipologías más usuales - el usuario puede añadir las que desee, hasta un máximo de 1000. En la disposición utilizada el eje principal de la sección, z-z, es el perpendicular al plano de la estructura (pantalla del ordenador).

Con el fin de facilitar la entrada de datos el usuario puede elegir cualquiera de las opciones siguientes:

- 1) Entrada general numérica.
- 2) Entrada a partir de un generador de tipologías o un compositor de estructuras.
- 3) Entrada gráfica.
- 4) Importación de ficheros DXF.

El cálculo de la estructura se realiza en base al DB SE-A del CTE y, también, en lo que respecta al vuelco lateral al Eurocódigo 3.

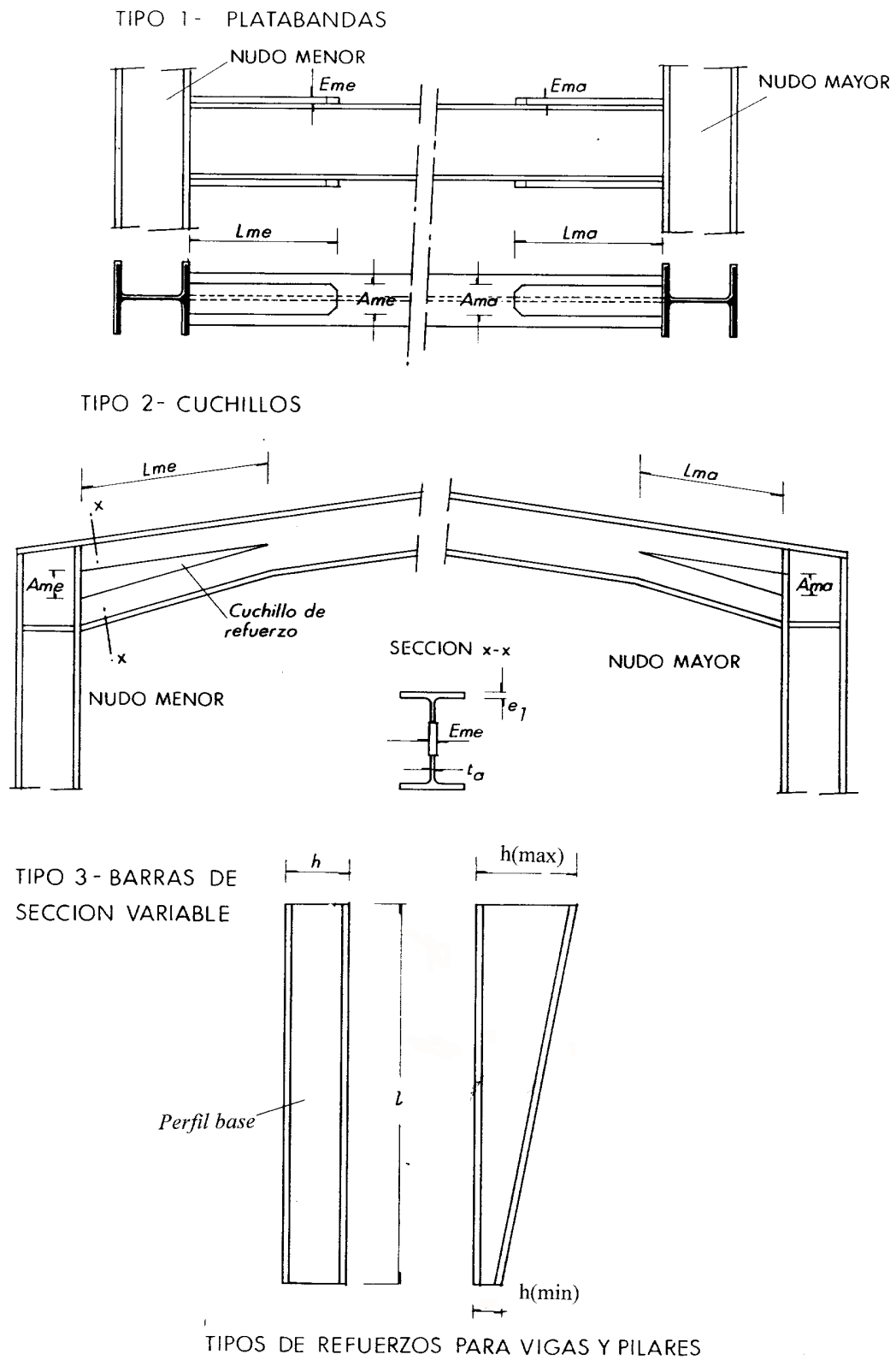


Figura 1.1.1.1

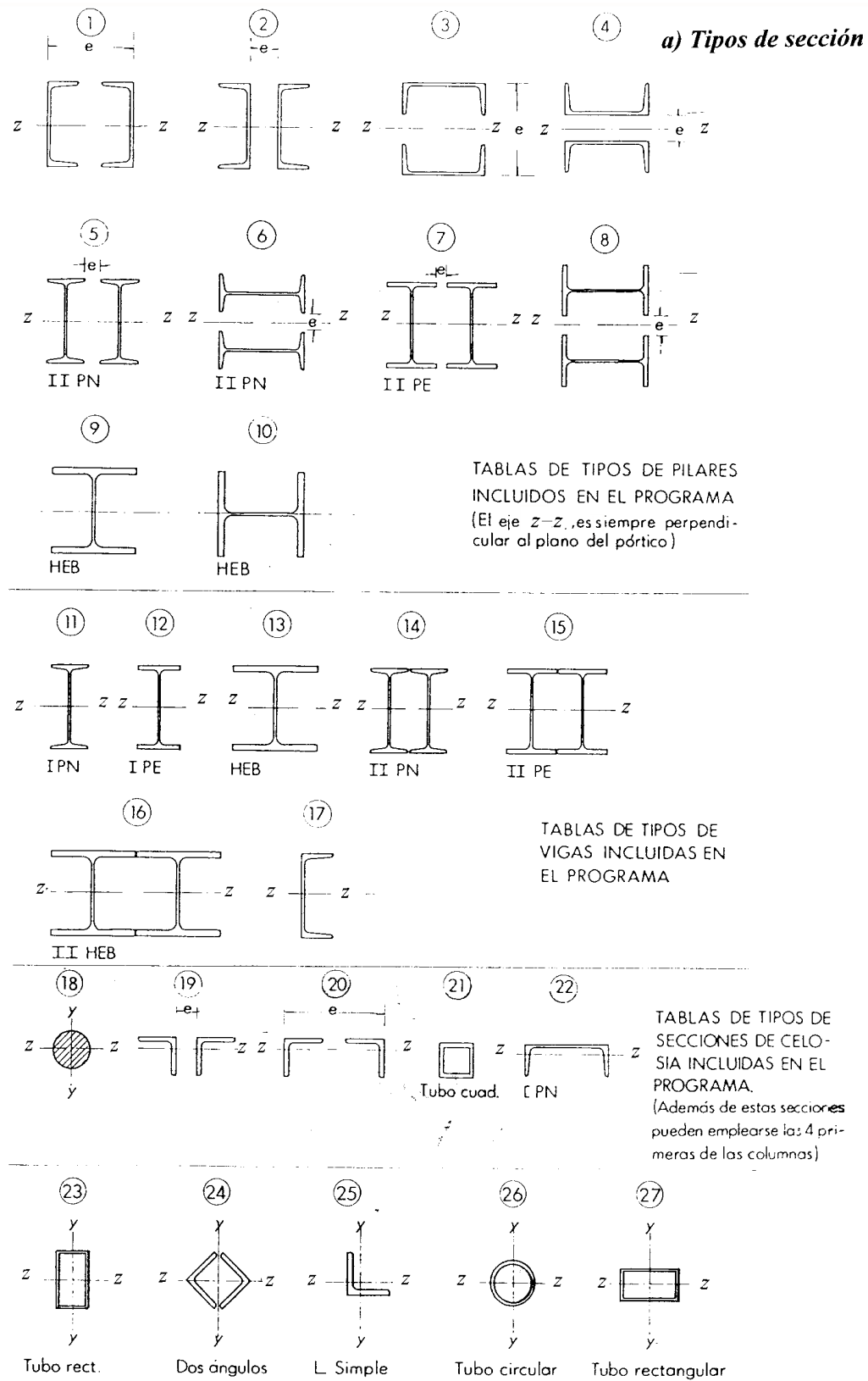


Figura 1.1.1.2.a

1.1.2.- PRESTACIONES

El programa suministra las prestaciones siguientes:

- Cálculo optimizado de placas de anclaje y zapatas.
 - Medición y valoración pormenorizada de toda la estructura, incluida la cimentación.
 - Ficheros DXF compatibles con Autocad, Microstation, etc. con los que se genera automáticamente el plano del pórtico y zapatas, incluidos detalles constructivos, así como las plantas de cimentación y cubierta.
 - Representación por pantalla de dibujos de la estructura con las cargas, envolventes de esfuerzos y generación de ficheros DXF de los mismos.
- Representaciones de diagramas de esfuerzos combinados, desplazamientos de la estructura e índices de agotamiento de las barras. Lo que permite visualizar rápidamente aquellas barras que no cumplen los requisitos exigibles en cuanto a seguridad estructural
- Memoria de cálculo cuidadosamente presentada para incluirla como anexo del proyecto.
 - Posibilidad de trabajar con dos sistemas de unidades:
 - Sistema Técnico
 - Sistema Internacional
 - Posibilidad de elegir diferentes calidades de acero para las barras de una misma estructura.
 - Visualización Sólida de la estructura.
 - Copia al portapapeles de todas las pantallas entre las que se incluyen:
 - Diagramas de esfuerzos combinados
 - Deformada de la estructura para cada combinación de hipótesis
 - Deformada de la estructura cuando se produce su pandeo global
 - Deformada de la estructura para la primera frecuencia natural de vibración
 - Representación con escala de colores de los índices máximos de agotamiento de todas las secciones en una visión conjunta de toda la estructura.
 - Representación a escala de la estructura con representación de los cantos de las barras
 - Determinación de la carga crítica de pandeo global para cada combinación de hipótesis, modo de pandeo y longitudes de pandeo de las barras en el plano de la estructura.
 - Determinación de la primera frecuencia natural de vibración de la estructura para cada combinación de hipótesis y modos de vibración.

1.2.- LIMITACIONES

A efectos prácticos no existe limitación de la estructura en cuanto a su geometría y cargas

1.3.- SALIDA DE RESULTADOS

Como ya se ha comentado, el programa suministra:

- a) Datos introducidos.
- b) Desplazamientos de nudos, para cada hipótesis básica, resumiendo los desplazamientos máximos, en función de las combinaciones de hipótesis seleccionadas.
- c) Esfuerzos de nudos sobre barras (Axil, Cortante y Flector), para cada una de las diferentes combinaciones de hipótesis básicas de carga .
- d) Reacciones de apoyos y comprobación del equilibrio de los nudos libres.

- e) Memoria de cálculo de todas las barras seleccionando las tensiones máximas existentes, con indicación de los refuerzos en los extremos y de la flecha máxima.
- f) Placas de anclaje optimizadas en peso.
- g) Zapatas optimizadas en costo.
- h) Memoria de cálculo de vigas-carril.
- i) Medición extendida a la estructura principal y cimentación. Y en las naves vigas carril, incluyendo por tanto un módulo completo.
- j) Dibujo esquemático de la estructura por impresora.
- k) Ficheros DXF compatibles con: AUTOCAD, MICROSTATION, etc. para generar planos de la estructura incluidas placas de anclaje, zapatas, y plantas de cimentación y de cubiertas.
- l) Ficheros DXF para la representación del esquema de la estructura y de las cargas correspondientes a las diferentes hipótesis básicas adoptadas.
- m) Resumen de las diferentes valoraciones del costo total de la nave, según el número pórticos dispuestos.
- n) Copia al portapapeles de todas las pantallas entre las que se incluyen:
 - Diagramas de esfuerzos combinados
 - Deformada de la estructura para cada combinación de hipótesis
 - Deformada de la estructura cuando se produce su pandeo global
 - Deformada de la estructura para la primera frecuencia natural de vibración
 - Representación con escala de colores de los índices máximos de agotamiento de todas las secciones en una visión conjunta de toda la estructura.
 - Representación a escala de la estructura con representación de los cantos de las barras

Todos estos resultados cuidadosamente presentados forman una memoria de cálculo que se puede encuadernar directamente con el resto del proyecto.

1.4.- CÁLCULO Y COMPROBACIÓN DE SECCIONES

1.4.1. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA

Para el análisis de la estructura se puede aplicar un análisis de primer o segundo orden según las exigencias del cálculo. Para el análisis de segundo orden se aplica un procedimiento de cálculo iterativo realizándose los ciclos de cálculo necesarios para obtener la convergencia adecuada. EN aquellos casos en los que no se consigue la convergencia el programa informa al usuario de esta circunstancia con el fin de que analice la estructura proyectada.

1.4.2. COMPROBACIÓN DE LAS BARRAS DE LA ESTRUCTURA

Para la comprobación de tensiones de todas las barras se aplica EL DB SE A y en algunos casos, como el vuelco lateral, el Eurocódigo 3. De utilizar perfiles en doble te laminados o armados el programa realiza la clasificación de las diferentes tramos en los que se divide la barra y si la sección es de clase 4 calcula internamente la sección eficaz. Con otros tipos de sección es obligado en las tablas de perfiles introducir una clasificación definitiva para cualquier distribución de tensiones.

Para la comprobación de las barras se emplea la formulación siguiente:

a) Vigas y pilares: Comprobación a agotamiento por plastificación:

$$\gamma_{M0} \cdot \left[N_{Sd} / A + M_{z,Sd} / W_z + k_y \cdot M_{y,Sd} / W_y \right] \leq f_y \quad (1)$$

γ_{M0} : coeficiente parcial igual a 1,05

N_{Sd} , $M_{z,Sd}$ y $M_{y,Sd}$: Axil, momento y flector en la sección más desfavorable

A : área eficaz de la sección. En secciones de clase 1,2, o 3 es el área nominal

W_z : módulo resistente plástico en secciones de clase 1 o 2, respecto al eje z-z

módulo resistente elástico en secciones de clase 3, respecto al eje z-z

módulo resistente eficaz en secciones de clase 4, respecto al eje z-z

W_y : módulo resistente plástico en secciones de clase 1 o 2, respecto al eje y-y

módulo resistente elástico en secciones de clase 3, respecto al eje y-y

módulo resistente eficaz en secciones de clase 4, respecto al eje y-y

b) Pilares:

Para analizar el pandeo por flexión de la barra se aplican las ecuaciones siguientes:

Se aplican las dos ecuaciones siguientes:

$$\gamma_{M1} \cdot \left[N_{Sd} / (\chi_z \cdot A^*) + c_{m,z} \cdot k_z \cdot M_{z,Sd} / W_z + \alpha_y \cdot c_{m,y} \cdot k_y \cdot M_{y,Sd} / W_y \right] \leq f_y \quad (2)$$

$$\gamma_{M1} \cdot \left[N_{Sd} / (\chi_y \cdot A^*) + \alpha_z \cdot c_{m,z} \cdot k_z \cdot M_{z,Sd} / W_z + c_{m,y} \cdot k_y \cdot M_{y,Sd} / W_y \right] \leq f_y \quad (3)$$

γ_{M1} : coeficiente parcial igual a 1,05

χ_z : coeficiente de pandeo por flexión respecto al eje fuerte z-z

χ_y : coeficiente de pandeo por flexión respecto al eje débil y-y

A^* , W_y , W_z , α_y y α_z figuran en la tabla 1.4.1

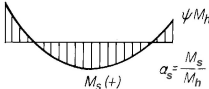
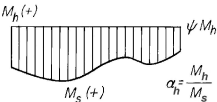
k_y , k_z factores de interacción relacionados con la esbeltez reducida

$C_{m,y}$ y $C_{m,z}$

factores de momento uniforme equivalente obtenidos en función del diagrama de momentos flectores entre punto arriostrados, véase tabla 7.6.

Clase	A*	W _y	W _z	FACTORES DE INTERACIÓN (k _y y k _z)		α _y	α _z
				Secciones abiertas	Secciones cerradas		
1 y 2	A	W _{pl,y}	W _{pl,z}	$k_y = 1 + (\overline{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{sd}}{\chi_y N_{C.Rd}} \leq 1 + 0,8 \cdot \frac{N_{sd}}{\chi_y N_{C.Rd}}$		0,6	1
				$k_z = 1 + (2 \cdot \overline{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{sd}}{\chi_z N_{C.Rd}}$ con $k_z \leq 1 + 1,4 \cdot \frac{N_{sd}}{\chi_z N_{C.Rd}}$	$k_z = 1 + (\overline{\lambda}_z - 0,2) \cdot \frac{N_{sd}}{\chi_z N_{C.Rd}}$ con $k_z \leq 1 + 0,8 \cdot \frac{N_{sd}}{\chi_z N_{C.Rd}}$		
(3)	A	W _{el,y}	W _{el,z}	$k_y = 1 + 0,6 \cdot \overline{\lambda}_y \cdot \frac{N_{sd}}{\chi_y N_{C.Rd}} \leq 1 + 0,6 \cdot \frac{N_{sd}}{\chi_y N_{C.Rd}}$		0,8	1
3 y 4	A _{eff}	W _{eff,y}	W _{eff,z}	$k_z = 1 + 0,6 \cdot \overline{\lambda}_z \cdot \frac{N_{sd}}{\chi_z N_{C.Rd}} \leq 1 + 0,6 \cdot \frac{N_{sd}}{\chi_z N_{C.Rd}}$		0,8	1
(4)							
$\overline{\lambda}_y$ y $\overline{\lambda}_z$ esbelteces reducidas para los ejes principales de la sección, y-y y z-z							
$N_{C.Rd} = A^* \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$							

Tabla 1.4.1. Parámetros de ecuaciones (1) a (4) (pandeo por flexión sin torsión)

Diagrama de momentos	Rango		c_{my} y c_{mz}	
			Carga uniforme	Carga puntual
1) 	$-1 \leq \Psi \leq 1$		$0,6 + 0,4 \cdot \Psi \geq 0,4$	
2) 	$0 \leq \alpha_s \leq 1$	$-1 \leq \Psi \leq 1$	$0,2 + 0,8 \cdot \alpha_s \geq 0,4$	$0,2 + 0,8 \cdot \alpha_s \geq 0,4$
	$-1 \leq \alpha_s \leq 0$	$0 \leq \Psi \leq 1$	$0,1 - 0,8 \cdot \alpha_s \geq 0,4$	$-0,8 \cdot \alpha_s \geq 0,4$
		$-1 \leq \Psi \leq 0$	$0,1 \cdot (1 - \Psi) - 0,8 \cdot \alpha_s \geq 0,4$	$0,2 \cdot (-\Psi) - 0,8 \cdot \alpha_s \geq 0,4$
3) 	$0 \leq \alpha_h \leq 1$	$-1 \leq \Psi \leq 1$	$0,95 + 0,05 \cdot \alpha_h$	$0,90 + 0,10 \cdot \alpha_h$
	$-1 \leq \alpha_h \leq 0$	$0 \leq \Psi \leq 1$	$0,95 + 0,05 \cdot \alpha_h$	$0,90 + 0,10 \cdot \alpha_h$
		$-1 \leq \Psi \leq 0$	$0,95 + 0,05 \cdot \alpha_h \cdot (1 + 2 \Psi)$	$0,90 - 0,10 \cdot \alpha_h \cdot (1 + 2 \Psi)$

El subíndice i del coeficiente $c_{m,i}$ representa y cuando la flexión se refiere al eje $y-y$
El subíndice i del coeficiente $c_{m,i}$ representa z cuando la flexión se refiere al eje $z-z$
En barras de estructuras aporticadas sin arriostrar con longitudes de pandeo superiores a las de las propias barras debe tomarse, $c_m = 0,9$
Los momentos M_s y M_h deben considerarse con el signo que corresponda

2) El valor absoluto del momento máximo en el vano es menor que el valor absoluto del momento mayor de los dos extremos

3) El valor absoluto del momento máximo en el vano es mayor que el valor absoluto del momento mayor de los dos extremos

Tabla 1.4.2. Determinación del coeficiente de momento flector uniforme, $c_{m,i}$ ($i=y$ e $i=z$)

Es importante advertir que $M_{y,Sd}$ y $M_{z,Sd}$ son los valores de los momentos máximos existentes a lo largo de la barra en el caso del pandeo.

En todos los casos debe comprobarse que no se produce el agotamiento por plastificación de la sección más solicitada de la barra, ecuación (1).

c) Pilares o vigas con vuelco lateral:

Para analizar el pandeo por flexión y vuelco lateral de la barra se aplican las ecuaciones siguientes:

$$\gamma_{M1} \cdot \left[N_{Sd} / (\chi_z \cdot A^*) + c_{m,z} \cdot k_z \cdot M_{z,Sd} / (\chi_{LT} \cdot W_z) + \alpha_y \cdot c_{m,y} \cdot k_y \cdot M_{y,Sd} / W_y \right] \leq f_y \quad (4)$$

χ_{LT} , coeficiente de vuelco lateral obtenido según las recomendaciones del artículo 6.3.3.2. del DB SE-A

1.5. PLACAS DE ANCLAJE Y ZAPATAS

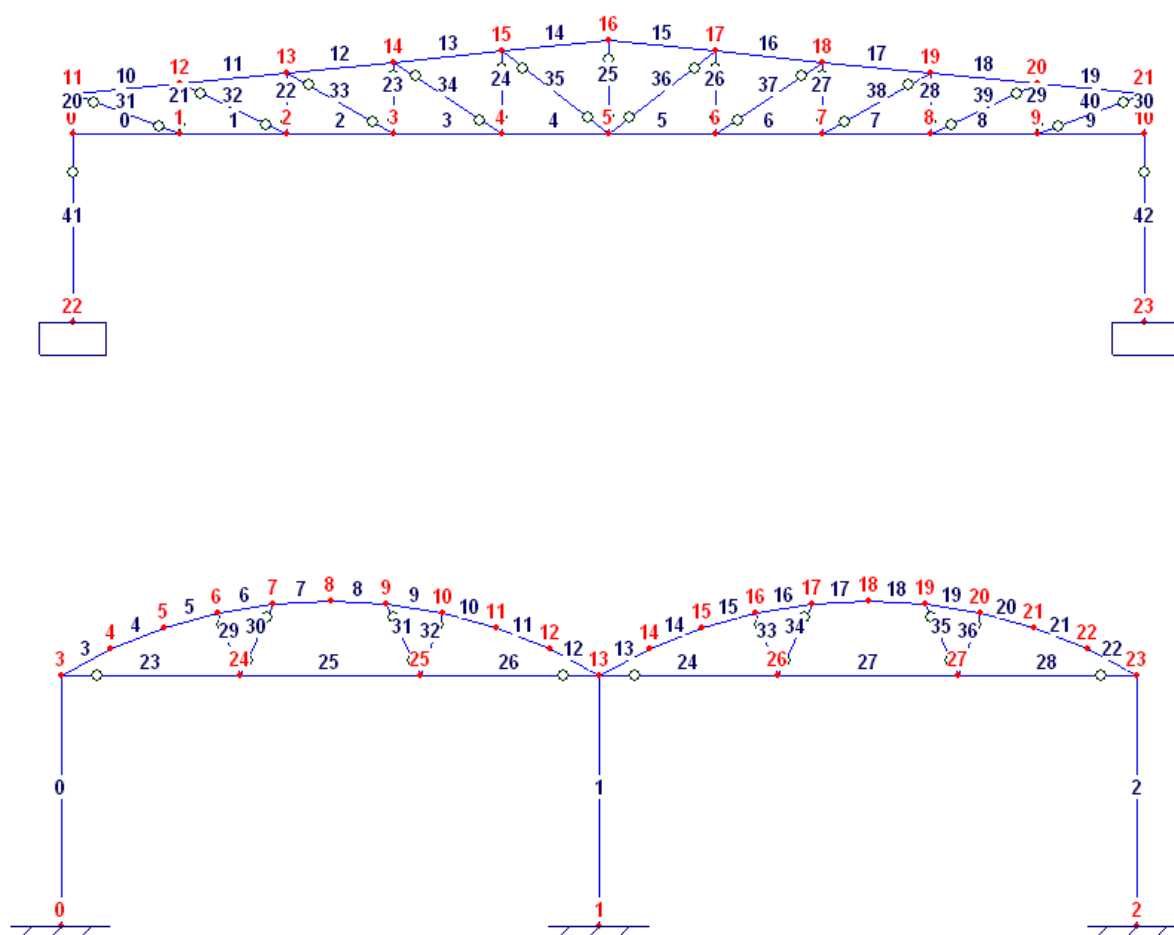
En lo que se refiere a basas y zapatas para el cálculo se aplica el CTE y la norma EHE 1999:

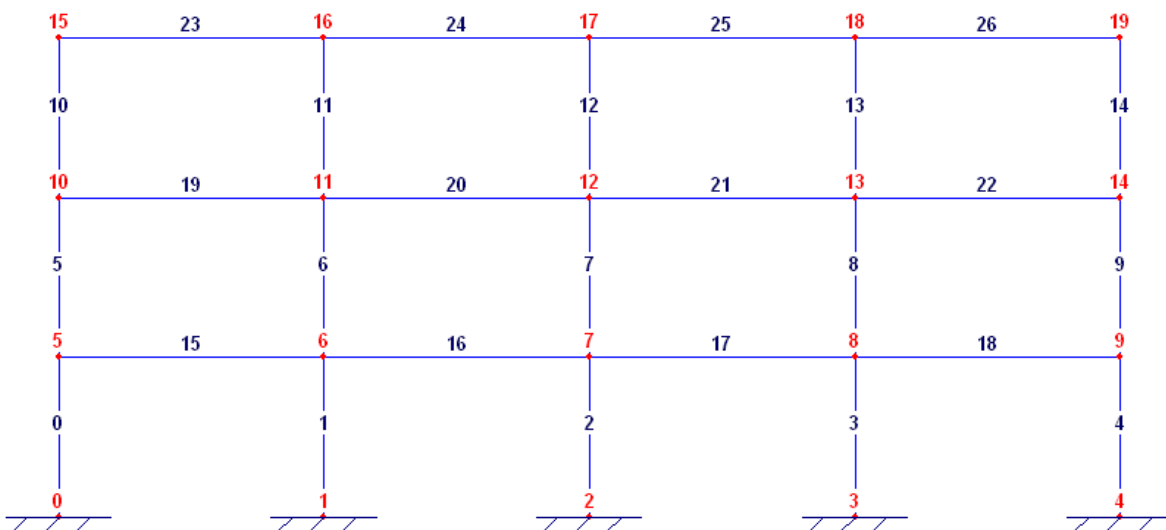
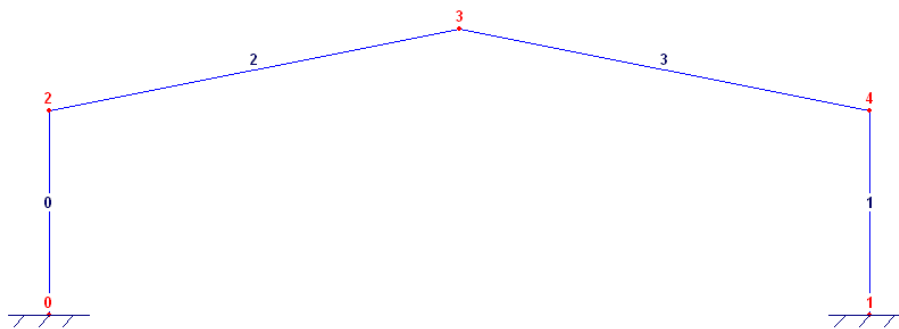
En el anexo A se explica el procedimiento de cálculo seguido para la comprobación de zapatas y placas de anclaje del Metalpla 2D y del Metalpla 3D.

2.- PREPARACIÓN DE DATOS E INSTALACIÓN DEL PROGRAMA

2.1.- NUMERACIÓN DE NUDOS Y BARRAS

La numeración de barras, que ha de ser correlativa, se inicia en el cero o también en el 1 y no tiene ninguna relación con la de los nudos. Con vigas de celosía o cerchas es aconsejable seguir ciertas secuencias, como puede ser numerar primero las barras del cordón inferior, luego las del cordón superior, a continuación la celosía del alma y finalmente los pilares si es que existen. No obstante no hay ningún condicionamiento en cuanto al orden de numeración de nudos y barras, si bien es conveniente tanto para facilitar la entrada de datos, como más adelante se verá (véase capítulo 5), conseguir ciertas secuencias en estas numeraciones. En las figuras que figuran a continuación se representan algunos ejemplos.





De emplear la entrada de datos por el generador de tipologías la numeración de nudos y barras está condicionada a la tipología seleccionada de acuerdo con las consideraciones que oportunamente se expondrán.

2.2.- EJES GENERALES Y EJES LOCALES DE CADA BARRA

En la figura 2.2.1, se indican los ejes generales (X,Y) y los locales (x,y), para los nudos i y j , de una barra genérica (i , nudo de menor numeración de la barra y j , nudo de mayor numeración).

Como puede verse, en estos ejes locales las rotaciones son siempre positivas en sentido antihorario.

Los desplazamientos de los nudos, las reacciones de apoyo, y las fuerzas en nudos libre, se refieren siempre a ejes generales.

Las acciones de nudo sobre barra, con los signos correspondientes a los sentidos definidos por dichos ejes locales (figura 2.2.1), se dan en ejes locales de barra (Axil, Cortante y Flector).

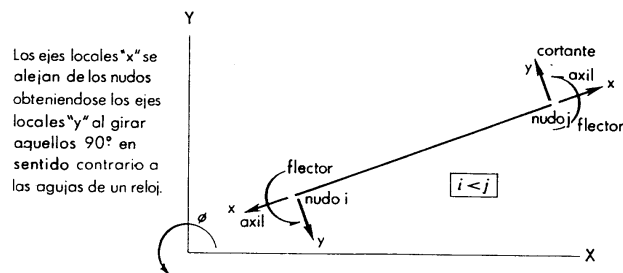


Figura 2.2.1

2.3.- COACCIONES DE APOYO Y ENLACES DE BARRAS

Los tipos posibles de coacción de los apoyos según los ejes generales se introducen seleccionando el modelo de apoyo mediante un simple icono que representa el tipo de coacción (figura 2.4.1). Las deslizaderas se sitúan sobre planos paralelos a los ejes generales.



Figura 2.4.1.

Además de los apoyos de cimentación es posible con este criterio definir un apoyo en cualquier otro nudo siempre que aquel sea concordante con los ejes generales.

Las articulaciones en los apoyos no se consideran como enlaces articulados de la barra salvo que en ese apoyo articulado coincidan dos o más barras, y éstas a su vez se articulen.

Los modelos de barra en cuanto a sus posibilidades de enlaces de sus extremos (véase apartado 5.2.4) son los siguientes:

Sin Articula : barra empotrada en los dos extremos.

Art. Nudo Menor : barra articulada en el nudo de menor numeración.

Art. Nudo Mayor : barra articulada en el nudo de mayor numeración.

Biarticulada: barra articulada en los dos extremos.

2.4.- INSTALACIÓN DEL PROGRAMA

El programa Metalpla_XE se encuentra en la carpeta de dicho nombre.

Para instalar el programa hay que ejecutar el programa *Setup.exe* y seguir las instrucciones dadas.

Si se actualiza desde una versión anterior a la versión 2003 del Metalpla es muy recomendable desinstalar la antigua.

Si se instala teniendo instalada la versión del Metalpla 2003, Metalpla 2004 ó Metalpla 2006, basta con copiar los ficheros del directorio ejecutables.

Para cualquier duda o aclaración contacte con su distribuidor o contacte con: metalpla@metalpla.com.

2.5.- PUESTA EN MARCHA DEL PROGRAMA

Al instalar por primera vez el programa se muestran dos ventanas de configuración, la primera se refiere a los directorios donde está instalado el programa.

Lo más sencillo es pulsar el botón configuración automática para que se autoconfigure.

Una configuración errónea en alguno de los pasos anteriores puede dar origen a uno de los errores siguientes:

Error 76. Directorios mal configurados o no existentes.

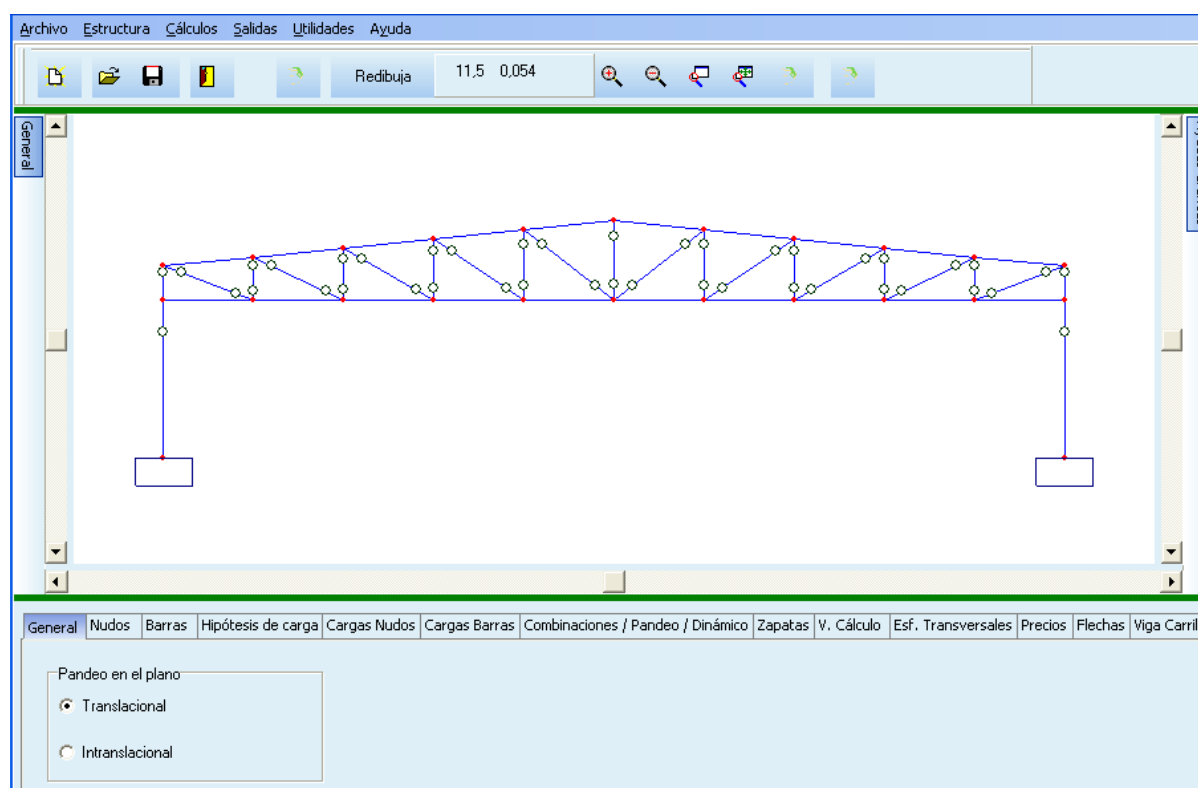
Error 53. Ficheros no existentes.

En caso de no poder subsanar estos problemas, se puede enviar un correo a la dirección soporte@metalpla.com.

3.- NOCIONES GENERALES SOBRE LA VENTANA GRÁFICA

3.1.- INTRODUCCIÓN

En este capítulo se trata de explicar al usuario el manejo y significado de las órdenes que acompañan a la pantalla inicial con la que se presenta el programa (pantalla 3.1.1).

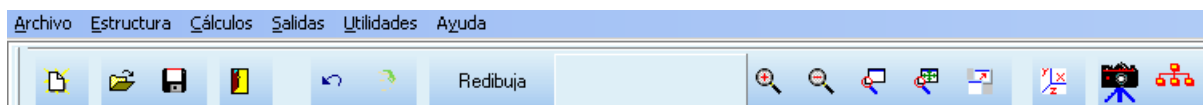


Pantalla 3.1.1

ICONOS GENERALES

Son iconos de la pantalla general que se mantienen independientemente del tipo de datos que se esté editando.

En la parte superior de la pantalla, concretamente debajo de la barra de Menús, encima de la ventana auxiliar de entrada de datos y de la ventana gráfica se encuentran la pantalla 3.1.2:



Pantalla 3.1.2.



Nueva estructura: permite crear una nueva estructura.

Permite acceder directamente a la opción del mismo nombre que se puede encontrar en el menú desplegable Archivo que se comentará en el apartado 4.1.



Abrir un fichero: permite acceder directamente a la opción del mismo nombre que se puede encontrar en el menú desplegable Archivo que se comentará en el apartado 4.1.



Guardar fichero actual: permite guardar los cambios realizados en una estructura. Permite acceder directamente a la opción del mismo nombre que se puede encontrar en el menú desplegable Archivo que se comentará en el apartado 4.1.



Salir del programa: permite finalizar la ejecución del programa.



Deshacer: permite deshacer la última orden ejecutada.



Zoom + : zoom de aumento.



Zoom - : zoom de reducción.



Zoom: permite seleccionar la zona concreta sobre la que se desea realizar el zoom. Pulsando el botón izquierdo del ratón se muestra una ventana con la zona de ampliación, al pulsar por segunda vez el botón del ratón, se fija la esquina opuesta de la ventana, quedando definida la zona.



Zoom límites: muestra toda la estructura en la ventana gráfica.



Zoom Anterior: se vuelve al nivel de Zoom anterior. Se almacenan hasta 10 visualizaciones previas.



Actualiza, en la pantalla gráfica, los últimos cambios realizados.

-1,5 11,5

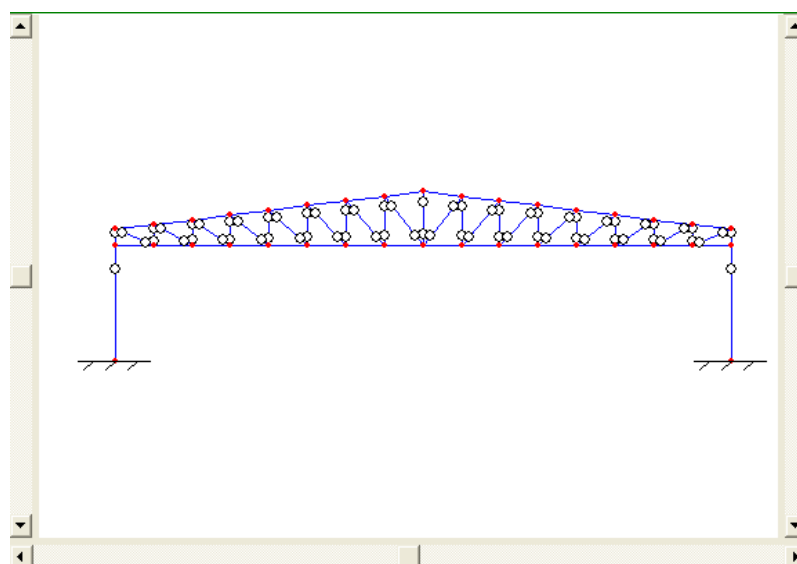
Coordenadas: del punto de la ventana gráfica donde se encuentra situado el cursor.



Foto para guardar una vista

3.2.- MANEJO DE LA VENTANA GRÁFICA

En la ventana gráfica, pantalla 3.2.1, se muestra el esquema de la estructura. El acceso a cualquier elemento de ella (nudo, barra, carga, ...) para su edición, se realiza accediendo a la pestaña correspondiente de la parte inferior de la pantalla general.

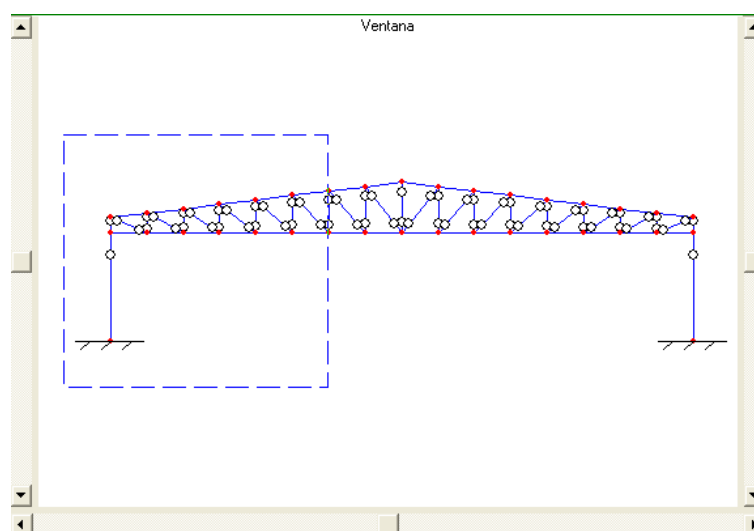


Pantalla 3.2.1

3.2.1. AMPLIACIÓN DE UNA ZONA DE DIBUJO

Para realizar una ampliación de una zona del dibujo, se puede recurrir a los iconos de Zoom de la pantalla general o bien proceder de la manera siguiente (pantalla 3.2.1.1):

1. Pulsar la tecla <SHIFT>
2. Pulsar el botón izquierdo del ratón.
3. Manteniendo pulsado el botón izquierdo del ratón se deja de pulsar la tecla <SHIFT>. Momento en el que es posible ir desplazando el ratón. Al tiempo que se desplaza éste se muestra una ventana con la zona de ampliación.
4. Elegida la zona a ampliar se deja de pulsar el botón izquierdo y a continuación el programa muestra dicha zona.



Pantalla 3.2.1.1

La ventana gráfica dispone además de 3 barras de desplazamiento que permiten realizar diferentes encuadres de la imagen (pantalla 3.2.1.2):

- la barra de la izquierda permite realizar un encuadre de la estructura hacia arriba o hacia abajo
- la barra de la parte inferior realiza un encuadre de la estructura hacia la derecha o la izquierda
- la barra de la derecha realiza un zoom dinámico permitiendo acercar o alejar la estructura.

3.2.2- SELECCIÓN DE ELEMENTOS

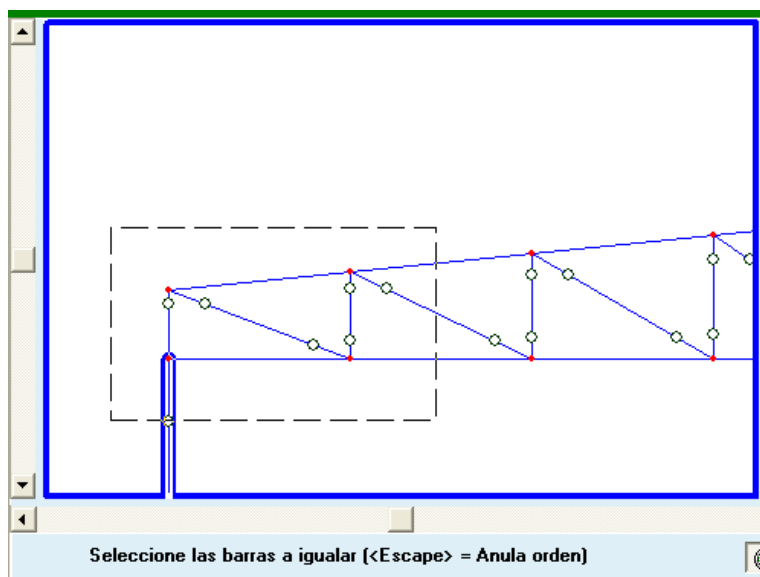
Cuando las ediciones afectan a un conjunto de elementos es posible seleccionar éstos gráficamente, lo que se puede hacer de las dos maneras siguientes:

1. *Elemento a elemento.*

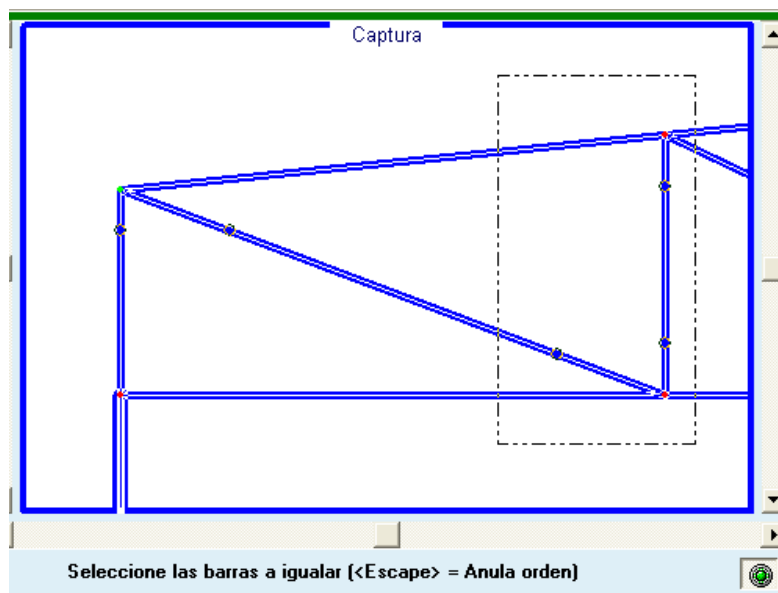
Basta con ir pulsando el botón izquierdo del ratón cuando el cursor se halla sobre el elemento deseado. Si el cursor no se sitúa sobre ningún elemento automáticamente se elige el más próximo.

2. *Selección por ventana y captura.*

El procedimiento es similar al zoom, presionando la tecla <CTRL> en lugar de la tecla <SHIFT>. Si se crea una ventana haciendo crecer la misma de Izquierda a Derecha, todos los elementos contenidos totalmente en esta ventana son elegidos. El marco de selección aparece con línea discontinua azul, pantalla 3.2.2.1.

*Pantalla 3.2.2.1.*

Si se crea una ventana haciendo crecer la misma de Derecha a Izquierda, la selección se amplía a aquellos que tienen alguna parte dentro de dicha ventana. El marco de selección aparece con línea discontinua verde, pantalla 3.2.2.2.

*Pantalla 3.2.2.2.*

3.2.3. ADICIÓN Y SUSTRACCIÓN DE ELEMENTOS

En el modo de adición de elementos se crea una línea azul en el contorno de la ventana gráfica y el icono es verde. Si se pulsa dicho icono la línea pasa a ser de color rojo y nos encontramos en el modo "Sustracción de elementos".



Modo adición de elementos.



Modo sustracción de elementos.

Estas capturas sólo eligen a los elementos (nudos, barras, cargas ...) que se están editando en el momento, no afectando a los restantes. Por ejemplo, si se están editando barras, aunque se seleccionen nudos éstos no serán añadidos al conjunto. La selección será posible después de indicar la operación que se va a realizar. Por ejemplo, dentro de nudos, indicaremos rotar nudos antes de proceder a seleccionar los nudos que se desea rotar.

En la zona izquierda de la ventana gráfica se muestra, o no, según se coloque, o no, el cursor del ratón sobre la pestaña que se presenta en el borde izquierdo de pantalla 3.1.1(en este caso es la denominada “general”, una Ventana Auxiliar de datos que varía según la opción seleccionada en la barra general de entrada de datos (parte inferior). A continuación, se muestra la ventana auxiliar de datos que activada por la pestaña “general”, véase pantalla 3.2.3.1.

Pantalla 3.2.3.1.

En lo que se refiere al cálculo de la estructura se pueden aplicar los procedimientos que figuran en la pantalla 3.2.3.1:

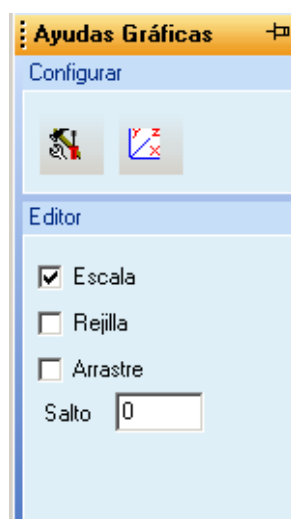
Primer orden (EA-95 acero, CTE madera): en estructuras de acero se comprueba según la EA-95 y en las de madera según el CTE. En ambos casos el cálculo se realiza por hipótesis de cálculo independientes combinándolas después, dado que es válida la ley de superposición.

Primer orden (CTE): se supone que es válida también la ley de superposición. Los resultados se expresan por combinaciones de hipótesis. La comprobación de la estructura se efectúa según el CTE

Segundo orden (CTE): No es válida también la ley de superposición. El cálculo corresponde a un segundo orden. Los resultados también se expresan por combinaciones de hipótesis.

3.3.- VENTANA: AYUDAS GRÁFICAS

En la parte derecha de la pantalla 3.1.1, aparece una pestaña “Ayudas Gráficas” que según se coloque, o no, el cursor del ratón sobre ella se presenta, o no, la ventana auxiliar de “ayudas gráficas”, pantalla 3.3.1, cuyo fin es potenciar el manejo de la ventana gráfica vista en el apartado 3.2:



Pantalla 3.3.1.



Configurar texto y colores: Permite asignar colores a los nudos, barras, cargas, así como a los textos. También permite modificar el tamaño y tipo de letra con el que se muestran los textos de numeración de nudos, barras y cargas. Los tipos de letras a elegir dependen de las fuentes instaladas en el sistema.

La ventana tiene una orden para modificar el tamaño del círculo que representa los nudos. En el apartado 8.3.2 se describe detalladamente esta función.

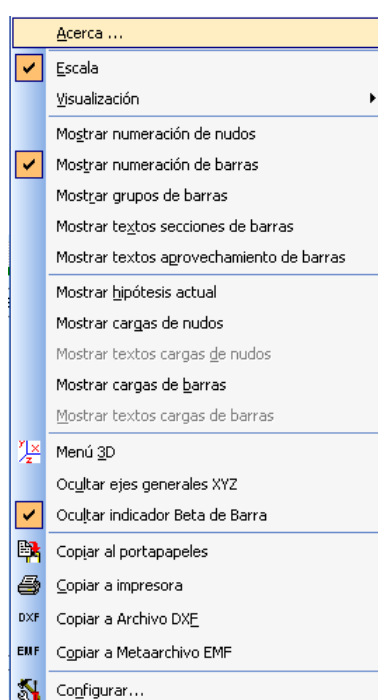
Escala: Si se activa este control la estructura se representa a escala. En caso contrario ocupa toda la ventana, tanto horizontal como verticalmente.

Rejilla: Este control muestra los puntos de la retícula definida numéricamente en la ventana gráfica.

Arrastre: Este control resulta muy útil si se tiene activa la función rejilla, pues a efectos de dibujo representa el punto de la retícula más próximo a la posición real del cursor, es decir, a efectos del dibujo el cursor se mueve de forma obligada sobre los puntos de la retícula y no sobre la posición que ocupa en pantalla.

El valor numérico indica el lado de la cuadrícula de la rejilla.

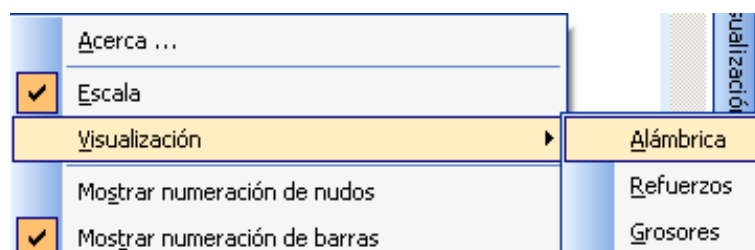
Con el cursor sobre la ventana gráfica, pulsando el botón derecho del ratón se abre un menú (pantalla 3.3.2) que permite acceder directamente a algunas funciones incluidas en las diferentes ventanas auxiliares.



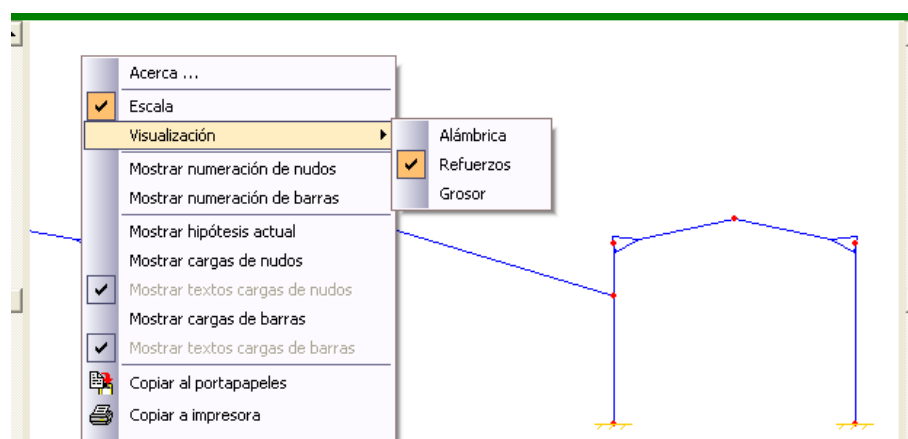
Pantalla 3.3.2.

En esta pantalla se pueden activar tres modos diferentes de visualización de la estructura:

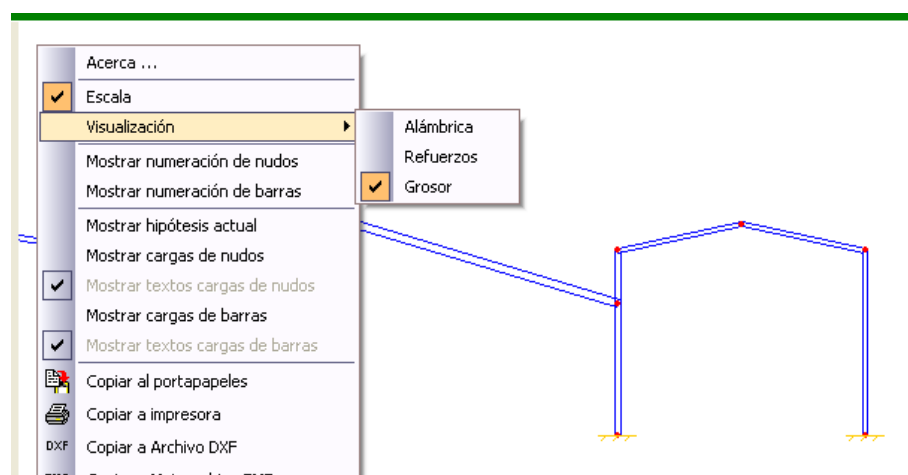
- **Álámbrica:** muestra la estructura mediante los ejes de las barras (pantalla 3.3.3).
- **Refuerzos:** representa los refuerzos en una estructura (pantalla 3.3.4).
- **Grosor:** representa el grosor de las barras de las estructura (pantalla 3.3.5).



Pantalla 3.3.3



Pantalla 3.3.4

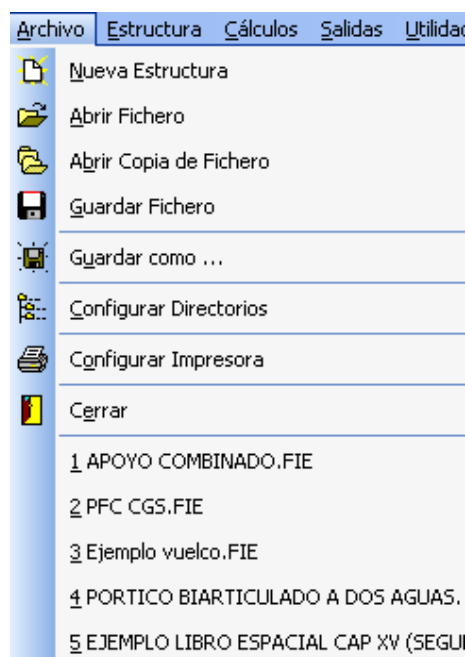


Pantalla 3.3.5.

4.- GESTIÓN DE ARCHIVOS

4.1.- MENÚ ARCHIVO

Al desplegar el Menú **Archivo** aparece la pantalla 4.1.1



Pantalla 4.1.1



Nueva estructura: permite crear una nueva estructura.



Abrir fichero: permite recuperar una estructura guardada previamente.



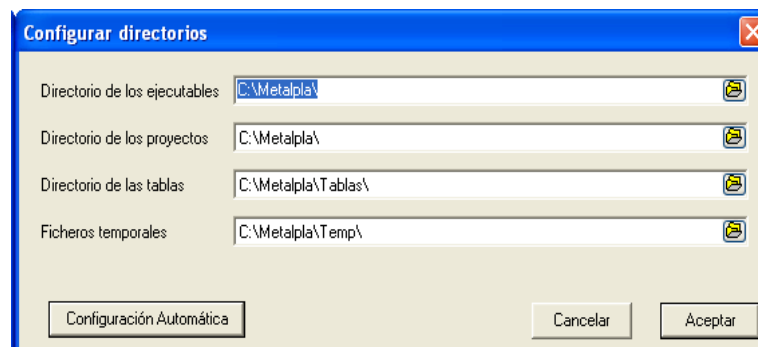
Guardar fichero: permite guardar los cambios realizados en una estructura.



Guardar como: permite guardar una estructura con un nombre y en el directorio deseado.



Configurar directorios: permite modificar los directorios de los ejecutables, proyectos, tablas y ficheros temporales.



Pantalla 4.1.2.

Contenido del cuadro:

Directorio de los ejecutables: incluye el programa Metalpla, programas auxiliares de éste y librerías de enlace dinámico.

Directorio de los proyectos: directorio que contiene a su vez directorios asociados a otros proyectos.

Directorio de las tablas: directorio en el que se guardan las características y términos de sección de los diferentes tipos de secciones, así como la tabla de materiales.

Ficheros temporales: directorio donde se almacenan ficheros auxiliares de cálculo. Todos estos ficheros pueden ser eliminados.

**Configurar impresora:**

Con esta opción se llama al gestor de impresoras de Windows, desde el que se puede elegir y configurar la impresora.



Cerrar: permite finalizar la ejecución del programa.

5.- ENTRADAS DE DATOS

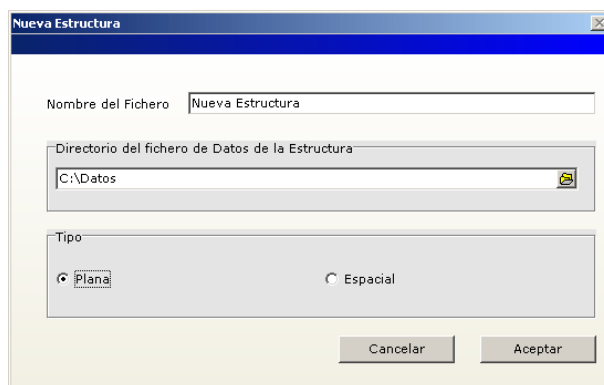
5.1.- INTRODUCCIÓN

Para acceder inicialmente a una nueva estructura tras desplegar el menu de barra “Archivo” y pinchando a continuación “Nueva Estructura”, pantalla 5.1.1.



Pantalla 5.1.1

aparece la pantalla 5.1.2, en la que se selecciona si la estructura es plana o espacial.



Pantalla 5.1.2

Seleccionado el título y la clase de estructura (2D o 3D) pueden utilizarse diferentes entradas de datos:

1. Entrada general :

El usuario ha de ir definiendo minuciosa y ordenadamente la estructura: nudo a nudo, barra a barra, etc., mediante las opciones que se disponen en la pantalla general. Véase apartado 5.2.

2. Generador de tipologías :

Esta opción permite mediante la definición de solo unos pocos datos la generación automática de toda la geometría de algunas estructuras tipo, como: pórticos, edificios, arcos/vigas continuas y celosías. En el apartado 5.3.1 se explica su manejo.

3. Compositor de estructuras:

Esta opción permite, partiendo de una parte de la estructura definida inicialmente, completar el resto si éste se puede generar por traslación o giro repetido de un módulo base plano de estructura.

En el apartado 5.3.2 se explica su manejo.

4. Importar DXF:

Permite introducir cualquier estructura en 2D que se hubiera generado con AUTOCAD guardada con formato DXF. El apartado 5.3.3 detalla esta opción.

5.2.- ENTRADA GENERAL DEL METALPLA AVANZADO 2D

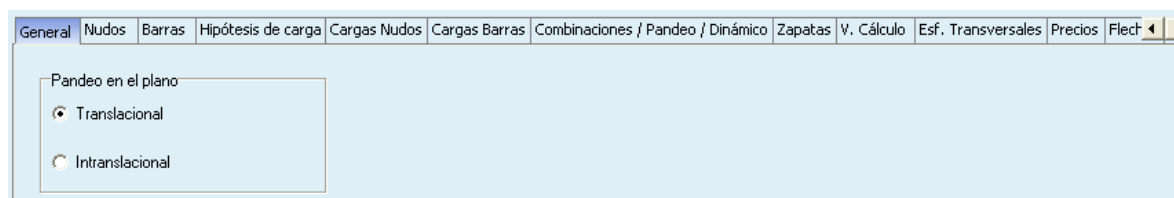
5.2.1.- INTRODUCCIÓN

Para acceder a cualquier grupo de datos de los que figuran en la ventana que se acompaña (pantalla 5.2.1.1), basta con pulsar la pestaña correspondiente. En el ejemplo la pantalla activada es la “General”.

A continuación se analizan todas las opciones posibles.

5.2.2.- GENERAL

En esta pantalla 5.2.1.1, se realizan para el pórtico que corresponda, las consultas referentes a si a efectos de pandeo el pórtico es translacional o intranslacional en el plano del pórtico. Esta información solamente es relevante cuando el programa elige los coeficientes de pandeo de los pilares de los pórticos, véase apartado 5.2.4., pantalla 5.2.4.6-a.



Pantalla 5.2.1.1.

Pantalla 4.1.1

Proyecto: Hace referencia a la denominación del proyecto al que pertenece la estructura a estudiar.

Título: indica una descripción de la estructura con la que se está trabajando.

Fecha: Permite la selección de fecha, pantalla 5.2.2.3

Pantalla 5.2.2.3.

Material: permite seleccionar el material que con carácter general afectará a todas la barras de la estructura, aunque como ya se ha comentado, se puede asignar a cada barra el material que se desee de forma individualizada.

El programa incluye el peso propio de la estructura: SI/NO. En caso de que se active esta opción el programa incorporará internamente el peso propio de las barras durante la realización de los cálculos.

5.2.3.- NUDOS

En esta tabla, pantalla 5.2.3.1-a, se definen las coordenadas de los nudos y el tipo de coacción de los apoyos.

General	Nudos	Barras	Hipótesis de carga	Cargas Nudos	Cargas Barras	Combinaciones / Pandeo / Dinámico	
	Nudo	Coord. X (m)	Coord. Y (m)	Coacción	Coac.X (kN/m)	Coac.Y (kN/m)	Coac.GZ (kNm/rad)
►	0	0	0	Articulación ▼	0	0	0
	1	15,76	0	Articulación ▼	0	0	0
	2	0	6,11	Nudo Libre ▼	0	0	0
	3	7,88	7,5	Nudo Libre ▼	0	0	0
	4	15,76	6,11	Nudo Libre ▼	0	0	0

Pantalla 5.2.3.1-a

Esta pantalla cuando se realiza el cálculo utilizando el análisis de segundo orden según el CTE incorpora dos nuevas columnas con el fin de representar la geometría de la estructura con las imperfecciones iniciales, pantalla 5.2.3.1-b

General	Nudos	Barras	Hipótesis de carga	Cargas Nudos	Cargas Barras	Combinaciones / Pandeo / Dinámico	Zapatas	V. Cálculo	Esf. T
	Nudo	Coord. X (m)	Coord. Y (m)	Coacción	Coac.X (kN/m)	Coac.Y (kN/m)	Coac.GZ (kNm/rad)	Imperf.X (cm.)	Imperf.Y (cm.)
	0	0	0	Articulación	0	0	0	0	0
	1	15,76	0	Articulación	0	0	0	0	0
	2	0	6,11	Nudo Libre	0	0	0	3	0
	3	7,88	7,5	Nudo Libre	0	0	0	3,7	0
	4	15,76	6,11	Nudo Libre	0	0	0	3	0

Pantalla 5.2.3.1-b

ENCABEZAMIENTOS

Nudo: Número del nudo.

Coord. X: Abscisa del nudo referida a los ejes generales, en metros.

Coord. Y : Ordenada del nudo referida a los ejes generales, en metros.

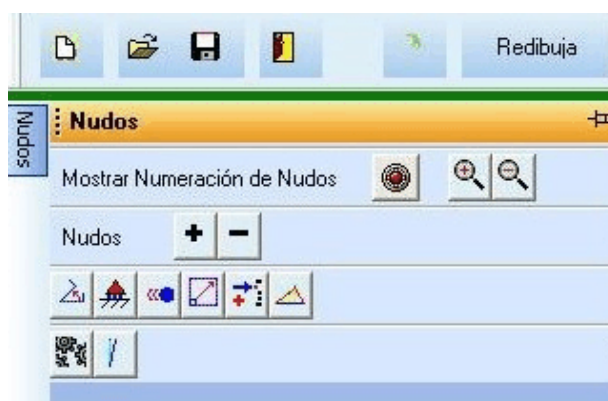
Coacción: Tipo de coacción del nudo, seleccionado mediante el desplegable representado en la pantalla 5.2.3.2.



Pantalla 5.2.3.2

- Coac. X** : Coeficiente de muelle respecto al eje general X. Corresponde a la fuerza que es necesario aplicar en kN o t, según el sistema de unidades utilizado, para conseguir un desplazamiento de un m.
- Coac. Y** : Coeficiente de muelle respecto al eje general Y. Corresponde a la fuerza que es necesario aplicar en kN o t, según el sistema de unidades utilizado, para conseguir un desplazamiento de un m.
- Coac. GZ** : Coeficiente de muelle respecto al giro según el eje general Z. Corresponde al momento que es necesario aplicar en kNm o tm, según el sistema de unidades utilizado, para conseguir un giro de un radian.
- Imperf. X (cm)**: Desplazamiento horizontal del nudo respecto a su posición inicial en cm.
- Imperf. Y (cm)**: Desplazamiento vertical del nudo respecto a su posición inicial en cm.

VENTANA DE DATOS AUXILIAR A ENTRADA DE DATOS EN NUDOS



Pantalla 5.2.3.3.



Mostrar numeración de nudos: Pulsando sobre el icono se muestran los nudos con su numeración.



Zoom: Aumenta o disminuye el tamaño de las coacciones.

Nudos:

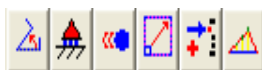


Permite añadir nudos. Estos se irán numerando consecutivamente a partir del nudo ya definido de mayor numeración. Al añadir un nudo se crea una fila en el cuadro que se ha de rellenar con sus datos correspondientes.

También es posible definir gráficamente sus coordenadas situando el cursor en la ventana del esquema de la estructura y pulsando el botón izquierdo del ratón en la coordenada deseada.



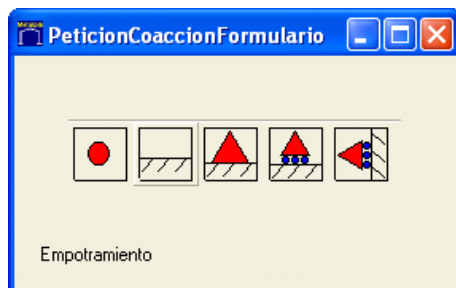
Borra el nudo seleccionado, así como todas las barras que confluyen en él y las cargas que se le aplican.



Rotar nudos: seleccionados los nudos, se pide el punto sobre el que se desea realizar la rotación y el ángulo de rotación.



Poner coacción: Seleccionado el/los nudo(s) se pide el tipo de coacción y se asigna ésta a dicho(s) nudos. Para facilitar esta tarea basta con pulsar el ratón sobre el tipo de apoyo que corresponda de los que se indican en la pantalla 5.2.3.4



Pantalla 5.2.3.4.



Desplazar nudos: Se selecciona un nudo o un grupo de nudos a desplazar, para solicitar a continuación las componentes del vector que representa la traslación, expresadas en metros.

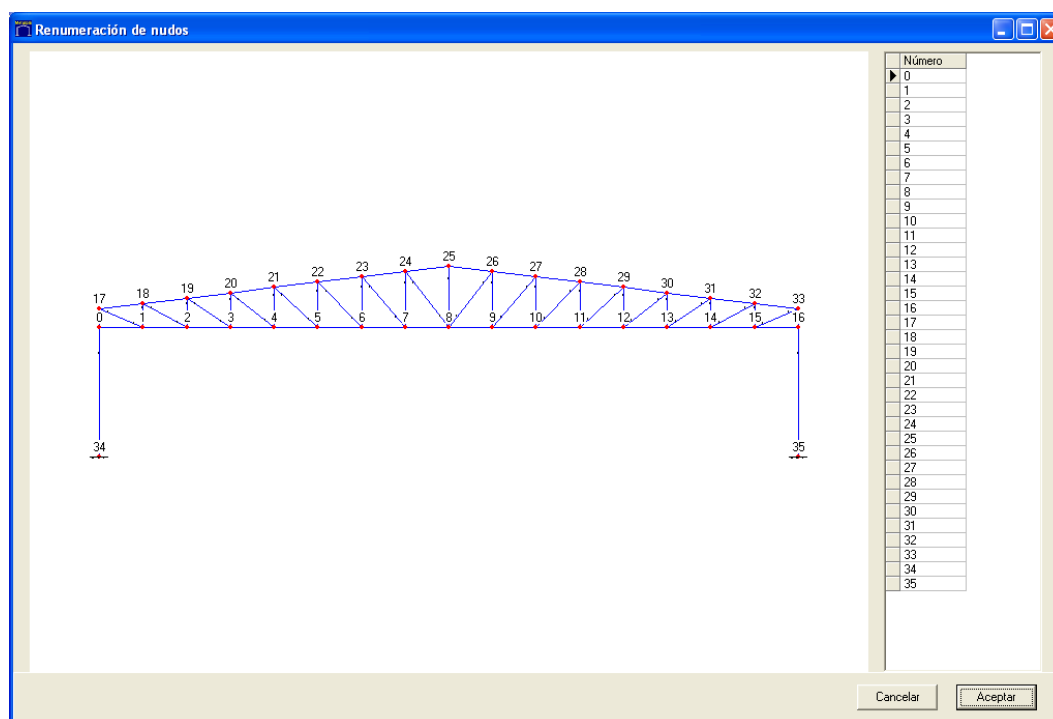


Escarlar: Permite modificar el tamaño de toda o parte de la estructura por medio de un doble escalado respecto a dos líneas paralelas a los ejes X e Y que pasan por un punto cuyas coordenadas son elegidas por el usuario.

Para ello se seleccionan los nudos que se desean escalar, el punto de intersección de las líneas y las razones en X y en Y.



Renumerar los nudos: permite cambiar la numeración de los nudos arrastrando en el cuadro de nudos de la pantalla 5.2.3.5, el número del nudo que se quiere cambiar a lo largo de la tabla hasta situarlo en el número de nudo deseado.



Pantalla 5.2.3.5



Estirar: se selecciona un nudo de referencia al cual se le asociará un valor de traslación. El resto de los nudos seleccionados y las barras enlazadas a ellos acompañarán en la traslación al nudo de referencia, sufriendo la estructura un efecto de estiramiento.



Generador de tipologías: Esta opción se describe con detalle en el apartado 5.3.1



Generar Imperfecciones en los nudos:

Solamente se utiliza cuando se realiza el cálculo aplicando el Eurocódigo o el Código Técnico de la Edificación en el caso de pórticos ortogonales y pórticos de naves industriales.

Activada esta opción se presenta la pantalla 5.2.3.6, en la que se eligen los desplazamientos horizontales de los nudos como un % de sus ordenadas. Los valores proporcionados pasan directamente a la pantalla 5.2.3.1-b y deben considerarse con carácter orientativo.

Pantalla 5.2.3.5

Si el usuario discrepa de estos valores debe usar directamente el cuadro 5.2.3.1-b

5.2.4.- BARRAS

El cuadro de barras se presenta dividido en este manual en dos pantallas las 5.2.4.1.a y b. En él se definen las características constructivas y de cálculo de todas las barras de la estructura.

General	Nudos	Barras	Hipótesis de carga		Cargas Nudos	Cargas Barras	Combinaciones / Pandeo / Dinámico						Z
	Barra	Menor	Mayor	Anula	Enlace extremo	Clase	T.S.	Tamaño	Modelo	Grupo	CPz (C)	CPy (I)	Fle
►	0	0	3	☐	Sin Articular	Pilar	12 - IPE	240	Sec. Constante	0	0	1	0
	1	1	13	☐	Sin Articular	Pilar	12 - IPE	240	Sec. Constante	0	0	1	0
	2	2	23	☐	Sin Articular	Pilar	12 - IPE	240	Sec. Constante	0	0	1	0
	3	3	4	☐	Sin Articular	Viga	12 - IPE	80	Sec. Constante	1	6	1	0
	4	4	5	☐	Sin Articular	Viga	12 - IPE	80	Sec. Constante	1	6	1	0
	5	5	6	☐	Sin Articular	Viga	12 - IPE	80	Sec. Constante	1	6	1	0

Pantalla 5.2.4.1.a

o / Dinámico Zapatas V. Cálculo Esf. Transversales Precios Flechas Viga Carril												
Pz (C	CPy (I	Flecha activa	Flecha Total	S.Perf	Ref. Menor	Ref. May	B.Sec.	Presill	Material	Long.Ef.Vu	Coef C1	Vuelco
▼ 1 ▼	0 ▼	▼ 0 ▼	▼ 0 ▼	▼ 0 ▼	...	0x0x0 ...	1	0xl ...	Mater ▼	0	1	▼
▼ 1 ▼	0 ▼	▼ 0 ▼	▼ 0 ▼	▼ 0 ▼	...	0x0x0 ...	1	0xl ...	Mater ▼	0	1	▼
▼ 1 ▼	0 ▼	▼ 0 ▼	▼ 0 ▼	▼ 0 ▼	...	0x0x0 ...	1	0xl ...	Mater ▼	0	1	▼
▼ 1 ▼	0 ▼	▼ 0 ▼	▼ 0 ▼	▼ 0 ▼	...	0x0x0 ...	1	0xl ...	Mater ▼	0	1	▼
▼ 1 ▼	0 ▼	▼ 0 ▼	▼ 0 ▼	▼ 0 ▼	...	0x0x0 ...	1	0xl ...	Mater ▼	0	1	▼

Pantalla 5.2.4.1.b

Barra: Número de barra.

Menor: Nudo de menor numeración de la barra.

Mayor: Nudo de mayor numeración de la barra.

Anula: Se activa si se quiere anular la barra. Tiene utilidad cuando se genera una estructura por tipologías y luego debe prescindirse de alguna barra.

Enlaces extremos de barras: Activando la pestaña se elige el modelo de barra en lo que se refiere a sus extremos, pantalla 5.2.4.2.

Articulación	Clase	Autodime
Sin Articular ▼	C.Inf. ▼	☒
Sin Articular		
Art. Nudo Menor		
Art. Nudo Mayor		
Biarticulada		

Pantalla 5.2.4.2.

Como ya se ha dicho, en las barras aisladas que terminan en un apoyo articulado o en una deslizador el enlace de la barra en ese nudo es "Sin articular".

Clase de barra: Activando la pestaña se presenta un desplegable, pantalla 5.2.4.3, que corresponde a una clasificación de la barra para que el programa contemple la formulación adecuada para su comprobación.

1. *Pilar*. Se tiene en cuenta el pandeo.
2. *Viga*. No se tiene en cuenta el pandeo, salvo el vuelco lateral.
3. *Celosía*. Se tiene en cuenta el pandeo:
 - C. Alma
 - C. Superior
 - C. Inferior
4. Tirante. Corresponde a aquellas barras que solo pueden recibir esfuerzos de tracción y que si están comprimidas no reciben esfuerzo alguno

as	Nudos	Cargas	Barras	Combin
barr.	Clase	Autodime	T.	
Pilar	Pilar	☒	9.	
Pilar	Pilar	☒	9.	
Pilar	Pilar		12	
Viga	Viga		12	
C.Alma	C.Alma			
C.Sup.	C.Sup.			
C.Inf.	C.Inf.			
Tirante	Tirante			

Pantalla 5.2.4.3.

Autodimensión: Activando la pestaña el programa elige internamente la barra necesaria por resistencia y deformación según la NBE EA 95. Las barras seleccionadas deben comprobarse y ajustarse si es necesario a las exigencias del CTE.

T.S. : Tipo de sección elegido para cada barra. Activando la pestaña, pantalla 5.2.4.4, el programa incorpora los tipos de sección más usuales empleados en construcción metálica. (Figura 1.1.1.2a) y cualquier otra clase de perfil que haya introducido previamente el usuario editando la tabla correspondiente.

T. S.	Tamaño	Modelo
1. [] PN	180	Sec. Constant
2. [] PN		
3. [] PN		
4. [] PN		
5. [] PN		
6. [] PN		
7. [] PE		
8. [] PE		
9. [] HEB		
10. [] HEB		
11. [] IPN		
12. [] IPE		
13. [] HEB		
14. [] II PN		
15. [] II PE		

Pantalla 5.2.4.4

Tamaño: Permite seleccionar el tamaño del perfil asociado a la barra.

Modelo: Tipo de refuerzo en ambos extremos de la barra según figura 1.1.1.1. La primera descripción se refiere al tipo de refuerzo en el extremo de menor numeración de la barra y la segunda al de mayor numeración. Existen las siguientes tipologías de barras, véase pantalla 5.2.4.5:

- Sección constante.
- Platabanda-Nada.
- Cuchillo-Nada.
- Nada-Platabanda.
- Nada-Cuchillo.
- Platabanda-Platabanda.
- Platabanda-Cuchillo.
- Cuchillo-Platabanda.
- Cuchillo-Cuchillo.
- Sec.Var. Menor (el extremo de la barra de mayor sección, se sitúa en el nudo de menor numeración).
- Sec.Var. Mayor (el extremo de la barra de mayor sección, se sitúa en el nudo de mayor numeración).

Modelo	Grupo	CPz	CPy	Flecha	S.Perf	Ref.
Sec. Const	1	1	3	0	0	0x0
Sec. Constante						
Platabanda - Nada						
Cuchillo - Nada						
Nada - Platabanda						
Nada - Cuchillo						
Platabanda - Platabanda						
Platabanda - Cuchillo						
Cuchillo - Platabanda						
Cuchillo - Cuchillo						
Sec. Var. Menor						
Sec. Var. Mayor						

Pantalla 5.2.4.5

Si la barra es autodimensionada y el modelo de barra tiene uno o dos refuerzos en los extremos el programa los elige internamente.

Grupo: Número del agrupamiento de la barra, si se desea que dos o más barras resulten iguales por motivos constructivos. Un valor cero significa que no hay agrupamiento (la barra se selecciona exclusivamente por cálculo). Solamente se deben definir el grupo para aquellas barras que van a ser autodimensionadas. También puede ser útil tener agrupadas diferentes barras ya que las propiedades de una de ellas se pueden trasladar cómodamente a las restantes del mismo grupo.

Cp. Z (coeficiente de pandeo β_z en el plano de la estructura) : Coeficiente de pandeo β_z en el plano de la estructura. Activando la pestaña se representan algunos valores que corresponden a los coeficientes teóricos de la columna aislada, pantalla 5.2.4.6-a. Si se elige la opción ?, válida pa pórticos de naves industriales y pórticos ortogonales el programa elige internamente el coeficiente de pandeo en función de la translacionalidad del pórtico, véase la pantalla 5.2.1.1.

0	No hay pandeo o es viga
0.5	Biempotrado intranslacional
0.7	Empotrado-Articulado Translacional
1	Biarticulado e Intranslacional
1	Biempotrado Translacional
2	Empotrado Libre
?	Cálculo Interno (Sólo válido para pórticos ortogonales y pórticos a dos aguas con barras de sección constante)

Pantalla 5.2.4.6-a

Cp.Y (coeficiente de pandeo β_y en el plano perpendicular estructura): Ídem, β_y para plano perpendicular al de la estructura, pero sin que el programa admita la opción ?. Activando la pestaña se representan algunos valores que corresponden a los coeficientes teóricos de la columna aislada, pantalla 5.2.4.6-b.

CPy (Coef. P.	Flecha	S.Perf	Ref. Menor	Ref. May
0.5	0	0	0x0x0	0x0x0
0	No hay pandeo o es viga			
0.5	Biempotrado intranslacional			
0.7	Empotrado-Articulado Translacional			
1	Biarticulado e Intranslacional			
1	Biempotrado Translacional			
2	Empotrado Libre			

Pantalla 5.2.4.6.-b

% Flechas:

Se definen dos porcentajes de flechas verticales en el vano de la viga:

Flecha activa. El porcentaje se establece para la combinación característica más desfavorable

Flecha total: El porcentaje se establece para la combinación casi permanente más desfavorable

para introducir los porcentajes puede utilizarse un desplegable, pantalla 5.2.4.7.

Flecha activa	Flecha Total	S.P.
200	300	0
1/200	0	0
1/300	0	0
1/400	0	0
1/500	0	0
1/750	0	0
1/1000	0	0

Pantalla 5.2.4.7.

S.Perf: En el caso de perfiles compuestos, separación de éstos en mm. Esta disposición de los perfiles se puede usar solamente con la opción de predimensionar en la entrada general.

Estas separaciones son las siguientes:

- Para los perfiles enfrentados (por ejemplo tipos de sección 1 y 3 de la figura 1.1.1.2a): la distancia e entre bordes externos de almas. Si la sección es en cajón cerrado se dispone $e = 0$.
- Para los perfiles que son abiertos (por ejemplo tipos de sección 2 y 4 de la figura 1.1.1.2b): la distancia e entre bordes de alas.
- Para el resto (perfiles simétricos respecto a su eje y-y): la distancia entre los ejes y-y de los dos perfiles.

Ref. menor: Opción sólo válida para comprobar los refuerzos en el extremo de menor numeración de la barra. Indica las dimensiones del refuerzo en el nudo de menor numeración, figura 1.1.1.1, sus

dimensiones se introducen con ayuda del cuadro de la pantalla 5.2.4.8:

Largo = Longitud del refuerzo en el nudo menor en mm.

Ancho= Ancho de la platabanda de refuerzo en el nudo menor en mm, o altura del cuchillo de refuerzo en mm.

Espesor= Espesor del refuerzo en el nudo menor en mm.

Largo	Ancho	Espesor
0	0	0

Pantalla 5.2.4.8.

Ref. mayor: Idem, en el nudo de mayor numeración.

B.Sec. Variable Rel. Alt. Mayor/Alt. Menor: Válido sólo para las barras de sección variable, figura 1.1.1.1, tipo 3. Representa la relación entre las alturas de la sección en el nudo de mayor numeración y en el nudo de menor numeración

Presillas: las presillas se usan solamente con la NBE EA 95. En el caso de perfiles compuestos autodimensionados por el programa las presillas son elegidas internamente. Si el usuario define la barra compuesta las presillas deben ser definidas mediante la pantalla 5.2.4.9, en la que:

Largo = Longitud del refuerzo en el nudo menor en mm.

Ancho= Ancho de la platabanda de refuerzo en el nudo menor en mm.o altura del cuchillo de refuerzo en mm.

Espesor= Espesor del refuerzo en el nudo menor en mm.

Separación= Separación entre ejes de presillas en mm

Largo	Ancho	Espesor	Separación
0	0	0	0

Pantalla 5.2.4.9.

Calidad: Clase de acero de la barra. Por omisión se mantiene la clase elegida en la Ventana auxiliar de entrada de datos generales (véase "Material" en pantalla 5.2.2.2). El desplegable, pantalla 5.2.4.10,

permite seleccionar otras clases de acero diferentes, lo que permite que en la misma estructura se puedan combinar barras con diferentes calidades de acero.



Pantalla 5.2.4.10

Long. Ef. Vuelco (m): Longitud entre puntos de la barra arriostrados eficazmente al vuelco lateral, en m.

Coef. C1 Vuelco: Coeficiente que depende de la ley de momentos flectores y que es siempre superior a 1.

VENTANA AUXILIAR DE ENTRADA DE DATOS EN BARRAS

La ventana auxiliar se representa en la figura 5.2.4.11. Esta ventana tiene las utilidades siguientes:



Pantalla 5.2.4.11

Mostrar numeración de barras:



Pulsando sobre el icono se muestran los nudos con su numeración.



Zoom: aumenta o disminuye el tamaño de las coacciones.

Barras



Permite añadir nuevas barras de una en una. Para cada barra se definen sus nudos menor y mayor, bien alfanuméricamente, bien posicionando éstos sobre la pantalla gráfica. El nudo elegido será el más próximo al punto que se marque en la pantalla.



Borra la barra seleccionada así como todas las cargas que le hayan sido aplicadas.



Igualar Barras. Permite aplicar todas las características de una barra (A) elegida como barra patrón a una serie de barras (E).

Inicialmente se presenta la pantalla 5.2.4.12, en la que selecciona la barra patrón.

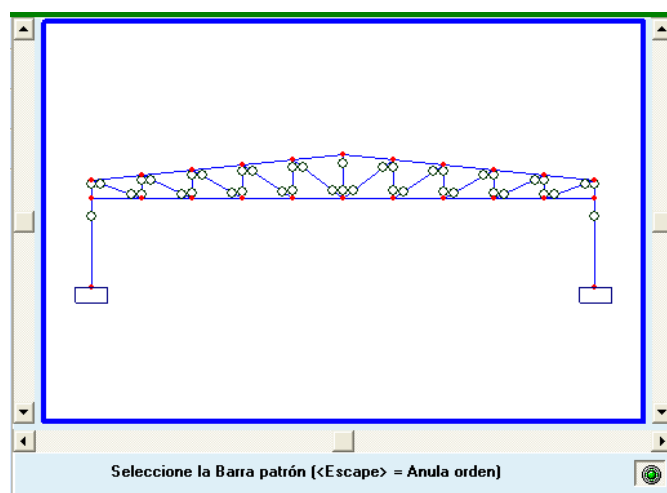
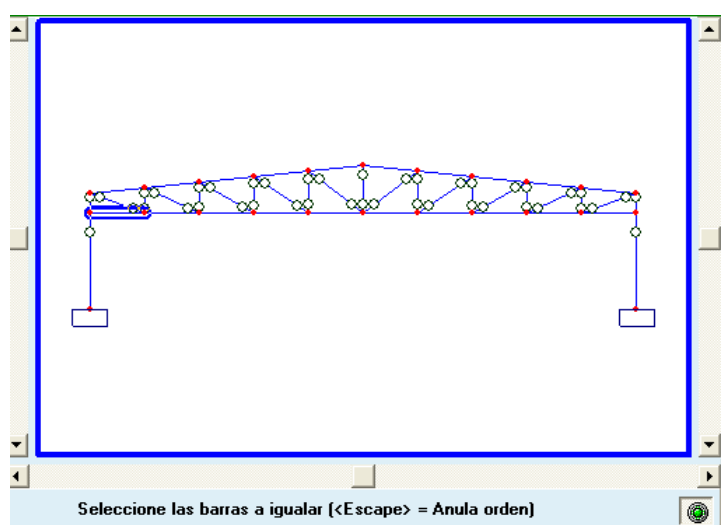
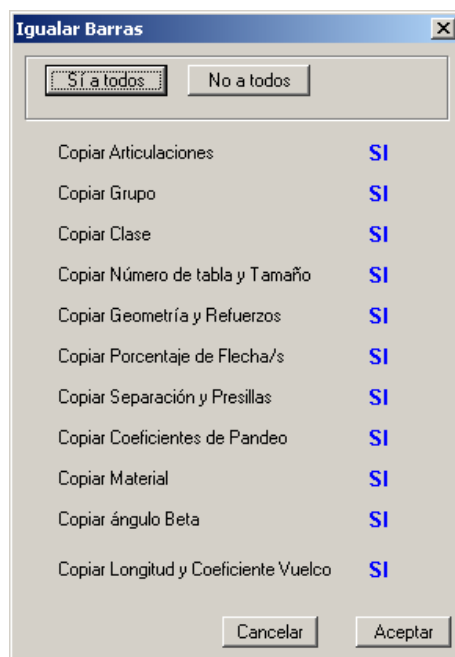


Figura 5.2.4.12.

A continuación y tal como muestra la pantalla 5.2.4.13, se pregunta por las barras a igualar. Tras la selección de las barras, se utiliza la pantalla 5.2.4.14 que permite definir que atributos se pretende igualar



Pantalla 5.2.4.13



Pantalla 5.2.4.14



Renumeración de barras. Permite desde la ventana gráfica cambiar el orden de numeración de un grupo de barras numeradas consecutivamente. Para ello en el cuadro de numeración de barras de la pantalla 5.2.4.15, se pinchan las barras en el nuevo orden que se les quiere asignar indicando el valor más bajo del número de barra. Dicha numeración sólo surtirá efecto si ésta es posible; es decir, no existen dos o más barras con un mismo número y la numeración del conjunto de éstas continúa siendo consecutiva

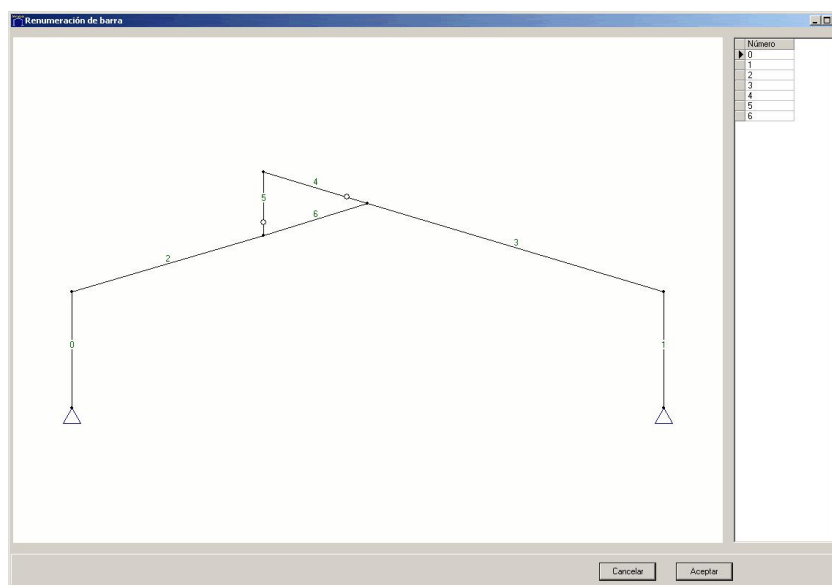


Figura 5.2.4.15



Barras fuera de norma. Activando este icono se visualizan en pantalla todas las barras de la estructura que no cumplen.



Mostrar/ocultar refuerzos de barras. Activando este icono se visualizan en pantalla todos los refuerzos de las barras



Mostrar/ocultar grupos constructivos de barras. Activando este icono se visualizan en pantalla los números de los grupos constructivos asignados a las barras.

5.2.5.- HIPÓTESIS DE CARGA

Este cuadro permite describir las diferentes hipótesis básicas de cálculo y la categoría de la Edificación, de acuerdo con el DB SE- AE del Código Técnico de la Edificación.

os	Barras	Hipótesis de carga	Cargas Nudos	Cargas Barras	Combinaciones / Pand
		Descripción	Categoría		
		▶ Permanente	▶ Permanente		
		▶ Permanente	Altitud < 1.000 m sobre el nivel del		
		▶ Sobrecarga uso	Cargas en edificación		
		Sobrecarga alternada 1			
		Sobrecarga alternada 2			
		Nieve			
		Viento Transversal A			
		Viento Transversal B			
		Viento Longitudinal			
		Puente Grúa			
		Sismo Transversal			
		Sismo Longitudinal			
		Temperatura			
		Mantenimiento			

Pantalla 5.2.5.1.a

Categoría
Permanente
—
Permanente
Categoría A: Sobrecarga de uso en Viviendas
Categoría B: Sobrecarga de uso en Oficinas
Categoría C: Sobrecarga de uso en Locales de Reunión
Categoría D: Sobrecarga de uso en Áreas Comerciales
Categoría E: Áreas de Almacenamiento
Categoría F: Área de tráfico de vehículos. Peso <= 30 kN.
Categoría G: Área de tráfico de vehículos. Peso > 30 kN y menor que 160 kN.
Categoría H: Cubiertas
Nieve : Altitud >= 1.000 m sobre el nivel del mar
Nieve : Altitud < 1.000 m sobre el nivel del mar
Viento: Cargas en edificación
Temperatura (no incendio) en edificación.
Mantenimiento

Pantalla 5.2.5.1.b

5.2.6.- DATOS DE CARGAS EN NUDOS

En este cuadro se definen las cargas aplicadas en los nudos.

General	Nudos	Barras	Hipótesis de carga	Cargas Nudos	Ca
	Nudo	Hipótesis	Comp. X	Comp. Y	Mz
	5	1	0.1	-2.00	0
	8	1	0.1	-2.00	0

Pantalla 5.2.6.1

ENCABEZAMIENTOS

Nudo: Número del nudo en el que se aplica la carga.

Hipótesis: Hipótesis básica asociada a la carga.

Comp. X : Componente de la carga según el eje general X, en *t* o en *Kn*.

Comp. Y : Componente de la carga según el eje general Y, en *t* o en *Kn*.

Mz: Momento en el nudo, en *t x m* o en *Kn x m*.

VENTANA AUXILIAR DE ENTRADA DE CARGAS EN NUDOS



Pantalla 5.2.6.2.

Hipótesis : indica la hipótesis básica a la que se refieren las cargas.



Mostrar/Ocultar hipótesis de carga



Aumenta en el esquema el tamaño de representación de las cargas en nudos.



Disminuye en el esquema el tamaño de representación de las cargas.



Mostrar cargas en nudos: permite representar gráficamente las cargas correspondientes a la hipótesis que figura en la pantalla de cargas.



Valores: muestra los los valores numéricos de las cargas en nudos representadas gráficamente.

Cargas :

Añadir: permite añadir nuevas cargas de una en una en la ventana de entrada de datos de carga en nudos.



Eliminar: permite eliminar cargas en los nudos de una en una.



Escalar cargas: permite modificar proporcionalmente los valores, de una o un grupo de cargas, definiendo el coeficiente de proporcionalidad por los procedimientos habituales. Inicialmente se seleccionan gráficamente los nudos cuyas cargas corresponden a la hipótesis de carga que figura en pantalla.

Este mismo comando permite anular las cargas que se deseen, aplicando un factor igual a cero.



Igualar cargas a una dada: aplica una carga elegida como modelo patrón a un nudo o un grupo de nudos.



Ordena: ordena el cuadro por hipótesis y dentro de éstas por numeración de nudos.



Escalar todas las cargas en nudos: permite modificar proporcionalmente los valores, de todas

las cargas de nudo definiendo el coeficiente de proporcionalidad por los procedimientos habituales.

5.2.7.- CARGAS DE BARRAS

5.2.7.1.- DATOS DE CARGAS EN BARRAS

En este cuadro se definen las cargas aplicadas en las barras, pantalla 5.2.7.1

General	Nudos	Barras	Hipótesis de carga	Cargas Nudos	Cargas Barras	Combinaciones	Zapatas	V. Cálculo	Esf. Transversales	Precios	Flechas	Viga Carril
Barra	...	Hipótesis	Ejes	Tipo	Intensidad (t)	Ángulo	Distancia	L.Ap.				
16	...	1	Eje Local	Uniforme	0,079	6,85	0	0				
16	...	1	Eje Local	Uniforme	0,079	6,85	0	0				
16	...	1	Eje Local	Uniforme	0,26	6,85	0	0				
16	...	1	Eje Local	Uniforme	0,079	6,85	0	0				
16	...	1	Eje Local	Uniforme	0,194	6,84	0	0				
16	...	1	Eje Local	Uniforme	0,079	6,85	0	0				
16	...	1	Eje Local	Uniforme	0,079	6,85	0	0				
17	...	1	Eje Local	Uniforme	0,079	6,83	0	0				
17	...	1	Eje Local	Uniforme	0,26	6,83	0	0				
17	...	1	Eje Local	Uniforme	0,079	6,83	0	0				
17	...	1	Eje Local	Uniforme	0,079	6,83	0	0				

Pantalla 5.2.7.1

Los tipos de carga que se admiten son los representados en la figura 5.2.7.a, pudiéndose considerar las cargas referidas a uno de los dos sistemas de ejes siguientes:

1) Ejes locales de barras.

Ángulo ϕ_1 con el eje local y del nudo de menor numeración i , de la barra. figura 5.2.7.a

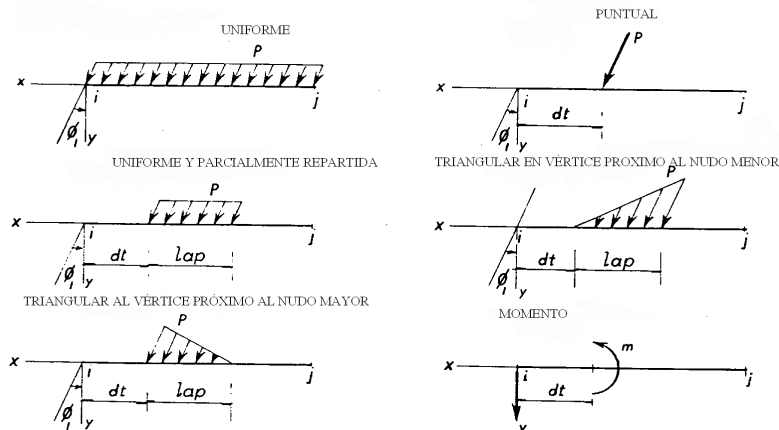
2) Ejes generales.

Ángulo ϕ_0 con el eje general, X , figura 5-2-7.b.

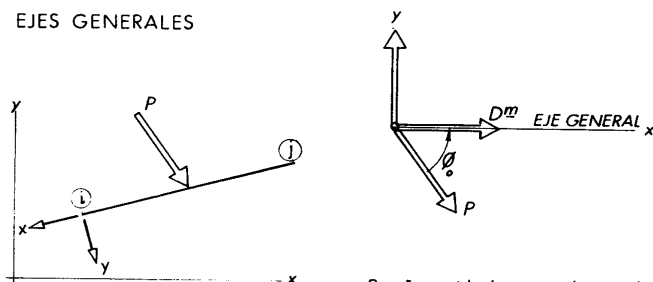
Estos ángulos se miden siempre del vector carga al eje de referencia en *sentido antihorario*.

En este cuadro se puede corregir, anular o añadir nuevas cargas.

a) EJES LOCALES



b) EJES GENERALES



- P : Intensidad en tn, tn/m. ó m/tn.
 ϕ : Angulo (grados sexagesimales) en ejes locales
 dt : Distancia al nudo de menor numeración en metros
 lap : Longitud de aplicación de la carga en metros
 m : Momento positivo siempre en el sentido antihorario.
 ϕ_0 : Angulo de aplicación de la carga, en ejes generales, (grados sexagesimales)

Figura 5.2.7.

ENCABEZAMIENTOS

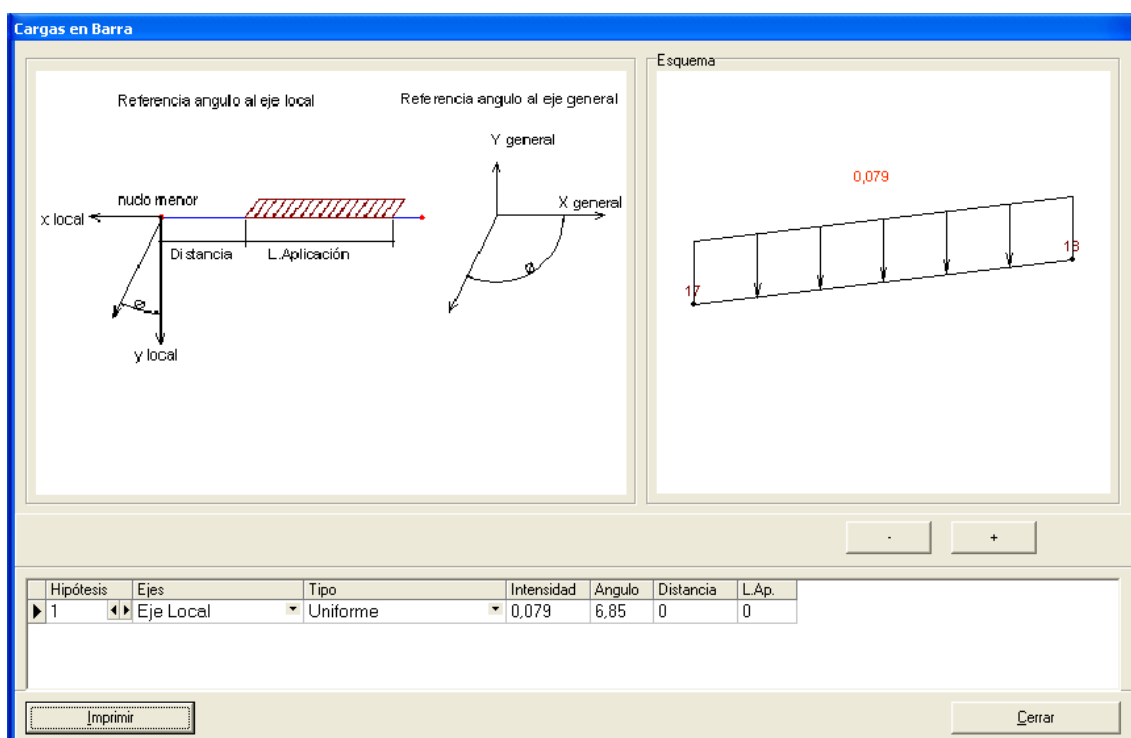
Barra : Número de la barra sobre la que se aplica la carga. Pulsando sobre los puntos suspensivos se muestra la pantalla 5.2.7.2 con la explicación gráfica de la introducción de cargas en barras.

Hipótesis: Número de la hipótesis básica, correspondiente a la carga.

Ejes : Eje de referencia de la carga:

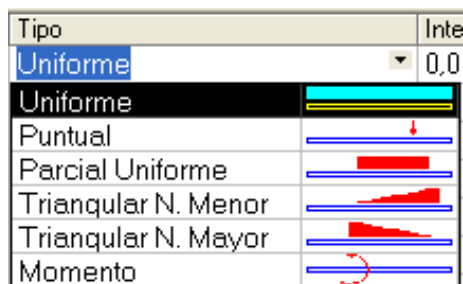
Hipótesis de carga	Cargas Nudos	Cargas Barras
Ejes	Tipo	
Eje Local	Carga Uniforme	
Eje Local	Eje General X	Carga Uniforme
Eje Local	Eje Local	Carga Uniforme

Pantalla 5.2.7.2



Pantalla 5.2.7.2

Tipo: Tipo de Carga (figura 5.2.7a) :



Pantalla 5.2.7.3

Intensidad: Intensidad de la carga, en el Sistema Técnico: tn, tn/m ó tnxm. o en el S.I.: kN, kN/m o kNxm.

Ángulo: Ángulo de la carga, en grados sexagesimales, con el eje de referencia (General -X- o local -y-), figura 5.2.7.

Distancia: Distancia del punto de iniciación de la carga al nudo de menor numeración, en metros.

L.Ap: Longitud de aplicación de la carga, en metros.

Estos cuadros no se debe incluir la carga debida a los pesos propios de las barras de la estructura si se ha seleccionado la opción "El programa incluye peso propio de la estructura", ya que éstos los calcula y asigna internamente el programa (veáse pantalla 5.2.2) tal y como se apuntó en el apartado 3.3, Ventana auxiliar de entrada de datos general.

VENTANA AUXILIAR DE ENTRADA DE CARGAS EN BARRAS



Pantalla 5.2.7.5



Pantalla 5.2.7.5

Hipótesis : Indica la hipótesis básica a la que se refieren las cargas.



Mostrar/Ocultar hipótesis de carga



Aumenta en el esquema el tamaño de representación de las cargas.



Disminuye en el esquema el tamaño de representación de las cargas.



Mostrar cargas en barras: permite representar gráficamente las cargas correspondientes a la hipótesis que figura en la pantalla de cargas.



Valores: muestra los valores numéricos de las cargas en barras representadas gráficamente.

Cargas :



Añadir: permite añadir nuevas cargas de una en una en la ventana de entrada de datos de carga

en barras.



Eliminar: permite eliminar cargas en las barras de una en una.



Escalar cargas en barras: Permite modificar proporcionalmente los valores, de una o de un grupo de cargas, definiendo el coeficiente de proporcionalidad por los procedimientos habituales. Inicialmente se seleccionan gráficamente las cargas afectadas por la modificación, en la hipótesis de carga que figura en la ventana de cargas.



Escalar todas las cargas en nudos: permite modificar proporcionalmente los valores, de todas las cargas de nudo definiendo el coeficiente de proporcionalidad por los procedimientos habituales.



Iguala C: Iguala cargas en barras. Aplica una carga que se elige como modelo, a otra carga o un grupo de cargas seleccionadas por los procedimientos habituales.



Ordena: Ordena las cargas que figuran en el cuadro primero por hipótesis y, a continuación, por numeración de barras.



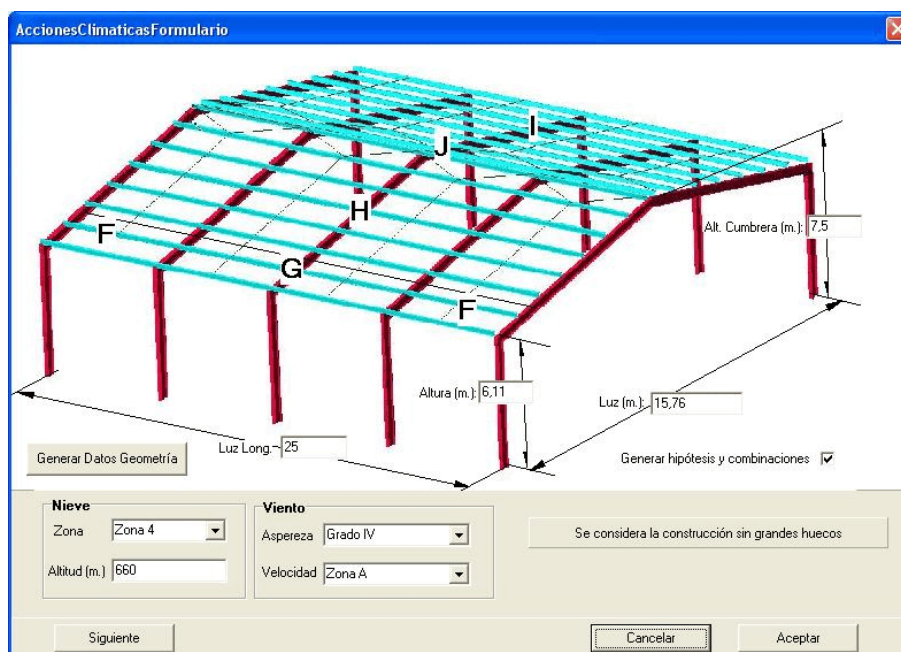
Temperatura: Pulsando este botón aparece la ventana que permite analizar el efecto que provoca en la estructura una variación uniforme de temperatura. Para ello se han de definir los datos que incluye la pantalla 5.2.7.6. Según el DB SE Acciones en la Edificación no todas las barras están sometidas a iguales variaciones de temperatura por lo que debe introducirse el valor mas desfavorable, pantalla 5.2.7.6.

Pantalla 5.2.7.6.

5.2.7.2.- GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE CARGAS DE NAVES y CÁLCULO DE CORREAS SEGÚN EL CTE

Pulsando el icono más arriba indicado se presenta la pantalla 5.2.7.7. en la que se definen las características geométricas del contorno de la nave y se precisan los datos para que el programa determine internamente las cargas que corresponden a la nieve (zona y altitud) y al viento (grado de

aspereza y velocidad) según el CTE. Para la generación de las cargas de viento se considera que no existen grandes huecos y en consecuencia no existen sobrepresiones interiores. De darse esta circunstancia el usuario deberá añadir por su cuenta estas cargas.



Pantalla 5.2.7.7

Pulsando el botón “siguiente” se presenta una pantalla como la 5.2.7.8-a. en la que se definen algunos datos necesarios para el cálculo de las correas y del pórtico:

Material: Se elige la clase de acero de la correa mediante un desplegable

Tipo de sección: Se refiere a la correa y se elige también con ayuda de un desplegable.

Flecha total: Se refiere también a las correas. Se selecciona un porcentaje del vano de la correa según el material utilizado para la cubierta. El cálculo se realiza para la combinación casi permanente

Flecha activa: Se refiere también a las correas. Se selecciona un porcentaje del vano de la correa. El cálculo se realiza para la combinación característica de las acciones variables.

Peso del material de cubierta: Se indica en Kp/m^2 de superficie del faldón de cubierta.

Posición pórtico: Puede elegirse:

Inicial o final

Tipo o intermedio

Con esta información se le indica al programa la superficie de contribución de cargas

Número de vanos: Información que permite realizar el cálculo de la correa como viga continua y estimar el incremento de carga que corresponde al primer pórtico tipo.

Generar datos de geometría: Pulsando este botón se introducen internamente los datos siguientes: luz del pórtico, altura de paredes y altura de cumbrera.

Generar hipótesis y combinaciones: Activando este control se generan automáticamente las hipótesis de cálculo indicadas en la pantalla 5.2.7.8-b.

Y el cuadro de combinaciones de hipótesis preparado para las hipótesis de carga más arriba indicadas para una nieve correspondiente a una altitud topográfica inferior a los 1000 metros véase la pantalla 5.8.2.1-b

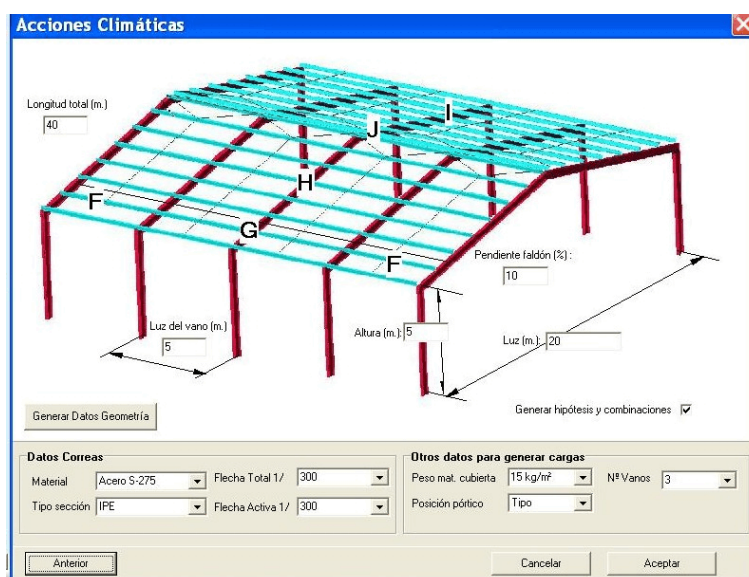


Figura 5.2.7.8.a

General	Nudos	Barras	Hipótesis de carga	Cargas Nudos	Cargas Barras	Combinaciones / Pandeo / Dinámico	Z
	Hipótesis	Descripción				Categoría	
	1	Viento Longitudinal				Permanente	
	2	Sobrecarga de mantenimiento				Categoría A: Sobrecarga de uso en Vivie	
	3	Nieve				Nieve : Altitud < 1.000 m sobre el nivel del	
	4	Viento Transversal A				Viento: Cargas en edificación	
	5	Viento Transversal B				Viento: Cargas en edificación	
	6	Viento Longitudinal				Viento: Cargas en edificación	

Pantalla 5.2.7.8-b

Pulsando el botón “aceptar” se presenta una pantalla como la 5.2.7.9. indicada a continuación en la que el programa ya he elegido internamente las cargas y pide confirmación a las mismas y requiere de algún dato para realizar el cálculo de las correas de manera interactiva con el usuario.

Datos de la Nave



Peso Material (kg/m ² /Cub)	15,00	Material Correa	Acero S-275	Tamaño	100
(*) Peso Mantenimiento (kg/m ² /p)	40,00	Tabla correa ó b x h (mm)	12 - IPE	I. Resistencia	0,49
(*) Peso Nieve (kg/m ² /ph)	56,00	Separación correas (cm.)	130	I. Fl. Total	0,20 (3 mm)
Mayor Presión (kg/m ² /Cub)	8,79	Posición (Vertical/Normal)	Normal	I. Fl. Activa	0,67 (11 mm)
Mayor succión (kg/m ² /Cub)	46,89	Número de Tirantillas / Puntales	Sujeta		
Carga concentrada mto. (t)	0,20				

* : Estos valores nominales se modifican internamente en función de la pendiente del faldón

[Imprimir pantalla] [Cancelar] [Generar cargas]

Pantalla 5.2.7.9.

Peso del material (kg/m²/cub): Se indica en Kg/m² de superficie del faldón de cubierta.

Peso Mantenimiento (kg/m²/ph): Se indica en Kp/m² de proyección horizontal. Esta carga es la indicada en DB-SE Acciones del CTE .Para cubiertas ligeras (menos de 100 kg/m² de peso) la carga nominal es de 40 Kp/m². Y para cubiertas pesadas la carga nominal es de 100 Kp/m². El programa internamente asigna en función de la pendiente del faldón ña carga que corresponde.

Peso Nieve (kg/m²/ph): Se indica en Kp/m² de proyección horizontal. Esta carga es elegida internamente por el programa corresponde en función de los datos suministrados anteriormente (altitud y zona)

Mayor presión (kg/m²/cub): Corresponde a la presión mayor del viento excluidos picos singulares próximos a las aristas del contorno de la nave. Con esta carga se realiza la comprobación de la correa acompañandola de las otras acciones variables (mantenimiento y nieve)

Mayor succión (kg/m²/cub): Corresponde a la succión mayor del viento excluidos picos singulares próximos a las aristas del contorno de la nave. Con esta carga multiplicada por 1,50, se realiza la comprobación de la correa acompañandola de la caga permanente multiplicada por 0,80.

Carga concentrada de mantenimiento: Puede tratase de 100 kp en cubiertas ligeras o de 200 Kp en cubiertas pesadas. Esta opción es incompatible con la carga de mantenimiento repartida uniformemente. El programa realiza internamente los cálculos y selecciona de las dos cargas de mantenimiento la que proporciona la opción más desfavorable.

Material de correa: Se ha definido anteriormente y puede ser modificado en este cuadro

Tipo de sección de la correa: Se ha definido anteriormente y también puede ser modificado en este cuadro

Separación de correas (cm): solicita la separación entre correas el plano de la cubierta.

Posición (vertical/normal): Vertical corresponde al alma del perfil perpendicular al plano horizontal y normal a la superficie de la cubierta. **Número de tirantillas/puntales:** Se refiere al número de tirantillas por vano obtenido directamente del desplegable.

Tamaño: activando el botón “ ” el programa elige dentro del mismo cuadro el perfil necesario para la correa de acuerdo con los datos suministrados. Si se quiere comprobar un perfil determinado indicado por el usuario a continuación se suministran en el mismo cuadro los resultados de cálculo en cuanto a resistencias y flechas:

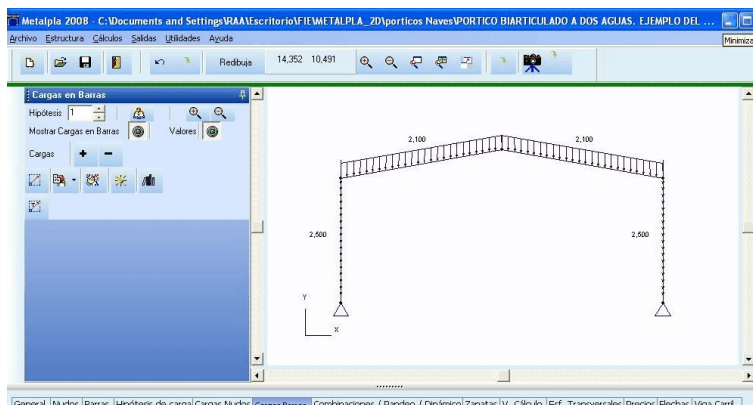
Índice Res. Corresponde al índice de agotamiento por plastificación expresado como la relación: $\sigma_{Sd}/f_y/Y_{MO}$ (σ_{Sd} , tensión de cálculo; f_y , límite elástico del acero; Y_{MO} , coeficiente parcial = 1,05). Un resultado en color rojo significa que el perfil no cumple.

Índice Fl. Tot. Corresponde a la relación entre la flecha total y la flecha total admisible. El número que figura entre paréntesis corresponde a la flecha total en la combinación casi permanente en mm. Un resultado en color rojo significa que el perfil no cumple.

Índice Fl. Act. Corresponde a la relación entre la flecha activa y la flecha activa admisible. El número que figura entre paréntesis corresponde a la flecha activa en la combinación característica debida a las acciones variables. Un resultado en color rojo significa que el perfil no cumple.

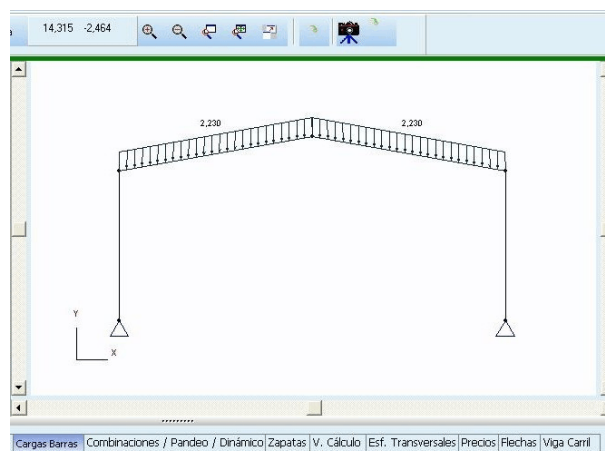
Pulsando el botón aceptar se generan directamente las cargas atribuidas a las barras del pórtico que se está calculando. Los resultados obtenidos en cuanto a cargas de barra son los siguientes:

Carga permanente: corresponde a la hipótesis de carga 1, pantalla 5.2.7.10.

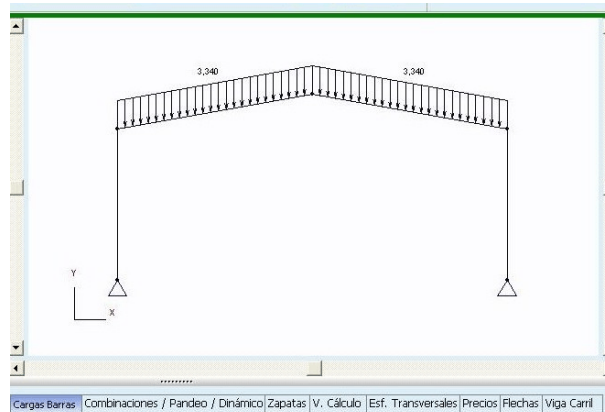


Pantalla 5.2.7.10.

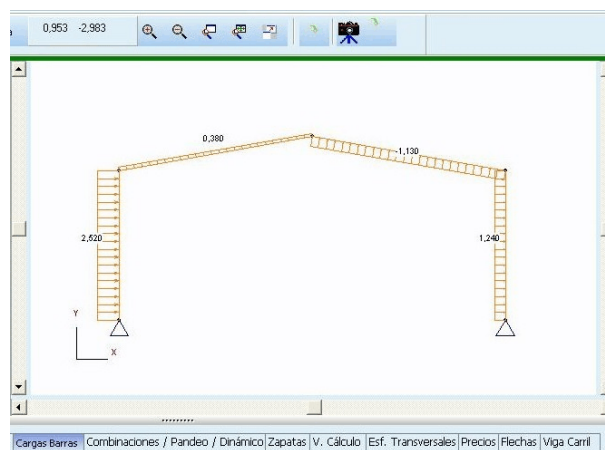
Carga de mantenimiento: corresponde a la hipótesis de carga 2, pantalla 5.2.7.11.

*Pantalla 5.2.7.11*

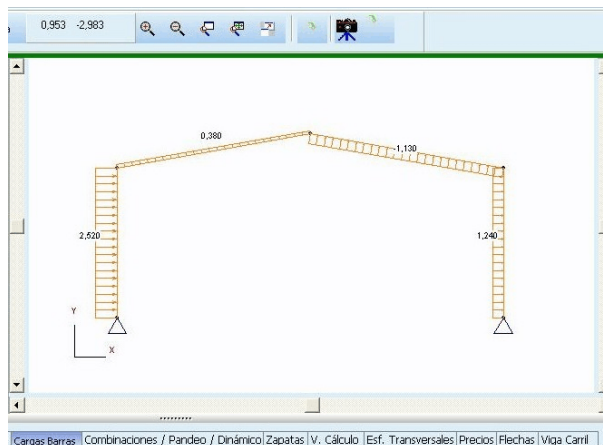
Carga de nieve: corresponde a la hipótesis de carga 3, pantalla 5.2.7.12.

*Pantalla 5.2.7.12.*

Carga de viento transversal A: corresponde a la hipótesis de carga 4, pantalla 5.2.7.13.

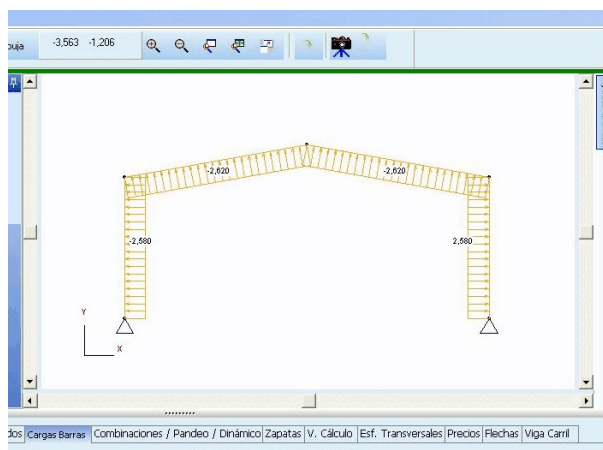
*Pantalla 5.2.7.13.*

Carga de viento transversal B: corresponde a la hipótesis de carga 5, pantalla 5.2.7.14.



Pantalla 5.2.7.14.

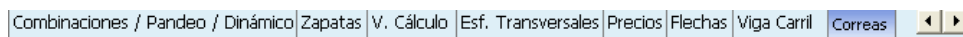
Carga de viento longitudinal: corresponde a la hipótesis de carga 6, pantalla 5.2.7.15.



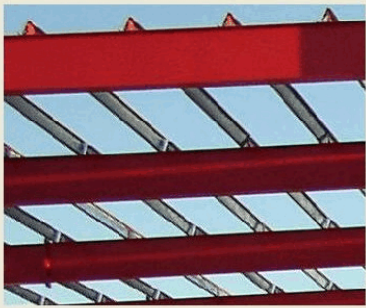
Pantalla 5.2.7.15.

5.2.7.3 CÁLCULO DE CORREAS SEGÚN EL CTE

Activando desde la barra principal “correas” se pasa directamente a una pantalla como la 5.2.7.16. En la que se puede rellenar los datos accede directamente al cálculo de la correa como se explicó en el apartado 5.2.7.2. La diferencia está en que en esta pantalla los datos de cargas no los ha generado el programa y los debe incluir el usuario. Además activando la pestaña “VER RESULTADOS” se imprimen los resultados del cálculo de la correa.



Datos de la Nave



► Peso Material (kg/m²/Cub)	15,00	Material Correa	Acero S-275	Tamaño	100
(*) Peso Mantenimiento (kg/m²/p)	40,00	Tabla correa ó b x h (mm)	12 - IPE	I. Resistencia	0,49
(*) Peso Nieve (kg/m²/ph)	56,00	Separación correas (cm.)	130	I. Fl. Total	0,20 (3 mm)
Mayor Presión (kg/m²/Cub)	8,79	Posición (Vertical/Normal)	Normal	I. Fl. Activa	0,67 (11 mm)
Mayor succión (kg/m²/Cub)	46,89	Número de Tirantillas / Punteles	Sujeta		
Carga concentrada mto. (t)	0,20				

* : Estos valores nominales se modifican internamente en función de la pendiente del faldón

[Imprimir pantalla] [Cancelar] [Ver Resultados]

Pantalla 5.2.7.16

CORREAS

CARGA PERMANENTE 15 kg/m²/Cubierta
 CARGA MANTENIMIENTO 40 kg/m²/Proy. horizontal
 CARGA NIEVE 60 kg/m²/Proy. horizontal
 VIENTO PRESION MAYOR 10 kg/m²/Cubierta
 VIENTO SUCCION MAYOR 40 kg/m²/Cubierta
 CARGA CONCENTRADA MANTENIMIENTO 0,1 t

MATERIAL CORREAS Acero S-275
 SECCION IPE 100
 PENDIENTE FALDON 10 %
 SEPARACION CORREAS 1 m.
 POSICION CORREAS NORMAL
 NUMERO TIRANTILLAS POR VANO SUJETA

LUZ DEL VANO 5 m.
 NUMERO DE VANOS CONTINUOS 3

Tension(1) = $36258,18 / 39,4 + 0 / 8,6 = 920,26 \text{ kp/cm}^2$
 indice = $(920,26 / (2750 / 1,05)) = 0,35$
 Este índice se corresponde con :Carga mantenimiento

Flecha total vano en combinación casi permanente = 2,75 mm. Admisible = 16,67 mm.

Flecha activa vano en combinación característica = 8,9 mm. Admisible = 16,67 mm.

Impresión de resultados de cálculo de la correa desde "Ver Resultados"

5.2.8.- COMBINACIONES DE HIPÓTESIS

Con este cuadro se definen los coeficientes de ponderación que afectan a las hipótesis básicas de carga y también, activando las ventanas correspondientes se seleccionan las combinaciones de hipótesis para las que se desea analizar el pandeo de la estructura y el cálculo de su primera frecuencia natural, de acuerdo con las explicaciones del anexo B.

General	Nudos	Barras	Hipótesis de carga	Cargas Nudos	Cargas Barras	Combinaciones / Pandeo / Dinámico	Za
Combinación	Permanente	Nieve	Viento	Pandeo	Dinámico		
1	1,35	1,5	0	☐	☐		
2	1,35	0	1,5	☐	☐		
3	1,35	1,5	1,05	☐	☐		
4	1,35	1,05	1,5	☐	☐		

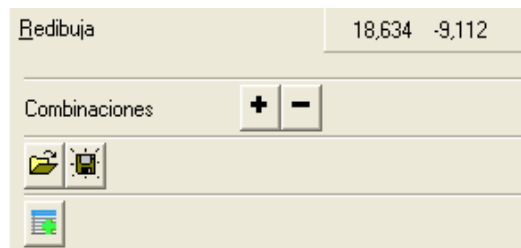
Pantalla 5.2.8.1-a.

Los valores de los coeficientes de ponderación que figuran en este cuadro, pantalla 5.2.8.1-a, corresponden a valores simplificados. Es conveniente adoptar como valor del coeficiente de ponderación de las acciones variables concomitantes el valor: $1,5 \cdot \psi_0$ (ψ_0 , coeficiente que depende de la categoría de la edificación). Estos valores se pueden obtener directamente si previamente han sido guardados utilizando el icono “guardar como...” leyéndose posteriormente pantalla 5.8.2.1-b

General	Nudos	Barras	Hipótesis de carga	Cargas Nudos	Cargas Barras	Combinaciones / P
Combinación	Viento Longi	Sobrecarga	Nieve	Viento Trans	Viento Trans	Viento Longi
1	1,35	1,5	0,75	0	0	0
2	1,35	1,5	0,75	0,9	0	0
3	1,35	1,5	0,75	0	0,9	0
4	1,35	1,5	0,75	0	0	0,9
5	1,35	0	1,5	0	0	0
6	1,35	0	1,5	0,9	0	0
7	1,35	0	1,5	0	0,9	0
8	1,35	0	1,5	0	0	0,9
9	1,35	0	0,75	1,5	0	0
10	1,35	0	0,75	0	1,5	0
11	1,35	0	0,75	0	0	1,5
12	0,8	0	0	0	0	1,5

Pantalla 5.8.2.1-b

VENTANA AUXILIAR DE LA ENTRADA DE COMBINACIÓN DE HIPÓTESIS



Pantalla 5.2.8.2

Combinaciones:



Añadir: permite añadir nuevas combinaciones de una en una.



Eliminar: permite eliminar combinaciones de una en una.



Abrir: permite abrir un fichero de combinaciones creadas anteriormente.



Guardar como: permite crear un fichero para guardar las combinaciones de hipótesis creadas, que pueden, posteriormente aplicarse a otras estructuras.



Genera automáticamente combinaciones de hipótesis. La generación que oferta el programa en la que se ofertan varias combinaciones de hipótesis con sus diferentes coeficientes de ponderación, obtenidos en base a la categoría de la edificación según las recomendaciones del CTE, es de carácter orientativo y debe ser analizada minuciosamente por el usuario y modificada pertinentemente si lo considera necesario

5.2.9.- ENTRADA DE DATOS DE ZAPATAS

Activando la pestaña ZAPATAS de la ventana principal se muestran los cuadros de las pantallas 5.2.9.1 donde se introducen los datos necesarios para el cálculo de zapatas y placas de anclaje.

General Nudos Barras Hipótesis de carga Cargas Nudos Cargas Barras Combinaciones Zapatas V. Cálculo Est. Transversales Precios Flechas Viga Caril																
Nudo	A/D/C	B.Pat.	Grupo	LY	LZ	Hx	H.Min	H.Tierra	Delta	LY/LZ m	C.Fachada	D.C.Fachada	Bpl.(mm.)	Hpl.(mm.)	E.p.	
34	Autodin	65	0	2,1	1,1	1	0	0,3	Centrada	2	0	0	4	6	2	
35	Autodin	66	0	2	1,1	1	0	0,3	Centrada	2	0	0	4	6	2	

Pantalla 5.2.9.1. (Continúa)

General	Nudos	Barras	Hipótesis de carga	Cargas Nudos	Cargas Barras	Combinaciones	Zapatas	V. Cálculo	Esf. Transversales	Precios	Flechas	Viga Caril			
Nudo	...	LY/LZ m	C.Fachada	D.C.Fachada	Bpl.(mm.)	Hpl.(mm.)	E.p.(mm.)	Nº.pl.	Op	L.Anc.P.	E.c.	Alt.c	Nº.t	Ot	L.Anc.t
▶ 34	...	2	0	0	4	6	2	2	2	8	1	1	1	2	4
35	...	2	0	0	4	6	2	2	2	8	1	1	1	2	4

Pantalla 5.2.9.1. (Fin)

ENCABEZAMIENTOS

Nudo: Hace referencia al número del nudo cuya zapata se desea estudiar.

... : Muestra la pantalla 5.2.9.2 que permite introducir directamente los siguientes datos de placa de anclaje y zapata:

- Dimensiones de la zapata (Hx, Lz, Ly).
- Número, diámetro y longitud de los redondos principales.
- Número, diámetro y longitud de los redondos transversales.
- Altura y espesor de la cartela.
- Largo, ancho y espesor de la placa base.
- Orientación de los ejes placa-pilar.

Datos de la Placa de Anclaje y Zapata

Redondos Principales

Número: 2
Diámetro: 2
Longitud: 8

Redondos transversales

Número: 1
Diámetro: 2
Longitud: 4

Cartela

Altura: 1
Espesor: 1

Placa base

Largo: 6
Ancho: 4
Espesor: 2

Ejes Placa Pilar

☒ Coinciden
☐ Girados 90

Armadura superior

Armadura inferior

Dimensiones de la zapata:

HX: 1,00
LZ: 1,10
LY: 2,10

Ejes de coordenadas:

X zapata
Y zapata
Z zapata

Botones:

Imprimir Cerrar

Pantalla 5.2.9.2

A/D/C.: Estas letras tienen según el desplegable que se incorpora los significados siguientes.

A: *Anula*. El programa omite el cálculo la zapata y placa de anclaje para el nudo seleccionado

D: *Autodimensiona*. El programa elige la zapata y placa de anclaje para el nudo seleccionado.

C: *Comprueba*. El programa comprueba la zapata y placa de anclaje elegidas por el usuario para el nudo seleccionado.

B. Pat: Indica el número de la barra patrón que el programa debe tomar como referencia, caso de existir una o más barras en el nudo seleccionado. Solamente es necesario este dato si existen dos o más barras en el nudo seleccionado

Grupo: Indica el número de grupo de zapatas y placas a las que se les va a asignar las mismas dimensiones, independientemente de los resultados de cálculo. De no ser así se dispone 0. Esta opción solamente se utiliza en el caso de autodimensionar.

LY: En la opción de *comprobar* representa el largo de la zapata en m. según el eje *yzapata*, véase pantalla 5.2.9.2. Si la estructura es plana esta dimensión corresponde al largo de la zapata en el plano de la estructura. Este valor solamente se considera en el cálculo si se elige la opción de *comprobar*

LZ: Idem, ancho de la zapata en m. Perpendicular a la dirección anterior, véase pantalla 5.2.9.2

HX: Idem, altura de la zapata en m.

H. mín: Representa la altura mínima de la zapata expresada en m. Esta opción solamente se utiliza en el caso de autodimensionar.

Ht (m): Representa la altura de tierras que se sitúan por encima de la zapata expresada en m.

Ejes Placa Pilar: Esta columna solamente se muestra en estructuras espaciales. Relaciona la posición de ejes de la barra patrón con los ejes de la placa. Hay dos opciones:

- *Coinciden* Tienen igual dirección eje fuerte de la placa (eje *zplaca*) y el eje *zzapata* de la barra patrón.
- *Girados* Son perpendiculares el eje fuerte de la placa (eje *zplaca*) y el eje *zzapata* de la barra patrón. Si la estructura es plana este ángulo es siempre cero y esta columna no existe.

LY/LZ máx: Si se utiliza la opción de *autodimensionar* representa la relación máxima entre el largo zapata (LY) y su ancho (LZ) (véase pantalla 5.2.9.2). Como el programa elige la zapata más económica, esta relación indica que las zapatas a tantear van a variar de relaciones $LY/LZ=0,8$ hasta el valor seleccionado. En la opción de *comprobar* este valor no se considera en el cálculo.

Delta : Distancia del eje de la placa al eje de la zapata al eje del pilar en m. figura 1-6. Debe elegirse con el signo correspondiente. En estructuras planas el signo (-) indica que el pilar se sitúa a la izquierda del centro de la zapata. Además en el desplegable aparecen las opciones siguientes:

- *Centrada*. El eje de la placa coincide con el eje del pilar.
- *Medianería Izquierda*. El pilar se sitúa en el extremo izquierdo de la zapata, si su eje coincide con el eje general X.
- *Medianería derecha*. El pilar se sitúa en el extremo derecho de la zapata, si su eje coincide con el eje general X.

Valor: Valor numérico en metros correspondiente al descentramiento del eje zapata respecto al eje del pilar en m, con su signo.

C. Fachada: Representa la carga que transmiten a la zapata los posibles cerramientos, vigas de atado, etc. Esta carga se expresa en tn. o kN referida a los ejes generales, por lo que en general es un valor negativo, ya que el signo se asocia, al igual que las cargas en nudos, al eje general Y.

D.C.Fachada (m): Representa el desplazamiento respecto al eje del pilar de la carga anterior (P_2), en metros, referido al eje *yzapata*.

Bpl.(mm): Ancho de la placa en dirección de su eje *zplaca* (eje fuerte), en mm.

Hpl.(mm): Largo de la placa en dirección de su eje *yplaca* en mm.

E.p.(mm): Espesor de la placa en, mm.

Nº r.pl.: Número de redondos principales de la placa de anclaje dispuestos en cada paramento.

Op(mm): Diámetro de los redondos principales de la placa de anclaje, en mm.

L.Anc.p.: Longitud del anclaje en el hormigón de los redondos principales de la placa, en mm.

E.c.: Espesor de la cartela en mm.

Alt.c: Altura de la cartela en mm. Altura de la cartela en mm.

Nº rt : Número de redondos intermedios transversales de la placa dispuestos en cada paramento en la dirección del eje *y/placa*.

Ot(mm): Diámetro de los redondos transversales de la placa, en mm.

L.Anc.t: Longitud del anclaje en el hormigón de los redondos transversales, en mm.

VENTANA AUXILIAR DE ENTRADA DE DATOS DE ZAPATAS

Pantalla 5.2.9.2

Zapatas :



Añadir : permite añadir nuevas zapatas. El nudo al que hace referencia la zapata puede seleccionarse gráficamente.



Eliminar: permite eliminar las zapatas seleccionadas.

5.2.10.- VALORES DE CÁLCULO

Pulsando la pestaña *V.Cálculo* de la ventana principal se presenta el cuadro que figura a continuación (pantalla 5.2.10.1) y en el que se recogen los datos necesarios para calcular su armadura o para verificar los resultados del cálculo. La resistencia característica del hormigón se utiliza también para la selección optimizada de las placas de anclaje.

General	Nudos	Barras	Hipótesis de carga	Cargas Nudos	Cargas Barras	Combinaciones / Pandeo / Dinámico	Zapatas	V. Cálculo	Es
Resistencia característica del hormigón (kp/cm²)						250			
Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón						1,6			
Límite elástico característico del acero (kp/cm²)						4000			
Coeficiente de minoración de la resistencia del acero						1,15			
Tensión admisible del terreno (kp/cm²)						2			
Coeficiente de rozamiento de cálculo zapata terreno (tan(Ød))						0,5			
Coeficiente de mayoración de las acciones						1,5			
Coeficiente de seguridad al vuelco						1,5			
Coeficiente de seguridad al deslizamiento						1,5			

Pantalla 5.2.10.1

VENTANA AUXILIAR DE ENTRADA DE VALORES DE CÁLCULO

Pantalla 5.2.10.2.



Abrir: permite abrir un fichero de valores de cálculo creado anteriormente.



Guardar como: permite crear un fichero para guardar los valores de cálculo introducidos.

5.2.11.- ESFUERZOS TRANSVERSALES

El efecto que provocan las cargas perpendiculares al plano de la estructura (por ejemplo, cargas de viento sobre los pilares de un hastial) se introduce a través de momentos transversales en los extremos de la barra y del esfuerzo axial que generan (por ejemplo, vigas contravientos). Para ello se ha preparado el cuadro que aparece en la pantalla 5.2.11.1.

General	Nudos	Barras	Hipótesis de carga	Cargas Nudos	Cargas Barras	Combinaciones	Zapatas	V. Cálculo	Esf. Transversales
		Barra	Hipótesis	Axil (t)	M.N.Menor (tm)	M.N.Mayor (tm)	Generar Momentos		
		0	1	◀▶ -1	0.5	0	...		
		1	1	◀▶ -1.5	1	0.6	...		

Pantalla 5.2.11.1

ENCABEZAMIENTOS

Barra: Número de la barra

Hipótesis: Hipótesis de cálculo en la que actúa el esfuerzo transversal

Axil: Esfuerzo axial en t o kN que actúa sobre la barra. Si el esfuerzo es de compresión debe ponerse el valor negativo.

M.N.Menor: Momento transversal - eje de giro según el eje débil de las sección (eje y-y) - en el extremo de menor numeración de la barra, en *txm*. o kNxm.

M.N.Mayor: Momento transversal en el extremo de mayor numeración de la barra, en *txm* o kNxm. El momento debe incorporar el signo correspondiente.



Generar momentos: calcula momentos considerando los datos de carga y anchura introducidos en la pantalla gráfica que aparece al marcar los puntos suspensivos (pantalla 5.2.11.2).

Generación de Momentos Transversales

Válido para pilares empotrados en cimentación en sentido transversal

Presión Local del Viento en Pared (t)

Ancho de Carga del Viento

Cancelar Aceptar

Pantalla 5.2.11.2

VENTANA AUXILIAR DE ENTRADA DE DATOS DE ESFUERZOS TRANSVERSALES

Pantalla 5.2.11.3



Mostrar/Ocultar hipótesis de carga.

Esf. Trans.:



Añadir : al pulsar este botón se incorpora una nueva línea al cuadro alfanumérico. Es posible seleccionar la barra gráficamente en el dibujo transmitiéndose automáticamente su número al cuadro.



Borrar : al pulsar este botón se borra la fila seleccionada.

5.2.12.- PRECIOS

Pulsando el botón *Precios* de la ventana principal se presenta el cuadro que figura a continuación (pantalla 5.2.12.1) y en el que se incluyen no sólo los precios que hacen referencia la cimentación, sino también los que afectan a la construcción metálica. Estos precios permiten, en el caso de autodimensionar, seleccionar la zapata más económica en precio.

General	Nudos	Barras	Hipótesis de carga	Cargas Nudos	Cargas Barras	Combinaciones	Zapatas	V. Cálculo	Esf. Transversales	Precios
Excavación (Euros/m³)				9,5						
Hormigón (Euros/m³)				90						
Acero Cimentación (Euros/kg.)				0,85						
Acero Estructura (Euros/kg.)				1,6						
Acero Correas (Euros/kg.)				1,6						
Acero Viga carril (Euros/kg.)"				2,4						

Pantalla 5.2.12.1

VENTANA AUXILIAR DE ENTRADA DE PRECIOS

Pantalla 5.2.12.2



Abrir: permite abrir un fichero de precios creado anteriormente.



Guardar como: permite crear un fichero para guardar los precios introducidos.

5.2.13.- FLECHAS

En determinadas construcciones no sólo se limitan las deformaciones de las vigas, sino también las deformaciones tanto horizontales como verticales de determinados nudos. Para ello se ha preparado la pantalla siguiente:

Cargas Nudos	Cargas Barras	Combinaciones / Pandeo / Dinámico	Zapatas	V. Cálculo	Esf. Transversales	Precios	Flechas
Nudo	Desp. Total (mm.)	Desp.Variable (mm.)	Dirección	N.Ref. i	N.Ref. j	Barra	
3	80	64	Y	2	4	2	
3	80	64	Y	2	4	3	
2	33	25	X	0	0	0	

Pantalla 5.2.13.1

ENCABEZAMIENTOS

Nudo: Número del nudo al que se limita la flecha.

Desp. Total(m): Desplazamiento máximo admisible del nudo, en mm, en la combinación casi permanente.

Desp. Variable (m): Desplazamiento activo máximo admisible del nudo, en mm, en la combinación característica.

Dirección: Dirección del desplazamiento limitado según ejes generales: X ó Y.

Nº Ref.i: Nudo de menor numeración con respecto al cual se limita la flecha.

Nº Ref.j: Nudo de mayor numeración con respecto al cual se limita la flecha.

Barra: Barra que afecta a la deformación limitada. Con más de una barra se repite la misma línea modificando el número de barra.

VENTANA AUXILIAR DE ENTRADA DE DATOS DE FLECHAS EN LOS NUDOS



Añadir : Al pulsar este botón se incorpora una nueva línea al cuadro alfanumérico.



Borrar : Al pulsar este botón se borra la fila seleccionada.

5.2.14.- VIGA CARRIL

En el caso de existir viga carril, la siguiente pantalla permite introducir los datos necesarios para realizar los cálculos.

General	Nudos	Barras	Hipótesis de carga	Cargas Nudos	Cargas Barras	Combinaciones	Zapatas	V. Cálculo	Esf. Transversales	Precios	Flechas	Viga Carril
Luz (m.)	30		Potencia (tn.)	1								
Pilar Izquierdo	8		Distancia (m.)	0					Descentramiento (cm.)	30		
Pilar Derecho	8		Distancia (m.)	0					Descentramiento (cm.)	-30		
Grúas Puente	Birrail		Sección de la viga carril	HEB					Calidad	Acero A-44		
Coefficiente Impacto	1,25		Coefficiente Empuje transversal	0,1					Porcentaje flecha	7		
Carga mayor en ruedas (tn.)	2,25		Carga menor en ruedas (tn.)	1,5					Separación de ruedas (m.)	4		

Pantalla 5.2.14.1

Los textos de esta pantalla tienen los significados siguientes:

Luz(m): Luz del Puente-Grúa, en metros.

Potencia (t): Potencia del Puente-Grúa, en toneladas o KN.

Pilar izquierdo: Número del pilar izquierdo sobre el que descansa la viga-carril.

Distancia (m): Distancia del nudo de menor numeración del pilar izquierdo al punto de aplicación de la carga transmitida por la viga-carril, en metros.

Descentramiento (cm): Descentramiento de la viga carril respecto al eje del pilar izquierdo, en centímetros, sin omitir el signo respecto al eje general X.

Pilar derecho: Número del pilar derecho sobre el que descansa la viga-carril.

Distancia (m): Distancia del nudo de menor numeración del pilar derecho al punto de aplicación de la carga transmitida por la viga-carril, en metros.

Descentramiento (cm): Descentramiento de la viga carril respecto al eje del pilar derecho, en centímetros, sin omitir el signo respecto al eje general X.

Grúas-Puente: Fabricación del Puente-grúa con una o dos vigas-puente, figura 5.2.14.1.

Según estas dos disposiciones las limitaciones que maneja el programa internamente para la generación de las cargas, son:

- a) Monorraíl : Potencia menor que 6 toneladas y luz menor que 20 metros.
- b) Birraíl : Potencia menor que 20 toneladas y luz menor que 30 metros.

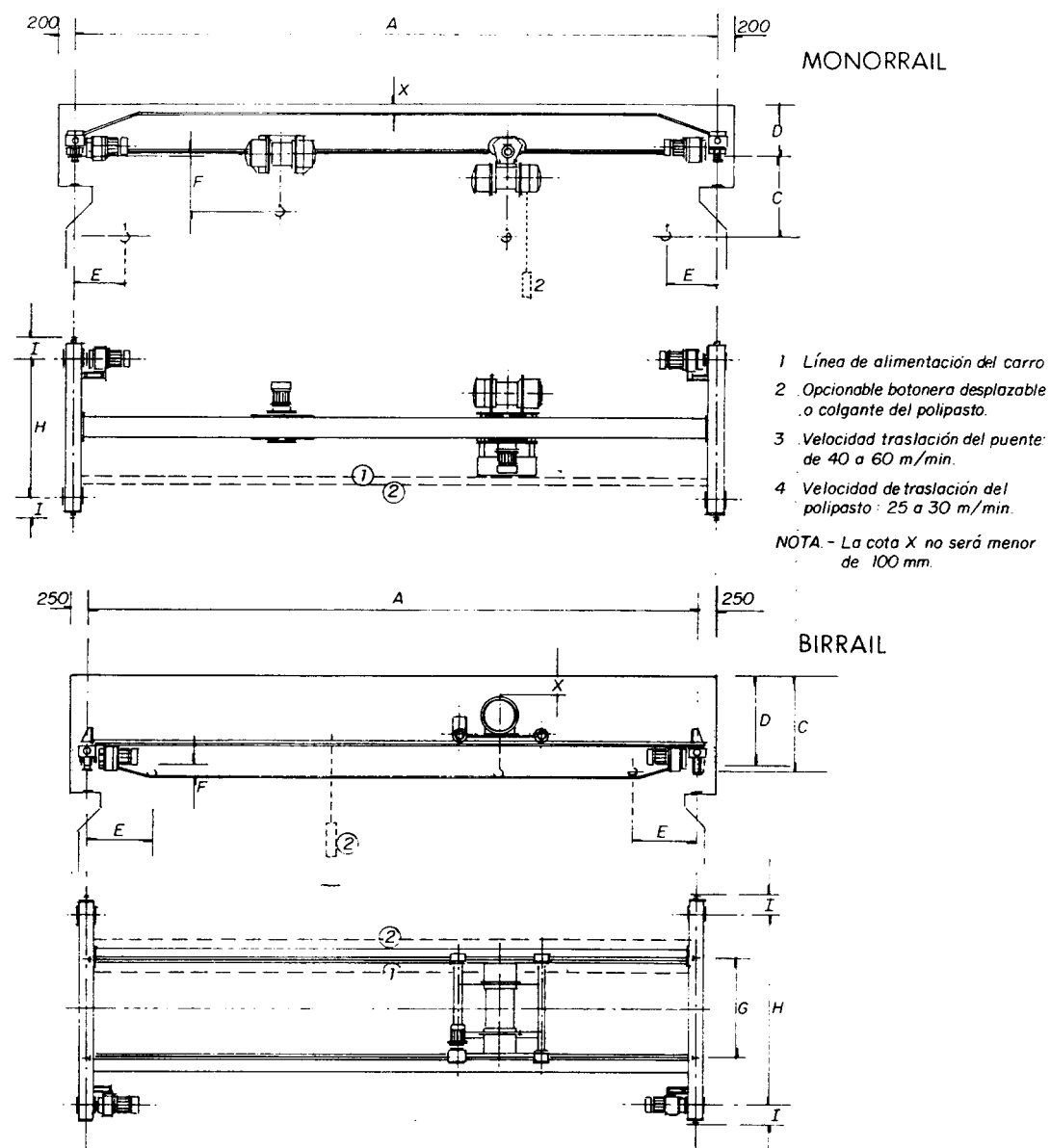
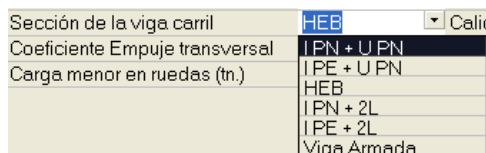


Figura 5.2.14.1

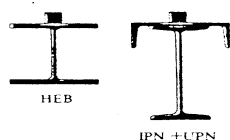
Sección de la viga carril:

Mediante un menú desplegable (pantalla 5.2.14.2) se selecciona el tipo de sección, figura 5.2.14.2.

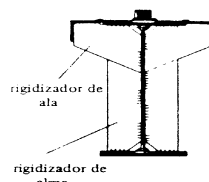


Pantalla 5.2.14.2

a) PERFIL SIMPLE



c) VIGA ARMADA



b) SECCION COMPUESTA DE PERFILES LAMINADOS

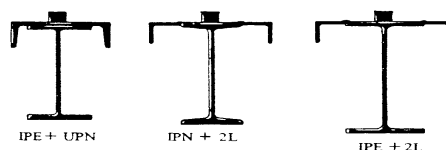


Figura 5.2.14.2

Calidad: Descripción de la clase de acero empleado para la fabricación de la viga carril

Coefficiente de impacto: Se elige internamente. Por omisión el recomendado por la EM-62 = 1.25.

Coefficiente de empuje transversal: Se elige internamente. Por omisión el recomendado por la EM-62 = 0,10.

Porcentaje de flecha admisible: Expresada en % de la separación entre pórticos.

Carga mayor en ruedas (t): Define las acciones máximas por rueda en el lado más cargado. Este valor lo selecciona internamente el programa con las limitaciones indicadas en el apartado 5.2.14.

Carga menor en ruedas (t): Define las acciones mínimas por rueda en el lado más descargado. Este valor lo selecciona internamente el programa con las limitaciones indicadas en el apartado 5.2.14.

Separación de ruedas (m): Distancia entre ruedas del testero de la viga puente. Este valor lo selecciona internamente el programa con las limitaciones indicadas en el encabezamiento grúas-puente, apartado 5.2.14.

De excederse las limitaciones dadas anteriormente, para los límites de potencia del puente grúa según sea monorraíl o birraíl, las cargas a resistir por la viga carril han de ser estimadas por el usuario.

Aceptados o modificados por el usuario los valores que figuran en la pantalla 5.2.14.1 el programa calcula internamente las reacciones máximas que se presentan en el primer apoyo. Estas reacciones aparecen posteriormente en la ventana de CARGAS DE BARRAS.

CRITERIOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LAS SECCIONES DE LAS VIGAS CARRIL

El cálculo para cada uno de los tipos de sección indicados en la figura 5.2.14.1, selecciona aquellos perfiles que, cumpliendo las limitaciones de resistencia y flecha, proporcionan el peso mínimo.

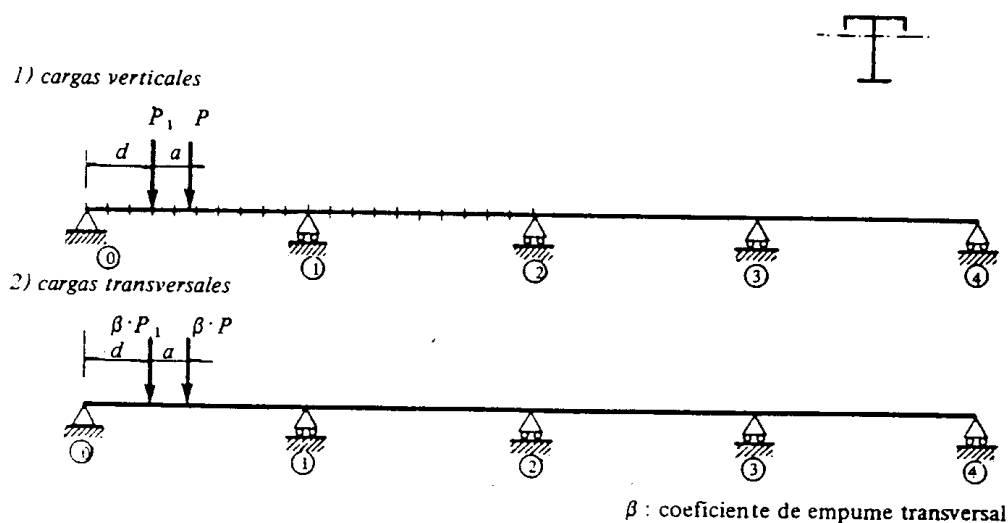


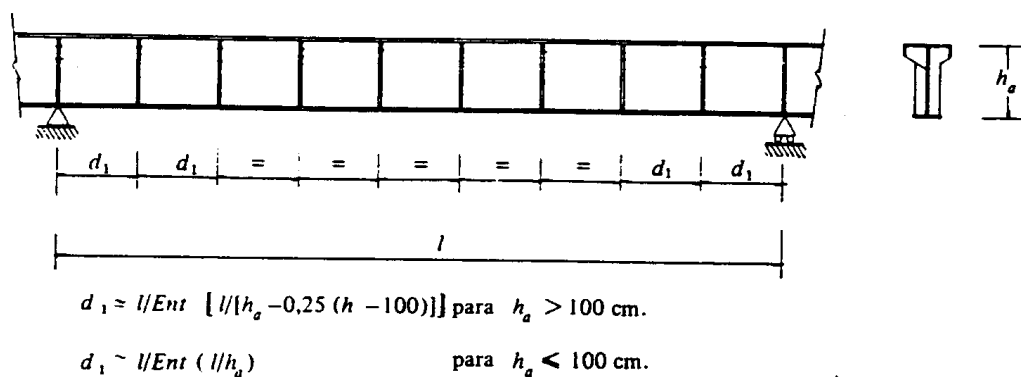
Figura 5.2.14.3

La viga carril se calcula teniendo en cuenta tanto las cargas verticales como para los empujes transversales, como viga continua, figura 5.2.14.3. Para ello se divide cada vano en diez tramos de igual longitud. Cada una de las secciones definidas en la discretización del primer vano se comprueba para todas las posibles posiciones del tren de cargas, para las exigencias siguientes:

- 1) En el borde de las alas no se rebasa la tensión límite. La comprobación de las tensiones se efectúa de acuerdo con la instrucción EM-62, para el Estado de Cargas I.
- 2) En la zona de enlace: alma-alas, la tensión virtual de cálculo resulta también admisible para el Estado de Cargas I de la instrucción EM-62.
Tensión virtual de cálculo = $\sqrt{(\sigma^2 + 3\tau^2)}$
- 3) Incorporando los efectos del empuje transversal del puente-grúa no se rebasan tampoco las tensiones admisibles correspondientes al Estado de Cargas II de la instrucción EM-62; ni se producen fenómenos de inestabilidad lateral.
- 4) Para las vigas armadas se realiza el estudio de la abolladura del alma de la viga de acuerdo con la NBE EA-95, adaptándose si se disponen rigidizadoras, la distribución representada en la figura 5.2.14.3.
- 5) El momento de inercia seleccionada para la viga es tal que la viga cumple la limitación de flecha previamente indicada.

Para el tipo de sección de viga carril seleccionado previamente en cuadros anteriores, figura 5.2.14.2, el programa elige la sección de peso mínimo.

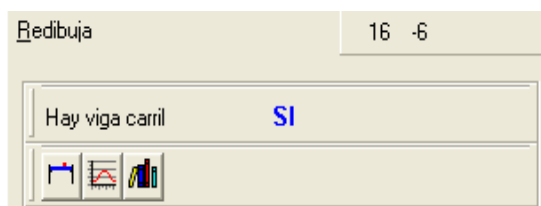
Si se elige el tipo de sección c, figura 5.2.14.2, que corresponde a una viga armada, se disponen rigidizadores con las separaciones que se indican en la figura 5.2.14.4.



DISTRIBUCION DE RIGIDIZADORES EN VIGAS CARRIL ARMADAS

Figura 5.2.14.4

VENTANA AUXILIAR DE ENTRADA DE DATOS EN VIGAS CARRIL



Pantalla 5.2.14.3



Editar viga carril: permite añadir los datos de la viga carril directamente con la ayuda de un gráfico, tal y como se muestra en la pantalla 5.2.14.4.



Generar cargas en ruedas: Genera las cargas en las ruedas del puente grúa



Aplicar cargas: Genera las cargas transmitidas por la viga carril a los pilares que la sustentan

Viga Carril

Luz del Puente: 30.00

Separación entre pórticos: 6.00

1/Flecha admisible: 7

Distancia nudo menor i (m.): 0.00

Distancia nudo mayor j (m.): 0.00

Descentramiento i (cm.): 30

Descentramiento j (cm.): -30

Potencia: 1.00

Tipo: ☐ Monorrail ☒ Birrail

Sección: HEB

Material: Acero A-44

Coefficientes: Impacto 1.25, Empuje Transversal 0.10

Generar Cargas

Carga Menor: 1.50

Carga Mayor: 2.25

Distancia entre ruedas: 4.00

Alzado

Planta

Imprimir

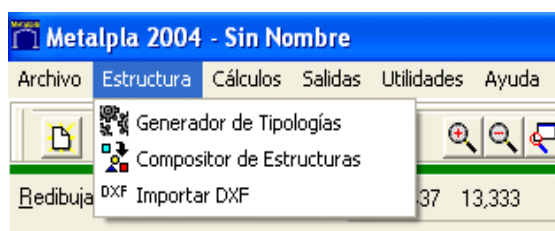
Cerrar

Pantalla 5.2.14.4

5.3.- OTRAS ENTRADAS DE DATOS

En el apartado anterior se describió la entrada de datos general que permite el programa.

En el menú desplegable **Estructura** se han desarrollado otras entradas complementarias que permiten generar rápida y cómodamente la geometría de la estructuras.

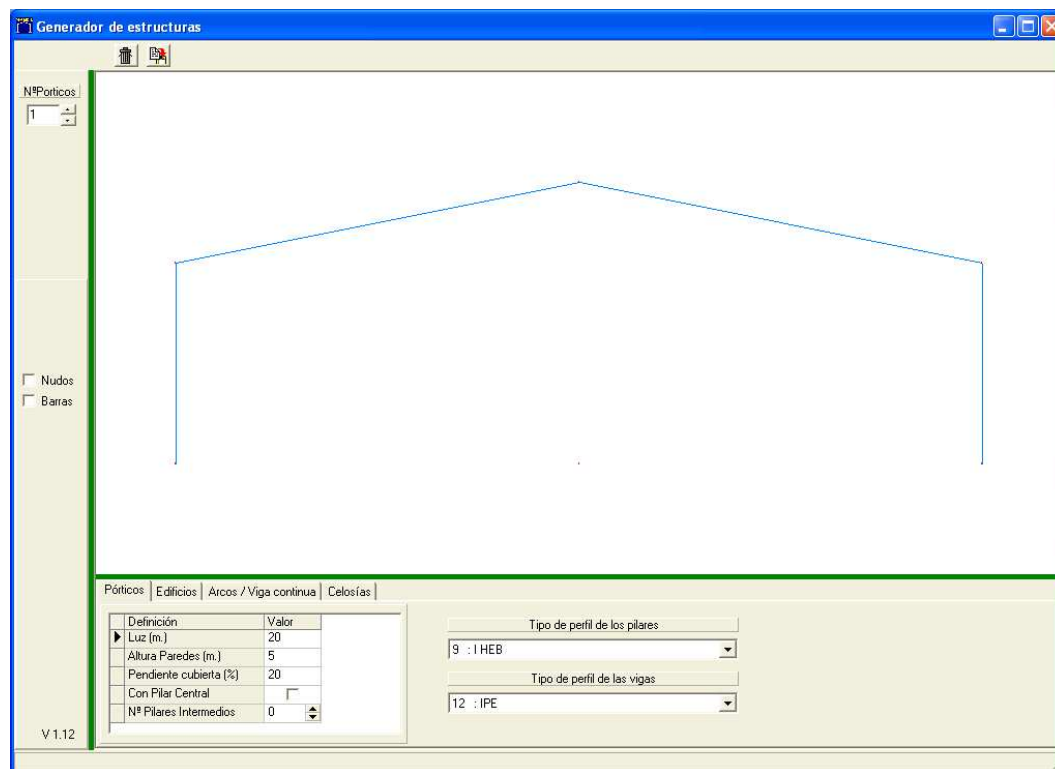


Pantalla 5.3.1

- Generador de tipologías
- Compositor de Estructuras
- Importar DXF

En los apartados siguientes se describen estas entradas.

5.3.1.- GENERADOR DE TIPOLOGÍAS

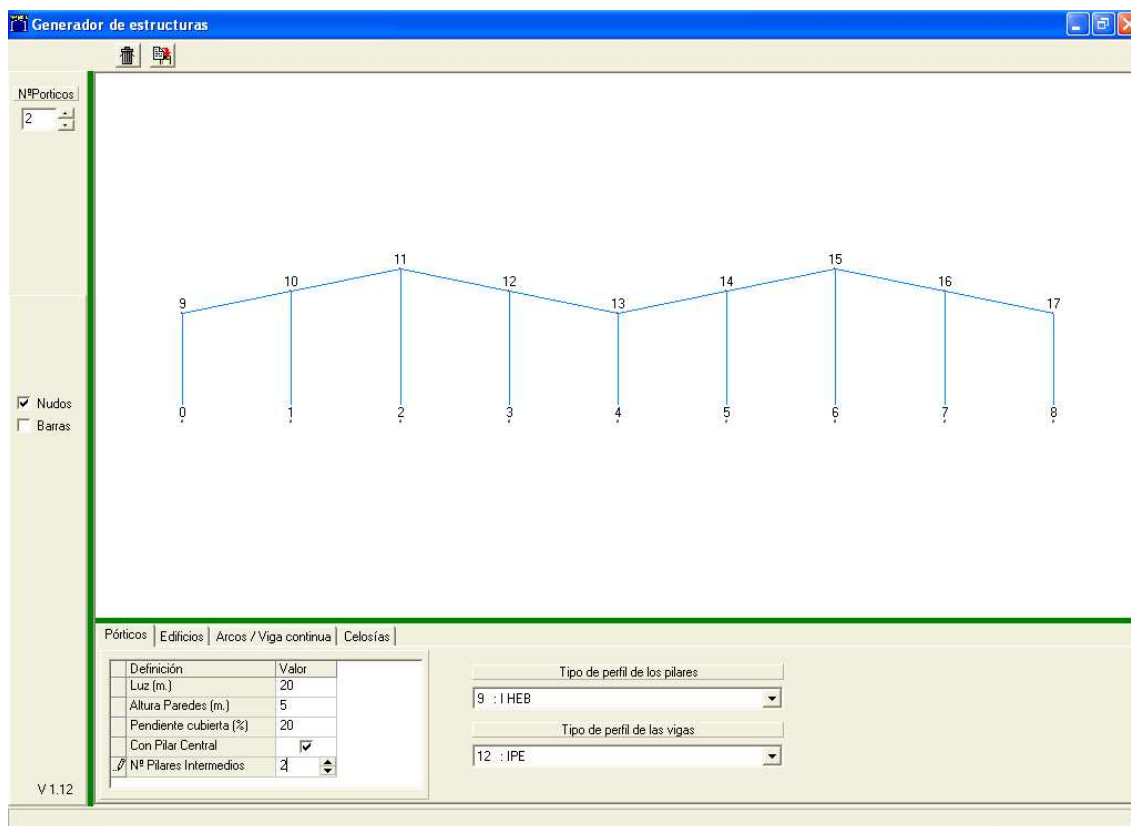


Pantalla 5.3.1.1

La opción **Generador de Tipologías** define con gran sencillez los datos referentes a: Coordenadas y características de nudos, numeración de barras, tipos de sección, etc. Se facilita la generación automática de Pórticos, Edificios, Arcos / Viga continua y Celosías. Al elegir dicha opción aparece la pantalla 5.3.1.1.

5.3.1.1.- ENTRADA POR PÓRTICOS

Para generar la introducción automatizada de pórticos se utiliza la pantalla 5.3.1.1.1



Pantalla 5.3.1.1.1

ACLARACIÓN DE LOS TEXTOS.

Nº Pórticos: Número de pórticos de la estructura.

Al modificarse estos valores, automáticamente aparecen en pantalla el número de vanos indicado en los datos.

Rejillas

Luz(m): Asociado a la Luz del vano. Se debe indicar el valor en metros.

Altura Paredes(m): Asociado al número de la altura de las paredes laterales. Se debe indicar su longitud en metros.

Pendiente Cubierta (%): Asociado al número que corresponde a la pendiente de los faldones de cubierta.

Con Pilar Central: El programa añade automáticamente una barra en el centro de los pórticos.

Nº de Pilares Intermedios: Asociado al número de pilares que se introducen en cada semivano. Se debe indicar un número par de pilares.

Desplegables

Tipo de perfil de los pilares: Permite elegir el tipo de sección para todos los pilares. Los pilares que sean de diferente tipo deberán modificarse en la ENTRADA GENERAL.

Tipo de perfil de las vigas: Permite elegir el tipo de sección para todas las vigas. Las vigas que sean de diferente tipo deberán modificarse en la ENTRADA GENERAL.

Check boxes

Nudos: activándolo muestra la numeración de los nudos en pantalla.

Barras: activándolo muestra la numeración de las barras en pantalla.

Iconos



Nudos: Se guardan los cambios y se vuelve al programa.



Cancelar: Se cancela la edición de Tipologías.

Por tratarse de un sistema autonumerado el programa asocia inicialmente a los nudos que forman la línea de cimentación un tipo de coacción (*empotramiento*). Tipo que, como acaba de indicarse, puede modificarse posteriormente por el usuario en la ENTRADA GENERAL.

5.3.1.2.- ENTRADA POR EDIFICIOS

El programa permite generar automáticamente una retícula ortogonal, pantalla 5.3.1.2.1.

La numeración de nudos y barras se efectúa automáticamente dentro del programa según el criterio ya expuesto, que consiste para los nudos en numerar correlativamente los que pertenecen al mismo dintel comenzando por el inferior izquierdo al que se le asigna el número 0 y de abajo hacia arriba; y para las barras, en numerar primero las columnas de izquierda a derecha y de abajo a arriba, y después las vigas con el mismo criterio. Las barras de la celosía, si existen, se numeran al final, sin aplicar ninguna secuencia.

El programa muestra una interfaz con los siguientes elementos:

- Barra de título:** Generador de estructuras
- Botones de control:** Iconos de guardar y cancelar.
- Parámetros de configuración:**
 - NºVanos: 3
 - NºAlturas: 3
 - Pórticos: 1
 - ☐ Nudos
 - ☐ Barras
- Diagrama de retícula:** Una estructura ortogonal de 3 vanos y 3 alturas con nudos numerados del 0 al 12.
- pestañas de selección:** Pórticos, Edificios, Arcos / Viga continua, Celosías.
- Tablas de datos:**

Vano	l (m.)
1	5
2	5
3	5

Altura	l (m.)
1	3
2	3
3	3

Distancia	l (m.)
- Selección de perfiles:**
 - Tipo de perfil de los pilares: 9 : I HEB
 - Tipo de perfil de las vigas: 12 : IPE
- Versiones:** V 1.14

Pantalla 5.3.1.2.1

Para generar la retícula se utiliza la pantalla 5.3.1.2.1

ACLARACIÓN DE LOS TEXTOS.

Vanos: Número de vanos de la estructura.

Alturas: Número de alturas de la estructura.

Al modificarse estos valores, automáticamente aparecen en las rejillas de vanos y alturas tantas filas como las indicadas para cada uno de estos datos.

Rejillas

Vano: Asociado al número del vano se debe indicar su luz en metros.

Altura: Asociado al número de la altura se debe indicar su longitud en metros.

Desplegables

Tipo de perfil de los pilares: Permite elegir el tipo de sección para todos los pilares. Los pilares que sean de diferente tipo deberán modificarse en ENTRADA GENERAL.

Tipo de perfil de las vigas: Permite elegir el tipo de sección para todas las vigas. Las vigas que sean de diferente tipo deberán modificarse en ENTRADA GENERAL.

Check boxes

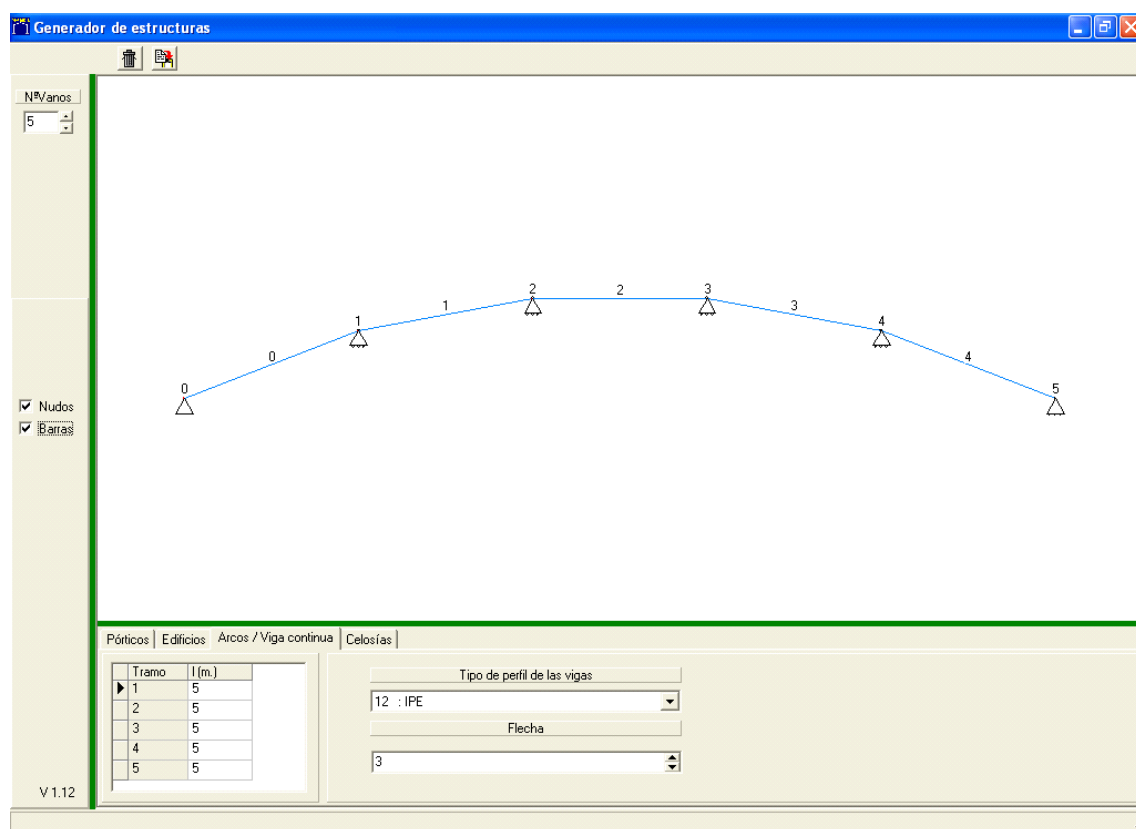
Nudos: activándolo muestra la numeración de los nudos en pantalla.

Barras: activándolo muestra la numeración de las barras en pantalla.

Por tratarse de un sistema autonumerado el programa asocia inicialmente a los nudos que forman la línea de cimentación un tipo de coacción *empotramiento*. Tipo que, como acaba de indicarse, puede modificarse posteriormente por el usuario en ENTRADA GENERAL.

5.3.1.3.- ENTRADA POR ARCOS/VIGA CONTINUA

Al activar la pestaña Arcos/Viga continua se muestra por defecto la pantalla 5.3.1.3.1



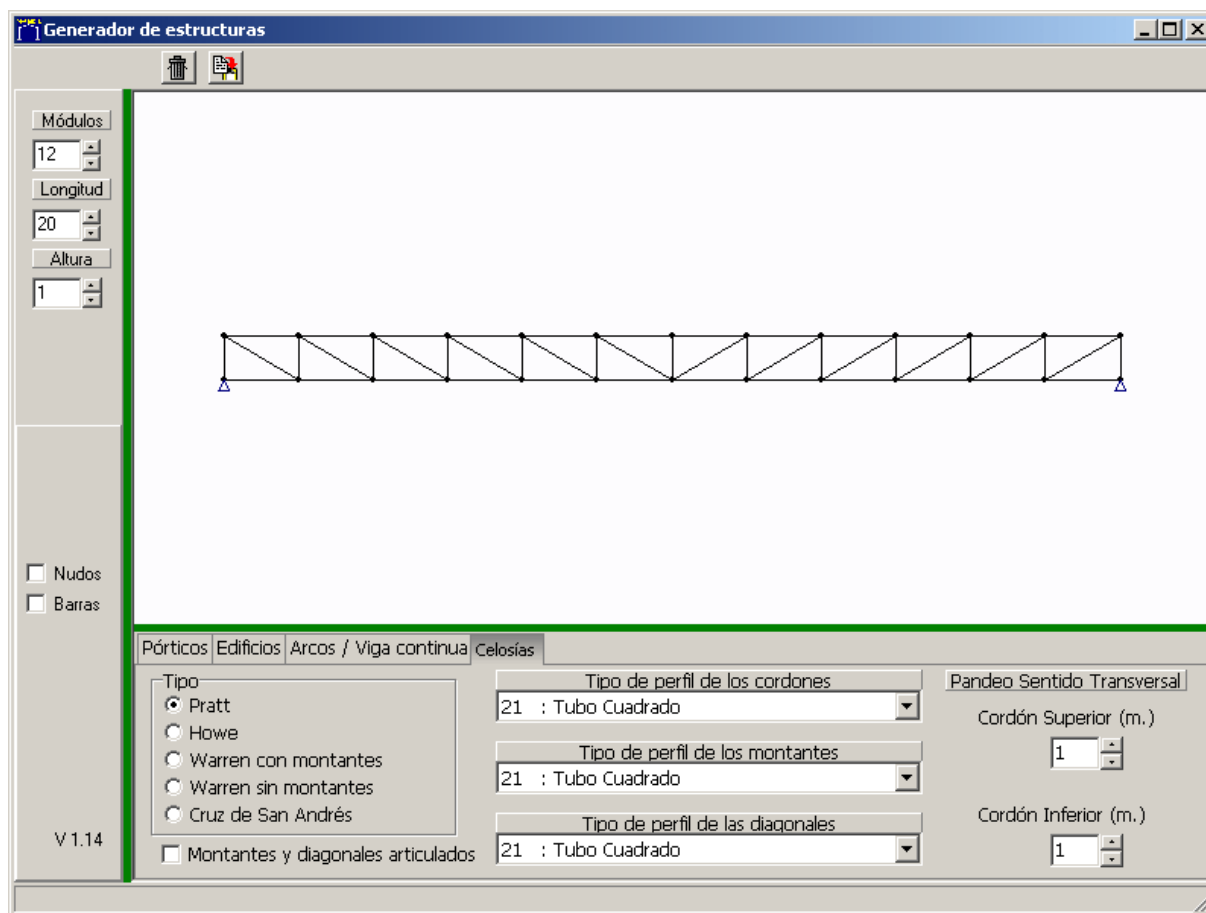
Pantalla 5.3.1.3.1

El manejo de cuadro es similar al del apartado anterior, con la salvedad de que no existen pilares y se añade el siguiente concepto:

Flecha: Asociado al valor de la flecha del arco en centro del vano. Para el caso de Flecha igual a cero estaremos ante una viga continua (pantalla 5.3.1.3.2).

Por tratarse de un sistema autonumerado el programa asocia inicialmente a los nudos que forman la línea de apoyos un tipo de coacción *Deslizadera*, excepto el apoyo con numeración 0 que tiene un tipo de coacción *Articulación*. Tipos de apoyos que pueden modificarse posteriormente por el usuario a través de la ENTRADA GENERAL.

5.3.1.4.- ENTRADA POR CELOSÍA



Pantalla 5.3.1.4.1

Para generar la celosía se utiliza la pantalla 5.3.1.4.1

ACLARACIÓN DE LOS TEXTOS

Módulos: Número de recuadros de la celosía. Debe ser un número par.

Longitud: Longitud total de la celosía en metros.

Altura: Distancia entre cordones en metros.

Tipo: Tipo de triangulación de la celosía. Puede ser uno de los que se indican a continuación:

- Pratt
- Howe.
- Warren. Con y sin montantes.
- Cruz de San Andrés

Montantes y diagonales articulados: Activando esta opción todas las barras de la celosía del alma se consideran biarticuladas.

Desplegables

Tipo de perfil de los cordones: Permite elegir el tipo de sección para todos los cordones. Los cordones que sean de diferente tipo deberán modificarse en ENTRADA GENERAL.

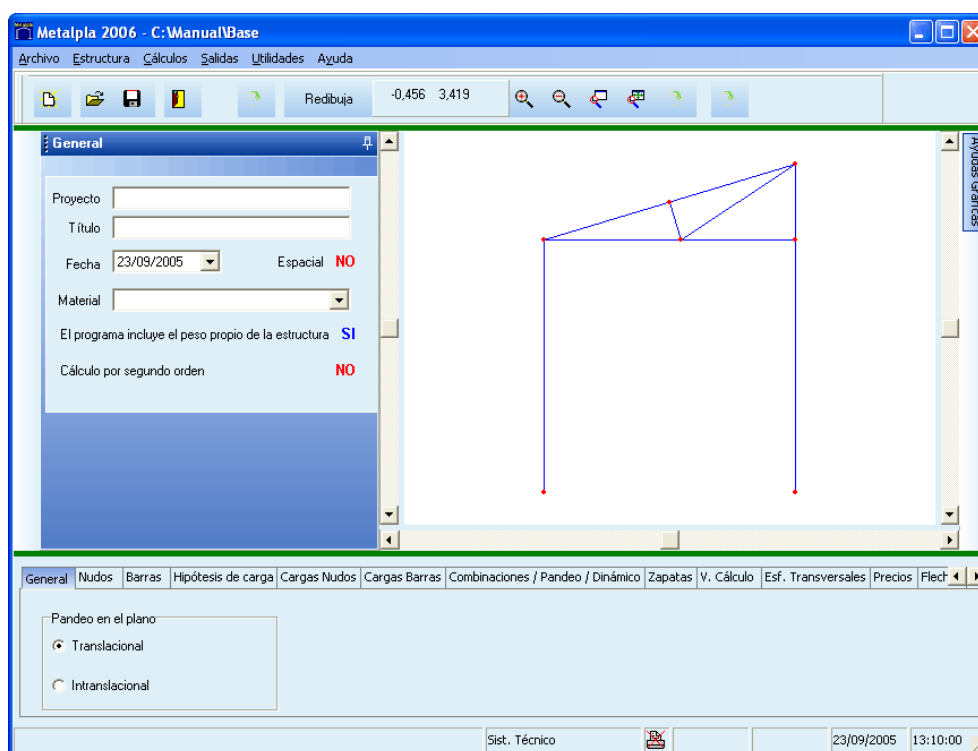
Tipo de perfil de los montantes: Permite elegir el tipo de sección para todos los montantes. Los montantes que sean de diferente tipo deberán modificarse en ENTRADA GENERAL.

Tipo de perfil de las diagonales: Permite elegir el tipo de sección para todas las diagonales. Las diagonales que sean de diferente tipo deberán modificarse en ENTRADA GENERAL.

5.3.2.- COMPOSITOR DE ESTRUCTURAS

Este comando permite partiendo de una parte de la estructura definida inicialmente, completar el resto si éste se puede generar por traslación o giro repetido de un módulo base plano de estructura. La nueva estructura es numerada internamente por el programa.

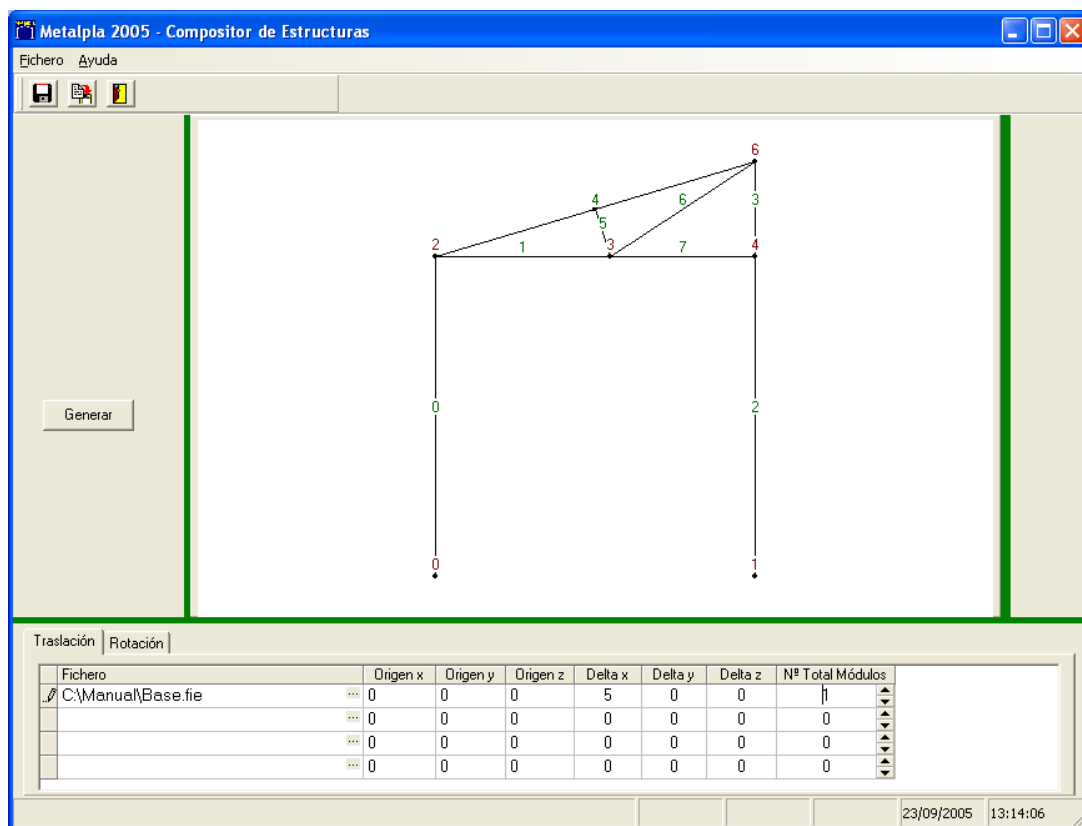
En primer lugar se debe tener guardado con extensión FIE las estructuras base para poder componer la estructura definitiva. En la pantalla 5.3.2.1 se muestra una estructura que se ha guardado con el nombre Base.FIE.



Pantalla 5.3.2.1.

Posteriormente seleccionamos del Menú Principal Estructura la opción Compositor de Estructuras.

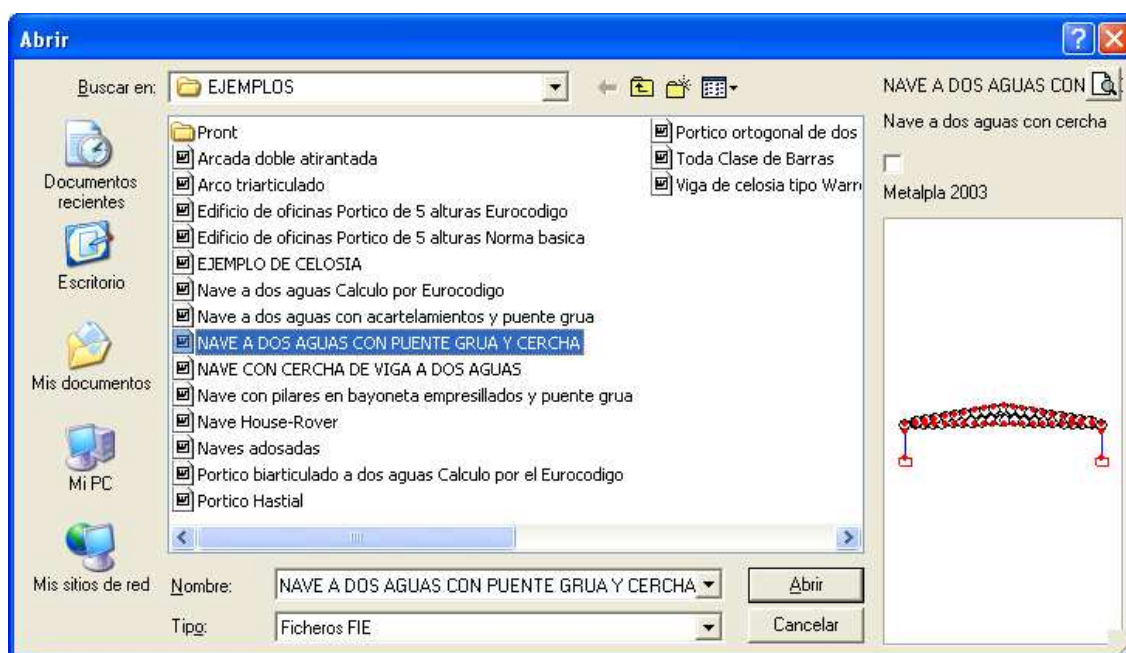
En la parte inferior de la ventana se aprecia una rejilla, figura 5.2.2.2., con la que se incorpora cada una de las estructuras base para que, mediante traslación, se genere la estructura final.



Pantalla 5.3.2.2.

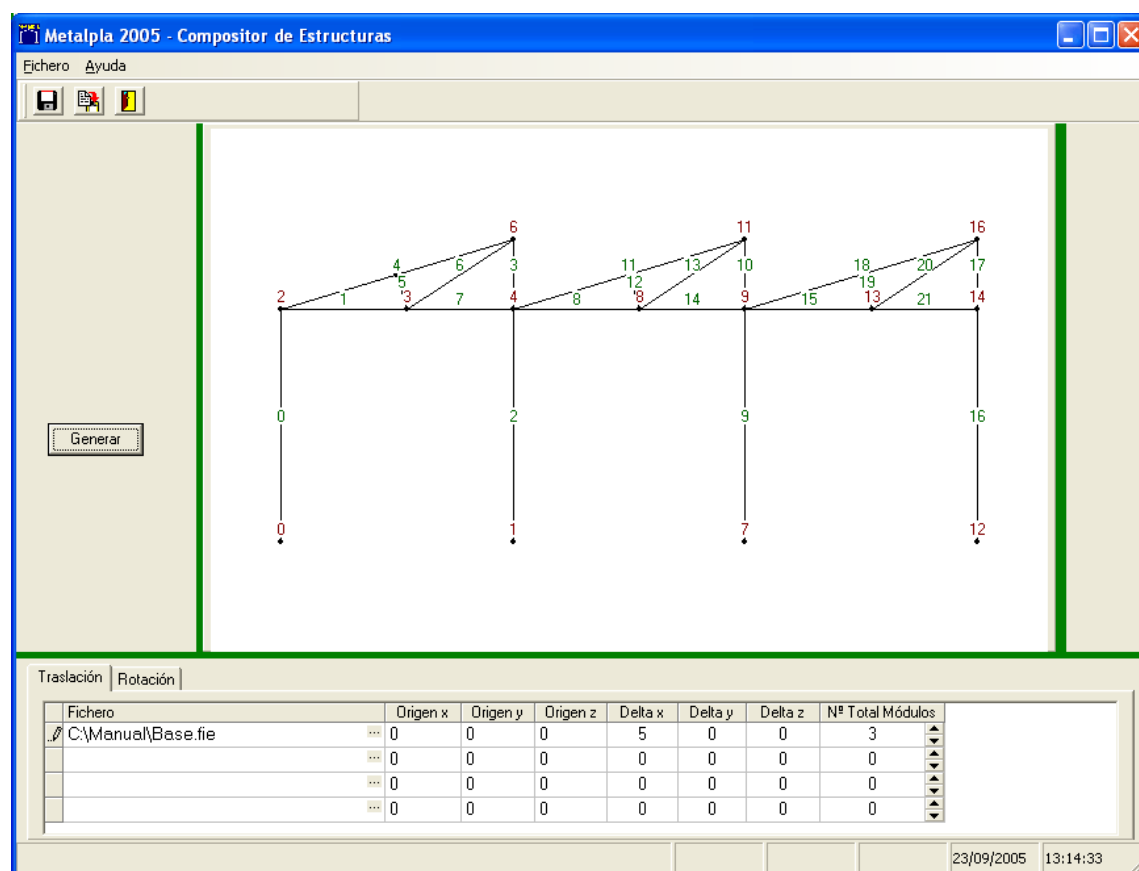
Se puede teclear directamente el directorio y nombre de los ficheros, o realizar una exploración activando el icono con el símbolo 

Se muestra la pantalla 5.3.2.3 en la que aparece un esquema de la estructura que incorporará al compositor.

*Pantalla 5.3.2.3*

Una vez seleccionadas las estructuras a componer si se quiere realizar una traslación se cubrirán los campos Dx, Dy que indicarán la cuantía en metros de la traslación, en Nº Total de Módulos las veces que esa estructura se repetirá modularmente para formar la estructura definitiva.

En la Pantalla 5.3.2.4 se procede a una traslación en la dirección del Eje Global X con generación de 2 Módulos para la estructura base seleccionada y tras pulsar el botón seleccionar.



Pantalla 5.2.3.4.

En la pantalla 5.2.3.5. sobre la estructura representada en la pantalla 5.2.3.4, utilizando como origen de la translación el nudo 6 de coordenadas 5 y 6,5 se incorpora otro módulo de Base.Fie

Otro ejemplo de esta misma aplicación es la estructura representada en la pantalla 5.2.3.6. generada utilizando también como origen de la translación el nudo 6 de coordenadas 5 y 6,5 pero incorporando el fichero Celosía.Fie

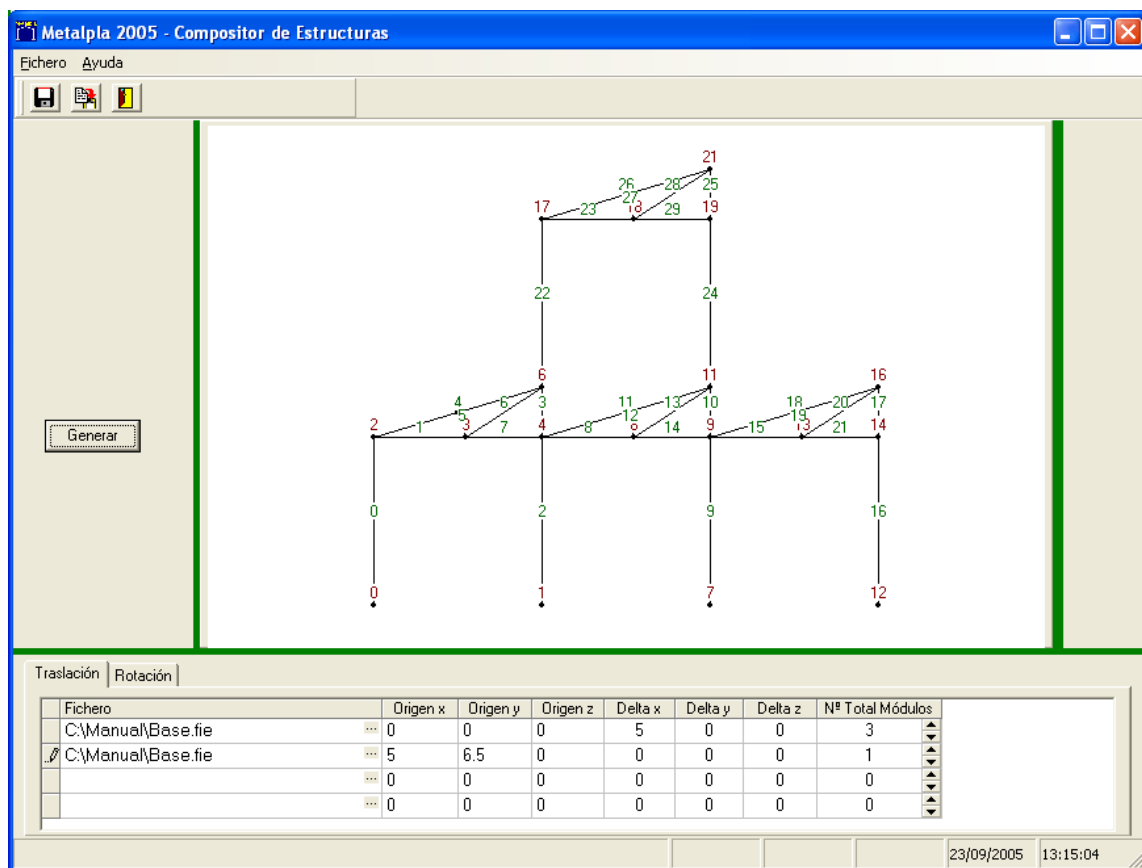
La ventana del compositor tiene también los siguientes iconos:



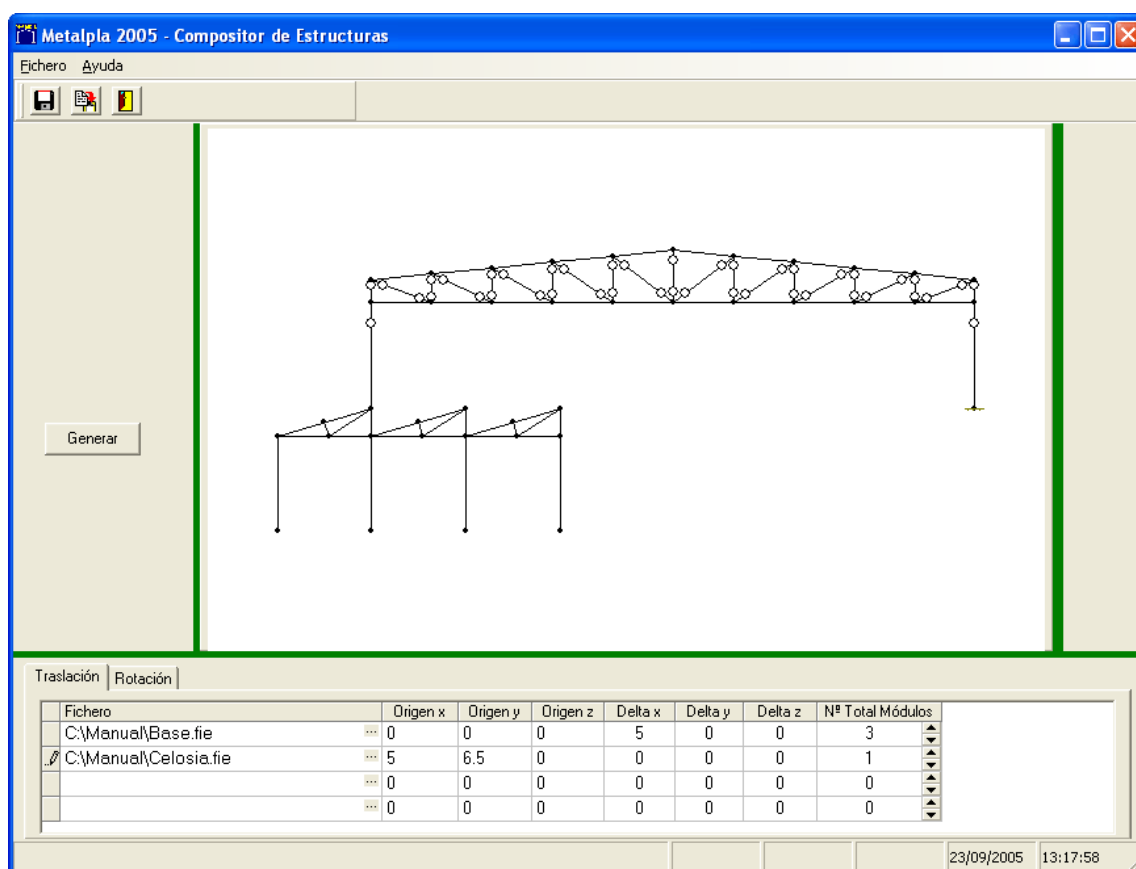
Guardar Fichero de Estructura: Activa la ventana Guardar Como para almacenar con formato FIE la estructura generada.



Cerrar: Se sale de compositor sin almacenar los cambios realizados.



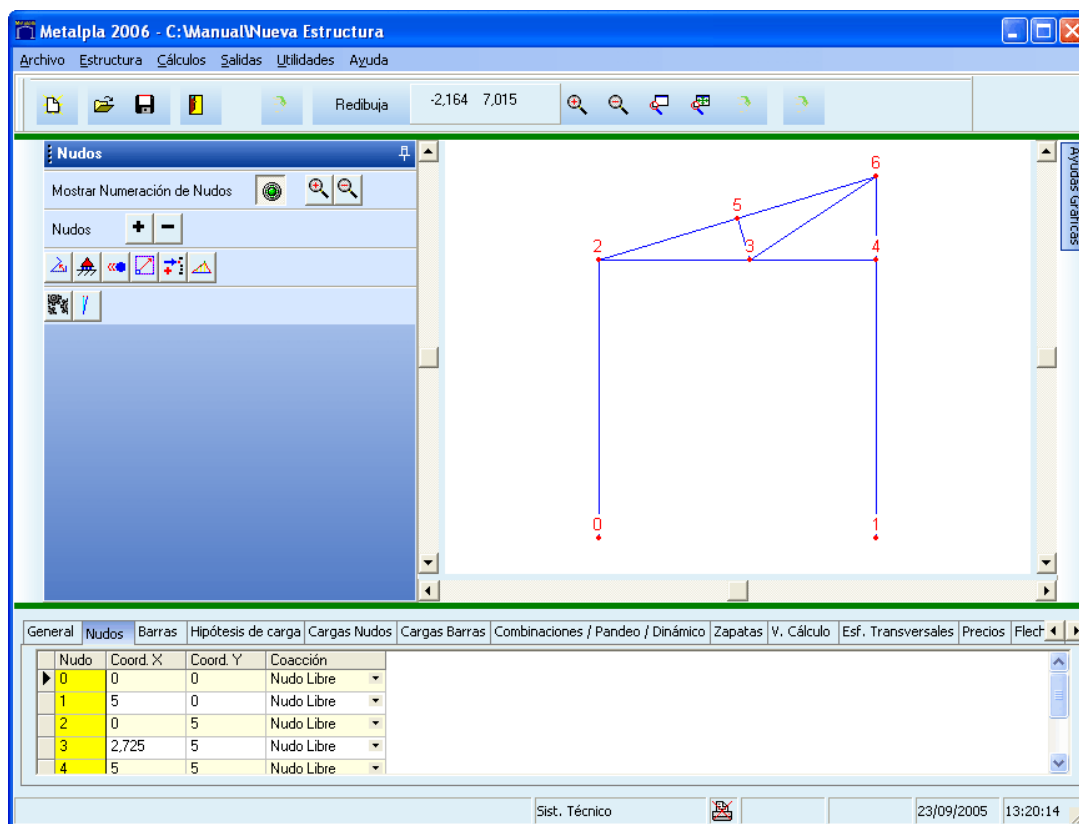
Pantalla 5.2.3.5.



Pantalla 5.2.3.6.

El menú **Fichero** permite también realizar ambas funciones.

Una vez guardado el fichero FIE de la estructura generada se abre dicha estructura en el Menú Archivos del programa como se muestra en la pantalla 5.2.3.7

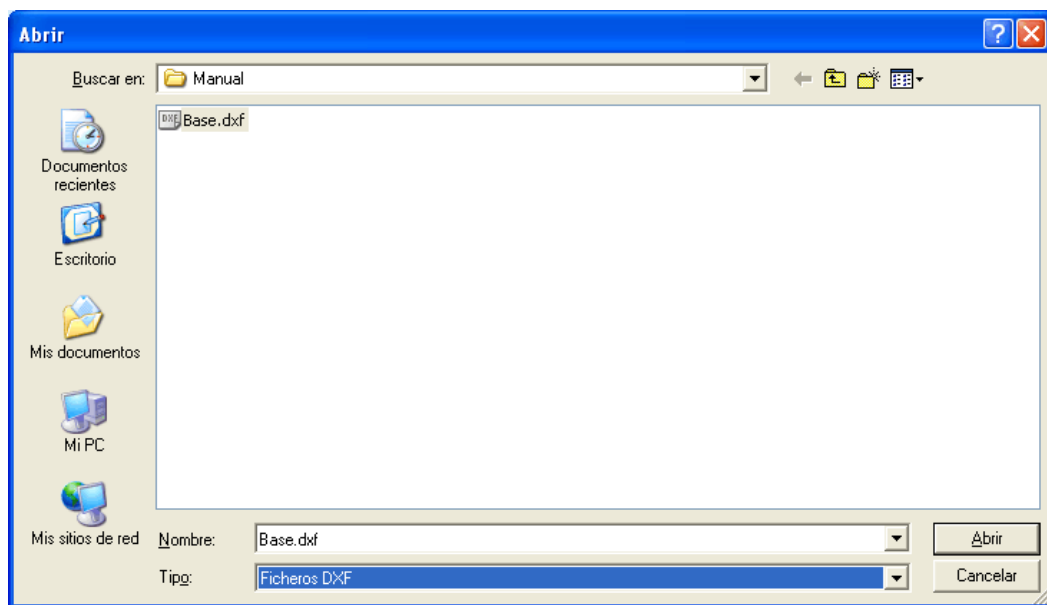


Pantalla 5.2.3.7.

5.3.3.- IMPORTAR DXF

Esta opción permite introducir cualquier estructura en 2D que se hubiera generado con AUTOCAD y guardada con formato **DXF**.

Para ello se solicita el nombre del fichero con extensión DXF que contiene la geometría de la estructura tal y como se aprecia en la siguiente pantalla.

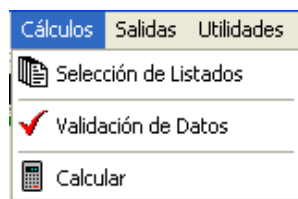
*Pantalla 5.3.3.1*

El programa procede a numerar nudos y barras automáticamente. El resto de los atributos de nudos y barras debe proporcionarlos el usuario.

6.- CÁLCULOS.

6.1.- INTRODUCCIÓN.

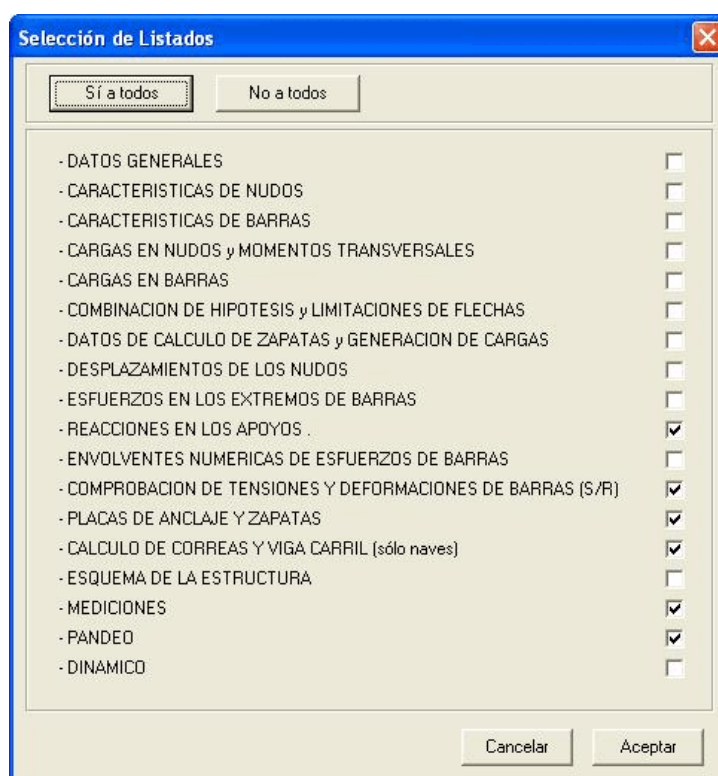
El menú **Cálculos** permite acceder a las opciones que se presentan en los siguientes apartados, tal y como se muestra en la pantalla 6.1.1:



Pantalla 6.1.1

6.2.- SELECCIÓN DE LISTADOS.

Seleccionando en el menú **Cálculos** la opción **Selección de Listados** presenta el siguiente cuadro:



Las siete primeras opciones corresponden a la entrada de datos.

Las cuatro siguientes son resultados de cálculo y se refieren a esfuerzos de barras, desplazamientos de nudos, reacciones y envolventes de esfuerzos.

La opción **Comprobación de tensiones de barras** es específica de la construcción metálica y recoge los datos más importantes de cálculo para la comprobación de las barras seleccionadas. Estos resultados se dan siempre con el fin de que el usuario pueda comprobar su exactitud. Desactivando el control se hace referencia a la opción "R" que

corresponde a un listado compendiado de los resultados de cálculo. Si alguna barra sobrepasa las especificaciones de cálculo, tanto por esbeltez como por tensión o por exceso de deformación, se llama la atención dentro del listado de las barras con el carácter #####.

La opción **Placas de anclaje y zapatas** recoge todos los resultados de cálculo de la optimización de placas de anclaje y de las zapatas.

La opción **Cálculo de correas y vigas**, incluye las cargas y los resultados de cálculo de las correas y de la viga carril.

La opción **Esquema de la estructura** permite obtener por impresora un dibujo de la estructura con la numeración de nudos y barras.

La opción **Mediciones** incluye la medición y valoración completa de la estructura incluidas placas de anclaje y zapatas.

La opción **Pandeo** determina para las combinaciones de carga activadas en el cuadro del apartado 5.2.8, las cargas críticas de pandeo y longitudes de pandeo de todas las barras del sistema.

La opción **Dinámico** determina para las combinaciones de carga activadas en el cuadro del apartado 5.2.8, la primera frecuencia natural y modo de la primera vibración.

A continuación se hacen algunas aclaraciones de los listados.

6.2.1- ACLARACIONES A ALGUNOS LISTADOS

6.2.1.1- COMPROBACIÓN DE TENSIONES DE BARRAS SEGÚN EL CTE

En la opción de la entrada General: cálculo: C.T.E. primer orden o C.T.E. segundo orden se presentan listados como los siguientes.

A) BARRAS COMPRIMIDAS SIN POSIBILIDAD DE VUELCO LATERAL

Barra= 0 I HEB 180

Pandeo : $\lambda_z = 44$; $\beta_z = .67$ $\lambda_y = 110$; $\beta_y = .99$

$\sigma = 1.05 \times (3933/65.3 + 961882/482 + 0/227) = 2159$ (1)
Sección (20/20); Combinación : 1; Clases: Z=1 Y=1

$\sigma = 1.1 \times (4284/(0.88 \times 65.3)) + 0.4 \times 1.01 \times 961882 / 482 + 1 \times 1.09 \times 0.9 \times 0/227 = 924$ (2)
Combinación : 1; Clases: Z=1 Y=1

$\sigma = 1.05 \times (4284/(0.4 \times 65.3)) + 0.6 \times 0.4 \times 1.01 \times 961882/482 + 1.09 \times 0.9 \times 0/227 = 679$ (2)
Combinación : 1; Clases: Z=1 Y=1

Esfuerzo cortante máximo : 3.477 t Tensión cortante máxima : 309 kp/cm²
Aprovechamiento : 77%

En estas expresiones existe una correspondencia total entre los valores numéricos y los parámetros que figuran en las ecuaciones (1), (2), (3) y (4) del apartado 1.4.1. A la vista de ellas se puede asignar fácilmente esfuerzos (axil, y momentos), términos de sección utilizados (área y módulos resistentes) y parámetros asociados con el pandeo (factores k_y , k_z , $c_{m,y}$, $c_{m,z}$, α_y , α_z , véase apartado 1.4.1) :

λ_z : esbeltez mecánica de la sección total respecto al eje principal z-z, de la sección.

λ_y : esbeltez mecánica de la sección total respecto al eje principal y-y, de la sección.

Beta z: coeficiente β en el plano del pórtico.

Beta y: coeficiente β en el plano perpendicular al pórtico.

Aprovechamiento: corresponde al índice de aprovechamiento de la sección definido por la relación σ/f_y

Esfuerzo cortante máximo; se indica su valor y la tensión de cortadura que origina

σ representa siempre la tensión máxima que se presenta en la barra indicándose:

1) En el agotamiento por plastificación, véase la ecuación (1) del apartado 1.4.1, la sección más desfavorable seleccionada al discretizar en 20 tramos la barra ($i/20$, i representa el número del tramo). También se indica la clasificación de la sección respecto a los ejes z-z e y-y para los esfuerzos indicados y la combinación de hipótesis correspondiente.

2) En el pandeo por flexión, véase las ecuaciones (2) y (3) del apartado 1.4.1, se indica la clasificación de la sección respecto a los ejes z-z e y-y y la combinación de hipótesis correspondiente.

De existir la posibilidad de vuelco lateral y ser determinante para la determinación de la tensión máxima se presenta en el listado el formato de la ecuación 4, apartado 1.4.2.c, indicándose en dicha expresión el coeficiente χ_{LT} .

B) BARRAS SIN POSIBILIDAD DE PANDEO POR FLEXIÓN Y DE VUELCO LATERAL

Barra= 2 IPE240

$\sigma = 1.05 \times (4106/39.1 + 961795/386) = 2727$

Sección (5/20); Combinación : 1; Clases: Z=2 Y=2

Flecha total vano: 1.98 cm. admisible= $l/250 = 4.07$ cm.

Flecha variable vano comb. característica :2,2 cm. admisible= $l/250 = 4.07$ cm.

Esfuerzo cortante máximo :3.27 t Tensión cortante máxima :275 kp/cm²

Aprovechamiento : 97%

En estas expresiones existe una correspondencia total entre los valores numéricos y los parámetros que figuran en las ecuación (1) del apartado 1.4.1. A la vista de ellas se puede asignar fácilmente esfuerzos (axil, y momentos), términos de sección utilizados (área y módulos resistentes):

Aprovechamiento: corresponde al índice de aprovechamiento de la sección definido por la relación σ/f_y

Esfuerzo cortante máximo: se indica su valor y la tensión de cortadura que origina

σ representa siempre la tensión máxima de agotamiento por plastificación que se presenta en la barra, véase la ecuación (1) del apartado 1.4.1, indicándose, la sección más desfavorable seleccionada al discretizar en 20 tramos la barra ($i/20$, i representa el número del tramo). También se indica la clase de respecto a los ejes principales z-z e y-y realizada internamente por el programa para secciones en doble T, para los esfuerzos indicados y, finalmente, la combinación de hipótesis correspondiente a esta tensión máxima.

Flecha total vano: Corresponde a la flecha total en la combinación casi permanente. Indicándose además el valor admisible introducido por el usuario.

Flecha variable vano: Corresponde a la flecha activa en la combinación característica. Indicándose además el valor admisible introducido por el usuario.

C) BARRAS CON POSIBILIDAD DE VUELCO LATERAL CON POSIBILIDAD O NO DE PANDEO POR FLEXIÓN

Se diferencia de los listados anteriores en la incorporación del coeficiente χ_{LT} representado en negrilla en la ecuación siguiente (en este caso es igual a 0,90):

$$\sigma = 1.05x(4284/(0.88x65.3)) + 0.4x1.01x961882 / (0,90 \cdot 482) + 1x1.09x0.9x0/227 = 1'00 \text{ (4)}$$

Combinación : 1; Clases: Z=1 Y=1

D) INFORMACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS DE NUDOS LIBRES

En aquellas barras que han sido asociadas a las limitaciones de los nudos libres, véase la pantalla 5.12.13.1, del apartado 5.2.13, se presenta un listado con el que se indica a continuación:

Flecha total del nudo 3 = 65 mm; Admis. = 200 mm Combinación casi permanente: 1
 Flecha variable del nudo: 3 = 80 mm. Admis. = 120 mm. Combinación característica: 3

Flecha total del nudo: Corresponde a la flecha total en la combinación casi permanente. Indicándose además el valor admisible introducido por el usuario y el número de la combinación en la que se produce.

Flecha variable vano: Corresponde a la flecha activa en la combinación característica. Indicándose además el valor admisible introducido por el usuario y el número de la combinación en la que se produce.

6.2.1.2- COMPROBACIÓN DE TENSIONES DE BARRAS SEGÚN LA EA 95

Pilares: Para cada pilar su listado incluye los datos siguientes:

Barra= 83 I HEB Tam:180
 Pandeo : $\lambda_z = 131$; beta z= 2.5 $\lambda_y = 61$; beta y= .69

$\sigma^* = 3.31 \times 14070/65 + 508340/426 = 1906 \text{ kp/cm}^2$; sec. : 20/20; comb: 5
 $\sigma^* = 3.31 \times 13789/65 + 17586/426 = 740 \text{ kp/cm}^2$; comb: 5 en el nudo: 42
 $\sigma^* = 3.31 \times 14070/65 + 508340/426 = 1906 \text{ kp/cm}^2$; comb: 5 en el nudo: 44

Esfuerzo cortante máximo :2.321 t
 Tensión cortante máxima :206 kp/cm2
 Aprovechamiento : 68%

Barra= 84 I HEB Tam:180
 Pandeo : $\lambda_z = 131$; beta z= 2.5 $\lambda_y = 61$; beta y= .69

$\sigma^* = 3.31 \times 12862/65 + 608479/426 = 2080 \text{ kp/cm}^2$; sec. : 20/20; comb: 5
 $\sigma^* = 3.31 \times 11826/65 + 125105/426 = 893 \text{ kp/cm}^2$; comb: 9 en el nudo: 43
 $\sigma^* = 3.31 \times 12862/65 + 608479/426 = 2080 \text{ kp/cm}^2$; comb: 5 en el nudo: 45

Esfuerzo cortante máximo :1.706 t
 Tensión cortante máxima :151 kp/cm2
 Aprovechamiento : 74%

λ_z : esbeltez mecánica de la sección total respecto al eje principal z-z, de la sección.

λ_y : esbeltez mecánica de la sección total respecto al eje principal y-y, de la sección.

Beta z: coeficiente β en el plano del pórtico.

Beta y: coeficiente β en el plano perpendicular al pórtico.

La **TENSIÓN DE CÁLCULO MÁXIMA** $-\sigma^*$ recoge desglosada, la ecuación que da origen al valor mayor de la tensión. Para cada barra se comprueban siempre las secciones extremas y la sección intermedia más desfavorable (sección i/20)

En cuanto a las *presillas* el programa suministra los resultados siguientes:

Dimensiones: a x b x c cada d (largo x ancho x espesor) separación

Cort. Pilar: representa el esfuerzo cortante Q_0 en la cabeza del pilar.

Cort. Presilla: representa el esfuerzo cortante T_p^* , de la ecuación 10 en la sección central de la presilla.

Flec.Presilla: es el momento flector, M_{pr}^* que ha de resistir la presilla en su extremo.

τ : es la tensión tangencial máxima provocada por el esfuerzo cortante T_{pr}^* .

σ : es la tensión normal máxima que puede presentarse en el extremo de la presilla, debida a M_{pr}^*

Si se disponen refuerzos en los extremos del pilar el programa indica, además del extremo reforzado, el tipo de refuerzo, platabanda o cuchillo, y sus dimensiones.

b) **Vigas:** Igualmente para cada **viga** se presenta un listado que incluye los datos siguientes:

Barra= 38 Tubo Cuadrado Tam:175.7

$\sigma^* = 54481/46 + 256612/253 = 2177 \text{ kp/cm}^2$; sec. : 20/20; comb: 5

$\sigma^* = 54262/46 + 145129/253 = 1732 \text{ kp/cm}^2$; comb: 5 en el nudo: 39

$\sigma^* = 54481/46 + 256612/253 = 2177 \text{ kp/cm}^2$; comb: 5 en el nudo: 40

Flecha total del nudo: 31 = 26 mm. Admis. = 120 mm.; comb : 13

Esfuerzo cortante máximo :1.277 t

Aprovechamiento : 77%

Barra= 39 Tubo Cuadrado Tam:175.7

$\sigma^* = 48859/46 + 256612/253 = 2057 \text{ kp/cm}^2$; sec. : 20/20; comb: 5

$\sigma^* = 49078/46 + 860/253 = 1051 \text{ kp/cm}^2$; comb: 5 en el nudo: 20

$\sigma^* = 48859/46 + 256612/253 = 2057 \text{ kp/cm}^2$; comb: 5 en el nudo: 40

Flecha total del nudo: 31 = 26 mm. Admis. = 120 mm.; comb : 13

Esfuerzo cortante máximo :2.231 t

Aprovechamiento : 73%

La flecha del vano se refiere siempre a la deformación máxima de la viga. El porcentaje admisible para estas flechas (%FI) se indicó en la pantalla de introducción de datos en barras (pantalla 5.2.4.7).

Los valores de σ^* se deducen para las secciones extremas y la intermedia más desfavorable. Indicando, para cada caso, la combinación de hipótesis pésima. Para los extremos se consideran el área -A- y el módulo resistente -W- de la sección total (incluidos refuerzos si los hay).

Finalmente, en estos listados se incluyen, si los hay, las dimensiones de los cuchillos o platabandas en los nudos de menor y mayor numeración:

Barra= 2 IPE Tam:360

Refuerzos: nudo = 2 **Cuch. 1020 x 80 x 8 mm.**

$\sigma = 6646/72 + 1782144/903 = 2064 \text{ kp/cm}^2$; sec. : 2/20; comb: 1

$s = 6848/79 + 2663284/1164 = 2374 \text{ kp/cm}^2$; comb: 1 en el nudo: 2

$\sigma = 5332/72 + 1555129/903 = 1795 \text{ kp/cm}^2$; comb: 5 en el nudo: 3

Flecha total del nudo: 3 = 106 mm. Admis. = 160 mm.; comb : 5

Flecha vano : 2.27 cm. admisible= $l/250 = 4.07 \text{ cm}$.

Esfuerzo cortante máximo : 9.704 t Tensión cortante máxima : 416 kp/cm²

Aprovechamiento : 84%

En cuanto a los cuchillos o platabandas de refuerzo en barras similares pertenecientes al mismo grupo pueden no resultar iguales de no efectuarse la totalidad de hipótesis básicas de carga y su correspondiente combinación. En estos casos la impresión de los resultados de cálculo elige para todas las barras del grupo, si éstas son exactamente iguales, el cuchillo o platabandas de mayores dimensiones.

c) *Celosías*: Para las **barras** que forman la celosía el listado incluye, como se indica a continuación esbelteces λ_y y λ_z y tensiones más desfavorables:

Barra= 17 2 * [] PN (E) Tam:120

Pandeo : $\lambda_z = 35$; beta z= .8 $\lambda_y = 47$; beta y= 1

$\sigma^* = 1.12 \times 59361/34 = 1955 \text{ kp/cm}^2$; sec. : 6/20; comb: 1

$\sigma^* = 59383/34 + 0/121 = 1746 \text{ kp/cm}^2$; comb: 1 en el nudo: 1

$\sigma^* = 59310/34 + 0/121 = 1744 \text{ kp/cm}^2$; comb: 1 en el nudo: 10

Esfuerzo cortante máximo : 0 t

Aprovechamiento : 69%

Barra= 18 2 * [] PN (E) Tam:120

Pandeo : $\lambda_z = 35$; beta z= .8 $\lambda_y = 47$; beta y= 1

$\sigma^* = 1.12 \times 42340/34 = 1394 \text{ kp/cm}^2$; sec. : 6/20; comb: 1

$\sigma^* = 42362/34 + 0/121 = 1245 \text{ kp/cm}^2$; comb: 1 en el nudo: 2

$\sigma^* = 42289/34 + 0/121 = 1243 \text{ kp/cm}^2$; comb: 1 en el nudo: 11

Esfuerzo cortante máximo : 0 t

Aprovechamiento : 49%

Las esbelteces λ_z y λ_y corresponden a los coeficientes β_z y β_y que son los C.Pz y C.Py, indicados en la pantalla 5.2.4.1, y que han sido elegidos por el usuario en la entrada de datos, o internamente por el programa si en el caso de C.Pz. se introdujo el símbolo ?

Para las barras de la celosía no hay posibilidad de refuerzos los extremos. En algunos casos puede limitarse también la deformación de algún nudo intermedio de la celosía, lo que no acontece con este ejemplo.

6.2.2.- PLACAS DE ANCLAJE Y ZAPATAS.

a) PLACAS DE ANCLAJE.

Para las placas de anclaje que corresponden a un empotramiento se presenta un listado como el como el que se indica a continuación.

NUDO : 44

DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACIÓN- :

PLACA BASE 390 x 440 x 25 mm.

CARTELAS 150 x 440 x 12 mm.

ANCLAJES PRINCIPALES 3 f 20 de 697 mm. en cada paramento.

TENSIONES PONDERADAS MÁXIMAS DE CÁLCULO :

$\sigma_h(5) = 4 \times (100000 \times 5.08 + 14070 \times (.5 \times 44-5)) / (44 \times 39 (0.875 \times 44-5)) = 52$
kp/cm²;

Res. Portante = 225 kp/cm²

$\sigma_p(5) = 6 \times 2548 / 2.5^2 = 2447$ kp/cm²; límite = 2800 kp/cm²

Índice tracción anclaje (15) = .88

$\sigma_{cartela}(1) = 2007$ kp/cm²; límite = 2800 kp/cm²

Long. anclaje EC-3 = 697 mm.; Tens. Adherencia EC-3 = 12.01 kp/cm²

Las dimensiones de la placa, cartelas y anclajes, responden al dibujo representado en la figura A.1a, del anexo A, siendo la primera medida el ancho b , la segunda el largo a , y la tercera el espesor e_p .

En cuanto a los resultados de cálculo:

- $\sigma_h(c)$: indica la tensión mayorada máxima del hormigón, que corresponde a la combinación de hipótesis c , incluyéndose la fórmula elegida entre las A.11 y A.13 del apartado A.1, que da origen a dicha tensión.
- $\sigma_p(c)$: indica la tensión máxima ponderada en la placa de acero de espesor e_p que corresponde a la combinación de hipótesis c , incluyéndose a continuación una fórmula del tipo $6.M^* / (e_p^2)$, siendo M^* el momento que solicita a la placa expresado en kp.cm/cm. y su espesor en centímetros.
- $\sigma_{anc}(c)$: indica la tensión máxima ponderada en el núcleo resistente del anclaje que corresponde a la combinación de hipótesis c , incluyéndose a continuación una fórmula del tipo $Z^* / (n.F_r)$, en la que: Z , (ecuación 14) representa el esfuerzo de tracción ponderado en los anclajes; n , el número de anclajes principales que se dispone en cada paramento y F_r , el área resistente del núcleo.

Si la placa de anclaje corresponde a una articulación se presenta el listado siguiente:

NUDO : 44

DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACIÓN :

PLACA BASE 500 x 670 x 25 mm.

PASADOR Φ de 56 mm. DE CALIDAD A 4t

CARTELAS INFERIORES(Art.) 4 CARTELAS SEMICIRCULARES DE 616 mm. de diámetro y 10 mm. de espesor

CARTELAS SUPERIORES(Art.) 2 CARTELAS SEMICIRCULARES DE 616 mm. de diámetro y 18 mm.,prolongadas 308 mm.

ANCLAJES PRINCIPALES 4 Φ 20 de 753 mm. en cada paramento.

ANCLAJES TRANSVERSALES 1 Φ 16 de 300 mm. en cada paramento.

TENSIONES PONDERADAS MÁXIMAS DE CÁLCULO :

$$\sigma_h(3) = 14124 / (67 \times 50) + 100000 \times 0.6 / (50 \times 67^2) = 4 \text{ kp/cm}^2;$$

$$\sigma_p(15) = 6 \times 2524 / 2.5^2 = 2423 \text{ kp/cm}^2;$$

$$\text{Índice tracción anclaje (15)} = .95$$

$$\text{Long. anclaje EC-3} = 753 \text{ mm.}; \text{ Tens. Adherencia EC-3} = 12.01 \text{ kp/cm}^2$$

$$\text{Aplastamiento cartelas-pilar} = 1.5 \times 1.8 \times 5.6 \times 2800 / 1.25 = 33868 \text{ kp. } \geq 32354 \text{ kp.}$$

$$\text{Aplastamiento cartelas-placa} = 1.5 \times 2 \times 1 \times 5.6 \times 2800 / 1.25 = 37632 \text{ kp. } \geq 32354 \text{ kp.}$$

$$\text{Comprobación bulón} = (16986/30895)^2 + (16177/50836)^2 = .4 < 1$$

Las dimensiones de la placa de anclaje, bulón, cartelas y anclajes principales responden a la representación de la figura A.1b, del anexo A (placas de anclaje y zapatas).

En cuanto a los resultados de cálculo, además de presentar los mismos que se han descrito anteriormente $\sigma_h(c)$, $\sigma_p(c)$, $\sigma_{anc}(c)$, figuran:

Cort.: Tensión a doble cortadura del bulón o pasador definida por una expresión del tipo $R^* / (2.A_b)$, en la que:

R^* : valor máximo ponderado de la mitad de la resultante que actúa sobre el bulón.

A_b : área del bulón.

APL.1: Tensión máxima ponderada de aplastamiento que actúa sobre las cartelas superiores, incorporadas al pilar, definida por una expresión del tipo R^* / A_{p1} .

APL.2: Tensión máxima ponderada de aplastamiento que actúa sobre las cartelas inferiores, incorporadas a la placa base, definida por una expresión del tipo $R^* / (2.A_{p2})$. Siendo:

R^* : valor máximo ponderado de la mitad de la resultante que actúa sobre el bulón.

A_{p1} : superficie de aplastamiento de una de las dos cartelas superiores.

A_{p2} : superficie de aplastamiento de una de las cuatro cartelas inferiores.

B) ZAPATAS.

En cuanto a las zapatas se presentan listados como el siguiente:

NUDO : 0

ZAPATAS
DIMENSIONES Y TENSIONES DE CÁLCULO DEL HORMIGÓN (AUTODIMENSIONADO)

LY (m.)	LZ (m.)	HX (m.)	Lepy (m.)	Lepz (m.)	DepY(m.)	fctd(kp/cm ²)	fcv(kp/cm ²)	Zapata de hormigón
4,90	3,50	1,00	0,00	0,00	0,00	11,22	1,35	

COMBINACIÓN : 7 Arm. superior + vuelco + deslizamiento

Rxz(t.)	Ryz (t.)	Rzz(t.)	Mzz(tm.)	MYz(tm.)	σ_a	σ_b	σ_c	σ_d	CSV	CSD
45,96	-13,33	0,00	-74,84	0,00	1,05	0,00	0,00	1,05	1,50	1,72

MFy-	MFy+	s(mbx)	Qy-	Qy+	g	Ai,y(cm ²)	As,y(cm ²)	T.punz
46,32	-65,14	11,17	24,20	-35,18	1,01	0,00	0,00	0,00

MFz-	MFz+	s(mbx)	Qz-	Qz+	g	Ai,z(cm ²)	As,z(cm ²)
2,93	2,93	0,00	1,60	1,60	0,03	0,00	0,00

siendo:

LY: longitud de la zapata en el sentido longitudinal del pórtico o celosía. Dimensión a de la figura A.5.a, del anexo A

LZ: ancho de la zapata en dirección perpendicular al lado del pórtico. Dimensión de la figura A.5.a, del anexo A.

HX: altura de la zapata. Dimensión h de la figura A.5.c, del anexo A.

DepY: desplazamiento del eje de la placa respecto al eje de la zapata, figura A.5.c, del anexo A.

Lepy: longitud eficaz de la placa en dirección Y a efectos de comprobación de la zapata a flexión.

Lepz: ídem, para la dirección Z

Fctd: tensión de cálculo a tracción del hormigón.

fcv: tensión de cálculo a cortante del hormigón.

RXz: representa en la combinación de hipótesis seleccionada, la acción vertical de servicio, en dirección del eje X de la zapata sobre el terreno (ver figura A.5.d, del anexo A).

RYz: representa en la combinación de hipótesis seleccionada, la fuerza horizontal de servicio desarrollada por la zapata sobre el terreno (ver figura A.5.d, del anexo A).

MZz: momento flector en servicio de la zapata sobre el terreno con giro en el eje Z, en la combinación de hipótesis correspondiente.

MYz: Ídem con giro en el eje Y, en la combinación de hipótesis correspondiente.

σ_y :-representa la tensión máxima de servicio sobre el terreno en el lado $Y = -a/2$, figura A.5.a, si la resultante se sitúa fuera del núcleo central y $MYz=0$

σ_y +: Ídem, en el paramento $Y = +a/2$, figura A.5.a.

σ_{med} :- tensión media del terreno, ecuación A.19, apartado A.2.2, del anexo A.

σ_a , σ_b , σ_c y σ_d :- representan, si la resultante se sitúa en el núcleo central de la zapata tanto virtual como ficticia, las tensiones en sus cuatro vértices de la zapata: A,B,C,D, véase la figura A.5.a, del anexo A.

CSV: coeficiente de seguridad al vuelco deducido aplicando la ecuación A.21, apartado A.2.2.

CSD: coeficiente de seguridad al deslizamiento deducido aplicando la ecuación A.22, apartado A.2.2..

MFy -: representa el momento flector mayorado, en la línea $my--my$ -(sección crítica a flexión) de la figura A.5.b, del anexo A.

σ_{max} :- tensión máxima de tracción del hormigón provocada por el momento MFz-.

MFy+: representa el momento flector mayorado, en la línea equivalente a la $my+-my+$, pero al otro lado del eje de la zapata, de la figura A.5.b.

σ_{max} :- tensión de tracción en el hormigón provocada por el momento MFz+.

Qy+, y, Qy-:- representan los valores del esfuerzo cortante mayorado en las secciones críticas a cortante, líneas $cy+$ y $cy-$ de la figura A.5.b, y sus tensiones tangenciales correspondientes.

Mfz-, σ , Mfz+ y σ : semejantes a MFy- y MFy+ pero aplicados a las secciones equivalentes perpendiculares al eje Z-Z.

Ai,y: representa la sección total de armadura en cm², dispuesta en el paramento inferior paralela al plano del pórtico

Ai,z: representa la sección total de armadura en cm², dispuesta en el paramento inferior perpendicular al plano del pórtico

Asy y Asz: Armadura dispuesta en el paramento superior de la zapata, con análogo criterio que Ai.

6.2.3.- VIGAS CARRIL

Finalmente se indica, de acuerdo con las consideraciones que se exponen en el apartado de VIGAS CARRIL (apartado 5.2.14), los términos de sección del perfil seleccionado y las tensiones de cálculo más desfavorables en las once secciones del primer vano, figura 5.2.14.3.

CARACTERÍSTICAS VIGA SELECCIONADA: HEB 240 Material :Acero A-44

At(cm ²)	Ac(cm ²)	Ix(cm ⁴)	Iy,c(cm ⁴)	Ds(cm)	Di(cm)
106	41	11259	1958	12	12
Wmax(cm ³)		Wmin(cm ³)		Wc,t(cm ³)	Si(cm ³)
938	938	163	454	454	6.9
				Ss(cm ³)	ii,c(cm)

TENSIONES EN EL PRIMER VANO (kp/cm²)

SEC.	TENS. 1	ENS. 2	TENS. 3	TENS. 4	TENS. 5
0	0	515	515	0	0
.1	401	557	557	557	594
.2	668	679	679	927	990
.3	811	755	755	1126	1201
.4	844	759	759	1172	1251
.5	786	695	695	1092	1165
.6	657	575	575	913	974
.7	477	448	448	664	708
.8	278	387	387	387	399
.9	321	416	416	444	78
1	532	589	589	734	32

TENS. 1: Tensión en el borde inferior del ala.

TENS. 2: Tensión de comparación en el borde inferior del alma.

TENS. 3: Tensión de comparación en el borde superior del alma.

TENS. 4: Tensión normal máxima en la cabeza superior, considerando el empuje transversal.

TENS. 5: Tensión normal máxima en la cabeza superior, considerando el empuje transversal y el vuelco lateral

Se completa la información indicando la flecha más desfavorable y el peso de la viga

FLECHA= .7 cm. PESO= 166 Kg/m

Estos mismos listados pueden referenciarse al sistema de unidades internacional, expresándose las fuerzas en kN.

En la entrada de datos correspondiente al Eurocódigo los listados son los mismos.

6.2.4.- CORREAS DE NAVES

El listado correspondientes a las correas de nave se indica a continuación en el que figuran inicialmente las cargas que actúan sobre las correas, a continuación las características de las correas. Como resultado se indica el índice de agotamiento y su procedencia (opción carga de mantenimiento o carga puntual de 2 kN). Finalmente se indican la flecha total y la flecha activa. Si alguno de los resultados no cumple se presenta uno o más mensajes como “*** Atención :”

CARGA PERMANENTE	0,28kN/m ² /Cubierta
CARGA MANTENIMIENTO	0,4kN/m ² /Proy. horizontal
CARGA NIEVE	0,56kN/m ² /Proy. horizontal
VIENTO PRESIÓN MAYOR	0,07kN/m ² /Cubierta
VIENTO SUCCIÓN MAYOR	0,46kN/m ² /Cubierta
MATERIAL CORREAS	Acero S-275
SECCIÓN	IPE 80
ÁNGULO FALDÓN (°)	10 Grados sexagesimales
SEPARACIÓN CORREAS	1,35 m.
POSICIÓN CORREAS	NORMAL
NUMERO TIRANTILLAS POR VANO	1
LUZ DEL VANO	5 m.
NUMERO DE VANOS	5

$$\text{Tension}(1) = 5790036,32 / 23200 + 222442,67 / 5500 = 290,01 \text{ N/mm}^2$$

Opción :Carga puntual

$$\text{indice} = 290,01 / (275 / 1,05) = 1,11$$

Flecha total vano en combinación casi permanente = 10,34 mm.

Admisible = 16,67 mm.

Flecha activa vano en combinación característica = 22,84 mm.

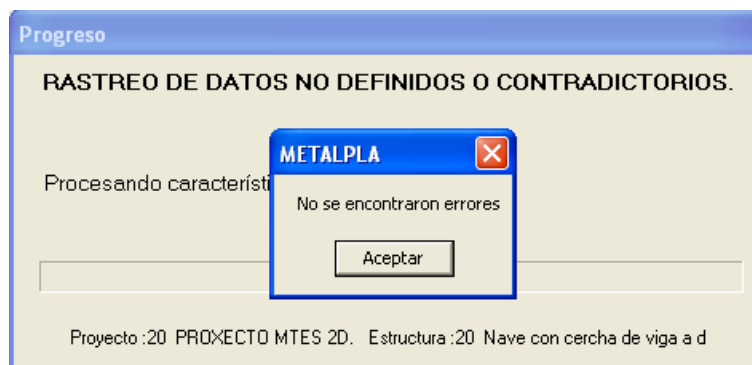
Admisible = 16,67 mm.

*** Atención : La correa no vale por tensión

*** Atención : La correa no vale por flecha activa

6.3. VALIDACIÓN DE DATOS

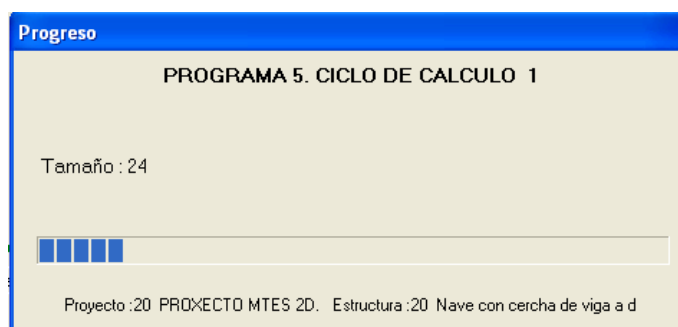
El programa realiza un rastreo en busca de errores que impidan el cálculo. En caso de que los datos sean correctos, se mostrará la pantalla 6.3.1, representada a continuación. En caso de existir algún error, aparecerá un mensaje indicando el tipo de error encontrado.



Pantalla 6.3.1

6.4. CALCULAR

El programa realizará todos los cálculos y comprobaciones requeridos generando los ficheros de resultados para su posterior postproceso.

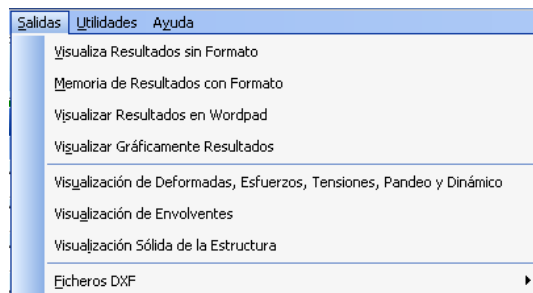


Pantalla 6.4.1

7.- SALIDAS

7.1.- MENÚ DESPLEGABLE

Dentro del **menú principal** activando la opción **Salidas** se accede a su menú desplegable, pantalla 7.1.1.



Pantalla 7.1.1.

7.2.- VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS SIN FORMATO

Si el cálculo se realiza según el CTE los resultados se disponen solamente por combinaciones de hipótesis, como se indica en la pantalla 7.2.1. Para cada barra se indican el los dos nudos que la definen el axil, cortante y flector.

Visualizador de resultados Metalpla / Estrumad

Archivo Edición Fuentes Ayuda

100% 5 Cerrar

Sin Formato Con Formato T AvantGarde Bk BT 8

ESFUERZOS EN EXTREMOS DE BARRA (Mayoradas) (kN y m)

Barra	Combi.	N. Menor	Axil	Cort.	Flect.	N. Mayor	Axil	Cort.	Flect.
0	1	0	-129,682	29,982	0,000	2	-109,062	29,982	-183,182
	2		-112,608	15,976	0,000		-91,988	29,833	-139,940
	3		-124,602	15,563	0,000		-103,982	29,419	-137,412
	4		-110,985	32,476	0,000		-90,364	17,300	-152,061
	5		-83,204	17,169	0,000		-62,584	17,169	-104,899
	6		-66,272	3,422	0,000		-45,651	17,279	-63,238
	7		-78,260	3,055	0,000		-57,639	16,912	-60,998
	8		-64,499	19,698	0,000		-43,878	4,520	-73,985
	9		-35,150	-10,998	0,000		-14,530	12,098	-3,361
	10		-55,091	-11,616	0,000		-34,471	11,479	0,419
	11		-32,049	15,931	0,000		-11,427	-9,364	-20,062
	12		5,558	7,963	0,000		17,778	-17,333	28,628
1	1	1	-130,255	-31,149	0,000	4	-109,635	-31,149	190,310
	2		-127,698	-36,746	0,000		-107,078	-29,928	203,674
	3		-129,983	-40,603	0,000		-109,364	-33,785	227,236
	4		-111,529	-33,423	0,000		-90,909	-18,246	157,842
	5		-83,516	-17,805	0,000		-62,895	-17,805	108,783
	6		-80,825	-23,161	0,000		-60,205	-16,343	120,680
	7		-83,117	-26,951	0,000		-62,497	-20,133	143,832
	8		-64,787	-20,131	0,000		-44,166	-4,954	76,634
	9		-58,831	-20,823	0,000		-38,210	-9,459	92,507

Página 5 de 11

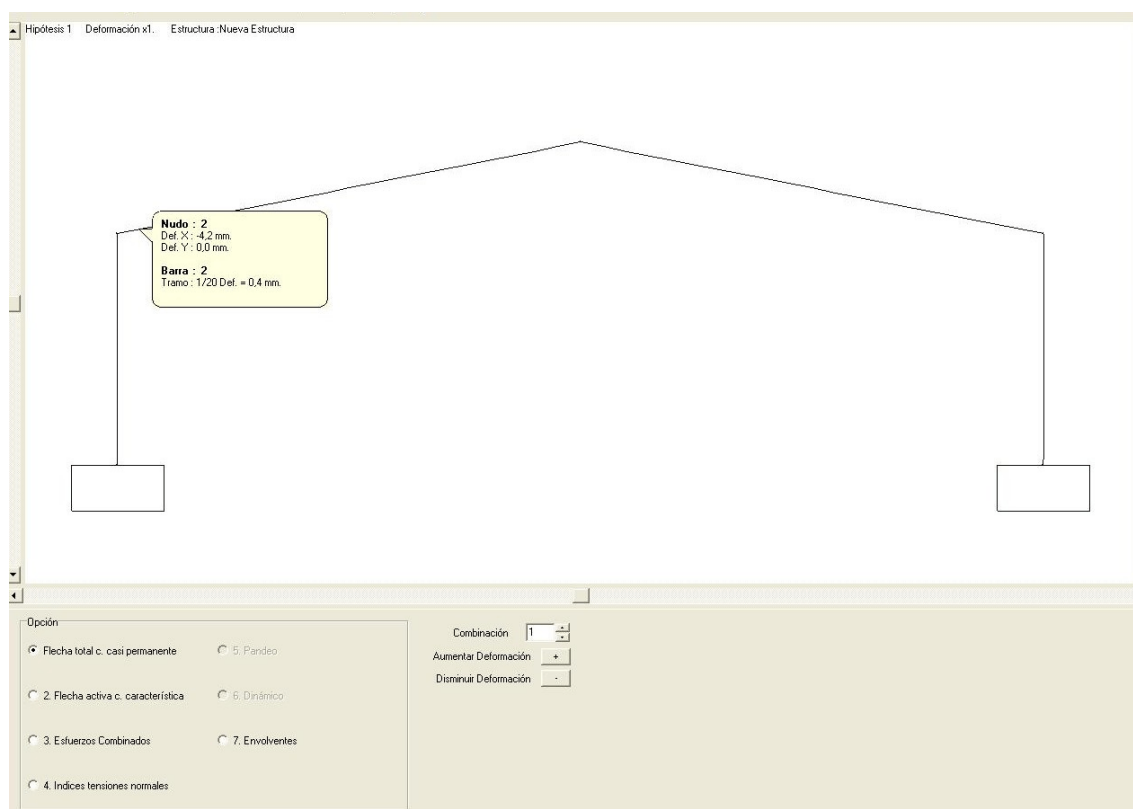
Pantalla 7.2.1.b

7.3.- MEMORIA DE RESULTADOS CON FORMATO

Esta forma de salida permite generar ficheros con Formato RTF exportable y editable.

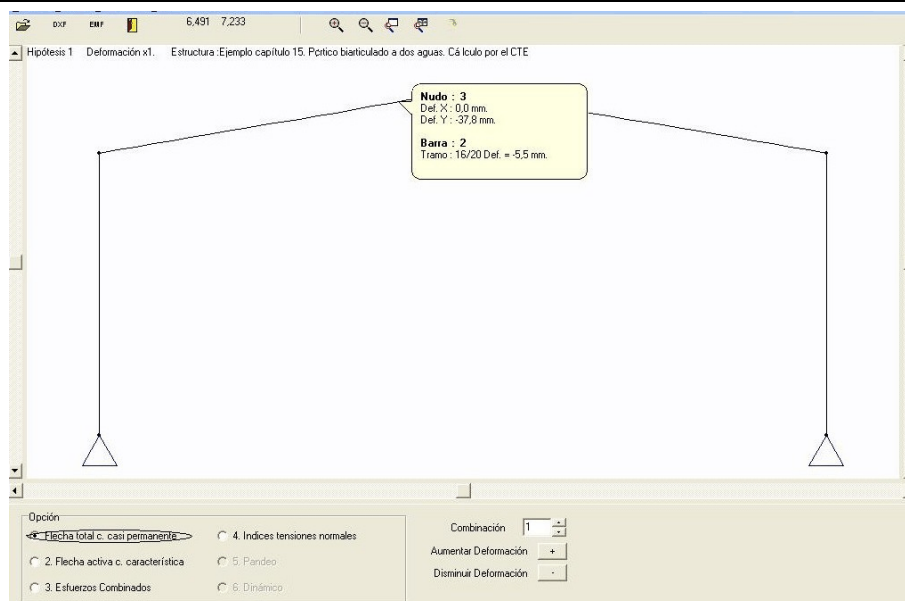
7.4.- VISUALIZACIÓN DE DEFORMADAS, ESFUERZOS Y TENSIONES

Seleccionando *Visualización de Deformadas, Esfuerzos y Tensiones* se muestra inicialmente en pantalla un esquema del pórtico a calcular o calculado (pantalla 7.4.1.a) con la opción de visualización de **Deformadas por hipótesis** marcada por defecto si el cálculo ha sido realizado por combinaciones de hipótesis.



Pantalla 7.4.1.a.

Si el cálculo ha sido realizado según el CTE la representación de los desplazamientos de la estructura corresponden a las combinaciones de hipótesis de cálculo ponderadas según el CTE. Esta información se da para cada una de las combinaciones seleccionadas en pantalla. La comprobación de los movimientos de la estructura comparados con los límites indicados en la entrada de datos se realiza en las hojas de cálculo, pantalla 7.4.1.b.



Pantalla 7.4.1.b

En estas pantallas se puede ver un cuadro de texto con los datos de deformación por tramos, manteniendo pulsado el botón izquierdo del ratón y arrastrándolo sobre la estructura.

La primera de las opciones permite visualizar las deformadas para cada una de las hipótesis o por combinaciones. Además permite aumentar (+) o disminuir (-) la representación de la deformada.

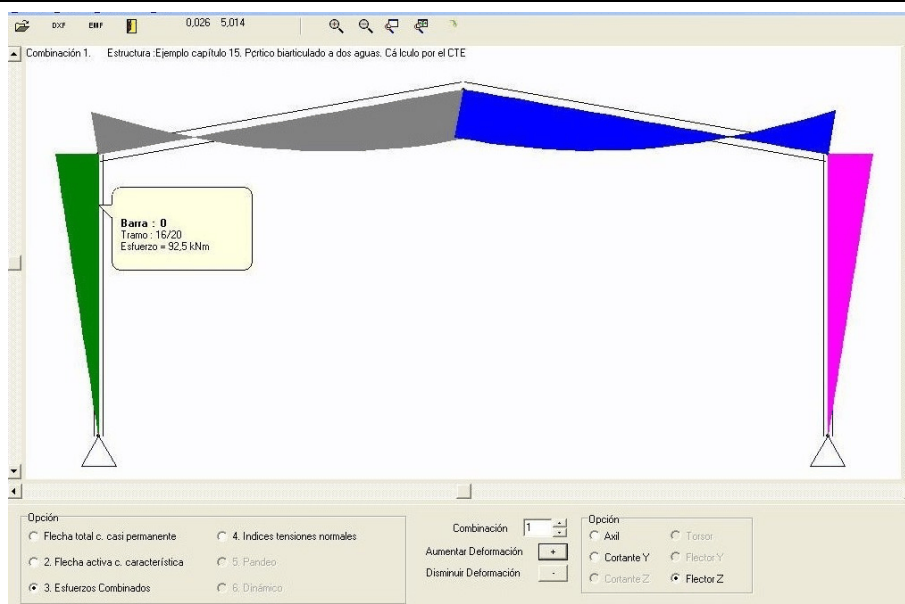
En la parte superior de la pantalla se muestran los siguientes iconos:

Iconos

-  **Abrir:** permite abrir un fichero creado anteriormente.
-  **DXF:** Genera un fichero DXF
-  **EMF:** Genera un fichero EMF.
-  **Salir:** Salir del visualizador.

La opción **Esfuerzos Combinados** permite visualizar la leyes de distribución para las diferentes combinaciones seleccionadas de los axiles, cortantes y flectores para todas las barras de la estructura. pantalla 7.4.2.

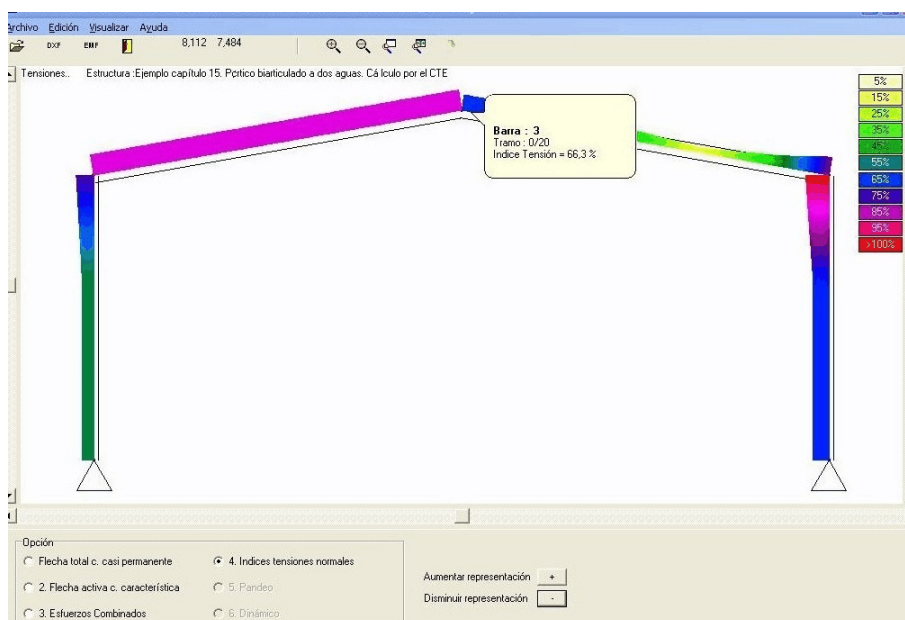
En esta pantalla se puede ver un cuadro de texto con los datos de deformación por tramos, manteniendo pulsado el botón izquierdo del ratón y arrastrándolo sobre la estructura



Pantalla 7.4.2.

Mostrando la opción tensiones se muestra la distribución por colores de los índices de agotamiento de tensiones de todas las barras, pantalla 7.4.3. El color rojo significa que la barra queda fuera de servicio.

En esta pantalla se puede ver un cuadro de texto con los datos de los índices de agotamiento por tramos, manteniendo pulsado el botón izquierdo del ratón y arrastrándolo sobre la estructura

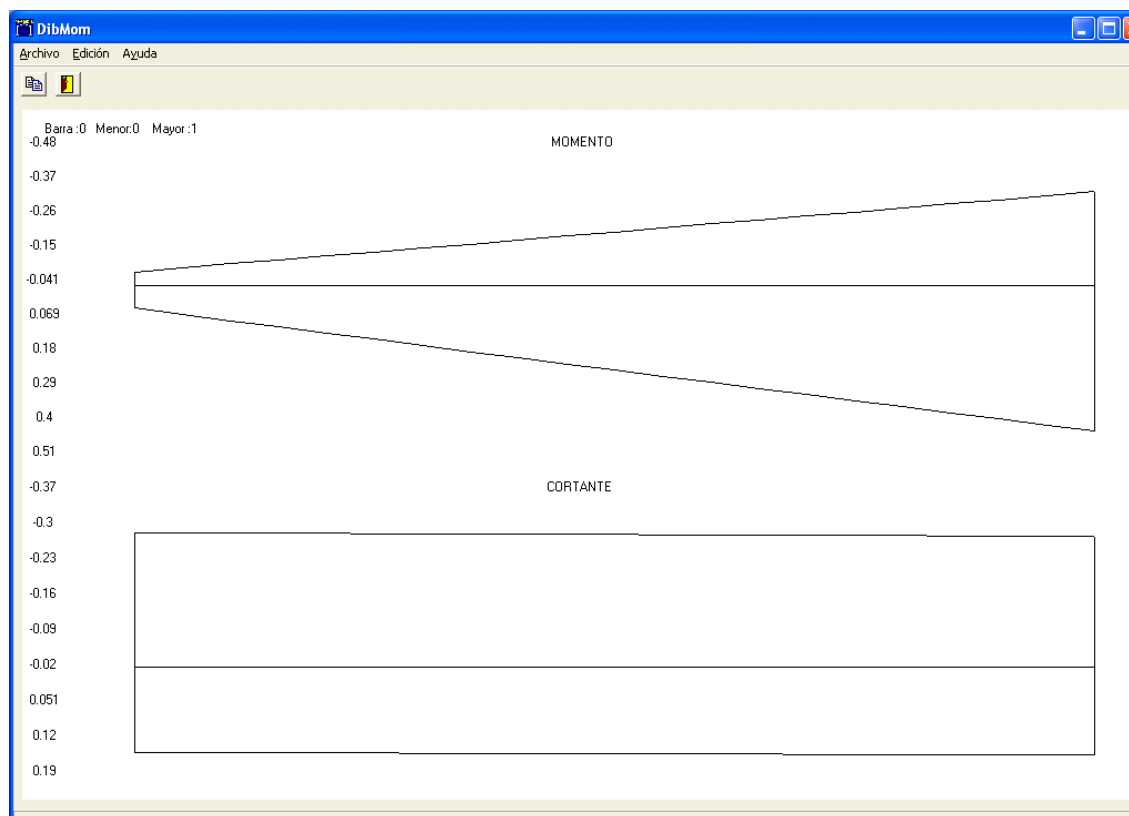


Pantalla 7.4.3

7.5.- VISUALIZACIÓN DE ENVOLVENTES

Seleccionando la opción de *Visualización de Envolventes* se visualizan por pantalla, inicialmente para la barra cero, los diagramas de las envolventes de los momentos flectores y de esfuerzos cortantes (pantalla 7.5.1). Pulsando la tecla <+> se presentan estos mismos diagramas para la barra siguiente, en este caso la

1, y así sucesivamente. Con la tecla <-> se retrocede en una unidad el número de la barra a representar. Los diagramas de axiles se obtienen pulsando <A>.



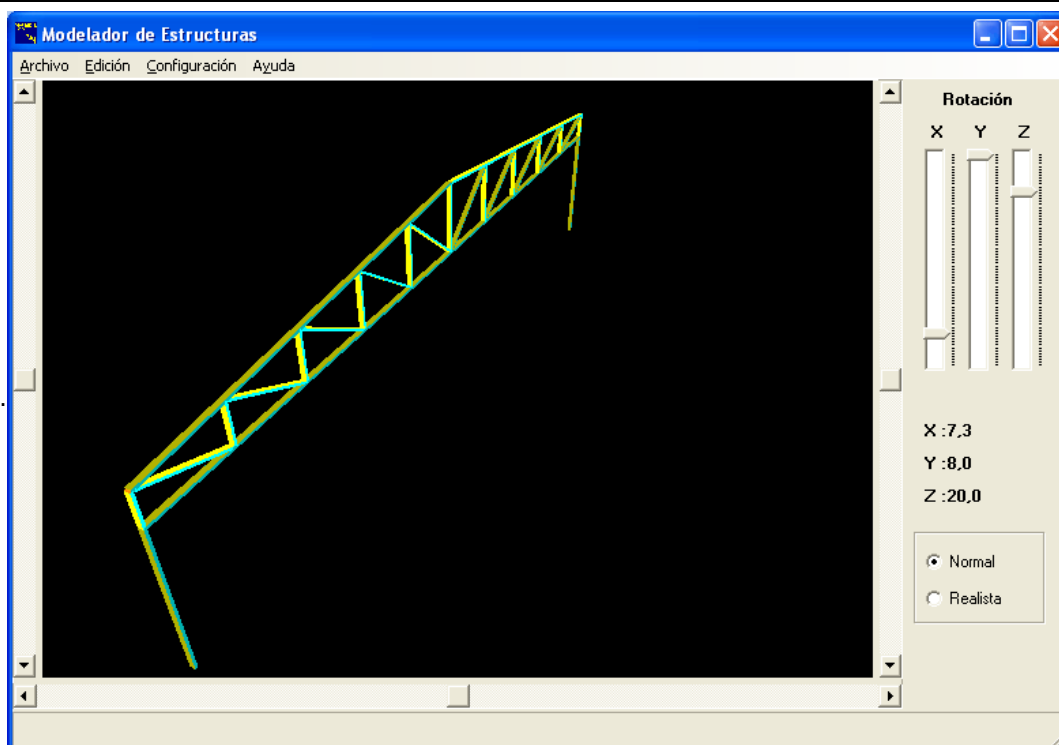
Pantalla 7.5.1

Pulsando las teclas que a continuación se indican, permite además:

- Mostrar cortante y flector. Pulsando la tecla <<Z>>.
- Mostrar axiles. Pulsando la tecla <<A>>.
- Activar/Desactivar el relleno. Pulsando la tecla <<T>>.
- Situar en una barra determinada. <<I>>

7.6.- VISUALIZACIÓN SÓLIDA DE LA ESTRUCTURA

Esta opción permite visualizar la estructura desde cualquier punto de vista combinando a través de las barras de deslizamiento situadas a la derecha de la ventana gráfica, tanto las distancias como las rotaciones que interesen según los ejes principales de la estructura, según se muestra en la pantalla 7.6.1.

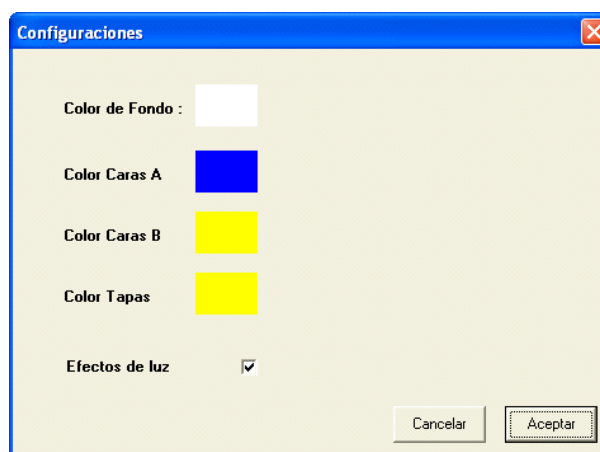


Pantalla 7.6.1

En el menú **Archivo**: esta imagen se puede en Abrir, Guardar, Imprimir y con la opción Salir volver al programa.

En el menú **Edición**: se puede volcar su contenido en el portapapeles.

En el menú **Configuración**: se pueden variar los colores de la imagen, pantalla 7.6.2

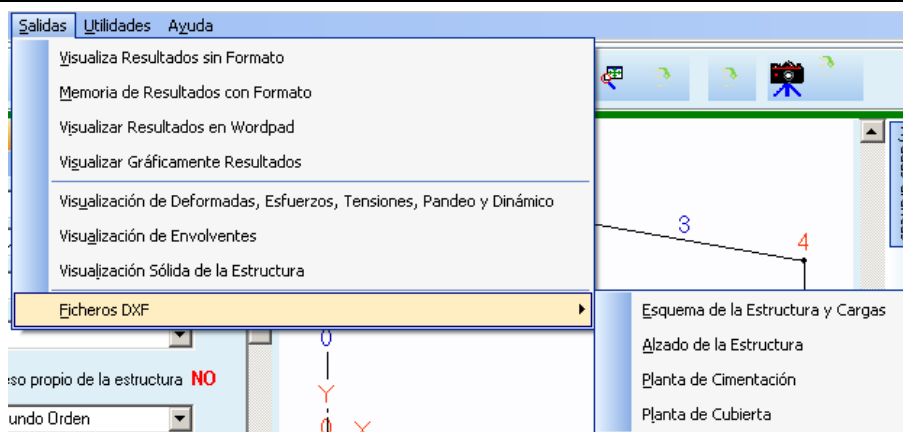


Pantalla 7.6.2

7.7.- FICHEROS DXF

7.7.1.- INTRODUCCIÓN

Desde el **menú principal** activando la opción *Salidas* y a continuación *Ficheros DXF*, se accede al menú desplegable representado en la pantalla 7.7.1.1.



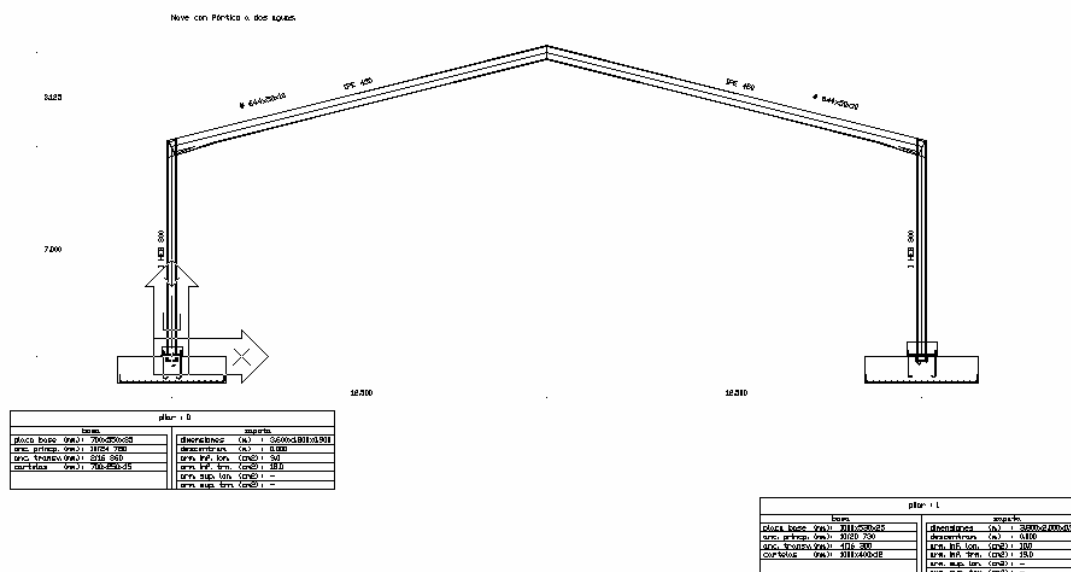
Pantalla 7.7.1.1.

7.7.2.- ESQUEMA DE LA ESTRUCTURA Y CARGAS

El programa selecciona para esta representación el pórtico del proyecto que figura en la pantalla principal. El fichero queda generado en el subdirectorio donde están el fichero con extensión FIE, con un nombre del tipo *Nombre de Ficheroesquema.DXF*.

7.7.3.- ALZADO DE LA ESTRUCTURA

Se procede de la misma manera quedando el fichero grabado también en el mismo subdirectorio donde se encuentra el fichero de trabajo con extensión FIE. En la pantalla 7.7.3.1 se muestra un ejemplo de DXF generado para un Pórtico a dos Aguas.



Pantalla 7.7.3.1

7.7.4.- PLANTA DE CIMENTACIÓN

Petición de estructuras para planta de cimentación y cubierta

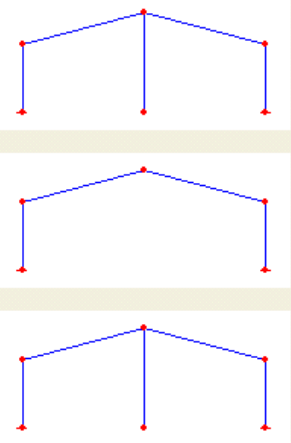
Pórtico Inicial
D:\Nave a dos Aguas\NAVE A DOS AGUAS PÓRTICO FINAL.FIE

Pórtico Tipo
D:\Nave a dos Aguas\NAVE A DOS AGUAS.FIE

Pórtico Final
D:\Nave a dos Aguas\NAVE A DOS AGUAS PÓRTICO FINAL.FIE

Número de pórticos	7
Separación de pórticos	6,0
Tipo sección de la correa	12 - IPE
Tamaño de la correa	120
Separación de correas en faldones	1,2
Ancho de la viga de atado (cm.)	25

Cancelar Aceptar



Pantalla 7.7.4.1

Para el proyecto que figura en la ventana principal se presenta una pantalla como la 7.7.4.1, que se debe rellenar con los pórticos almacenados que correspondan con el pórtico inicial, pórtico tipo y pórtico final de la NAVE.

Esta opción solo se puede aplicar a NAVES o edificios de construcción metálica en los que todos los pórticos intermedios se repiten y son iguales al pórtico tipo.

De disponer para el ancho de las vigas de atado un valor igual a cero el programa omite su representación tanto en las fachadas longitudinales como en las frontales.

Pulsando el Botón **Aceptar** queda generado el fichero de la *PLANTA DE CIMENTACIÓN* en el subdirectorío donde está la estructura en ejecución, con un nombre del tipo *Nombre de Fichero-Cimentación.DXF*.

7.7.5.- PLANTA DE CUBIERTA

Se procede la misma manera que con la opción anterior, generándose el fichero de la planta de cubiertas en el subdirectorío donde está la estructura en ejecución, con un nombre del tipo *Nombre de Fichero-Cubierta.DXF*.

8.- UTILIDADES

8.1.- INTRODUCCIÓN

Seleccionando en el **MENU PRINCIPAL** la opción *Utilidades* se da entrada a un menú desplegable como el representado en la pantalla 8.1.1.



Pantalla 8.1.1

8.2.- EDICIÓN DE TABLAS

Esta opción del menú permite crear o modificar Tablas de Materiales y crear o modificar Secciones de Barras.

8.2.1.- EDICIÓN DE MATERIALES

En esta tabla, pantalla 8.2.1.1, se hace referencia al tipo de acero nominal, y a los valores nominales del límite elástico y la resistencia última a la tracción.

Con el botón **Añadir** se pueden incorporar más tipos de acero.

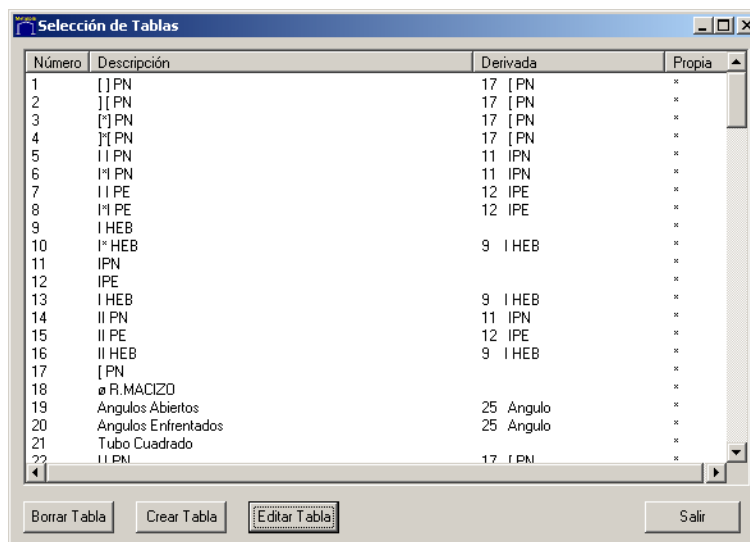
Descripción	Módulo de Elasticidad (kp/cm ²)	Límite elástico (kp/cm ²)	Tensión de rotura (kp/cm ²)	Densidad kg/m ³	Coef. Dilatación
Acero A-37	2100000	2400	3700	7850	1,20e-05
Acero A-42	2100000	2600	4200	7850	1,20e-05
Acero A-44	2100000	2800	4400	7850	1,20e-05
Acero A-52	2100000	3600	5200	7850	1,20e-05
Acero Fe360	2100000	2350	3600	7850	1,20e-05
Acero Fe430	2100000	2750	4300	7850	1,20e-05
Acero Fe510	2100000	3550	5100	7850	1,20e-05

Pantalla 8.2.1.1

Añadiendo nuevos materiales en las pantallas *Hormigón* u *Otros* se pueden calcular estructuras con otros tipos de material.

8.2.2.- EDICIÓN DE SECCIONES DE BARRAS.

El programa tiene incorporadas **tablas** preestablecidas y representadas en la pantalla 8.2.2.1, que corresponden a los tipos diferentes tipos de sección. Las 100 primeras están reservadas por la aplicación como invariantes. A partir de ahí se pueden crear las sucesivas tablas que se deseen.



Pantalla 8.2.2.1

Si se elige una tabla de las que incluye el programa no puede volver a grabarse con el mismo número, teniendo el usuario que elegir un número de los permitidos por la aplicación.

Para generar o editar tablas cuya numeración puede variar entre 100 y 999 se procede del modo siguiente:

BOTONES

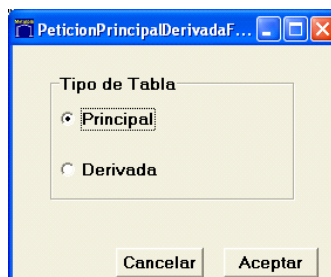
Editar Tabla : Se edita la tabla seleccionada. Para ello se coloca el cursor sobre la línea que corresponde a la tabla que se desea editar y a continuación se pulsa este botón.

Cancelar: Se vuelve al menú principal.

Borrar Tabla : Se elimina tabla seleccionada.

Crear Tabla : Con este botón se da entrada al editor de tablas con el fin de crear una nueva tabla.

Si se ejecuta esta orden se presenta la pantalla 8.2.2.2



Pantalla 8.2.2.2

Desde esta pantalla se elige una de las dos opciones siguientes:

1) PRINCIPAL

El usuario crea directamente la tabla.

Para ello se usa el editor de tablas que consta de dos partes. En la primera se utilizan los términos de sección tradicionales, pantalla 8.2.2.3, mientras que en la segunda se definen características geométricas de la sección, módulos plásticos y clasificaciones de acuerdo con el Eurocódigo 3, pantalla 8.2.2.5. Esta segunda parte sólo es necesaria si se realiza el cálculo aplicando el EC-3. Ambas partes se encuentran separadas por una columna sin datos coloreada de verde.

a) Primera parte: Pantalla 8.2.2.3

Edición de Tablas

Descripción: IPE Tabla número: 12 b: Long. dirección z
 Tipo Sección: Doble T Laminada Grupo: 1 h: Long. dirección y

Dim	A(cm2)	Iz(cm4)	Wz(cm3)	Iy(cm4)	Wy(cm3)	b x h(mm)	iI(cm)	Izy(cm4)
80	7,6	80,1	20	8,5	3,7	46x80	1	0,7
100	10,3	171	34,2	15,9	5,8	55x100	1,2	1,1
120	13,2	318	53	27,7	8,6	64x120	1,5	1,8
140	16,4	541	77,3	44,9	12,3	73x140	1,6	2,6
160	20,1	869	109	68,3	16,7	82x160	1,8	3,6
180	23,9	1320	146	101	22,2	91x180	2	5,1
200	28,5	1940	194	142	28,5	100x200	2,2	6,7
220	33,4	2770	252	205	37,3	110x220	2,5	9,1
240	39,1	3890	324	284	47,3	120x240	2,7	12
270	45,9	5790	429	420	62,2	135x270	3	15,4
300	53,8	8360	557	604	80,5	150x300	3,3	20,1
330	62,6	11770	713	788	98,5	160x330	3,5	26,5
360	72,7	16270	904	1040	123	170x360	3,8	37,3
400	84,5	23130	1160	1320	146	180x400	4	48,3
450	98,8	33740	1500	1680	176	190x450	4,1	65,9
500	116	48200	1930	2140	214	200x500	4,3	91,8
550	134	67120	2440	2670	254	210x550	4,7	122
600	156	92080	3070	3390	303	220x600	4,7	172

Pantalla 8.2.2.3

Encabezamientos de la tabla

Descripción: Corresponde a la definición habitual del tipo de sección. Por ejemplo: IPE, [PN, [] PN, ...

Grupo: A utilizar en próximas versiones. Tiene por objeto reunir aquellos tipos de sección que tienen igual perfil base, por ejemplo [] y [que corresponden a diferentes tipos de sección, para realizar una medición conjunta.

Tipo Sección: Activando el desplegable se presentan las denominaciones indicadas en pantalla 8.2.2.4.

Doble T Laminada

- Doble T Laminada
- Doble T Soldada
- Sección Hueca Laminada
- Sección Hueca Conformada
- Sección en cajón soldada
- Sección U
- Sección ángulo
- Sección circular

Pantalla 8.2.2.4

Encabezamientos de la tabla de perfiles

Dim: Define la dimensión que mejor caracteriza a la sección. Por ejemplo, en perfiles laminados, su altura.

A: Superficie de la sección transversal en cm^2 .

Iz: Momento de inercia respecto al eje principal z-z, en cm^4 . El eje z-z es siempre el perpendicular al plano medio de la estructura.

Wz: Módulo resistente elástico respecto al eje principal fuerte z-z, en cm^3 .

Iy: Momento de inercia respecto al eje principal débil y-y, en cm^4 . El eje y-y es el otro eje principal de la sección perpendicular al z-z.

Wy: Módulo resistente elástico de la sección total respecto al plano del pórtico, en cm^3 .

bxh: Columna que se utiliza para el cálculo de las presillas y placas de anclaje y para los ficheros DXF.

b: Ancho total de la sección en mm., en dirección perpendicular al plano medio de la estructura.

h: Canto total de la sección, en mm., en dirección paralela al plano medio de la estructura pórico.

i₁: Radio de giro mínimo del perfil simple en una sección compuesta. En secciones simples ha de disponerse el valor menor de iz o iy.

b) Segunda parte: Pantalla 8.2.2.5

Dim	bxh(mm)	it(cm)	lyz(cm ⁴)	b ala	t(ala)	Dist. Alas	t(alma)	r(mm.)	Wpz(cm ³)	Wpy(cm ³)	Clasificación	C. zz	C. yy	Pos. Eje y
80	46x80	1	0,7	46	5,2	69,6	3,8	5	23,2	5,5	1	0	0	0
100	55x100	1,2	1,1	55	5,7	88,6	4,1	7	39,4	8,6	1	0	0	0
120	64x120	1,5	1,8	64	6,3	107,4	4,4	7	60,8	12,9	1	0	0	0
140	73x140	1,6	2,6	73	6,9	126,2	4,7	7	88,4	18,3	1	0	0	0
160	82x160	1,8	3,6	82	7,4	145,2	5	9	123,8	24,8	1	0	0	0
180	91x180	2	5,1	91	8	164	5,3	9	166,4	33,1	1	0	0	0
200	100x200	2,2	6,7	100	8,5	183	5,6	12	220	42,5	1	0	0	0
220	110x220	2,5	9,1	110	9,2	201,6	5,9	12	286	55,6	1	0	0	0
240	120x240	2,7	12	120	9,8	220,4	6,2	15	386	70,5	2	0	0	0
270	135x270	3	15,4	135	10,2	249,6	6,6	15	484	92,9	2	0	0	0
300	150x300	3,3	20,1	150	10,7	278,6	7,1	15	628	120,3	3	0	0	0
330	160x330	3,5	26,5	160	11,5	307	7,5	18	804	147,2	3	0	0	0
360	170x360	3,8	37,3	170	12,7	334,6	8	18	1020	183,5	3	0	0	0
400	190x400	4	49,3	180	13,5	373	8,6	21	1308	218,7	3	0	0	0
450	190x450	4,1	65,9	190	14,6	420,8	9,4	21	1702	263,5	4	0	0	0
500	200x500	4,3	91,8	200	16	468	10,2	21	2200	320	4	0	0	0
550	210x550	4,7	122	210	17,2	515,6	11,1	24	2780	379,2	4	0	0	0
600	220x600	4,7	172	220	19	562	12	24	3520	459,8	4	0	0	0

Pantalla 8.2.2.5

Encabezamiento de la tabla:

Dim : Permite al usuario situarse en el perfil correspondiente.

b(ala): Ancho del ala en mm, sólo se utiliza para secciones en doble te. Dato obligado para calcular el ancho de las platabandas de acartelamiento.

t(ala): Espesor del ala en mm, sólo se utiliza para secciones en doble te. Dato obligado para clasificar la sección según el EC-3

Dist.Alas: Distancia libre entre alas en mm, sólo se utiliza para secciones en doble te. Dato obligado para clasificar la sección según el EC-3

t(alma): Espesor del alma en mm, sólo se utiliza para secciones en doble te, Dato obligado para calcular el espesor mínimo de la chapa de acartelamiento, figura 1-1. Así; por ejemplo, para un perfil IPE del 160 es 5mm.

r(mm) : Radio de acuerdo alas - alma en mm., sólo se utiliza para secciones en doble te.

Wpz: Módulo resistente plástico respecto al eje z-z, en cm³.

Wpy: Módulo resistente plástico respecto al eje y-y, en cm³

Clasificación: Clasificación de la sección comprimida uniformemente según el EC-3. Para secciones en doble te laminada o armada (Grupo de sección), no es necesario que el usuario rellene este dato, debe disponerse 0 ya que el programa lo genera internamente, si se ha definido adecuadamente la geometría de la sección.. Para los restantes tipos de secciones es obligado que el usuario rellene este dato, de no ser así no podrían realizarse los cálculos según el Eurocódigo.

C.zz: Clasificación de la sección solicitada a flexión respecto al eje z-z, exclusivamente, según el EC-3. Para secciones en doble te laminada o armada (Grupo de sección), no es necesario que el usuario rellene este dato ya que el programa lo genera internamente, debe disponerse 0. Para los restantes tipos de secciones es obligado que el usuario rellene este dato, de no ser así no podrían realizarse los cálculos según el Eurocódigo.

C.yy: Clasificación de la sección solicitada a flexión respecto al eje y-y, exclusivamente, según el EC-3. Para en secciones en doble te laminada o armada (Grupo de sección), no es necesario que el usuario rellene este dato ya que el programa lo calcula internamente, debe disponerse 0. Para los restantes tipos de secciones es obligado que el usuario rellene este dato, de no ser así no podrían realizarse los cálculos según el Eurocódigo.

Pos.Eje y : Distancia del eje principal y al borde del alma del perfil en secciones en U. A utilizar en

próximas versiones.

BOTONES

Añadir: Añade una fila para la introducción de los valores.

Borrar: Se borra la fila entera previamente seleccionada.

Guardar: Se archiva la tabla completa. Los perfiles quedan ordenados por áreas, no por el orden de introducción de éstos.

Guardar como: Se archiva la tabla con un número diferente al que se ha elegido inicialmente.

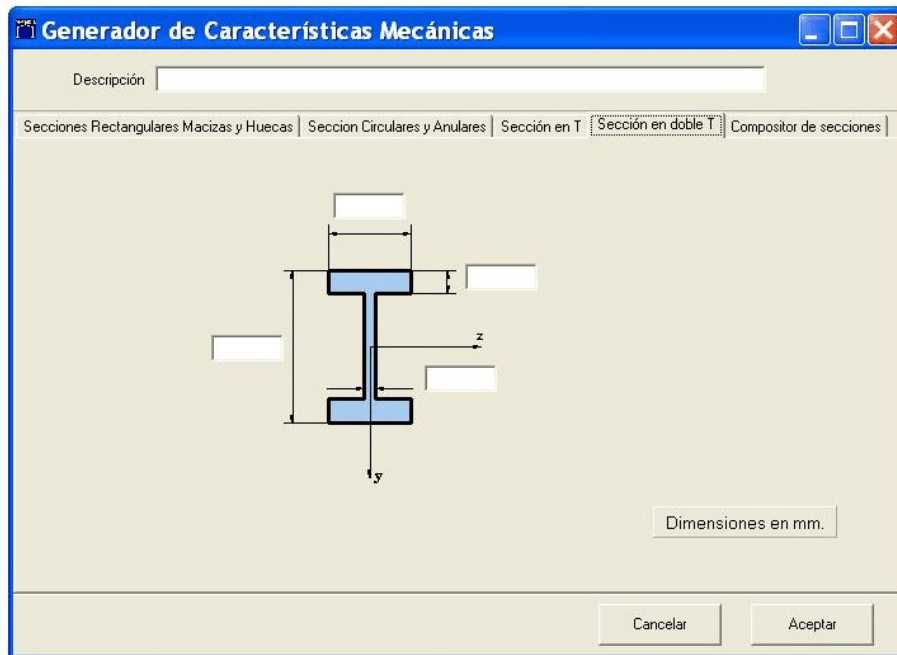
Cancelar: Se vuelve al menú principal sin guardar los cambios realizados.

Generar: Se pueden generar automáticamente las Características Mecánicas de Secciones Rectangulares,

Al pulsar "generar " se presenta la pantalla 8.2.2.6.a desde la que se pueden seleccionar secciones rectangulares huecas y macizas, secciones circulares y anulares, Secciones en T, en Doble T y compositor de secciones..

Pantalla 8.2.2.6-a

Tras seleccionar uno de los tipos de sección se presenta una nueva pantalla, la 8.2.2.6.b, desde la que se introducen fácilmente los datos de su geometría.

*Pantalla 8.2.2.6.b***2) DERIVADA (véase Pantalla 8.2.2.2)**

En esta segunda opción el programa genera internamente la primera tabla partiendo de un perfil base.

Activada la opción se presenta una pantalla como la 8.2.2.7

Pantalla 8.2.2.7

BOTONES

Descripción : Nomenclatura elegida por el usuario.

Perfil base : Definido anteriormente.

Número de piezas : En secciones simples 1 y en compuestas, 2.

Rotado 90° respecto al perfil base: Los perfiles bases se eligen con el eje fuerte (véase la figura 1-2) perpendiculares al plano medio de la estructura. Si este perfil base se rota 90°, es decir su eje fuerte queda contenido en el plano medio, se activa el botón.

Posición presillas : Solo se activa para los perfiles compuestos. Si el perfil es cerrado (en cajón) es C.

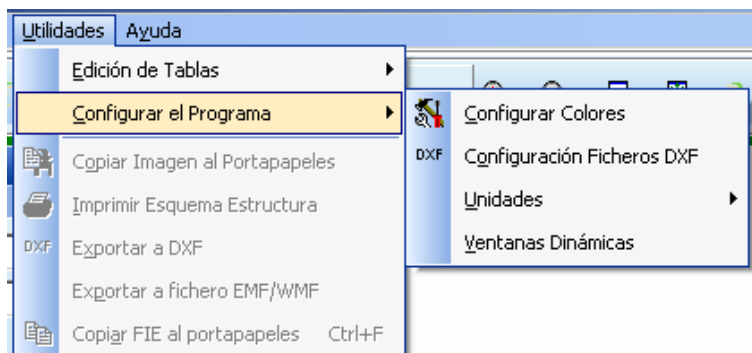
Disposición : Con perfiles base no simétricos respecto a su eje débil (eje y-y), por ejemplo [PN, L PN ..., su disposición puede ser:

- Enfrentada: por ejemplo tipos de sección 1 y 3.
- Abierto: por ejemplo tipo de sección 2 y 4
- Resto: perfiles simétricos.

8.3.- CONFIGURAR EL PROGRAMA

En el menú principal Utilidades se pueden configurar diversas opciones del programa. Como se aprecia en la pantalla 8.3.1 se pueden configurar las siguientes opciones:

- Configurar la forma de salida
- Configurar Colores
- Configurar Ficheros DXF.
- Información Dinámica
- Unidades



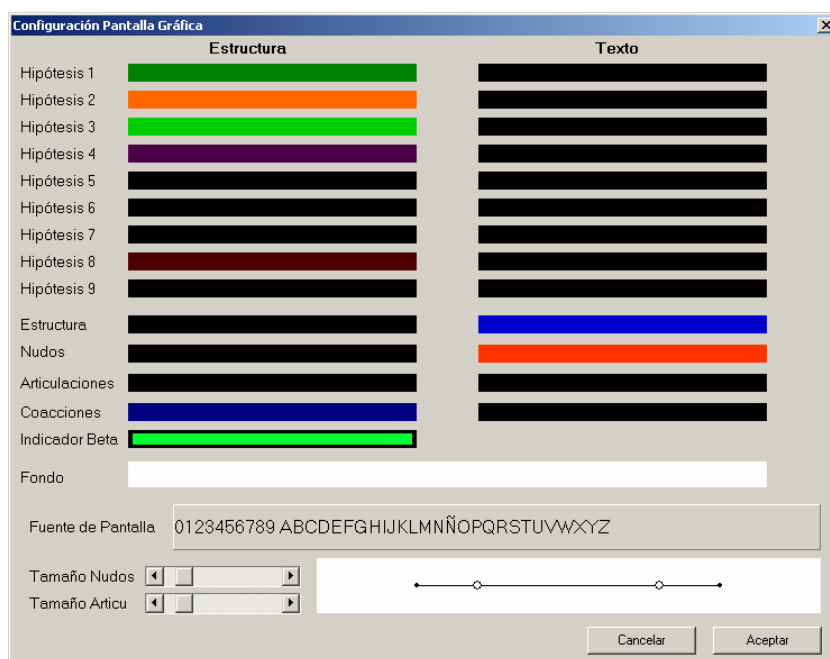
Pantalla 8.3.1.

8.3.1.- CONFIGURAR FORMA DE SALIDA

Se activa o desactiva la forma de Salida de los resultados eligiendo entre la Opción Salida por Impresora, Salida a Fichero, Ambas o ninguna. La opción establecida para la impresora queda reflejada en la barra de estado general del programa.

8.3.2.- CONFIGURAR COLORES

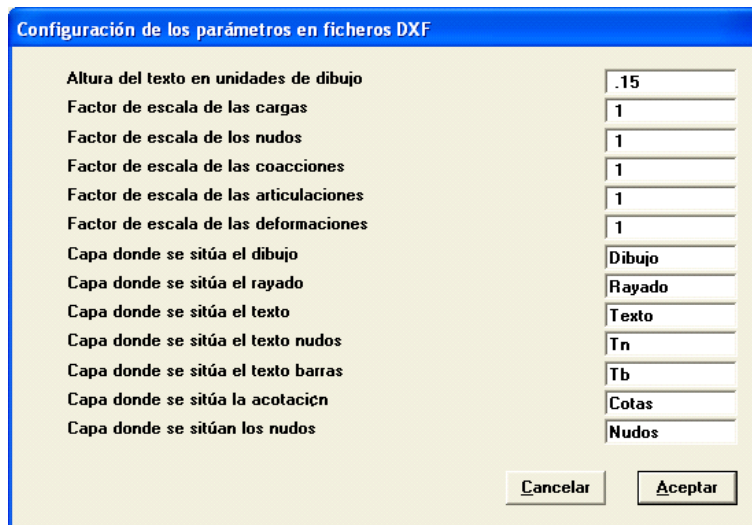
Esta opción permite cambiar el color de las cargas en cada Hipótesis, el color de la Estructura, de los Nudos, de las Articulaciones, de las Coacciones, del fondo de pantalla. Se puede también cambiar el tipo de Texto, y el tamaño de los Nudos y las Articulaciones pantalla 8.3.2.1.



Pantalla 8.3.2.1.

8.3.3.- CONFIGURACIÓN FICHEROS DXF

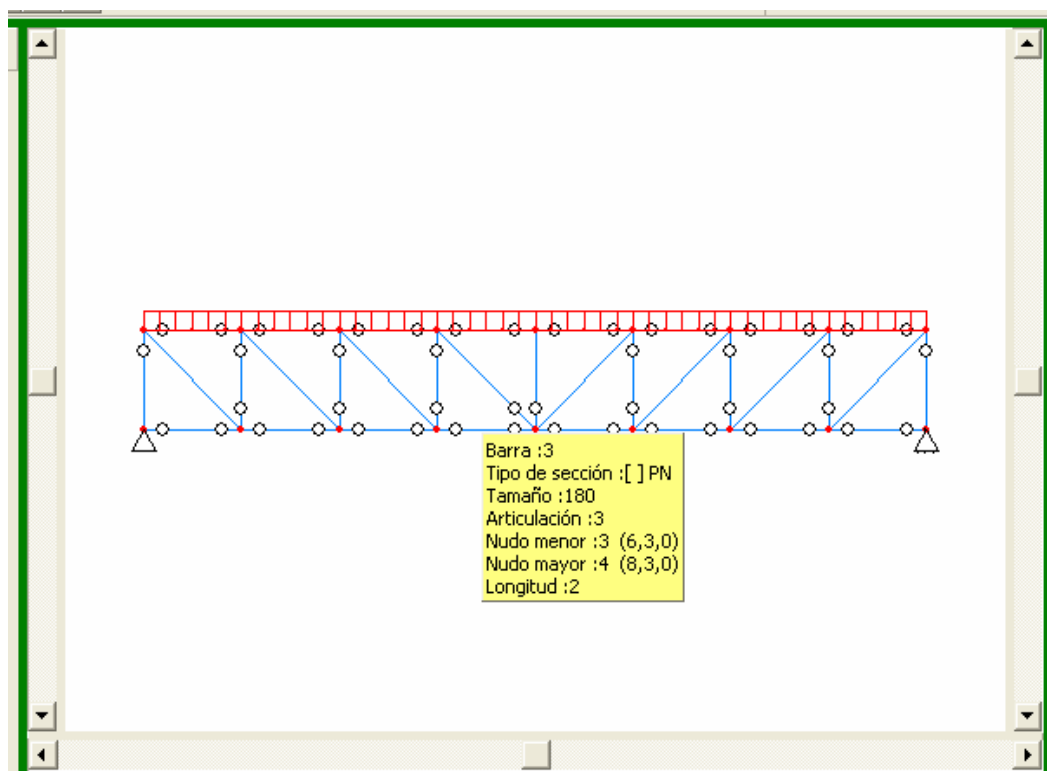
Para generar a medida los ficheros DXF se pueden configurar previamente los factores de escala y las Capas donde se sitúan los dibujos tal y como se muestra en la pantalla 8.3.3.1



Pantalla 8.3.3.1

8.3.4.- INFORMACIÓN DINÁMICA

Si se activa esta opción se muestra una pantalla de información que contiene los datos que definen los nudos o barras cuando se señalan con el ratón tal y como se muestra en la pantalla 8.3.4.1. como ejemplo de información para una barra.

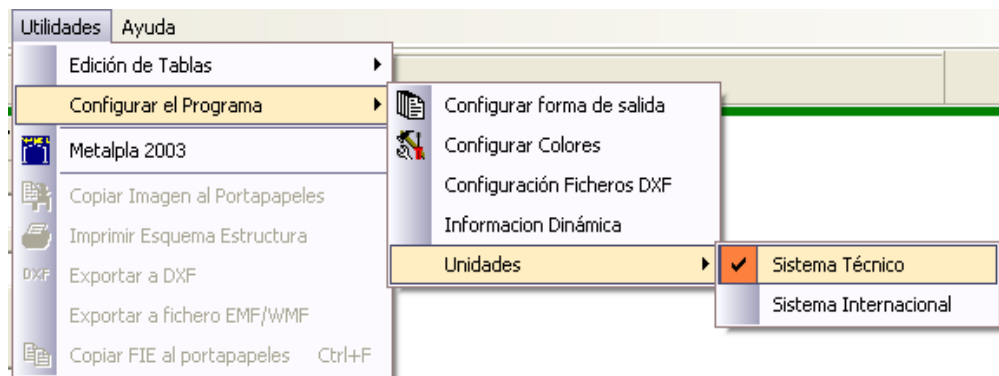


Pantalla 8.3.4.1

8.3.5.- UNIDADES

Esta opción activa el Sistema de Unidades con el que van a realizar los cálculos tal y como se aprecia en la pantalla 8.3.5.1. A esta opción sólo se tiene acceso cuando se inicia una Nueva Estructura.

También en la Barra de Estado de la ventana principal se indica el Sistema de Unidades Activo.



Pantalla 8.3.5.1

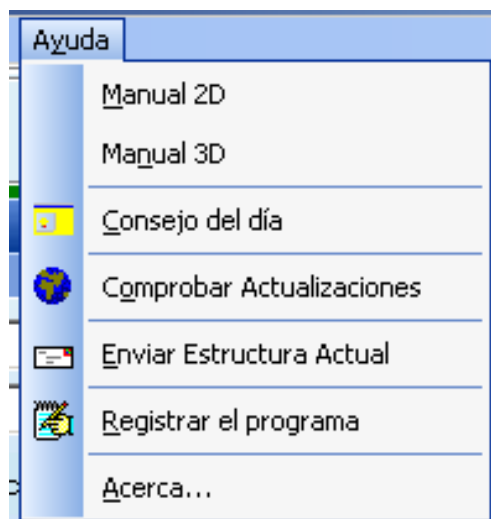
8.4.- OTRAS UTILIDADES

COPIAR FIE AL PORTAPAPELES: Todos los datos que se almacenan en el fichero de extensión FIE y que contienen todos los datos que forman una estructura pueden ser almacenados en el Portapapeles para su posterior procesado.

IMPRIMIR ESQUEMA DE ESTRUCTURA: Saca por impresora la imagen que se muestra en ese momento en la ventana gráfica con alta resolución.

8.5.- AYUDA

En el menú desplegable que tiene por título **Ayuda** se encuentran las siguientes opciones, tal y como se muestra en la pantalla 8.5.1.



Pantalla 8.5.1.

Manual 2D: Manual de uso del Metalpla 2D avanzado en formato PDF, incluyendo Anexo A (Placas de Anclaje y Zapatas) y Anexo B (Cálculo de Pandeo y Cálculo Dinámico).

Manual 3D: Manual de uso del programa Metalpla 3D en formato PDF. Dicho manual se complementa con el manual 2D.

Comprobar Actualizaciones: Indica si existe alguna nueva versión del programa.

Enviar Estructura Actual: Envía por correo electrónico la estructura a la dirección metalpla@metalpla.com, así como unos ficheros de estado del programa. Dicha opción utiliza el cliente de correo instalado en el ordenador, por lo que el envío está condicionado a dicho cliente.

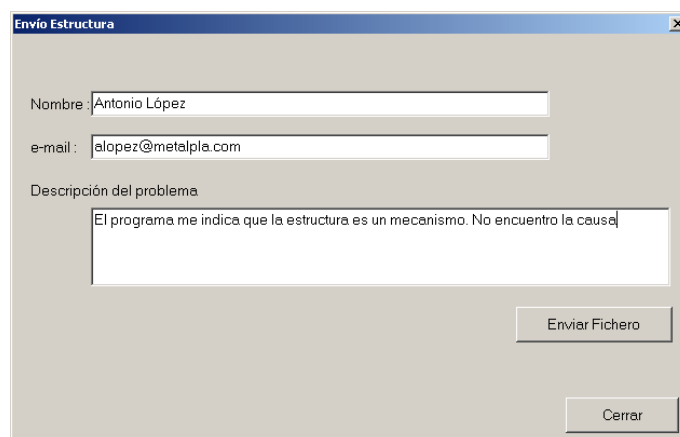
Acerca ...: Muestra la información que figura en la pantalla 8.5.2



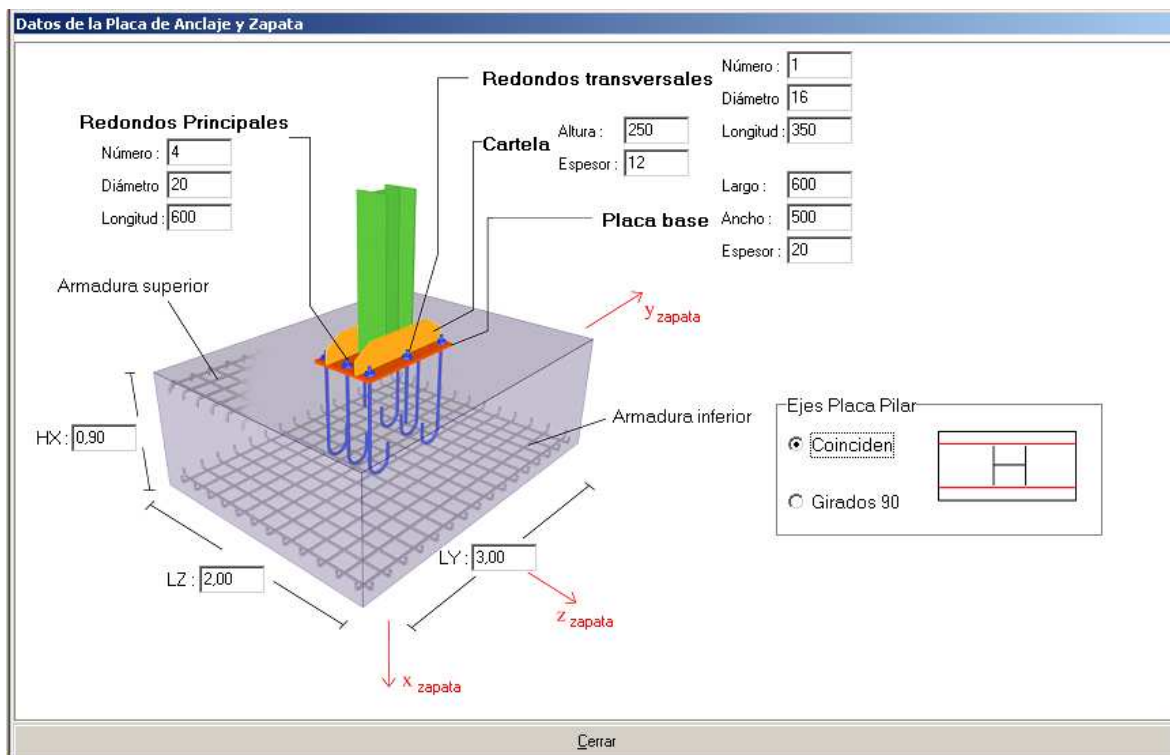
Pantalla 8.5.2.



Pantalla 8.5.3.



Pantalla 8.5.4.



ANEXO A: PLACAS DE ANCLAJE Y ZAPATAS

A.1.- PLACAS DE ANCLAJE

A.1.1. INTRODUCCIÓN

Las placas de anclaje se autodimensionan para las dos disposiciones siguientes

- 1) PILAR EMPOTRADO (fig. A.1.a)
- 2) PILAR ARTICULADO (fig. A.1.b)

Además para la situación de pilar empotrado es posible realizar la comprobación de la placa siempre que la disposición de placa base, cartelas y anclajes corresponda al formato representado en la figura A.1.a.

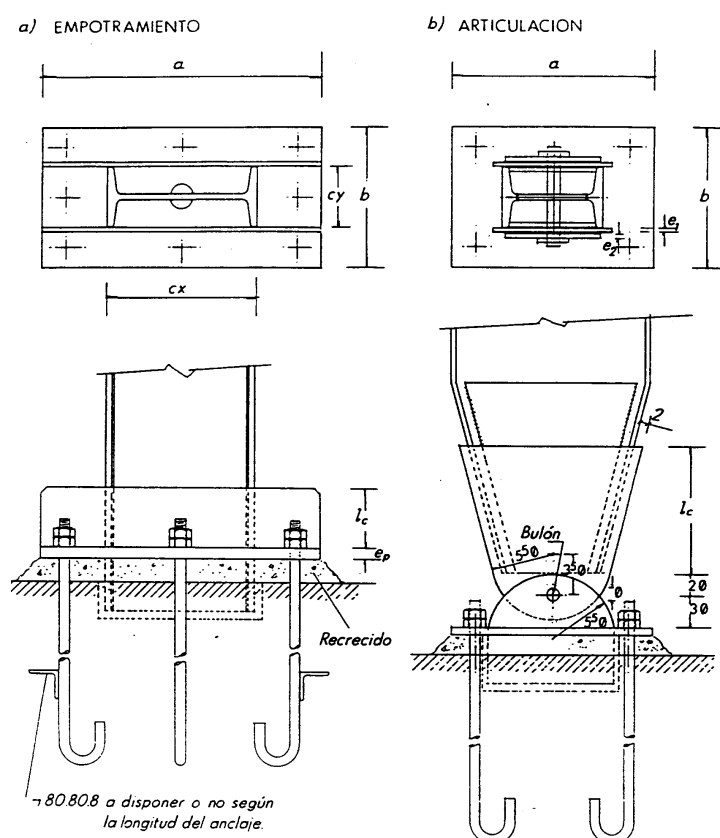


Figura A.1. Placas de Anclaje Empotradas y Articulas

El programa espacial realiza el cálculo de las placas de anclaje de forma similar al plano pero hay que tener en cuenta las consideraciones siguientes:

a) Se debe definir la posición del eje z_{placa} (eje fuerte de la placa) con relación al eje z_{pilar} (también eje fuerte del pilar). Pueden presentarse uno de los casos siguientes, véase la figura A.2:

- 1 Coinciden
- 2 Girados 90°

b) En general el lado largo de la placa de anclaje es paralelo al lado largo de la zapata (lados a y b de la zapata de manera arbitraria cuando se utiliza la opción de comprobación de placas de anclaje y zapatas, véase la figura A.5., en incluso en algunos casos de autodimensionamiento ya que la horquilla habitual de tanteo de zapata se elige para relaciones a/b que varían de 0,7 a 2

c) En el programa espacial el cálculo de las placas articuladas solamente pueden realizarse si los bulones de la articulación son perpendiculares al eje y_{pilar} (en general eje débil) del pilar, posición que

■ *Posición ejes: Pilar/placa zapata.*

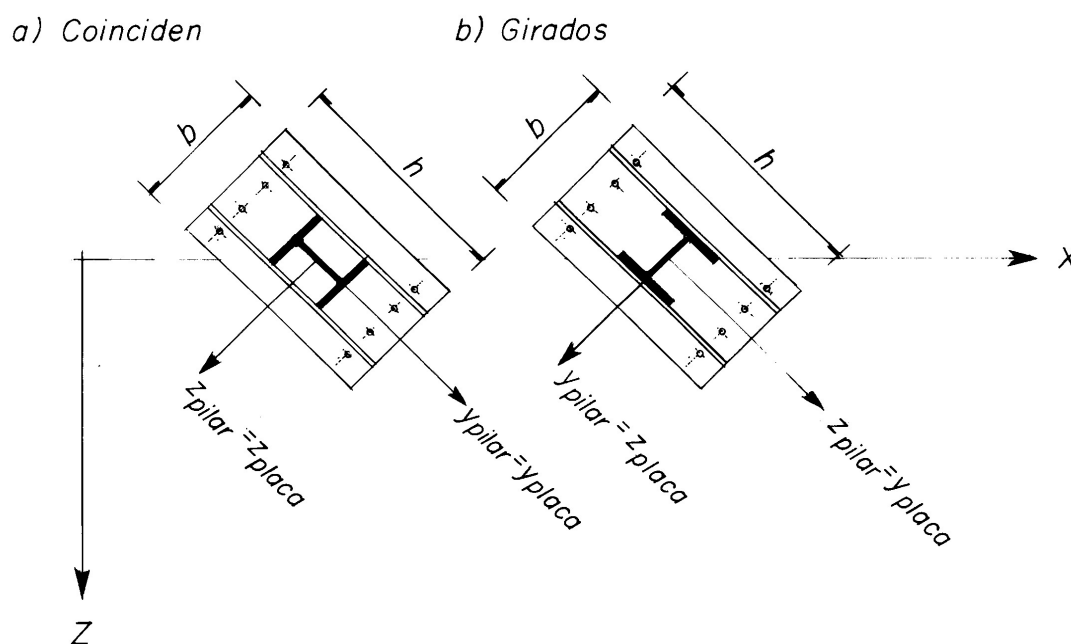


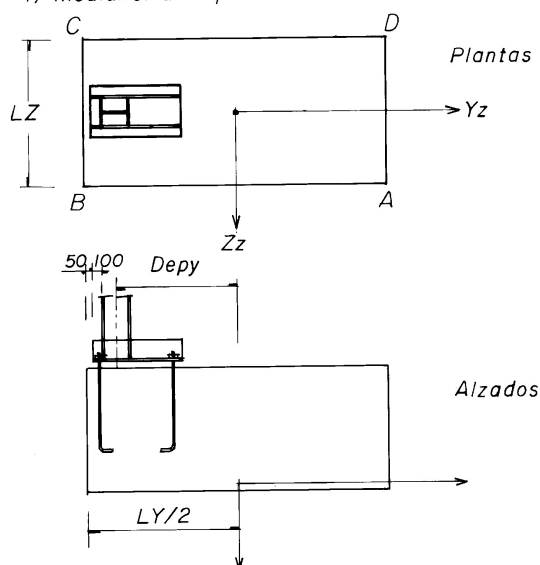
Figura A.2. Posibles Posiciones de Ejes de Placa de Anclaje y del Pilar en Espaciales.

Para las placas empotradas de medianería el programa incorpora los términos de *medianería izquierda* y *medianería derecha*. En estructuras planas (2D) estas disposiciones están indicadas en las figuras A.3.(1) y (2). Y para las espaciales en la figura (3-otra medianerías)

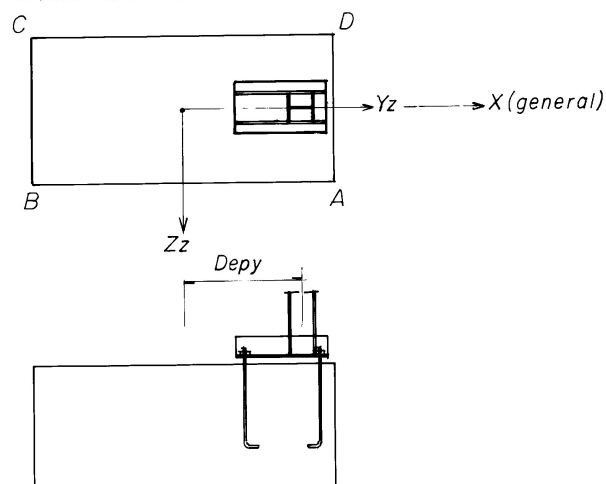
En lo que respecta a la disposición de la placa de anclaje y zapata en el caso de medianería, véase la figura A.6.

Posiciones de medianería de zapatas

1) Medianería izquierda

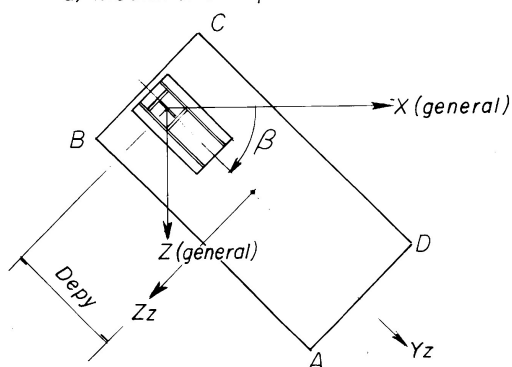


2) Medianería derecha



3) Otras medianerías

a) Medianería izquierda



b) Medianería derecha

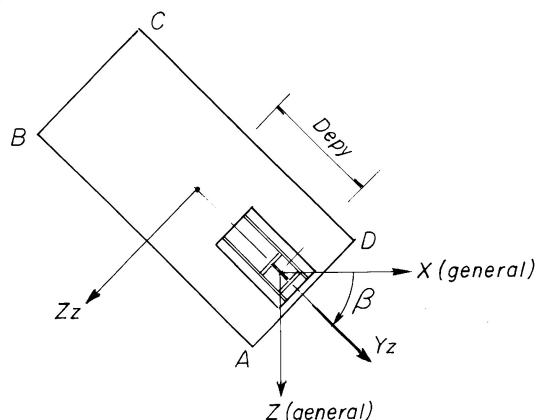


Figura A.3. Placas de Anclaje y Zapatas de Medianería Empotradas

A.1.2. CÁLCULO

El cálculo de la placa de anclaje se efectúa de acuerdo con la formulación siguiente:

- a) Si la carga axial P^* que recibe el pilar se sitúa dentro del núcleo central, figura A.4.a, la presión máxima sobre el hormigón se deduce de la expresión:

$$\sigma_{b,\max} = \frac{P^*}{a \cdot b} + \frac{6 \cdot M^*}{b \cdot a^2} \quad (A.11)$$

siendo:

- P^* : esfuerzo axial ponderado.
 M^* : momento flector ponderado.
 a y b : largo y ancho de la placa, respectivamente, figura A.4.

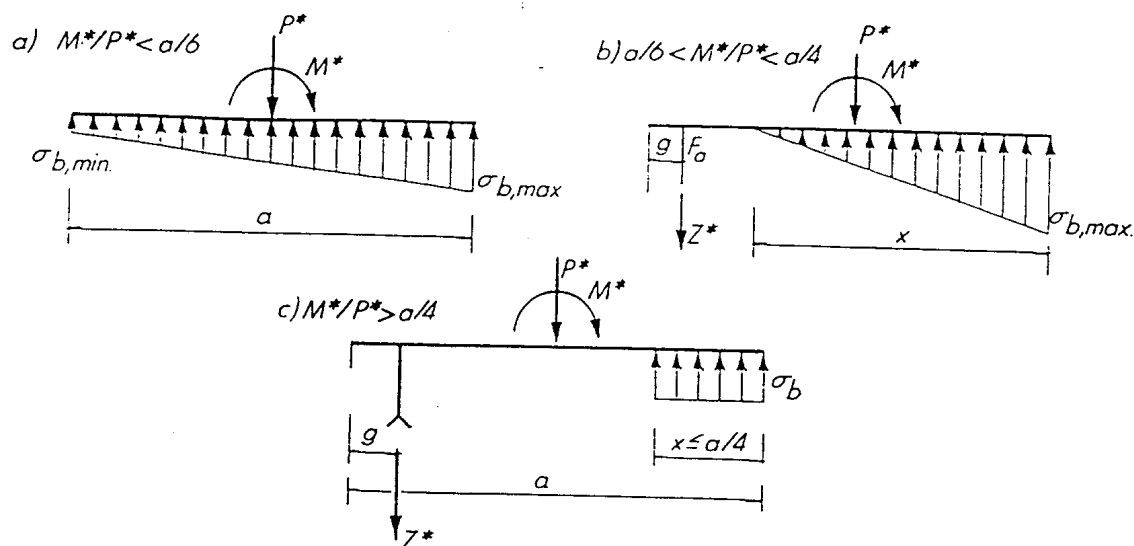


Figura A.4. Cálculo de Placas de Anclaje

- b) Si $a/6 < M^*/P^* < a/4$, se prescinde de la colaboración de los anclajes y se admite una ley de tensiones triangular, fig. A..4.b. En este caso:

$$\sigma_{b,max} = \frac{2 \cdot P^*}{b \cdot x} \quad (A.12)$$

siendo:

$$x = 3 \left(\frac{a}{2} - \frac{M^*}{P^*} \right)$$

- c) Si $M^*/P^* > a/4$, se admite una ley de repartición uniforme en una zona x , próxima al borde comprimido, cuya amplitud no debe ser superior al cuarto de longitud de la placa, figura A.4.c. En este caso:

$$\sigma_b^* = \frac{4 [M^* + P^* (0,5a - g)]}{a \cdot b (0,875a - g)} \quad (A.13)$$

$$Z^* = -P^* + \frac{M^* + P^* (0,5a - g)}{0,875a - g} \quad (A.14)$$

expresiones en las que x , a , b y g tienen el significado representado en las figuras A.4. representando Z^* el esfuerzo axil ponderado que han de soportar los anclajes.

La longitud de los anclajes y la resistencia portante del hormigón se determinan en base a las recomendaciones de Eurocódigo 3: El área resistente del anclaje. La sección del anclaje se elige aplicando la fórmula:

$$A_r = \frac{N_{sd}}{0,9 \cdot 4000} 1,25$$

siendo:

A_r	Área resistente del tornillo.
N_{sd}	esfuerzo axial de tracción de cálculo en el anclaje.
4.000 kp/cm ²	resistencia a la tracción del tornillo.
1,25	coeficiente parcial de la unión

Todas estas expresiones son comprobadas para todas las hipótesis de cálculo, seleccionándose, si la opción es de autodimensionar, aquel conjunto de placa, cartelas, y anclajes que da lugar al peso mínimo. En la comprobación de anclajes, placa y cartelas se han elegido las calidades más bajas debiendo tener en cuenta esta consideración el usuario ya que si las calidades que él dispone son superiores podría resultar rechazadas en este caso erróneamente.

La comprobación del espesor de la placa se realiza considerando la superficie y resistencia portante del hormigón comparando el momento de agotamiento por unidad de longitud de la placa,

$$M_{c,Rd} = t^2 \cdot f_y / (6 \cdot 1,25),$$

con el valor más desfavorable entre el momento debido a la resistencia portante,

$$M_{sd} = c^2 \cdot f_y / 2,$$

y el provocado por un tirón en el anclaje. En estas fórmulas:

t	espesor de la placa base.
f_y	límite elástico del acero.
c ,	ancho al lado de la cartela de la superficie portante,

En el caso de articulaciones realizadas con bulones se efectúa la comprobación a aplastamiento y a cortante y flexión combinados según las expresiones siguientes:

$$N_{sd} < 1,5 \cdot t \cdot d \cdot f_y / 1,25 \quad (\text{aplastamiento}) \quad (A.15)$$

$$(M_{sd}/M_{u,b})^2 + (V_{sd}/V_{u,b})^2 < 1 \quad (\text{cortante y flexión combinados}) \quad (A.16)$$

siendo:

t	espesor de la cartela soldada al ala del pilar o dos veces el espesor de las cartelas soldadas a la placa base.
f_y	límite elástico del acero.
d ,	diámetro del bulón.
V_{sd}	esfuerzo cortante de cálculo del bulón.
$V_{u,b}$	esfuerzo cortante agotamiento del bulón

Como valores de f_y y $f_{u,b}$ se consideran los correspondientes a la clase de acero más habitual S 275 (275 y 410 N/mm² respectivamente). A la vista de la memoria de cálculo el usuario, puesto que se dan las tensiones alcanzadas, puede comprobar fácilmente los resultados de cálculo para otras calidades de acero.

La ejecución constructiva de estas articulaciones se realiza de acuerdo con la figura A.1.b.

Todos los datos necesarios para la ejecución constructiva son suministrados por el programa.

A.2.- ZAPATAS

A.2.1. INTRODUCCIÓN

El programa contempla dos posibilidades:

- Autodimensinamiento.* El programa elige las dimensiones y armado de la zapata en base a un criterio de optimización de costos
- Comprobación.* El programa realiza la comprobación de la estabilidad y resistencia de la zapata y del terreno. En lo que se refiere al armado de la zapata el programa realiza siempre su cálculo y no su comprobación.

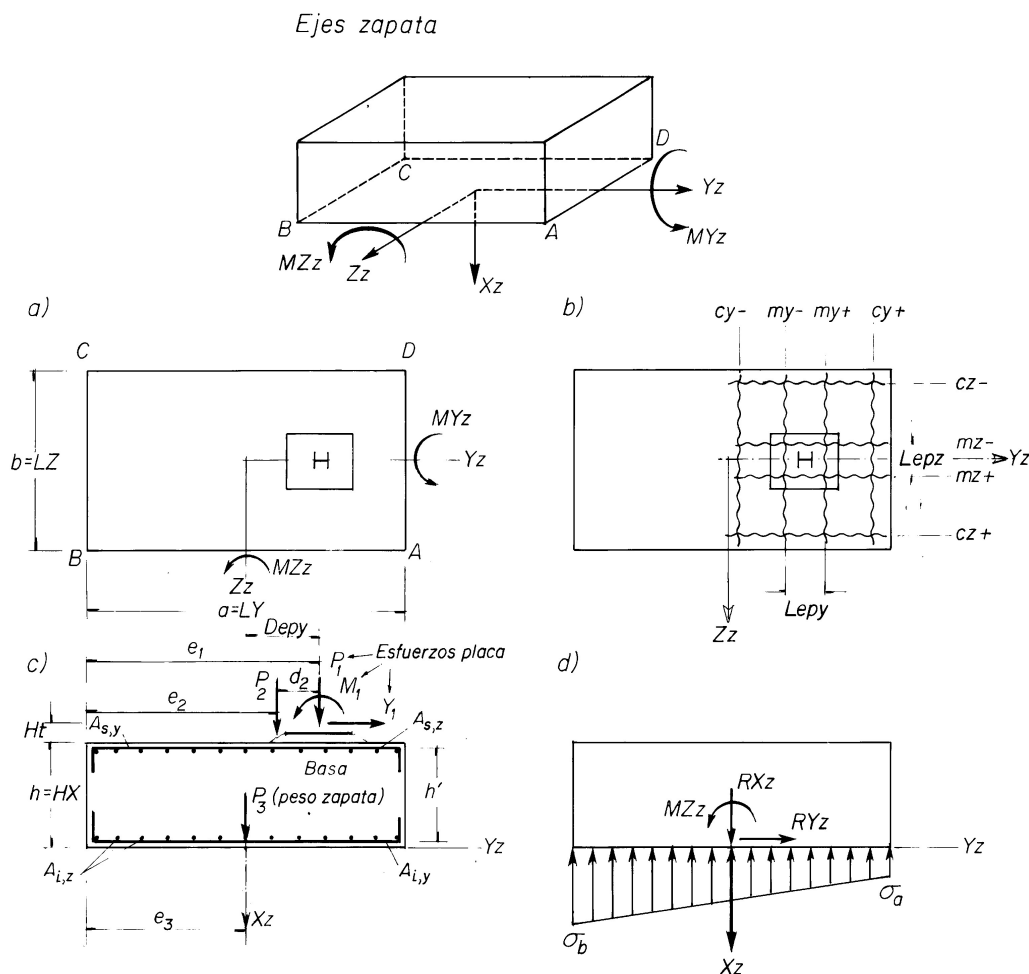


Figura A.5. Ejes y situaciones de cálculo de zapatas

Además, tanto en estructuras planas como espaciales, es posible desplazar el eje de pilar y placa respecto a los ejes de la zapata (véase la figura A.5.),llegándose incluso a situaciones de medianería, figura A.3. en las que el eje de la placa base puede quedar desplazado respecto al eje del pilar, véase la figura A.6

Para situar la zapata y placa de anclaje el usuario debe considerar que el eje Z_{zapata} es siempre paralelo al eje Z_{placa} (véase el eje Zz de la figura A.3.). El pilar define su posición respecto a la placa indicando la coincidencia o no de sus ejes con los ejes de la placa.

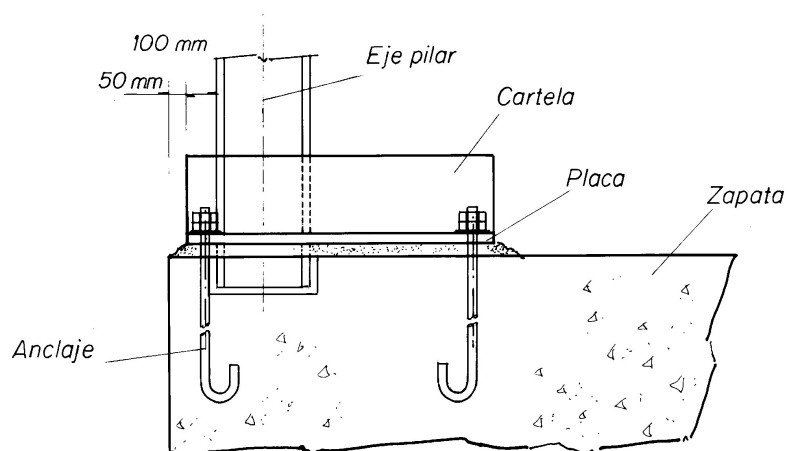


Figura A.6. Detalle de Placa de Anclaje de Medianería

A.2.2. CÁLCULO

Los ejes de referencia para las solicitaciones de cálculo en el plano de unión de la zapata y del terreno son los indicados en la figura A.5.

El cálculo de las zapatas contempla los aspectos siguientes:

1) Tensión del terreno.

La tensión del terreno se determina en base a los criterios siguientes, (figura A.5.):

a) Si la resultante pasa por el núcleo central:

$$\sigma_{\max} = \frac{RXz}{a \cdot b} \pm \frac{6MZz}{a^2 \cdot b} \pm \frac{6MYz}{b^2 \cdot a} \quad (\text{A.17})$$

$$\sigma_{\text{med}} = \frac{R_z}{a \cdot b} \quad (\text{A.18})$$

b) Si la resultante, RXz , se sitúa fuera del núcleo central el programa determina mediante una tabla las tensiones en tres de los cuatro vértices: A, B, C, D y a partir de estas tensiones se calcula el plano de tensiones que permite estimar la tensión existente en cualquier punto del terreno con lo cual se evalúan las solicitaciones de flexión, cortadura y punzonamiento de acuerdo con la EHE-99. En sus respectivas secciones críticas.

Partiendo de una tensión admisible del terreno igual a $\sigma_{t,adm}$, se ha de cumplir:

$$\sigma_{\text{med}} \leq \frac{RX_z}{a \cdot b} < \sigma_{t,adm} \quad (\text{A.19})$$

$$y \quad (\text{A.20})$$

$$\sigma_{\text{med}} \leq 1.25 \sigma_{t,adm}$$

En estas fórmulas:

a : longitud de la zapata en el sentido del eje y_{placa}
 b : ancho de la zapata.

$\sigma_{t,adm}$	:	tensión admisible del terreno.
σ_{med}	:	tensión media del terreno.
σ_{max}	:	tensión máxima del terreno.
RXz	:	peso total en servicio, incluido además del peso propio de la zapata, tierras, y otras posibles cargas, como pueden ser vigas de atado, cerramientos, etc.
MYz	:	momento flector en servicio rotando sobre el eje Y_{zapata} , figura A.5.
MZz	:	momento flector en servicio rotando sobre el eje Z_{zapata} , figura A.5.

2) Seguridad al vuelco y al deslizamiento.

Se requiere respecto a la línea de borde más desfavorable, línea AD de la figura A.5., el cumplimiento de la condición:

$$\frac{M_{est}}{M_{dest}} = \frac{\text{Momento de cargas estabilizadoras}}{\text{Momento de cargas desestabilizadoras}} > C.S.V \quad (A.21)$$

siendo:

C.S.V. : coeficiente de seguridad al vuelco, para el que generalmente se elige: 1,5
 M_{est} : si las cargas son negativas, como es habitual

$$M_{est} = \sum P_i (a-e_i) + M_1$$

M_{dest} : $M_{dest} = Y_1 \cdot h$

P_1, Y_1 y M_1 representan la acción de la placa base sobre la zapata.
 P_2 representa el peso del cerramiento, incluido el de la viga de atado.
 P_3 representa el peso de la zapata y tierras

En lo que respecta al deslizamiento, se exige el cumplimiento de la condición:

$$\frac{\text{abs} \left(\sum_{i=1}^3 P_i \cdot CR \right)}{\text{abs} (Y_1)} \geq C.S.D \quad (A.22)$$

siendo:

P_i : cargas que recibe la zapata. En el caso de la figura: P_1, P_2 , y P_3 .
 CR : coeficiente de rozamiento.
 $C.S.D$: coeficiente de seguridad al deslizamiento.

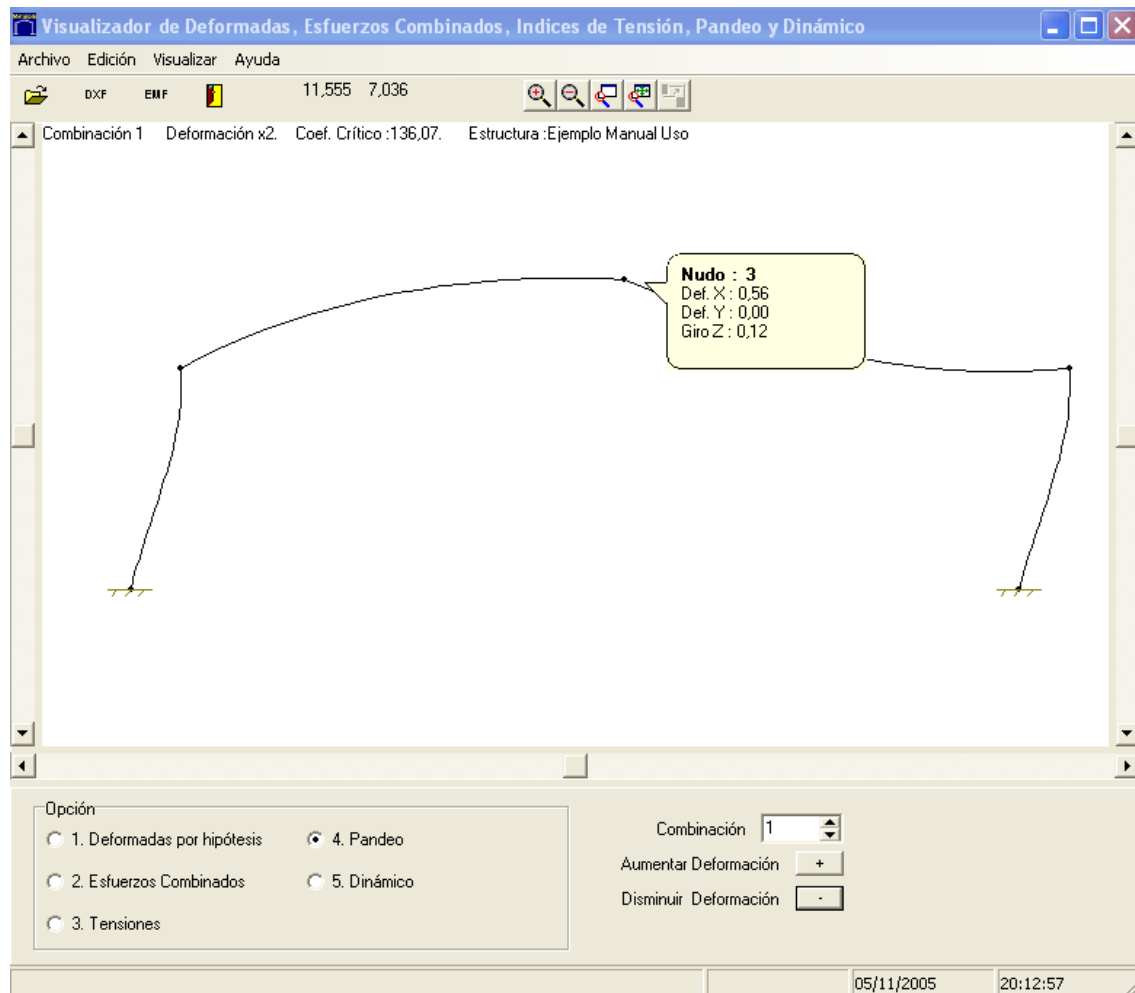
3) Comprobación de la resistencia del hormigón y cálculo de la armadura de la zapata.

El calculo sigue las recomendaciones de instrucción EHE-99.

Se efectúa comprobando bajo las flexiones MF_y y MF_z en las secciones de referencia (líneas $my-$, $my+$, $mz-$, $mz+$ - figura A.5.b.- situadas a mitad de la distancia entre las caras del soporte y los bordes de la placa de acero).

En cuanto al cortante, las secciones de referencia son las líneas correspondientes a $cy-$, $cy+$, $cz-$ y $cz+$ posicionadas siguiendo las indicaciones de la instrucción EHE-99, fig. E.1.7.b.

El programa realiza también, siguiendo las recomendaciones de la EHE-99 la comprobación de la zapata a punzonamiento.



ANEXO B: PANDEO Y DINÁMICO

B.1.- PANDEO

B.1.1.- INTRODUCCIÓN

Este programa permite determinar en cualquier pórtico plano el coeficiente crítico de pandeo global (valor por el que se han de multiplicar las cargas de servicio existentes para alcanzar el pandeo global de la estructura) figura B.1, correspondiente a la combinación de hipótesis de cálculo seleccionada, considerando los coeficientes de ponderación iguales a la unidad; es decir bajo la combinación de cargas de servicio. Determinado dicho coeficiente, se calculan las cargas críticas de pandeo y longitudes de pandeo y esbelteces correspondientes a dichas cargas críticas para todas las barras del pórtico.

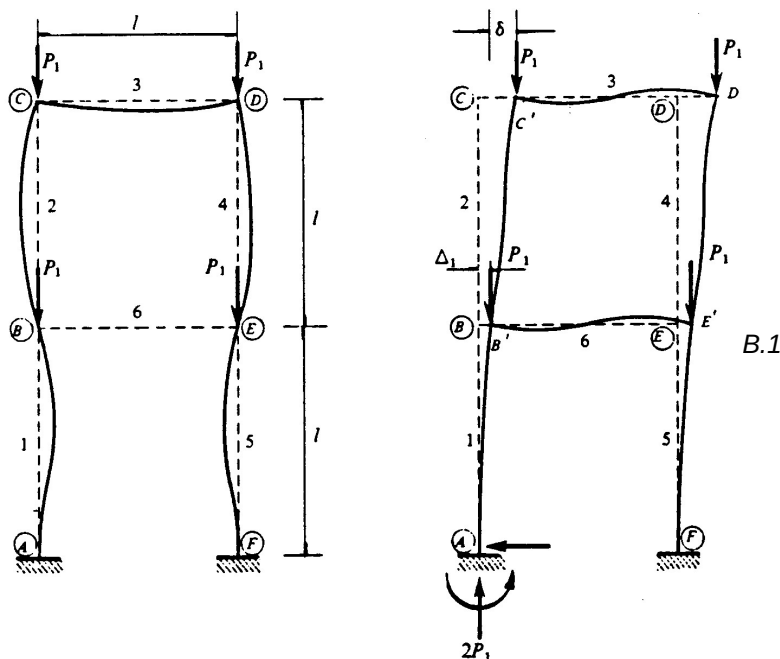


Figura B.1

En la determinación de la carga crítica de cualquier barra tienen gran importancia el esfuerzo axial que soportan las restantes columnas del pórtico, como se manifiesta en la figura B.2.b, en la que se representa la curva con la que se deduce la carga crítica de pandeo de la columna número 0 en función de la relación P_1/P_0 .

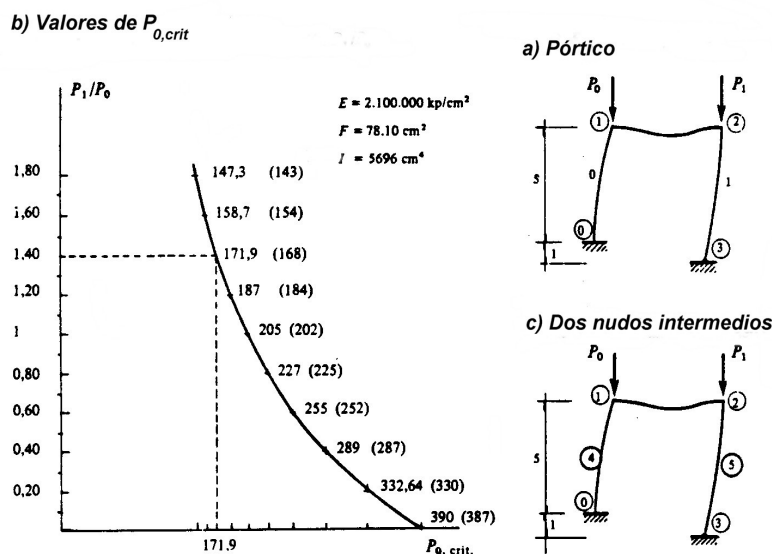


Figura B.2

De resolver el mismo pórtico disponiendo, para obtener una mayor precisión, un nudo intermedio en cada una de las columnas, figura B.2.c, los valores deducidos difieren ligeramente de los anteriores (cifras entre paréntesis de la figura B.2.b).

El programa suministra además los desplazamientos de los nudos en cada combinación de hipótesis de cálculo al producirse el pandeo global de la estructura; estos desplazamientos se denominan desplazamientos modales y su análisis permite deducir y representar los movimientos de los nudos del pórtico al producirse el pandeo y analizar, también, si éste corresponde a un colapso local o total.

No siempre se presenta, necesariamente, el pandeo simultáneo de todas las barras de la estructura caso, por ejemplo, de un pórtico de un piso y un vano en el que una de las columnas es mucho más débil que el resto de las barras, figura B.3. Para conseguir, en este caso, resultados aceptables es necesario disponer nudos intermedios -números 3 y 5- en las dos columnas. La inercia de la columna número 1 -barras 2-5 y 3-5- es 10^5 veces menor que la de la columna número 0 -barras 0-4 y 1-4-. Efectuado el cálculo para $P_0=P_1=1 \text{ tn}$ se obtiene un coeficiente crítico igual a 31,99 y como componentes del vector propio los valores representados en la misma figura B. Estos valores ponen de manifiesto que el único nudo que se desplaza en el 5, resultado que concuerda con la realidad por asimilarse esta columna a una pieza biempotrada sin posibilidad de desplazamiento lateral. Para este caso, la carga crítica teórica es 31,58 tn, valor que difiere un 1,13% del calculado.

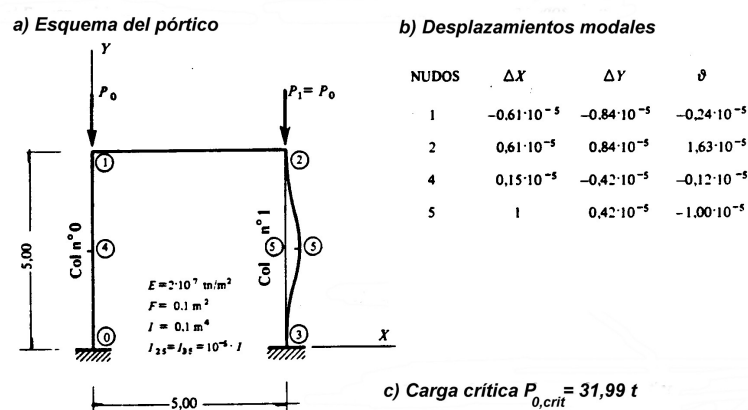


Figura B.3.

De no haber dispuesto los nudos intermedios 4 y 5, la carga crítica obtenida resultaría 199.302 tn, valor que se asemeja a la carga crítica de la columna izquierda considerada como un voladizo, caso para el que la carga teórica de pandeo es 197.392 t.

Estos resultados indican que para localizar posibles colapsos locales por pandeo se deben disponer nudos intermedios, como los 4 y 5 del pórtico estudiado. Obviamente el colapso de una columna arrastra finalmente a toda la estructura. Pero a efectos de determinación de longitudes de pandeo no es válido calcular siempre la carga crítica teniendo en cuenta el coeficiente crítico obtenido, como sucede con la columna izquierda del pórtico estudiado. El saber si una barra se ve arrastrada por el pandeo de otra se intuye fácilmente a la vista de los desplazamientos relativos de los nudos libres.

En ocasiones puede acontecer el pandeo de partes completas de la estructura, como sucede con el pórtico representado en la figura B.4, en el que el marco superior resulta mucho menos rígido que el inferior, por lo que los desplazamientos laterales y giros en los nudos 2 y 3 resultan muy superiores a los de los nudos 1 y 4, insignificantes frente a éstos. Determinado el coeficiente crítico de pandeo -12,36- que en este caso solo afecta al marco superior, el del marco inferior podría estudiarse anulando las cargas P_2 y P_3 , obteniéndose entonces como coeficiente crítico 514.641. A estos valores críticos corresponden para las barras 1-2 y 3-4 coeficientes, a efectos de determinación de longitudes de pandeo, $\beta = \beta = 1,15$ y para las 0-1 y 4-5, $\beta = \beta = 1,26$.

Pandeo local del pórtico

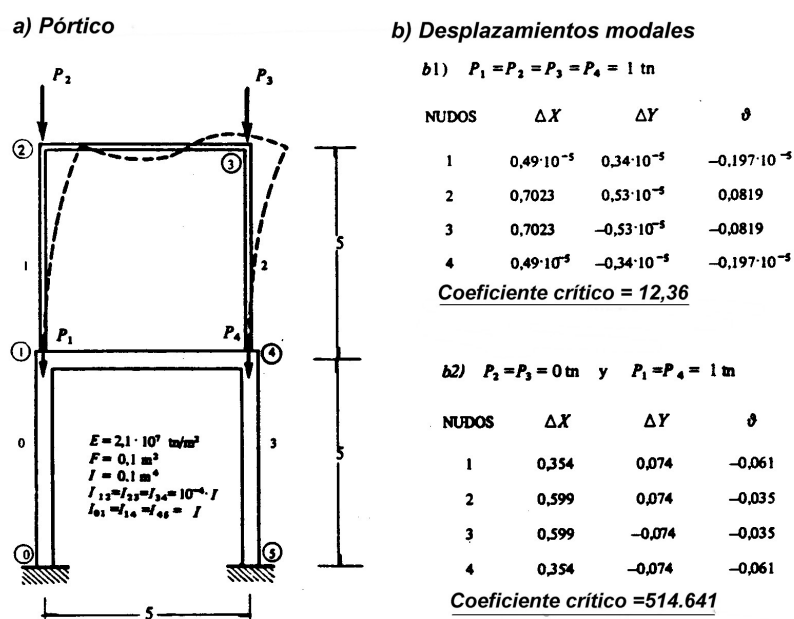


Figura B.4

B.1.2.-PROCEDIMIENTO E HIPÓTESIS DE CÁLCULO

Teniendo en cuenta lo comentado en el apartado anterior en la determinación del coeficiente multiplicador crítico, se realizan las hipótesis siguientes:

- 1) El comportamiento del sistema es siempre elástico, es decir, satisface la ley de Hooke.
- 2) No se considera la posibilidad de pandeo de las barras por flexión y torsión, ni su pandeo fuera del plano del pórtico.
- 3) Todas las columnas pandean en el plano del pórtico simultáneamente.

Hay que darse cuenta además, de que interviniendo de manera notable en el valor del coeficiente multiplicador crítico de los esfuerzos axiales que reciben todas las barras se puede hablar, desde un punto de vista estricto, de un coeficiente crítico diferente para cada combinación de hipótesis de carga. En general, no es necesario efectuar tantas comprobaciones como hipótesis de cálculo se han considerado, sino que es

suficientemente aproximado elegir como hipótesis de cálculo la acción combinada de las cargas permanentes y sobrecargas actuando simultáneamente.

El procedimiento de cálculo seguido consiste en plantear la ecuación matricial:

$$\{P\} = \{[K] - N[K_G]\}\{\Delta\}$$

siendo:

$\{P\}$: vector cargas aplicadas en los nudos.

N : representa al esfuerzo axial de compresión de la barra que ha sido elegida de referencia, por ejemplo, la número

a.

$[K]$ y $[K_G]$: matriz de rigidez y matriz geométrica respectivamente del sistema de barras.

$\{\Delta\}$: vector desplazamientos de los nudos libres del pórtico.

El valor más pequeño N que anule el determinante de los coeficientes de esta ecuación, dividido por el que realmente soporta la barra de referencia N_a , definirá el coeficiente crítico. La relación N/N_a representa el incremento que ha de darse a la totalidad de las cargas para que se produzca el pandeo general o local del pórtico en estudio.

B.1.3.- ALCANCE DEL PROGRAMA

La utilización del programa con las limitaciones que imponen las hipótesis reseñadas en el apartado anterior permite determinar el coeficiente crítico y longitud de pandeo de cualquier barra cualesquiera que sean los tipos de cargas que actúan en la estructura.

Así, por ejemplo, las columnas de sección variable del pórtico de la figura B.5 se discretizan en varios tramos aplicando, tras la determinación de los esfuerzos axiales, la teoría expuesta a la totalidad del pórtico. De este modo se puede estimar para cada tramo de la columna su longitud de pandeo.

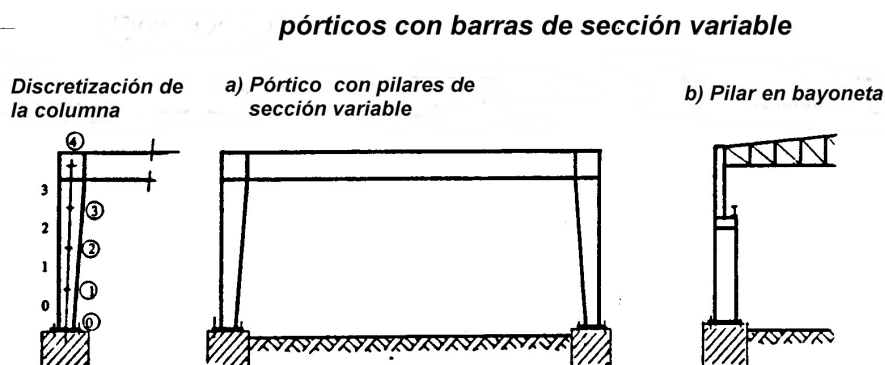


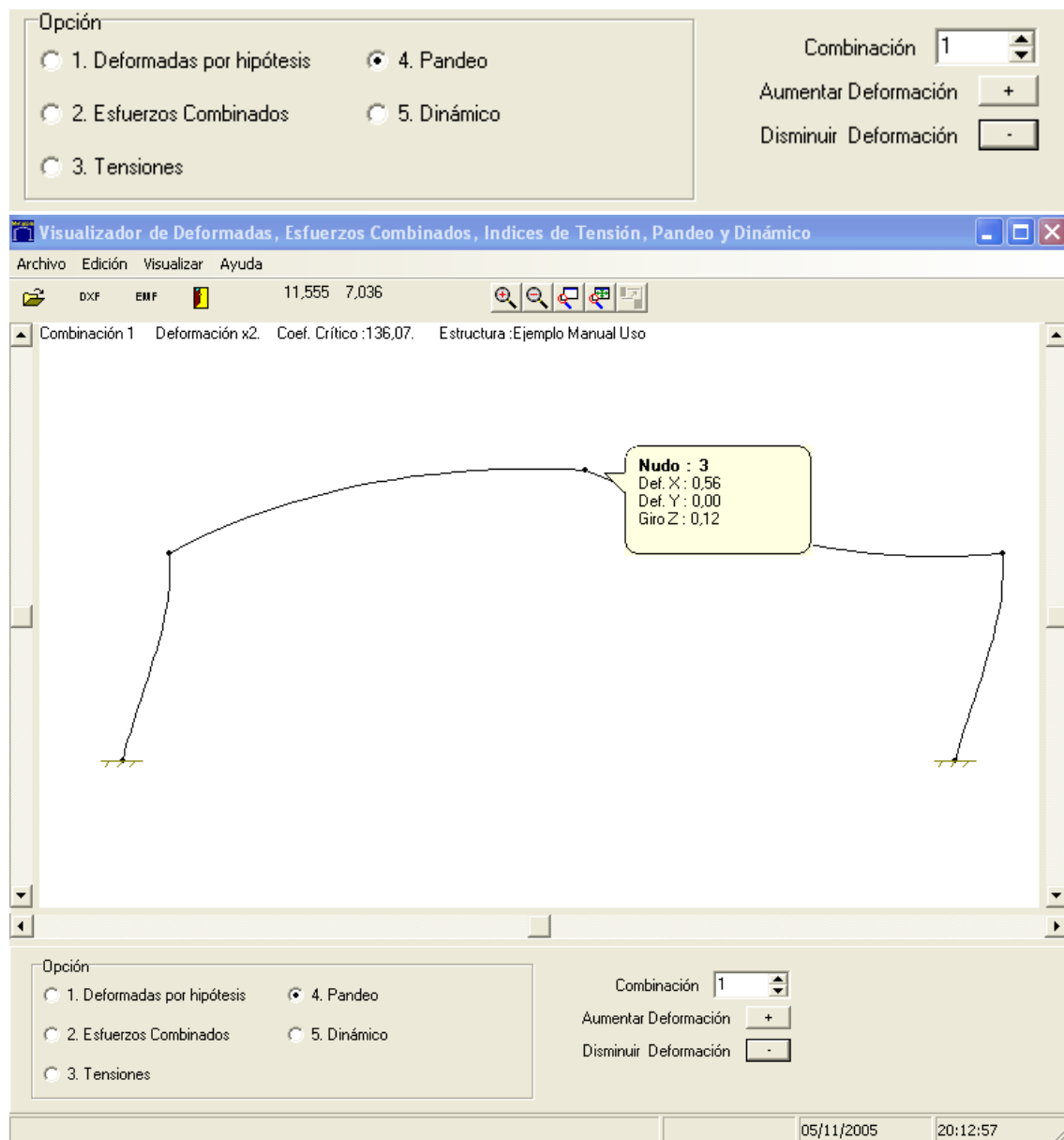
Figura B.5

El que una barra sea de sección variable y esté sometida además a una ley no uniforme de esfuerzos axiales se resuelve también fácilmente discretizándola en varias partes y aplicando a cada una de ellas el esfuerzo axial promedio, figura B.6.

B.1.4- PANTALLAS

Activando el botón pandeo, pantalla B.7, se representa la figura en la que se indica el modo de pandeo de la estructura para la combinación de hipótesis seleccionada previamente para la actuación de las cargas de servicio, pantalla B.8. También se indica

el coeficiente de pandeo global.



Pantalla B.8

B.2.- DINÁMICO

B.2.1.- FRECUENCIAS NATURALES DE VIBRACIÓN

El análisis de las frecuencias naturales de vibración de un sistema contempla la resolución de la ecuación:

$$[M]\{\ddot{u}\} + [C]\{\dot{u}\} + [K]\{u\} = \{F(t)\}$$

$[K]$; Matriz de rigidez de la estructura

$\{u\}$, vector desplazamientos según los ejes generales, X, Y y giro, de los nudos del sistema

$\{\dot{u}\}$, vector que representa las velocidades de los desplazamientos de los nudos del sistema

$\{\ddot{u}\}$, vector que representa las aceleraciones de los desplazamientos de los nudos del sistema

$[M]$; Matriz de masas

$\{F(t)\}$; fuerzas de excitación del sistema aplicadas en los nudos, definidas por sus componentes respecto a los ejes principales X, Y y su momento

Ecuación que es la generalmente empleada en esta clase de problemas, ya que en las estructuras habituales el amortiguamiento, aparte de ser de difícil concretar, es relativamente pequeño, sin apenas incidencia en el comportamiento del sistema.

Prescindiendo de la matriz de amortiguamiento y suponiendo que no existen fuerzas de excitación en el sistema, la ecuación dinámica se escribe:

$$[M]\{\ddot{u}\} + [K]\{u\} = 0$$

Si bien la resolución de este caso puede parecer más o menos intrascendente, pero realmente no es así, ya que proporciona el conocimiento de unas características dinámicas muy importantes, como son: las frecuencias de vibración, denominadas *frecuencias naturales*, y las formas modales. Estas características son intrínsecas al sistema vibrante, ya que dependen, únicamente de sus propiedades de masa y rigidez y no de las cargas exteriores.

El cálculo de las frecuencias naturales para por la determinación de unos parámetros desconocidos ω_i^2 que cumplen la ecuación:

$$\|[K] - \omega_i^2[M]\| = 0$$

Esta condición es equivalente a la siguiente:

$$\|[K]^{-1}[M] - \frac{I}{\omega_i^2}\| = 0$$

Ecuación es la de uso más habitual en la determinación de frecuencias, ya que proporciona mejor convergencia para los valores más bajos de ω_i^2 , que son los que en la práctica tienen mayor importancia dado que son los que en mayor medida contribuyen en el desplazamiento total del sistema

B.2.2.- ALCANCE DEL PROGRAMA.

El programa determina, definida la estructura y cargas estáticas (transformadas interiormente en masas), la frecuencia más baja de vibración y desplazamientos modales correspondientes de los nodos del sistema.

$$\left\| [K]^{-1} [M] - \frac{I}{\omega_i^2} \right\| = 0$$

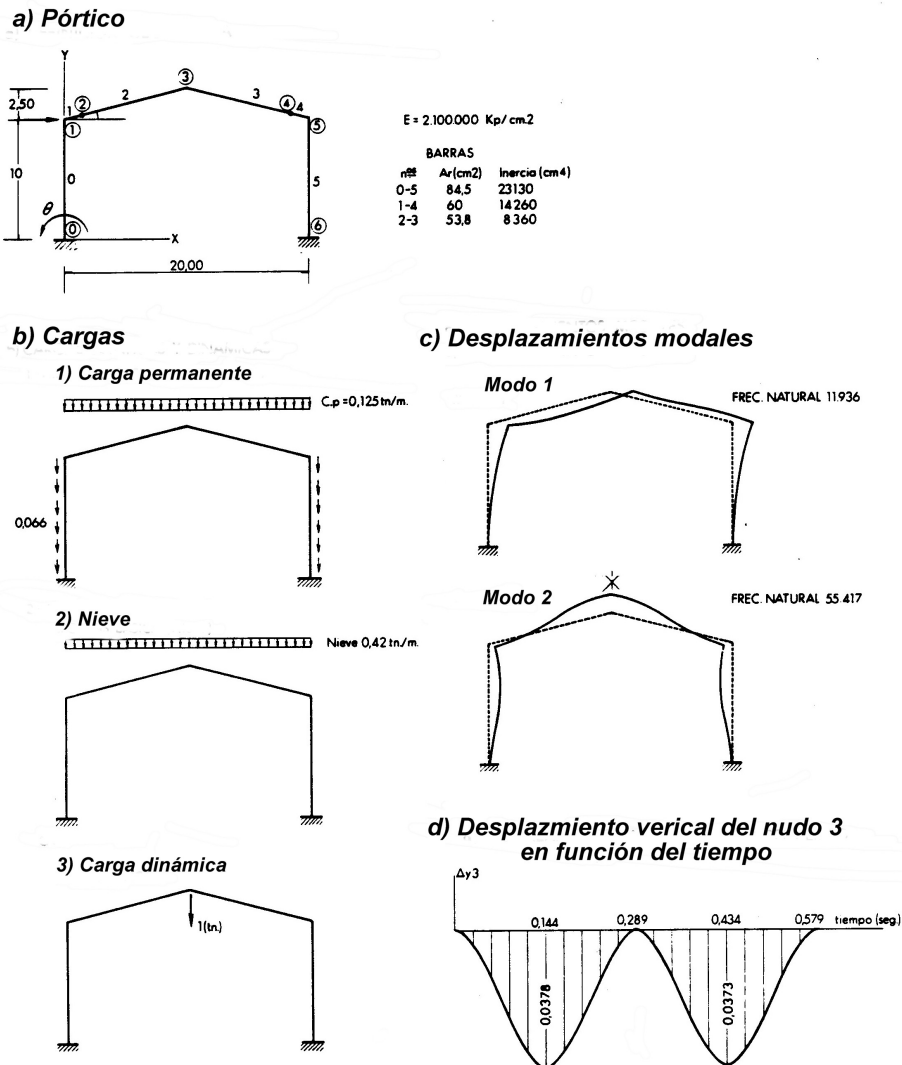


Figura B.7

B.2.3- PANTALLAS

Activando el botón Dinámico, pantalla B.9, se representa la figura en la que se indica la forma modal de vibración de la primera frecuencia natural para la combinación de hipótesis seleccionada previamente bajo la actuación de las cargas de servicio, pantalla B.10 También se indica el periodo correspondiente a la primera forma modal.

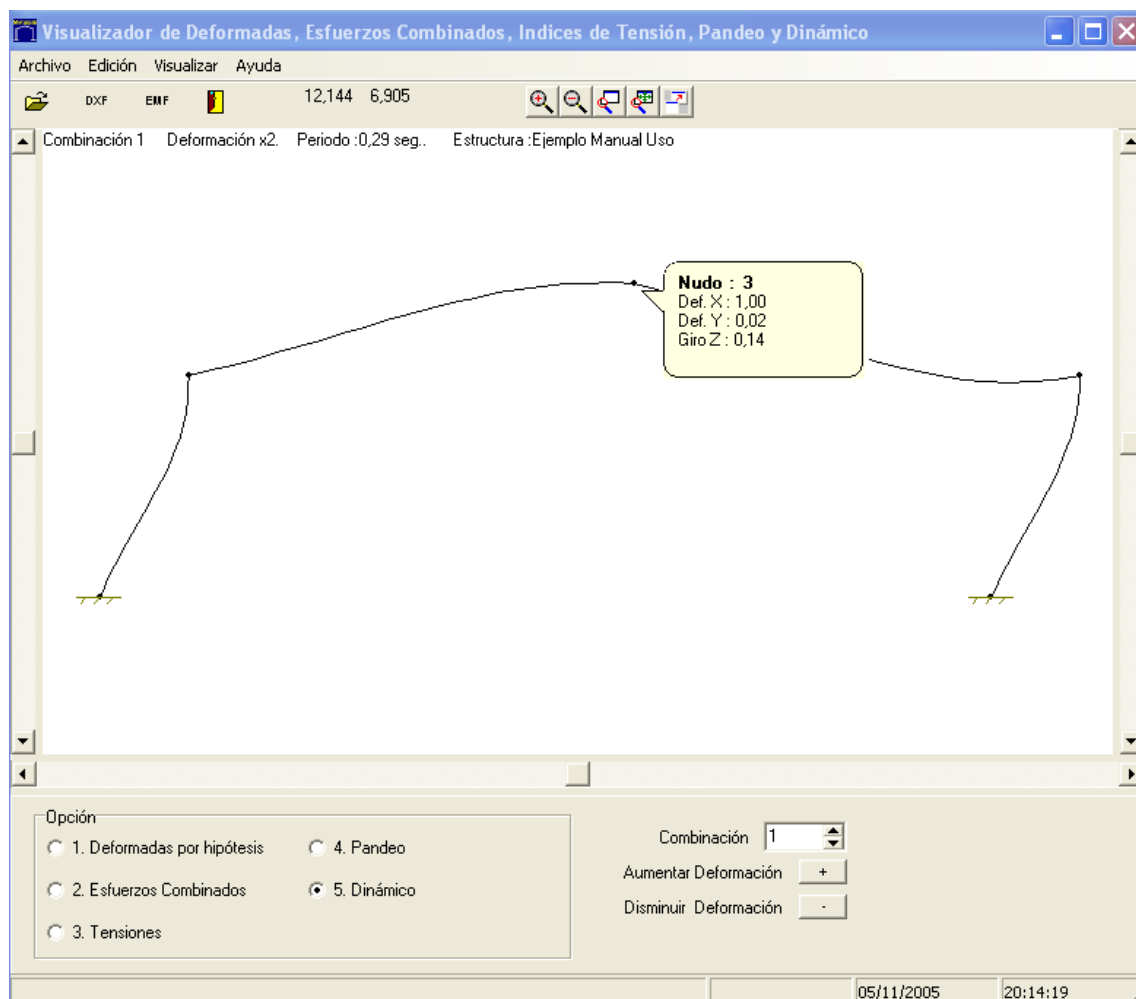
Opción

☐ 1. Deformadas por hipótesis ☐ 4. Pandeo
☐ 2. Esfuerzos Combinados ☒ 5. Dinámico
☐ 3. Tensiones

Combinación

Aumentar Deformación Disminuir Deformación

Pantalla B.9



Pantalla B.10

ÍNDICE DEL MANUAL 2D

1.-PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA METALPLA 2D AVANZADO	3
1.1.- ALCANCE DEL PROGRAMA	3
1.1.1.- PROGRAMA METALPLA AVANZADO_2D	3
1.1.2.- PRESTACIONES	6
1.2.- LIMITACIONES	6
1.3.- SALIDA DE RESULTADOS	6
1.4.- CÁLCULO Y COMPROBACIÓN DE SECCIONES	8
1.4.1. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA	8
1.4.2. COMPROBACIÓN DE LAS BARRAS DE LA ESTRUCTURA	8
1.5. PLACAS DE ANCLAJE Y ZAPATAS	11
2.- PREPARACIÓN DE DATOS E INSTALACIÓN DEL PROGRAMA	13
2.1.- NUMERACIÓN DE NUDOS Y BARRAS	13
2.2.- EJES GENERALES Y EJES LOCALES DE CADA BARRA	14
2.3.- COACCIONES DE APOYO Y ENLACES DE BARRAS	15
2.4.- INSTALACIÓN DEL PROGRAMA	16
2.5.- PUESTA EN MARCHA DEL PROGRAMA	16
3.- NOCIONES GENERALES SOBRE LA VENTANA GRÁFICA	17
3.1.- INTRODUCCIÓN	17
3.2.- MANEJO DE LA VENTANA GRÁFICA	19
3.2.1. AMPLIACIÓN DE UNA ZONA DE DIBUJO	19
3.2.2. SELECCIÓN DE ELEMENTOS	20
3.2.3. ADICIÓN Y SUSTRACCIÓN DE ELEMENTOS	21
3.3.- VENTANA: AYUDAS GRÁFICAS	23
4.- GESTIÓN DE ARCHIVOS	27
4.1.- MENÚ ARCHIVO	27
5.- ENTRADAS DE DATOS	29
5.1.- INTRODUCCIÓN	29
5.2.- ENTRADA GENERAL DEL METALPLA AVANZADO 2D	30
5.2.1.- INTRODUCCIÓN	30
5.2.2.- GENERAL	30
5.2.3.- NUDOS	31
5.2.4.- BARRAS	36
5.2.5.- HIPÓTESIS DE CARGA	45
5.2.6.- DATOS DE CARGAS EN NUDOS	46
5.2.7.- CARGAS DE BARRAS	48
5.2.8.- COMBINACIONES DE HIPÓTESIS	59
5.2.9.- ENTRADA DE DATOS DE ZAPATAS	61
5.2.10.- VALORES DE CÁLCULO	64
5.2.11.- ESFUERZOS TRANSVERSALES	65
5.2.12.- PRECIOS	66
5.2.13.- FLECHAS	67
5.2.14.- VIGA CARRIL	67
5.3.- OTRAS ENTRADAS DE DATOS	73
5.3.1.- GENERADOR DE TIPOLOGÍAS	74
5.3.2.- COMPOSITOR DE ESTRUCTURAS	80
5.3.3.- IMPORTAR DXF	86
6.- CÁLCULOS.	88
6.1.- INTRODUCCIÓN.	88
6.2.- SELECCIÓN DE LISTADOS.	88
6.2.1- ACLARACIONES A ALGUNOS LISTADOS	89
6.2.2.- PLACAS DE ANCLAJE Y ZAPATAS.	94
6.2.3.- VIGAS CARRIL	97
6.3. VALIDACIÓN DE DATOS	98
6.4. CALCULAR	99

7.- SALIDAS	101
7.1.- MENÚ DESPLEGABLE	101
7.2.- VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS SIN FORMATO	101
7.3.- MEMORIA DE RESULTADOS CON FORMATO	101
7.4.- VISUALIZACIÓN DE DEFORMADAS, ESFUERZOS Y TENSIONES	102
7.5.- VISUALIZACIÓN DE ENVOLVENTES	104
7.6.- VISUALIZACIÓN SÓLIDA DE LA ESTRUCTURA	105
7.7.- FICHEROS DXF	106
7.7.1.- INTRODUCCIÓN	106
7.7.2.- ESQUEMA DE LA ESTRUCTURA Y CARGAS	107
7.7.3.- ALZADO DE LA ESTRUCTURA	107
7.7.4.- PLANTA DE CIMENTACIÓN	108
7.7.5.- PLANTA DE CUBIERTA	108
8.- UTILIDADES	109
8.1.- INTRODUCCIÓN	109
8.2.- EDICIÓN DE TABLAS	109
8.2.1.- EDICIÓN DE MATERIALES	109
8.2.2.- EDICIÓN DE SECCIONES DE BARRAS.	109
8.3.- CONFIGURAR EL PROGRAMA	115
8.3.1.- CONFIGURAR FORMA DE SALIDA	116
8.3.2.- CONFIGURAR COLORES	116
8.3.3.- CONFIGURACIÓN FICHEROS DXF	116
8.3.4.- INFORMACIÓN DINÁMICA	117
8.3.5.- UNIDADES	117
8.4.- OTRAS UTILIDADES	118
8.5.- AYUDA	118
ANEXO A: PLACAS DE ANCLAJE Y ZAPATAS	121
A.1.- PLACAS DE ANCLAJE	122
A.1.1.- INTRODUCCIÓN	122
A.1.2.- CÁLCULO	124
A.2.- ZAPATAS	127
A.2.1.- INTRODUCCIÓN	127
A.2.2.- CÁLCULO	128
ANEXO B: PANDEO Y DINÁMICO	131
B.1.- PANDEO	132
B.1.1.- INTRODUCCIÓN	132
B.1.2.-PROCEDIMIENTO E HIPÓTESIS DE CÁLCULO	134
B.1.3.- ALCANCE DEL PROGRAMA	135
B.1.4.- PANTALLAS	135
B.2.- DINÁMICO	137
B.2.1.- FRECUENCIAS NATURALES DE VIBRACIÓN	137
B.2.2.- ALCANCE DEL PROGRAMA.	137
B.2.3.- PANTALLAS	138