

Tutorial para manejar METALPLA 3D 2011

1. INTRODUCCIÓN

El presente tutorial complementa a la *ayuda* del propio programa siendo conveniente haber leído, previamente, el tutorial del METALPLA_2D_2011. Se elabora con el fin de facilitar el inicio a usuarios noveles dando una visión general de sus posibilidades.

En cualquier caso es imprescindible leer el manual oficial *Manual de Uso* del METALPLA_3D para conocer las numerosas posibilidades del programa y manejarlo correctamente.

2. INSTALACIÓN

El programa se puede bajar desde www.metalpla.com en el área de descargas. Una vez descomprimido se ejecuta el setup.

Se instalará en la carpeta c:/Archivos de programa/metalpla

Importante: Hay que comprobar si también se ha creado una subcarpeta llamada /temp. pues si no fuera así hay que hacerlo a mano.

3. INICIO

Inicio Todos los programas Metalpla2011

La primera vez se autoinstalan los tipos de perfiles, y se configura la situación de las carpetas de apoyo (basta con pulsar Configuración automática)

Se parte de la pantalla principal del METALPLA_2D:

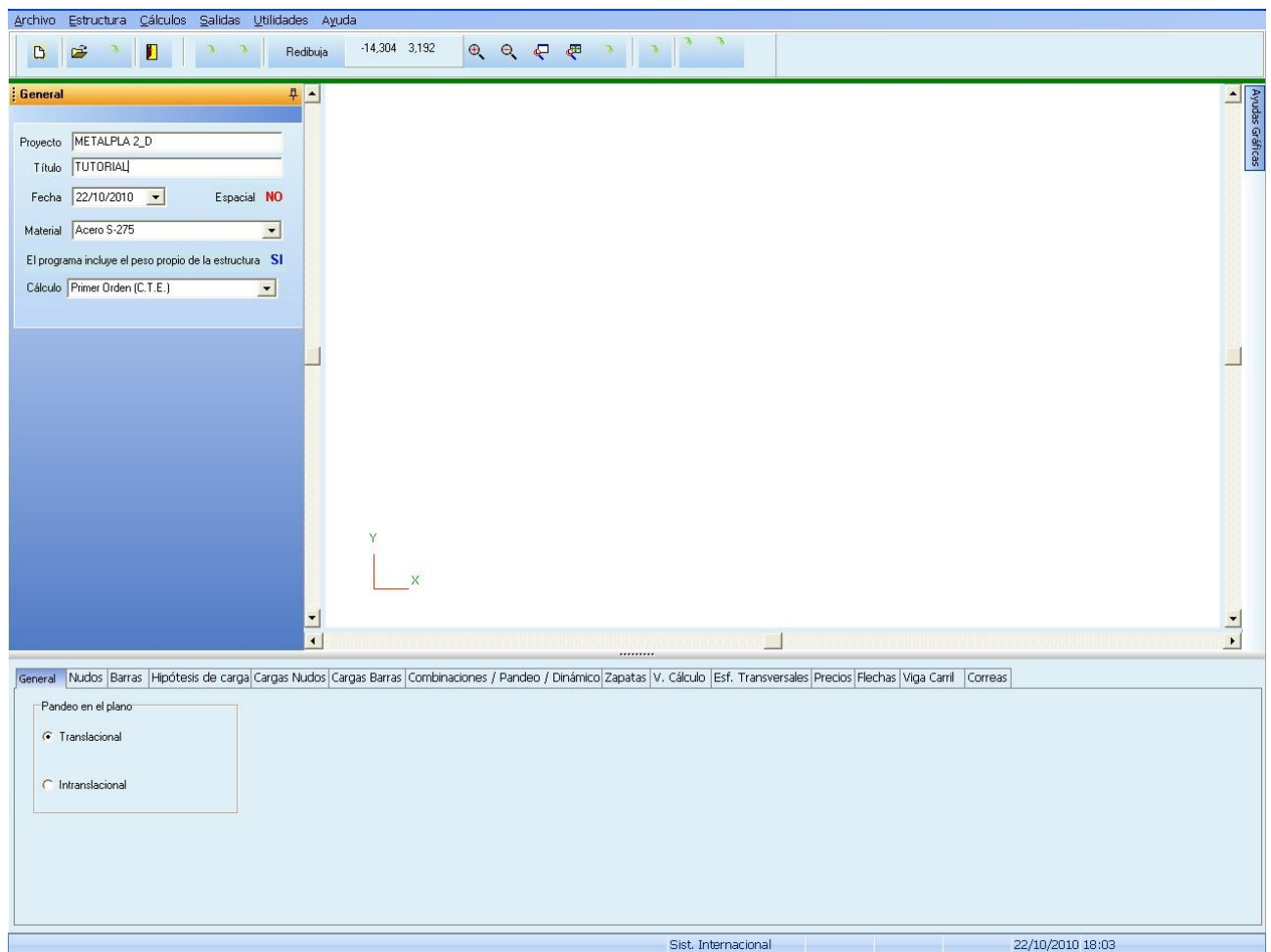


Figura 1. Pantalla Principal del METALPLA_2D

Pulsando “Archivo” y seleccionando “Nueva Estructura”,

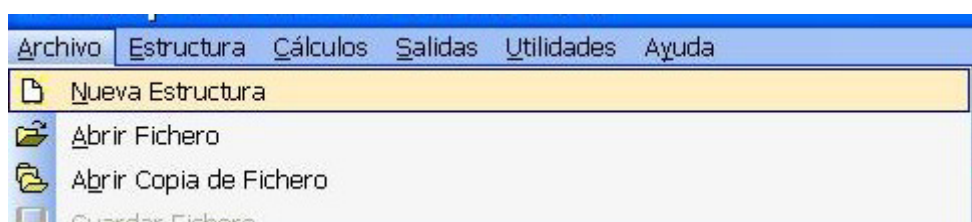


Figura 2. Selección de “Nueva Estructura”

se puede indicar si los datos a introducir corresponden a los de una estructura espacial, figura 3.

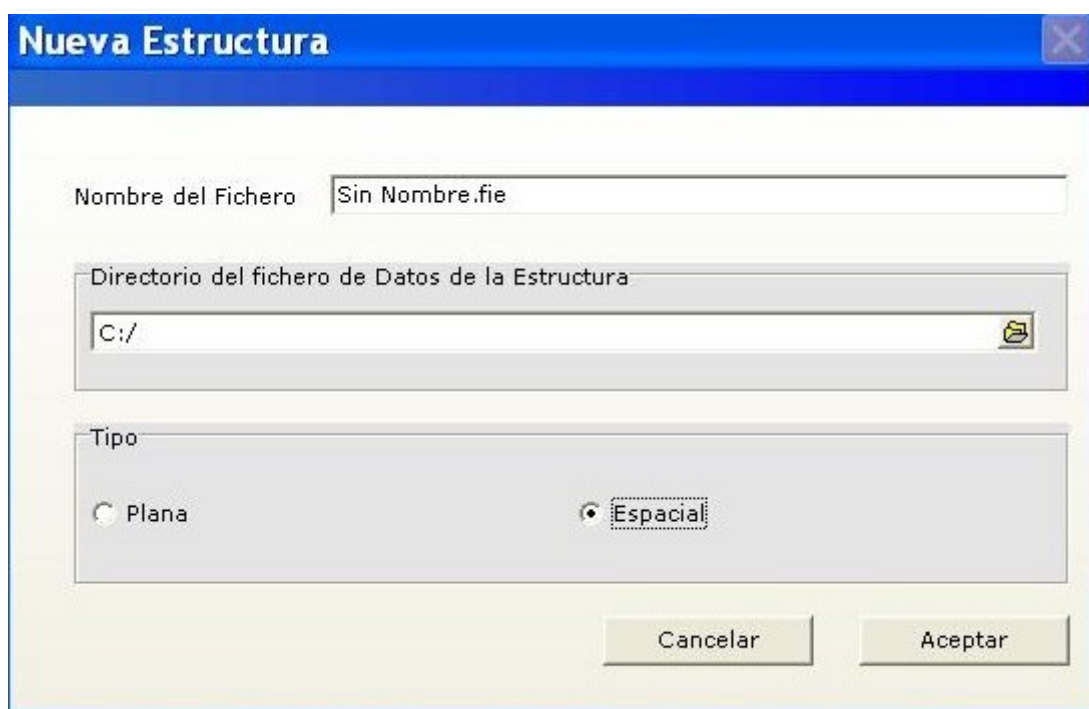


Figura 3. Selección de una nueva estructura espacial

Tras seleccionar esta opción aparece la pantalla principal del METALPLA_3D en la que figura en texto: "Espacial SI".

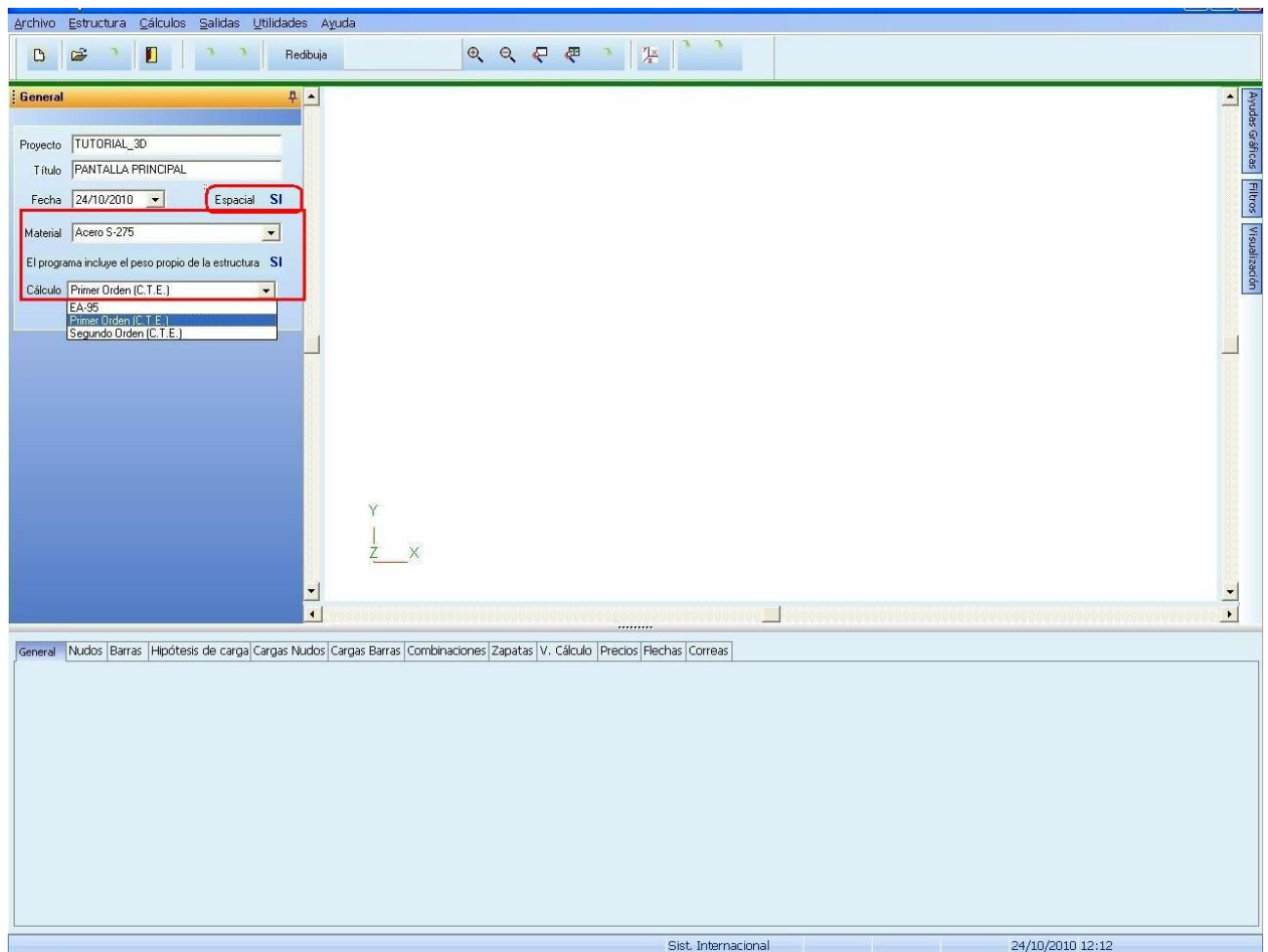


Figura 4. Pantalla principal del METALPLA_3D

4. SELECCIONAR EL MÉTODO DE “CÁLCULO”

Al igual que en el METALPLA_2D, en la pantalla principal en el cuadro “General” en la parte “Cálculo” se presenta el desplegable indicado en la figura 4 que incluye tres opciones:

1) *EA-95*: Realiza el análisis de la estructura por hipótesis básicas de cálculo combinándolas posteriormente, comprobando las barras y secciones según la norma EA_95 ya derogada. Su utilidad es que permite autodimensionar la estructura ofertando una estructura que con ligeros retoques se ajusta fácilmente al C.T.E.

2) *Primer orden (C.T.E.)*. El DB SE_Acero selecciona, según las discrepancias que puedan existir entre los resultados de un análisis de primer orden (esfuerzos y deformaciones) y otro de segundo orden, el primer orden si estas discrepancias son pequeñas. La comprobación de las barras se realiza en base al DB SE_Acero. Los resultados del cálculo en cuanto a esfuerzos y deformaciones son los mismos que en la opción anterior (EA-95), si bien el programa utiliza como cargas no las que corresponden aisladamente a cada una de las hipótesis básicas sino las

que corresponden a las combinaciones de hipótesis con los valores de las cargas debidamente ponderados. Los resultados en cuanto a deformaciones y comprobación de secciones discrepan de los de la EA_95.

3) *Segundo orden (C.T.E)*. Se utiliza en general en estructuras insuficientemente arriostradas. En este caso los resultados difieren, más o menos sustancialmente, de los que se obtendrían en un análisis de primer orden, en función de la proximidad de las cargas de cálculo con las cargas de pandeo.

En caso de duda, se recomienda realizar el cálculo en Segundo orden.

5. “DIBUJAR” LA ESTRUCTURA.

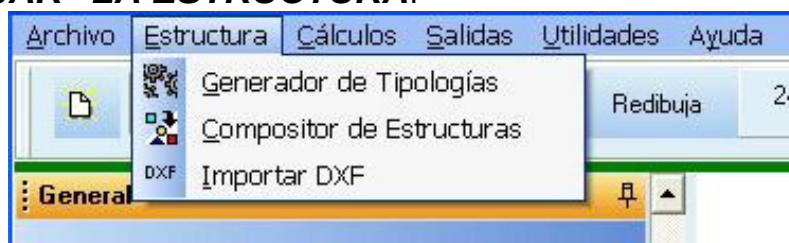


Figura 5. Algunos procedimientos para generar fácilmente la geometría de la estructura

Esta parte es común con el Metalpla_2D. Existen cuatro opciones:

- 1) *Todo a mano*: Desde la pantalla principal en la pestaña inferior **nudos** crearlos de uno en uno; luego en la pestaña **barras** crearlas; etc....
- 2) *Importar una estructura dibujada en Autocad*. En el menú seleccionamos **estructura** e **importar dxf**
- 3) *Dejar que el programa nos ayude y nos dibuje él mismo la estructura*. En el menú seleccionamos **estructura** y **Generador de tipologías** (ésta es la opción más cómoda con diferencia).

En la figura 6 se ha generado un edificio cuya estructura tiene las características siguientes:

Número de vanos del pórtico principal:	2 vanos de 6 m y 6 m
Número de alturas:	1 altura de 3 m
Numero de pórticos principales:	2, separados 4 m
Tipo de perfil de los pilares	HEB
Tipo de perfil de las	IPE

Obsérvese la posición de los ejes principales “y” y “z” de los perfiles. Es muy importante ya que los resultados pueden diferir sustancialmente si el perfil se gira 90°, o cualquier otro valor, respecto a su eje axial “x”

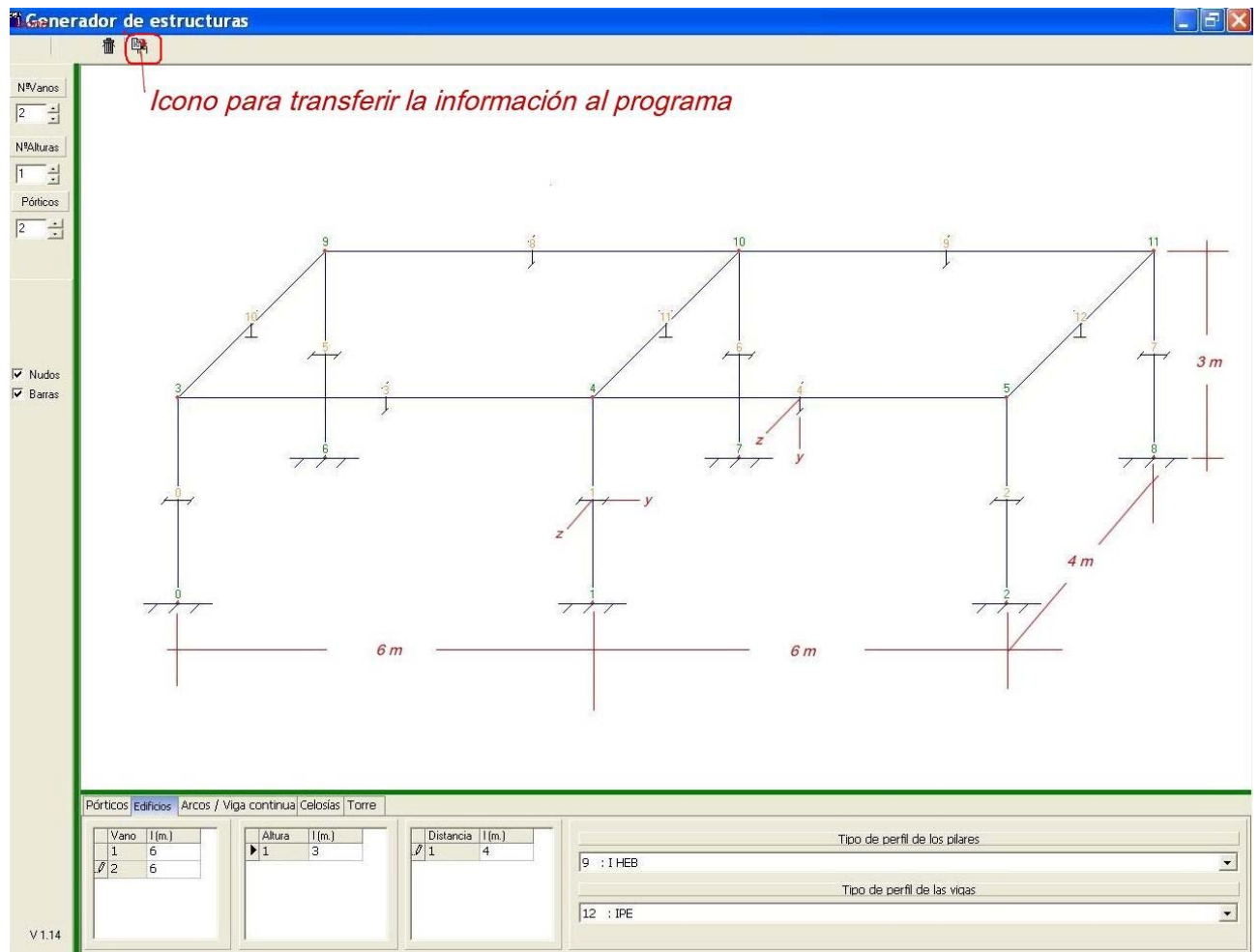


Figura 6. Estructura de edificio utilizando el “Generador de tipologías”

Esta estructura se utilizará como ejemplo del tutorial.

Otro ejemplo del “Generador de Tipologías” es la torre de la figura 7, en la que es fácil de entender, a la vista del acotado que se ha añadido en color rojo, valores que figuran en los recuadros de la pantalla.

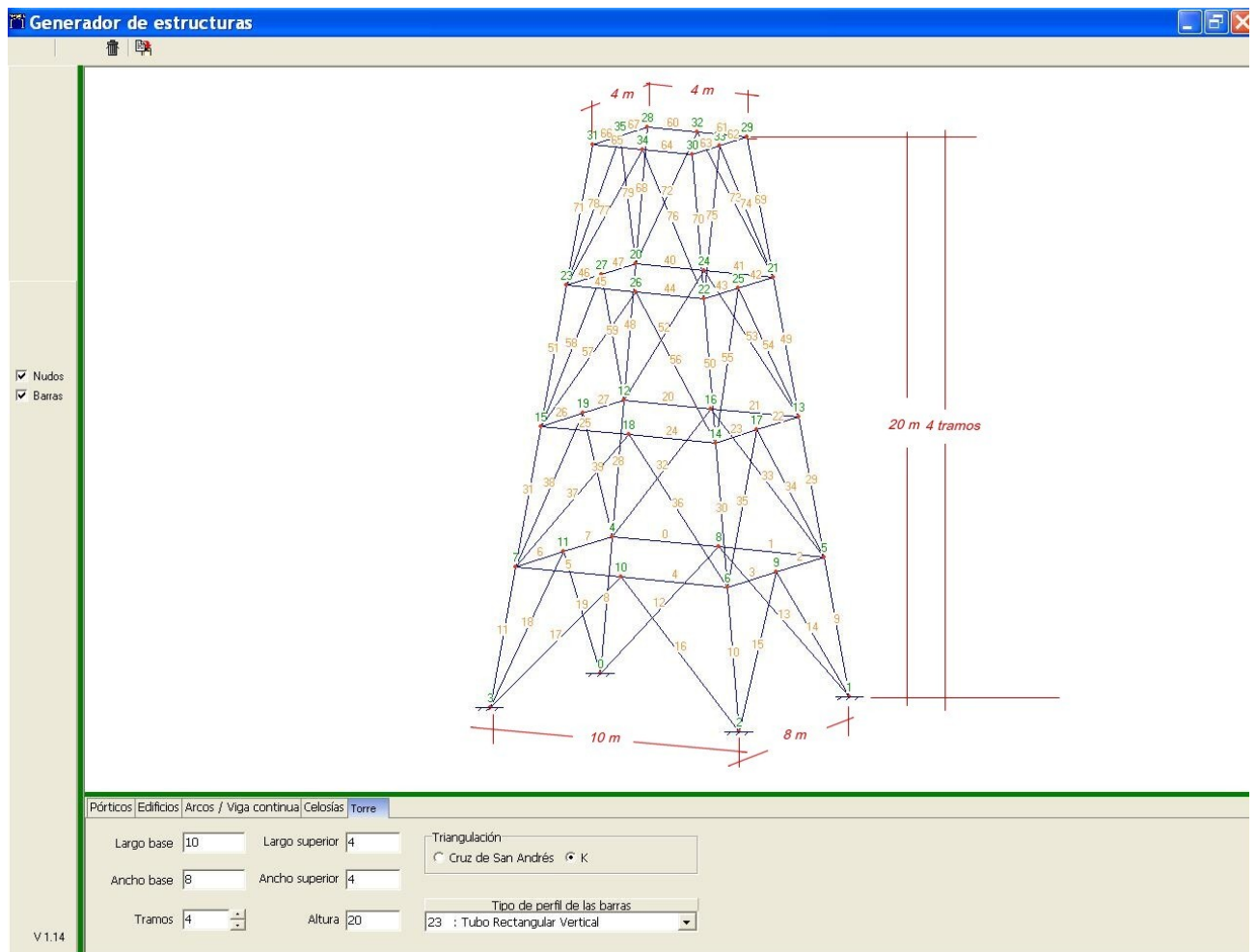
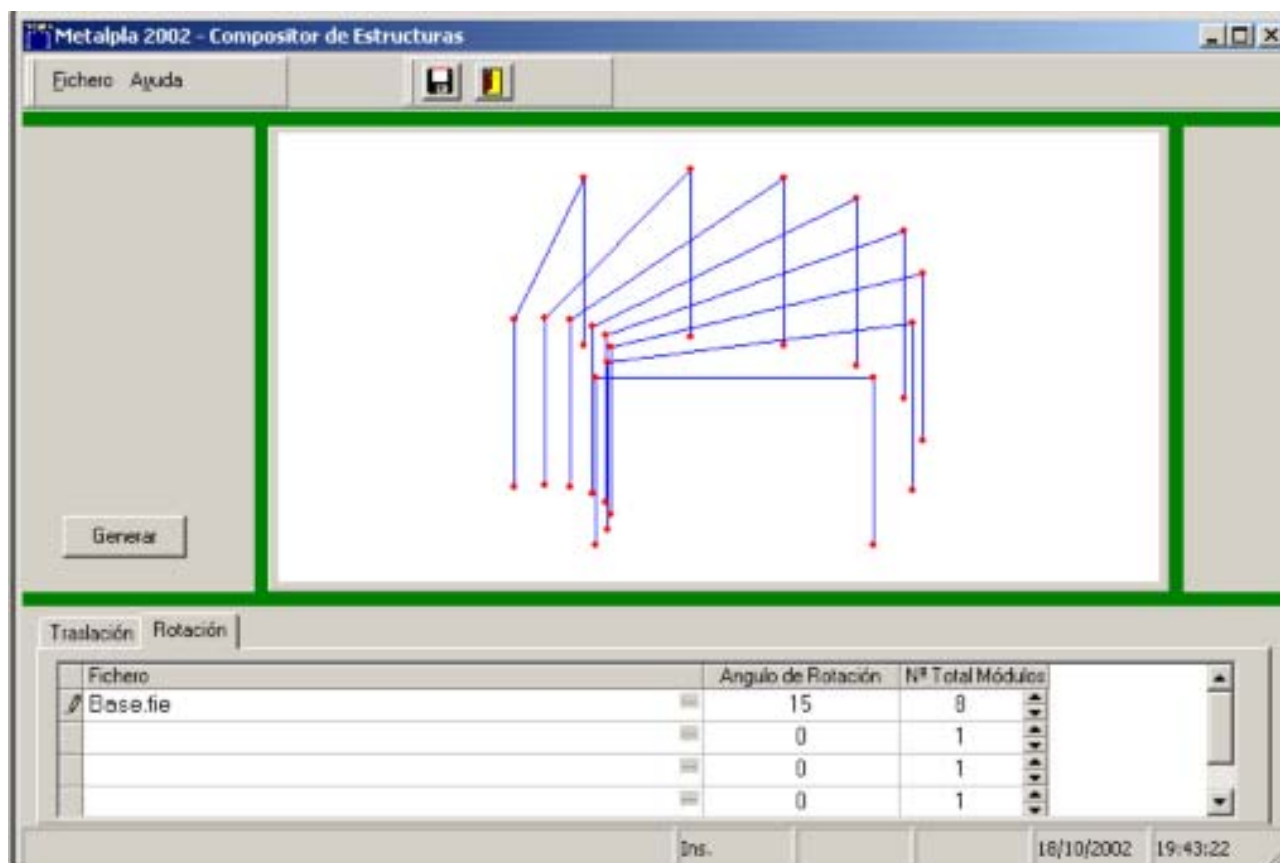


Figura 7. Estructura de torre utilizando el “Generador de tipologías”

4) *Compositor estructuras.* Es la opción más potente. 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 E.3.3 del manual de uso se explica con detalle su manejo



Como se ha visto si se utiliza la opción del *Generador de Tipologías*, además de la geometría del sistema estructural, se numeran automáticamente nudos y barras y se definen con carácter general los tipos de perfiles de las barras. Para transferir esta información al programa se pulsa el botón que hay en la parte superior de la pantalla junto a la papelera.

Las pantalla principales de nudos y barras hay que completarlas con datos como: tipos de apoyo (si se quieren modificar), imperfecciones generales de la estructura (si se realiza el cálculo en segundo orden del CTE), tipo de enlaces de barras si en algunas barras no son rígidos, tamaño de los perfiles, coeficientes β que definen las longitudes de pandeo respecto a los ejes principales de la sección de la barra: z-z e y-y, flechas admisibles de la barra (activa y total), modelo de barra (simple o compuesta), longitud del vuelco lateral, etc.

En la pantalla de la figura 8 se indican los valores transferidos desde el generador de tipologías. Los valores de las columnas incluidas en *R/M* deben ser revisados y, en su caso, modificados.

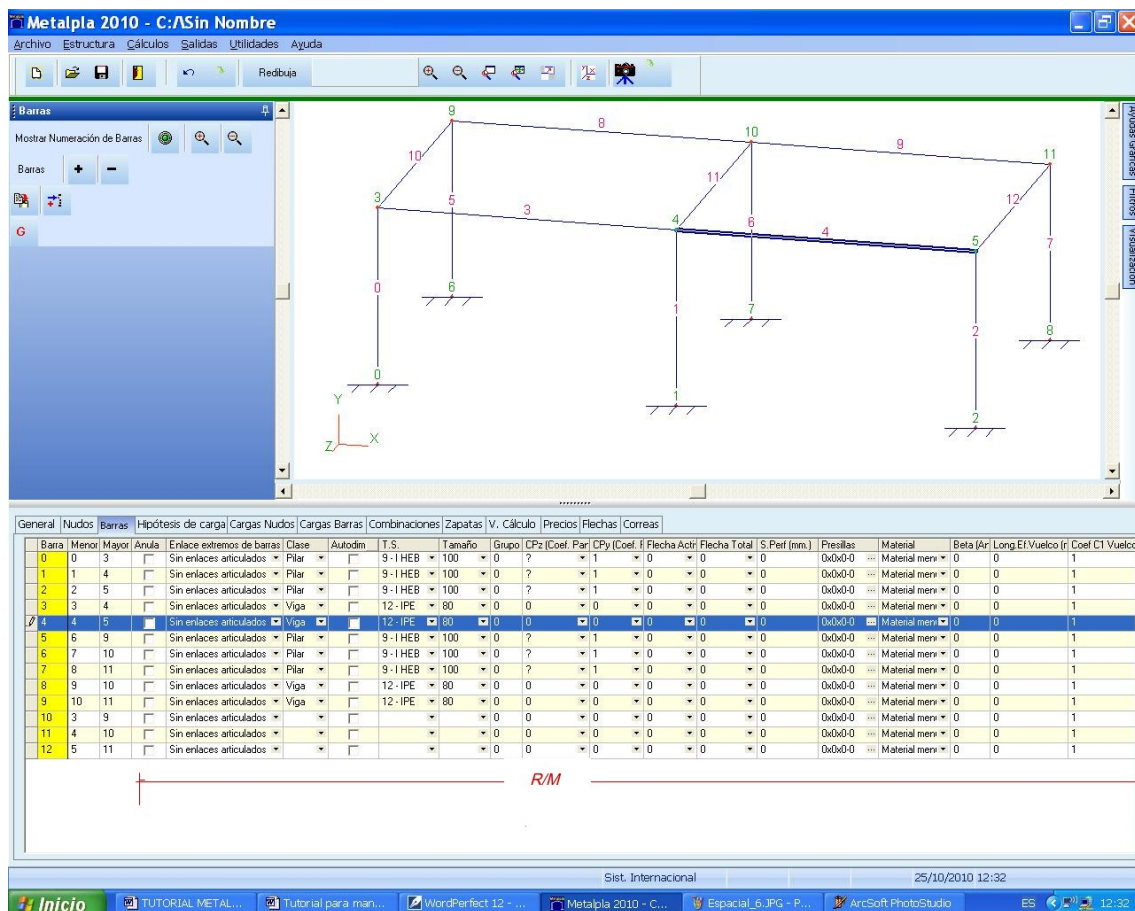


Figura 8. Cuadro de barras de la estructura del edificio realizada mediante "Generación por tipologías". El texto **R/M** corresponde a aquellos datos que el usuario debe revisar o modificar.

6. GUARDAR

Ahora debemos guardar la estructura utilizando el menú Archivo. Le podemos poner el nombre que queramos.

7. CÁLCULO

Dibujada la estructura mediante cualquiera de los procedimientos indicados anteriormente es preciso revisar todas las pantallas que oferta el menú principal, figura 4, para introducir toda la información que precisa el programa. En este tutorial se van a completar todos los datos de las pantallas de la estructura de edificio representada en la figura 8. Al mismo tiempo, revisando pestaña a pestaña, se comentarán aspectos fundamentales de la entrada de datos.

8. PESTAÑAS DE LA PANTALLA PRINCIPAL

A partir de aquí debemos describir exactamente todos los datos que utilizará el programa para calcular la estructura. Para ello en la parte inferior hay una serie de pestañas que deberemos seleccionar una a una hasta completar toda la información. Comentaremos algunas de las alternativas principales a seleccionar en cada pestaña.

8.1) General

Es imprescindible seleccionar la clase de acero, el procedimiento de cálculo e indicar si se quiere que le programa incluya o no incluya el peso propio de la estructura. La información restante, que es optativo incluirla (Proyecto, Título y Fecha), es parte del proyecto.

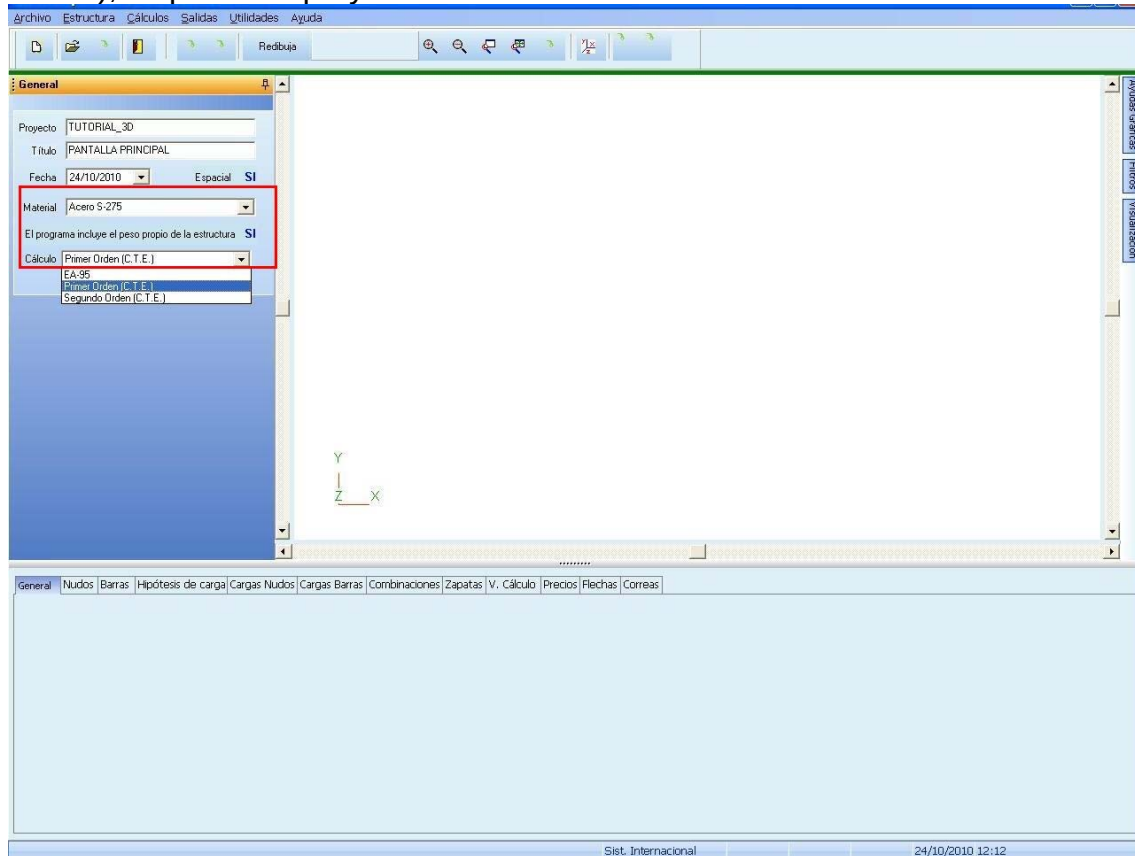


Figura 9. Información acerca del método de cálculo, clase de acero e inclusión del peso propio de la estructura.

8.2) Nudos

En la figura 10 se representa la pantalla de nudos transferida desde el “Generador de tipologías”. Principalmente se transfieren numeración y coordenadas de nudos. Obsérvese que no están definidos los apoyos (coacción 3D).

En esta pantalla se definen, como ya se ha dicho, tomando un origen cualesquiera (habitualmente se hace coincidir con el nudo 0) las coordenadas de los nudos (son puntos de unión entre barras) debiendo completarse de aquellos que son apoyo su tipo en 3D: rótula espacial, deslizaderas y empotramientos, véase la figura 12. En algunos casos estos apoyos pueden ser elásticos (es decir, no son totalmente fijos recibiendo un desplazamiento proporcional a la carga que reciben). En este caso es obligado definir el coeficiente de muelle ($\text{kN/m-desplazamientos}$ según ejes X, Y, Z, o sus coacciones al giro según los ejes generales en kNm/radian), figura 11.

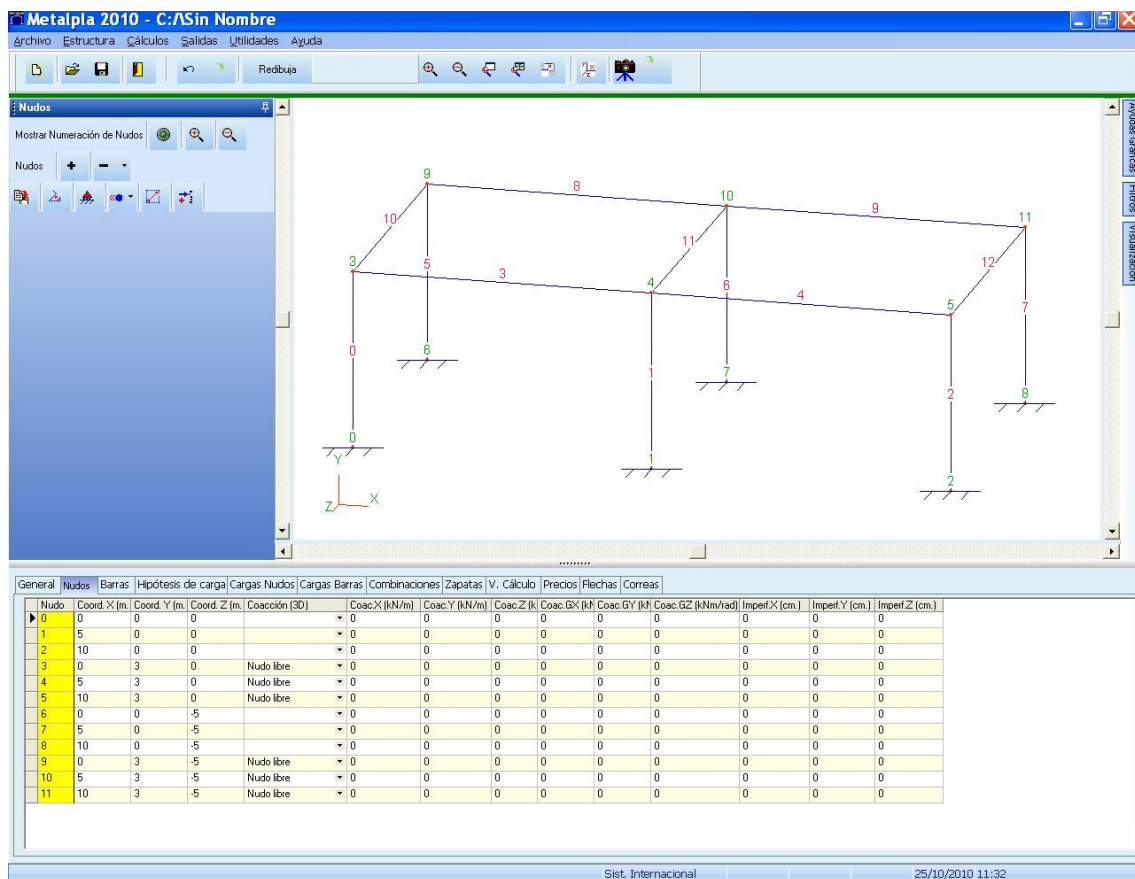


Figura 10. Pantalla de nudos procedente del Generador de Tipologías.

Los apoyos que incluye el programa son los del desplegable “Coacción (3D)” de la figura 11, representados en la figura 12. Para la estructura del edificio se han asociado todos los apoyos a un empotramientos, figura 11.

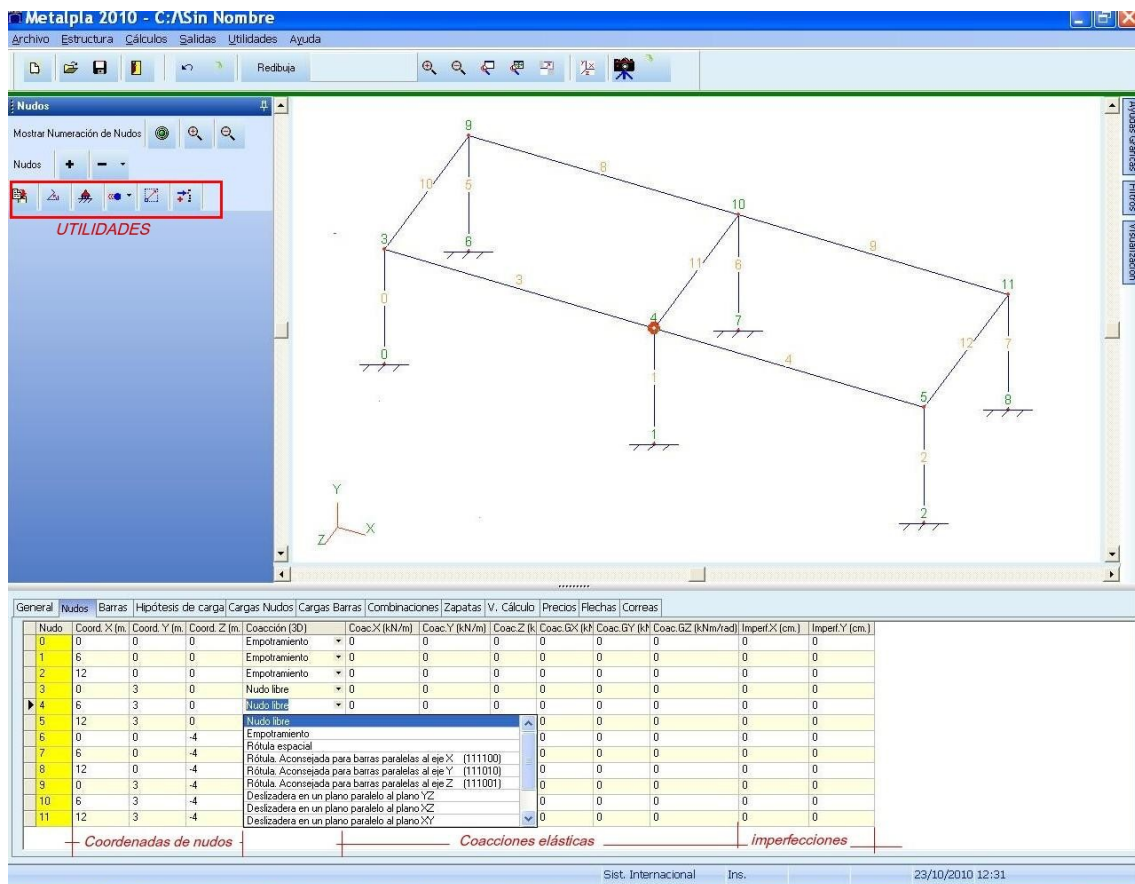


Figura 11. Pantalla de nodos. Desplegable con tipos de apoyo. Espacial_6

Si se realiza la comprobación de la estructura según el CTE y se requiere un cálculo en segundo orden se deben definir las imperfecciones generales de los nudos (desplomes según ejes generales).

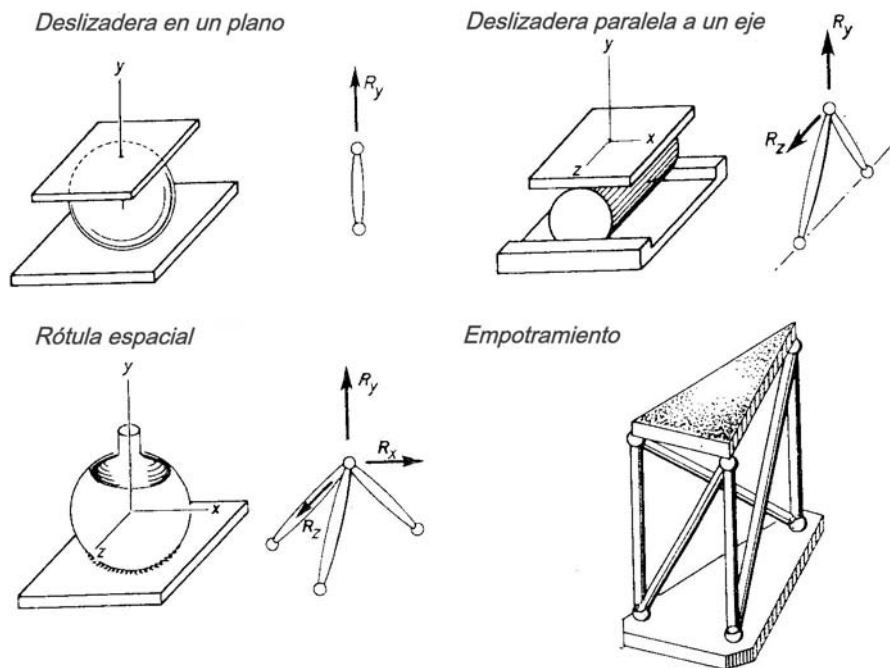


Figura 12. Apoyos de la estructura espacial

Cuidado con el tipo de apoyo seleccionado. En principiantes es un error común poner apoyos en puntos que no lo son. En general el apoyo corresponde a un nudo que toca el suelo o a un nudo que tiene coaccionado desde el exterior alguno o todos los desplazamientos con relación a los ejes generales X, Y, Z. Definir de modo equivocado un nudo puede conducir a modelos estructurales absurdos.

Utilidades: Indicadas en la figura 11 son las mismas que se han expuesto en el Manual 2D. Permiten modificar rápida y fácilmente el cuadro general de nudos o corregir errores. Estas utilidades, explicadas en el manual de uso 2D, son: igualar propiedades de nudos: rotar nudos; poner coacciones; desplazar nudos; escalar nudos y renumerar nudos

8.3) Barras

8.3.1. Pantalla

Para arriostrar la estructura en dirección perpendicular a los pórticos principales se complementan los pórticos transversales con redondos que forman las cruces de San Andrés (barras:13,14,15 y 16). Para ello se pulsa el botón +

The screenshot displays the METALPLA 3D software interface. The top menu bar includes 'Archivo', 'Estructura', 'Cálculos', 'Salidas', 'Utilidades', and 'Ayuda'. Below the menu is a toolbar with various icons for file operations and editing. The main window shows a 3D structural model of a building frame with nodes numbered 1 through 16. A sidebar on the left contains a 'Barras' (Bars) panel with a 'Mostrar Numeración de Barras' (Show Bar Numbering) button and a 'UTILIDADES' (Utilities) section. The bottom of the interface features a detailed table of the selected bars, with columns for Bar ID, Size, Material, and various properties.

Barra	Menor	Mayor	Anula	Enlace extremos de barras	Clase	Autodim	T.S.	Tamaño	Grupo	CPz (Coef. Par)	CPy (Coef. Par)	CPx (Coef. Par)	Flecha Acti	Flecha Total	S. Perf. (mm.)	Presillas	Material	Beta (Ar)	Long.El.	Vuelco (r)	Coef C1 Vu
0	0	3		Sin enlaces articulados	Pilar		9 - I HEB	120	1	1,5	1	0	0	0	0	0x0x0	Acero S-275	0	0	1	
1	1	4		Sin enlaces articulados	Pilar		9 - I HEB	120	2	1,5	1	0	0	0	0	0x0x0	Acero S-275	90	0	1	
2	2	5		Sin enlaces articulados	Pilar		9 - I HEB	120	1	1,5	1	0	0	0	0	0x0x0	Acero S-275	0	0	1	
3	3	4		Sin enlaces articulados	Viga		12 - IPE	240	3	0	0	300	300	0	0	0x0x0	Acero S-275	0	0	1	
4	4	5		Sin enlaces articulados	Viga		12 - IPE	240	3	0	0	300	300	0	0	0x0x0	Acero S-275	0	0	1	
5	6	9		Sin enlaces articulados	Pilar		9 - I HEB	120	1	1,5	1	0	0	0	0	0x0x0	Acero S-275	0	0	1	
6	7	10		Sin enlaces articulados	Pilar		9 - I HEB	120	2	1,5	1	0	0	0	0	0x0x0	Acero S-275	90	0	1	
7	8	11		Sin enlaces articulados	Pilar		9 - I HEB	120	1	1,5	1	0	0	0	0	0x0x0	Acero S-275	0	0	1	
8	9	10		Sin enlaces articulados	Viga		12 - IPE	240	3	2	0	300	300	0	0	0x0x0	Acero S-275	0	0	1	
9	10	11		Sin enlaces articulados	Viga		12 - IPE	240	3	0	0	300	300	0	0	0x0x0	Acero S-275	0	0	1	
10	3	9		Sin enlaces articulados	Pilar		44 - I HEA	100	4	1	1	0	0	0	0	0x0x0	Acero S-275	0	0	1	
11	4	10		Sin enlaces articulados	Pilar		44 - I HEA	100	4	1	1	0	0	0	0	0x0x0	Acero S-275	0	0	1	
12	5	11		Sin enlaces articulados	Pilar		44 - I HEA	100	4	1	1	0	0	0	0	0x0x0	Acero S-275	0	0	1	
13	2	11		Biarticulada en Zp e Yp	Tirante		18 - ø R.M.	10	5	0	0	0	0	0	0	0x0x0	Acero S-275	0	0	1	
14	0	9		Biarticulada en Zp e Yp	Tirante		18 - ø R.M.	10	5	0	0	0	0	0	0	0x0x0	Acero S-275	0	0	1	
15	5	8		Biarticulada en Zp e Yp	Tirante		18 - ø R.M.	10	5	0	0	0	0	0	0	0x0x0	Acero S-275	0	0	1	
16	3	6		Biarticulada en Zp e Yp	Tirante		18 - ø R.M.	10	5	0	0	0	0	0	0	0x0x0	Acero S-275	0	0	1	

Figura 13. Cuadro de Barras elegidas por el usuario

En esta pantalla se definen los datos de cada barra. Tras indicar la numeración de los dos nudos (menor numeración y mayor numeración) que la incluyen, transferida desde el Generador”, se puede activar la pestaña de la columna “Anula” si esta barra fuese inexistente y solamente se hubiese generado con el fin de obtener una representación gráfica de la estructura de modo más rápido y sencillo.

Los enlaces de la barra en los nudos extremos de la barra pueden adoptar cualquiera de las disposiciones indicadas en el desplegable de “Enlaces extremos de barras” figura 14. Con el fin de aclarar esta pantalla en la figura 15 se representan los ejes principales de barra en los dos nudos extremos y los esfuerzos que se presentan. Hay que tener en cuenta que una articulación permite una rotación libre respecto al eje indicado.

Enlace extremos de barras	Clase
Sin enlaces articulados	Pilar
Sin enlaces articulados	Pilar
Sin enlaces articulados	Pilar
Articulada Zp en nudo mayor	
Articulada Yp en nudo mayor	
Articulada Zp e Yp en nudo mayor	
Articulada Zp en nudo menor	
Biarticulada en Zp	
Articulada en Yp en nudo menor	
Biarticulada en Yp	
Articulada Zp e Yp en nudo menor	
Biarticulada en Zp e Yp	

Figura 14. Desplegable

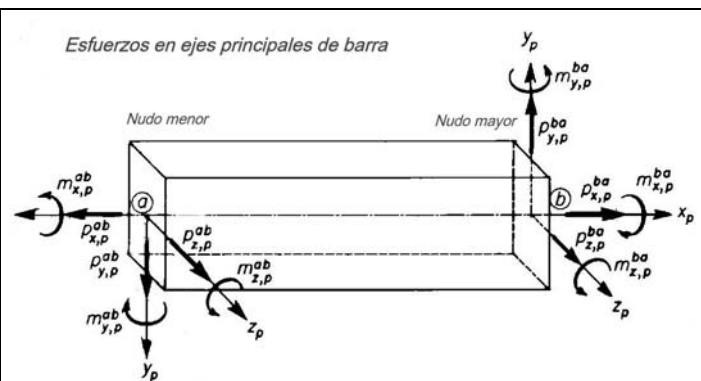


Figura 15

Para aclarar estos conceptos se representa en la figura 16 una articulación de la barra respecto al eje Yp con empotramiento respecto Zp y otra articulación respecto al eje Zp con empotramiento respecto Yp. Es posible un enlace tipo rótula en el extremo de la barra corresponde a la barra biarticulada. O la articulación a flexión respecto a los dos ejes principales de la sección y con empotramiento a la torsión (Articulada Zp e Yp en nudo....).

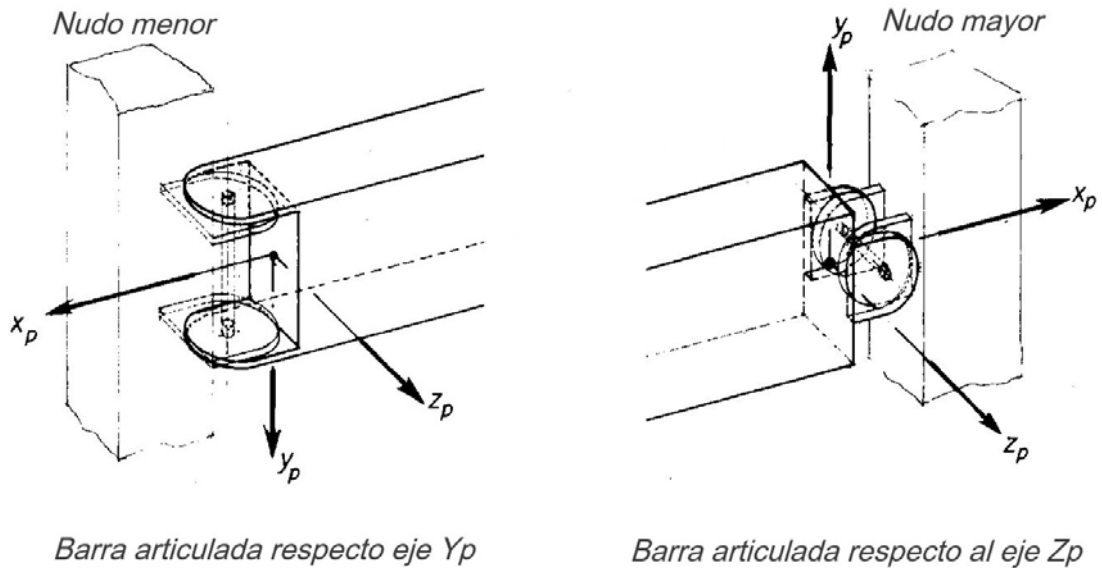


Figura 16. Dos modelos de enlace de extremos de barra.

En general, los enlaces de la barra son rígidos en sus dos extremos (sin enlaces articulados).

La pertenencia de barras al mismo grupo constructivo (≥ 1) significa que si se autodimensiona la estructura todas las barras de ese grupo serán elegidas por el programa con el mismo tamaño. Obsérvense que los grupos constructivos de la de este edificio se han elegido en base a las simetrías de la estructura.

Los coeficientes CP_z y CP_y afectan las longitudes de pandeo y por lo tanto cuando se trata de una viga no se consideran.

Para las vigas del pórtico principal se ha introducido limitaciones de $l/300$ para las flechas activa y total.

El ángulo beta define la posición de la sección transversal de la barra. Como ya se ha dicho, tiene gran repercusión en los resultados. Para su manejo debe consultarse el apartado E.1.3 del manual de uso. Como ejemplo se ha introducido en las barras 1 y 6 un giro de 90° con lo que el alma del perfil es perpendicular al plano del pórtico principal, figura 17.

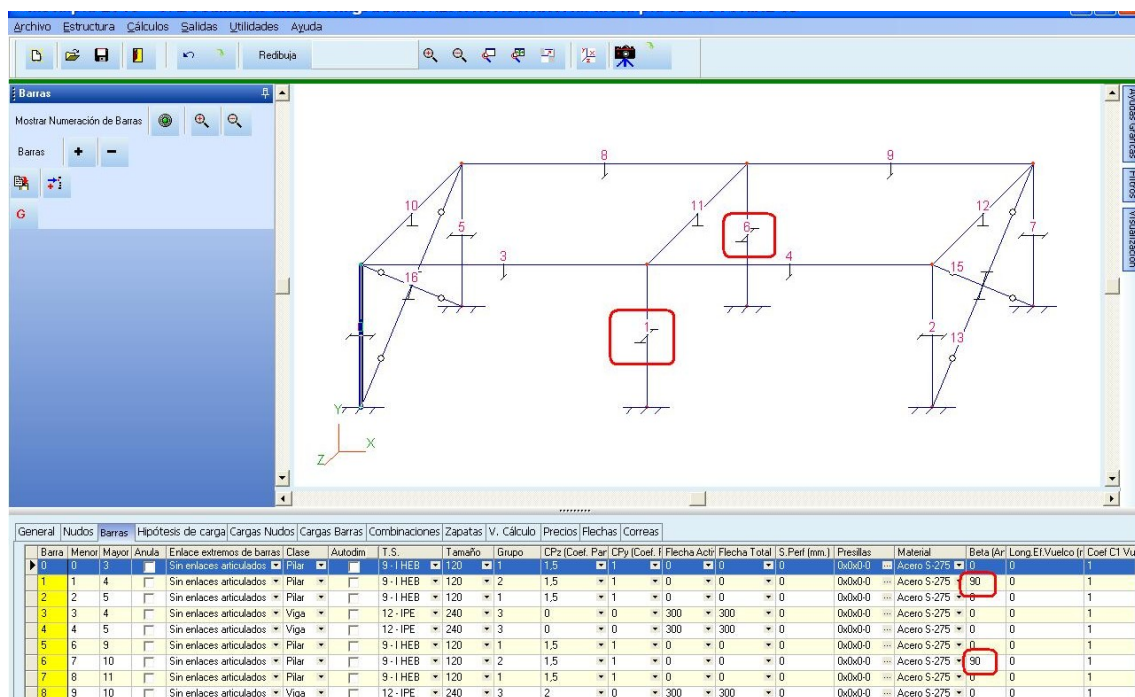


Figura 17. Ángulo beta

8.3.2 Autodimensionado de la estructura

La columna **autodimensión** permite que en una estructura puedan combinarse barras cuyo tamaño es elegido por el usuario con otras barras que el programa elige internamente. No obstante conviene advertir que el usuario debe revisar este autodimensionado (realizado en base la EA_95) con el fin de ajustarlo al C.T.E. Para facilitar la activación del autodimensionado de todas las barras se pulsa el botón que está junto al texto.

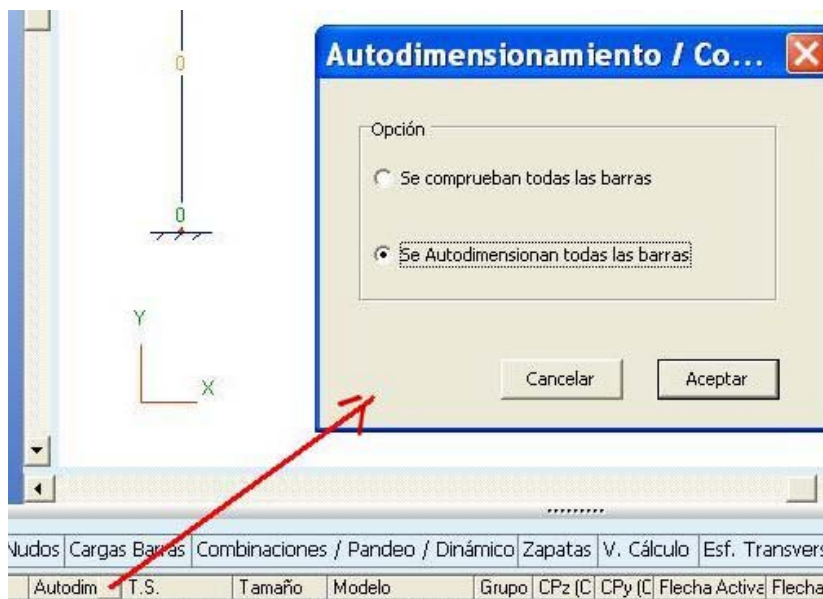


Figura 18. Ángulo beta

8.3.3 Utilidades

Dentro de las utilidades, figura 13, resulta especialmente potente el primer icono que corresponde a “igualar barras”. Esta orden permite atribuir todas o parte de las propiedades de una sola barra al resto de las barras seleccionadas con este propósito, véase la figura 19.

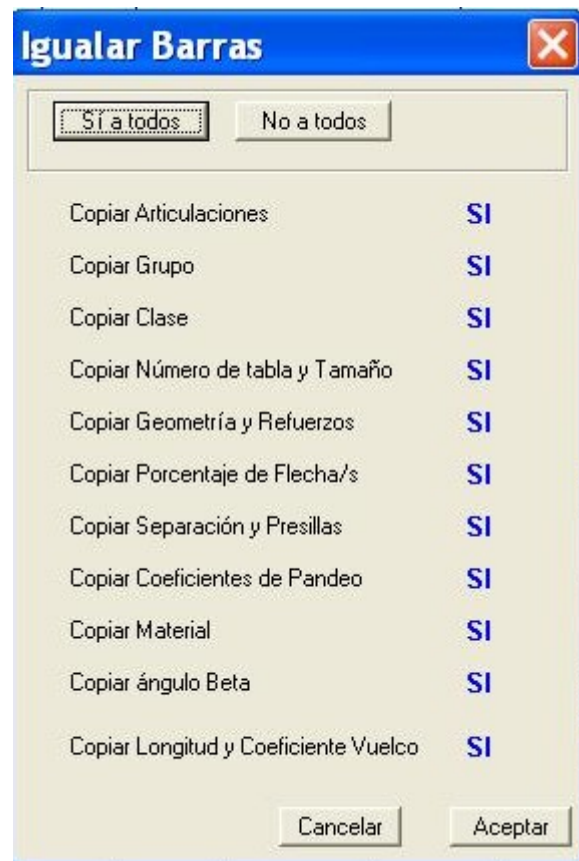


Figura 19. Características de una barra que se pueden aplicar a otras barras

Otras utilidades son: renumerar barras y mostrar/ocultar grupos constructivos de barras.

8.4) Hipótesis de básicas de carga

En esta pestaña se indican los tipos de carga (acciones) que va a soportar la estructura de acuerdo con el C.T.E.

Deberemos añadirlas pulsando el botón + e indicando posteriormente cada tipo de carga.

En la figura 20 se indican las hipótesis básicas de carga que se deben aplicar en el cálculo del edificio.

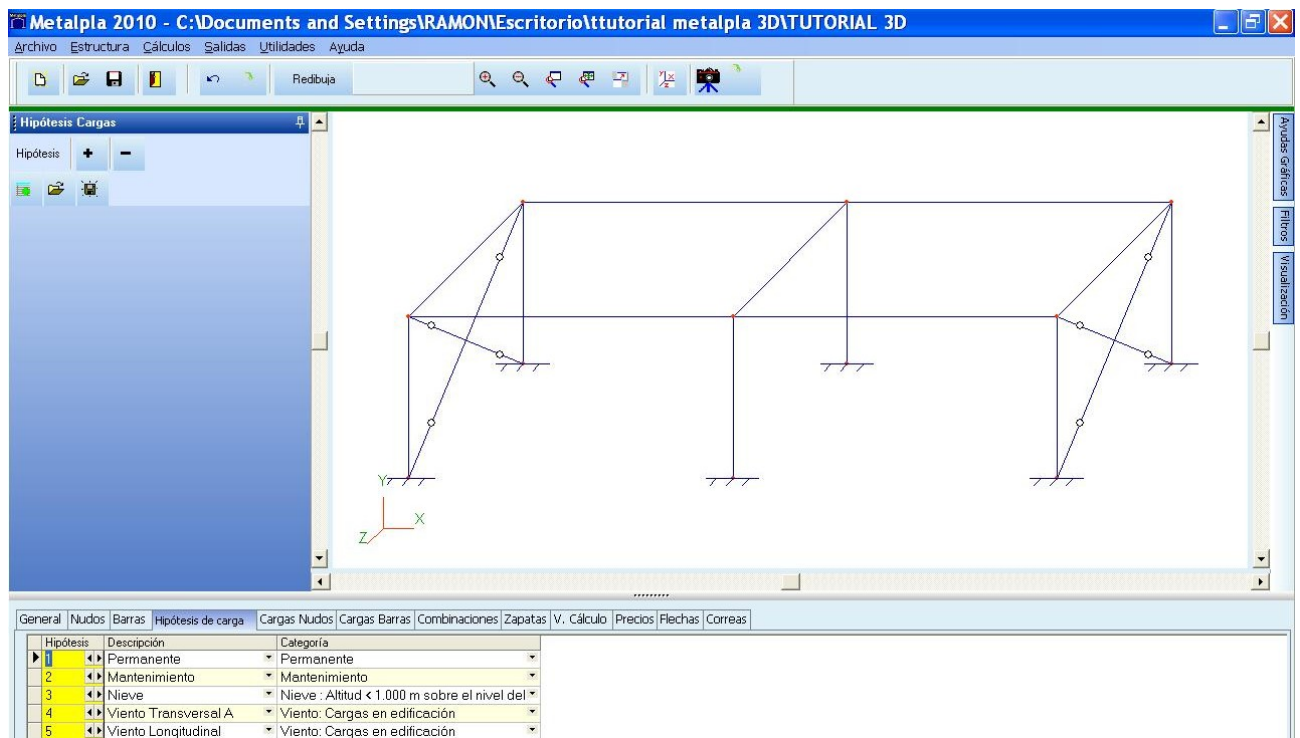


Figura 20. Definición de las hipótesis básicas de carga de una cubierta

Para rodar el programa es imprescindible rellenar esta pestaña antes de definir el cuadro de combinaciones de hipótesis.

8.5) Cargas en nudos

Si hubiera algún nudo con una carga puntual esta será la pantalla donde indicarlo. Las cargas de nudos se definen para el nudo seleccionado por sus seis componentes según los ejes generales (X, Y, Z, Momento X, Momento Y, Momento Z) pudiéndose definir en el Sistema Técnico o en el Sistema Internacional. Además hay que incorporar el número de la hipótesis básicas de carga. En la figura 21 se indica el cuadro de cargas en los nudos 3 y 5 debidas al viento transversal (hipótesis 4ª) y al longitudinal (hipótesis 5ª).

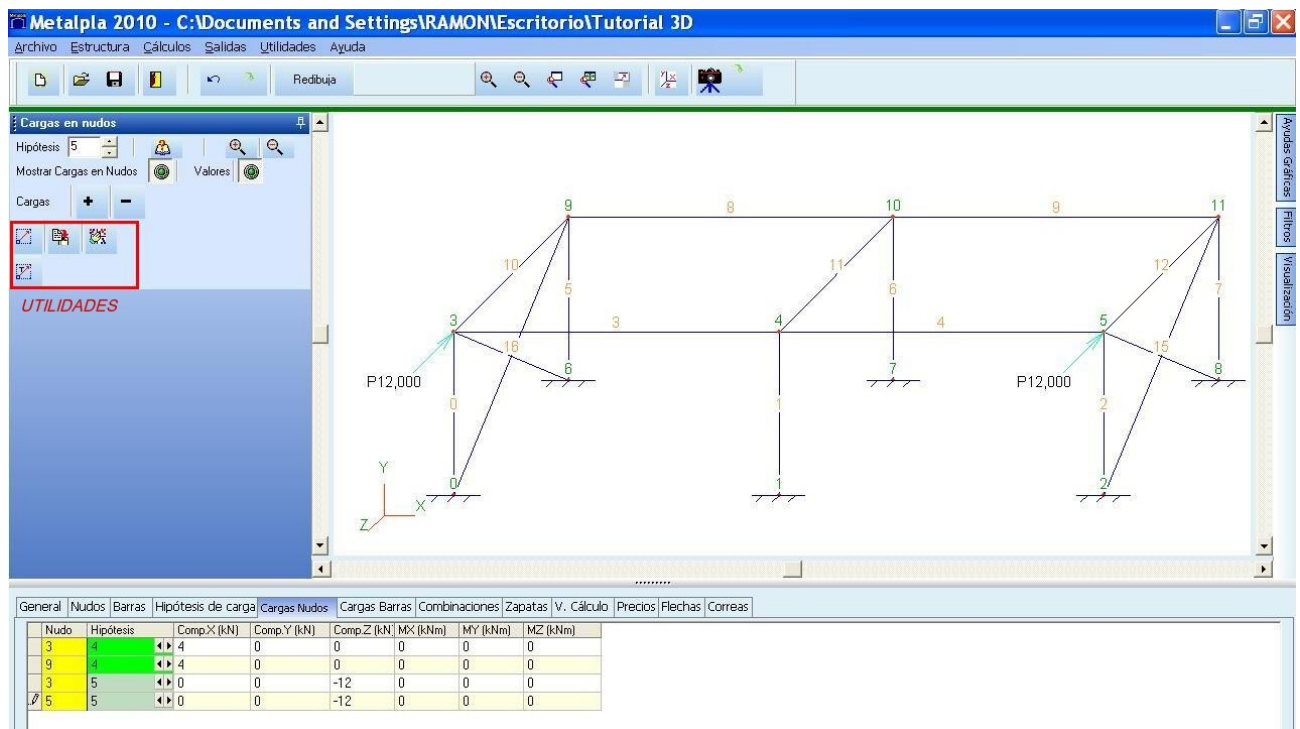


Figura 21. Cargas en nudos, hipótesis 4ª y 5ª

Como en el resto de los cuadros se pueden emplear utilidades muy potentes como son: escalar cargas (multiplicar todas las cargas de una determinada hipótesis de carga por un coeficiente); igualar cargas a una dada; ordenar cargas (por hipótesis básicas de carga y numeración de nudos); escalar todas las cargas en nudos.

8.6) Cargas en barras

8.6.1 Manejo de la pantalla

De modo similar al 2D las cargas de barra se definen indicando sobre la barra en la que actúan la información siguiente:

Número de la hipótesis básica de carga a la que corresponde;

Ejes a los que se referencia la carga (generales o Principales)

Tipo de carga (uniformemente repartida, parcial y uniformemente repartida, puntual etc) y

Barra	Hipótesis	Ejes	Tipo	Comp.X (kN)	Comp.Y (kN)
3	1	Ejes Generales	Uniforme	0	-11,5
4	1	Ejes Generales	Uniforme	0	-11,5
8	1	Ejes Generales	Uniforme		1,5
9	1	Ejes Generales	Puntual		1,5
3	2	Ejes Generales	Parcial Uniforme		2,2
4	2	Ejes Generales	Triangular N. Menor		2,2
9	2	Ejes Generales	Triangular N. Mayor		2,2
8	2	Ejes Generales	Momento		2,2

Tipos de carga

Datos que necesarios para definir la carga:

- intensidad (componentes de la carga según los ejes generales del sistema X, Y Z o componentes de la carga según los ejes principales de la sección del nudo de menor numeración);
- longitud de aplicación de la carga y
- distancia del inicio de la carga al nudo de menor numeración)

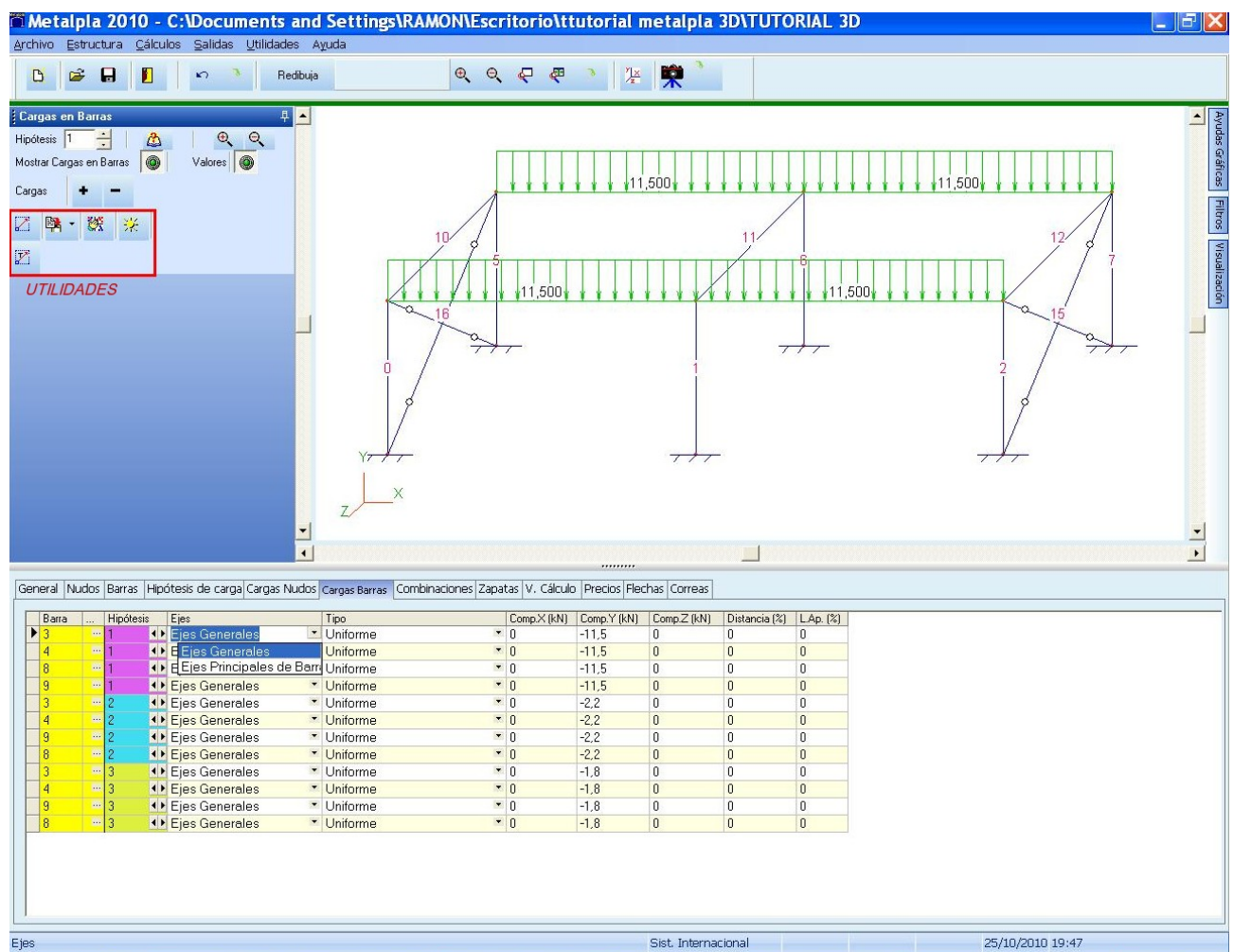


Figura 22. Cargas de barra

Como se ha dicho las cargas se pueden referir a sus componentes según los ejes principales de la sección transversal de la barra en el nudo de menor

numeración, figura 23, o sus componentes según los ejes generales del sistema, véase cuadro de cargas de barra de la figura 22. Se aconseja elegir los ejes principales para las cargas de viento (siempre son normales a la dirección de barra y paralelas al eje principal y-y) y los generales para las cargas restantes.

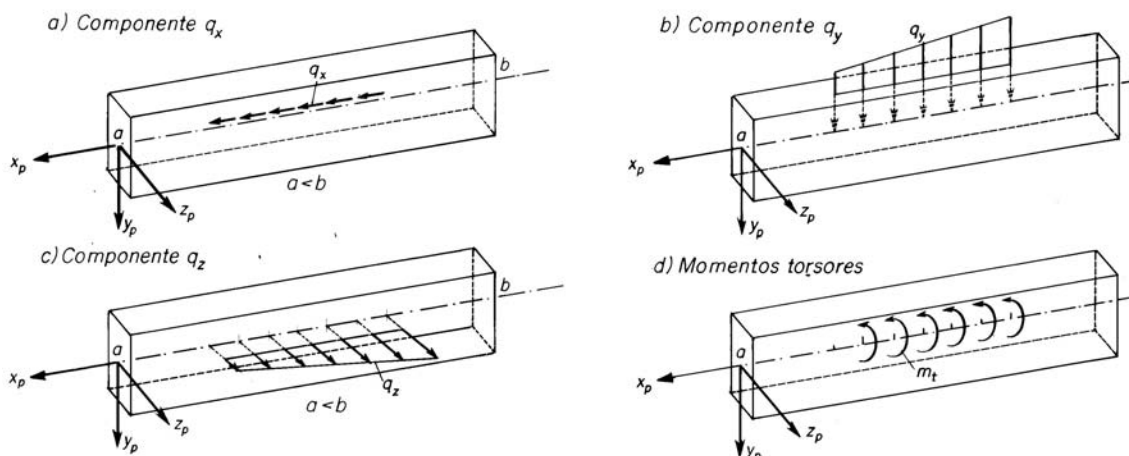


Figura 23. Componentes de la carga q_x , q_y , q_z y m_t según ejes principales.

8.6.2 Utilidades

Para introducir rápidamente estas cargas el programa incorpora las utilidades siguientes:



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.



Igualar Cargas en barra: 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.



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



Temperatura: Pulsando se definen la variación uniforme de temperatura y el número de la hipótesis de carga que se le asigna.



Se escalan todas las cargas en barras: permite modificar proporcionalmente los valores, definiendo el coeficiente de proporcionalidad por los procedimientos habituales.

8.7) Combinaciones de hipótesis básicas

Esta es una de las pestañas más importantes. En esta pantalla se definen, en función de las indicaciones del C.T.E. las diferentes combinaciones de cálculo con sus coeficientes de ponderación correspondientes.

Haciendo un doble clic en el botón correspondiente a “*Generar automáticamente las combinaciones de hipótesis*” el programa calcula internamente las combinaciones y sus coeficientes respectivos en base a la información que le ha sido suministrada. No obstante es obligado que el usuario revise detenidamente es cuadro. Modificando, si es preciso, los coeficientes, e incorporando nuevas combinaciones. En la figura 24 se indican los coeficientes de ponderación y las combinaciones que se deben realizar para el cálculo de la estructura del edificio.

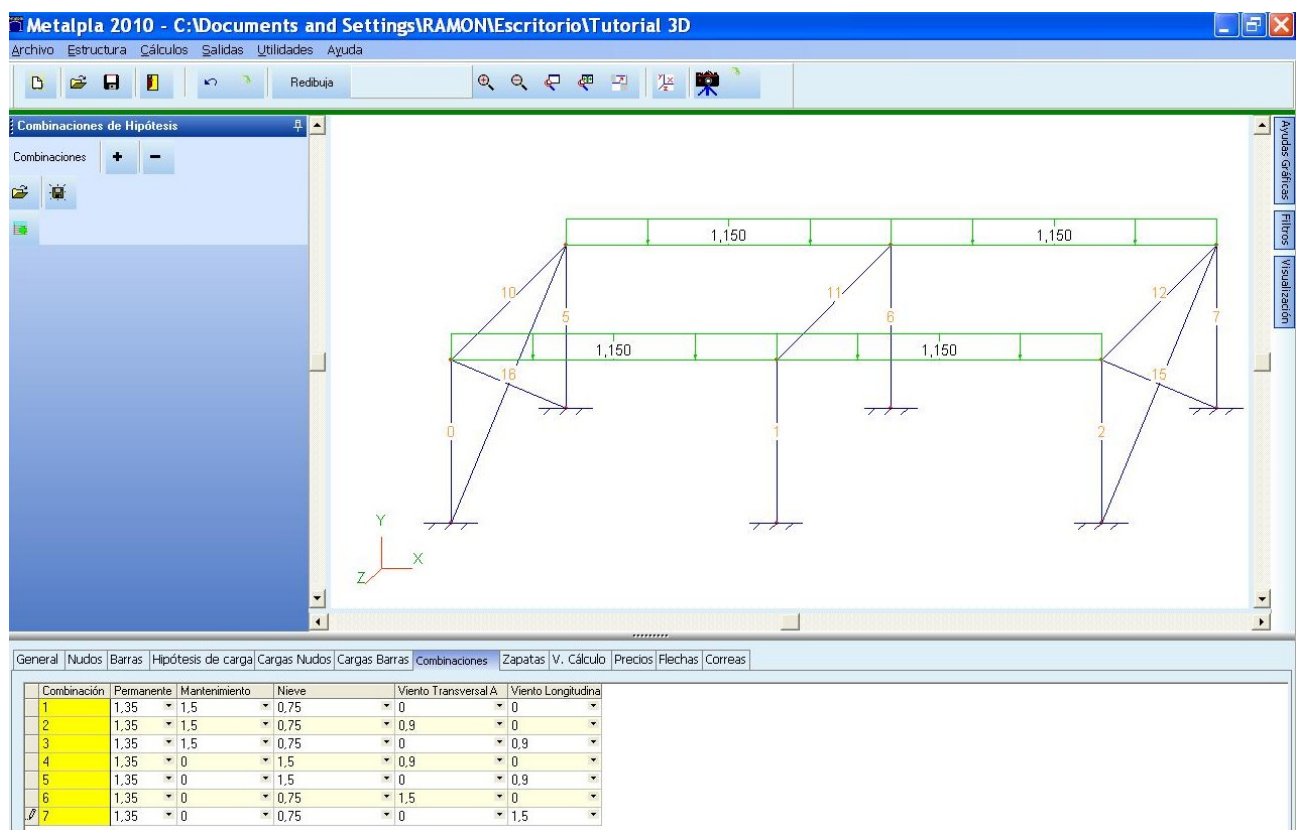


Figura 24. Cuadro de combinaciones de hipótesis básicas de cargas.

En la versión demo solo se deja una combinación. En la versión comercial se pueden poner todas las que se necesiten.

Es imprescindible rellenar esta pestaña para que el programa haga los cálculos.

8.8) Valores de cálculo

Aquí le damos al programa la información que se necesita para calcular las basas de pilares y zapatas: resistencia característica del hormigón, límite elástico del acero de las armaduras, resistencia del terreno, coeficientes de seguridad al deslizamiento y al vuelco etc...

General	Nudos	Barras	Hipótesis de carga	Cargas Nudos	Cargas Barras	Combinaciones / Pandeo / Dinámico	Zapatas	V. Cálculo	Esf. T
Resistencia característica del hormigón (N/mm²)				25					
Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón				1,5					
Límite elástico característico del acero (N/mm²)				500					
Coeficiente de minoración de la resistencia del acero				1,1					
Tensión admisible del terreno (N/mm²)				0,3					
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					

Figura 25. Cuadro de valores de cálculo.

Sin esta información NO SE PUEDE hacer el cálculo de basas y zapatas.

8.9) Precios

Para optimizar placa de anclaje y zapata en precio y estimar posteriormente su valor, lo que puede resultar útil para comparar alternativas, se deben definir los precios siguientes:

General	Nudos	Barras	Hipótesis de carga	Cargas Nudos	Cargas Barras	Combinaciones / Pandeo / Dinámico	Zapatas	V. Cálculo	Esf. Transversales	Precios	Fl
Excavación (Euros/m³)							2				
Hormigón (Euros/m³)							60				
Acero Cimentación (Euros/kg.)							0,9				
Acero Estructura (Euros/kg.)							1,2				
Acero Correas (Euros/kg.)							1,2				
Acero Viga carril (Euros/kg.)							0				
Madera Aserrada (Euros/m3)							0				
Madera Laminada (Euros/m3)							0				
Madera Microlaminada (Euros/m3)							0				
Madera Correas (Euros/m3)							0				

Figura 26. Cuadro de precios

8.10) Placas de anclaje y Zapatas

Como ya se ha dicho para que el programa calcule placa de anclaje y zapata se deben definir los valores de cálculo de basas y zapatas y precios de los materiales.

Para el cálculo el usuario puede utilizar dos opciones:

- 1) Comprobar la basa y zapata de acuerdo con los datos introducidos por el mismo usuario desde el editor de basas y placas de anclaje. A este editor se accede activando la pestaña zapatas, véase la figura 28.

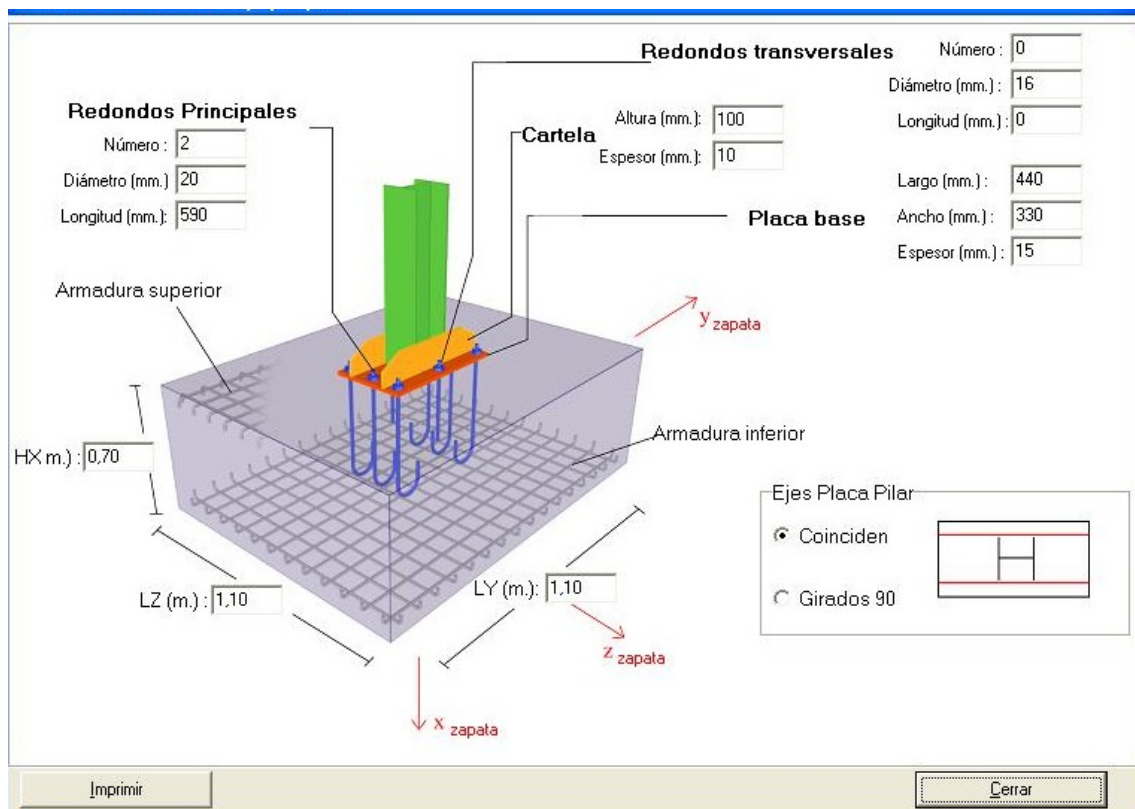


Figura 27. Editor de basas y zapatas

La información de esta pantalla se completa activando la pestaña “Zapatas” con otros datos adicionales: altura mínima de la zapata, altura de las tierras sobre la zapata, desplazamiento del pilar respecto al eje de la zapata (centrada, valor desplazamiento y medianería), carga de fachada y desplazamiento del la carga de fachada respecto al eje del pilar, véase la figura 28.

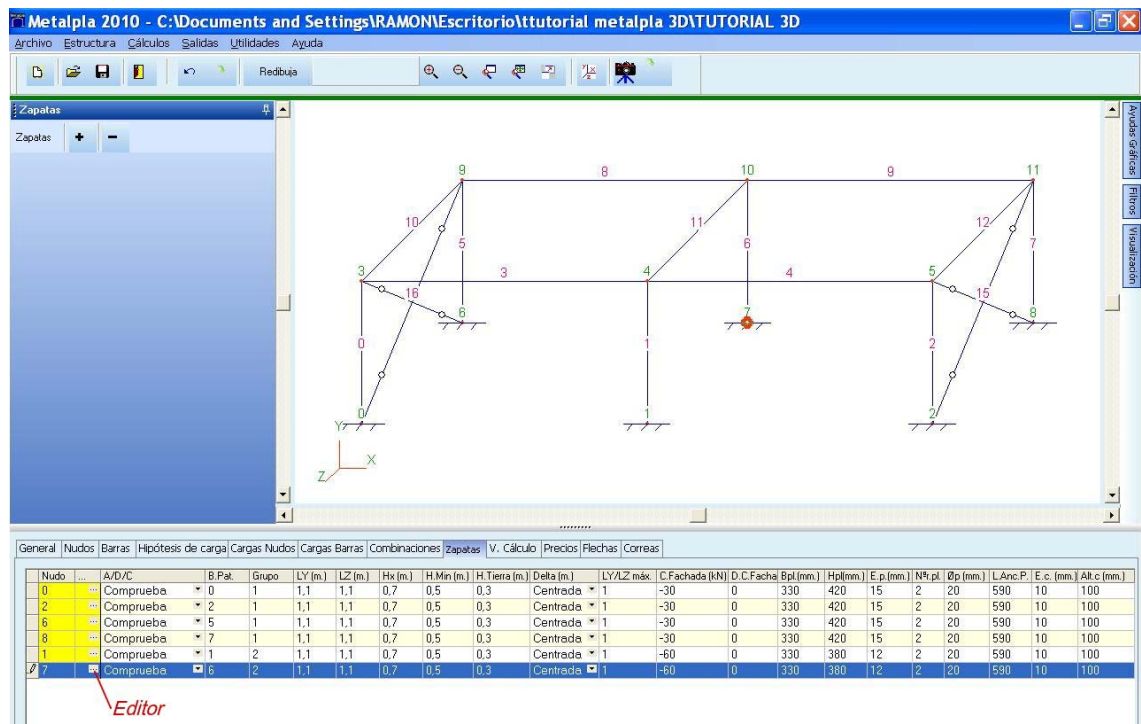


Figura 28. Cuadro de basas y zapatas en la opción de comprobar

- 2) Esta segunda opción es la de autodimensionar. En este caso en el cuadro de zapatas y placas deberemos elegir en la columna correspondiente (A/D/C): autodimensionar. Y rellenar solamente los datos que se indican en la figura 29. No es necesario autodimensionar todas las basas y zapatas. Se puede autodimensionar unas y comprobar otras. La opción de “Grupo” solo se utiliza para autodimensionar y sirve para que dos o más zapatas que pertenecen al mismo grupo resulten iguales aunque reciban cargas diferentes. Obsérvese dada la simetría del edificio los dos grupos de zapatas organizados: 1 para las zapatas de esquina y 2 para las intermedias.

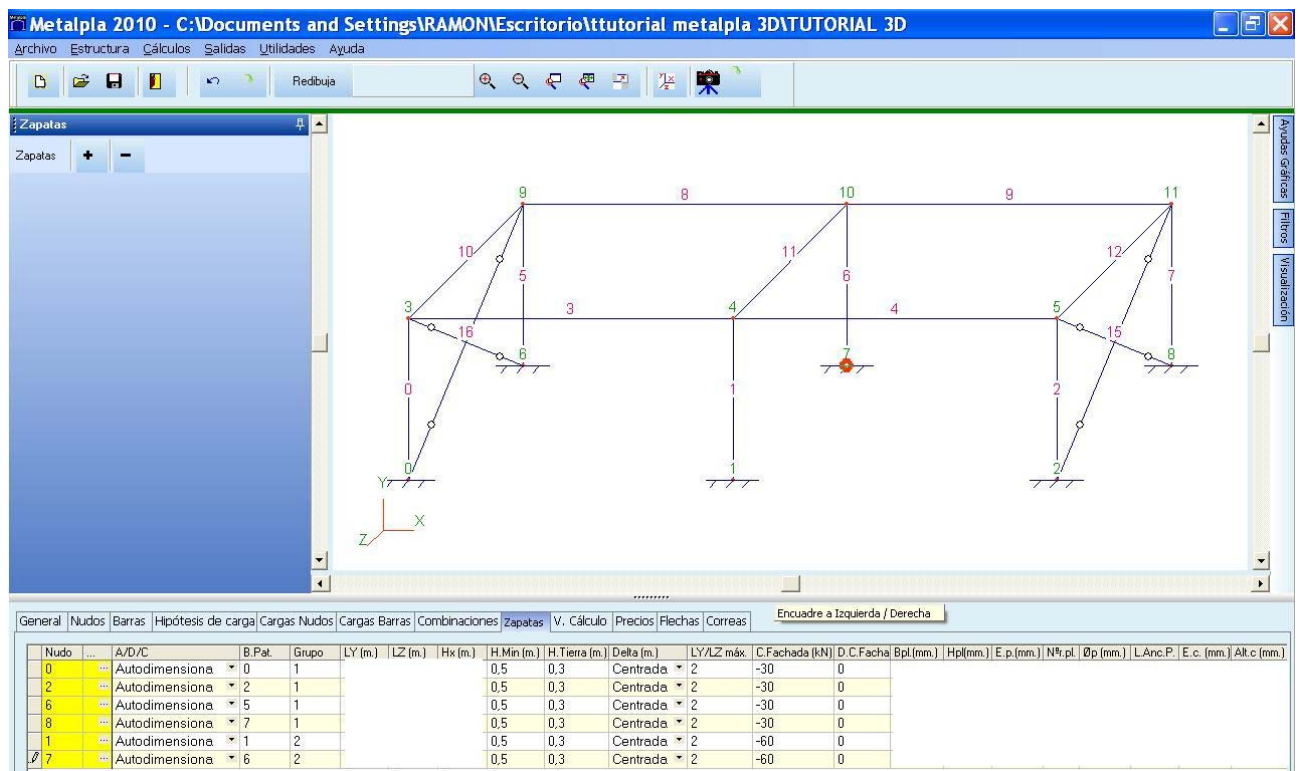


Figura 29. Cuadro de placas de anclaje y zapatas en la opción de autodimensionar

En la opción “autodimensionar” es imprescindible rellenar la relación LY/LZ (relación máxima largo zapata/ ancho zapata) para que el programa tante diferentes soluciones hasta encontrar la más económica (con el valor 1 se elegirán zapatas cuadradas).

8.11) Flechas

Al igual que para el 2D esta pestaña debemos activarla cuando queramos comprobar los desplazamientos activos y totales de los nudos libres. Por ejemplo los desplazamientos activos y totales del nudo 5 en dirección del eje general X, son 6 y 12 mm, véase la figura 30.

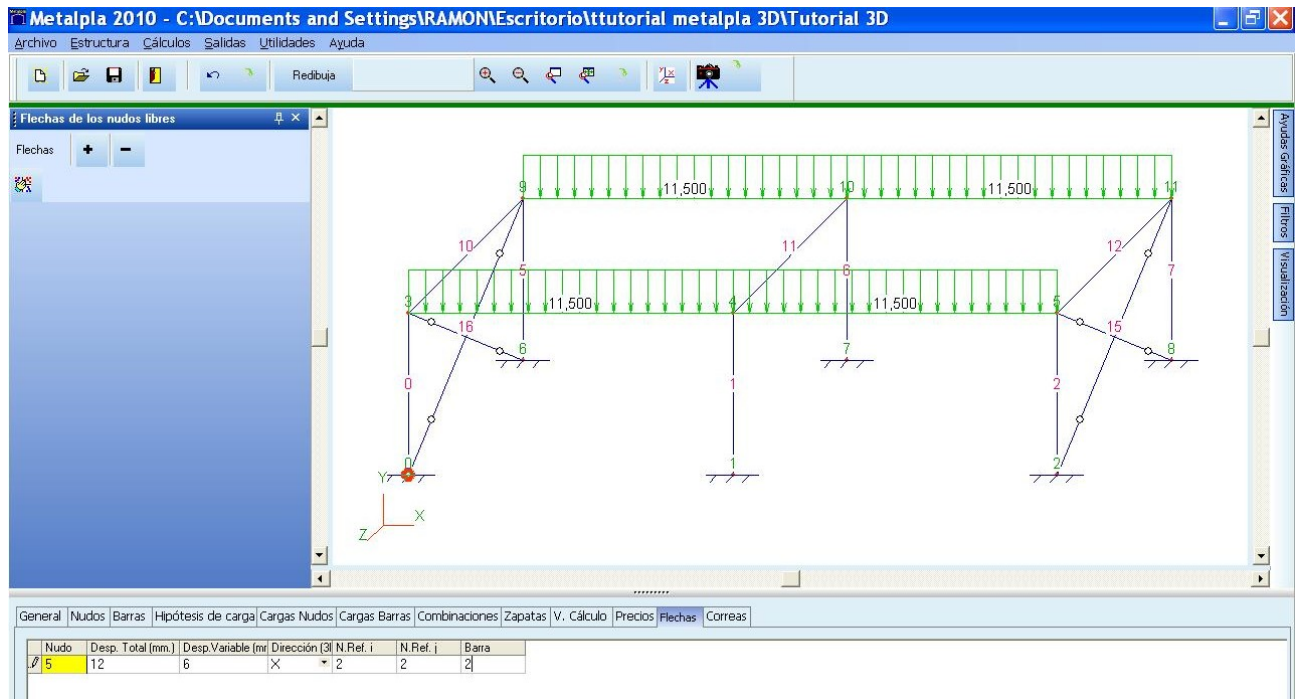


Figura 30. Limitaciones de desplazamientos de nudos libres.

8.12) Correas

Esta pestaña está concebida para calcular directamente las correas sin necesidad de definir toda la información que se da en el caso de naves en el Metalpla 2D. Una vez activada se presenta la pantalla de la figura 31. Rellenando los valores solicitados, respondiendo "SI" al "Cálculo de correas" y clickeando en "Editar y calcular correas" se presenta una nueva pantalla, figura 32, similar a la de la figura 17 del tutorial del Metalpla_2D, en la que el usuario debe confirmar o modificar los valores indicados.

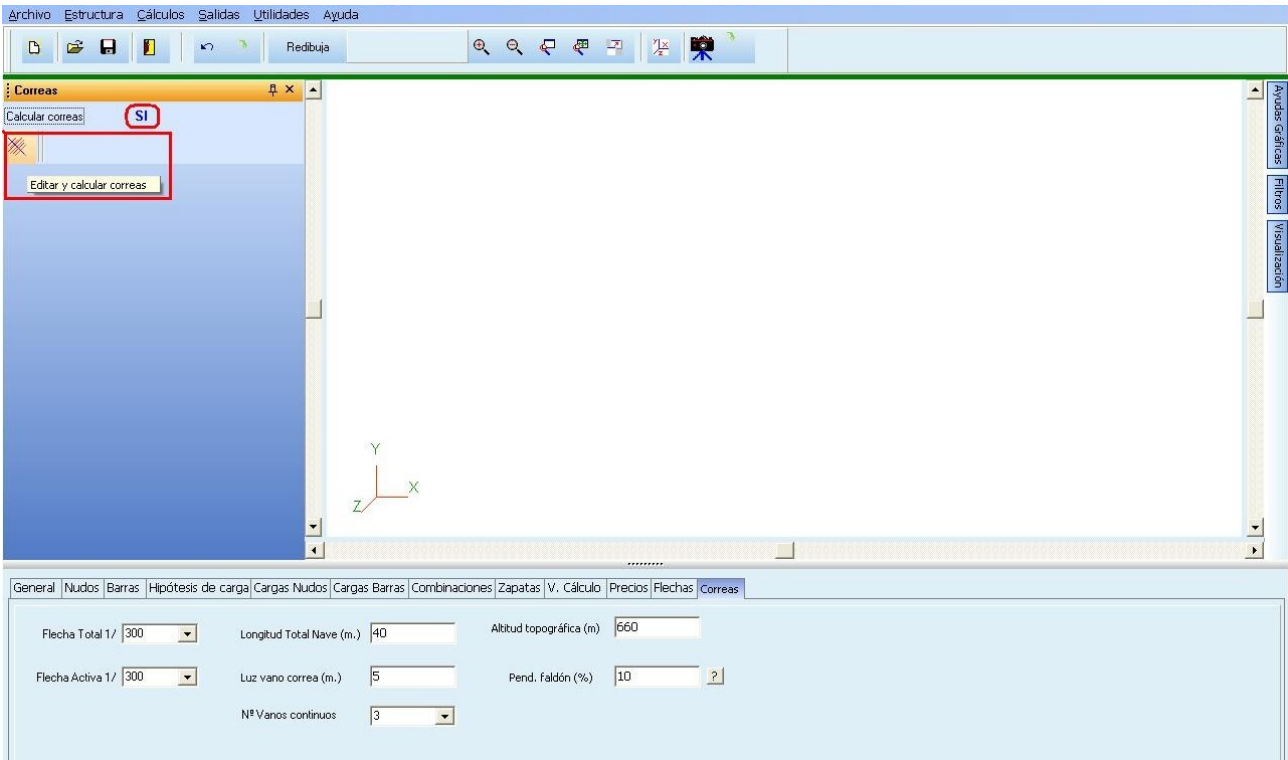


Figura 31. Limitaciones de desplazamientos de nudos libres.

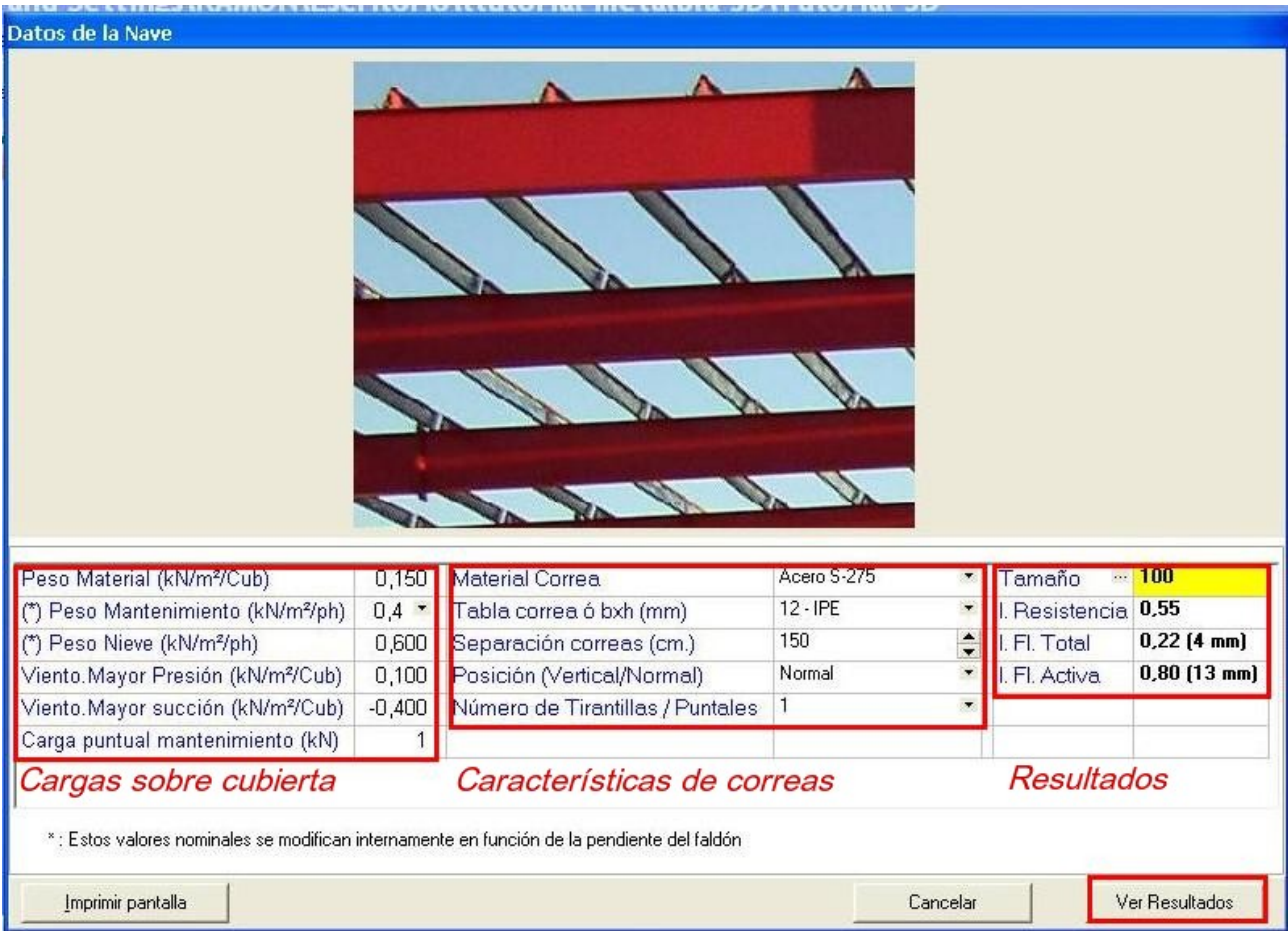


Figura 32. Datos para el cálculo de la correa y resultados del mismo.

Pulsando “Ver resultados” se imprimen directamente los resultados del cálculo de la correa.

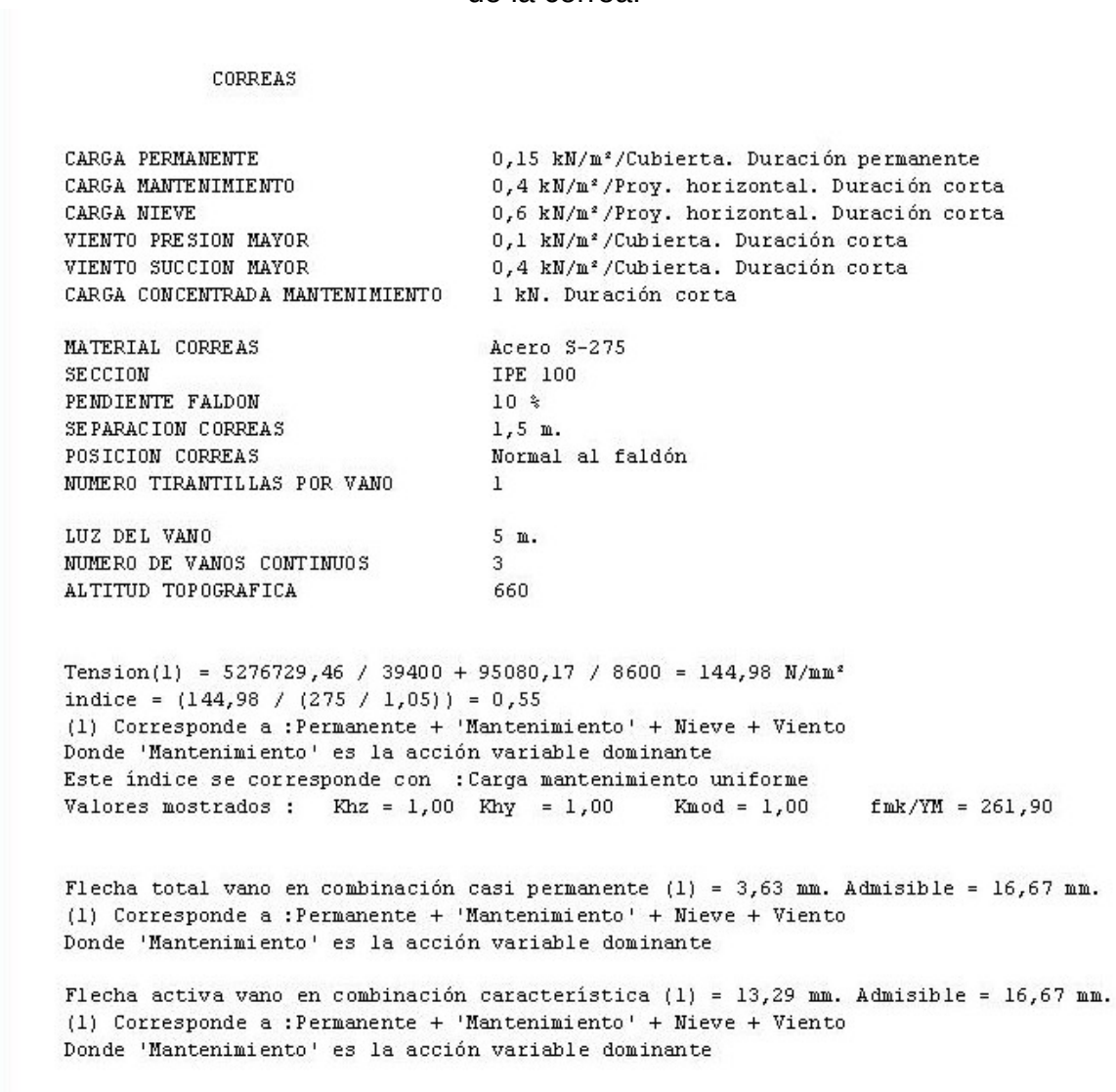


Figura 33. Resultados de cálculo de las correas.

En el manual de uso puede consultarse su manejo.

10. CÁLCULOS

1) Selección de listados

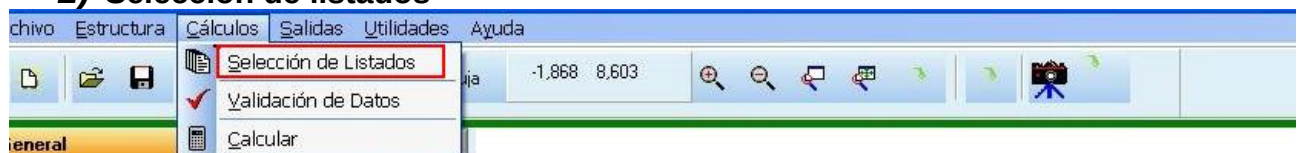


Figura 34. Elección de de selección de listados

Se seleccionan los listados que queremos editar en papel o en fichero de texto. Al mismo tiempo estamos seleccionando los cálculos que hará el programa.

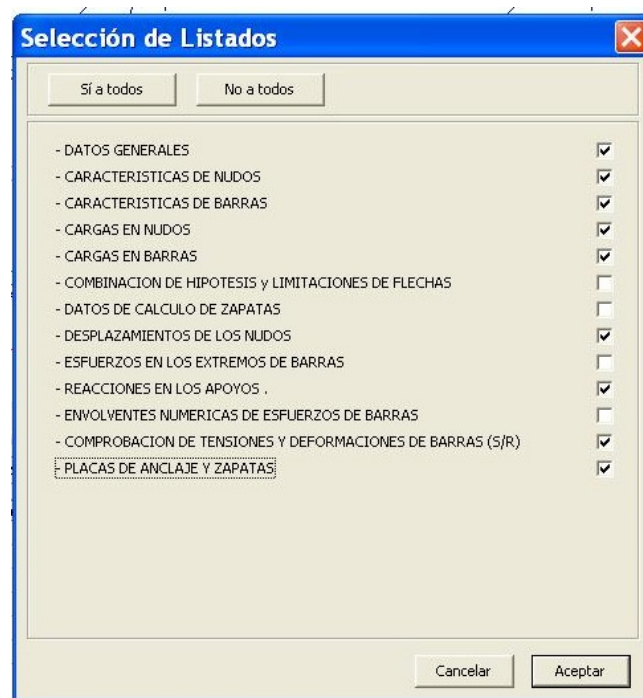


Figura 35. Se eligen los listados que interesan

Por ejemplo, si no seleccionamos PLACAS DE ANCLAJE Y ZAPATAS el programa no las calculará, ni las incluirá en los listados, lógicamente. Si le pedimos al programa que incluya todo, aumentan bastante las posibilidades de que aparezcan errores por falta de datos para hacer los cálculos. Por eso es mejor pedir sólo lo necesario en cada momento.

2) Validación de datos

En general no es necesario pulsar validación de datos pues el programa lo hace de todas formas cuando se le pide que haga los cálculos. Si el programa detecta alguna falta de información nos lo hará saber.

3) Calcular

Con esta instrucción el programa realiza los cálculos. Hasta que no termina aparecen mensajes en tarjetas como la de la figura 36.

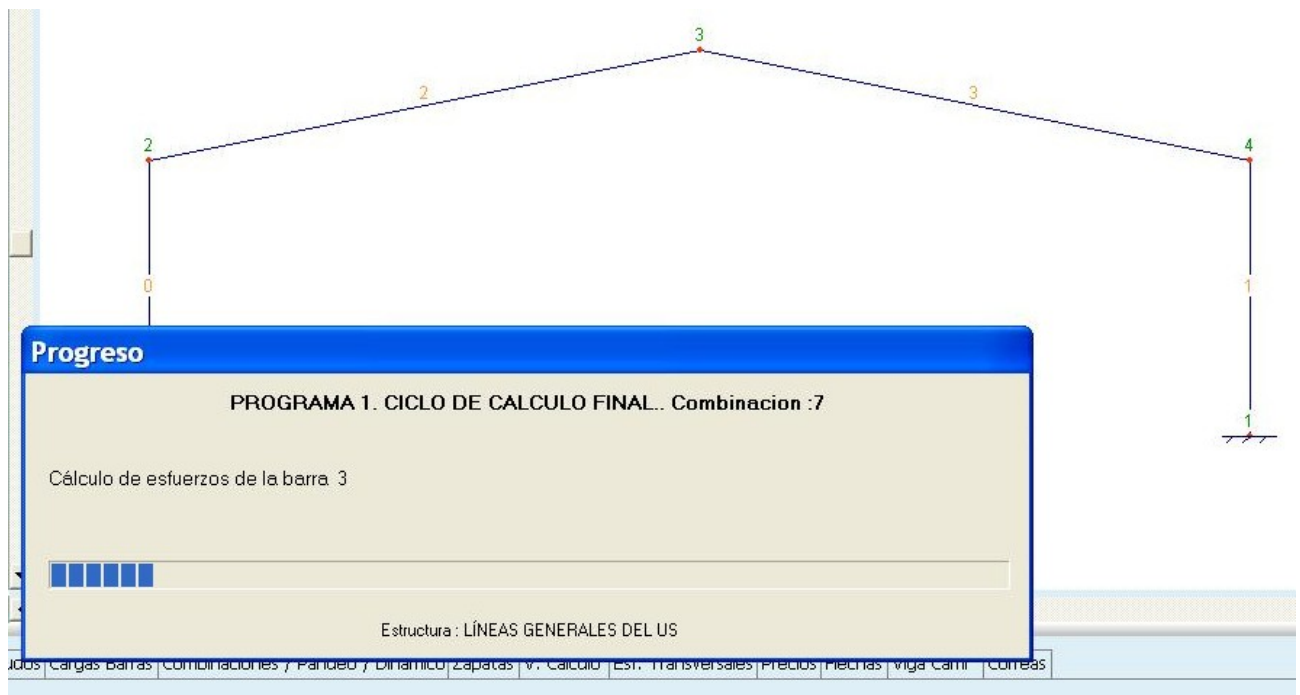


Figura 36. Mientras se rueda el programa se emiten mensajes que orientan sobre el cálculo

11.SALIDAS DE RESULTADOS

Pulsando “Salidas” es posible seleccionar posibles varias salidas de resultados. Las de más interés son:

12.1 Visualización gráfica

Se selecciona la salida recuadrada con un rectángulo rojo.

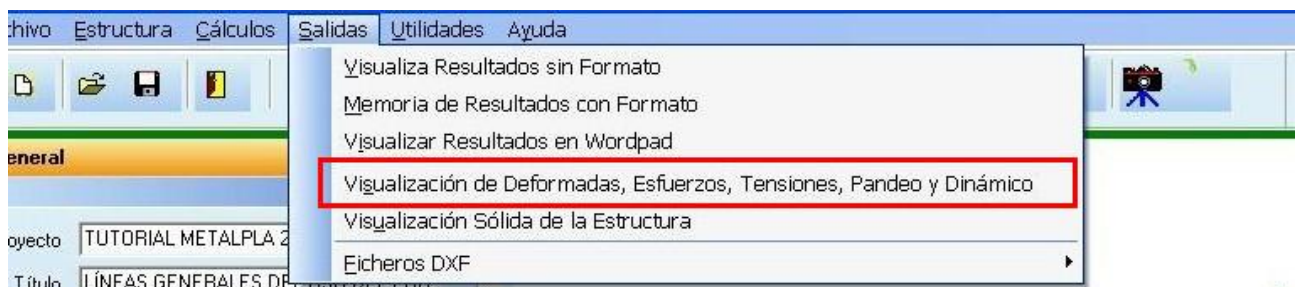


Figura 37. Salidas de Resultados.

Incluye las salidas gráficas siguientes:

1) Índices de agotamiento por plastificación e inestabilidad

Es la salida gráfica más interesante. Permite, analizando visualmente la pantalla, ver si toda la estructura cumple desde un punto vista resistente o que partes incumplen. Para ello los índices de agotamiento de todas las secciones deben ser inferiores al 100%. Una escala de colores representa estos índices, de modo que si no aparece el color rojo todas las secciones cumplen y no lo harán aquellas partes de la estructura asociadas al color rojo. Desplazando el ratón por la estructura y pulsando el botón izquierdo se presenta una galleta

amarilla en la que se informa del índice mayor de agotamiento en el tramo $i/20$ de la barra (cada barra se divide en 20 tramos) y la combinación de hipótesis para la que se produce.

La visión espacial de la estructura la puede seleccionar el usuario pulsando "Control" "Alt" y clikeando con la parte izquierda del ratón.

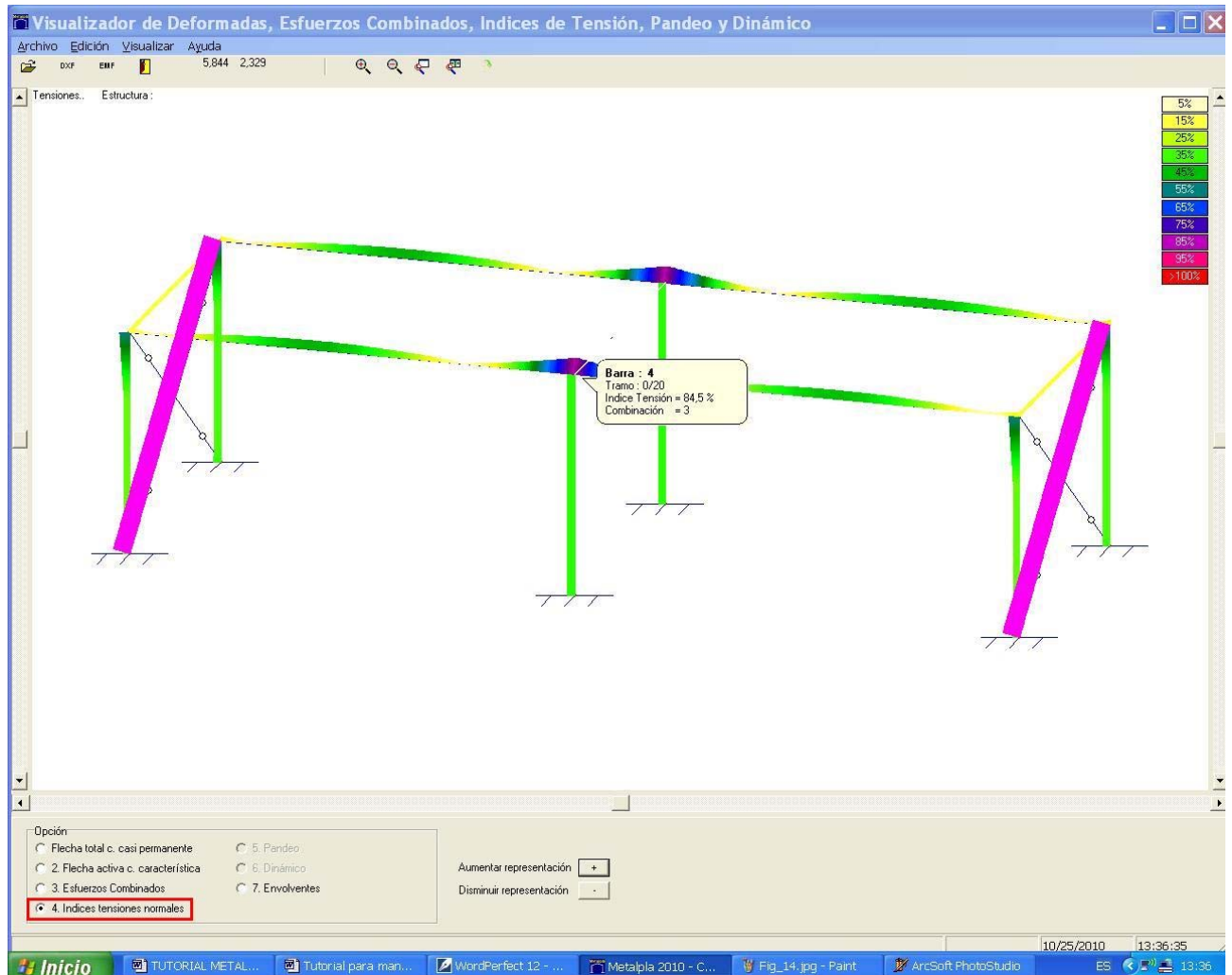


Figura 38. Pantalla de índices de agotamiento de la estructura

2) **Esfuerzos combinados.**

Proporciona información de los esfuerzos de barra en cualquier sección (axil, cortantes, flectores y torsor), para una determinada combinación de hipótesis. Para ello se debe colocar el puntero del ratón sobre la sección elegida haciendo clic con la parte izquierda, presentándose en un recuadro amarillo el número de la barra, el tramo de la barra (entre 0 y 20) y el esfuerzo de barra seleccionado (axil, cortantes, flectores y torsor). En la figura 39 se indica que en el tramo 0 de la barra 4 en la combinación de hipótesis 1 el momento flector es 82,8 kNm

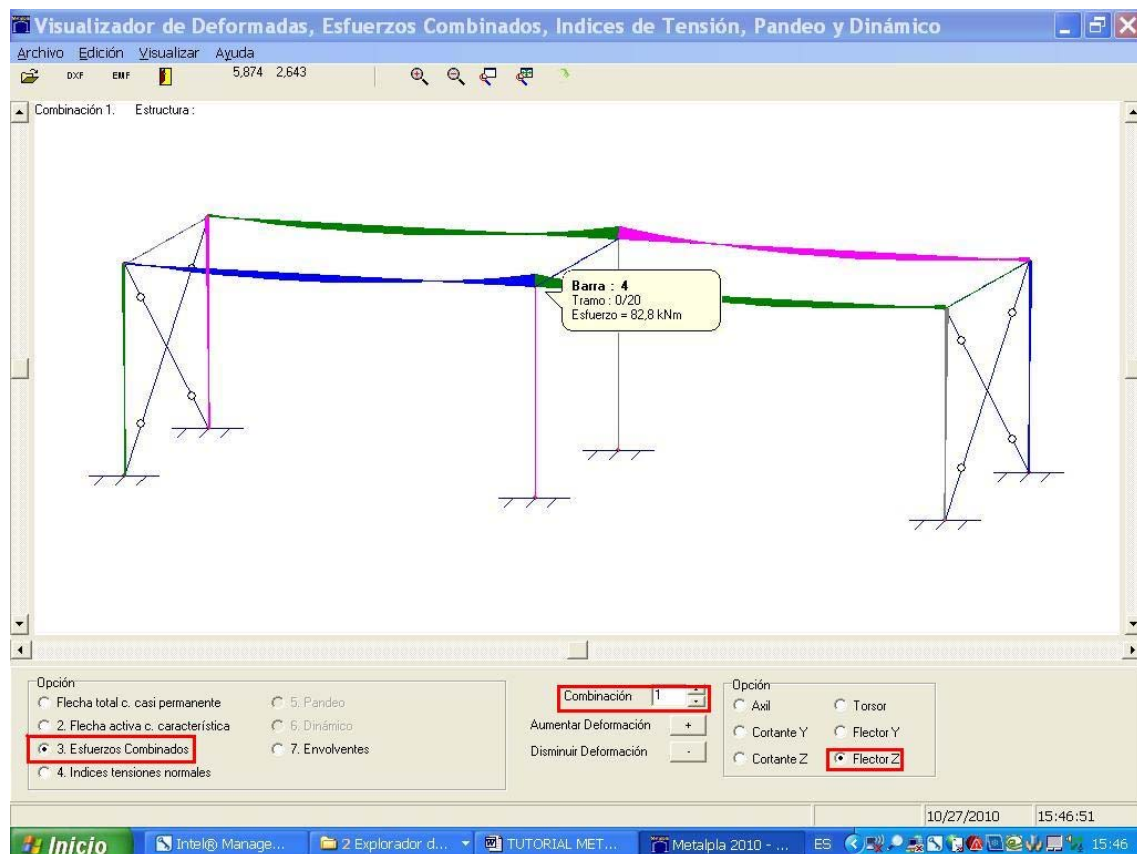


Figura 39. Pantalla de representación gráfica momentos en la combinación 1ª

3) Flecha activa en la combinación característica:

En la pantalla se proporciona información de esta flecha en cualquier sección de la barra, para una determinada combinación característica. Para ello se debe colocar el puntero del ratón sobre la sección elegida haciendo clic con la parte izquierda. La información suministrada corresponde al desplazamiento según los ejes generales (X, Y, Z) del nudo de menor numeración de la barra y del desplazamiento de la sección (entre 0 y 20) respecto a los nudos extremos de la barra. En el ejemplo de la figura 40 para la combinación 1ª el desplazamiento del nudo 7 es igual a 0 respecto a los tres ejes generales (X, Y, Z). Y con relación a los nudos 7 y 8 la sección 10/20 de la barra se desplaza 11,4 mm.

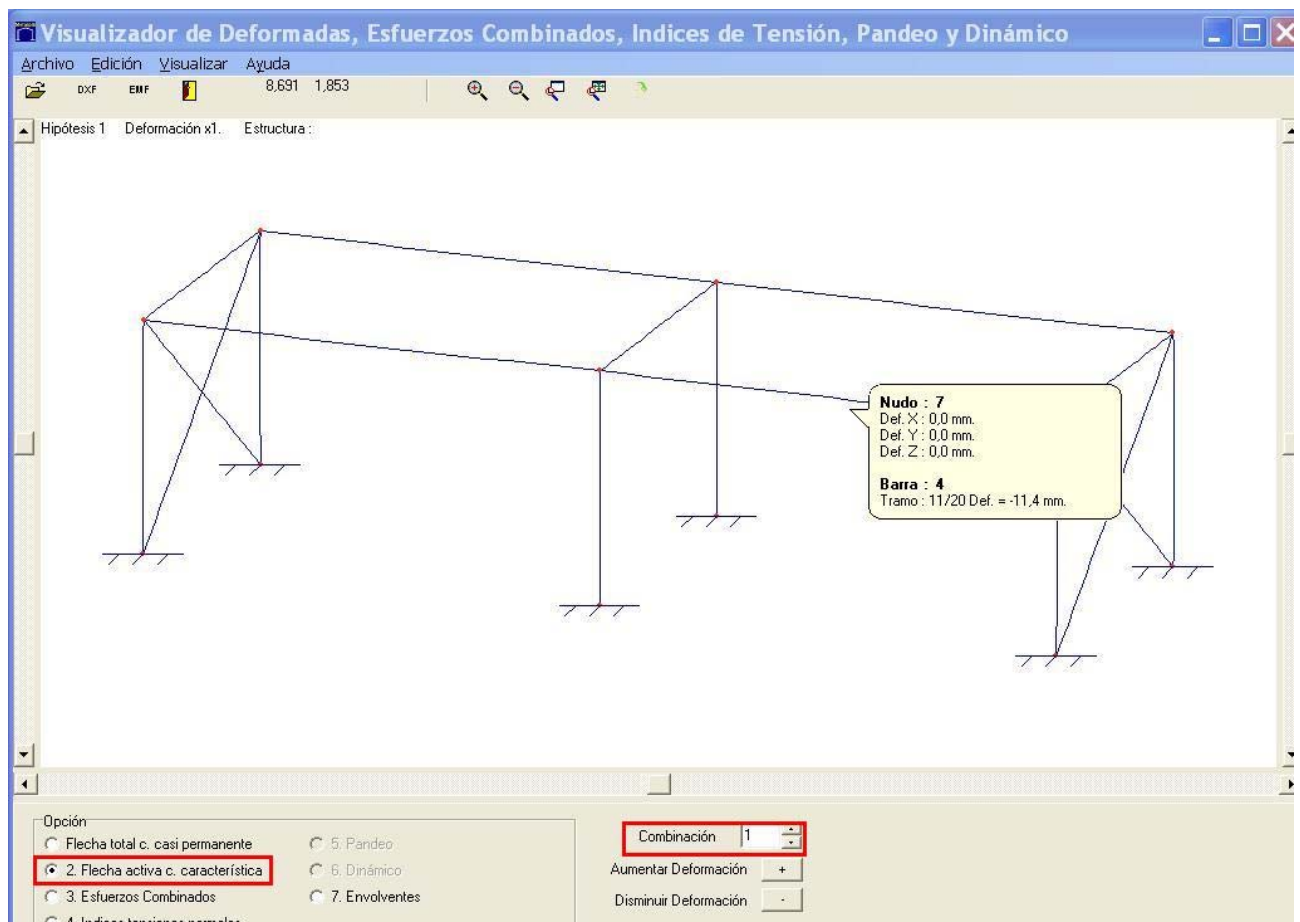


Figura 40. Pantalla de flechas activas en la combinación de hipótesis 1ª

4) Flecha total en la combinación casi permanente:

Manejo similar al anterior aplicado a la flecha total.

12.2 Visualización Resultados sin Formato.

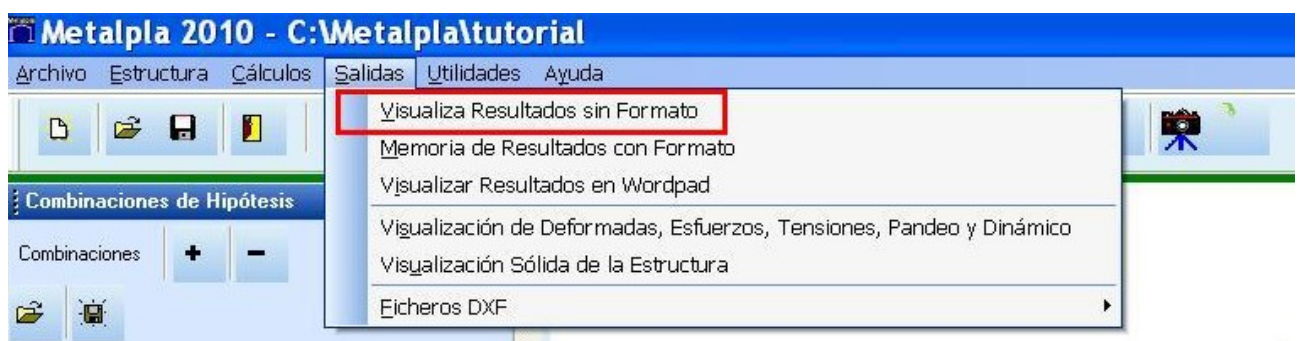


Figura 41

Tras seleccionarla en Salidas el texto recercado con bordes de color rojo, figura 41, se presentan impresos los resultados de cálculo, con información sobre tensiones y flechas de todas las barras de la estructura, para aquellos

casos que se ha solicitado (flechas de barras en el cuadro de barras) y flechas de nudos libres en la barra si la barra ha sido seleccionada en el cuadro de la figura 30.

En la comprobación de vigas la información que se da es el mayor índice de agotamiento por plastificación indicando la sección de la barra ($i/20$) y la combinación de hipótesis de cargas en la que se produce. Si en los de la viga se ha introducido una limitación de flecha también lo indica el resultado. Puesto que para las vigas principales (barra 2) se limitaron las flechas activa y total a $1/300$ del vano en esta misma barra se da información al respecto indicando que la flecha total es de 1,18 cm cuando la admisible es de 2 cm.

Véase para la barra 1 seleccionada en el cuadro de la figura para el desplazamiento del nudo 4 la información que se da: desplazamiento máximo del nudo 4, el admisible y el número de la combinación permanente en la que se produce. Análoga información se da para la flecha activa. En estos listados se indica los motivos y el incumplimiento de alguna condición que debe cumplir la barra.

```

Barra= 3      IPE 240
Material:Acero S-275  fy= 275 N/mm2
 $\bar{\lambda} = 1.05 \times (9433/3910 + 8.279206 \times 10^7 / 386000 + 304703/70500) = 232.3 \text{ N/mm}^2$ 
Sección (20/20);  Combinación : 3;  Clases: Z=2  Y=2
Flecha total vano en combinación casi permanente (2): 1.18 cm.  adm.=1/300 = 2 cm.
Flecha activa vano en combinación característica (2) : 1.18 cm.  adm.=1/300 = 2 cm.
Esfuerzo cortante maximo :72.771 kN  Tensión cortante maxima :61 N/mm2
Aprovechamiento : 84%

```

Agotamiento por plastificación
Clasificación del perfil
Flecha total
Flecha activa

Figura 42. Selección de parte del texto de comprobación de tensiones y deformaciones de vigas

Para los pilares se da la misma información en lo que respecta a agotamiento por plastificación y además se realiza la comprobación a pandeo según sus dos ejes principales, figura 43. también se informa si así se ha solicitado del desplazamiento como nudo libre del extremo de la barra.

```

Barra= 2      I HEB 120
Material:Acero S-275  fy= 275 N/mm2
Pandeo :      lz = 89 ;beta z = 1.5  ly = 98; beta y = .99
 $\bar{\lambda} = 1.05 \times (51803/3400 + 2.098827 \times 10^7 / 165200 + 127360/79200) = 151.1 \text{ N/mm}^2$ 
Sección (20/20);  Combinación : 2;  Clases: Z=1  Y=1
 $\bar{\lambda} = 1.05 \times (51661 / (0.58 \times 3400)) + 0.4 \times 1.08 \times 1.909793 \times 10^7 / 165200 + 1 \times 1.18 \times 0.9 \times 1481874 / 79200 = 89 \text{ N/mm}^2$ 
Combinación : 3;  Clases: Z=1  Y=1
 $\bar{\lambda} = 1.05 \times (51661 / (0.47 \times 3400)) + 0.6 \times 0.4 \times 1.08 \times 1.909793 \times 10^7 / 165200 + 1.18 \times 0.9 \times 1481874 / 79200 = 71 \text{ N/mm}^2$ 
Combinación : 3;  Clases: Z=1  Y=1
Flecha total del nudo : 5 = 3 mm.  Admis. = 12 mm.  Comb. casi permanente : 2
Flecha activa del nudo : 5 = 3 mm.  Admis. = 6 mm.  Comb. característica : 2
Esfuerzo cortante maximo :10.954 kN  Tensión cortante maxima :20 N/mm2
Aprovechamiento : 54%

```

Esbeltices
Agotamiento por plastificación
Pandeo eje z-z
Pandeo eje y-y
Flecha total nudo 5 en X
Flecha activa nudo 5 en X

Figura 43. Selección de parte del texto de comprobación de tensiones y deformaciones de pilares

Para aclarar la procedencia de la formulación utilizada véase la figura 44.

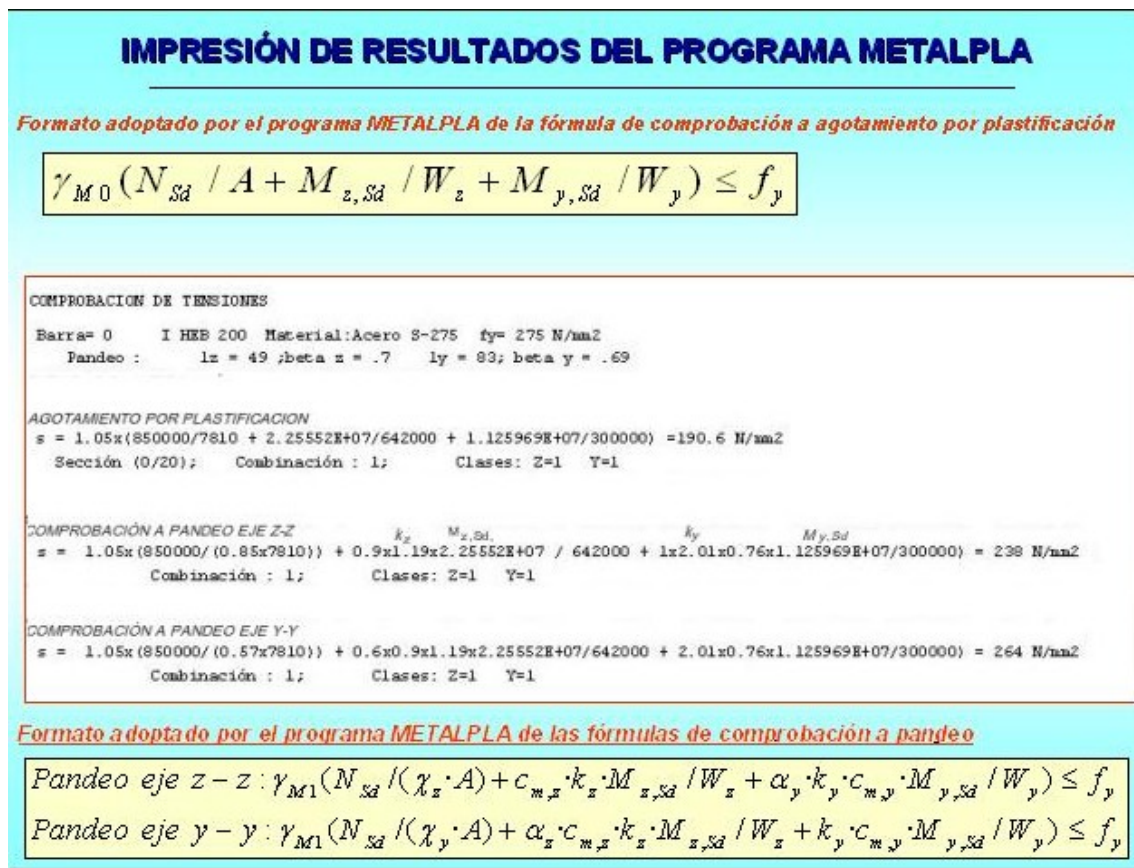


Figura 44. Formato de impresión de comprobación de barras

12.3 Otras salidas

Consultar Manual de uso

Ramón Argüelles Álvarez

Profesor Emérito de la U.P.M
Académico de Real Academia de la Ingeniería
Del equipo del desarrollo del programa

Enrique Relea Gangas

Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal
E. T. S. de Ingenierías Agrarias de Palencia
Universidad de Valladolid