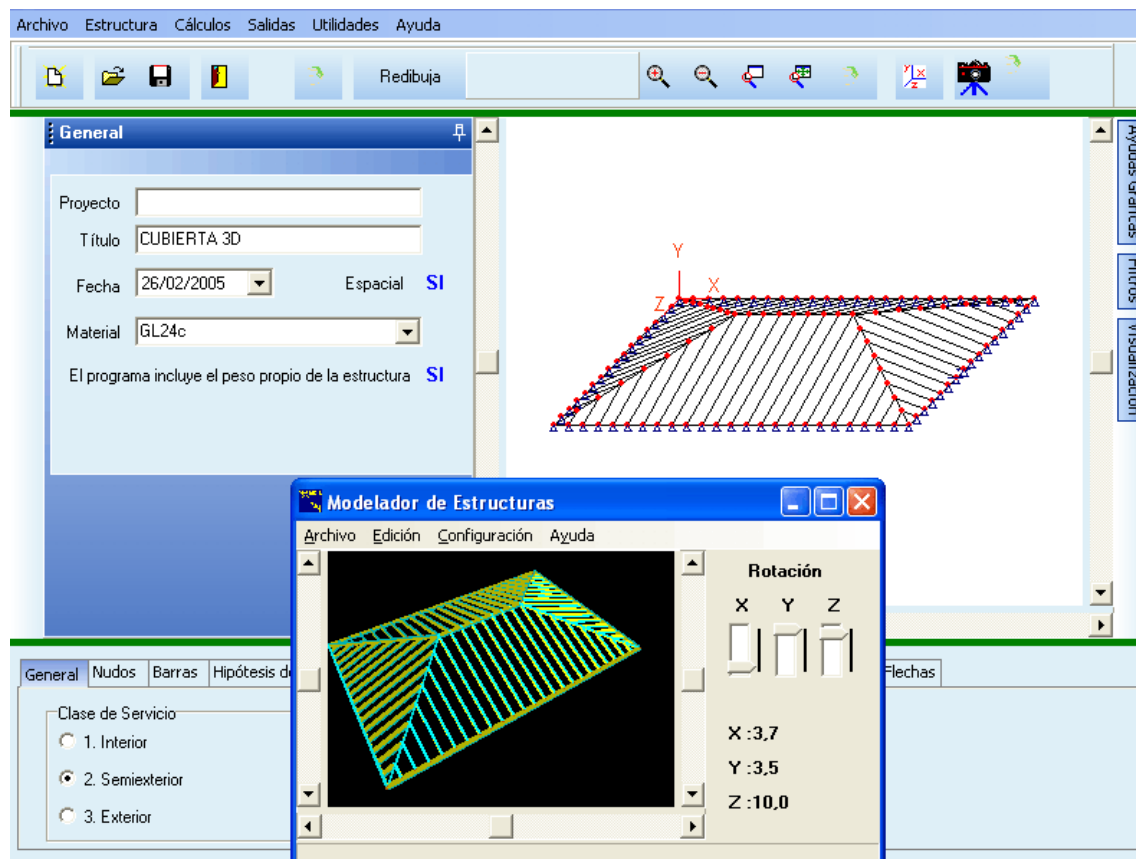




MANUAL DE USO ESTRUMAD_XE_3D- 2012

E.1. PRESENTACIÓN

E.1.1 DESCRIPCIÓN Y CONTENIDO DEL PROGRAMA ESTRUMAD_3D.

El programa está concebido para la comprobación de sistemas espaciales de barras de madera y/o acero, cualesquiera que sea su geometría y apoyos, teniendo en cuenta las limitaciones de resistencia y deformación impuestas por el Código Técnico de la Edificación (en adelante CTE).

En el programa no existen limitaciones en cuanto a tipos de sección, condiciones de los enlaces extremos de las barras (rígidos o articulados), apoyos y cargas. Además el programa incorpora las utilidades siguientes:

1. Admite diferentes calidades de madera individualizadas barra a barra.
2. Es posible incluir estructuras mixtas de acero y madera
3. Elige y comprueba placas de anclaje de acero según CTE
4. Elige y comprueba zapatas aisladas, según la norma EHE. La elección se realiza con un criterio de optimización de costos.
5. Trata de manera muy específica las placas de anclaje y zapatas de medianería.
6. Dispone de ayudas gráficas muy potentes para introducir datos y visualizar la estructura y resultados (diagramas de esfuerzos, movimientos de la estructura, índices de agotamiento de las barras)

Para el análisis de las barras de madera y acero se utiliza el CTE..

Este anexo de estructuras espaciales de madera complementa el manual de uso Estrumad 2011 (2D) de estructuras planas. En base a ello este anexo recoge solamente los aspectos que diferencian uno y otro programa. Incluyéndose solamente aquellas partes específicas de los sistemas espaciales no incluidas en el manual de uso del Estrumad 2D.

E.1.2 EJES GENERALES Y EJES LOCALES DE LOS EXTREMOS DE BARRA.

Para definir las coordenadas de los nudos del sistema y también las fuerzas aplicadas en los nudos el programa considera uno ejes generales (X , Y y Z) de sentido levógiro, véase la figura E.1.1.

Los ejes locales de la sección de la barra son en cada extremo: x_p , y_p y z_p . A cada nudo i o j de la barra se le asocia un sistema ortogonal de ejes. Los ejes x_p positivos se dirigen según el eje $i-j$ de la barra y se alejan de la sección considerada. Los otros dos: y_p y z_p , corresponden a los ejes principales de la sección, que como es sabido son aquellos a los que se asocian los momentos de inercia mínimo y máximo. Las rotaciones de ejes son siempre positivas en el sentido antihorario, figura E.1.1

En general, aunque no es necesario, se elige como momento de inercia menor el $y_p - y_p$ (eje débil) y como de inercia mayor el perpendicular $z_p - z_p$.

Los desplazamientos de nudos, las reacciones de los apoyos, las cargas de nudos y optativamente las cargas de barra, se refieren a los ejes generales. Los esfuerzos en los extremos de las barras (axil, cortantes, flectores y torsor) y también, optativamente, las cargas de barra, se refieren a los ejes principales de la sección transversal de la barra en el nudo de menor numeración.

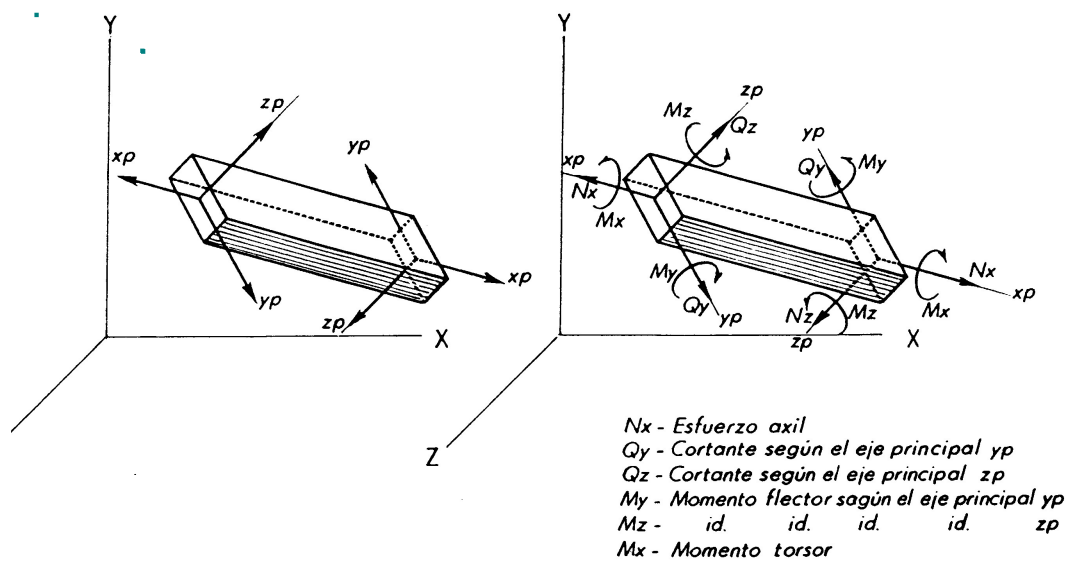


Figura E.1. 1 Ejes Generales y Principales de la Sección de la barra

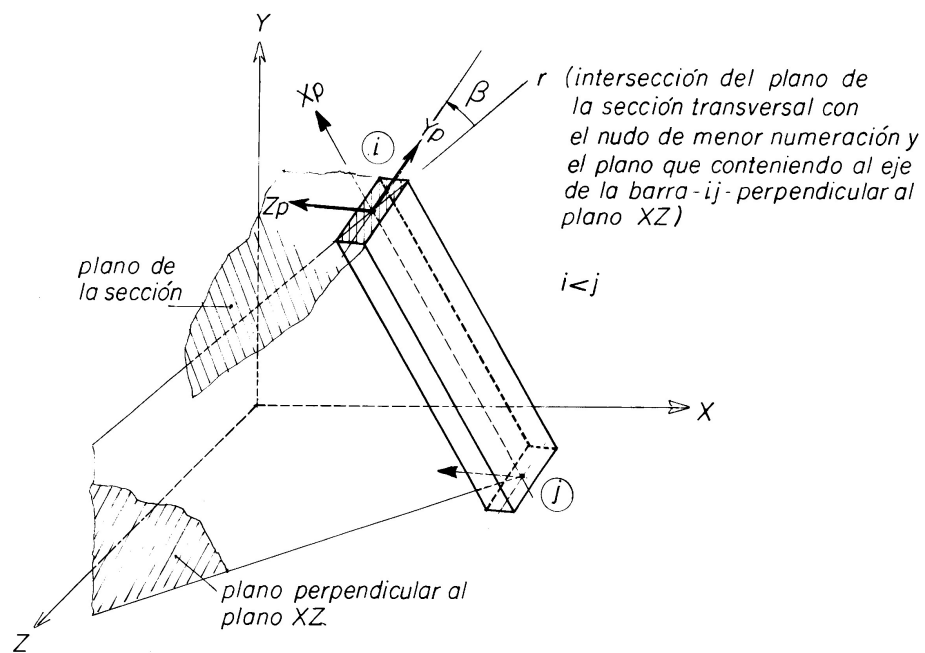
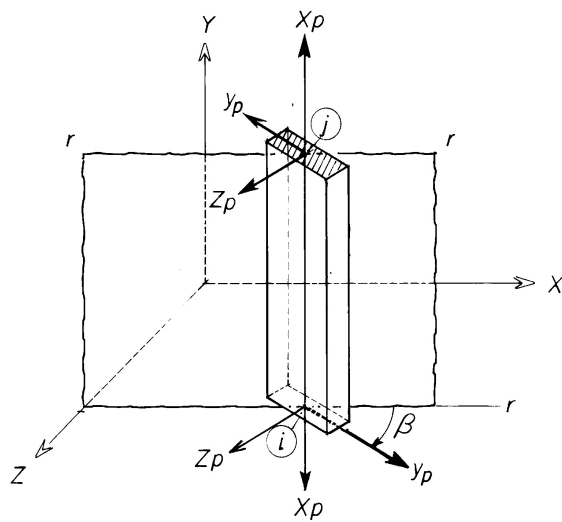
E.1.3. ÁNGULO beta DE POSICIÓN DE LA SECCIÓN DE BARRA.

La barra puede girar respecto a su eje adoptando su sección transversal diferentes posiciones. Para situar la posición espacial de los ejes principales y_p y z_p de la sección se utiliza el ángulo *beta* definido mediante la construcción siguiente:

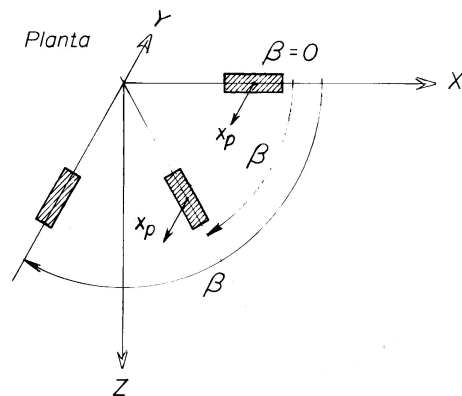
Se traza por el centro de la sección de menor numeración de la barra (nudo i) el plano que contiene al eje de la barra $i-j$ y, además, es perpendicular al plano XZ (formado por los ejes generales). La intersección de este plano con el plano de la sección del nudo de menor numeración i define la recta r . El ángulo *beta* es el formado por la recta r y el eje principal de la sección y_p medido en grados sexagesimales y en el sentido contrario a las agujas de un reloj (levógiro), visto desde el eje local x_p , del mismo nudo, véase la figura E.1.2.a

Si el eje de la barra x_p resultase paralelo al eje general Y existiría indefinición de la recta r . En este caso se considera como recta r la paralela al eje general X que pasa por el centro de la sección. Los ángulos *beta* se miden del modo indicado en la figura E.1.2.c. En las restantes figuras, b y d, se representan los casos más habituales.

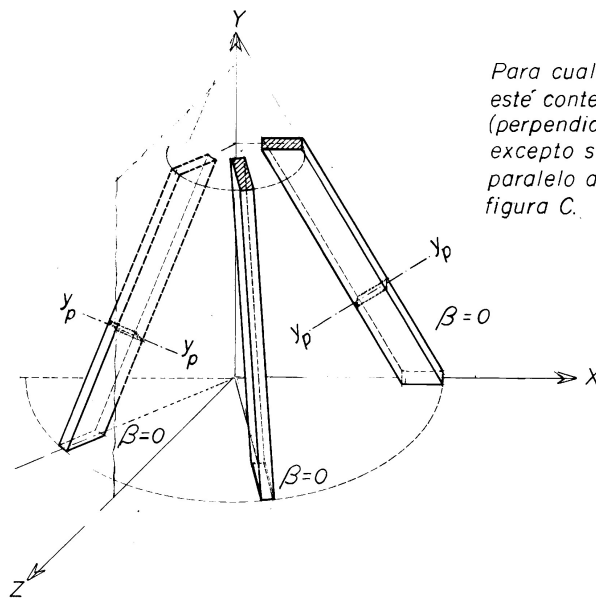
a) Caso general

c) Angulos β de barras paralelas al eje general Y .

El ángulo β se mide del eje general X al y_p considerando el giro respecto al eje x_p del nudo menor; positivo en sentido anti-horario.

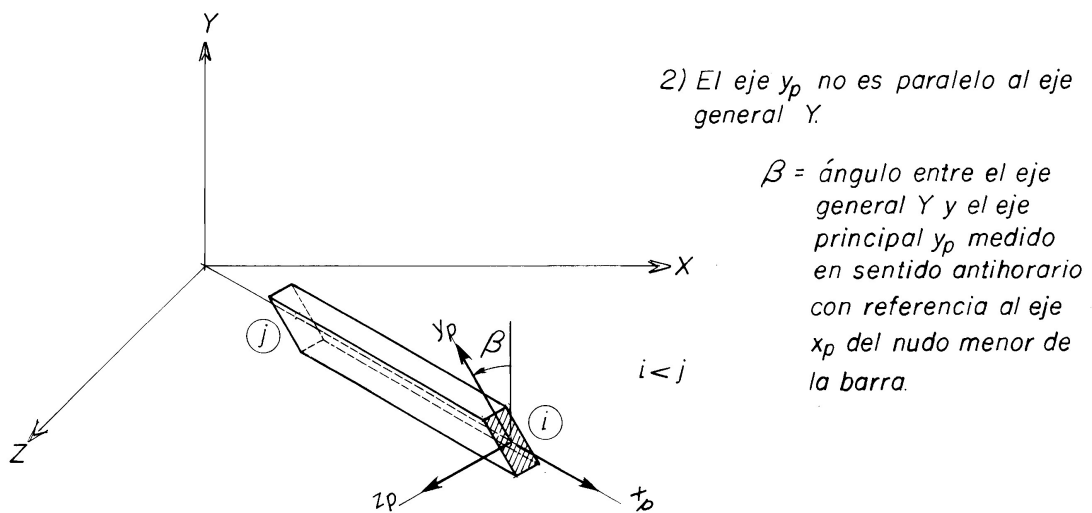
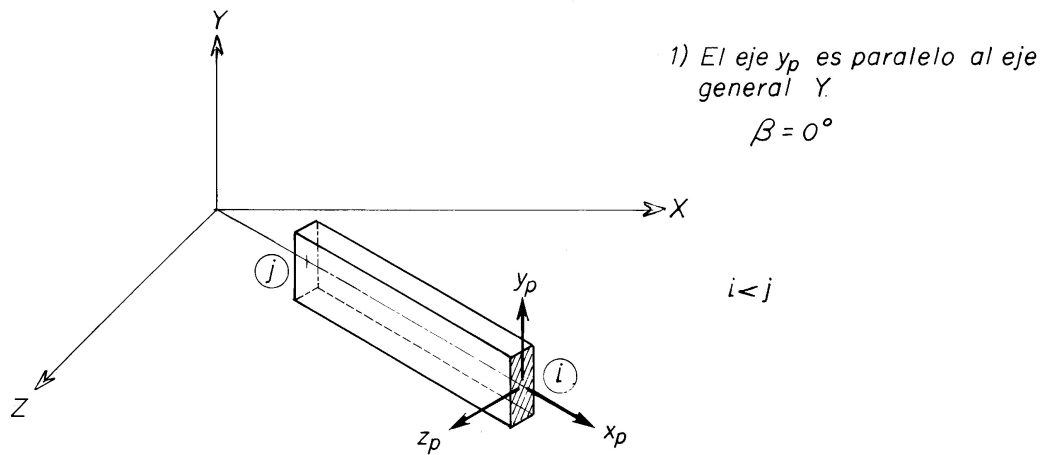


b) Angulo β de barras contenidas en planos verticales.

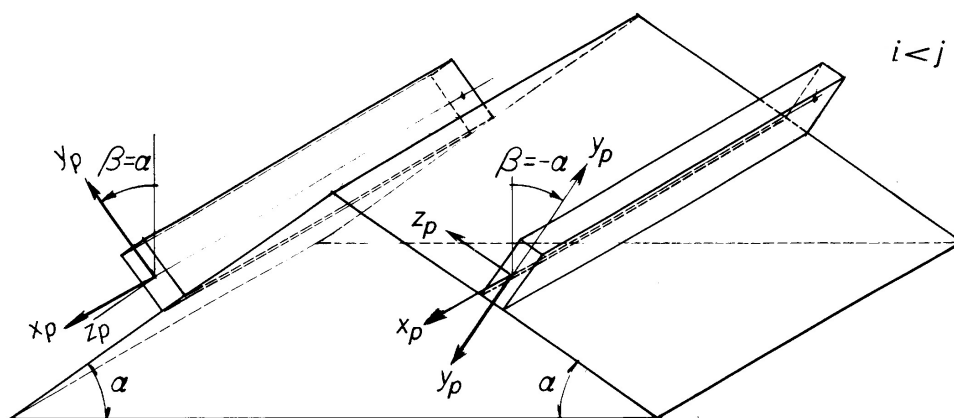


Para cualquier barra cuyo eje y_p esté contenido en un plano vertical (perpendicular al plano XZ) $\beta = 0$; excepto si el eje de la barra es paralelo al eje general Y , vease la figura C.

d) Angulo β de barras cuyo eje $i-j$ es paralelo al plano XZ



3) Correas sobre faldones de cubierta.



Figuras E.1.2. Ángulo beta

E.2. PLACAS DE ANCLAJE Y ZAPATAS

E.2.1.- PLACAS DE ANCLAJE

Véase Anexo A, apartado A.1, del anexo A, Placas de Anclaje y Zapatas

E.2.2 .- ZAPATAS

Véase Anexo A, apartado A.2, , del anexo A, Placas de Anclaje y Zapatas

E.3. AYUDA GRÁFICA

E.3.1 INTRODUCCIÓN

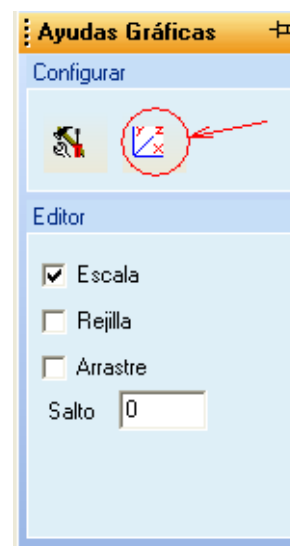
Para facilitar tanto la introducción de datos utilizando los controles *igualabarra*, *igualacargas*, etc, así como para facilitar la comprobación de la geometría de la estructura espacial el programa dispone de una serie de ayudas que se describen a continuación.

E.3.2. DIBUJO DE LA ESTRUCTURA

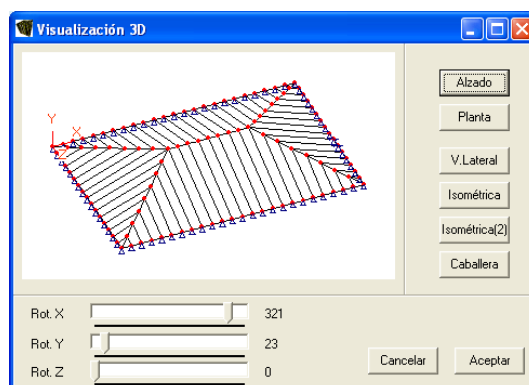
E.3.2.1. EJES DE VISUALIZACIÓN

El manejo de la ventana de utilidades, representada por la pantalla en lo que se refiere a: Texto, Color, Todo, Anterior y Salto, es similar al de los sistemas planos (2D) y ya ha sido descrito en el apartado 3.3. de ese manual de uso.

Es posible una representación espacial de la estructura pulsando el botón cuyo icono está recercado por un círculo rojo en la pantalla E.3.1. Aparece la pantalla E.3.2 con la que se pueden representar: alzado, planta, vista lateral, perspectiva isométrica y perspectiva caballera. Otras vistas de la estructura se consiguen rotándola respecto a los ejes generales X, Y o Z, por medio de las barras de desplazamiento



Pantalla E.3.1.



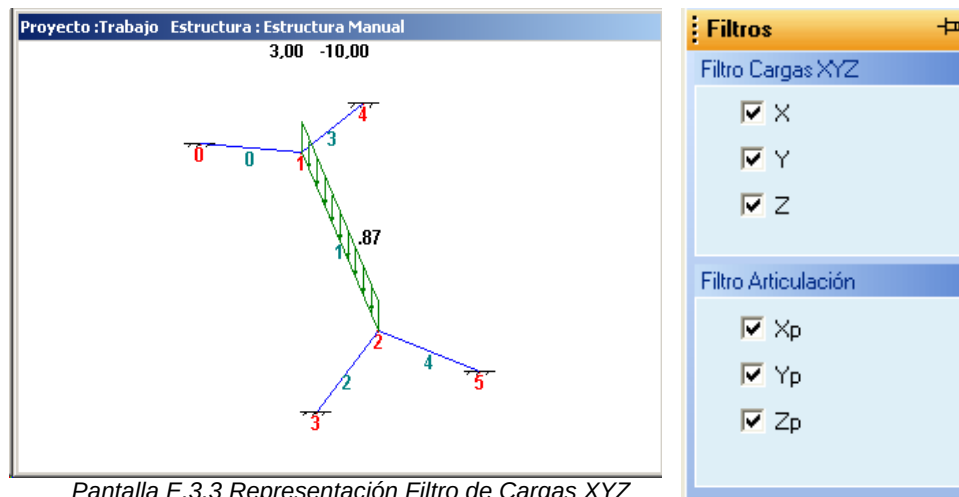
Pantalla E.3.2. Ejes de visualización.

E.3.2.2.- FILTROS

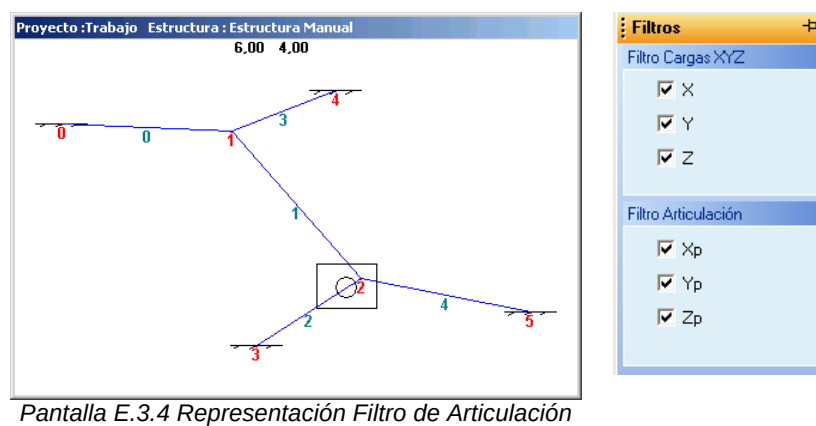
Para la representación de parte de la estructura espacial existen varios filtros con las utilidades siguientes:

a) Filtro Cargas XYZ.

En la representación de cargas de nudos y barras solamente se representan una a una aquellas componentes de la carga (x_p , y_p , y/o z_p si se hace referencia a los ejes principales de la sección o X , Y , y/o Z si se refieren a los generales, figura E.1.1.) que corresponden al check-box activado. La carga no queda representada en perspectiva adoptando siempre una disposición vertical

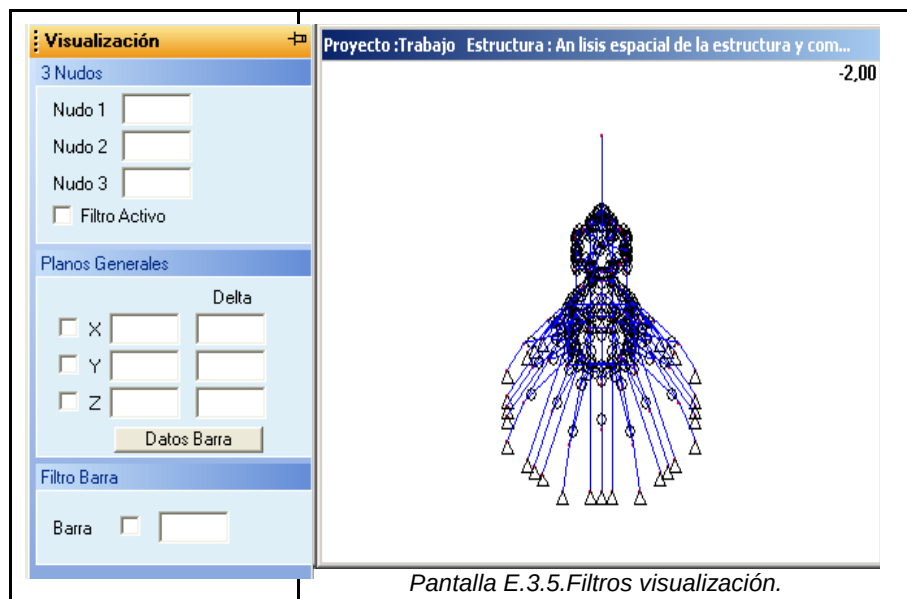
**b) Filtro Articulación**

Como en cada uno de los extremos de las barras pueden estar articulados indistintamente respecto a uno o más de los ejes principales de la sección: x_p , y_p , y/o z_p , este filtro permite que solamente sean visualizadas en la representación gráfica una a una aquellas articulaciones que hayan sido activadas. Únicamente debe estar activado uno de los tres filtros ya que la representación, un semicírculo, es común para todas las articulaciones, véase pantalla E.3.4.

**c) Filtros de Visualización**

Esta opción permite activar/desactivar otro cuadro en el que se muestran distintas opciones, véase

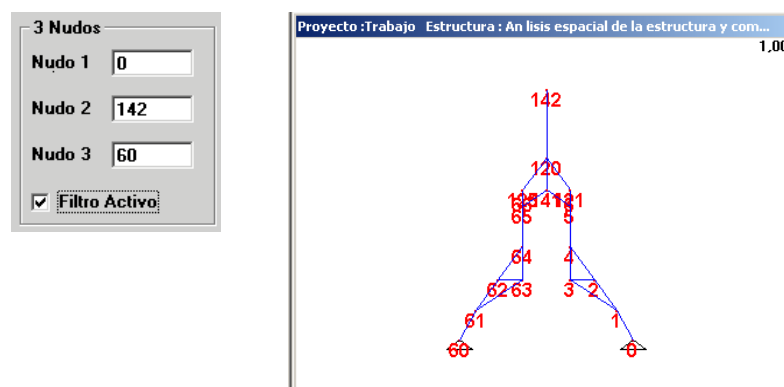
la pantalla E.3.5, que permiten representar partes de la estructura seleccionadas por criterios diferentes:



Pantalla E.3.5.Filtros visualización.

1) Filtro 3 Nudos

Activando esta opción se definen tres nudos de un determinado plano. El programa representa todos los nudos y barras que están contenidos en dicho plano. Tras activar la orden se consigue la vista más adecuada de la estructura resultante pulsando el botón recercado por un círculo rojo en la pantalla E.3.1 y ajustandola con las barra de la pantalla E.3.2.



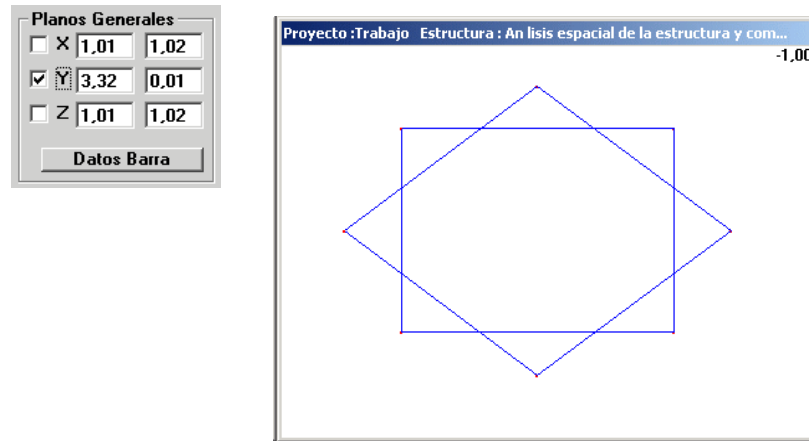
Pantalla E.3.6. Filtro 3 Nudos

2) Filtro Planos Generales

Existen tres controles precedidos de las letras X, Y y Z que hacen referencia a los ejes generales. Activado el control de un determinado eje se deben rellenar los dos cuadros que le acompañan, véase pantalla E.3.7. Esta activación indica que se van definir dos planos de corte de la estructura perpendiculares al eje seleccionado mediante dos datos: el primero hace referencia a la coordenada de un hipotético plano medio de los seleccionados, el segundo

define la distancia de este plano medio a los dos planos de corte.

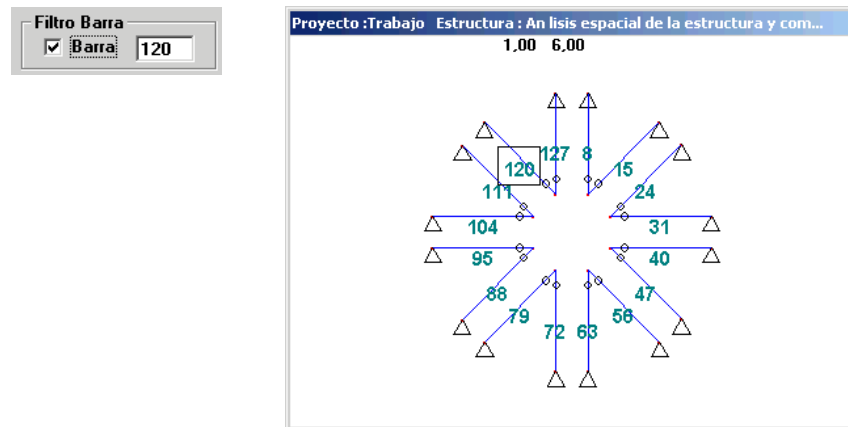
Si se pulsa el botón *Datos Barra* el programa pide que se seleccione una barra y éste toma las coordenadas de los nudos de dicha barra para, en base a ello, determinar la coordenada del plano medio y la distancia a los planos de corte. Pantalla E.3.8.



Pantalla E.3.7. Filtro Planos Generales

3) Filtro barra

Activando el control e indicando el número de la barra el programa selecciona todas las barras que tienen igual longitud, véase la pantalla E.3.8.

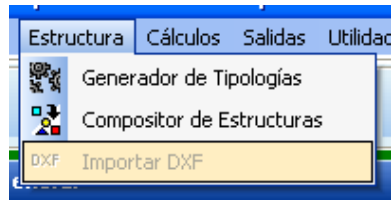


Pantalla E.3.8. Filtro Barra

E.3.3. COMPOSITOR DE ESTRUCTURAS

Este comando permite partiendo de una parte de la estructura definida inicialmente, completar el resto si este se puede generar por traslación o giro repetido varias veces de un módulo de estructura. La nueva estructura es numerada internamente por el programa. La pantalla contextual E.3.9.

representada a continuación da origen a las dos posibilidades siguientes:



Pantalla E.3.9. Pantalla contextual del Compositor de Estructuras

- 1) *Traslación*. Permite trasladar un módulo de estructura tantas veces como el usuario desee. Así, por ejemplo si a la estructura representada en la figura E.3.10, se le aplican las instrucciones recogidas en la cuadro pantalla E.3.11 se está provocando una traslación de componentes $X=0$ m, $Y=0$ m y $Z=-3$ m repitiéndose hasta un total de 5 veces la estructura representada en la figura E.3.11.

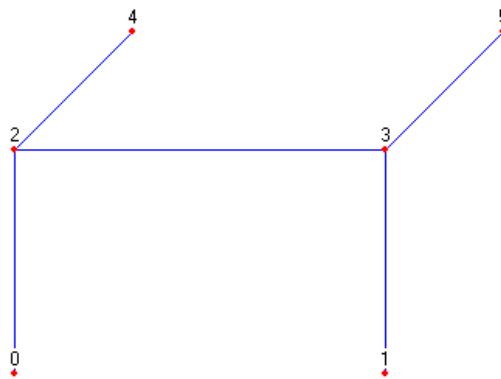
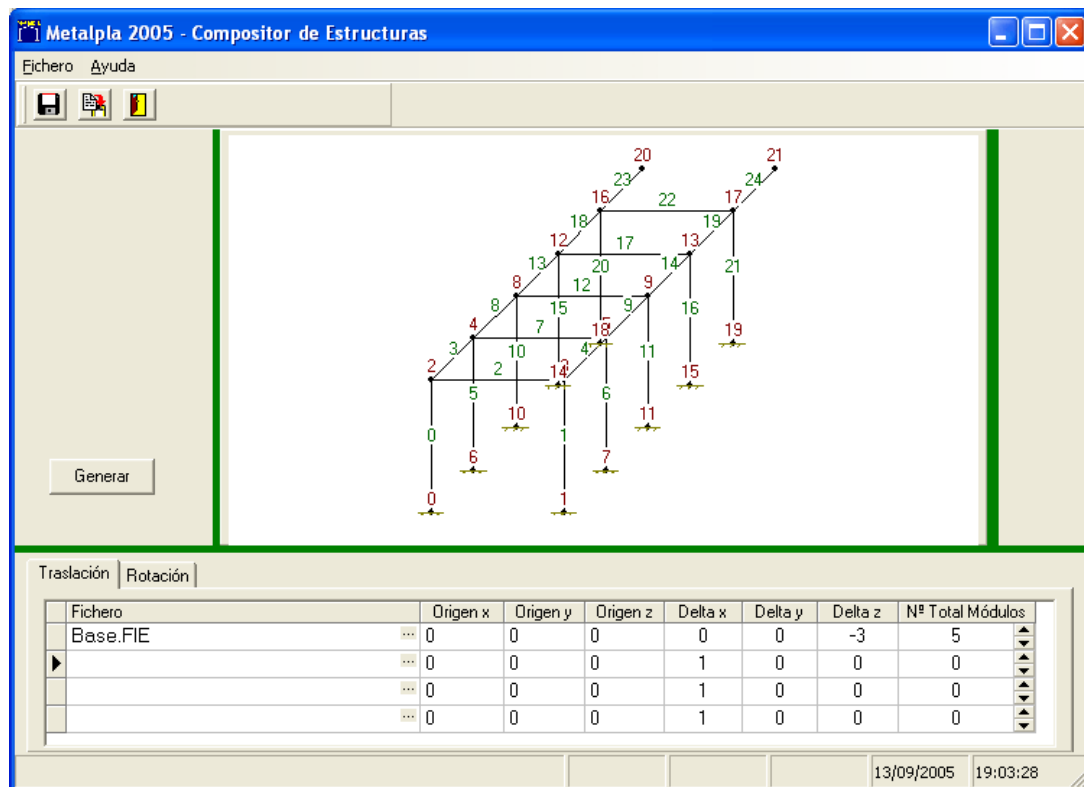


Figura E.3.10. Módulo de estructura a componer cinco veces

En esta pantalla las columnas origen X, origen Y y origen Z hacen de referencia a las coordenadas del punto desde el que se inicia la traslación y las otras tres columnas: Delta X, Delta Y y Delta Z los valores de las componentes de la traslación. La selección de un origen desde el cual se dispone la traslación permite combinar diferentes estructuras.

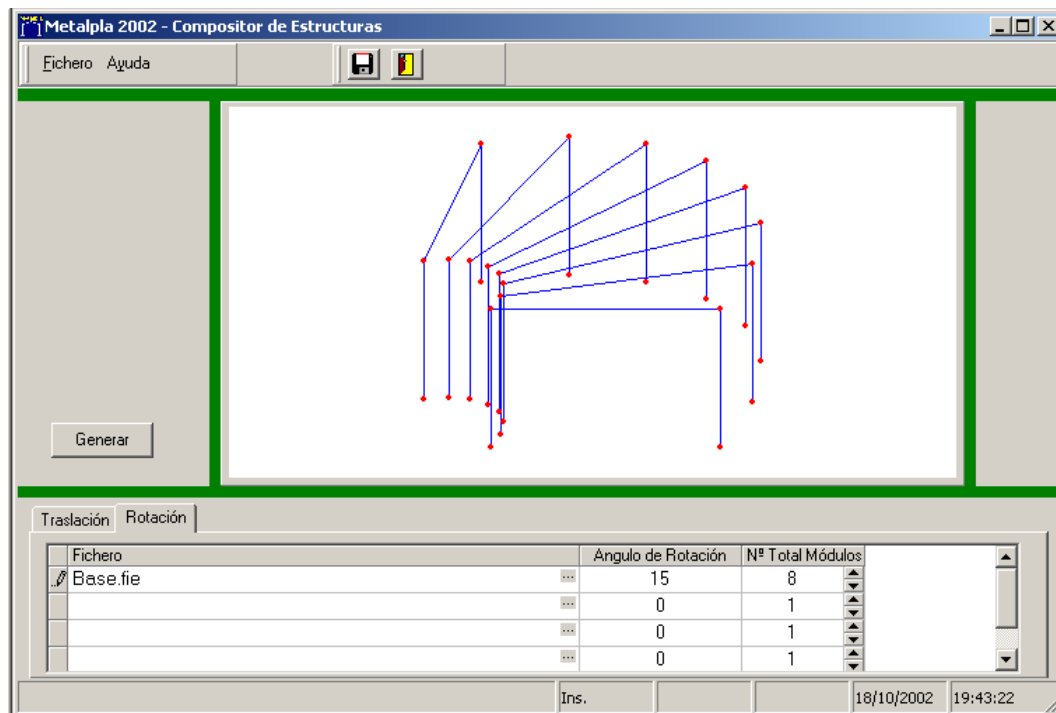


Pantalla E.3.10 Estructura Formada por Traslación Repetida de un Módulo

2) *Rotación*. Se realiza siempre respecto a una recta paralela al eje general Y de un módulo de estructura (espacial o plano) tantas veces como el usuario desee. Así, por ejemplo si a la estructura representada en la pantalla E.3.11, se le aplican las instrucciones recogidas en el cuadro pantalla E.3.12, se están provocando (8-1)giros de 15° repitiéndose hasta un total de 8 veces.



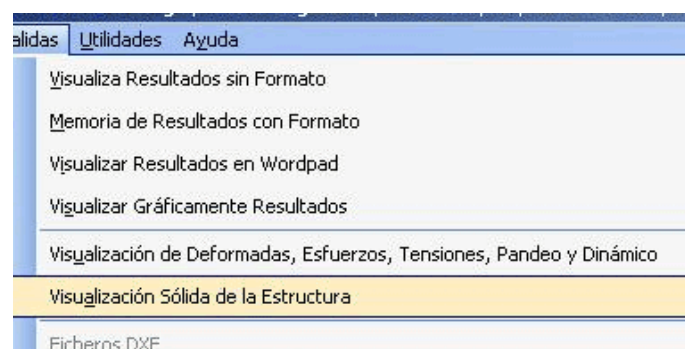
Pantalla E.3.11. Figura de Módulo de Estructura a girar (8-1) veces



Pantalla E.3.12. Estructura Formada por Giro Repetido de un Módulo

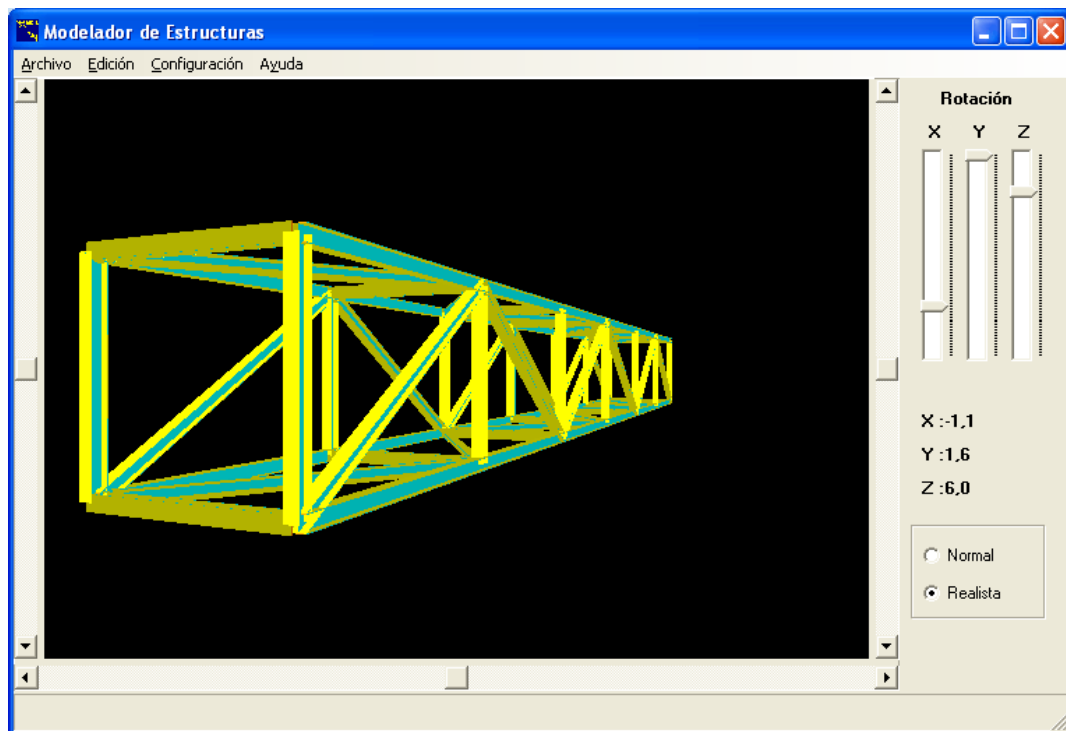
E.3.4. MODELADOR DE ESTRUCTURAS

Permite una representación de la estructura o de algunas de sus partes representando las barras como sólidos. A partir de la pantalla principal se accede a la pantalla contextual E.3.13. que permite al acceso al modelador.



Pantalla E.3.13. Pantalla Contextual del Modelador de Estructuras

La representación que aparece es la indicada en pantalla E.3.14. El manejo de esta pantalla se realiza fácilmente con las herramientas que incluye

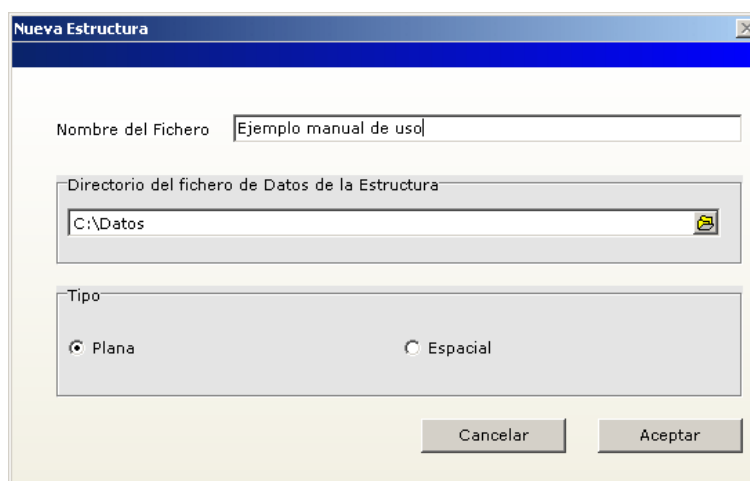


Pantalla E.3.14. Representación de una Estructura Espacial realizada con el Modelador

E.4.- ENTRADA DE DATOS

E.4.1.- ENTRADA

Desde la pantalla E.4.1, se pulsa aceptar y se realiza una entrada de datos o correcciones similar a la explicada para el Estrumad 2D. A continuación se van a indicar solamente las diferencias que se presentan el programa Estrumad 2D.



Pantalla E.4.1. Itinerario de Entrada de Datos

Pueden utilizarse, como en el caso de estructuras planas, diferentes entradas:

1. Entrada general :

El usuario ha de ir definiendo minuciosa y ordenadamente la estructura: nudo a nudo, barra a barra, etc. Con esta opción se inicializan todos los ficheros referentes a la estructura y, a continuación, se entra directamente en el menú de correcciones. Véase apartados E.4.2 y siguientes.

4. Entrada por librería:

Consiste en recuperar una estructura similar, almacenada previamente para utilizarla como base de datos y transformarla, con pequeñas modificaciones, en la estructura que se quiere generar. Véase apartado 10.7 del manual de estructuras planas.

5. Entrada por el generador de estructuras:

Es posible según se indica en la pantalla E.4.2 generar un pórtico espacial de edificación indicando número de vanos, número de alturas y número de veces que se repite el pórtico, pantalla E.4.2

A partir del generador de estructuras planas en el que es posible definir,

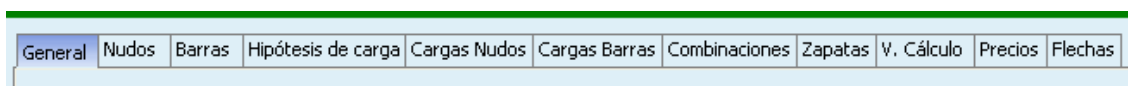
Pórticos reticulares
Vigas continuas.
Celosías,

y con ayuda del compositor de estructuras se pueden generar de manera muy sencilla a partir de estructuras planas pueden generarse estructuras espaciales muy complejas, véase apartado E.3.3. En el apartado 10.8 del Estrumad (2xD) se explica su manejo

E.4.2.-CUADROS DE DATOS DE LA ESTRUCTURA

E.4.2.1.- INTRODUCCIÓN

Para acceder a cualquier grupo de datos de los que figuran en la pantalla E.4.1, basta con pulsar el botón correspondiente.

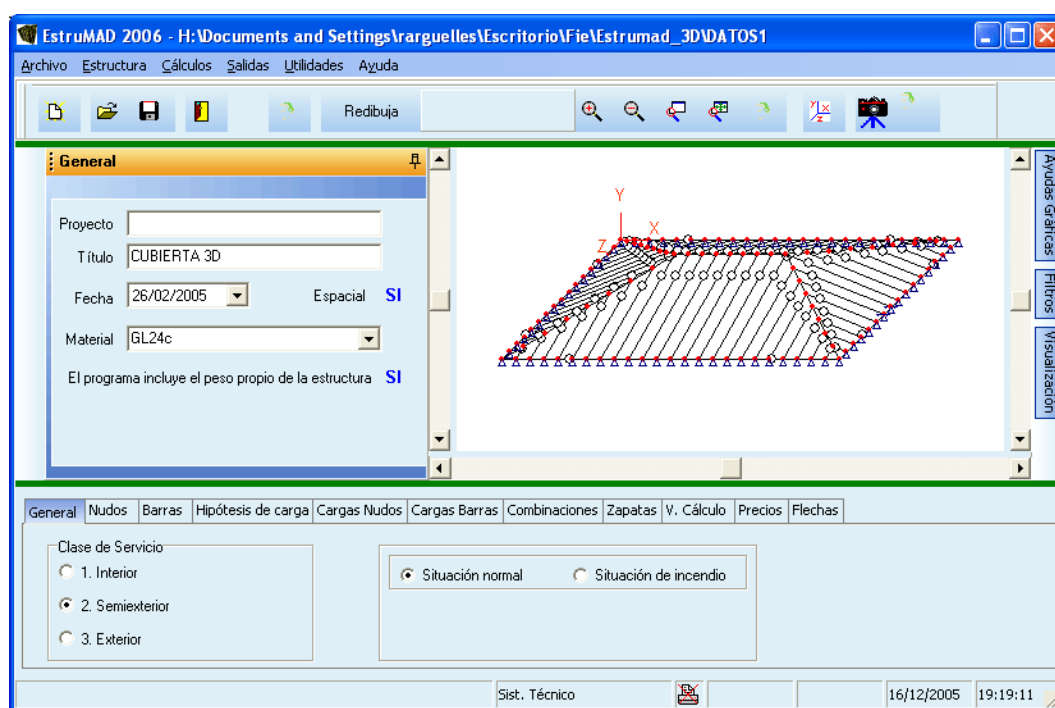


Pantalla E.4.1 Barra de grupos de datos

A continuación en los apartados siguientes se analizan todas estas opciones.

E.4.2.2.- GENERAL

Es una pantalla como la E.4.2, similar a la pantalla 5.2.2.2 del Estrumad 2D, véase apartado 5.2.2.



Pantalla E.4.2. Datos Generales

Fecha

Se debe indicar la fecha que el usuario desee figure en los listados

Material:

Mediante un menú desplegable se elige la clase resistente de la madera que se asigna, en general, a la totalidad de las barras de la estructura. Si alguna barra es de calidad diferente, ésta puede asignarse en el cuadro de barras, véase el apartado E.4.2.4

Al pie del cuadro figura un botón con el texto “ El programa SI/NO introduce el peso propio de la estructura. Si se activa el SI el usuario no debe introducir el peso de las barras de la estructura ya que el programa lo hará internamente. Y si activa el NO si debe incluir por el usuario el peso de las barras de la estructura.

E.4.2.3.- NUDOS

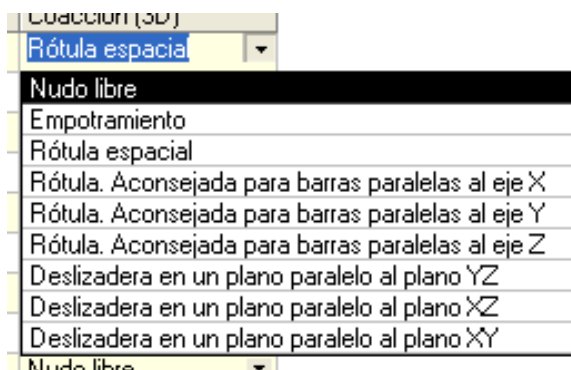
En este cuadro, pantalla E.4.3, se definen las coordenadas de los nudos y tipo de coacción de los apoyos.

General	Nudos	Barras	Hipótesis de carga	Cargas Nudos	Cargas Barras	Combinaciones	Zapatas	V. Cálculo	Precios	Flechas
Nudo	Coord. X (m)	Coord. Y (m)	Coord. Z (m)	Coacción (3D)	Coac.X (t/m)	Coac.Y (t/m)	Coac.Z (t/m)	Coac.GX (tm/rad)	Coac.GY (tm/rad)	Coac.GZ (tm/rad)
0	-4.7	-0.15	1.63	Empotramiento	0	0	0	0	0	0
1	-4.7	0	1.63	Nudo libre	0	0	0	0	0	0
2	-3.63	0.64	1.63	Nudo libre	0	0	0	0	0	0
3	-2.46	1.12	1.63	Nudo libre	0	0	0	0	0	0
4	-1.25	1.4	1.63	Nudo libre	0	0	0	0	0	0

Pantalla E.4.3. Cuadro de Nudos (3xD)

ENCABEZAMIENTOS

- Nudo** : Número del nudo.
X(m) : Coordenada X del nudo referida a los ejes generales, en metros.
Y(m) : Coordenada Y del nudo referida a los ejes generales, en metros.
Z(m) : Coordenada Z del nudo referida a los ejes generales, en metros.
Coacc (3D) : Tipo de coacción. Si no existe en nudo apoyo es nudo libre. Y si existe el modelo que corresponda se selecciona con el desplegable indicado en la pantalla E.4.4.



Pantalla E.4.4.

- Coac X ()** : Coacción elástica al desplazamiento según el eje general X. Fuerza en t (Sistema Técnico) o en kN (Sistema Internacional) que es necesario aplicar para conseguir un desplazamiento de un m.
Coac Y () : Coacción elástica al desplazamiento según el eje general Y. Fuerza en t (Sistema Técnico) o en kN (Sistema Internacional) que es necesario aplicar para conseguir un desplazamiento de un m.
Coac Z () : Coacción elástica al desplazamiento según el eje general Z. Fuerza en t (Sistema Técnico) o en kN (Sistema Internacional) que es necesario aplicar para conseguir un desplazamiento de un m.
Coac GX () : Coacción elástica al giro según el eje general X. Momento en tm (Sistema Técnico) o en kNm (Sistema Internacional) que es necesario aplicar para conseguir un giro de un radián.
Coac GY () : Coacción elástica al giro según el eje general Y. Momento en tm (Sistema Técnico) o en kNm (Sistema Internacional) que es necesario aplicar para conseguir un giro de un

Coac GZ (): radián.
Coacción elástica al giro según el eje general Z. Momento en en tm (Sistema Técnico) o en kNm (Sistema Internacional) que es necesario aplicar para conseguir un giro de un radián.

BOTONES

Añadir:

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.

Borrar:

Borra el último nudo (el de mayor numeración), así como todas las barras que confluyen en él y las cargas que se le aplican.

Redibuja :

Actualiza las modificaciones en el esquema de la estructura.

Coacción :

- + : Aumenta en el esquema el tamaño de representación de las coacciones.
- : Disminuye en el esquema el tamaño de representación de las coacciones.

Numera :

Con este control se muestran los nudos con su numeración.

VENTANA AUXILIAR DE ENTRADA DE DATOS DE NUDOS

La ventana auxiliar de datos de nudos es similar a la pantalla 5.2.3.3, de estructuras planas que figura en el apartado 5.2.3.



Pantala E.4..5. Ventana auxiliar de nudos

Mostrar numeración de nudos:



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



Zoom: aumenta o disminuye el tamaño de las coacciones.

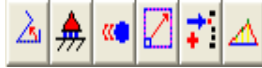
Nudos:



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.

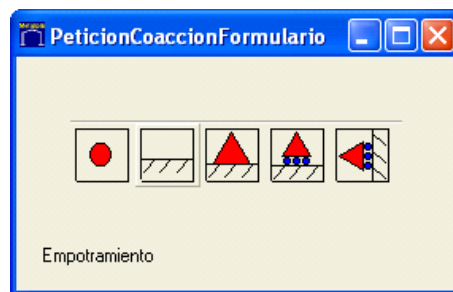
 Borra el nudo seleccionado, así como todas las barras que confluyen en él y las cargas que se le aplican.



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 E.4.6.



Pantalla E.4.6



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.

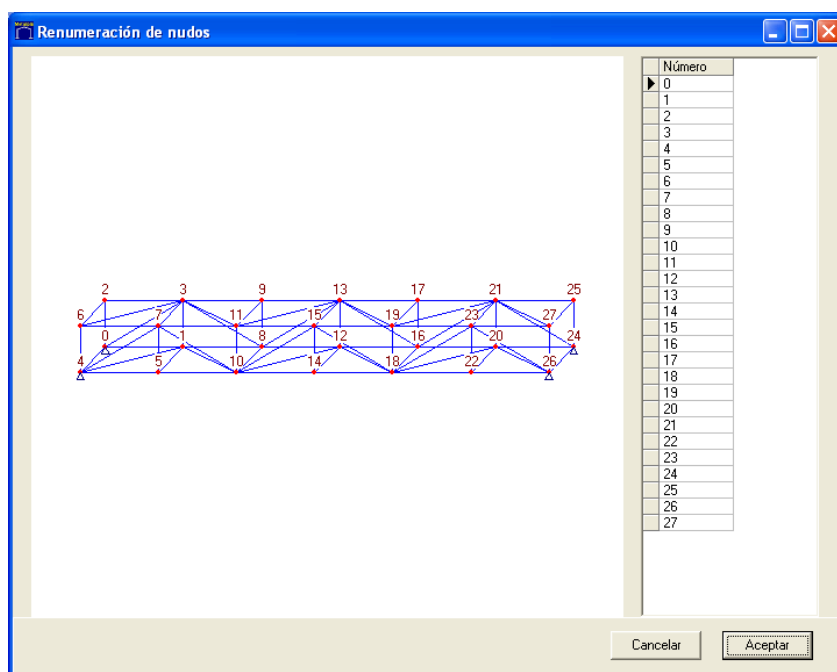


Escalar nudos: Permite modificar el tamaño de toda o parte de la estructura por medio de un doble escalado respecto a dos líneas paralelas a los ejes X e Y que pasan por un punto cuyas coordenadas son elegidas por el usuario.

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, el número del nudo que se quiere cambiar a lo largo de la tabla hasta situarlo en el número deseado, pantalla E.4.7.



Pantalla E.4.7.

E.4.2.4.- BARRAS

En este cuadro que consta de una sola pantalla E.4.8, 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	Zapatas	V. Cálculo	Precios	Flechas							
Barra	Menor	Mayor	Anula	Enlace extremos de barras	Clase	Tablas	Ancho (mm.)/Tabla	Alto (mm.)/Dimensión	CPz (I) CPy (I)	Flecha activ	Flecha Total	Flecha Neta	Contraflecha	Material	Beta	Long.El.Vue	Fuego
24	1	22	☐	Sin enlaces articulados	Pilar	☒	997 - Tabla Pasarela	Amiostramiento	1	1	0	0	0	Mater	0	0	No
25	12	22	☐	Sin enlaces articulados	Pilar	☒	997 - Tabla Pasarela	Amiostramiento	1	1	0	0	0	Mater	0	0	No
26	9	23	☐	Sin enlaces articulados	Pilar	☒	997 - Tabla Pasarela	Amiostramiento	1	1	0	0	0	Mater	0	0	No
27	20	23	☐	Sin enlaces articulados	Pilar	☒	997 - Tabla Pasarela	Amiostramiento	1	1	0	0	0	Mater	0	0	No

Pantalla E.4.8.

Se debe advertir que, como ya se ha dicho, a diferencia con las estructuras planas en las que el programa permite la introducción de datos de barras de sección variable, zonas de vértice y barras compuestas, en el programa Estrumad 3D solamente se admiten barras, o tramos de barras, de sección constante. Una barra de sección variable debe discretizarse en tramos de sección constante para introducir esta característica.

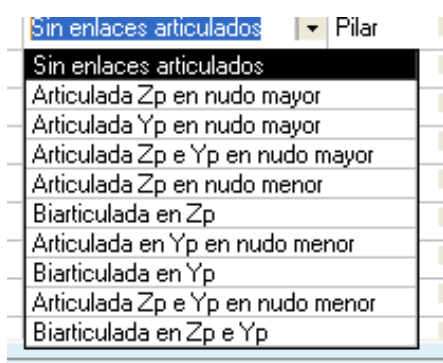
El significado de los encabezamientos es el siguiente:

- Barra** : Número de barra
- Menor** : Nudo de menor numeración de la barra
- Mayor** : Nudo de mayor numeración de la barra
- Anula** : Activando el recuadro de se anula la barra lo que significa que los cálculos se realizan como si la barra no existiese. Anular una barra puede facilitar la entrada de datos si esta se realiza por tipologías.

Enlaces extremos de la barra:

Se refiere a las posibles articulaciones que se pueden presentar en ambos extremos de la barra. Mediante el desplegable que figura en la pantalla E.4.9, se selecciona el modelo que corresponde. Los ejes de giro de las posibles articulaciones se refieren a los ejes locales del

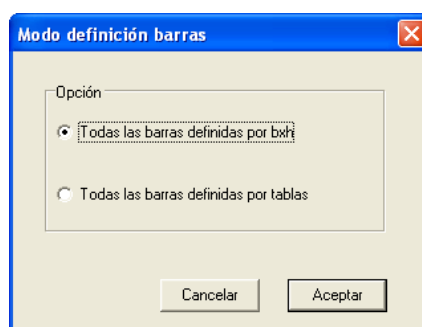
extremo de la barra. Los apoyos no modifican el modelo de enlace. Así, si el extremo de una barra aislada termina sobre un apoyo, que es una rótula o una deslizadera, se debe seleccionar “sin enlaces articulados”



Pantalla E.4.9. Posibles enlaces de los extremos de la barra

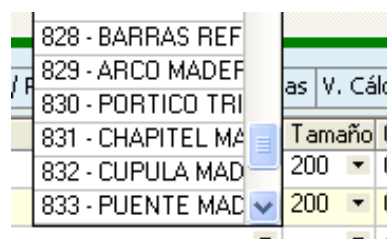


Tablas: Activando o desactivando la casilla se definen las barras por dimensiones o por tablas. De modo general aparece una pantalla como la E.4.10, que permite definir todas ellas de un modo u otro



Pantalla E.4.10.

Ancho (mm)/Tabla: En el caso de haber activado la opción b x h, el programa permite rellenar la celda con un valor del ancho en mm. De no ser así se debe indicar la tabla que corresponde a la barra (hace referencia a la tabla que incluye determinadas dimensiones de barras, pantalla 5.2.4.4, del manual del Estrumad 2D).



Pantalla 5.2.4.4

Alto (mm)/Dimensión: En el caso de haber activado la opción b x h, el programa permite cubrir la celda con el valor de la altura de la sección rectangular, en mm. De no ser así se debe indicar el texto de la primera columna de la fila de la tabla asociada a la sección

Cp. Z (coeficiente de pandeo β_z) : Coeficiente de pandeo β_z (la flexión por pandeo se realiza respecto al eje z-z de la barra, eje fuerte), en el plano de la estructura. Activando la pestaña se representan algunos valores que corresponden a los coeficientes teóricos de la columna aislada, pantalla 5.2.4.5 del manual del Estrumad 2D. Debido a que los enlaces de las estructuras de madera no son totalmente rígidos es aconsejable aumentar estos valores teóricos en un 30%

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 5.2.4.5

Cp.Y (coeficiente de pandeo β_y): Idem, β_y (la flexión por pandeo se realiza respecto al eje y-y de la barra, eje débil), 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, del manual del Estrumad 2D. Debido a que los enlaces de las estructuras de madera no son totalmente rígidos es aconsejable aumentar estos valores teóricos en un 30%

CPy (Coef. P.)	Flecha	S.Perf	Ref. Menor	Ref. Mayor
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.

Flecha activa: Representa la limitación de la flecha debida en la combinación característica debida a las acciones variables y las diferidas procedentes incluso de la carga permanente. El programa facilita algunos de los valores límites recomendados por el CTE.

Flecha Activa	Flecha Total	Flecha Neta	Contraflecha (mm.)
0	0	0	0
200	300	0	0
1/200	300	0	0
1/300	0	0	0
1/400			
1/500			
1/750			
1/1000			Sist. Técnico

Pantalla 5.2.4.7

Flecha total: Representa la limitación de la flecha máxima total en la combinación casi permanente considerando la fluencia, expresada como un porcentaje de la luz del vano de la barra, pantalla 5.2.4.8.

Flecha Total	
0	1/200
0	1/300
0	1/400
0	1/500
0	1/750
0	1/1000

Pantalla 5.2.4.8

Fecha Neta: Representa la flecha total descontando la contraflecha. Se expresa como un porcentaje de la luz del vano de la barra, pantalla 5.2.4.9.

Flecha Neta	Contraflecha
200	0
200	1/200
300	1/300
400	1/400
500	1/500
750	1/750
1000	1/1000

Pantalla 5.2.4.7

Contraflecha: Valor de la contraflecha en milímetros.

Material: Permite asignar a cada barra el material que se desee de forma individualizada.

Material menú
Acero A-37
Acero A-42
Acero A-44
Acero A-52
Acero S-235
Acero S-275
Acero S-355
C14
C16
C18
C22
C24
C27
C30
C35
C40
D30
D35
D40

Material menú 0

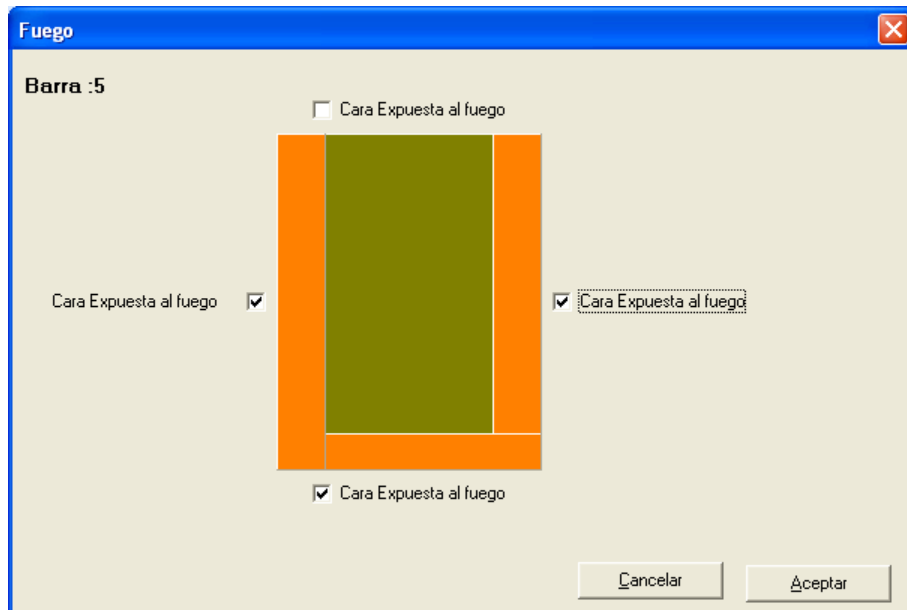
Pantalla 5.2.4.10

Beta (ángulo posición): Define el ángulo de posición beta de posición de la sección transversal se la barra, según las indicaciones del apartado E.1.3.

Longitud eficaz de vuelco(m): Representa la mayor separación en metros que inmoviliza transversalmente la viga perpendicularmente al plano xy. Si se pone 0 no se tiene en cuenta el vuelco lateral de la barra.

Fuego: Activada la opción del fuego, pantalla 5.2.4.14, del manual del Estrumad 2D, se indican para cada

barra las caras expuestas al fuego



Pantalla 5.2.4.14

VENTANA AUXILIAR DE ENTRADA DE DATOS DE BARRAS

La ventana auxiliar se representa en la pantalla E.4.11.



Pantalla E.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 estos 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). El manejo es similar al descrito en el apartado 5.2.4, del Estrumad 2D



Renumeración de barras. Permite desde la ventana gráfica cambiar el orden de numeración de un grupo de barras numeradas consecutivamente. Manejo similar al del Estrumad 2D, apartado 5.2.4.

Poner nudos en los cruces de nudos: Esta utilidad es aplicable en el programa CADWORK

E.4.2.5.- HIPÓTESIS DE CARGA

Este cuadro, que permite describir las diferentes hipótesis básicas de cálculo, es el mismo que figura en la Pantalla 5.2.5.1, del manual del Estrumad 2D, véase el apartado 5.2.5.

E.4.2.6.- CARGAS EN NUDOS

En este cuadro se definen las cargas aplicadas en los nudos, véase la pantalla E.4.12 .

General	Nudos	Barras	Hipótesis de carga	Cargas Nudos	Cargas Barras	Combinaciones / Pandeo / Dinámico		
	Nudo	Hipótesis	Comp.X (t)	Comp.Y (t)	Comp.Z (t)	M _X (tm)	M _Y (tm)	M _Z (tm)
	19	1	0	-10	0	0	0	0
	21	1	0	-10	0	0	0	0
	23	1	0	-10	0	0	0	0
	25	1	0	-10	0	0	0	0
	27	1	0	-10	0	0	0	0
	0	2	0	0	1	0	0	0
	1	2	0	0	1	0	0	0
	2	2	0	0	1	0	0	0
	3	2	0	0	1	0	0	0

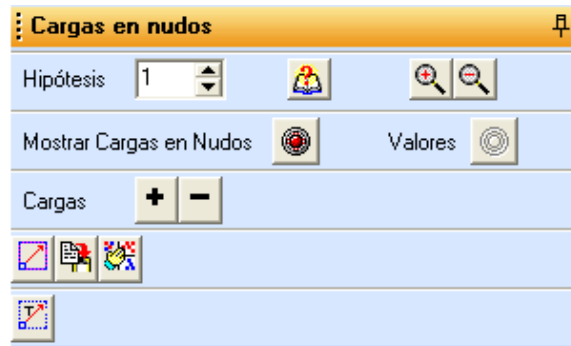
Pantalla E.4.12. Cargas en Nudos

ENCABEZAMIENTOS

Nudo : Número del nudo en el que se aplica la carga.
Hipótesis : Hipótesis básica asociada a la carga.
CompX (t o kN): Componente de la carga según el eje general X, en t (ST) o kN (SI) .
CompY (t o kN): Componente de la carga según el eje general Y, en t (ST) o kN (SI) .
CompZ (t o kN): Componente de la carga según el eje general Z, en t (ST) o kN (SI) .
MX (tm o kNm): Momento en el nudo, en t x m, según el eje general X en tm (ST) o kNm (SI) .
MY (tm o kNm): Momento en el nudo, en t x m, según el eje general Y en tm (ST) o kNm (SI) .
MZ (tm o kNm): Momento en el nudo, en t x m, según el eje general Z en tm (ST) o kNm (SI) .

VENTANA AUXILIAR DE ENTRADA DE DATOS DE CARGAS DE NUDOS

Es la misma que para estructuras planas, véase apartado 5.2.6, pantalla 5.2.6.2..



Pantalla 5.2.6.2.. Ventana Auxiliar de Cargas en Nudos (3D)

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 desee, 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.



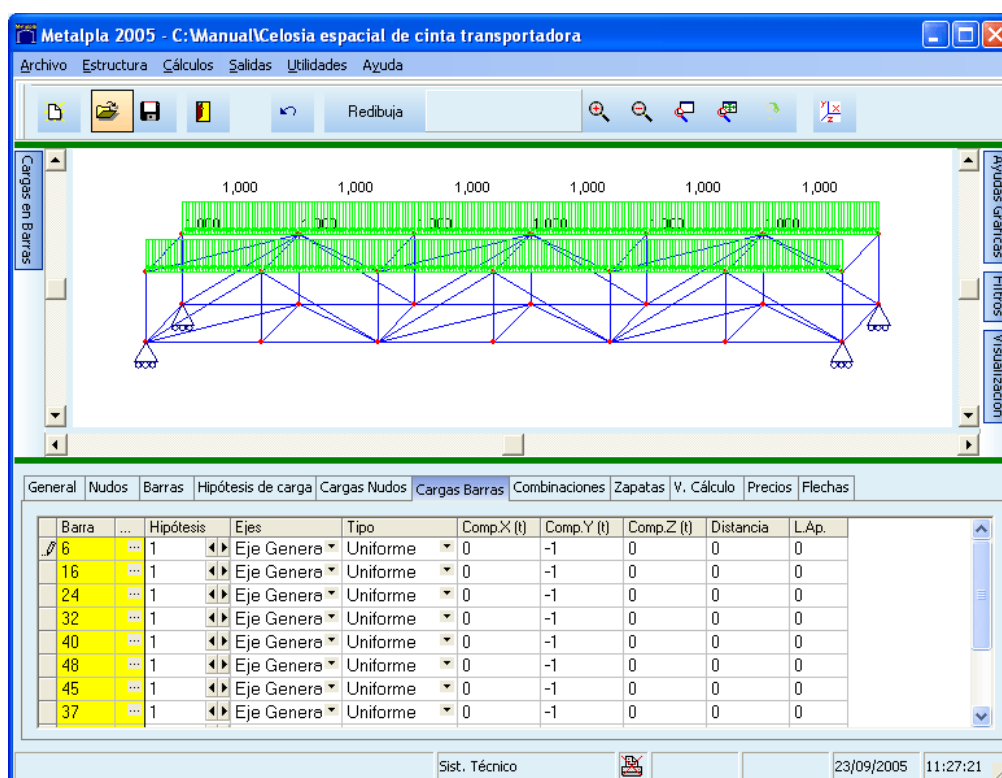
Ordena: ordena el cuadro por hipótesis y dentro de éstas por numeración de nudos.



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.

E.4.2.7.- DATOS DE LAS CARGAS EN BARRAS

En este cuadro se definen las cargas aplicadas en las barras, pantalla E.4.13.



Pantalla E.4.13.. Cuadro de Cargas de Barra

Los tipos de carga que se admiten son los mismos que en el Estrumad 2xD representados nuevamente en la figura E.4.14, pudiéndose considerar las cargas referidas a uno de los dos sistemas de ejes siguientes:

1) Ejes locales de barras.

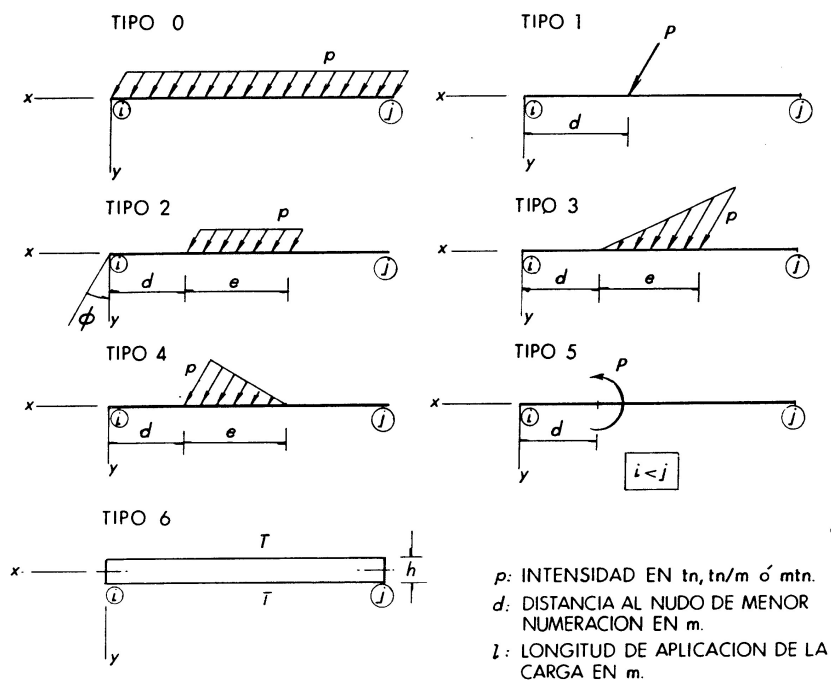
La carga se define por sus tres proyecciones según los ejes principales de la sección en el nudo de menor numeración de la barra. Véase la figura E.1.1. Esta referencia puede ser muy útil en la hipótesis de cargas de viento ya que éste actúa según uno de los ejes principales de la sección.

2) Ejes generales.

La carga se define por sus tres proyecciones según los ejes generales X, Y y Z del sistema, véase la figura E.1.1. En general es más sencillo hacer referencia a los ejes generales del sistema.

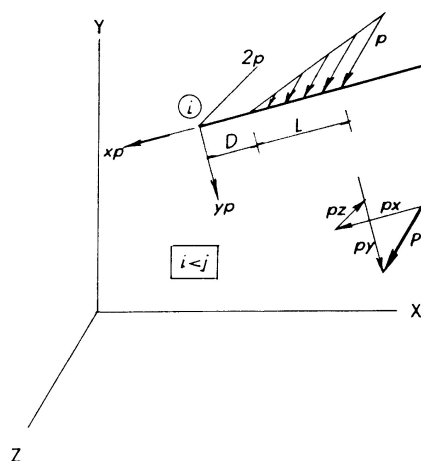
En este cuadro se puede corregir, anular o añadir nuevas cargas.

b) TIPOS DE CARGAS



a) DISTINTOS EJES PARA REFERIR LAS CARGAS

a1) CARGAS REFERIDAS A EJES PRINCIPALES DE LA SECCION



a2) CARGAS REFERIDAS A LOS EJES GENERALES

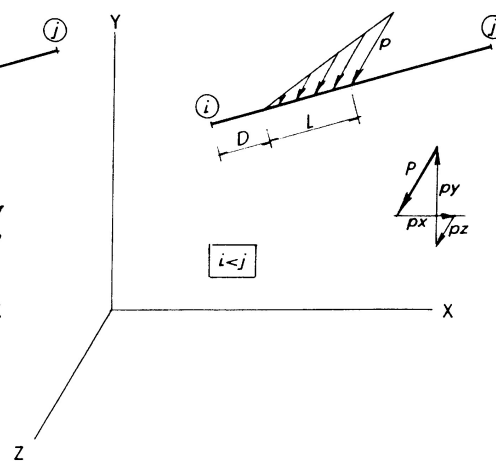


Figura E.4.14. Cargas de Barra

ENCABEZAMIENTOS

- Barra** : Número de la barra sobre la que se aplica la carga.
- Hipótesis** : Número de la hipótesis básica, correspondiente a la carga.
- Ejes** : Eje de referencia de la carga:
 Ejes generales.
 Ejes locales x_p , y_p y z_p en el nudo de menor numeración de la barra.
- Tipo** : Tipo de carga (figura E.4.14.b) :

Uniformemente repartida.

Puntual.

Uniforme y parcialmente repartida.

Triangular con el vértice de la carga próximo al nudo de menor numeración.

Triangular con el borde más cargado próximo al nudo mayor de mayor numeración.

Momento flector.

- Comp.X ():** Componente de la carga, en el Sistema Técnico: (t), (t/m) ó (txm) o en el Sistema Internacional: (kN), (kN/m) o (kNm) según el eje general X (carga referida a los ejes generales) o componente según la dirección del eje x_p en el nudo menor numeración de la barra definido en la figura E.1.1.(carga referida a los ejes principales de la sección transversal del nudo menor numeración de la barra)
- Comp.Y ():** Idem, según el eje general Y (carga referida a los ejes generales) o según la dirección del eje principal de la sección y_p en el nudo de menor numeración de la barra definido en la figura E.1.1.(carga referida a los ejes principales de la sección transversal del nudo menor numeración de la barra)
- Comp.Z ():** Idem, según el eje general Z (carga referida a los ejes generales) o según la dirección del eje principal de la sección y_p en el nudo de menor numeración de la barra definido en la figura E.1.1.(carga referida a los ejes principales de la sección transversal del nudo menor numeración de la barra)
- Distancia(m):** Distancia del punto de iniciación de la carga al nudo de menor numeración, en metros.
- L.Ap(m):** Longitud de aplicación de la carga, en metros.

En 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 **SI** introduce el peso propio de la estructura" (véase pantalla E.4.3).

VENTANA AUXILIAR DE ENTRADA DE DATOS DE CARGAS DE BARRA

La pantalla E.4.15, es similar a la estructuras planas, véase apartado 5.2.7.



Pantalla E.4.15

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



IgualaC: 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 metálica una variación uniforme de temperatura de acuerdo con las recomendaciones del DB SE Acciones. Para ello se han de definir los datos que incluye la pantalla 5.2.7.6, incluyendo los valores por exceso bien en máximo o bien en mínimos de temperaturas

Variación uniforme de Temperatura

Incremento de Temperatura (Grados centígrados) 0

Hipótesis de Carga 0

Cancelar Aceptar

Pantalla 5.2.7.6

E.4.2.8.- COMBINACIONES DE HIPÓTESIS DE CARGA

En este cuadro, pantalla E.4.16, se definen los coeficientes de ponderación que afectan a las hipótesis básicas de carga y , también, activando las ventanas correspondientes de 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 E.4.16

Los valores de los coeficientes de ponderación que figuran en este cuadro corresponden a los valores simplificados. Es conveniente adoptar como valor del coeficiente de ponderación $1,5 \cdot \psi_0$ (ψ_0 , coeficiente que depende de la categoría de la edificación).

VENTANA AUXILIAR DEL CUADRO DE COMBINACIÓN DE HIPÓTESIS

Es igual, Pantalla E.4.17, que la de estructuras planas, véase apartado 5.2.8



Pantalla E.4.17

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 debe ser analizada por el usuario y modificada pertinentemente si es necesario

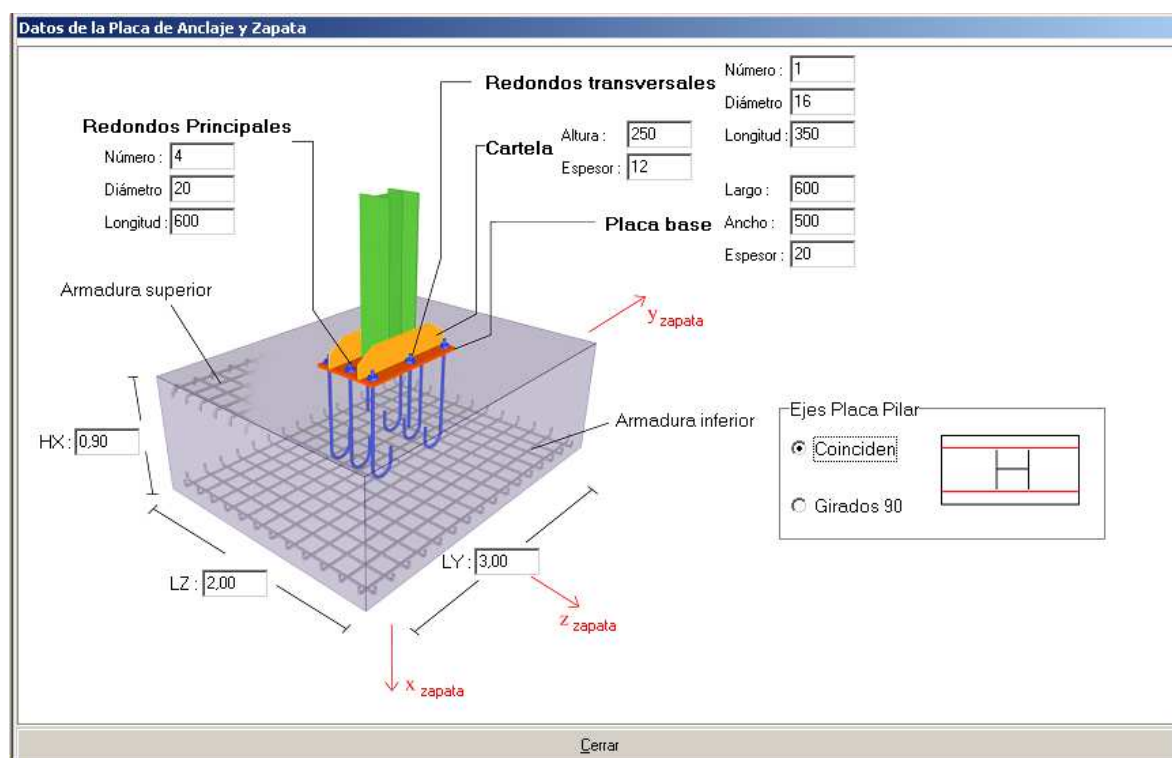
E.4.2.9.- ENTRADA DE DATOS DE ZAPATAS Y PLACAS DE ANCLAJE

Activando la pestaña *Zapatas / Placas de Anclaje* de la ventana principal, pantalla E.4.2, se presenta el cuadro de zapatas y placas de anclaje que es el mismo que figura en el apartado 5.2.9 y cuyo contenido y manejo ha sido ya descrito en del manual de estructuras planas. La única diferencia consiste, como ya se expuso en dicho apartado, en la incorporación de la columna *ejes placa pilar* para estructuras espaciales

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, véase la figura E.1.4
- **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



Pantalla E.4.18. Editor de Placas de Anclaje y Zapatas.

E.4.2.10.- VALORES DE CÁLCULO

Se utiliza el mismo cuadro que el ya descrito en el apartado 5.2.10, del manual de uso de estructuras planas.

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 la armadura de las zapatas o para verificar los resultados del cálculo. La resistencia característica del hormigón se utiliza también para la selección optimizada de las placas de anclaje. El sistema de unidades, Sistema Técnico o Sistema Internacional, ha sido seleccionado previamente

General	Nudos	Barras	Hipótesis de carga	Cargas Nudos	Cargas Barras	Combinaciones	Zapatas	V. Cálculo
Resistencia característica del hormigón								250
Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón								1,6
Límite elástico característico del acero								4000
Coeficiente de minoración de la resistencia del acero								1,15
Tensión admisible del terreno								2
Coeficiente de rozamiento zapata terreno								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

Redibuja	-3,5 -4,5
 	

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.

E.4.2.11.-PRECIOS

Se utiliza el mismo cuadro que el ya descrito en el apartado 5.2.12, del manual de uso de estructuras planas.

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

E.4.2.12.- FLECHAS DE NUDOS LIBRES

En determinadas construcciones no sólo se limitan las deformaciones de las vigas, sino también las deformaciones tanto horizontales como verticales de determinados nudos, pantalla E.4.19. Para ello se ha preparado el cuadro siguiente:

General	Nudos	Barras	Hipótesis de carga	Cargas Nudos	Cargas Barras	Combinaciones / Pandeo / Dinámico	Zapatas	V. Cálculo	Esf. Transversales	Precios	Flechas
	Nudo	Desp. (mm.)	Contraflecha (mm.)	Exigencias	Dirección	N.Ref. i	N.Ref. j	Barra			
	5	20	0		Y	1	10	0			
				Flecha Activa							
				Flecha Total							
				Flecha Neta							

Pantalla E.4.19.

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

Desp. (mm): Desplazamiento máximo admisible del nudo, en mm.

Contraflecha (mm): Valor de la contraflecha en mm, si existe.

Exigencias: Define el tipo de flecha que se pretende conocer:

- *flecha activa:* deformación debida a cargas variables (incluyendo fluencia) más la fluencia de la permanente en la combinación característica
- *flecha total:* deformación final máxima producida por la carga total considerando la fluencia en la combinación casi permanente.
- *flecha neta:* deformación final máxima producida por la carga total considerando la fluencia y la contraflecha.

Dirección: Dirección del desplazamiento limitado según los 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.

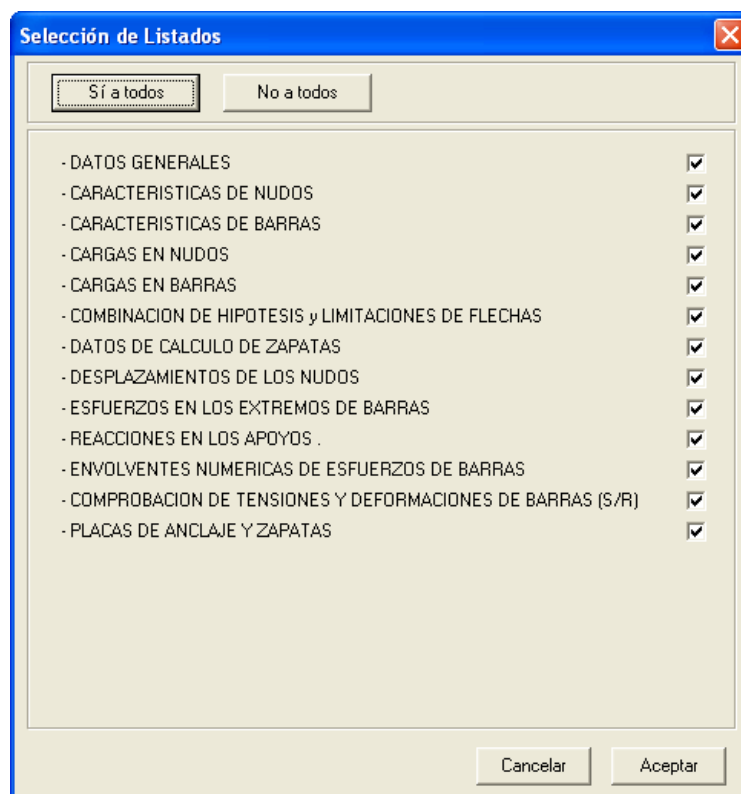
VENTANA AUXILIAR DE ENTRADA DEL CUADRO DE LIMITACIONES DE FLECHAS

Es similar a la estructuras planas, véase apartado 5.2.13, del manual del Estrumad 2D.

E.5. LISTADOS (3D)

E.5.1 MENÚ PRINCIPAL

Seleccionando en el Menu Principal la opción LISTADOS se presenta una pantalla como la E.5.1.



Pantalla E.5.1. Menú de Listados

E.5.2.- ACLARACIONES A LOS LISTADOS DE PLACAS DE ANCLAJE Y ZAPATAS.

Para este apartado véanse las explicaciones que figuran en el apartado 6.2.1. del manual de uso 2D

INDICE DE MATERIAS

E.1. PRESENTACIÓN	<u>1</u>
E.1.1 DESCRIPCIÓN Y CONTENIDO DEL PROGRAMA Estrumad_3D.	<u>1</u>
E.1.2 EJES GENERALES Y EJES LOCALES DE LOS EXTREMOS DE BARRA.	<u>1</u>
E.2. PLACAS DE ANCLAJE Y ZAPATAS	<u>7</u>
E.2.1.- PLACAS DE ANCLAJE	<u>7</u>
E.2.2.- ZAPATAS	<u>7</u>
E.3. AYUDA GRÁFICA	<u>7</u>
E.3.1 INTRODUCCIÓN	<u>7</u>
E.3.2. DIBUJO DE LA ESTRUCTURA	<u>7</u>
E.3.2.1. EJES DE VISUALIZACIÓN	<u>7</u>
E.3.2.2.- FILTROS	<u>8</u>
E.3.3. COMPOSITOR DE ESTRUCTURAS	<u>11</u>
E.3.4. MODELADOR DE ESTRUCTURAS	<u>13</u>
E.4.- ENTRADA DE DATOS	<u>15</u>
E.4.1.- ENTRADA	<u>15</u>
E.4.2.-CUADROS DE DATOS DE LA ESTRUCTURA	<u>16</u>
E.4.2.1.- INTRODUCCIÓN	<u>16</u>
E.4.2.2.- GENERAL	<u>16</u>
E.4.2.3.- NUDOS	<u>17</u>
E.4.2.4.- BARRAS	<u>19</u>
E.4.2.5.- HIPÓTESIS DE CARGA	<u>22</u>
E.4.2.6.- CARGAS EN NUDOS	<u>22</u>
E.4.2.7.- DATOS DE LAS CARGAS EN BARRAS	<u>24</u>
E.4.2.8.- COMBINACIONES DE HIPÓTESIS DE CARGA	<u>28</u>
E.4.2.9.- ENTRADA DE DATOS DE ZAPATAS Y PLACAS DE ANCLAJE	<u>28</u>
E.4.2.10.-VALORES DE CÁLCULO	<u>29</u>
E.4.2.11.-PRECIOS	<u>30</u>
E.4.2.12.- FLECHAS	<u>30</u>
E.5. LISTADOS (3D)	<u>33</u>
E.5.1 MENÚ PRINCIPAL	<u>33</u>
E.5.2.- ACLARACIONES A LOS LISTADOS DE PLACAS DE ANCLAJE Y ZAPATAS.	<u>33</u>