



Versión
enero 2017

Programa

SHAPE-THIN 8

Propiedades de la sección y análisis de
secciones de pared delgada

Ejemplo introductorio

Todos los derechos reservados, incluidos los de traducción.
El contenido de esta publicación no podrá reproducirse ni parcialmente, ni por procedimientos mecánicos, ni electrónicos o por cualquier otro medio, incluyendo la fotocopia sin el permiso previo de DLUBAL SOFTWARE GMBH.



© Dlubal Software GmbH 2017
Am Zellweg 2
93464 Tiefenbach
Alemania

Tel.: +49 9673 9203-61 (hablamos español)
Fax: +49 9673 9203-51
Correo electrónico: info@dlubal.com
Web: www.dlubal.com/es



Contenido

	Contenido	Página
1.	Introducción	2
2.	Sección y cargas	3
2.1	Sección	3
2.2	Esfuerzos internos	3
3.	Crear la sección	4
3.1	Iniciar SHAPE-THIN	4
3.2	Crear la sección	4
4.	Datos de la sección	5
4.1	Comprobar la configuración predeterminada	5
4.2	Modificar el material	7
4.3	Definir elementos	8
4.3.1	Colocar elementos	8
4.3.2	Editar elementos	10
4.4	Definir el angular	11
4.4.1	Colocar la sección	11
4.4.2	Girar la sección	13
4.5	Definir soldaduras	15
4.5.1	Eliminar elementos puntuales	15
4.5.2	Definir soldaduras	16
4.6	Comprobar las partes de la sección	17
5.	Cargas	19
5.1	Caso de carga 1: tracción y flexión	19
5.2	Caso de carga 2: compresión y flexión	21
5.3	Comprobar los casos de carga	22
6.	Cálculo	23
6.1	Ajustar los parámetros de cálculo	23
6.2	Comprobar los datos de entrada	24
6.2.1	Comprobación plausible	24
6.2.2	Comprobar los elementos interconectados	24
6.3	Calcular la sección	24
7.	Resultados	25
7.1	Resultados gráficos	25
7.2	Tablas de resultados	29
7.3	Vista de ventanas múltiples	31
8.	Documentación	33
8.1	Crear el informe	33
8.2	Ajustar el informe	34
8.3	Imprimir gráficos en el informe	35
9.	Perspectiva	39

1 Introducción

Con este ejemplo introductorio queremos mostrarle las funciones más importantes del programa SHAPE-THIN. Como en cualquier otro software, hay muchas maneras de alcanzar un objetivo en SHAPE-THIN. En función de la situación y sus preferencias personales, puede que sea útil proceder de una forma u otra.

El ejemplo describe un angular de acero al cual hay soldada una sección angular de lados desiguales. Determinaremos los valores de la sección, las tensiones y los anchos eficaces del angular. Además, esta sección simple debería fomentarle a descubrir por sí mismo las posibilidades de SHAPE-THIN.



Una vez hayan expirado los 30 días de prueba, tiene todavía la posibilidad de introducir y calcular el angular, ya que se cumplen las restricciones para la versión de demostración de un máximo de cuatro elementos.



Los botones descritos se dan entre corchetes; por ejemplo, [Aplicar]. Además, se ilustran a la izquierda. Las expresiones que aparecen en los cuadros de diálogo, tablas y menús se disponen en *cursiva*. De esta forma puede seguir mejor las explicaciones. La entrada requerida se escribe en **negrita**.

Para buscar una descripción de las funciones del programa, puede consultar la versión inglesa del manual de SHAPE-THIN que puede [descargar](#) en nuestro sitio web.

El archivo **Section.du8**, que incluye propiedades de la sección, también se almacena en el proyecto *Ejemplos* que se creó durante la instalación. Sin embargo, para los primeros pasos con SHAPE-THIN se recomienda introducir la sección manualmente.

2 Sección y cargas

2.1 Sección

El ejemplo es un angular de acero soldado que consta de chapas de acero con un espesor de 12 mm y 10 mm a las cuales hay soldada una sección angular L 200x150x12.

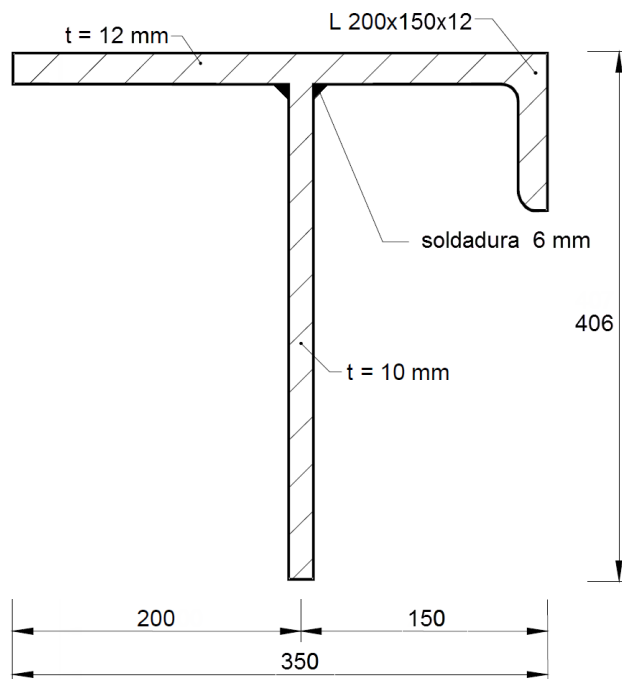
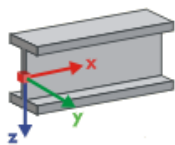


Figura 2.1: Boceto de la sección

La sección está hecha de **acero S 355**.

2.2 Esfuerzos internos

Caso de carga 1: tracción y flexión



En el primer caso de carga, se aplica un esfuerzo de tracción junto a flexión desviada. Los esfuerzos internos actúan en la dirección de los ejes de barra x, y y z.

$$N = 35 \text{ kN}$$

$$V_y = 15 \text{ kN}$$

$$V_z = -25 \text{ kN}$$

$$M_y = 60 \text{ kNm}$$

$$M_z = 15 \text{ kNm}$$

Caso de carga 2: compresión y flexión

En el segundo caso de carga, analizaremos un esfuerzo de compresión junto a los momentos flectores.

$$N = -80 \text{ kN}$$

$$V_y = -10 \text{ kN}$$

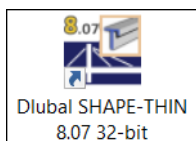
$$V_z = -20 \text{ kN}$$

$$M_y = 40 \text{ kNm}$$

$$M_z = -5 \text{ kNm}$$

3 Crear la sección

3.1 Iniciar SHAPE-THIN



Podemos iniciar SHAPE-THIN con el icono **Dlubal SHAPE-THIN 8.xx** en el escritorio.

También puede iniciar el programa en la barra de tareas **Inicio** → **Todos los programas** → **Dlubal** → **Dlubal SHAPE-THIN 8.xx**.

3.2 Crear la sección

Se abre la ventana de trabajo de SHAPE-THIN y podemos ver un cuadro de diálogo. Se nos pide que definamos los datos generales de una sección nueva.

Si ya se visualiza una sección en la ventana, la cerramos usando el menú **Archivo** → **Cerrar**. Entonces, abrimos el cuadro de diálogo *Datos generales* con el menú **Archivo** → **Nuevo**.

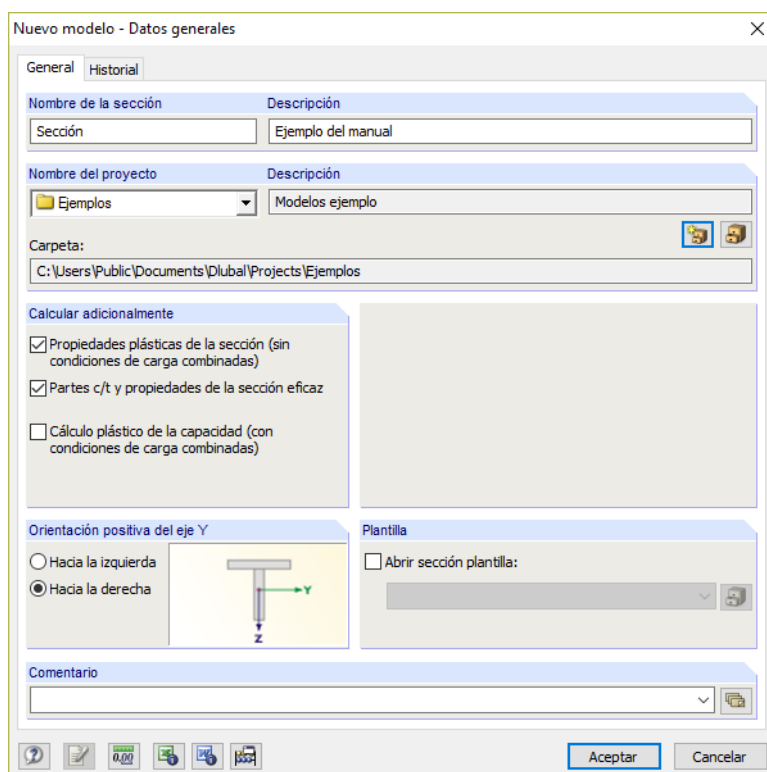


Figura 3.1: Cuadro de diálogo *Nuevo modelo - Datos generales*

En el campo de entrada *Nombre de la sección* introducimos **Sección**, y en el campo *Descripción* introducimos **Ejemplo del manual**. Siempre se debe definir un nombre de modelo, porque determina el nombre del archivo de SHAPE-THIN. Sin embargo, no es necesario el uso de una descripción.

Luego, seleccionamos el proyecto **Ejemplos** de la lista en el campo *Nombre del proyecto*, si no está preestablecido. Se muestran automáticamente la *Descripción* del proyecto y la *Carpeta*.

En la sección de diálogo *Calcular adicionalmente*, marcamos la casilla de verificación para **propiedades de la sección eficaz** porque deseamos realizar una clasificación.

No modificamos la *Orientación positiva del eje Y*, y mantenemos la preselección **Hacia la derecha**.

Por fin hemos definido los datos generales del modelo. Cerramos el cuadro de diálogo al [Aceptar].

Se visualiza la ventana de trabajo vacía de SHAPE-THIN.

4 Datos de la sección

4.1 Comprobar la configuración predeterminada

Ventana de trabajo



En primer lugar, maximizamos la ventana de trabajo con el botón correspondiente en la barra de título. En el espacio de trabajo, vemos los ejes de coordenadas con las direcciones Y y Z globales.



Para modificar la posición de los ejes, hacemos clic en el botón [Mover, aplicar zoom, girar] en la barra de herramientas anterior. El puntero del ratón se vuelve una mano. Mientras mantiene presionado el botón primario del ratón, podemos posicionar el espacio de trabajo en cualquier posición. Para introducir datos, recomendamos desplazar los ejes de coordenadas hacia la izquierda en la dirección del navegador.



La mano también permite acercar y alejar: mantenga presionada la tecla Mayúsculas y el botón primario del ratón, y desplace el puntero hacia adelante y hacia atrás.

Dispone de varias posibilidades para cerrar la función:

- Hacer clic de nuevo en el botón de la barra de herramientas
- Presionar la tecla [Esc]
- Hacer clic con el botón secundario del ratón en el espacio de trabajo

Rejilla



La rejilla constituye el fondo del espacio de trabajo. Es posible ajustar el espacio con el botón *Configuración del plano de trabajo, rejilla/forzar cursor, referencia a objetos, líneas auxiliares* que se muestra a la izquierda.

Figura 4.1: Cuadro de diálogo *Plano de trabajo, rejilla/forzar cursor, referencia a objetos y líneas auxiliares*

FORZC REJILLA

Para introducir datos más tarde es importante que los campos de control *FORZC* y *REJILLA* estén activos en la barra de estado. De esta manera, la rejilla se vuelve visible en el espacio de trabajo y los puntos se fuerzan a la rejilla al hacer clic.

Para nuestro ejemplo, modificamos el sistema de unidades de anglosajón a métrico y ajustamos la separación de puntos de rejilla a 20 mm. Cerramos el cuadro de diálogo al [Aceptar].

Unidades

Las unidades y decimales se pueden modificar como desee durante la entrada y evaluación. Los valores se convierten y ajustan de forma automática.

Abrimos el cuadro de diálogo *Unidades y decimales* haciendo clic en el menú

Edición → Unidades y decimales.

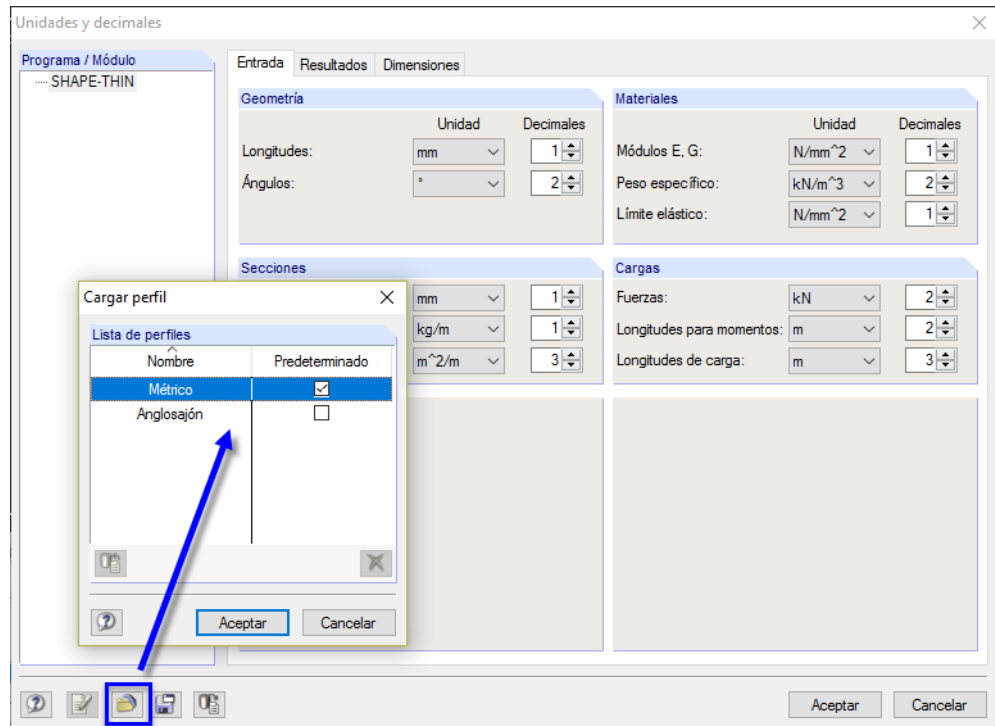


Figura 4.2: Cuadro de diálogo *Unidades y decimales*

Comprobamos la configuración de las pestañas *Entrada*, *Resultados* y *Dimensiones*.

Podemos cerrar el cuadro de diálogo sin hacer ningún cambio.

Funciones del ratón

Las funciones del ratón siguen los estándares generales para aplicaciones de Windows. Para seleccionar un objeto para seguir editando, hacemos clic con el botón **primario** del ratón. Para abrir el cuadro de diálogo Editar, hacemos doble clic en el objeto.

Al hacer clic en un objeto con el botón **secundario** del ratón, su menú contextual aparece mostrándonos comandos y funciones de objetos relacionados.



Desplazando el **botón de rueda** podemos maximizar o minimizar la representación del modelo actual. La posición del puntero se asume siempre como el centro del área de zoom.



Manteniendo presionado el botón de rueda podemos desplazar el modelo directamente sin activar previamente el botón [Mover, aplicar zoom, girar]. Los símbolos de puntero muestran la función seleccionada.

4.2 Modificar el material

Se preestablece el *Acero A992* como material. Como nuestra sección consiste en acero S355, tenemos que cambiar el material.

En el navegador, hacemos clic en el símbolo para abrir los **materiales**. Luego, hacemos clic en la entrada *1: Acero A992* con el botón secundario del ratón.

En el menú contextual, seleccionamos la opción **Editar**.

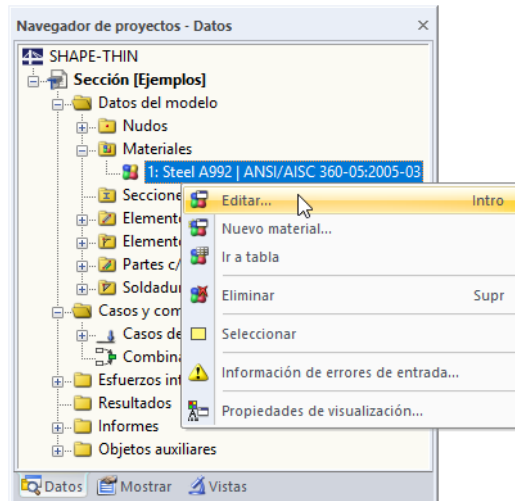


Figura 4.3: *Editar* materiales en el menú contextual del navegador

Aparece el cuadro de diálogo *Editar material*.

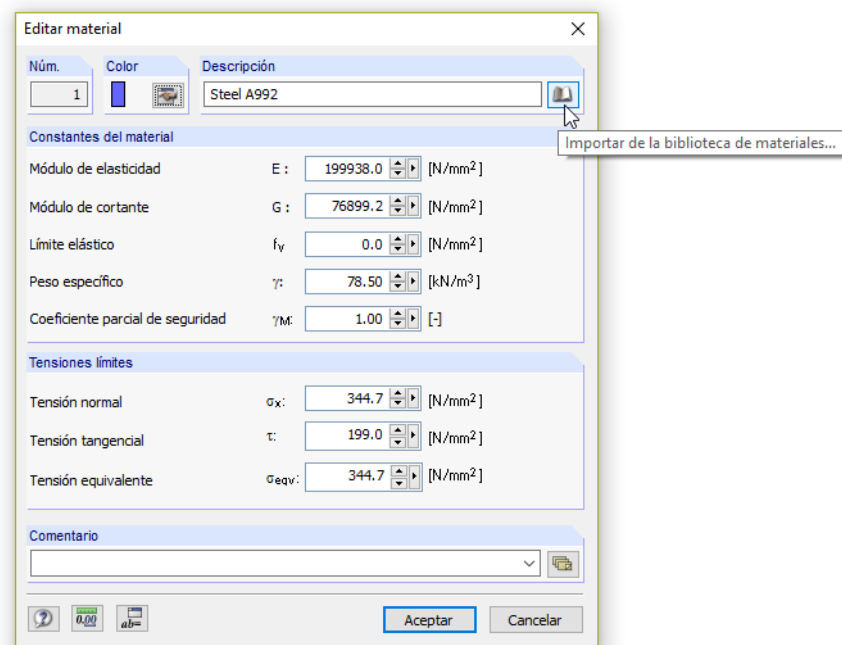


Figura 4.4: Cuadro de diálogo *Editar material* con acceso a la biblioteca



Hacemos clic en el botón [Biblioteca] para acceder a la biblioteca de materiales.

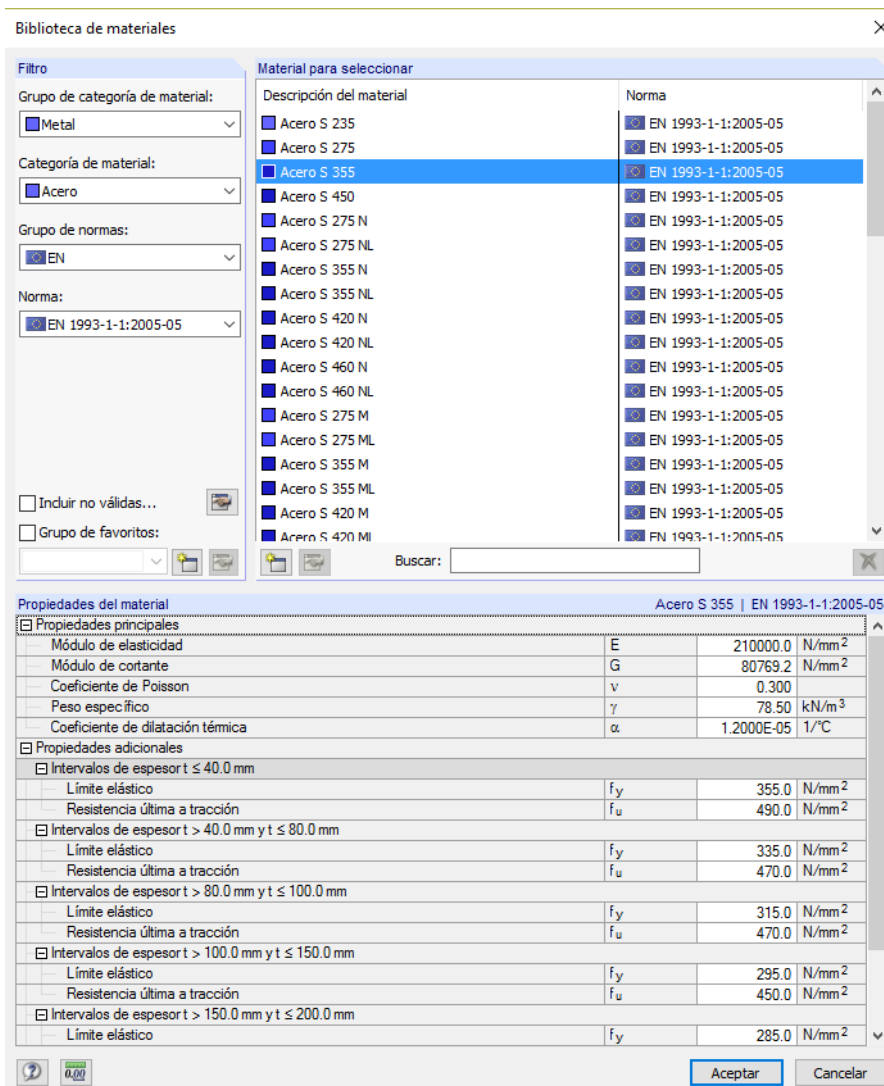


Figura 4.5: Selección del Acero S 355 en la biblioteca

La sección del diálogo *Filtro* ofrece varias categorías, de forma que podamos restringir los materiales según cierto criterio. Ponemos los filtros como se muestra en la figura anterior. Podemos ver que la lista *Material para seleccionar* se vuelve más clara.

Hacemos clic en el material **Acero S 355**. En la sección del diálogo siguiente, podemos comprobar las *Propiedades del material* que incluyen los distintos intervalos de espesores de elementos.

Usamos el botón [Aceptar] en ambos cuadros de diálogo para importar las propiedades del material cambiadas.

Ahora podemos comenzar a introducir la geometría de la sección.

4.3 Definir elementos

Es posible definir en primer lugar los nudos gráficamente o en tablas, y luego conectarlos con elementos. Para nuestro ejemplo, sin embargo, es mejor usar la entrada gráfica directa de elementos donde se crean los nudos automáticamente.

4.3.1 Colocar elementos

Abrimos el cuadro de diálogo para colocar un elemento gráficamente en el menú

Insertar → **Datos del modelo** → **1.4 Elementos** → **Polilínea** → **Gráficamente** → **Continúa**



o usamos el botón correspondiente en la barra de herramientas, que es más rápido. Aparece el cuadro de diálogo *Nuevo elemento (Polilínea)*.

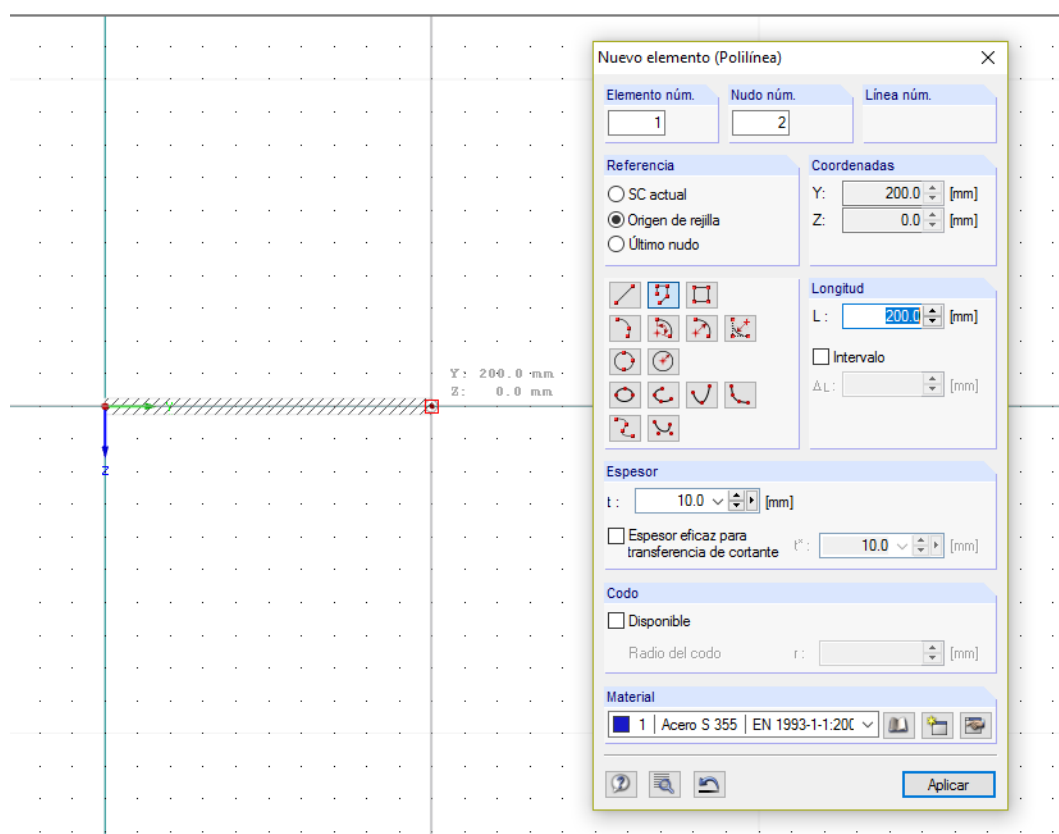


Figura 4.6: Cuadro de diálogo *Nuevo elemento (Polilínea)*

Se preestablecen el *Elemento núm.* **1** y el *Espesor* de **10 mm**. El *Material* es **Acero S 355**. Aceptamos estas configuraciones porque vamos a ajustar el espesor del ala posteriormente.

Cuando movemos el ratón a través del espacio de trabajo, vemos que las coordenadas del puntero se visualizan en la ventana. La retícula se acopla en los puntos de la rejilla de 20 mm.

Con un clic del botón primario del ratón, colocamos el nudo **1** como el punto inicial en el punto cero (coordenadas Y/Z **0.0/0.0**).

Con otro clic de ratón, definimos el nudo **2** en el punto de rejilla **200.0/0.000** como el punto final del elemento.

Como hemos elegido la opción *Continua*, el nudo 2 representa el nudo inicial de nuestro siguiente elemento núm. **2**. De este modo, podemos seguir colocando el nudo **3** en el punto de rejilla **200.0/400.0**.

Cerramos la función con un clic de botón secundario de ratón en el espacio vacío de trabajo o con [Esc].

Cambiar la vista

Para la vista completa de pantalla, seleccionamos en el menú

Ver → **Mostrar todo**.



También podemos usar el botón de la barra de herramientas correspondiente o la tecla de función [F8].

Visualizar números

Antes de que introduzcamos más datos, se recomienda activar la numeración de los nudos y elementos. La forma más rápida es hacer clic con el botón secundario del ratón en un área vacía de la ventana de trabajo.

Aparece un menú contextual con funciones útiles. Hacemos clic en la entrada **Mostrar numeración**.

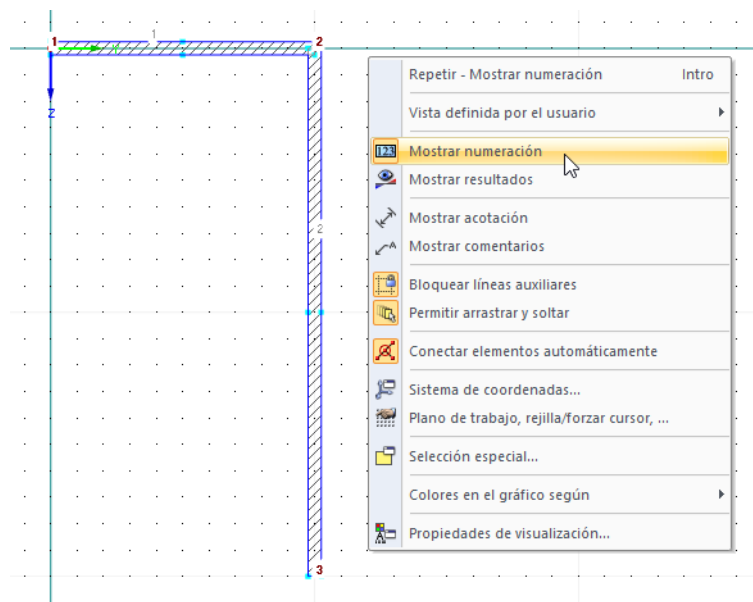


Figura 4.7: Activar la numeración en el menú contextual

4.3.2 Editar elementos

Cuando vamos al elemento 1 y colocamos el puntero sobre el mismo brevemente, se muestra la información rápida del elemento.

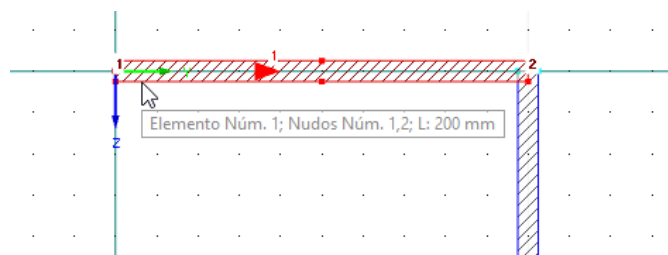


Figura 4.8: Información rápida del elemento

El elemento tiene un *Espesor t* de 10 mm. Debido a que nuestra ala tiene un espesor de 12 mm, necesitamos corregirlo. Hacemos doble clic en el elemento 1 para abrir el cuadro de diálogo *Editar elemento*.



¡Por favor, asegúrese de hacer doble clic en el elemento sobre su borde para evitar “atrapar” la zona c-t azul!

Corregimos el *Espesor t* a **12 mm**.

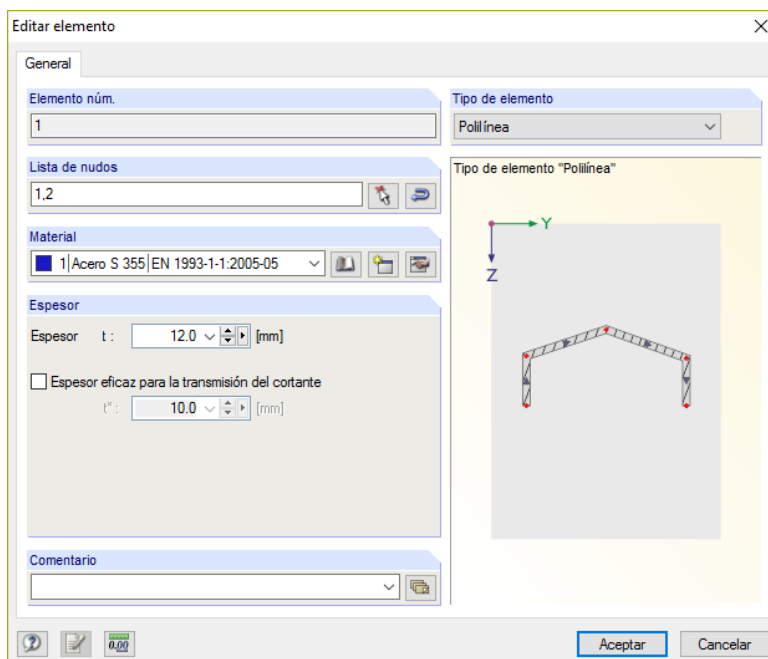


Figura 4.9: Cuadro de diálogo *Editar elemento*

Después de [Aceptar], se actualiza el modelo representado en la ventana de trabajo.

4.4 Definir el angular

Ahora, conectamos un angular de lados desiguales 200x150x12 al elemento horizontal.

4.4.1 Colocar la sección



Abrimos la biblioteca de secciones con el botón que se muestra a la izquierda.

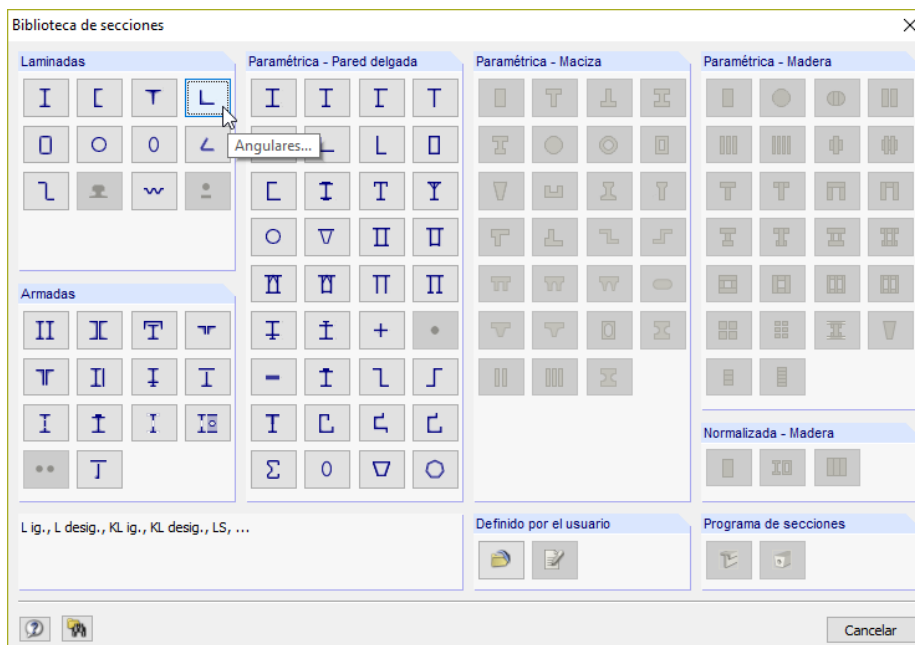


Figura 4.10: Biblioteca de secciones



En la sección de diálogo *Laminadas*, hacemos clic en el botón [Angulares].

En el cuadro de diálogo *Secciones laminadas - Angulares*, seleccionamos la sección **L 200x150x12** en la *Tabla LU*.

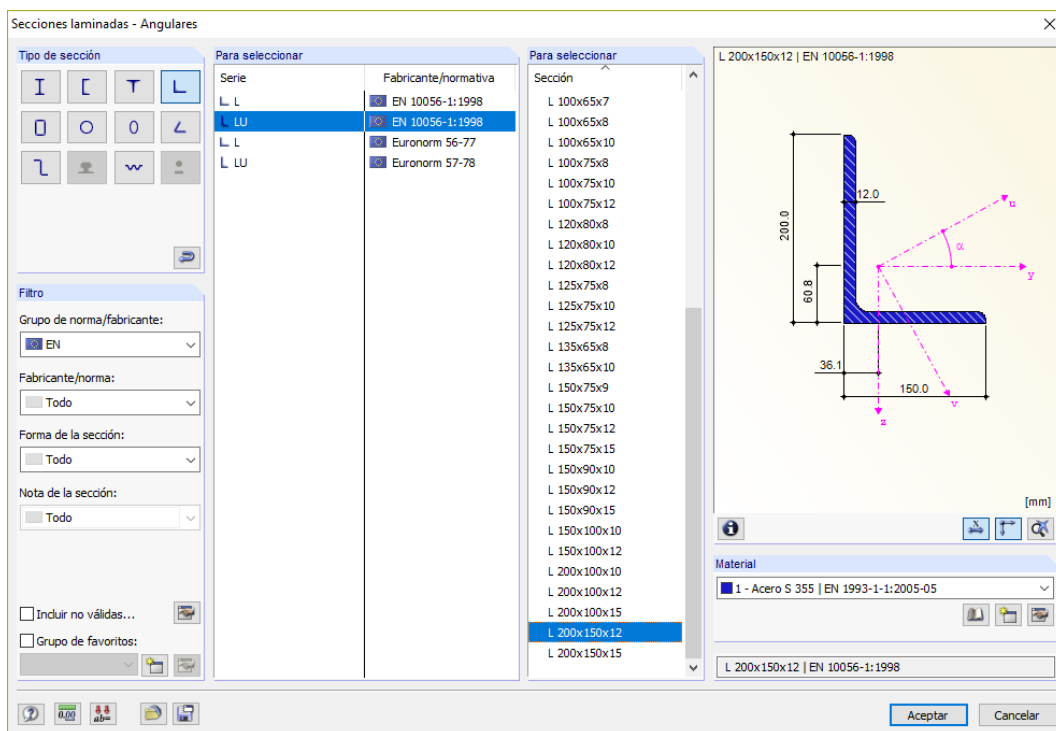


Figura 4.11: Selección de angulares en la biblioteca



Podemos comprobar las propiedades del angular con el botón [Información].

Además, se preestablece el **Acero S 355** como *Material*. Confirmamos el cuadro de diálogo al [Aceptar].

Aparece el cuadro de diálogo *Definir sección*.

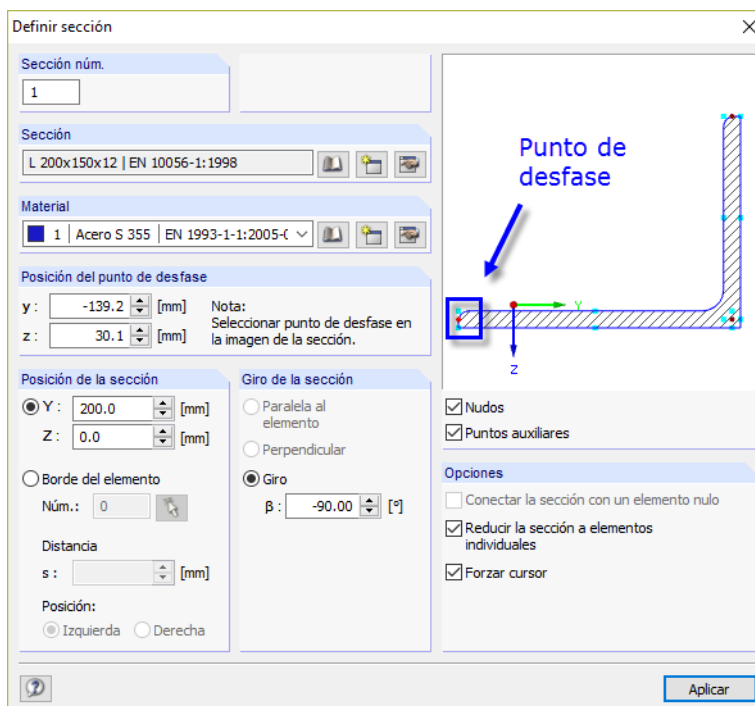


Figura 4.12: Cuadro de diálogo *Definir sección*

Especificamos un *Giro de la sección* β de **-90°** para poner la sección en una posición más favorable.

Además, marcamos la casilla de verificación **Reducir la sección a elementos individuales**.

Cuando movemos el angular con el ratón a lo largo de la pantalla, vemos que el “punto auxiliar” (punto de desfase) para colocar la sección se encuentra en su centro de gravedad. En el boceto del angular se muestra el punto auxiliar en rojo.

Debido a que deseamos conectar la sección con su lado largo, modificamos el punto de desfase. En el boceto, hacemos clic en el nudo rojo en el extremo de la sección izquierdo de manera que se muestre con una luz roja.

Ahora, para colocar la sección, vamos al nudo **2** en la ventana de trabajo. Tan pronto como se visualiza el nudo con sus coordenadas en la barra de estado, presionamos el botón primario del ratón.

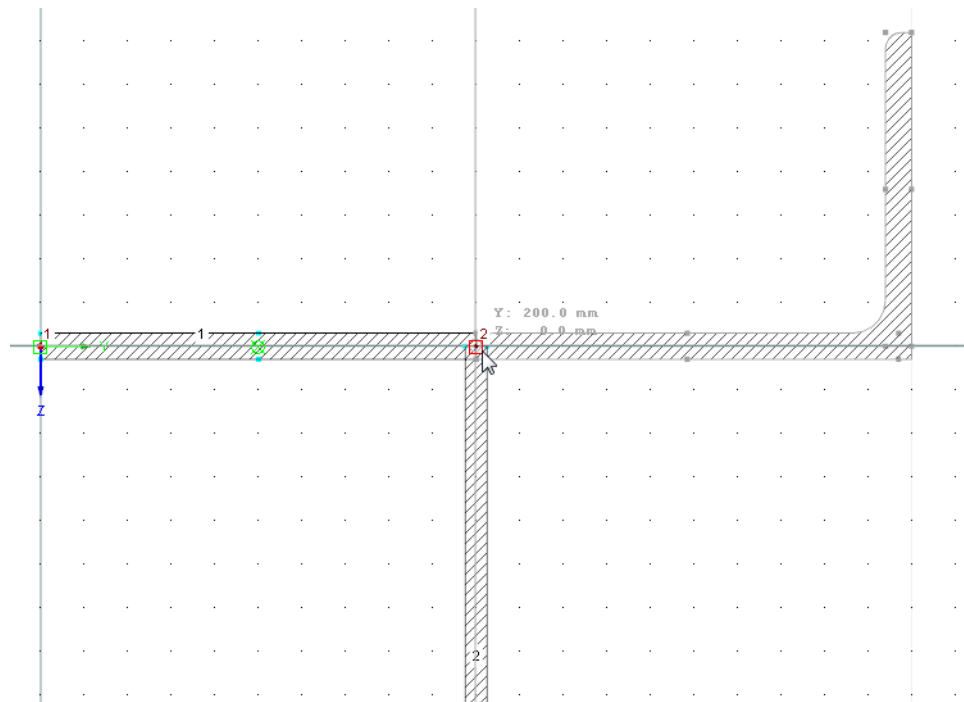


Figura 4.13: Colocar el angular en el nudo 2

Aparece un mensaje que documenta el resultado de la reducción de la sección a elementos y elementos puntuales.



Estrictamente hablando, sería correcto conectar el angular al borde del elemento. Pero luego se crearía otro elemento de espesor cero asegurando la conexión de refuerzo a cortante. Para nuestro ejemplo se sobrepasaría el máximo de cuatro elementos conforme a las restricciones de la versión de demostración.

Cerramos la función con un clic de botón secundario de ratón en el espacio vacío de trabajo o con [Esc].

4.4.2 Girar la sección

Ajustamos la posición del angular con la función *Simetría*.

Selección de objetos

Antes de que usemos las funciones de edición (copiar, girar, simetría), se deben determinar o “seleccionar” los objetos relevantes.

Trazamos una ventana a lo largo de la sección que se acaba de definir – de izquierda a derecha. Es necesario que la ventana incluya completamente los elementos 3 y 4.

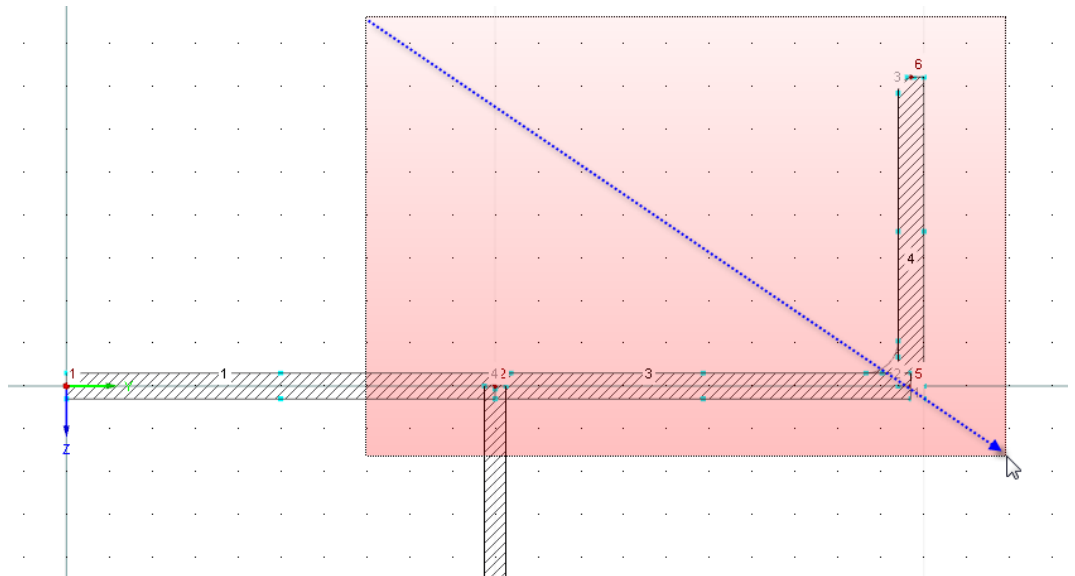


Figura 4.14: Selección de elementos con ventana



Cómo seleccionar objetos:

- Si arrastra la ventana de izquierda a derecha, la selección contiene sólo objetos que se encuentran completamente dentro de esta ventana. Si arrastra la ventana de derecha a izquierda, la selección contiene adicionalmente aquellos objetos que la ventana corta.
- La selección actúa “alternativamente”: cuando hace clic en un objeto (nudo, elemento, elemento puntual), se cancela la selección de un objeto ya seleccionado. Sólo se selecciona el objeto nuevo. Para añadir el objeto a una selección existente, mantenga presionada la tecla [Mayúsculas] al hacer clic.

Simetría de objetos



Abrimos la función **Simetría** con el botón que se muestra a la izquierda.

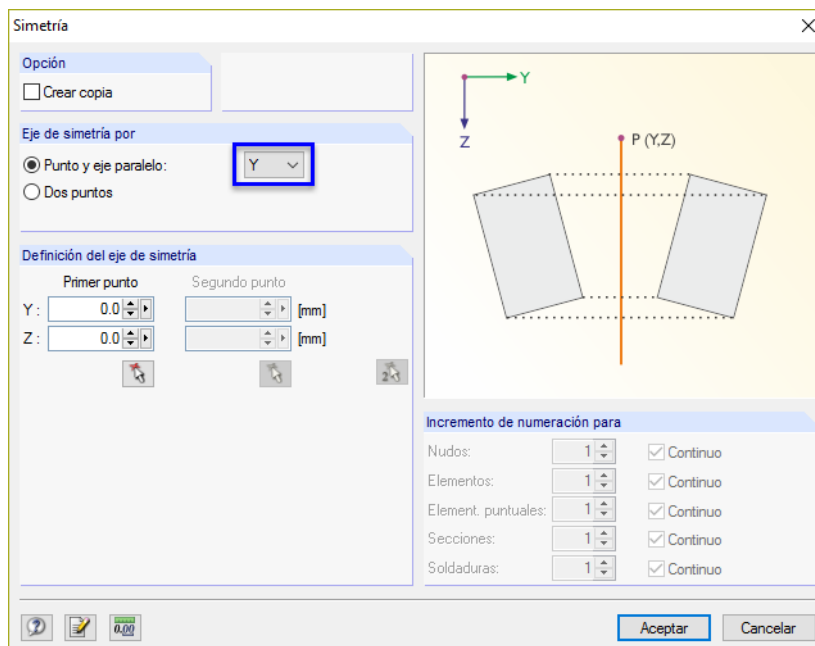


Figura 4.15: Cuadro de diálogo *Simetría*

Es importante que la casilla de verificación para *Crear copia* no esté marcada en el cuadro de diálogo *Simetría*.

Ahora, le aplicamos una simetría al angular respecto al origen (0.0/0.0) y al *eje paralelo Y*.

Tras [Aceptar] vemos que SHAPE-THIN ha puesto el angular en la posición correcta.

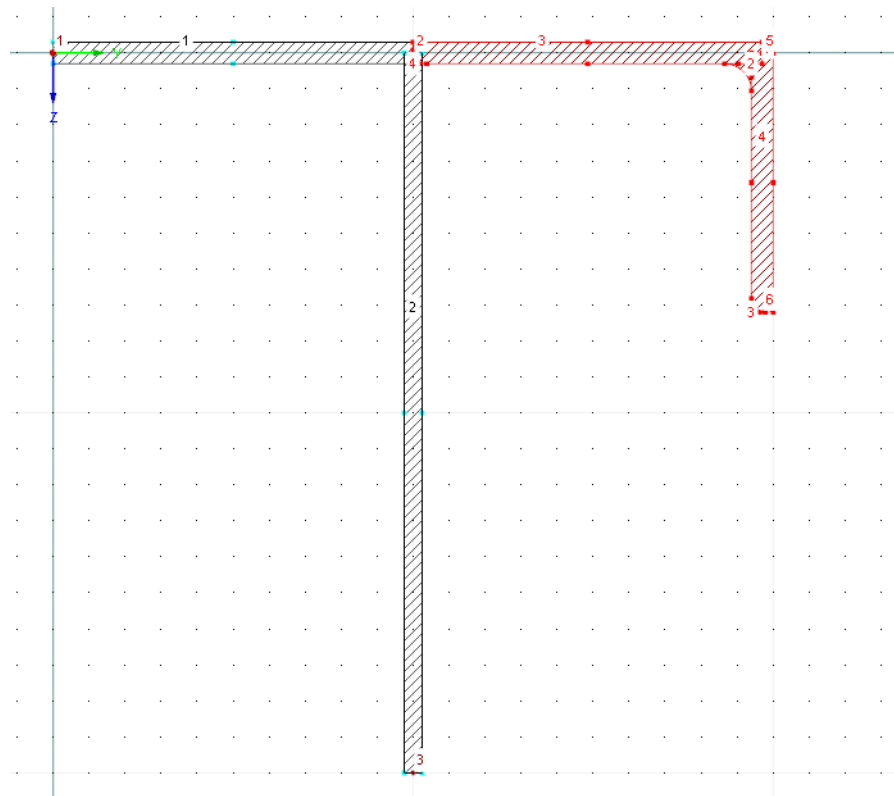


Figura 4.16: Angular simétrico

4.5 Definir soldaduras

Ahora, ajustamos la zona de conexión entre los elementos. Luego, modelamos las conexiones de soldadura.

4.5.1 Eliminar elementos puntuales



Aplicamos zoom en la zona de la conexión entre los elementos y el angular. Para acercar podemos usar el botón rueda o el botón [Zoom con ventana].

Vemos un hueco en la zona de conexión que ha producido el angular simétrico. Lo eliminamos con un clic de botón secundario de ratón en el elemento puntual **4** y con la selección de la opción **Eliminar elemento puntual** en el menú contextual.

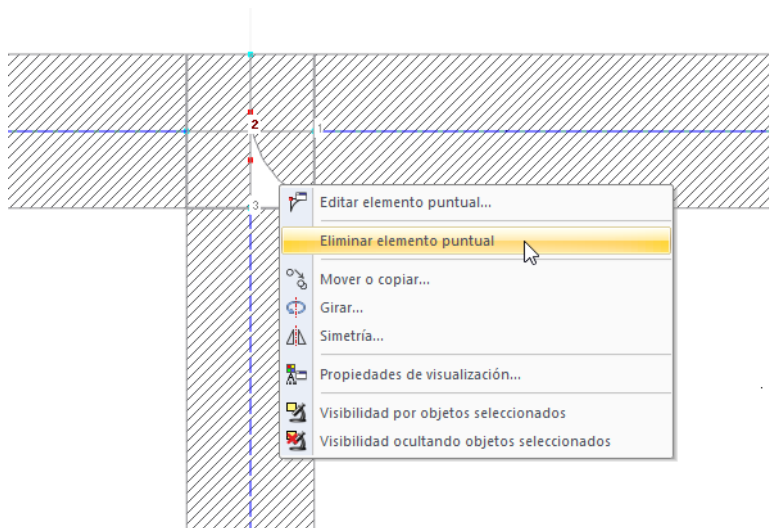


Figura 4.17: Eliminar elementos puntuales

4.5.2 Definir soldaduras

Definimos una soldadura doble en ángulo de 6 mm entre el alma y el ala.



Con el botón que se muestra a la izquierda o seleccionando en el menú

Insertar → **Datos del modelo** → **Soldaduras** → **Gráficamente**

abrimos el cuadro de diálogo *Definir soldadura*.

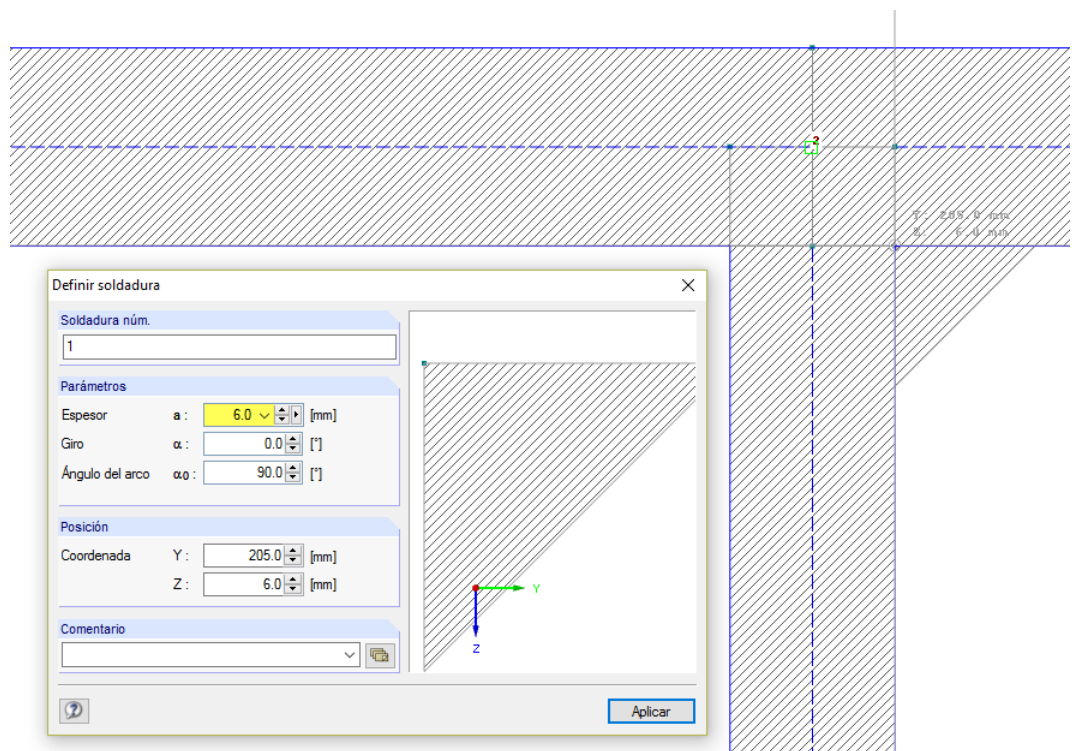


Figura 4.18: Cuadro de diálogo Definir soldadura

Modificamos el *Espesor* a **6 mm**. Para poner la soldadura, vamos al punto con las coordenadas **(205.0/6.0)** en la ventana de trabajo. Tan pronto como se captura la retícula en la esquina (cuadrado rojo en el puntero), presionamos el botón primario del ratón.

Para poner la segunda soldadura, modificamos el *Giro* α a **90.0°**. Entonces, posicionamos la soldadura en el punto con las coordenadas **(195.0/6.0)**.

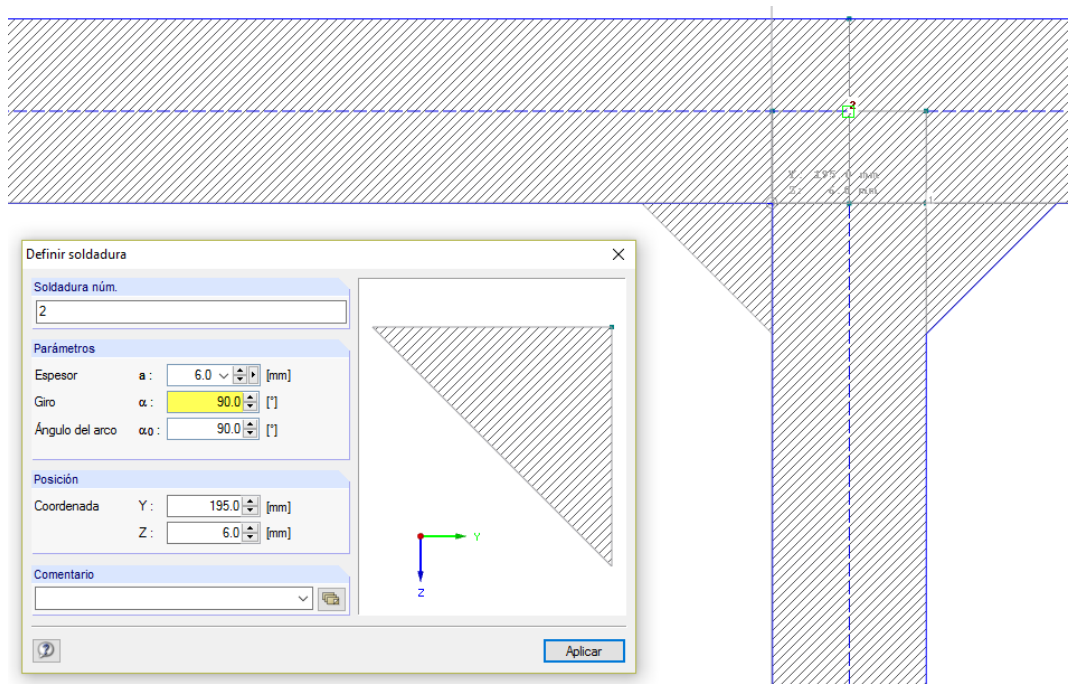


Figura 4.19: Cuadro de diálogo *Definir soldadura*

Cerramos la función con un clic de botón secundario de ratón en el espacio vacío de trabajo o con [Esc].

Hemos introducido finalmente todos los datos geométricos.

4.6 Comprobar las partes de la sección

Comprobar los datos en el navegador y las tablas

Se pueden encontrar todos los objetos introducidos en el árbol directorio del navegador *Datos* y en las pestañas de la tabla. Se pueden abrir las entradas en el navegador con un clic sobre el signo . Para cambiar entre las tablas, hacemos clic en las pestañas de tabla.



Podemos ocultar y mostrar el navegador así como las tablas seleccionando **Ver** → **Navegador** o **Tabla** en el menú. Podemos usar los botones correspondientes de la barra de herramientas.

En las tablas, se organizan los objetos de la sección en numerosas pestañas. No se encuentra la *Sección L 200x150x12*, porque hemos seleccionado en la configuración la opción *Reducir la sección a elementos individuales*.

Comprobar las partes c/t

SHAPE-THIN crea automáticamente las partes de la sección requeridas para determinar las razones c/t según el Eurocódigo 3. Al mismo tiempo, se identifican las condiciones del apoyo (alas sobresalientes o partes de compresión interna) y las longitudes reducidas debido a los elementos puntuales y a las soldaduras.

En el gráfico, se muestran en azul claro las *Partes c/t* representadas en las líneas centrales de los elementos. En la tabla 1.7, se enumeran los datos numéricamente.

Los gráficos y las tablas son interactivos: por ejemplo, para buscar una parte c/t en la tabla, vamos a la tabla 1.7 *Partes de la sección para la clasificación según EN 1993-1*. Cuando hacemos clic en una parte c/t en la ventana de trabajo, se resalta en color la fila correspondiente de la tabla.

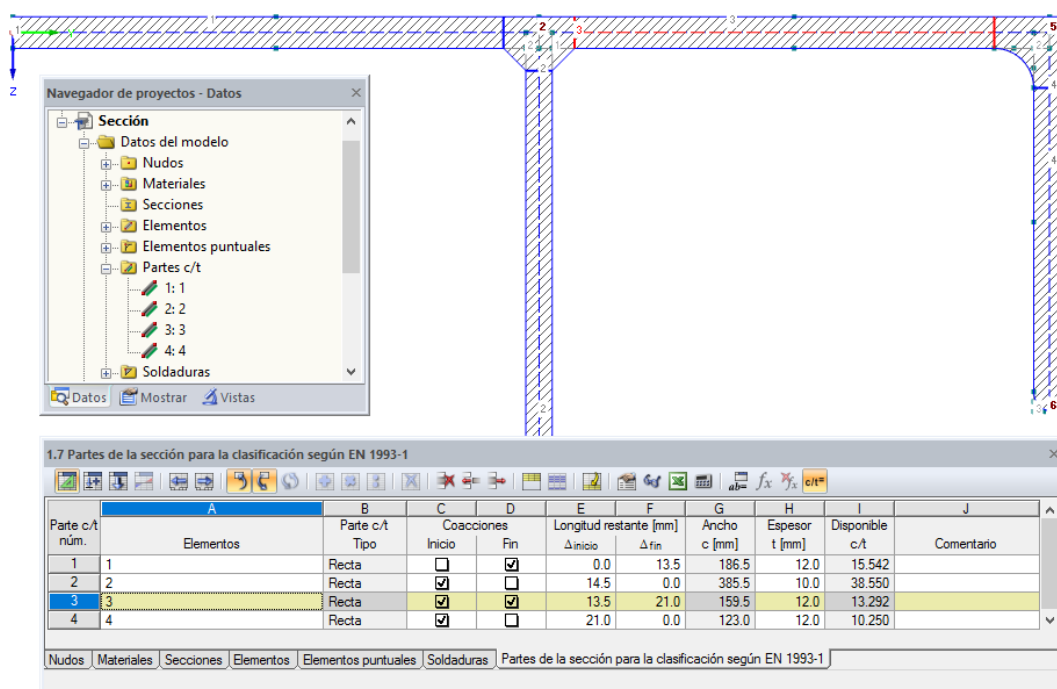


Figura 4.20: Partes c/t en el gráfico, navegador y tabla

Guardar datos

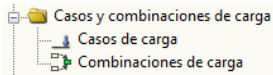
Ya hemos introducido finalmente todos los datos del modelo. Guardamos nuestra sección haciendo clic en el menú

Archivo → **Guardar**



o usamos el botón correspondiente en la barra de herramientas.

5 Cargas



El navegador *Datos* enumera dos entradas en la carpeta *Casos y combinaciones de carga*


- Casos de carga
- Combinaciones de carga

En los casos de carga, es posible definir los esfuerzos internos, por ejemplo, debido al peso propio, carga de nieve o viento. En las combinaciones de carga, podemos organizar los esfuerzos internos de los casos de carga que se superponen con coeficientes parciales de seguridad según expresiones de combinación particulares.

Ahora vamos a definir los esfuerzos internos en dos casos de carga independientes como se especifica en el [capítulo 2.2](#).

5.1 Caso de carga 1: tracción y flexión

Crear un caso de carga

Usamos el botón  para crear un nuevo caso de carga.

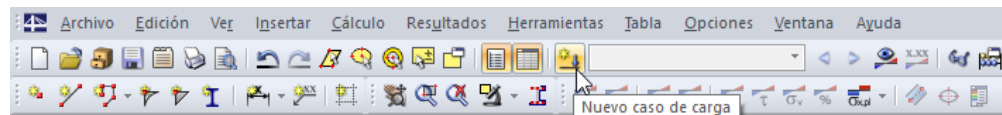


Figura 5.1: Botón *Nuevo caso de carga*

Aparece el cuadro de diálogo *Editar casos y combinaciones de carga*.

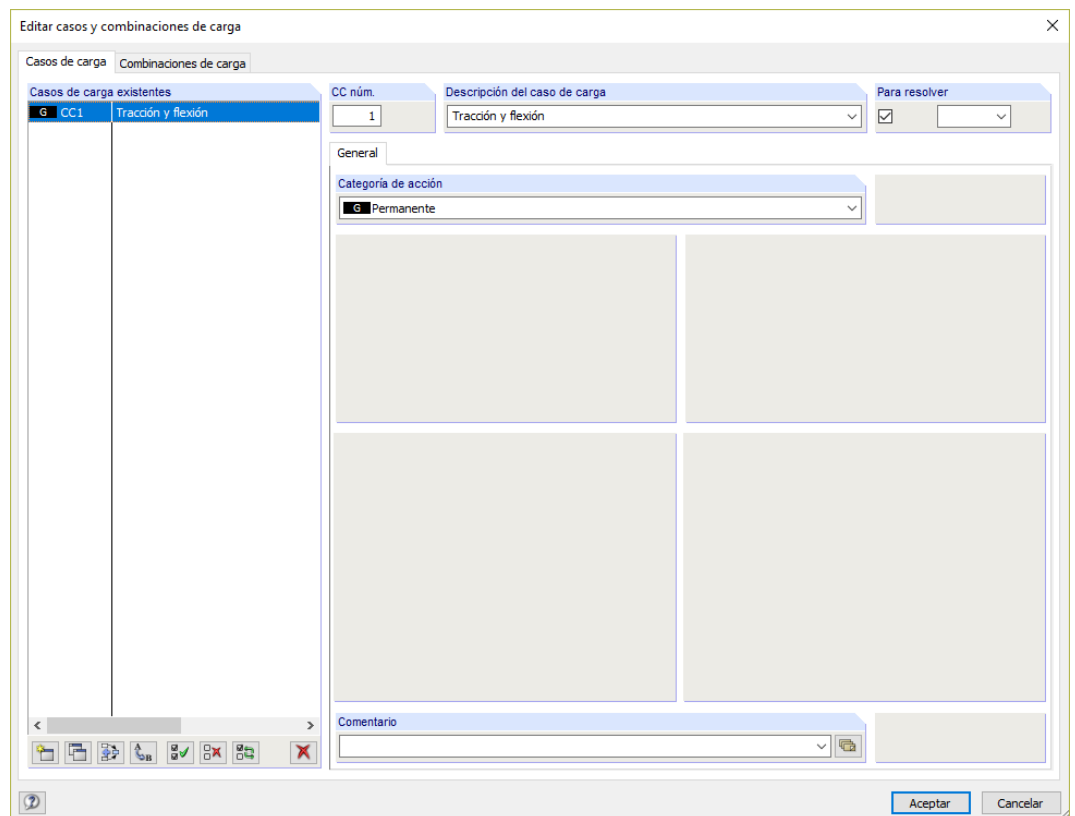


Figura 5.2: Cuadro de diálogo *Editar casos y combinaciones de carga*, pestaña *Casos de carga*

Se preestablece el número de caso de carga *1* con la categoría de acción *Permanente*. Introducimos la *Descripción de caso de carga* **Tracción y flexión**.

Luego, confirmamos la entrada al [Aceptar] y cerramos el cuadro de diálogo.

Definir los esfuerzos internos

En la barra de herramientas *tablas*, hacemos clic en el botón

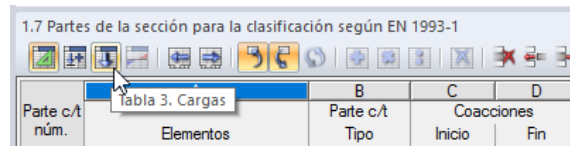


Figura 5.3: Botón *Tabla 3. Cargas*

Se visualiza la tabla 3.1 *Esfuerzos internos*.

Introducimos los esfuerzos y momentos como sigue.

Posición núm.	Barra Núm.	Posición x (mm)	Esfuerzo axil N [kN]	Esfuerzos cortantes V_y [kN]	V_z [kN]	Momentos torsores M_{xp} [kNm]	M_{xs} [kNm]	Momentos flectores M_y [kNm]	M_z [kNm]	Bimomento M_{ω} [kNm ²]	Comentario
1	1	0.0	35.00	15.00	-25.00	0.00	0.00	60.00	15.00	0.00	
2											
3											
4											

Figura 5.4: Tabla 3.1 *Esfuerzos internos*



El análisis requiere la definición de un número de *Barra* y una *Posición x*. Sin embargo, para nuestro ejemplo no es relevante este dato. La asignación de barras y las posiciones de las barras de cálculo son especialmente importantes para la importación de esfuerzos internos desde RSTAB/RFEM.

Los signos algebraicos de esfuerzos y momentos se determinan en SHAPE-THIN con las siguientes reglas:

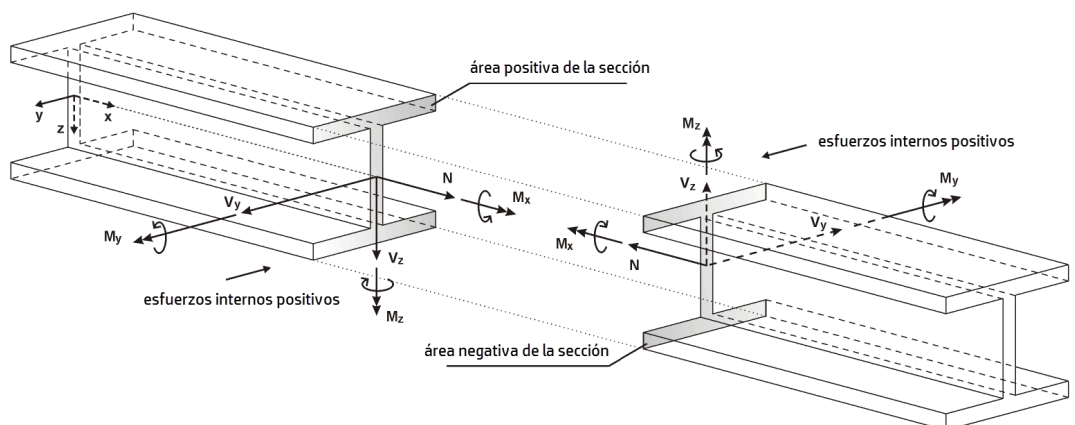


Figura 5.5: Definición de esfuerzos internos

El momento flector M_y es positivo si las tensiones de tracción se producen en el lado positivo de la barra (en la dirección del eje z). M_z es positivo si las tensiones de compresión se producen en el lado positivo de la barra (en la dirección del eje y). La definición del signo para los momentos torsores, esfuerzos axiales y esfuerzos cortantes se ajustan a las convenciones habituales: estos esfuerzos internos son positivos si actúan en la sección positiva en una dirección positiva.



Como podemos observar en los títulos de columna de los esfuerzos cortante y los momentos en la tabla 3.1, los esfuerzos internos no están referidos a los ejes y y z globales como se especifica en el capítulo 2.2 sino a los ejes u y v principales. Ajustaremos esto más adelante (véase el capítulo 6.1, página 23). No se convertirán los valores introducidos; sólo se modificarán los títulos de columna.

5.2 Caso de carga 2: compresión y flexión

Creamos un nuevo caso de carga para la segunda constelación de esfuerzos internos. Podemos usar el menú

Insertar → **Cargas** → **Nuevo caso de carga**



o el botón en la barra de herramientas de la tabla (a la izquierda de la lista de casos de carga).

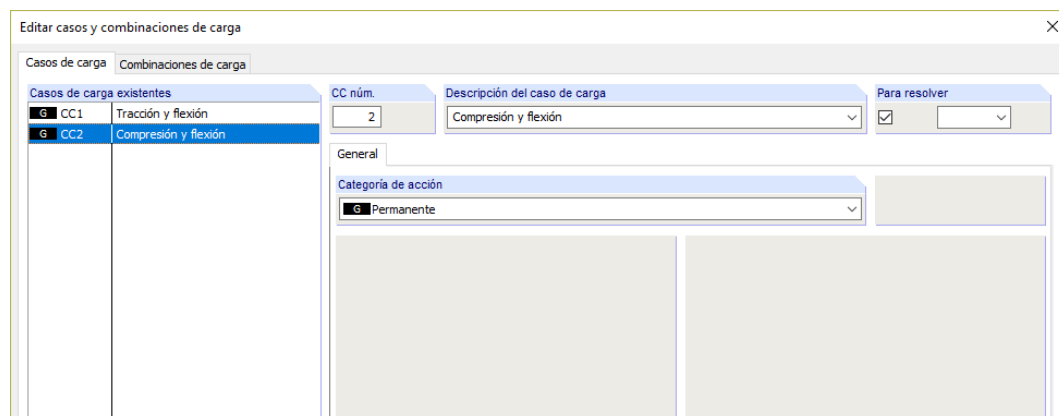


Figura 5.6: Cuadro de diálogo *Editar casos y combinaciones de carga*

Introducimos la *Descripción del caso de carga* **Compresión y flexión**.

Luego, modificamos la *Categoría de acción* y seleccionamos cargas de tipo **Permanente** en la lista.

Esta vez, introducimos los esfuerzos internos en un cuadro de diálogo que abrimos en el menú

Insertar → **Cargas** → **3.1 Esfuerzos internos** → **Cuadro de diálogo**.

Los esfuerzos y momentos son como se describen en el capítulo 2.2:

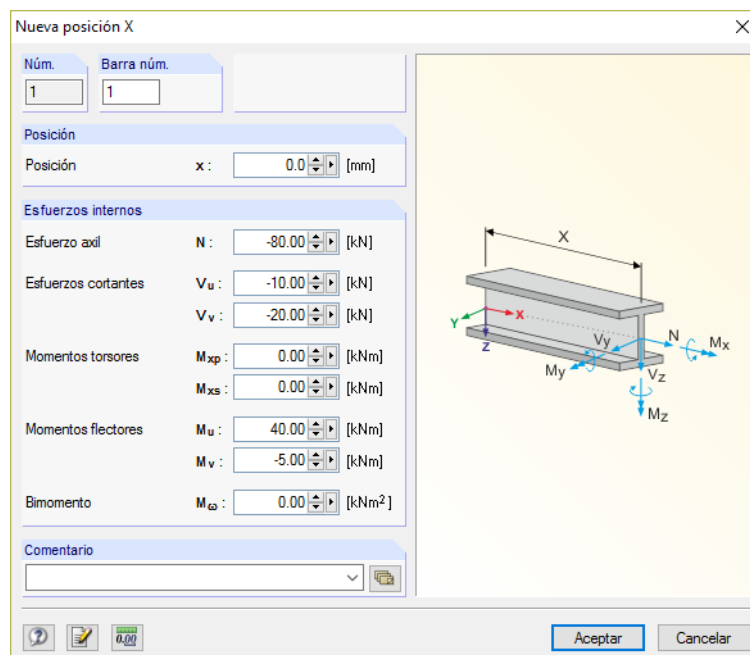
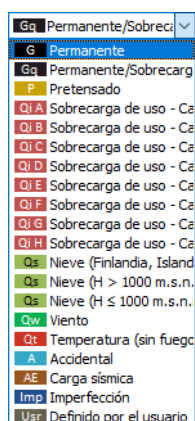
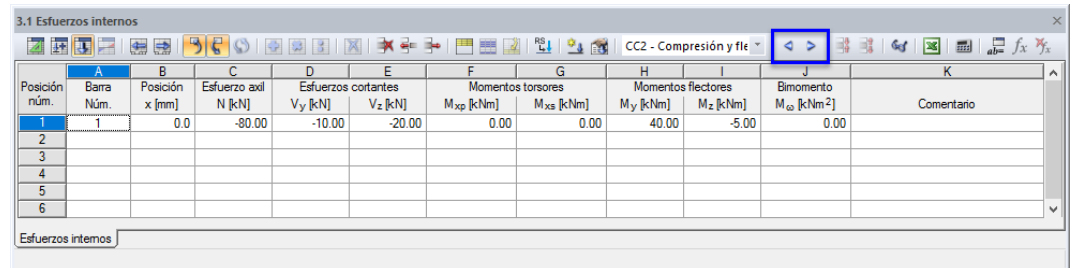


Figura 5.7: Cuadro de diálogo *Nueva posición X*

Confirmamos el cuadro de diálogo al [Aceptar]. Luego, comprobamos el resultado en la tabla 3.1 *Esfuerzos internos*.

5.3 Comprobar los casos de carga

Ya se han definido ambos casos de carga. En la tabla, podemos usar los botones ◀ y ▶ para cambiar entre los casos de carga.



Posición num.	Barra Núm.	Posición x [mm]	Esfuerzo axil N [kN]	Esfuerzos cortantes V _y [kN]	V _z [kN]	Momentos torsores M _{xp} [kNm]	M _{xz} [kNm]	Momentos flectores M _{yp} [kNm]	M _{yz} [kNm]	Bimomento M _ω [kNm ²]	Comentario
1	1	0.0	-80.00	-10.00	-20.00	0.00	0.00	40.00	-5.00	0.00	
2											
3											
4											
5											
6											

Figura 5.8: Cambiar entre casos de carga

Una vez más, se reflejan los datos introducidos para los esfuerzos internos en el árbol del navegador *Datos*.

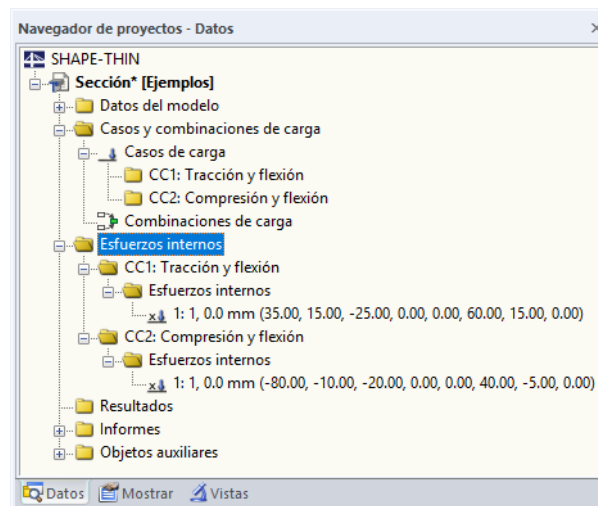


Figura 5.9: Casos de carga y esfuerzos internos en el navegador *Datos*

No definimos ningunos esfuerzos internos para las *Combinaciones de carga*.



Se recomienda [Guardar] de nuevo los datos introducidos.

6 Cálculo

Antes de iniciar el cálculo, comprobamos los parámetros de cálculo y los datos de entrada.

6.1 Ajustar los parámetros de cálculo

Accedemos a los parámetros de cálculo seleccionando en el menú

Cálculo → **Parámetros de cálculo**



o usando el botón correspondiente en la barra de herramientas

Se abre el cuadro de diálogo *Parámetros de cálculo*.

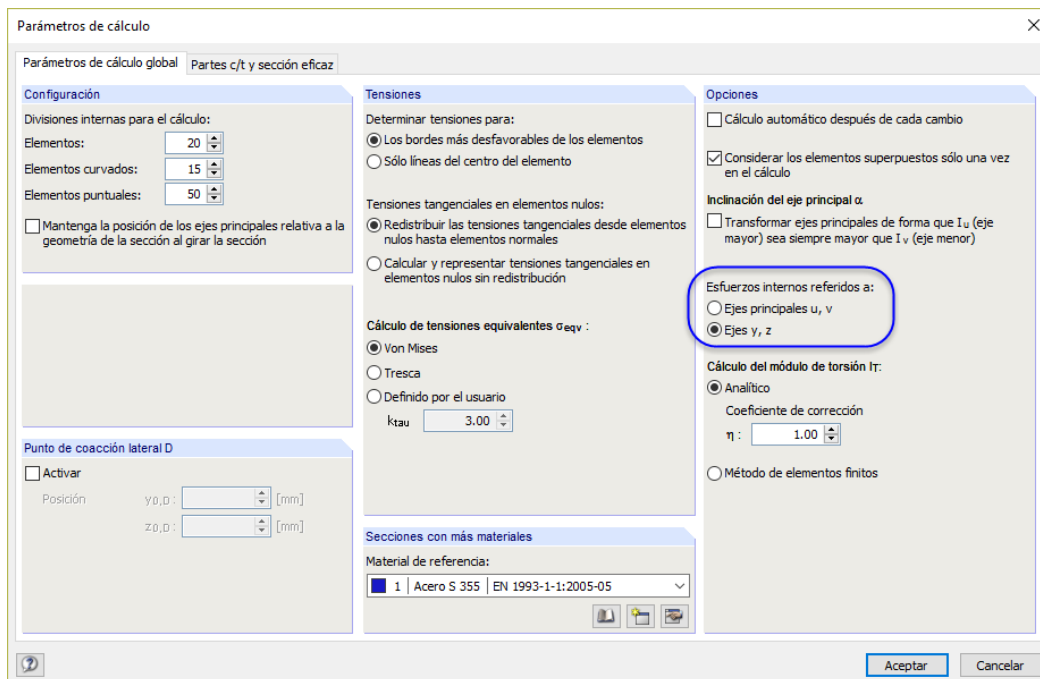


Figura 6.1: Cuadro de diálogo *Parámetros de cálculo*, pestaña *Parámetros de cálculo global*

En la primera pestaña, cambiamos la relación de los esfuerzos internos para los **Ejes y, z**. Los esfuerzos y los momentos introducidos no se convertirán.

En la segunda pestaña, comprobamos si está marcada la **Norma EN 1993-1-1 y EN 1993-1-5**.

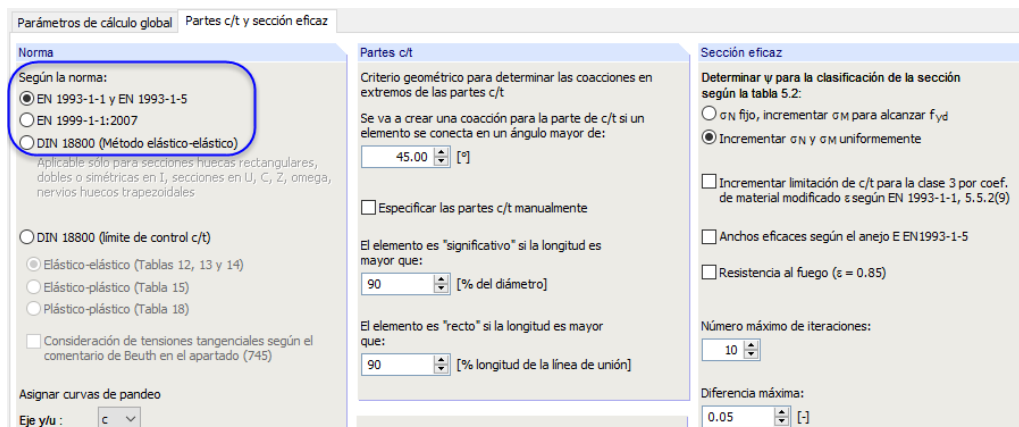


Figura 6.2: Cuadro de diálogo *Parámetros de cálculo*, pestaña *Partes c/t y sección eficaz*

Confirmamos los cambios al [Aceptar].

6.2 Comprobar los datos de entrada

SHAPE-THIN ofrece varias posibilidades para comprobar datos.

6.2.1 Comprobación plausible

Seleccionamos en el menú

Herramientas → **Comprobación plausible**



y definimos la siguiente configuración en el cuadro de diálogo *Comprobación plausible*.

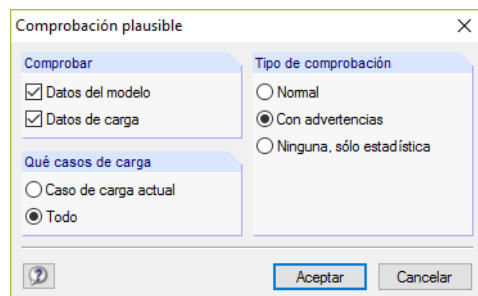


Figura 6.3: Cuadro de diálogo *Comprobación plausible*

Si el programa no detecta inconsistencias después de hacer clic en [Aceptar], aparece un mensaje mostrando un resumen de los datos de la sección y casos de carga.

6.2.2 Comprobar los elementos interconectados

Ahora, comprobamos si hay una sección interconectada. Podemos acceder a esta opción de control seleccionando en el menú

Herramientas → **Comprobación del modelo** → **Elementos interconectados**.

SHAPE-THIN visualiza el siguiente resultado.

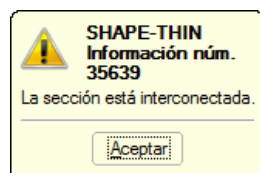


Figura 6.4: Resultado de la comprobación del modelo



Si éste no fuera el caso, SHAPE-THIN calcularía la sección según la teoría de sistemas de muros de cortante con refuerzo sin considerar el teorema de ejes paralelos (Steiner).

6.3 Calcular la sección

Iniciamos el cálculo en el menú

Cálculo → **Calcular todo**



o usando el botón correspondiente en la barra de herramientas

Inmediatamente después del cálculo se visualizan los resultados.

7 Resultados

7.1 Resultados gráficos

Los momentos estáticos S_u se representan como isobandas en la sección. Estos gradientes están relacionados con el eje u principal de la sección que también se representa en el gráfico. La tabla 4.1 *Propiedades de la sección* enumera los parámetros de la sección.

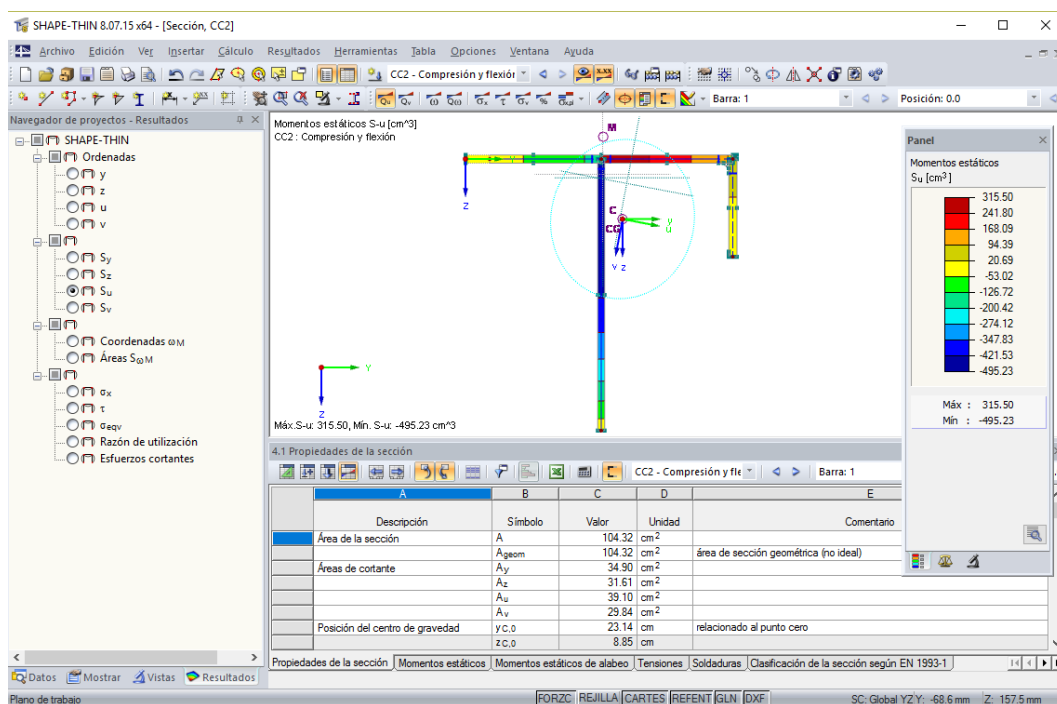


Figura 7.1: Sección con gradiente de momentos estáticos y ejes principales

Ahora, ocultamos de nuevo la numeración de los nudos y los elementos: con un clic de botón secundario del ratón en un espacio vacío de la ventana de trabajo abrimos el menú contextual general (véase la Figura 4.7, página 10), donde desactivamos la entrada *Mostrar numeración*.

Visualizar los valores de la sección eficaz



Con el botón [Partes ineficaces] podemos cambiar entre los valores de la sección de la sección completa (botón "activado") y de la sección eficaz (botón "desactivado"). Si el botón está activo, la **desactivamos**.



Figura 7.2: Botón [Partes ineficaces]

El caso de carga CC2 *Compresión y flexión* fue el último que se definió. SHAPE-THIN visualiza los valores de la sección considerando las partes de fallo disponibles en esta constelación de esfuerzos internos. En el ala izquierda, podemos ver el ancho reducido de la parte de la sección sometida a compresión (véase la Figura 7.3). Los momentos estáticos se reducen en consecuencia.

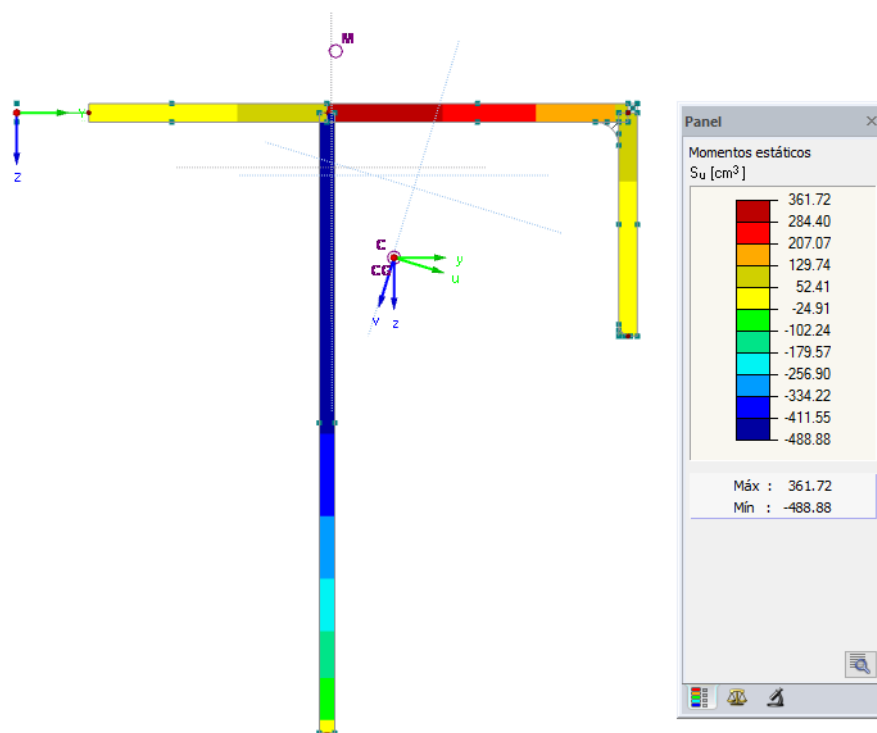
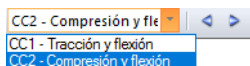


Figura 7.3: Momentos estáticos S_u para el CC2 en la sección eficaz

Seleccionar casos de carga



Cambiamos entre los resultados de los casos de carga con los botones y en la barra de herramientas (a la derecha en la lista de casos de carga) como ya conocemos de la entrada. También es posible usar la lista.

Seleccionar resultados en el navegador



Un nuevo navegador, el cuarto de esta serie, gestiona las categorías de resultados para la presentación gráfica. Tenemos acceso al navegador *Resultados* sólo cuando está activa la visualización de resultados. Es posible visualizar y ocultar los resultados en el navegador *Mostrar*. Podemos usar el botón [Mostrar resultados].

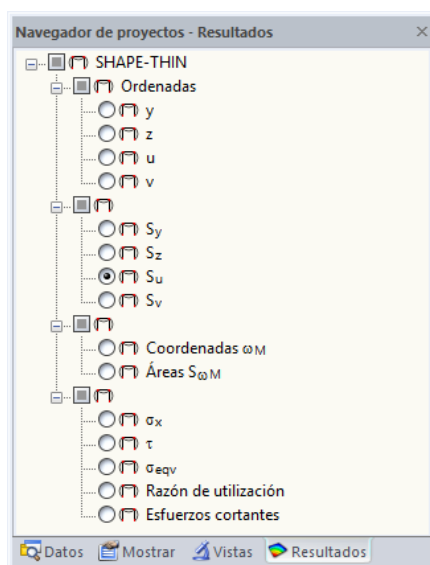


Figura 7.4: Navegador *Resultados*

Con los campos de control podemos establecer las propiedades y tensiones de la sección disponibles en ambos casos de carga para la presentación gráfica.

Tensiones normales

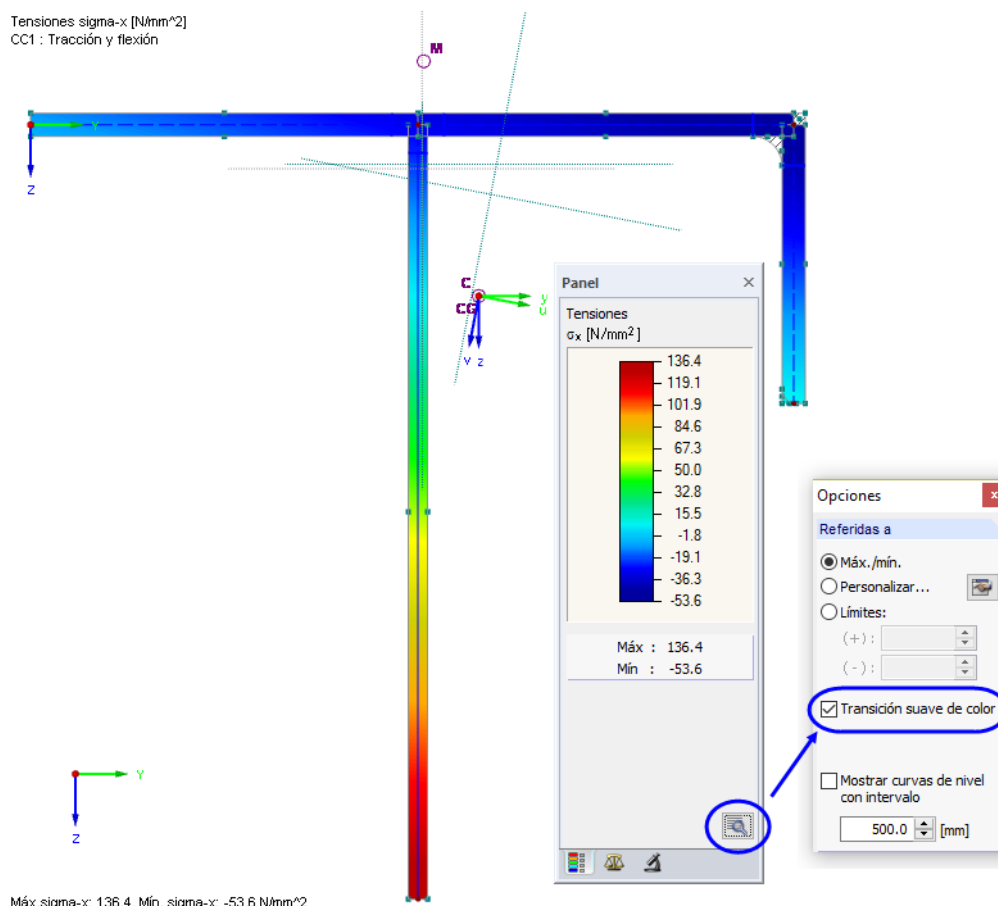


En el navegador *Resultados*, seleccionamos la categoría de resultados **Tensiones** σ_x . También podemos usar el botón que se muestra a la izquierda.

CC1 - Tracción y flexión


En la barra de herramientas, ponemos el caso de carga **CC1**.

Tensiones sigma-x [N/mm²]
CC1 : Tracción y flexión



Máx. sigma-x: 136.4, Mín. sigma-x: -53.6 N/mm²

Figura 7.5: Tensiones normales σ_x con transición suave de color

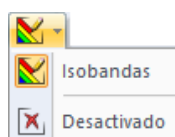
Cuando hacemos clic en el botón  en el panel, se abre otro cuadro de diálogo donde podemos activar la **Transición suave de color** para el gráfico de tensiones.

En la sección del CC1, que está sometida a tracción, todas las partes de la sección son eficaces.

Tensiones tangenciales

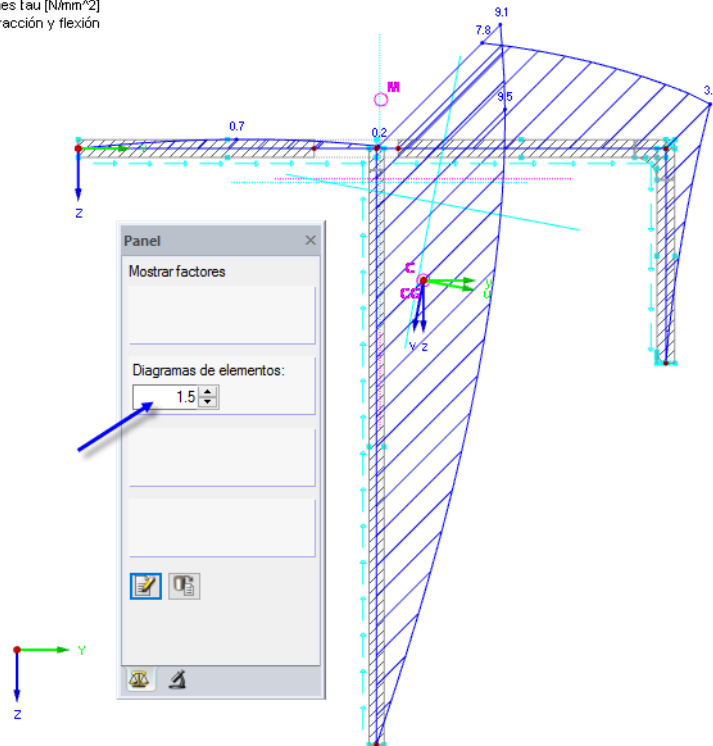


Ajustamos la categoría de resultados **Tensiones** τ en el navegador *Resultados*. También podemos usar el botón que se muestra a la izquierda.



Luego, hacemos clic en el botón lista [Resultados como isobandas] para que el resultado de representación de superficies esté **Desactivado**. Ahora, se visualizan las tensiones tangenciales con un trazado.

Tensiones tau [N/mm²]
CC1 : Tracción y flexión



Máx.tau: 9.5, Mín. tau: 0.0 N/mm²

Figura 7.6: Tensiones tangenciales τ con diagramas ampliados.

En la pestaña del panel *Factores*, podemos usar los botones de número para escalar los *Diagramas de elementos*.

Barra de herramientas

La barra de herramientas *Resultados* ofrece más funciones para evaluar resultados.

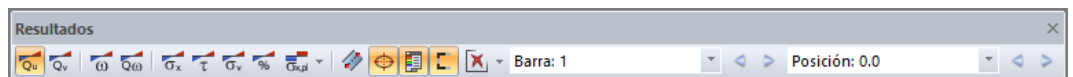


Figura 7.7: Barra de herramientas *Resultados*

Los botones al lado de los símbolos de los diagramas y las tensiones de la sección tienen los siguientes significados:

Botón	Función
	Muestra los espesores o sólo las líneas centrales del elemento
	Visualiza y oculta la elipse de inercia
	Visualiza y oculta el panel de control
	Muestra la sección con o sin anchos eficaces
	Botón lista: muestra los diagramas como isobandas o líneas de dos colores

Tabla 7.1: Botones en la barra de herramientas *Resultados*

7.2 Tablas de resultados

También se disponen de los resultados numéricamente y enumerados en tablas.



Las tablas de resultados se ajustan automáticamente después del cálculo. La tabla 4.1 *Propiedades de la sección* enumera diversos parámetros de la sección. Dependen del caso de carga, ya que se consideran los anchos eficaces.

4.1 Propiedades de la sección				
CC1 - Tracción y flexión				
Barra: 1				
A	B	C	D	E
Descripción	Símbolo	Valor	Unidad	Comentario
Área de la sección	A	104.32	cm ²	
	A _{geom}	104.32	cm ²	área de sección geométrica (no ideal)
Áreas de cortante	A _y	34.90	cm ²	
	A _z	31.61	cm ²	
	A _u	39.10	cm ²	
	A _v	29.84	cm ²	
Posición del centro de gravedad	y _{C,0}	23.14	cm	relacionado al punto cero
	z _{C,0}	8.85	cm	
Momentos de inercia	I _y	14347.38	cm ⁴	respecto a los ejes neutros y, z
	I _z	11728.50	cm ⁴	
	I _{yz}	-515.05	cm ⁴	
Inclinación de los ejes principales	α	10.74	°	sentido de las agujas del reloj
Momentos principales de inercia	I _u	14445.04	cm ⁴	respecto a los ejes u, v principales en C
	I _v	11630.84	cm ⁴	
Momentos polares de inercia	I _p	26075.88	cm ⁴	
	I _{p,M}	42208.93	cm ⁴	respecto al centro de cortante M
Radio de giro	i _y	11.73	cm	relativo al centro de gravedad C
	i _z	10.60	cm	
	i _{yz}	2.22	cm	
Radio de giro principales	i _u	11.77	cm	respecto a los ejes u, v principales en C
	i _v	10.56	cm	
Radio polar de giro	i _p	15.81	cm	
	i _{p,M}	20.11	cm	respecto al centro de cortante M
Radio de giro de alabeo	i _{ω,M}	2.48	cm	
Módulo de torsión	I _t	43.78	cm ⁴	calculado analíticamente
Módulo de torsión secundario	I _{t,s}	2466.74	cm ⁴	
Posición del centro de cortante	y _{M,0}	20.30	cm	relacionado al punto cero
	z _{M,0}	-3.28	cm	
	y _M	-2.84	cm	relativo al centro de gravedad C
	z _M	-12.13	cm	
Constantes de alabeo	I _{ω,C}	2.148E+06	cm ⁶	relativo al centro de gravedad C
	I _{ω,M}	259807.83	cm ⁶	respecto al centro de cortante M
Valor auxiliar para el giro de alabeo	r _{ω,M}	-0.405		
Módulos resistentes	W _{u,máx}	461.68	cm ³	
	W _{u,mín}	-1163.05	cm ³	en la distancia -124.2 mm
	W _{v,máx}	660.97	cm ³	en la distancia 176.0 mm
	W _{v,mín}	-474.78	cm ³	en la distancia -245.0 mm
	W _{y,máx}	460.52	cm ³	en la distancia 311.5 mm
	W _{y,mín}	-1519.01	cm ³	en la distancia -94.5 mm
	W _{z,máx}	695.77	cm ³	en la distancia 168.6 mm
	W _{z,mín}	-506.78	cm ³	en la distancia -231.4 mm
Módulos resistentes de alabeo	W _{ω,M,máx}	3509.49	cm ⁴	en el nudo 4
	W _{ω,M,mín}	-1292.47	cm ⁴	en el nudo 5
Módulo resistente torsor	W _t	36.48	cm ³	
Parámetros de estabilidad	r _u	9.76	cm	
	r _v	-0.47	cm	
	r _{M,u}	9.49	cm	
	r _{M,v}	32.55	cm	
Factor de reducción	λ _M	0.01	1/cm	
Momentos flectores plásticos máx.	M _{pl,y,d}	323.494	kNm	
	M _{pl,z,d}	289.767	kNm	

Figura 7.8: Tabla 4.1 *Propiedades de la sección*

Podemos ir a las otras tablas de resultados haciendo clic en las pestañas de la tabla.

Numéricamente se visualizan momentos estáticos, momentos estáticos de alabeo y tensiones, cada uno en los nudos inicial y final, así como en los centros de los elementos.

Filtrar tensiones



Ajustamos la tabla 4.5 *Tensiones*. Con el botón de tabla [Filtro de resultados] podemos conformar las filas de resultados en un cuadro de diálogo independiente.

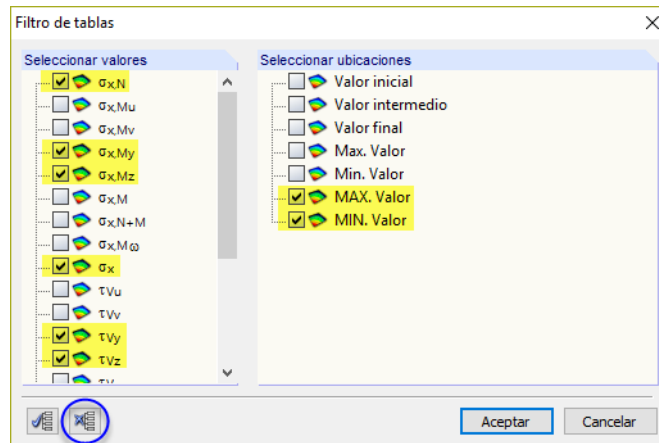





Figura 7.9: Cuadro de diálogo *Filtro de tablas*

Haciendo clic en el botón  quitamos todas las marcas de verificación. Luego, seleccionamos algunos tipos de tensiones relevantes (véase la Figura 7.9). Además, deseamos visualizar solamente los valores **MAX** y **MIN**.

Tras hacer clic en [Aceptar], la tabla 4.5 *Tensiones* muestra sólo los valores extremos de los esfuerzos internos seleccionados.

Elemento número	A Nudo Núm.	B Distancia s [mm]	C Símbolo	D Tensiones [N/mm ²] Valor	E Límite	F Razón
Máx./mín. en la sección completa						
1	1	0.0	MAX $\sigma_{x,N}$	3.4	355.0	0.01
1			MIN $\sigma_{x,N}$	3.4	355.0	0.01
2	3	400.0	MAX $\sigma_{x,My}$	129.8	355.0	0.37
1			MIN $\sigma_{x,My}$	-43.8	355.0	0.12
1	1	0.0	MAX $\sigma_{x,Mz}$	30.1	355.0	0.08
4			MIN $\sigma_{x,Mz}$	-21.7	355.0	0.06
2	3	400.0	MAX σ_x	136.4	355.0	0.38
3			MIN σ_x	-53.6	355.0	0.15
3		38.8	MAX τ_{vy}	4.7	205.0	0.01
2			MIN τ_{vy}	-1.4	205.0	0.00
3	2	0.0	MAX τ_{vz}	3.2	205.0	0.01
2			MIN τ_{vz}	-8.4	205.0	0.02

Figura 7.10: Tabla 4.5 *Tensiones* con resultados filtrados

Al igual que en el gráfico, podemos usar los botones  y  para cambiar entre ambos casos de carga.

Comprobar la clasificación

Los detalles de la clasificación se enumeran en la tabla 6.2 *Clasificación de la sección según EN 1993-1*.

6.2 Clasificación de la sección según EN 1993-1

CC1 - Tracción y flexión Barra: 1 Posición: 0.0 mm

Parte c/t número	A Elementos	B Coacción tipo	C Longitud restante [mm] Δ_{inicio} Δ_{fin}	D Anchura c [mm]	E Espesor t [mm]	F Descripción	G Símbolo	H Valor	I Unidad
1	1	Un lado	0.0 13.5	186.5	12.0	Tensión normal	$\sigma_{x, inicio}$	-10.4	N/mm ²
						Tensión normal	$\sigma_{x, fin}$	-30.8	N/mm ²
						Tensión de contorno relativa a f _{y,d}	σ_1	355.0	N/mm ²
						Tensión de contorno relativa a f _{y,d}	σ_2	119.5	N/mm ²
						Razón de tensiones	ψ	0.337	-
						Factor de material dependiente en f _y	ϵ	0.814	-
						Factor de zona de compresión	α	1.000	-
						Razón c/t	c/t	15.542	-
						Proporciones límite	λ_1	7.323	-
							λ_2	8.136	-
							λ_3	11.391	-
						Clase de la parte c/t		4	-
2	2	Un lado	14.5 0.0	385.5	10.0	Tensión normal	$\sigma_{x, inicio}$	-24.4	N/mm ²
						Tensión normal	$\sigma_{x, fin}$	136.4	N/mm ²
						Tensión de contorno relativa a f _{y,d}	σ_1	355.0	N/mm ²
						Tensión de contorno relativa a f _{y,d}	σ_2	-1986.3	N/mm ²
						Razón de tensiones	ψ	-5.595	-
						Factor de material dependiente en f _y	ϵ	0.814	-
						Factor de zona de compresión	α	0.015	-
						Razón c/t	c/t	38.550	-
						Proporciones límite	λ_1	3845.920	-
							λ_2	4273.240	-
							λ_3	83.354	-
						Clase de la parte c/t		1	-

Propiedades de la sección Momentos estáticos Momentos estáticos de alabeo Tensiones Soldaduras Clasificación de la sección según EN 1993-1

Figura 7.11: Tabla 6.2 Clasificación de la sección según EN 1993-1 para el CC1

En la tabla 6.3 Anchos eficaces según EN 1993-1, podemos comprobar los detalles disponibles para la determinación de los anchos eficaces.

6.3 Anchos eficaces según EN 1993-1

CC2 - Compresión y fle Barra: 1 Posición: 0.0 mm

Parte c/t número	A Elementos	B Coacción tipo	C Longitud restante [mm] Δ_{inicio} Δ_{fin}	D Anchura c [mm]	E Espesor t [mm]	F Descripción	G Símbolo	H Valor	I Unidad
1	1	Un lado	0.0 13.5	186.5	12.0	Tensión normal	$\sigma_{x, inicio}$	-46.9	N/mm ²
						Tensión normal	$\sigma_{x, fin}$	-36.7	N/mm ²
						Tensión de contorno relativa a f _{y,d}	σ_1	46.9	N/mm ²
						Tensión de contorno relativa a f _{y,d}	σ_2	36.7	N/mm ²
						Razón de tensiones	ψ	0.781	-
						Factor de pandeo	k_{σ}	0.449	-
						Tensión relativa de Euler	σ_e	785.8	N/mm ²
						Tensión de compresión máx.	σ	46.9	N/mm ²
						Esbeltez de placa	$\lambda_{p, \sigma}$	1.004	-
						Factor de reducción	ρ	0.809	-
						Anchura eficaz	b_{eff}	151.0	mm
						Anchura eficaz	b_{e1}	0.0	mm
2	2	Un lado	14.5 0.0	385.5	10.0	Tensión normal	$\sigma_{x, inicio}$	-30.4	N/mm ²
						Tensión normal	$\sigma_{x, fin}$	78.4	N/mm ²
						Tensión de contorno relativa a f _{y,d}	σ_1	30.4	N/mm ²
						Tensión de contorno relativa a f _{y,d}	σ_2	-78.4	N/mm ²
						Razón de tensiones	ψ	-2.574	-
						Factor de pandeo	k_{σ}	23.800	-
						Tensión relativa de Euler	σ_e	127.7	N/mm ²
						Tensión de compresión máx.	σ	30.4	N/mm ²
						Esbeltez de placa	$\lambda_{p, \sigma}$	0.342	-
						Factor de reducción	ρ	1.000	-

Momentos estáticos Momentos estáticos de alabeo Tensiones Soldaduras Clasificación de la sección según EN 1993-1 Anchos eficaces según EN 1993-1

Figura 7.12: Tabla 6.3 Anchos eficaces según EN 1993-1 para el CC2

7.3 Vista de ventanas múltiples

Los diagramas y tensiones de la sección se pueden visualizar uno al lado del otro en diferentes ventanas. Para acceder a esta función, hacemos clic en el menú

Resultados → Organizar ventanas de resultados.

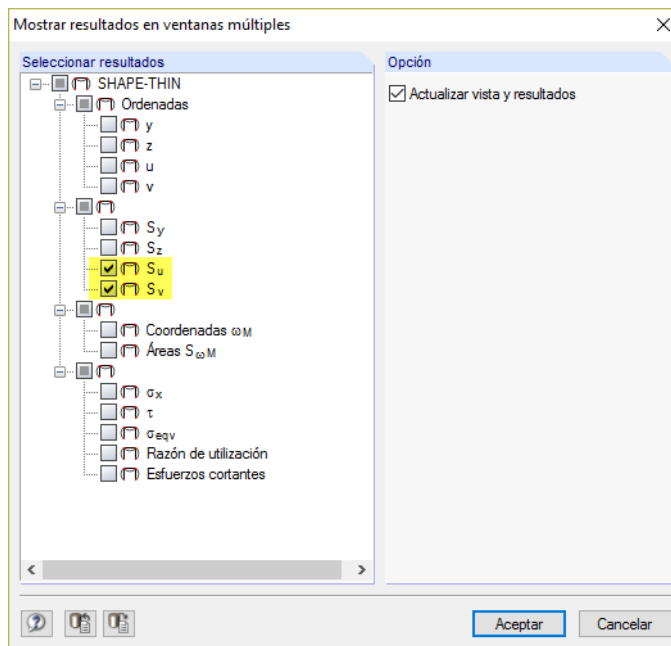


Figura 7.13: Cuadro de diálogo *Mostrar resultados en ventanas múltiples*

En el cuadro de diálogo *Mostrar resultados en ventanas múltiples*, marcamos las casillas de verificación seleccionando sólo los momentos estáticos S_u y S_v .

Tras [Aceptar] vemos como se visualizan en ventanas ambos diagramas de la sección uno al lado del otro.

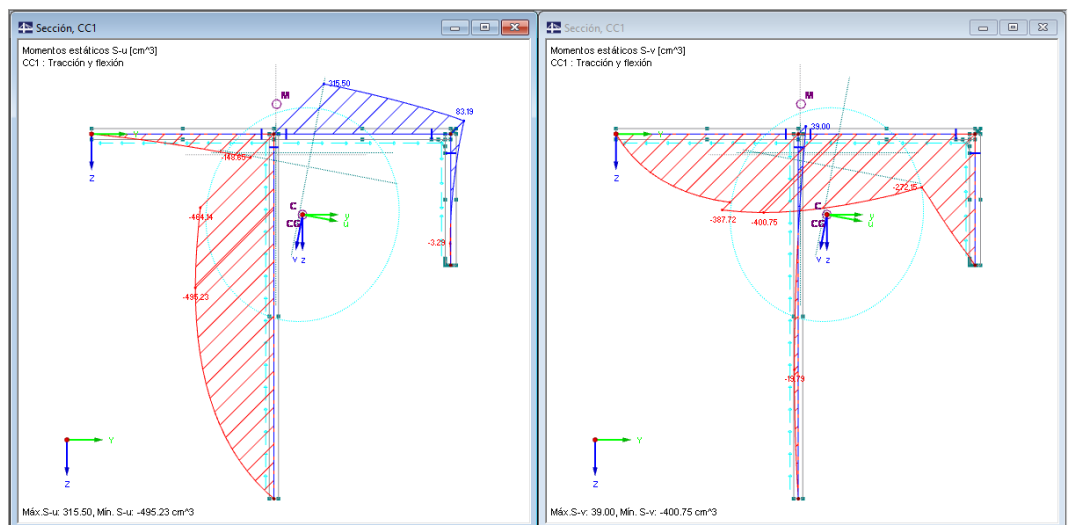


Figura 7.14: Momentos estáticos S_u y S_v sin partes ineficaces

8 Documentación

8.1 Crear el informe

SHAPE-THIN ofrece una vista previa de impresión para la documentación que se denomina *informe*. En la documentación podemos definir los datos de entrada y resultados que aparecen en el informe. Además, es posible agregar gráficos, descripciones y escaneos.



Iniciamos el informe con el botón [Informe actual]. Lo encontramos en la barra de herramientas a la derecha del botón de impresora.

Se abre un cuadro de diálogo, donde podemos escoger una *Plantilla* para el nuevo informe.

Figura 8.1: Cuadro de diálogo *Nuevo informe*

Aceptamos la plantilla *1 - Datos de entrada y resultados reducidos* y creamos la vista previa de impresión al [Aceptar].

Estudio de Ingeniería
Calle 12, 34567 Ciudad
www.estudiogenera.com

Proyecto: Ejemplos Modelo: Sección
Modelo ejemplo Ejemplo del material

Página: 1/15
Hoja: 1
Fecha: 06/03/2017

MODELO

1.1 NUDOS

Nudo num.	Sistema de coordenadas	Nudo de referenc.	Coordenadas del nudo			u [mm]	v [mm]	Comentario
			X [mm]	Y [mm]	Z [mm]			
1	Cartesiano	-	0.0	0.0	-240.1	-43.9		
2	Cartesiano	-	200.0	0.0	-48.6	-31.1		
3	Cartesiano	-	200.0	400.0	0.0	21.9		
4	Cartesiano	-	394.0	0.0	144.0	-117.3		
5	Cartesiano	-	394.0	144.0	110.0	24.2		

1.2 MATERIALES

Material num.	Descripción del material	Módulo de elasticidad E [N/mm²]	Módulo de corte G [N/mm²]	Peso específico γ [N/mm³]	Coefficiente de expansión térmica α [1/°C]
1	A4-70 S355 EN 10025-2	210000.0	80769.2	78.50	1.00

1.2.1 MATERIALES - TENSION LÍMITE

Material num.	Descripción del material	Espesor del elemento [mm]	Límite elástico f _y [N/mm²]	Tensión de fluencia f _{yk} [N/mm²]	Tensión de ruptura f _{tk} [N/mm²]	Tensión de ruptura f _{tk} [N/mm²]
1	A4-70 S355 EN 10025-2	10.0	355.0	355.0	355.0	355.0
		40.0	355.0	355.0	355.0	355.0
		60.0	355.0	355.0	355.0	355.0
		80.0	355.0	355.0	355.0	355.0
		100.0	355.0	355.0	355.0	355.0
		120.0	355.0	355.0	355.0	355.0
		140.0	355.0	355.0	355.0	355.0
		160.0	355.0	355.0	355.0	355.0
		180.0	355.0	355.0	355.0	355.0
		200.0	355.0	355.0	355.0	355.0
		220.0	355.0	355.0	355.0	355.0
		240.0	355.0	355.0	355.0	355.0
		260.0	355.0	355.0	355.0	355.0
		280.0	355.0	355.0	355.0	355.0
		300.0	355.0	355.0	355.0	355.0
		320.0	355.0	355.0	355.0	355.0
		340.0	355.0	355.0	355.0	355.0
		360.0	355.0	355.0	355.0	355.0
		380.0	355.0	355.0	355.0	355.0
		400.0	355.0	355.0	355.0	355.0

1.4 ELEMENTOS

Element num.	Material num.	Espe- sor [mm]	Longi- tud [mm]	Comentario
1	Polilínea	1.2	120	200.0
2	Polilínea	2.3	100	400.0
3	Polilínea	2.5	120	194.0
4	Polilínea	5.6	120	144.0

1.5 ELEMENTOS PUNTUALES

Element num.	Estado	Tipología	Material num.	Posición	Separación	Giro	Área
				X [mm]	Y [mm]	α [°]	A [mm²]
1	Interior	Rectángulo	1	200.0	0.0	0.0	80.0
2	Interior	Rectángulo	1	200.0	400.0	0.0	80.0
3	Exterior	Rectángulo	1	394.0	0.0	0.0	80.0
4	Exterior	Rectángulo	1	394.0	144.0	0.0	80.0

1.6 SOLDADURAS

Soldadura num.	Tipología	Espe- sor [mm]	Posición	Giro	Ángulo de giro	Comentario
			X [mm]	Y [mm]	α [°]	
1	Empalmado	6.0	200.0	0.0	0.0	
2	Empalmado	6.0	394.0	0.0	0.0	

MODELO | CARGAS

Páginas: 13 Página: 1

Figura 8.2: Vista previa de impresión en el informe

8.2 Ajustar el informe

A la izquierda, vemos que el navegador enumera los capítulos seleccionados. Cuando hacemos clic en una entrada del navegador, a la derecha se visualiza el contenido del capítulo correspondiente.

Es posible ajustar por separado los contenidos establecidos como predeterminados. Para nuestro ejemplo, cambiamos la salida de los valores de la sección: hacemos clic con el botón secundario del ratón sobre el capítulo *Resultados - Casos de carga, combinaciones de carga* y seleccionamos *Selección* en el menú contextual.

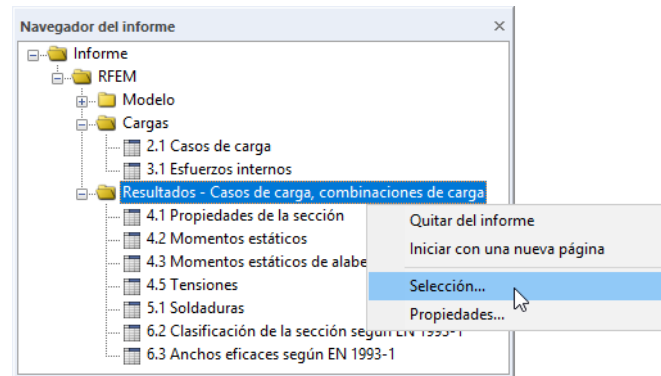


Figura 8.3: Menú contextual *Resultados - Casos de carga, combinaciones de carga*

En el cuadro de diálogo *Selección del informe*, pestaña *Resultados de CC/CO*, quitamos las marcas de verificación de las tablas **4.2 Momentos estáticos** y **4.3 Momentos estáticos de alabeo**.

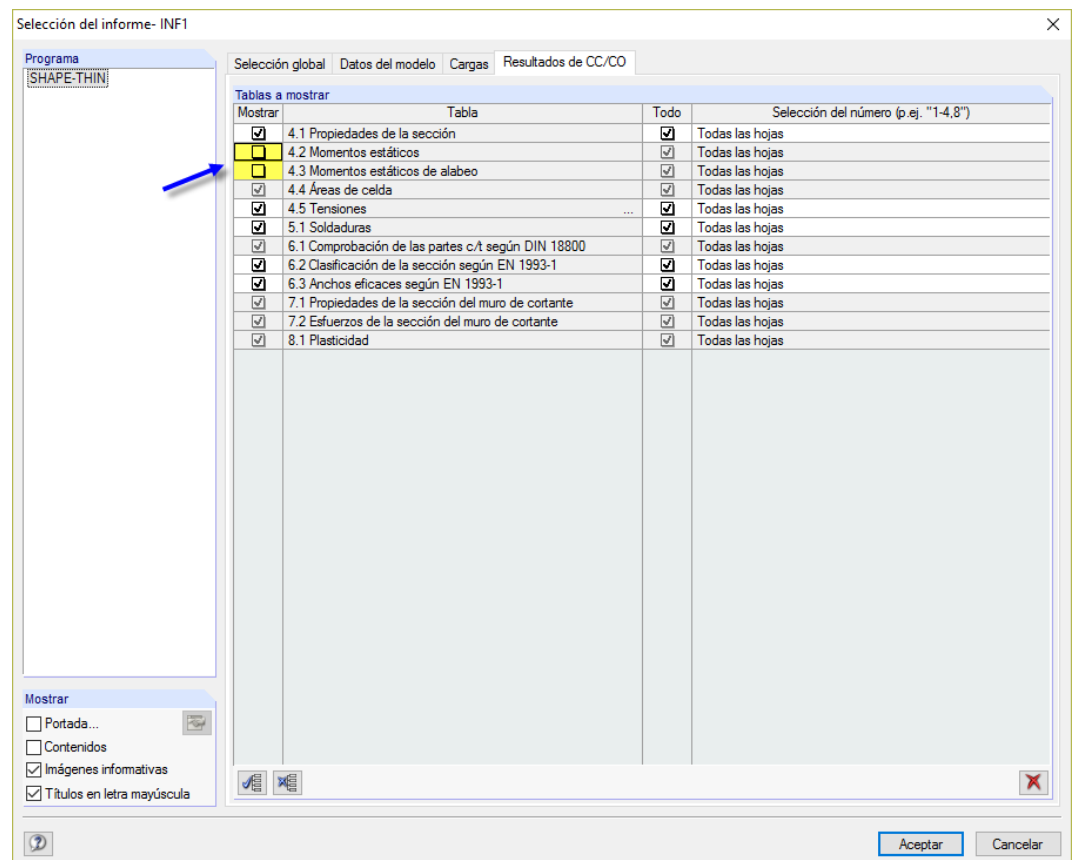


Figura 8.4: Desactivar momentos estáticos de alabeo y estáticos usando la *Selección del informe*

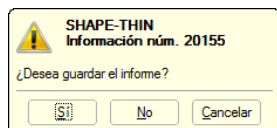
Después de que hayamos confirmado el cuadro de diálogo, se ajusta en consecuencia la vista previa de impresión.

Es posible mover los capítulos en el navegador a otra posición usando la función arrastrar y soltar del ratón. Para eliminar un capítulo, podemos usar el menú contextual (véase la Figura 8.3) o la tecla [Suprimir].

8.3 Imprimir gráficos en el informe

Con frecuencia, los gráficos se integran en el informe ilustrando la documentación.

Imprimir momentos estáticos



Cerramos el informe con

Entonces, respondemos a la pregunta para guardar los cambios con un [Sí] y regresamos a la ventana de trabajo de SHAPE-THIN.

Los diagramas de resultados de los momentos estáticos S_u y S_v se fijaron los últimos (véase la Figura 7.13, página 32). Imprimimos estos dos gráficos en el informe seleccionando en el menú

Archivo → **Imprimir gráfico**



o usando el botón correspondiente en la barra de herramientas.

En el cuadro de diálogo *Informe gráfico*, ajustamos los requisitos de impresión como se muestra en la Figura 8.5. Además, introducimos **Momentos estáticos** como *Encabezado de imagen gráfica*.

Al imprimir varias ventanas, podemos ajustar la *Disposición de ventanas* con el botón . Definimos la opción **3)** para imprimir los dos gráficos uno debajo del otro.

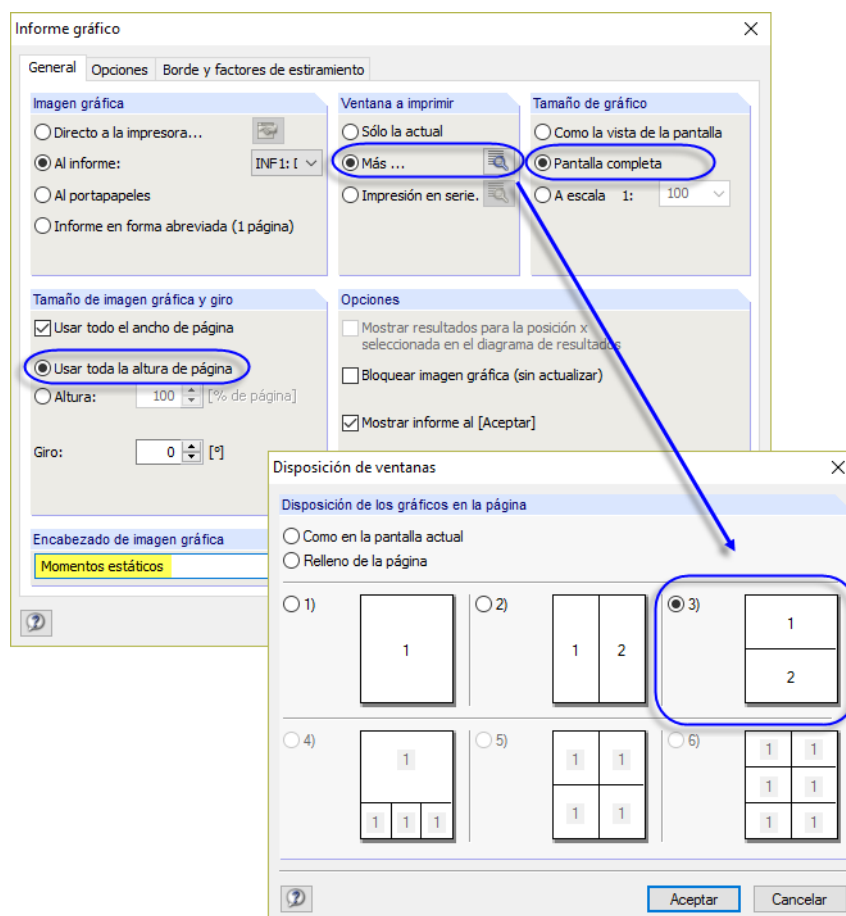


Figura 8.5: Cuadros de diálogo *Informe gráfico* y *Disposición de ventanas*

No modificamos la configuración predeterminada de las otras pestañas.

Finalmente, imprimimos ambos diagramas de momentos estáticos en el informe al [Aceptar]. Los gráficos se ubican al final del capítulo *Resultados - Casos de carga, combinaciones de carga*.

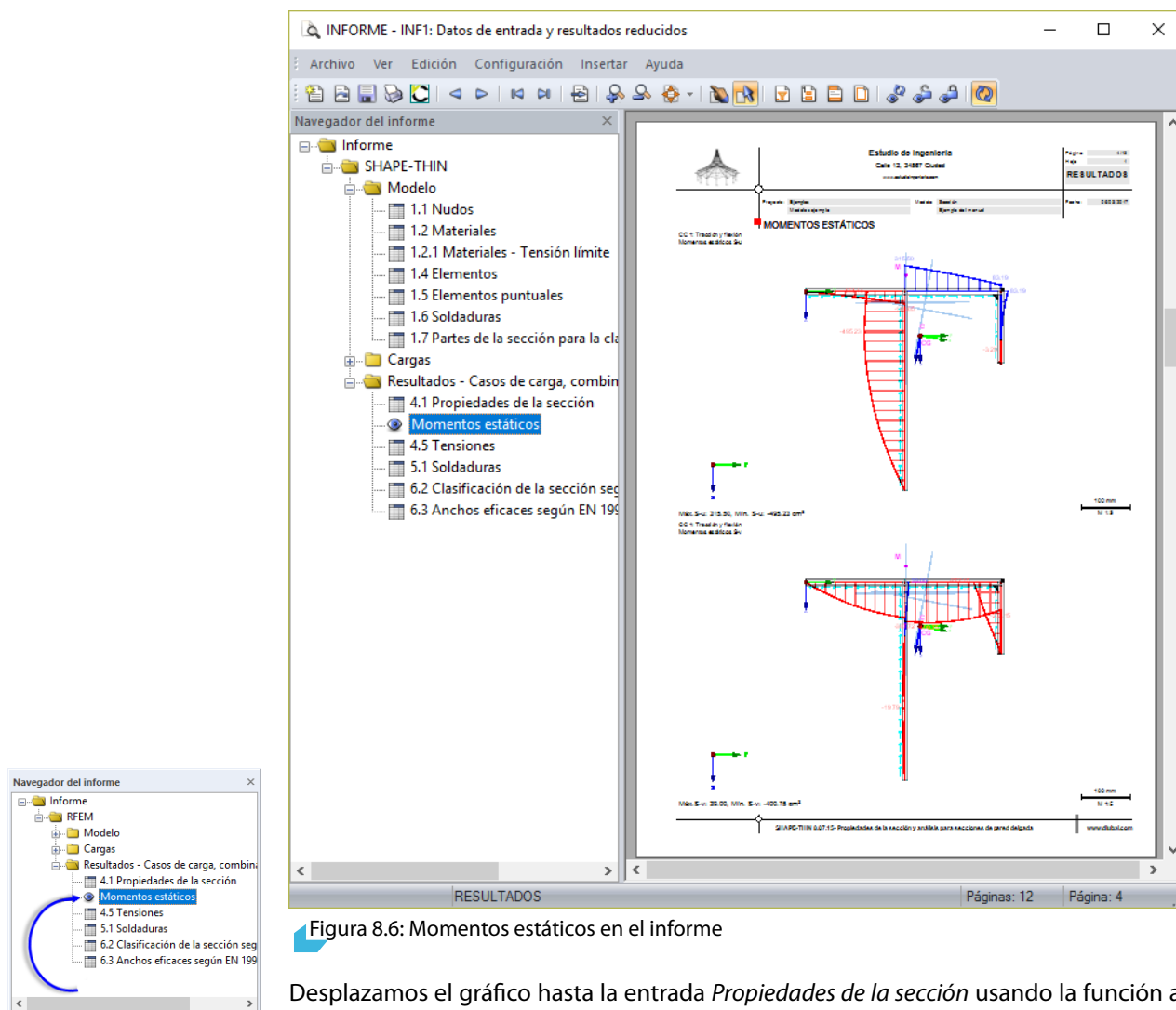


Figura 8.6: Momentos estáticos en el informe

Desplazamos el gráfico hasta la entrada *Propiedades de la sección* usando la función arrastrar y soltar (mantenga presionado el botón primario del ratón).

Imprimir tensiones equivalentes

Cerramos el informe y guardamos las modificaciones.

Ahora cerramos una de las ventanas en la ventana de trabajo de SHAPE-THIN con . Si aparece una pregunta para guardar los datos, la confirmamos con un [Sí].

Maximizamos la ventana restante con .

Luego, ponemos la vista de relleno de ventana y mostramos el modelo completo con el botón o la tecla de función [F8].

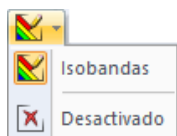


Ahora visualizamos las **tensiones equivalentes** σ_v del caso de carga **CC2**. Además, nos aseguramos que el botón de visualización de las *Partes ineficaces* esté **desactivado**.

Después, seleccionamos las [Isobandas] de nuevo para una representación en color de las tensiones.

Hacemos clic en el botón para abrir de nuevo el cuadro de diálogo *Informe gráfico* (véase la Figura 8.7).

Ahora, ponemos la *Altura* de la imagen gráfica al **50 %** para la impresora. De este modo, el gráfico usará exactamente la mitad de la página en el informe. Deseamos que el gráfico esté *A escala 1:5*.



Tensiones sigma- σ_{eqv} [N/mm²]
CC2: Compresión y flexión

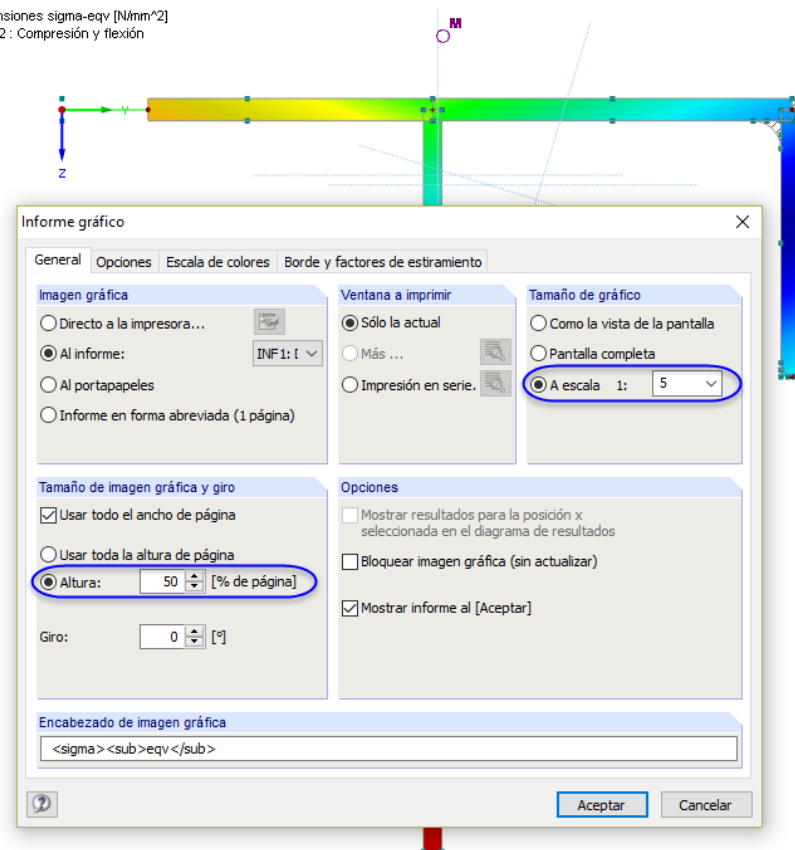


Figura 8.7: Imprimir las tensiones equivalentes

Hacemos clic en [Aceptar]. El gráfico se imprime en el informe, donde se posiciona al final del capítulo *Resultados - Casos de carga, combinaciones de carga*. Lo desplazamos hasta la entrada *Tensiones*.

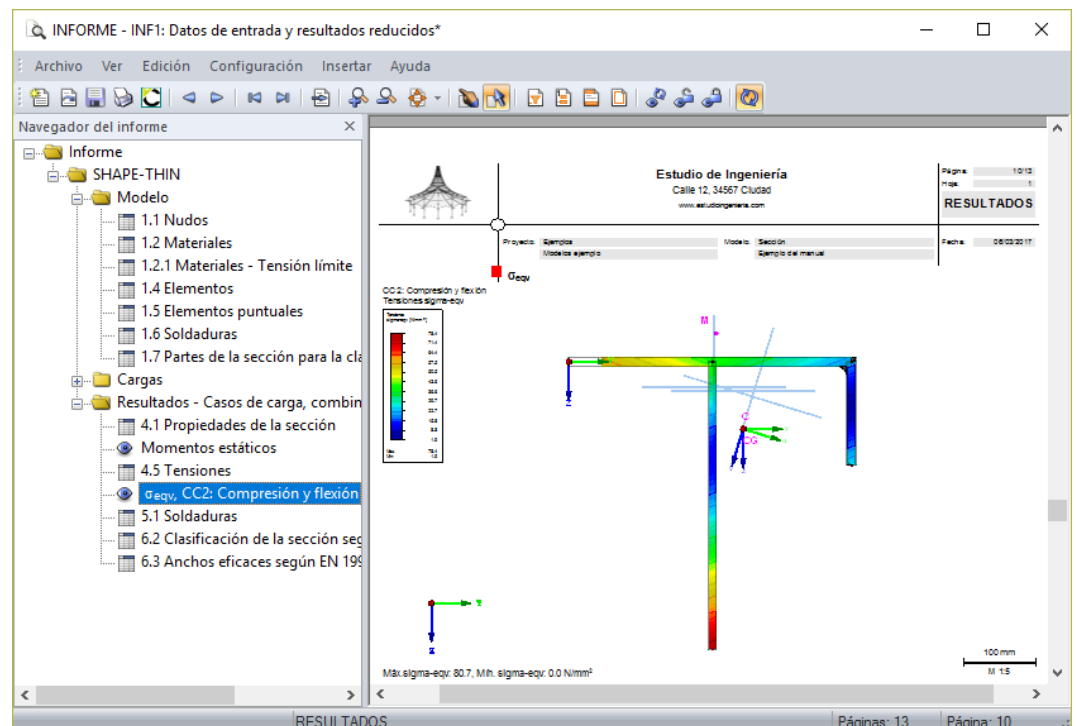
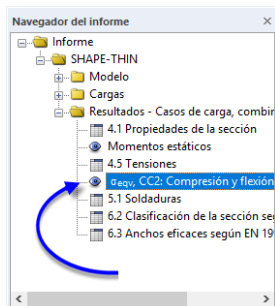


Figura 8.8: Gráfico de tensiones equivalentes en el informe

Imprimir el informe



Ya podemos enviar el informe a la impresora usando el botón [Imprimir].

La impresora de PDF integrada hace posible la impresión de datos del informe en un archivo PDF. Usamos esta función y seleccionamos en el menú del informe

Archivo → Exportar a PDF.

Se abre el cuadro de diálogo de Windows *Guardar como*, donde especificamos la ubicación de almacenamiento y el nombre de archivo.

Guardar

Hacemos clic en [Guardar], y luego se crea un archivo PDF con marcadores que facilitan la navegación en el documento digital.

Sección.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Archivo Edición Ver Ventana Ayuda

Inicio Herramientas Sección.pdf x Iniciar sesión

Marcadores

- Informe
 - SHAPE-THIN
 - Modelo
 - Cargas
 - Resultados - Casos de carga, combinaciones de carga
 - 4.1 Propiedades de la sección
 - Momentos estáticos
 - 4.5 Tensiones
 - sigma-eqv
 - 5.1 Soldaduras
 - 6.2 Clasificación de la sección según EN 1993-1
 - 6.3 Anchos eficaces según EN 1993-1

Estudio de Ingeniería
Calle 12, 34567 Ciudad
www.estudiogeneria.com

Proyecto: Ejercicio Modelo: Sección Fecha: 06/05/2017
Modulo ejemplo Ejemplo de manual

1.1 NUDOS

Nudo num.	Sistema de coordenadas	Nudo de referenc.	X [mm]	Z [mm]	u [mm]	v [mm]	Comentario
1	Cartesiano	-	0.0	0.0	-343.1	-40.9	
2	Cartesiano	-	200.0	0.0	-68.6	-40.1	
3	Cartesiano	-	200.0	400.0	27.9	311.9	
4	Cartesiano	-	384.0	0.0	-112.5	-40.1	
5	Cartesiano	-	384.0	144.0	170.8	29.2	

1.2 MATERIALES

Material num.	Descripción del material	Módulo de elasticidad E [N/mm²]	Módulo de corte G [N/mm²]	Peso específico γ [kN/m³]	Coefficiente de dilatación α [1/°C]
1	Aceero S 355 EN 10025-1-2008-08	210000.0	80769.2	78.50	1.05

1.2.1 MATERIALES - TENSION LÍMITE

Material num.	Descripción del material	Tensión del elemento [N/mm²]		Tensión límite [N/mm²]	
		Desda	Heada	σ _{yk}	σ _{tk}
1	Aceero S 355 EN 10025-1-2008-08	0.0	40.0	205.0	235.0
		40.0	80.0	215.0	241.1
		80.0	160.0	215.0	241.1
		120.0	180.0	198.0	198.0
		160.0	200.0	198.0	198.0

1.4 ELEMENTOS

Elemento num.	Tipos	Nudo num.	Material	Exterior [mm]	Longitud [mm]	Comentario
1	Polilinea	1,2	1	12.0	30.0	
2	Polilinea	2,3	1	10.0	400.0	
3	Polilinea	2,5	1	12.0	164.0	
4	Polilinea	5,6	1	12.0	144.0	

1.5 ELEMENTOS PUNTUALES

Elemento num.	Estado	Tipos	Material	Posición Y [mm]	Posición Z [mm]	Separación s [mm]	Giro θ [°]	Área A [mm²]
1	Insertar	Rectángulo	1	307.0	-3.0	6.0	6.0	36.0
2	Insertar	Rectángulo	1	388.0	6.0	15.0	0.0	45.0
3	Cortar	Rectángulo	1	388.0	144.0	7.5	0.0	45.0

1.6 SOLDADURAS

Soldadura num.	Tipos	Exterior [mm]	Posición Y [mm]	Posición Z [mm]	Giro θ [°]	Ángulo del eje α [°]	Comentario
1	Simple	6.0	205.0	6.0	0.0	90.0	
2	Simple	6.0	199.0	6.0	90.0	90.0	

1.7 PARTES DE LA SECCIÓN PARA LA CLASIFICACIÓN SEGÚN EN 1993-1

Parte de la sección num.	Tipos de parte de la sección	Elementos	Clasificación	Inicio Y [mm]	Fin Y [mm]	Longitud total [mm]	Área A _{eff} [mm²]	Área A _{gross} [mm²]	Exterior l [mm]	u _{eff} [mm]	Comentario
1	Recta	1	1	0.0	0.0	1.5	18.5	12.0	18.540		
2	Recta	2	1	14.5	14.5	10.0	388.0	12.0	38.950		
3	Recta	5	1	12.5	21.0	18.5	12.0	13.200			
4	Recta	4	1	21.0	21.0	0.0	123.0	12.0	10.290		

2.1 CASOS DE CARGA

Caso de carga num.	Descripción del caso de carga	Peso	Intensidad	Categoría de acción	Comentario
1	Tensión y flexión	30	Horizontal		

Figura 8.9: Informe como archivo PDF con marcadores

9 Perspectiva

Ya estamos al final de nuestro ejemplo. Esperamos que esta introducción le haya ayudado a encontrar fácilmente el acceso a SHAPE-THIN y haya despertado su curiosidad por las funciones del programa que aún no conoce. Puede encontrar una descripción detallada del programa en el manual de usuario de SHAPE-THIN que puede [descargar](#) en nuestro sitio web.

Puede acceder a la ayuda en línea del programa en el menú **Ayuda** o con [F1], y buscar varias expresiones como se ha visto en el manual. La ayuda en línea se basa en este mismo ejemplo introductorio de SHAPE-THIN.

También puede ponerse en contacto con nuestro soporte técnico y realizar cualquier pregunta por correo electrónico. O echar un vistazo en el sitio de [Preguntas más frecuentes](#) o [DLUBAL blog](#).



Es posible importar la sección de nuestro ejemplo a un modelo de RSTAB o RFEM. También puede usarla para diseños en los módulos adicionales RF-/STEEL o RF-/STEEL EC3.

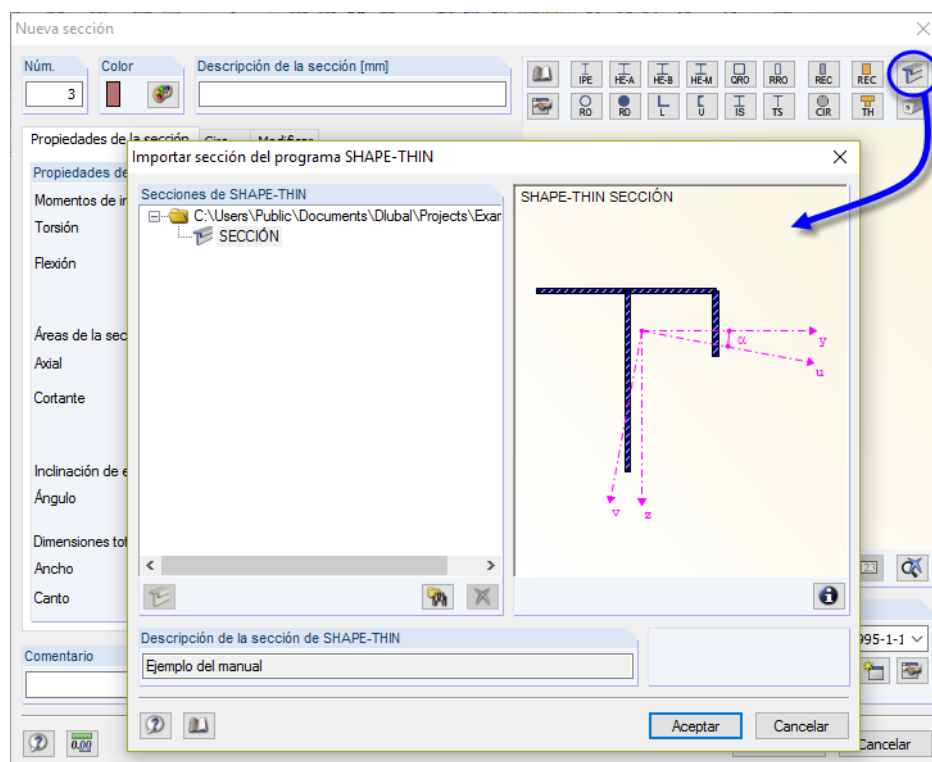


Figura 9.1: Importar la sección de SHAPE-THIN a RSTAB/RFEM