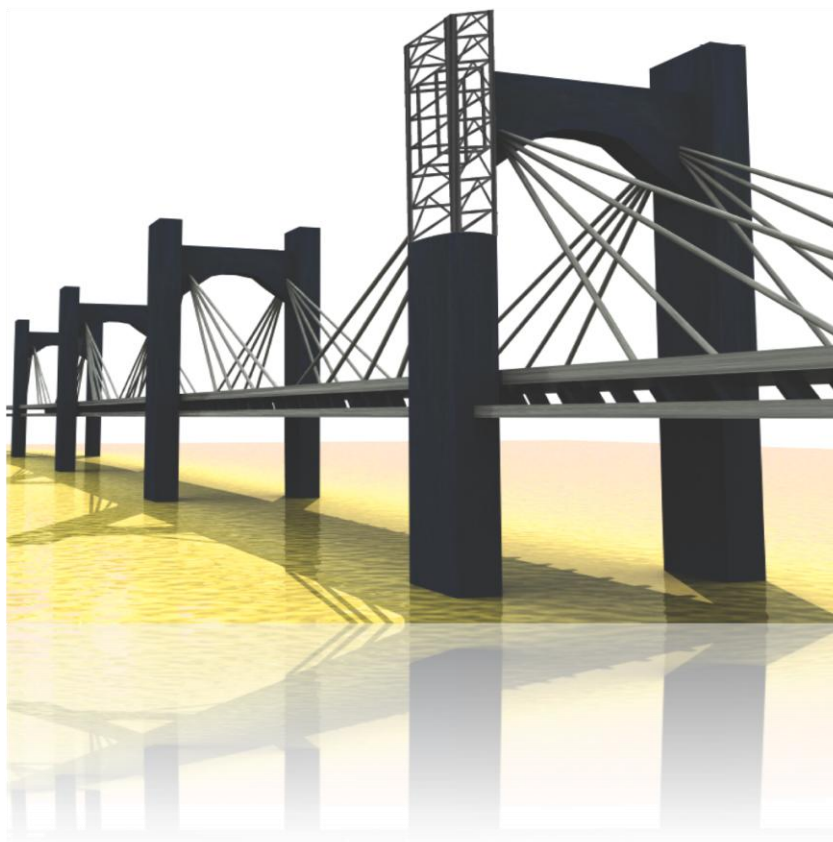




Manual de Usuario



Cómo contactar a Treu Structure[©]



www.treusoft.com
www.treusoft.com/support
www.treusoft.com/downloads
www.treusoft.com/store
www.treusoft.com/community

Página Web
Soporte técnico y FAQ
Descargas
Tienda en línea
Foro



contact@treusoft.com
billing@treusoft.com
support@treusoft.com
sales@treusoft.com

Información general
Facturación y cobranza
Soporte técnico
Ventas



Treu Software
Periférico Sur 5264-6
Pedregal de Carrasco
04700 México D. F.



+52 55 5665-7485 (Teléfono)
+52 55 5665-7484 (Fax)

Treu Structure *Manual de Usuario*

[©]Derechos Reservados 2008

Treu Structure 2006 – 2008 Todos los derechos reservados

Impresión

Noviembre 2007
Marzo 2008

Primera impresión para Treu Software v7
Segunda impresión para Treu Software v8

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	RESEÑA DEL PRODUCTO	1
1.2	GRÁFICAS.....	1
1.3	TREUSOFT.COM.....	2
1.4	REQUERIMIENTOS DE SISTEMA	2
2	CARACTERÍSTICAS	3
3	COMENZANDO UNA SESIÓN DE TREU STRUCTURE®	4
3.1	BARRA DE MENÚES Y BARRA DE HERRAMIENTAS.....	5
3.2	RETÍCULA DEL MODELO.	5
3.3	ÁREA DEL MODELO	5
4	FAMILIARIZÁNDOSE CON LOS COMANDOS	5
4.1	MENÚ DE ARCHIVO	6
4.2	MENÚ DE EDICIÓN.....	7
4.3	MENÚ VER.....	9
4.3.1	<i>Submenú Acercamiento</i>	<i>10</i>
4.3.2	<i>Submenú Opciones.....</i>	<i>10</i>
4.3.3	<i>Submenú Colores.....</i>	<i>11</i>
4.4	MENÚ DE MODELO	12
4.4.1	<i>Carga en Barras.....</i>	<i>13</i>
4.5	MENÚ DE CAPAS	14
4.6	MENÚ DE SELECCIÓN	15
4.7	MENÚ DE ANÁLISIS.....	16
4.7.1	<i>Submenú Diagrama</i>	<i>17</i>
4.8	MENÚ DE AYUDA	18

5	SMART TOOLTIP	19
6	SELECCIÓN.....	20
7	NODOS	22
7.1	GRADOS DE LIBERTAD.....	23
7.2	RESORTES	24
7.3	MASAS.....	25
7.4	FUERZAS CONCENTRADAS EN LOS NODOS	25
7.5	DESPLAZAMIENTOS PRESCRITOS EN LOS NODOS.	25
8	BARRAS	25
8.1	PROPIEDADES DE LAS BARRAS	28
8.2	LIBERANDO LOS EXTREMOS	31
9	CARGAS	31
9.1	CARGA DE PESO PROPIO	31
9.2	CARGA CONCENTRADA EN UNA BARRA	31
9.3	CARGA UNIFORME EN UNA BARRA.....	32
9.4	CARGA DISTRIBUIDA EN UNA BARRA.....	33
9.5	CARGA TRIANGULAR	33
9.6	CARGA DE TEMPERATURA	34
9.7	GRADIENTE DE TEMPERATURA	34
10	COMENZANDO CON UN NUEVO MODELO	35
11	MANEJO DE CAPAS.....	42
12	TIPOS DE ANÁLISIS	49
12.1	ANÁLISIS POR TIPO DE CARGAS.....	49
12.2	ANÁLISIS MODAL	51
12.3	ANÁLISIS CON ESPECTRO DE RESPUESTA.....	52
12.4	ANÁLISIS P-DELTA	53
13	REPORTES.....	54
13.1	NODOS	58
13.2	BARRAS	59
13.3	DESCRIPCIÓN DE LOS SUBREPORTES	61
13.3.1	<i>Casos de carga</i>	<i>61</i>
13.3.2	<i>Cargas de fuerza en nodos</i>	<i>61</i>
13.3.3	<i>Cargas de desplazamiento prescrito</i>	<i>61</i>
13.3.4	<i>Cargas concentradas en barras.....</i>	<i>62</i>
13.3.5	<i>Cargas distribuidas en barras.....</i>	<i>62</i>
13.3.6	<i>Materiales</i>	<i>62</i>

13.3.7	<i>Secciones</i>	62
13.3.8	<i>Desplazamiento en nodos</i>	63
13.3.9	<i>Aceleraciones de nodos</i>	63
13.3.10	<i>Velocidades en nodos</i>	63
13.3.11	<i>Reacciones en la base</i>	64
13.3.12	<i>Elementos mecánicos en barras</i>	64
13.3.13	<i>Masas ensambladas en nodos</i>	64
13.3.14	<i>Participaciones de cargas en nodos</i>	65
13.3.15	<i>Modos de vibrar y participación de masas</i>	65
13.3.16	<i>Participaciones de fuerzas en modos</i>	65
13.3.17	<i>Periodos modales</i>	66
13.3.18	<i>Análisis sísmico dinámico</i>	66
13.3.19	<i>Reacciones en nodos</i>	66
13.3.20	<i>Opciones de diseño</i>	66
13.3.21	<i>Diseño en acero</i>	67
13.3.22	<i>Diseño en acero- detalles axial</i>	67
13.3.23	<i>Diseño en acero- detalles cortante</i>	67
13.3.24	<i>Diseño de Columnas de Concreto</i>	67
13.3.25	<i>Diseño de Vigas de Concreto</i>	68

1 INTRODUCCIÓN

1.1 RESEÑA DEL PRODUCTO

El programa TREU STRUCTURE[®], nombrado así porque en alemán *treu* significa confiable, leal o fiel, desarrollado por TREU SOFTWARE, es un programa especializado para el análisis estructural.

Nuestra solución acelera los procesos del diseño estructural: modelación, análisis y diseño; aumentando la viabilidad de los proyectos de construcción.

TREU STRUCTURE permite modelar estructuras como edificios urbanos e industriales, armaduras planas y espaciales, estructuras reticulares planas y espaciales, casas habitación, etc. Realiza análisis sísmico estático y dinámico y análisis de P-Delta de segundo orden.

TREU STRUCTURE sale al mercado utilizando el elemento barra e incluye diseño de estructuras de concreto reforzado y estructuras metálicas. Además, podrá conocer el estado completo de su proyecto mediante los detallados reportes que nuestra herramienta genera y que puede exportar a los formatos más populares.

Nuestra solución ha sido desarrollada por más de 3 años, tiempo en el cual hemos invertido esfuerzos en investigación. TREU SOFTWARE posee el estado del arte en análisis estructural, como lo demuestra el artículo *“Un nuevo algoritmo para la obtención de modos de vibrar por vectores de Ritz para grandes estructuras espaciales”* por Forsbach Prieto Rafael, Forsbach Valle Rafael y Alcocer Alcérreca Claudio que aparece en las Memorias del XV Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica, México D.F. 2005.

TREU STRUCTURE ofrece soporte y actualización en línea, por lo que siempre contará con una herramienta moderna y poderosa con solo conectarse a nuestra página www.treusoft.com.

1.2 GRÁFICAS

TREU STRUCTURE posee un poderoso motor de gráficos basado en DIRECTX[®] que permite el despliegue ágil de estructuras. Incluye un gran número de funciones tridimensionales de alto nivel para una modelación más sencilla. Con TREU STRUCTURE no perderá ningún detalle de su estructura. ¡En todo momento sabrá qué está ocurriendo con su proyecto!

1.3 TREUSOFT.COM

En nuestro portal podrá descargar TREU STRUCTURE® y sus actualizaciones. Además, con solo visitar www.treusoft.com accederá a contenidos relacionados con el análisis estructural. Podrá descargar información relativa a Normas, Reglamentos, propiedades de materiales, etc. En cualquier momento estará en contacto con el gremio de la ingeniería civil.

1.4 REQUERIMIENTOS DE SISTEMA

Tabla 1 Requisitos de sistema para utilizar TREU STRUCTURE.

	Sistema Operativo	Procesador	Espacio en Disco	RAM
TREU STRUCTURE® para 32 bits	Windows® XP (Service Pack 1 ó 2)	Intel® III a 600 Mhz (recomendable 1Ghz) Intel Celeron	50MB*(Solo TREU STRUCTURE®)	256 MB
	Windows 2000 Professional	Intel Xeon Intel Core AMD Athlon™		256MB
	Windows Vista™	AMD Opteron AMD Sempron		512MB (recomendable 1024MB)

*El espacio requerido en disco puede aumentar hasta 400MB si no cuenta con los prerequisites de instalación.

Se requiere conexión con acceso a internet (Banda ancha recomendada).

Internet Explorer 5.01 o superior.

Ratón o equivalente.

Gráficas

Monitor Súper VGA, 800x600 pixeles de resolución con color de 32 bits (True Color).

Requisitos adicionales

Unidad de CD-ROM o DVD-ROM.

2 CARACTERÍSTICAS

Treu Structure[®] analiza, diseña y despliega los resultados de su estructura usando un modelo que usted definió en la interfaz gráfica. Para ello ponemos a su disposición las siguientes características.

Modelación ágil y avanzada.

- Asistentes paso-a-paso.
- Snap* dinámico predictivo.
- Retícula de edición del modelo.
- Smart Tooltip activo.
- Edición gráfica interactiva del modelo.
- Exportación e Importación de archivos DXF.

Visualización poderosa en tiempo real.

- Motor gráfico basado en DirectX[®].
- Visualización con volumen.
- Visualización de resultados de forma gráfica.
- Generación de reportes en formato PDF, DOC y XLS.

Análisis por elementos finitos.

- Análisis estático.
- Análisis dinámico.
- Análisis modal espectral.
- Análisis P-Delta.

Cargas.

- Carga puntual en nodos y barras.
- Desplazamientos prescritos en nodos.
- Cargas distribuidas en barras.
- Cargas de temperatura.


Capas.

- Visualización de vigas y nodos por capa.

Diseño.

- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.
- UBC-97, AISC-ASD, AISC-LRFD y ACI.

3 COMENZANDO UNA SESIÓN DE TREU STRUCTURE®

Para comenzar una sesión dé doble clic sobre el acceso directo de TREU STRUCTURE que aparece en su escritorio . Adicionalmente, existe otra forma de comenzar una sesión; desde el botón de inicio de Windows: **Programas>Treu Software>Treu Structure**.

Cuando comience TREU STRUCTURE, aparecerá la interfaz gráfica y lucirá de forma similar a la Figura 1. El espacio de trabajo se compone de 3 secciones principales: las barras de herramientas, el área de modelado y la retícula de edición del modelo que a continuación se describen.

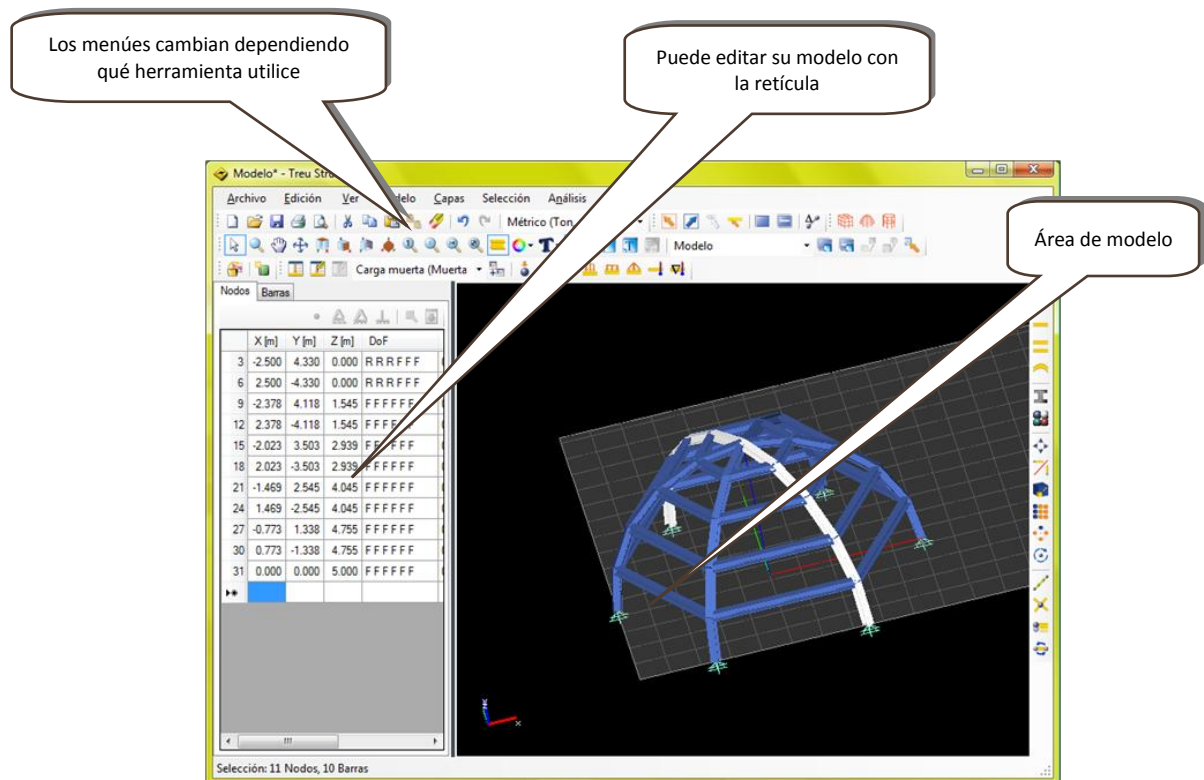


Figura 1 Área de trabajo de TREU STRUCTURE. La ventana principal puede ser movida, maximizada minimizada o cerrada utilizando las operaciones estándar de Windows. La barra de título de la ventana presenta el nombre del modelo y el del programa.

3.1 BARRA DE MENÚES Y BARRA DE HERRAMIENTAS

La **barra de menús** y la **barra de herramientas** son los sitios donde se encuentra la mayoría de los comandos. Después de analizar una estructura aparecerá una nueva barra de herramientas de resultados, desde donde se podrán ver las deformaciones de los diferentes casos de carga, animar los modos de vibrar (si se realizó análisis dinámico) y ver los esfuerzos de la estructura.

3.2 RETÍCULA DEL MODELO.

La retícula de **Nodos y Barras** presenta una interfaz alterna para la entrada y edición de la información del modelo. Aquí se pueden editar las diferentes propiedades de forma individual o copiar una propiedad en todos los elementos seleccionados con un solo clic.

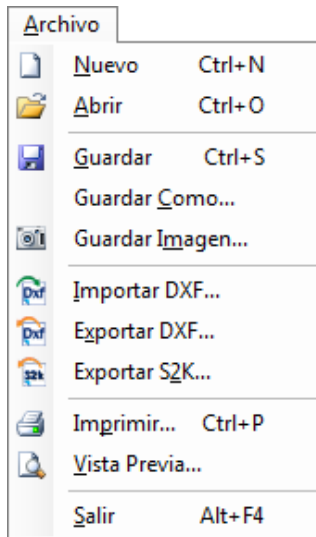
3.3 ÁREA DEL MODELO

El **Área de Modelo** es donde se visualizará el modelo y sus resultados de forma gráfica e interactiva. Cuenta con herramientas de *Snap* inteligente, opciones de visualización y de presentación de información (Smart Tooltip).

4 FAMILIARIZÁNDOSE CON LOS COMANDOS

TREU STRUCTURE[®] posee más de 100 comandos que le facilitarán la manera de modelar, analizar y diseñar su estructura. La mayoría de ellos los podrá encontrar directamente en la barra de herramientas. Sin embargo, algunos comandos no poseen un botón, por lo que tendrá que acceder a ellos a través de la barra de menús. A continuación le presentamos una descripción detallada de estos.

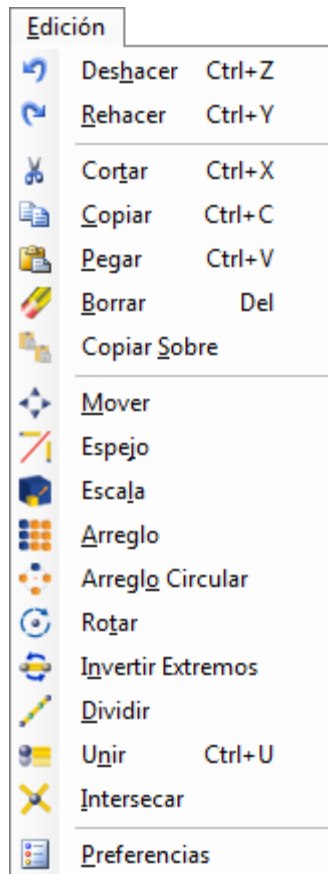
4.1 MENÚ DE ARCHIVO











Comando	Descripción	Método abreviado	Ícono
Nuevo	Crea un archivo nuevo vacío	Ctrl + N	
Abrir	Abre un archivo guardado	Ctrl + O	
Guardar	Guarda el modelo en un archivo	Ctrl + S	
Guardar Como...	Guarda el modelo en un archivo con otro nombre		
Guardar Imagen...	Guarda una imagen con la vista actual usando fondo blanco		
Importar DXF...	Importa archivos <i>Drawing Exchange Format</i>		
Exportar DXF...	Exporta archivos <i>Drawing Exchange Format</i>		
Exportar S2K...	Exporta el modelo a un archivo con formato S2K*		
Imprimir...	Imprime el modelo con la vista actual	Ctrl + P	
Vista Previa...	Presenta el modelo "Como se imprimiría"		
Salir	Salir del programa	Alt + F4	

*esta operación requiere conexión a internet y puede generar algún costo.

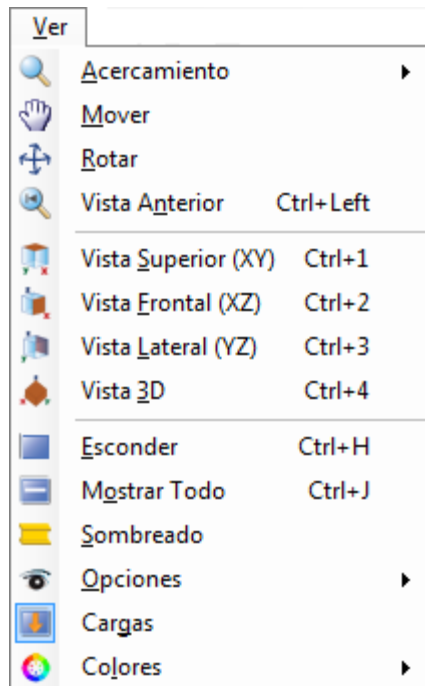
4.2 MENÚ DE EDICIÓN



Comando	Descripción	Método abreviado	Ícono
Deshacer	Deshace los cambios al modelo realizados por el último comando ejecutado	Ctrl + Z	
Rehacer	Rehace los cambios deshechos por la última ejecución de Deshacer	Ctrl + Y	
Cortar	Copia los elementos seleccionados al <i>clipboard</i> y los borra del modelo. Pide un pivote que actúa como origen del sistema de coordenadas de los elementos copiados	Ctrl + X	
Copiar	Copia los elementos seleccionados al <i>clipboard</i> . Pide un pivote que actúa como origen del sistema de coordenadas de los elementos copiados	Ctrl + C	
Pegar	Pega los elementos copiados al <i>clipboard</i> en un punto seleccionado por el usuario	Ctrl + V	
Borrar	Borra del modelo los elementos seleccionados	Del	
Copiar Sobre	Copia los elementos seleccionados y los pega en cada punto seleccionado hasta que se termina el comando con ESC		
Mover	Mueve los elementos seleccionados del punto dado a la posición seleccionada		
Espejo	Copia los elementos seleccionados con la posición invertida con respecto a un plano dado por el usuario mediante 3 puntos		
Escala	Cambia el tamaño de los elementos seleccionados moviendo los nodos a partir de un punto pivote y un factor de escala		

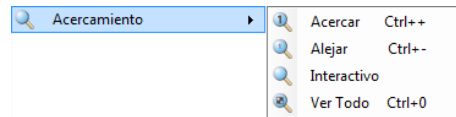
Comando	Descripción	Método abreviado	Ícono
Arreglo	Hace N copias de los elementos seleccionados en la dirección dada		
Arreglo Circular	Hace N copias de los elementos seleccionados alrededor de un punto y con la separación angular dada		
Rotar	Mueve los elementos seleccionados alrededor de un punto y con la separación angular dada.		
Invertir Extremos	Invierte los nodos I y J de las barras seleccionadas		
Dividir	Fragmenta una barra en varios elementos de la misma longitud. El usuario da el número de divisiones		
Unir	Une nodos y barras que ocupan el mismo lugar, de manera que no queda más de un nodo en cada punto, ni más de una barra a cada par de nodos, eliminando nodos sueltos	Ctrl + U	
Intersecar	Encuentra la intersección de los pares de barras en la selección y las divide con un nodo		
Preferencias	Permite editar atributos de la interfaz de TREU STRUCTURE©		

4.3 MENÚ VER



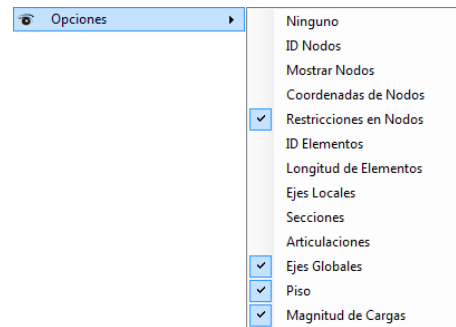
Comando	Descripción	Método abreviado	Ícono
Acercamiento	Despliega el menú Acercamiento		
Mover	Desplazamiento interactivo de la vista. Se puede activar presionando el botón central del ratón		
Rotar	Rotación interactiva de la vista		
Vista Anterior	Presenta la vista anterior al último comando de vista ejecutado	Ctrl + Left	
Vista Superior (XY)	Vista predefinida sobre el plano XY	Ctrl + 1	
Vista Frontal (XZ)	Vista predefinida sobre el plano XZ	Ctrl + 2	
Vista Lateral (YZ)	Vista predefinida sobre el plano YZ	Ctrl + 3	
Vista 3D	Vista oblicua a los 3 ejes. Vista tipo Isométrica	Ctrl + 4	
Esconder	Oculto los elementos no seleccionados	Ctrl + H	
Mostrar Todo	Muestra todos los elementos del modelo	Ctrl + J	
Sombreado	Pinta a los elementos en 3D		
Opciones	Despliega el menú Opciones		
Cargas	Muestra las cargas asignadas en los elementos cuando están seleccionados		
Colores	Despliega el menú Colores .		

4.3.1 SUBMENÚ ACERCAMIENTO



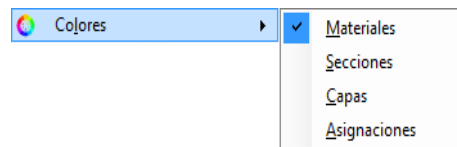
Comando	Descripción	Método abreviado	Ícono
Acercar	Aumenta el tamaño de la escena.	Ctrl + +	
Alejar	Disminuye el tamaño de la escena	Ctrl + -	
Interactivo	Acercamiento interactivo de la vista. Se puede activar girando el botón central del ratón		
Ver Todo	Ajusta el tamaño de la escena para que sean visibles todos los objetos en la ventana	Ctrl + 0	

4.3.2 SUBMENÚ OPCIONES



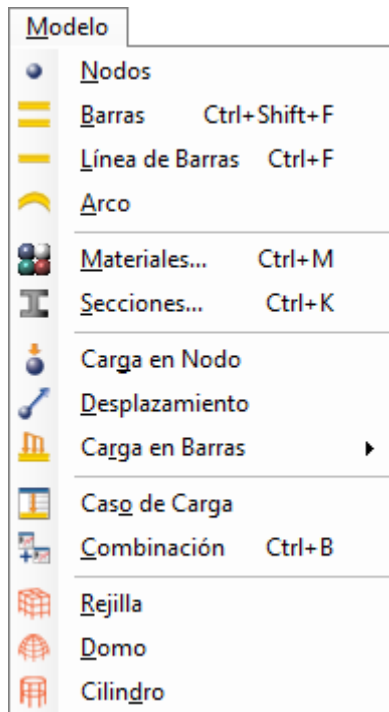
Comando	Descripción	Método abreviado	Ícono
Ninguno	Oculto todos los textos y otros elementos del modelo		
ID Nodos	Muestra/oculta los identificadores de los nodos		
Mostrar Nodos	Muestra/oculta los nodos		
Coordenadas de Nodos	Muestra/oculta las coordenadas de los nodos		
Restricciones en Nodos	Muestra/oculta las restricciones en los nodos		
ID Elementos	Muestra/oculta identificadores de los elementos		
Longitud de Elementos	Muestra/oculta la longitud de los elementos		
Ejes Locales	Muestra/oculta los ejes locales		
Secciones	Muestra/oculta las secciones		
Articulaciones	Muestra/oculta las articulaciones		
Ejes Globales	Muestra/oculta los ejes globales		
Piso	Muestra/oculta el piso		
Magnitud de Cargas	Muestra/oculta las magnitudes de las cargas		

4.3.3 SUBMENÚ COLORES



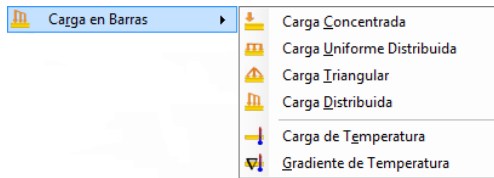
Comando	Descripción	Método abreviado	Ícono
Materiales	Pinta elementos de acuerdo al material. Asigna un color a cada material		
Secciones	Pinta elementos de acuerdo a la sección. Asigna un color a cada sección		
Capas	Pinta elementos de acuerdo a la capa a la que pertenecen. Asigna un color a cada capa		
Asignaciones	Asigna un color a los elementos y nodos que tienen alguna de las características definidas por el usuario: restricciones, ángulo, cargas y articulaciones		

4.4 MENÚ DE MODELO



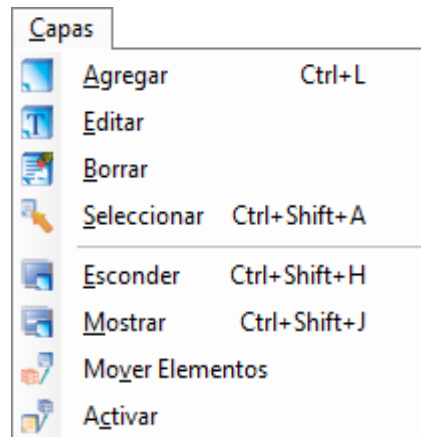
Comando	Descripción	Método abreviado	Ícono
Nodos	Agrega nodos hasta que se termina el comando con Esc o clic derecho		
Barras	Agrega líneas separadas y si es necesario, los nodos en los extremos	Ctrl + Shift + F	
Línea de Barras	Agrega líneas continuas y sus respectivos nodos		
Arco	Crea un arco a partir de tres puntos y N segmentos de línea		
Materiales...	Despliega el asistente de Materiales...	Ctrl + M	
Secciones...	Despliega el asistente de Secciones...	Ctrl + K	
Carga en Nodo	Asigna una carga con componentes Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz a uno o varios nodos seleccionados		
Desplazamiento	Asigna un desplazamiento predefinido a uno o varios nodos con componentes Tx, Ty, Tz, Rx, Ry, Rz	Ctrl + P	
Carga en Barras	Despliega el menú Carga en Barras...		
Caso de Carga	Despliega la ventana de para crear un caso de carga		
Combinación	Despliega el asistente de Combinación de carga	Ctrl + B	
Rejilla	Crea una malla 3D con parámetros dx, dy, dz, nx, ny, nz		
Domo	Crea un domo de barras con base redonda y perfil semi-elíptico		
Cilindro	Crea un cilindro de barras		









4.4.1 CARGA EN BARRAS



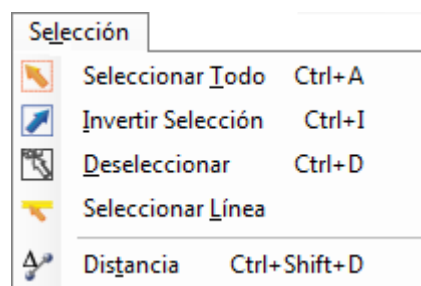
Comando	Descripción	Método abreviado	Ícono
Carga Concentrada	Asigna una carga concentrada a una o varias barras seleccionadas		
Carga Uniforme Distribuida	Asigna una carga uniformemente distribuida a una o varias barras seleccionadas		
Carga Triangular	Asigna una carga triangular a una o varias barras seleccionadas		
Carga Distribuida	Asigna una carga distribuida a una o varias barras seleccionadas		
Carga de Temperatura	Asigna un valor de temperatura a una o varias barras seleccionadas		
Gradiente de Temperatura	Asigna un valor de gradiente de temperatura a una o varias barras seleccionadas		






4.5 MENÚ DE CAPAS



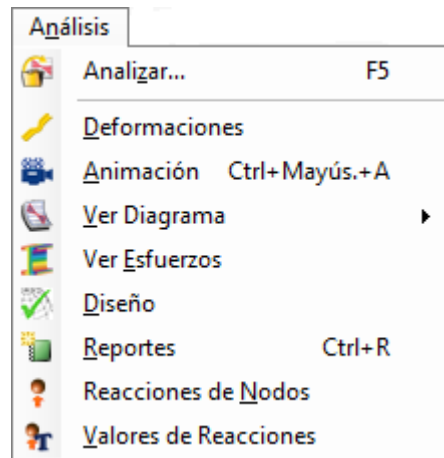
Comando	Descripción	Método abreviado	Ícono
Agregar	Crea una capa	Ctrl + L	
Editar	Edita el nombre de la capa activa		
Borrar	Borra la capa activa si es que no tiene objetos		
Seleccionar	Selecciona todos los elementos de la capa activa	Ctrl + Shift + A	
Esconder	Esconde todos los elementos de la capa activa	Ctrl + Shift + H	
Mostrar	Muestra todos los elementos de la capa activa	Ctrl + Shift + J	
Mover Elementos	Asigna la capa activa a todos los elementos seleccionados		
Activar	Activa la capa asignada al objeto seleccionado		

4.6 MENÚ DE SELECCIÓN



Comando	Descripción	Método abreviado	Ícono
Seleccionar Todo	Selecciona todos los elementos visibles	Ctrl + A	
Invertir Selección	Invierte la selección	Ctrl + I	
Deseleccionar	Des-selecciona todos los elementos	Ctrl + D	
Seleccionar Línea	Selecciona todas las barras que forman una línea que incluye a la barra elegida. La línea no debe tener cambios bruscos mayores a 45°		
Distancia	Muestra la distancia entre dos puntos dados	Ctrl + Shift + D	

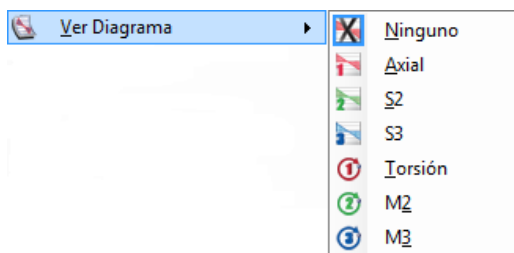
4.7 MENÚ DE ANÁLISIS



Comando	Descripción	Método abreviado	Ícono
Analizar*	Despliega la ventana de Análisis...	F5	
Deformaciones	Muestra las deformaciones del modelo de acuerdo al caso de resultados activo		
Animación	Muestra cómo se comporta el modelo de acuerdo al caso de resultados activo	Ctrl + Mayús. + A	
Ver Diagrama	Muestra la lista de diagramas disponibles		
Ver Esfuerzos	Muestra los elementos con colores que representan los esfuerzos		
Diseño	Colorea los elementos de acuerdo a los resultados del diseño		
Reportes	Genera reportes del modelo, análisis y diseño	Ctrl + R	
Reacciones de Nodos	Muestra las reacciones en forma de flechas en los nodos con restricciones		
Valores de Reacciones	Muestra los valores de las reacciones en los nodos con restricciones		

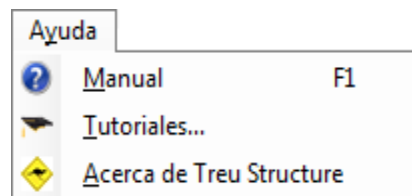
*esta operación requiere conexión a internet y puede generar algún costo.




4.7.1 SUBMENÚ DIAGRAMA



Comando	Descripción	Método abreviado	Ícono
Ninguno	Ocultar todos los diagramas de los elementos		
Axial	Muestra el diagrama de fuerzas axiales sobre los elementos seleccionados		
S2	Muestra el diagrama de fuerzas cortantes en el eje 2 sobre los elementos seleccionados		
S3	Muestra el diagrama de fuerzas cortantes en el eje 3 sobre los elementos seleccionados		
Torsión.	Muestra el diagrama de torsiones sobre los elementos seleccionados		
M2	Muestra el diagrama de momentos alrededor del eje 2 sobre los elementos seleccionados		
M3	Muestra el diagrama de momentos alrededor del eje 3 sobre los elementos seleccionados		

4.8 MENÚ DE AYUDA



Comando	Descripción	Método abreviado	Ícono
Manual	Presenta este Manual	F1	
Tutoriales...	Abre la carpeta de Tutoriales		
Acerca de TREU STRUCTURE [©]	Muestra el diálogo Acerca de...		

5 SMART TOOLTIP

Una de las ventajas que presenta TREU STRUCTURE[®] es su poderoso **Smart Tooltip**. Con **Smart Tooltip** podrá conocer los detalles de todos los elementos de su modelo en cualquier momento. Sólo coloque el apuntador del ratón sobre cualquier barra o nodo y aparecerá la información, ver Figura 2. La información que presenta Smart Tooltip es contextual, dependiendo en que parte del diseño se encuentre, la información en pantalla cambiará.

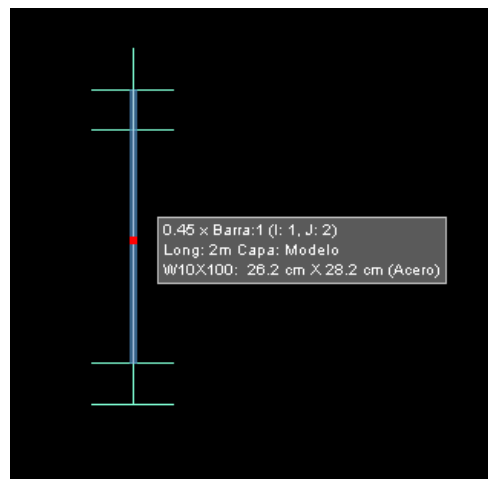


Figura 2 Smart Tooltip en acción. Al seleccionar una barra aparecerá su información detallada.

Si usted se encuentra en la etapa de modelado, **Smart Tooltip** presentará la siguiente información:

Para nodos

- Identificador del nodo.
- Posición del nodo.
- Restricciones del nodo (si aplica).

Adicionalmente, en la etapa de resultados aparecerán los valores de deformaciones.

Para Barras

- El punto rojo indica la posición en la que se encuentra a lo largo de la barra seleccionada.
- La longitud de la barra.
- La capa a la que pertenece la barra
- Datos de la sección a la que pertenece la barra.
- Articulaciones (si aplica).

En la etapa de resultados se presentarán los valores de las deformaciones.

6 SELECCIÓN

La selección de elementos es muy sencilla con TREU STRUCTURE[®]. Sólo posicione el apuntador del ratón sobre una barra o nodo y presione el botón izquierdo. La barra o nodo cambiará a color blanco y quedará seleccionado. Esta misma acción la puede repetir para seleccionar múltiples barras o nodos. Si da clic sobre una barra previamente seleccionada, ésta dejará de estarlo.

Adicionalmente, puede seleccionar múltiples barras y nodos mediante **Selección por ventana** o **Selección por cruce**.

Selección por ventana. Dé un clic con el botón izquierdo del ratón en cualquier zona del modelo. Mueva el cursor del ratón hacia la derecha, aparecerá un rectángulo azul. Cuando vuelva a dar clic con el botón izquierdo del ratón quedarán seleccionados los elementos que hayan sido totalmente cubiertos por el rectángulo, ver Figura 3.

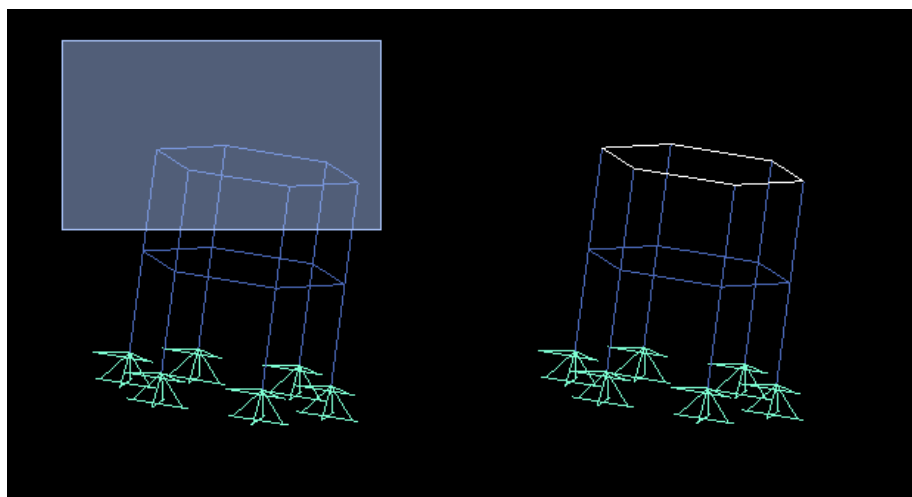


Figura 3 Selección de elementos por ventana.

Selección por cruce. Dé un clic con el botón izquierdo del ratón en cualquier zona del modelo. Mueva el cursor del ratón hacia la izquierda, aparecerá un rectángulo verde. Cuando vuelva a dar clic con el botón izquierdo del ratón quedarán seleccionados los elementos que hayan sido total y parcialmente cubiertos por el rectángulo, ver Figura 4.

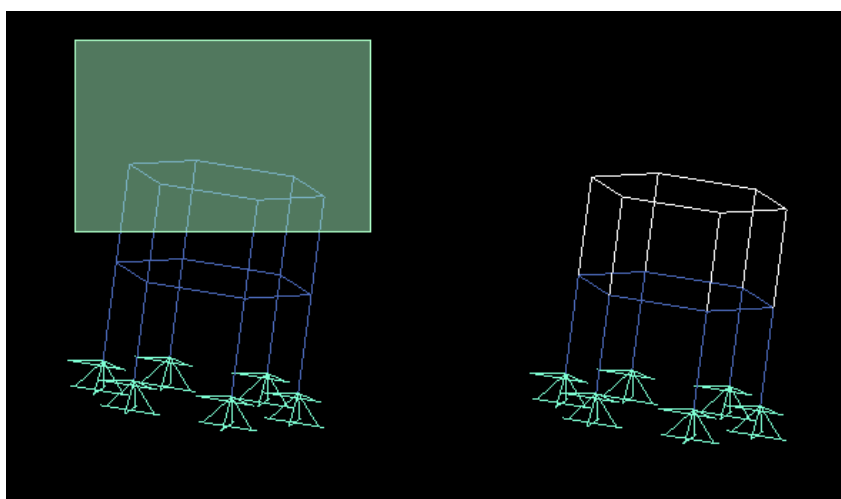


Figura 4 Selección de elementos por cruce.

7 NODOS

Los nodos juegan un papel fundamental en el análisis de cualquier estructura. Son la localización primaria en un modelo estructural y los puntos de conexión entre los elementos barra, en la que los desplazamientos son conocidos o calculados. Estos desplazamientos (traslaciones y rotaciones) en los nodos reciben el nombre de **grados de libertad**. Los nodos, también conocidos como “puntos nodales” o “*joints*”, definen el principio y el fin de las barras.

Se puede agregar un nodo dando clic en **Modelo>Nodos** o con el botón “Nodos” . También se puede agregar un nodo introduciendo las coordenadas directamente en la retícula del modelo. Los nodos presentan las siguientes características:

- Todos los elementos en la estructura se conectan usando nodos.
- La estructura es apoyada en los nodos usando restricciones y resortes.
- Las cargas concentradas pueden ser aplicadas a los nodos.
- Todas las cargas y masas aplicadas a los elementos se transfieren a los nodos.
- Los nodos se crean automáticamente al principio y final de cada barra agregada a la estructura.
- Los nodos también pueden ser considerados elementos, en virtud de que cada nodo posee un sistema local de coordenadas que coincide con el sistema global.
- Existen seis grados de libertad en cada nodo. Tres grados para desplazamientos (**U1, U2 y U3**) y tres grados para rotaciones (**R1, R2 y R3**).
- Se pueden agregar directamente cargas concentradas a los nodos o indirectamente mediante desplazamientos prescritos actuando sobre los apoyos o resortes.
- Los desplazamientos (traslaciones y rotaciones) se producen en cada nodo, así como las fuerzas de reacción y los momentos.

7.1 GRADOS DE LIBERTAD

La deformación del modelo estructural está definida por los desplazamientos en los nodos. Cada nodo del modelo puede tener seis componentes de desplazamiento.

Un nodo puede trasladarse a lo largo de sus tres ejes locales. Estas traslaciones son denotadas con **U1**, **U2** y **U3**. Además, los nodos pueden rotar sobre sus tres ejes locales, estas rotaciones están denotadas por **R1**, **R2** y **R3**.

Estas seis componentes de desplazamiento son conocidas como grados de libertad de los nodos, ver Figura 5.

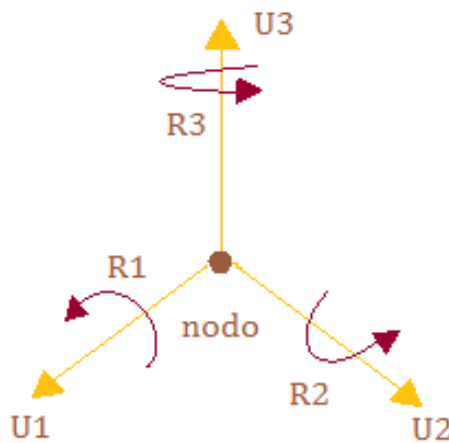


Figura 5 Seis grados de libertad para un nodo.

Cada uno de los seis grados de libertad en un nodo puede estar libre (F), restringidos (R) o con resorte (S).

- Libre (F). Indica que el nodo puede moverse sin restricciones.
- Restringido (R). Indica que el nodo no se puede mover.
- Resorte (S). Indica que el nodo se mueve de acuerdo a la fuerza aplicada y una constante de resorte dada.

En la Figura 6 se muestran los distintos tipos de restricciones para un nodo. De izquierda a derecha: nodo restringido en traslación, nodo restringido en una dirección (**Tz**) y nodo completamente restringido (empotrado).

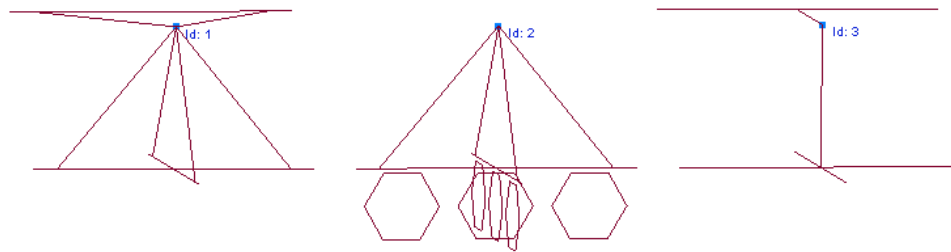


Figura 6 Distintos tipos de restricciones para los nodos.

7.2 RESORTES

Cualquiera de los seis grados de libertad en un nodo puede tener resortes de traslación y de rotación. La función de los resortes es conectar elásticamente los nodos al suelo y no contribuyen a la rigidez de la estructura. Además, los resortes tienden a oponerse al desplazamiento. En la Figura 7 se muestra un nodo con 3 resortes.

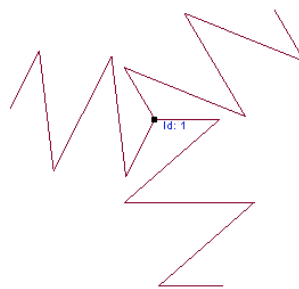



Figura 7 Nodo con tres resortes

Si el desplazamiento de un nodo en uno de sus grados de libertad tiene un valor conocido, ya sea cero o algún otro valor, se debe agregar una restricción a los grados de libertad.


7.3 MASAS

En análisis dinámico, la masa de una estructura se utiliza para calcular las fuerzas de inercia. Normalmente, la masa de los elementos se obtiene usando la densidad de masa del material y el volumen del elemento. Esto produce masas concentradas en los nodos. Los valores de las masas son iguales para los tres grados de libertad de traslación. Nuestra solución le permite añadir masas a los nodos adicionales a las automáticas.

7.4 FUERZAS CONCENTRADAS EN LOS NODOS

La fuerza concentrada se utiliza para aplicar una fuerza o momento en los nodos. Puede agregar una fuerza concentrada con el botón “Fuerza en nodos” .

7.5 DESPLAZAMIENTOS PRESCRITOS EN LOS NODOS.

Se puede aplicar un desplazamiento prescrito en un nodo. Es importante entender que el desplazamiento prescrito no afecta a la estructura a menos que la estructura esté soportada por resortes en la dirección de la carga. Puede agregar un desplazamiento prescrito con el botón “Desplazamiento prescrito” .

8 BARRAS

El elemento **Barra**, representado por líneas, se usa para modelar cualquier elemento estructural que contenga dos dimensiones pequeñas comparadas con la tercera. Dentro de este tipo de elementos se encuentran las vigas, columnas, puntales, y tirantes o contraventeos.

El elemento barra usa la formulación general en tres dimensiones de la conocida “Viga de Timoshenko”, donde se toman en cuenta la deformación axial, flexión en dos direcciones, deformación por cortante en dos direcciones y deformación por torsión.

Una barra se representa con dos puntos o nodos localizados en sus extremos y cuenta con seis grados de libertad activos en sus nodos extremos. Si modelamos una barra como

puntal o elemento de una armadura que únicamente cuenta con deformación axial, se deberá de anular las propiedades geométricas excepto el área.

El sistema local 1,2 y 3, es un sistema cartesiano derecho, que se relaciona con el sistema coordenado global de la estructura cuyos ejes son X, Y, Z, que también es un sistema cartesiano derecho, ver Fig. 8.

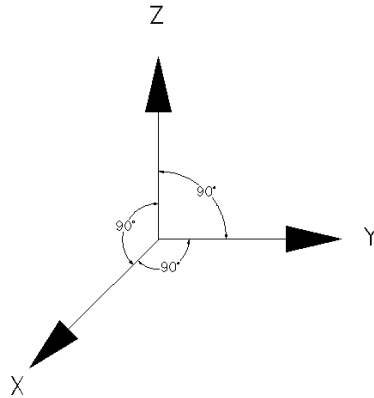


Figura 8 Sistema coordenado global.

Los ejes locales de la barra son el eje 1,2 y 3, de tal manera que el eje 1 coincide con el eje longitudinal de la barra, y los ejes 2 y 3 se encuentran en un plano perpendicular al eje 1 y cuya orientación es dada por el usuario, ver Fig. 9. El eje local 1, tiene dirección positiva cuando va del nodo inicial I de la barra hacia el nodo final J de la misma.

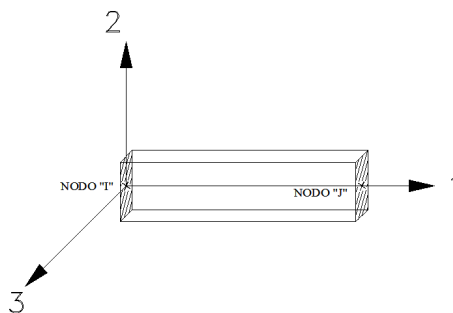


Figura 9 Sistema coordenado local del elemento Barra. El eje 1 coincide con el eje longitudinal de la Barra.

La orientación por omisión ó trivial, es cuando se tiene una barra horizontal y paralela al eje global X, con orientación I-J del eje local 1, en el mismo sentido que +Y, entonces el eje 2 local de la barra será paralelo y en el mismo sentido que +Z, y el eje local 3 de la barra, será paralelo y en el mismo sentido que +X.

El eje local 2 generalmente queda orientado en la dirección del peralte de la barra, y el eje local 3 queda orientado en la dirección del ancho de la barra, ver Fig. 10.

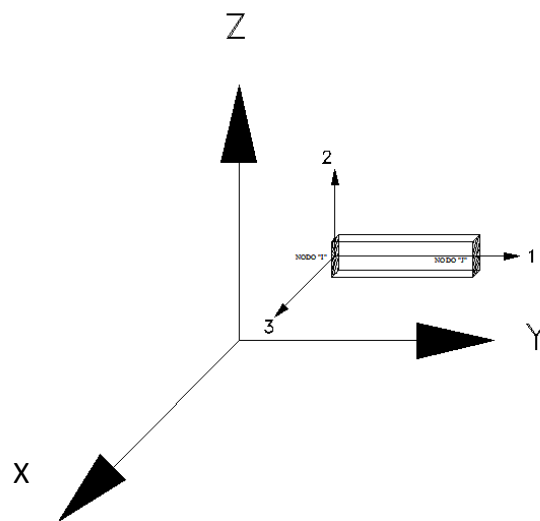





Figura 10 Sistema coordenado global y local

Las barras se agregan al modelo dando clic en **Modelo>Línea de Barras** u oprimiendo el botón “Línea de Barras” . También lo puede hacer con la combinación de teclas Ctrl + F.

Dando clic en **Modelo>Barras** u oprimiendo el botón “Barras” , puede agregar barras separadas. También puede crear un arco circular con el botón “Arco” , sólo se especifican tres puntos: inicial, intermedio y final y se introduce el número de segmentos rectos que formarán el arco, ver Figura 11.

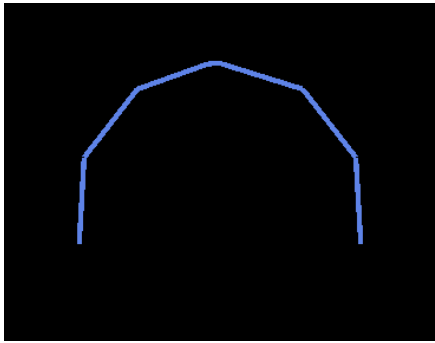


Figura 11 Arco formado con 6 segmentos rectos.

Si el punto intermedio no coincide con el extremo de una barra, se agrega un segmento adicional para incluir a este nodo. Adicionalmente, se puede agregar una barra al modelo introduciendo dos identificadores de nodos en la retícula de modelo.

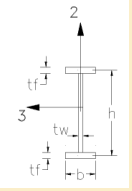
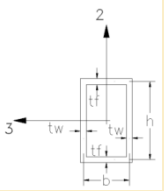
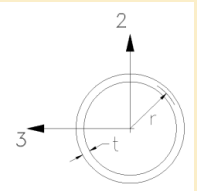
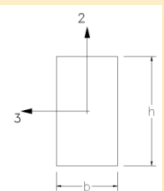
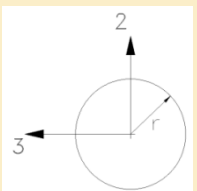
8.1 PROPIEDADES DE LAS BARRAS

Los elementos barra poseen propiedades geométricas y mecánicas, qué a continuación se describen.

Propiedades Geométricas. Son las propiedades inherentes a la sección transversal del elemento barra y son definidas en coordenadas locales:

- El área de la sección transversal **A**.
- El momento de inercia **I₂₂**, para la flexión alrededor del eje **2** local.
- El momento de inercia **I₃₃**, para la flexión alrededor del eje **3** local.
- El área de cortante **as₂**, para el cortante sobre el plano local **1-2**.
- El área de cortante **as₃**, para el cortante sobre el plano local **1-3**.
- La constante de torsión **J**, es el momento polar de inercia para la sección circular, y es la constante de Saint Venant para la sección rectangular.

Tabla 2 Propiedades geométricas del elemento barra.

	Área de la sección transversal (A)	Momentos de inercia respecto al eje 2 (I_{22}) y eje 3 (I_{33})	Áreas de cortantes sobre el plano local 1-2 (as_2) y 1-3 (as_3)	Momento polar de inercia (J)
	$A \approx ht_w + 2bt_f$	$I_{22} \approx \frac{b^3 t_f}{6}$ $I_{33} \approx \frac{h^2}{12} (ht_w + 6bt_f)$	$as_2 \approx ht_w$ $as_3 \approx 2bt_f$	$J \approx \frac{1}{3} (ht_w^3 + 2bt_f^3)$
	$A = 2(bt_f + ht_w)$	$I_{22} \approx \frac{b^2}{6} (bt_f + 3ht_w)$ $I_{33} \approx \frac{h^2}{6} (ht_w + 3bt_f)$	$as_2 \approx 2ht_w$ $as_3 \approx 2bt_f$	$J \approx 2b^2 h^2 \frac{t_f t_w}{bt_w + ht_f}$
	$A \approx 2\pi r t$	$I_{22} \approx \pi r^3 t$ $I_{33} \approx \pi r^3 t$	$as_2 \approx \pi r t$ $as_3 \approx \pi r t$	$J \approx 2\pi r^3 t$
	$A = bh$	$I_{22} = \frac{hb^3}{12}$ $I_{33} = \frac{bh^3}{12}$	$as_2 \approx \frac{5}{6}bh$ $as_3 \approx \frac{5}{6}bh$	$\beta \approx \frac{1}{3} - 0.21 \frac{b}{h} \left(1 - \frac{b}{4h}\right)$ $J = \beta hb^3$
	$A = \pi r^2$	$I_{22} = \frac{\pi r^4}{4}$ $I_{33} = \frac{\pi r^4}{4}$	$as_2 = \frac{9}{10} \pi r^2$ $as_3 \approx \frac{9}{10} \pi r^2$	$J = \frac{\pi r^4}{2}$

Propiedades Mecánicas. Las propiedades mecánicas de la barra tienen que ver con las propiedades del material del que está construida:

- El Módulo de Elasticidad **E₁**, para rigidez axial (**E₁*A**) y la rigidez flexionante (**E₁*I₂₂**) y (**E₁*I₃₃**).
- El módulo de Cortante **G₁₂**, para la rigidez torsional y para la rigidez a cortante transversal, se calcula en función a **E₁** y a la relación de Poisson **U₁₂**.
- La densidad de masa por unidad de volumen **M** y densidad de peso por unidad de volumen **W** para calcular el peso propio.

Tabla 3 Módulo de elasticidad, relación de Poisson, módulo de cortante, densidad de peso y de masa.

Material (CONCRETO)	Módulo de Elasticidad E_c Kg/cm ²	Relación de Poisson ν	Módulo de Cortante $G = \frac{E_c}{2(1 + \nu)}$ (Kg/cm ²)	Densidad de Peso w (Ton/m ³)	Densidad de Masa $m = w/g$ $g = 9.81 \text{ m/s}^2$
ACI.	$E_c = w^{1.5} 4,000 \sqrt{f'_c}$ w = Peso Volumétrico en ton/m ³ f'_c = Resistencia del concreto en kg/cm ²	0.2	0.417	$w \geq 1.44$ $w \leq 2.48$	$m \geq 0.147$ $m \leq 0.253$
RCDF Clase 1 con agregados calizos	$E_c = 14,000 \sqrt{f'_c}$ f'_c = Resistencia del concreto en kg/cm ²	0.2	0.417	$w \geq 2.2$	$m \geq 0.224$
RCDF Clase 1 con agregados basálticos	$E_c = 11,000 \sqrt{f'_c}$ f'_c = Resistencia del concreto en kg/cm ²	0.2	0.417	$w \geq 2.2$	$m \geq 0.224$
RCDF Clase 2	$E_c = 8,000 \sqrt{f'_c}$ f'_c = Resistencia del concreto en kg/cm ²	0.2	0.417	$w \geq 1.9$ $w \leq 2.2$	$m \geq 0.194$ $m \leq 0.224$
RCDF $f'_c \geq 400 \text{ kg/cm}^2$ $f'_c \leq 700 \text{ kg/cm}^2$ con agregado grueso calizo	$E_c = 8,500 \sqrt{f'_c} + 110,000$ f'_c = Resistencia del concreto en kg/cm ²	0.2	0.417	$w \geq 2.2$	$m \geq 0.224$
RCDF $f'_c \geq 400 \text{ kg/cm}^2$ $f'_c \leq 700 \text{ kg/cm}^2$ con agregado grueso basáltico	$E_c = 8,500 \sqrt{f'_c} + 50,000$ f'_c = Resistencia del concreto en kg/cm ²	0.2	0.417	$w \geq 2.2$	$m \geq 0.224$

8.2 LIBERANDO LOS EXTREMOS

Los extremos de una barra están sujetos a seis grados de libertad, tres desplazamientos y tres giros, sin embargo es posible inhibir algunos de ellos cuando se conoce que algún tipo de unión entre una barra y otra por ejemplo no transmite momento como en el caso de una articulación.

Hay que tener cuidado al liberar grados de libertad ya que se podría caer en alguna inestabilidad, como cuando se liberan ambos extremos de una barra en desplazamiento **D1** en la dirección del eje longitudinal ya que se presenta un movimiento de cuerpo rígido sin restricción. En este caso TREU STRUCTURE[®] impide el error.

9 CARGAS

TREU STRUCTURE permite modelar diferentes tipos de cargas estáticas en nodos y barras. Las cargas se agrupan en **Casos de Carga**, que a su vez pueden formar **Combinaciones de Carga**. Los Casos de Carga pueden incluir un factor de peso propio y se les puede especificar un “tipo” para representar la fuente de la carga (muerta, viva, viento, sismo, etc.).

9.1 CARGA DE PESO PROPIO

La carga de Peso Propio puede ser activada con cualquier condición de carga para todas las barras del modelo. El peso propio de una barra es una fuerza distribuida a lo largo de su longitud, y su magnitud es igual al peso por unidad de volumen **W**, multiplicada por el área de la sección transversal **A**.

9.2 CARGA CONCENTRADA EN UNA BARRA

La Carga Concentrada en una barra es usada para definir fuerzas concentradas y momentos en una localización arbitraria de una barra. Dichas cargas se dan en coordenadas globales o en coordenadas locales de la barra. La localización de la carga se da como el porcentaje de la longitud de la barra medida desde el punto inicial **I** o como la distancia absoluta también medida desde el punto **I**.

Usted puede agregar una carga concentrada a una o varias barras seleccionadas dando clic en **Modelo>Carga en Barras>Carga Concentrada** o usando el botón “Carga Concentrada”

↓. En seguida, aparecerá la ventana de la Figura 12 y ahí podrá seleccionar la magnitud, la dirección y la localización de la carga.

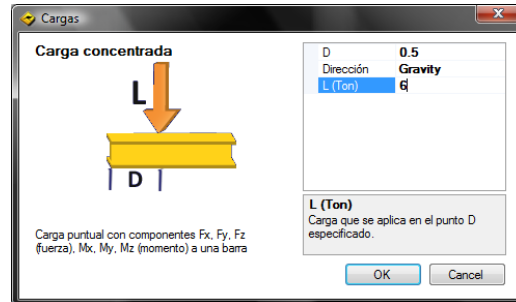


Figura 12 Ventana para agregar cargas concentradas a una o varias barras seleccionadas.

9.3 CARGA UNIFORME EN UNA BARRA


La Carga Uniforme en una barra es usada para definir fuerzas y momentos distribuidos uniformemente sobre una barra. Para agregar a su modelo una carga distribuida uniformemente dé clic en **Modelo>Carga en Barras>Carga Distribuida Uniforme** o mediante el botón “Carga Distribuida Uniforme” . En seguida aparecerá la ventana de la Figura 13, donde podrá cambiar la magnitud y dirección de la carga.



Figura 13 Ventana para agregar cargas distribuidas uniformemente a una o varias barras seleccionadas.

9.4 CARGA DISTRIBUIDA EN UNA BARRA




La Carga Distribuida en una barra es usada para definir fuerzas y momentos distribuidos sobre una barra. Para agregar a su modelo una carga distribuida dé clic en **Modelo>Carga en Barras>Carga Distribuida** o mediante el botón “Carga Distribuida” . En seguida aparecerá la ventana de la Figura 14, donde podrá cambiar la magnitud de la carga. La restricción de las cargas distribuidas es que las magnitudes **La** y **Lb** deben ser del mismo signo.



Figura 14 Ventana para agregar cargas distribuidas a una o varias barras seleccionadas.

9.5 CARGA TRIANGULAR

La Carga Triangular en una barra es usada para definir fuerzas y momentos triangulares sobre una barra. Para agregar a su modelo una carga triangular dé clic en **Modelo>Carga en Barras>Carga Triangular** o mediante el botón “Carga triangular” . En seguida aparecerá la ventana de la Figura 15, donde podrá cambiar la magnitud de la carga triangular. La carga triangular tiene magnitud cero en los extremos y magnitud **L** en su centro.

el botón “Gradiente de Temperatura” . En seguida aparecerá la ventana de la Figura 17, donde podrá cambiar la magnitud del gradiente de temperatura.

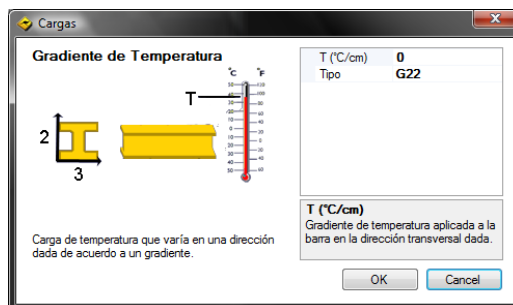




Figura 17 Ventana para agregar gradientes de temperatura a una o varias barras seleccionadas.

10 COMENZANDO CON UN NUEVO MODELO

En este capítulo se mostrará cómo usar las plantillas o modelos predefinidos, con el fin de que se familiarice con la herramienta.

Para comenzar con un modelo en blanco, de clic en **Archivo>Nuevo Modelo** u oprima el botón “Nuevo” .

Ahora agregaremos una estructura predefinida a nuestro modelo, en este caso trabajaremos con la “Rejilla”. Para ello dé clic en el menú **Modelo>Rejilla** o en el botón .

A continuación aparecerá la ventana de la Figura 18. En esta ventana puede seleccionar la sección que se aplicará a la rejilla cuadrada, el ancho y alto de las crujías y el número de pisos. Por simplicidad, hemos escogido los parámetros por Default y sólo cambiamos el número de pisos a 1. Ahora, sólo falta indicar dónde se colocará nuestra rejilla dentro del modelo, esta acción la puede realizar dando clic con el ratón en el área de modelo.

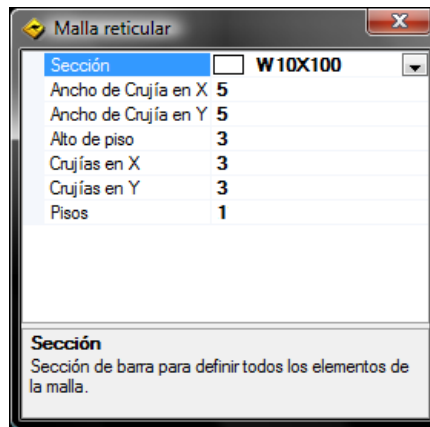


Figura 18 Ventana para agregar una malla reticular al modelo.

El resultado de insertar una rejilla se muestra en la Figura 19. Hemos modificado la vista y puesto activa la vista isométrica con el fin de visualizar la rejilla.

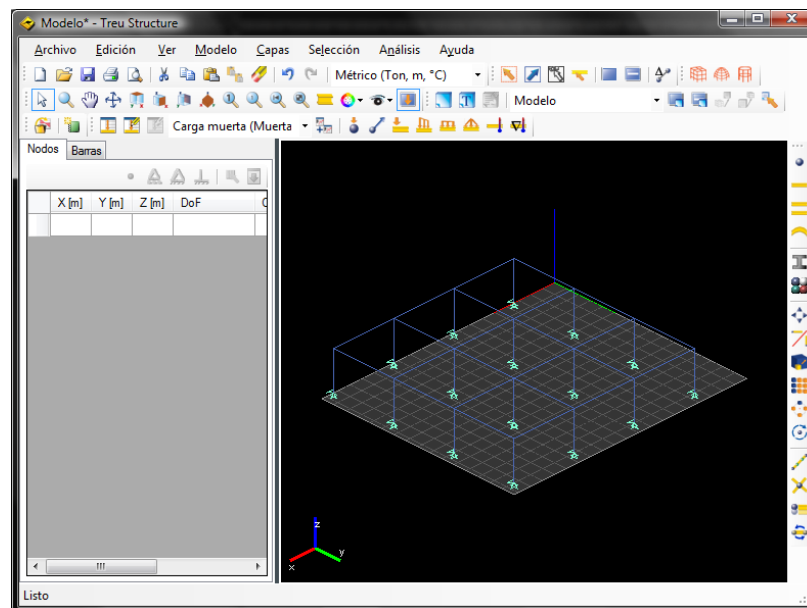






Figura 19 Resultado de insertar una malla reticular.

Adicionalmente, puede interactuar con las vistas mediante los botones “Vista Superior”  “Vista Frontal”  “Vista Lateral”  y “Vista 3D” . En la Figura 20, mostramos el resultado de aplicar estos cuatro comandos.

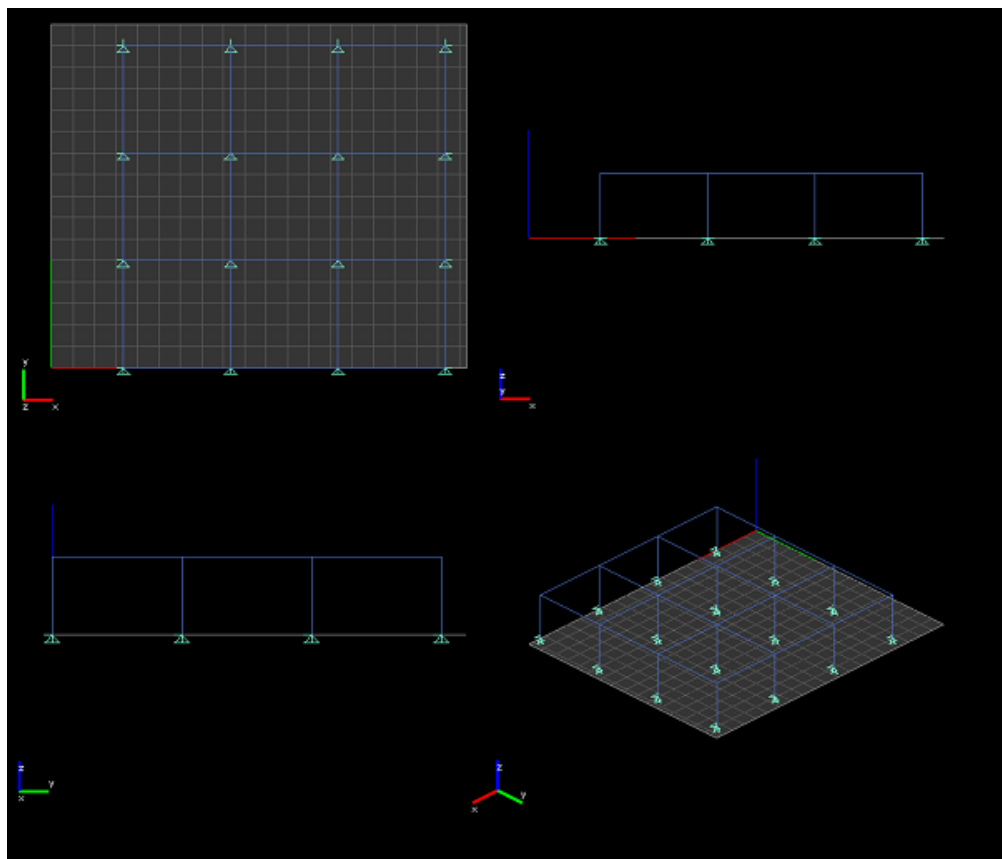


Figura 20 De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha, se muestran: Vista Superior, Vista Frontal, Vista Lateral y Vista 3D.

El siguiente paso será agregar una carga concentrada. Para este ejemplo seleccionamos las barras superiores de nuestra rejilla. Al pasar el cursor del ratón sobre cada barra se mostrará información detallada de ésta, ver Figura 21.

Cuando selecciona con el ratón una barra, su información aparecerá en la retícula que se encuentra en el lado izquierdo de su pantalla. Aquí encontrará detalles de cada barra y nodo, ver Figura 22.

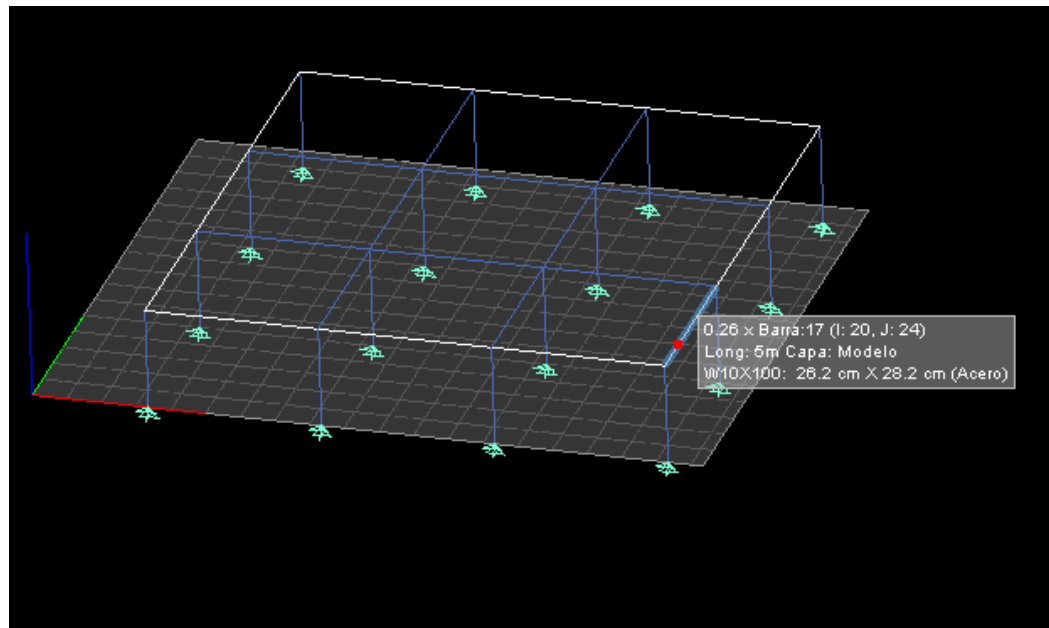


Figura 21 Selección de barras y vista del “Smart Tooltip”.

Barras									
	I	J	Sección	Ángulo	Articulación I	Articulación J	Inserción	Extremos Rígidos	Cargas
▶ 3	17	18	W10X100	0.000	R R R R R R	R R R R R R	Centroide	0, 0 (0)	1 cargas
5	18	19	W10X100	0.000	R R R R R R	R R R R R R	Centroide	0, 0 (0)	1 cargas
7	19	20	W10X100	0.000	R R R R R R	R R R R R R	Centroide	0, 0 (0)	1 cargas
9	17	21	W10X100	0.000	R R R R R R	R R R R R R	Centroide	0, 0 (0)	1 cargas
17	20	24	W10X100	0.000	R R R R R R	R R R R R R	Centroide	0, 0 (0)	1 cargas
20	21	25	W10X100	0.000	R R R R R R	R R R R R R	Centroide	0, 0 (0)	1 cargas
28	24	28	W10X100	0.000	R R R R R R	R R R R R R	Centroide	0, 0 (0)	1 cargas
31	25	29	W10X100	0.000	R R R R R R	R R R R R R	Centroide	0, 0 (0)	1 cargas
34	29	30	W10X100	0.000	R R R R R R	R R R R R R	Centroide	0, 0 (0)	1 cargas
37	30	31	W10X100	0.000	R R R R R R	R R R R R R	Centroide	0, 0 (0)	1 cargas
39	28	32	W10X100	0.000	R R R R R R	R R R R R R	Centroide	0, 0 (0)	1 cargas
40	31	32	W10X100	0.000	R R R R R R	R R R R R R	Centroide	0, 0 (0)	1 cargas
*									

Figura 22 Detalle de la retícula. La información se actualiza cada vez que selecciona una nueva barra.


Ya seleccionadas las barras de interés, agregamos una carga como se detalló en el capítulo CARGAS. Presione el botón “Carga Concentrada”  y modifique los parámetros. En la Figura 23 mostramos la carga que hemos agregado.



Figura 23 Carga concentrada agregada al ejemplo de la rejilla cuadrada.

El resultado de agregar la carga se muestra en la Figura 24. Como puede ver, ahora aparecen flechas rojas que indican que las barras tienen una carga asignada.

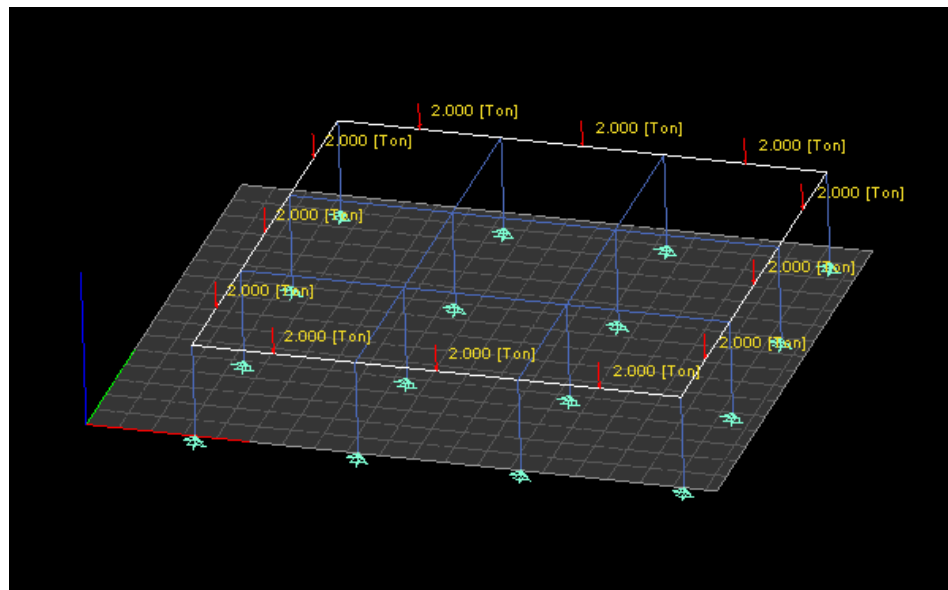


Figura 24 Resultado de asignar cargas al modelo.

Ahora procedemos a Analizar el modelo, esto lo puede hacer dando clic en **Análisis>Analizar** o presionando **F5**.

A continuación aparecerá la ventana de Análisis donde puede pedir diseño y combinaciones de cargas, además de los distintos modos de vibrar, ver Figura 25.

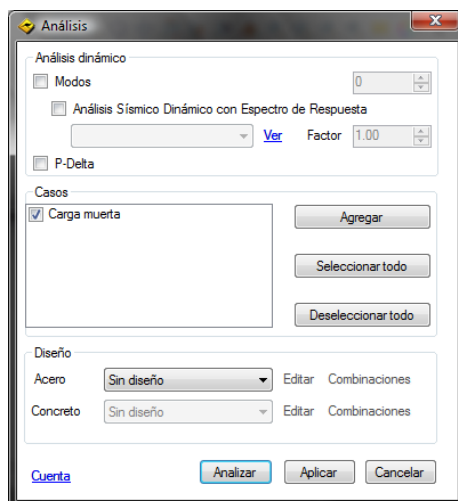


Figura 25 Ventana de opciones para Análisis.

Si usted no tiene cuenta o no está dado de alta, el programa le pedirá que se registre con nosotros. Si ya lo ha hecho, sólo debe ingresar al sistema, ver Figura 26.

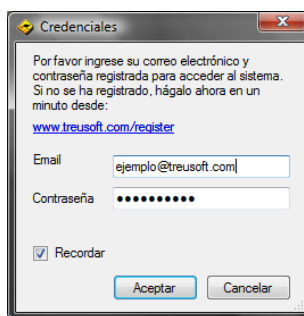


Figura 26 Ventana para ingresar al sistema.

Si ingresó de manera adecuada, TREU STRUCTURE[®] le informará del cargo, producto del análisis y le pedirá su aceptación, ver Figura 27.

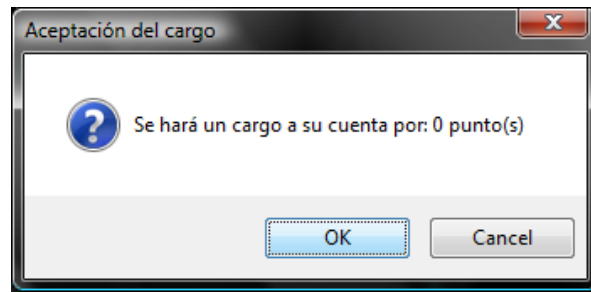


Figura 27 Ventana de aceptación de cargo por análisis.

TREU STRUCTURE[®] enviará por internet de forma segura y cifrada su modelo para que nuestro sistema lo analice y en unos segundos (el tiempo variará dependiendo del tamaño del modelo) recibirá los resultados.

La Figura 28 muestra las deformaciones mientras que la Figura 29 muestra los esfuerzos resultantes del análisis.

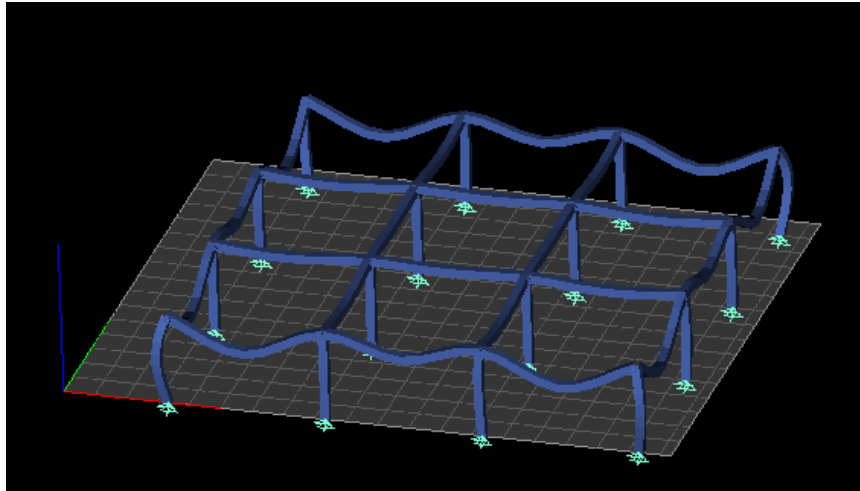


Figura 28 Deformación del modelo resultante.

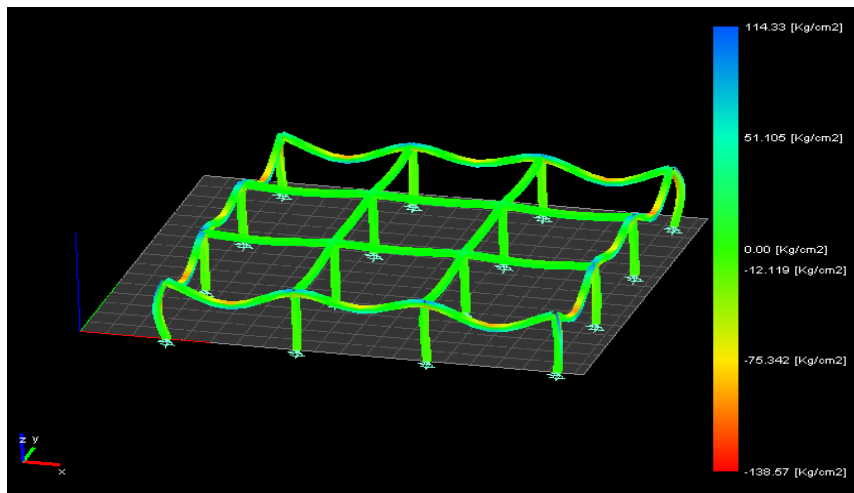





Figura 29 Esfuerzos del modelo. Con el fin de presentar los resultados a detalle, las animaciones y deformaciones son aumentadas.

11 MANEJO DE CAPAS

Las capas se utilizan en los programas de computadora para organizar diferentes elementos, ya sea de una imagen o en nuestro caso de un modelo. TREU STRUCTURE[®] también ofrece esta funcionalidad. Nuestro software pone a su disposición un menú completo para manejar capas.

Con el fin de ilustrar el manejo de capas, presentamos un ejemplo práctico. Comencemos creando un nuevo modelo con el botón  y agregue una rejilla circular con el botón  (consulte el tema 10).

De manera inicial, todos los elementos agregados al modelo se crean en la capa “**MODELO**”, ver Figura 30. Si desea cambiar el nombre de la capa default, oprima el botón “Editar Capa”  y aparecerá el diálogo de la Figura 31.

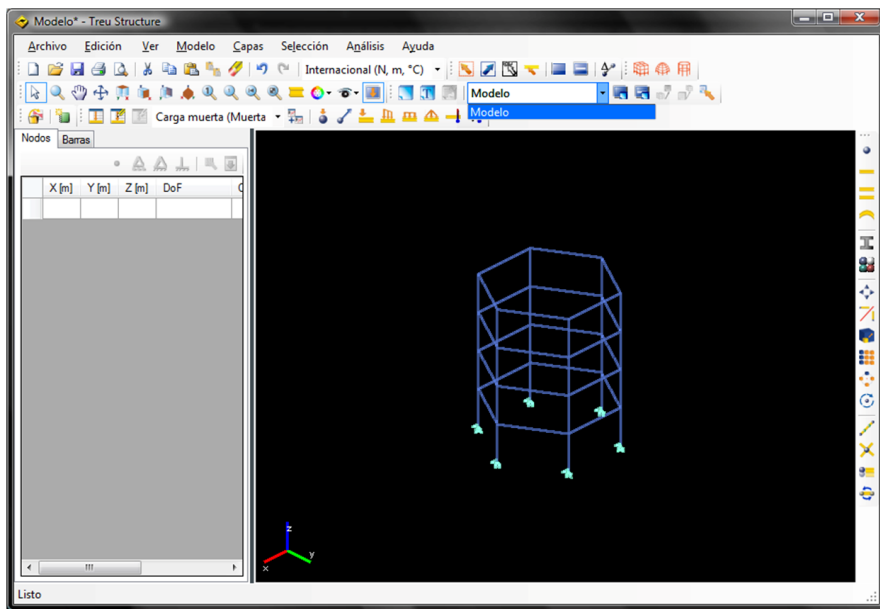


Figura 30 Manejo de capas con TREU STRUCTURE®.

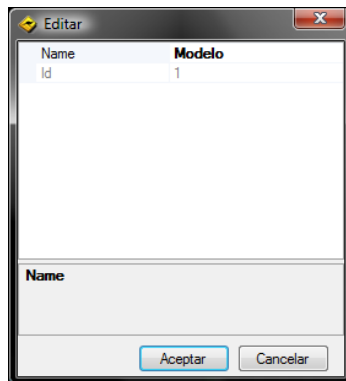



Figura 31 Diálogo para cambiar el nombre de la capa.

Ahora crearemos una nueva capa. Presione el botón “Agregar Capa”  y deberá introducir el nombre de la nueva capa que quedará como la capa activa, ver Figura 32.

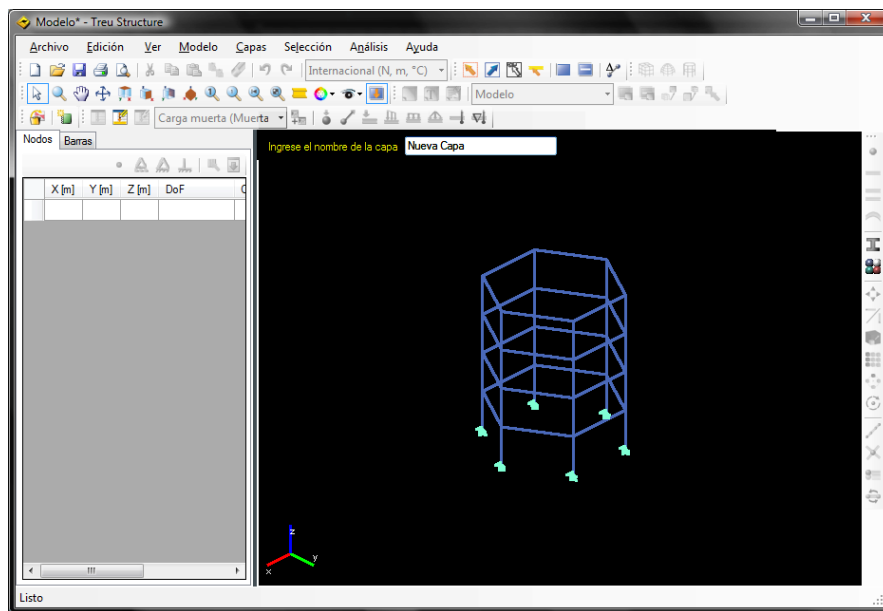








Figura 32 Agregando una nueva capa al modelo.

El siguiente paso será agregar otra rejilla circular con el botón  o seleccione la malla completa y presione el botón “Copiar y Pegar” . Escoja un punto base de la rejilla e introduzca el punto donde se copiará el modelo. Si todo marcha bien, deberá tener un modelo parecido al que se muestra en la Figura 33.

Ahora le pediremos al programa que muestre cada capa con un color distinto. En el menú presione el botón  y seleccione la opción capas. Verá que las rejillas cambian de color, esto es porque al crear una nueva capa, ésta queda activa y todos los elementos que agregue al modelo pertenecerán a esa capa. Los colores los asigna el programa automáticamente y dependen del identificador de la capa.

También puede mover elementos de una capa a otra con el botón “Mover a capa” , oculta y mostrar capa con los botones  y  respectivamente, ver Figura 34.

Adicionalmente, **SMART Tooltip** le mostrará a qué capa pertenece cada elemento.

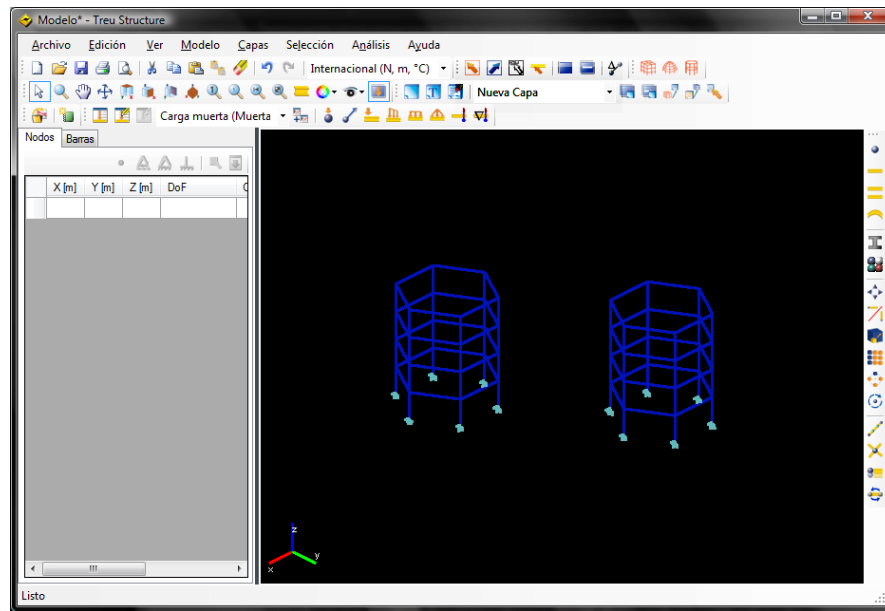


Figura 33 Agregando elementos a la segunda capa.

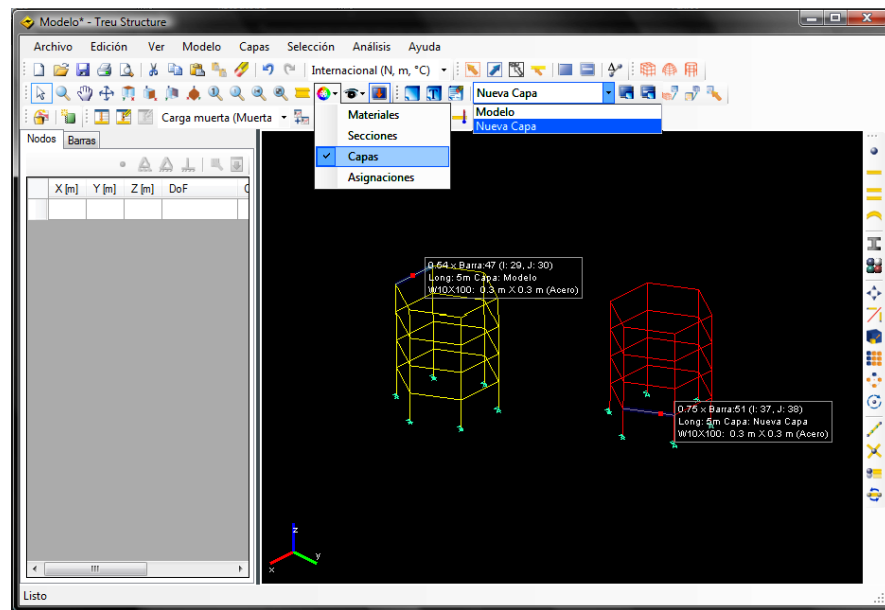


Figura 34 Mostrando color e información de las capas dentro del modelo.

12 RETÍCULAS DE EDICIÓN DE MODELO

TREU STRUCTURE[®] proporciona al usuario diferentes formas de edición de modelo. Una de ellas es la retícula de edición de modelos. Cuando seleccione algún nodo o barra de su modelo aparecerá la información en la retícula del lado izquierdo.





La retícula de edición de modelo no sólo presenta información. Además, le permite interactuar con las propiedades de su proyecto. La retícula tiene dos pestañas en la parte superior, al dar clic sobre ellas, despliega la retícula de “Nodos” o “Barras”.



12.1 RETÍCULA PARA NODOS

La retícula para nodos presenta la siguiente información:

- Posición del nodo (X, Y, Z).
- Grados de libertad (DoF).
- Cargas.
- Masas.

En la retícula de nodos podrá agregar nuevos nodos, modificar los valores de los nodos ya existentes o copiar atributos de uno a muchos nodos, ver Figura 35.

En la parte superior derecha aparecen algunos botones que serán de utilidad. Sólo de un clic sobre algún campo de la retícula de nodos (la casilla se pondrá de color azul) para activar el nodo (nodo activo) y al dar clic sobre los botones se efectuarán los cambios. El botón  libera de restricciones al nodo, el botón  restringe el nodo en el eje Z, el botón  restringe al nodo en traslación y el botón  restringe totalmente al nodo.

El botón  le permitirá seleccionar todos los nodos que comparten la propiedad seleccionada. Finalmente, el botón  le permite copiar un atributo al resto de nodos que aparecen en la retícula.

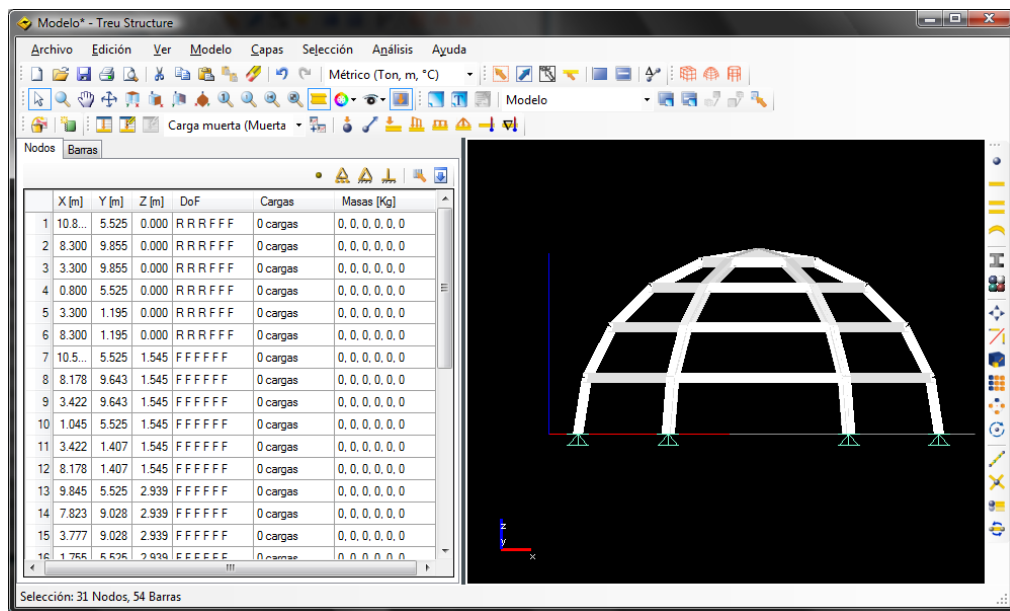







Figura 35 Vista de la Retícula de Nodos.

12.2 RETÍCULA PARA BARRAS

La retícula para barras presenta la siguiente información:

- Nodos que componen la barra (I, J).
- Sección.
- Ángulo.
- Propiedades de las articulaciones.
- Inserción.
- Cargas.

El funcionamiento de la retícula de barras es similar a la retícula anterior. Debe activar una barra (seleccionar una casilla de la barra que desea utilizar) para modificar sus atributos, ver Figura 36. El botón  le ayudará a eliminar las articulaciones de la barra, el botón 

establece la articulación de momentos a la barra, el botón  ajusta la articulación axial. Los botones  y  tienen el mismo comportamiento que en la retícula anterior.

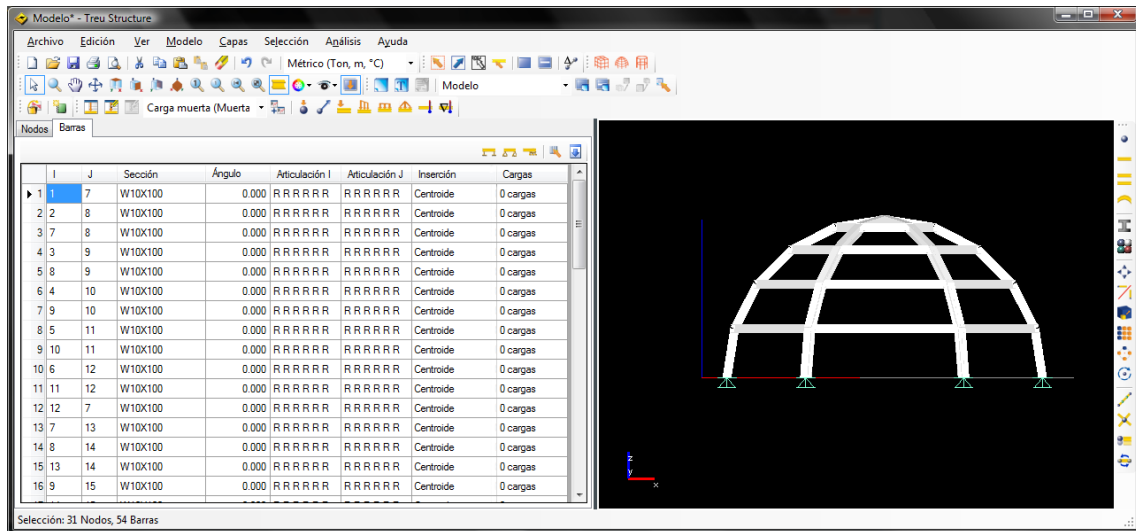


Figura 36 Vista de la retícula para barras.

12.2.1 PUNTO DE INSERCIÓN

La retícula de barras le permite modificar el punto de inserción de una barra. Sólo seleccione el campo "Inserción" de la barra e interés. Aparecerá una ventana flotante como en la Figura 37. Aquí podrá modificar el punto de inserción de la barra con el resto de los elementos del modelo.



Figura 37 Ventana flotante para modificar el punto de inserción.

13 TIPOS DE ANÁLISIS

Los análisis estático y dinámico se utilizan para determinar la respuesta de la estructura a varios tipos de cargas. TREU STRUCTURE[®] tiene disponibles varios tipos de análisis:

- Análisis por casos de cargas (estático).
- Análisis modal (dinámico).
- Análisis con espectro de respuesta (sísmico).
- Análisis P-Delta (no - lineal).

Estos tipos de análisis pueden estar definidos al mismo tiempo en el modelo y combinarse para obtener resultados más precisos.

13.1 ANÁLISIS POR TIPO DE CARGAS

El análisis estático de una estructura involucra la solución de un sistema lineal de ecuaciones representado por:

$$Ku = r$$

Donde **K** representa la matriz de rigidez, **u** es el vector de desplazamientos resultantes y **r** es el vector de cargas.

Las cargas representan acciones sobre la estructura como fuerzas, presiones, desplazamientos de apoyos, efectos térmicos entre otros. Usted puede definir mediante etiquetas varios casos de cargas sobre un solo modelo. Además, puede especificar una combinación lineal de cargas para un modelo. Típicamente, se separan los casos para carga muerta, carga viva, sismo, viento, nieve, etc.

Para agregar un caso de carga presione la tecla F5 y aparecerá la ventana de la Figura 38. Como se puede apreciar, en el área “Casos” aparecen los casos de carga que serán analizados.

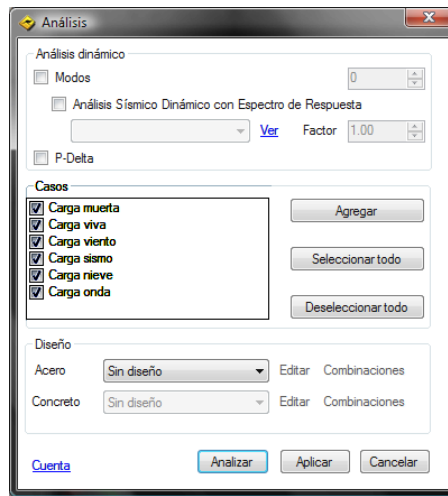


Figura 38 Ventana de análisis en donde puede agregar varios casos de carga a su modelo.

A continuación oprima el botón “Agregar” y aparecerá el diálogo de la Figura 39. Seleccione el tipo de carga, el peso y asigne un nombre. Si todo va bien, aparecerá su caso de carga en la ventana de “Análisis”.

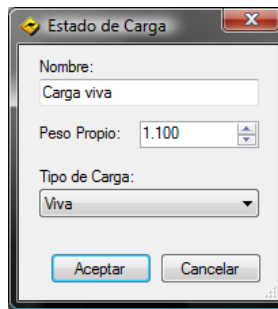


Figura 39 Diálogo para agregar un nuevo caso de carga.

13.2 ANÁLISIS MODAL

TREU STRUCTURE[®] permite realizar análisis modal mediante Vectores de Ritz. Se ha demostrado que el análisis mediante este método produce resultados más precisos que con otros métodos tradicionales. La razón es porque los vectores de Ritz toman en cuenta la distribución espacial de la carga dinámica aplicada al modelo.

Para agregar el análisis modal a su diseño, basta con seleccionar la casilla “Modos” y escoger cuantos modos de vibrar se utilizarán para el análisis, ver Figura 40.

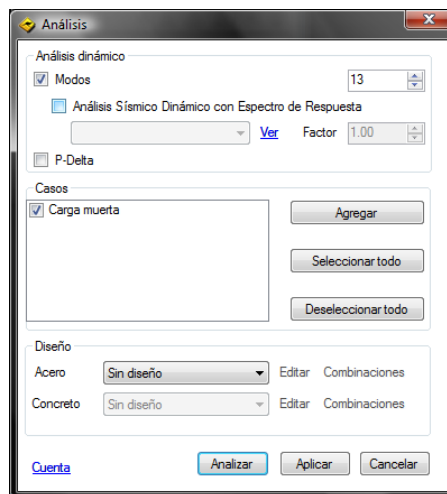


Figura 40 Agregando modos de vibrar al análisis.

13.3 ANÁLISIS CON ESPECTRO DE RESPUESTA

El análisis con espectro de respuesta está asociado con las ecuaciones de equilibrio dinámico.

$$Ku(t) + Cu(t) + M\ddot{u}(t) = m_x\ddot{u}_{gx}(t) + m_y\ddot{u}_{gy}(t) + m_z\ddot{u}_{gz}(t)$$

Donde **K** es la matriz de rigidez; **C** es la matriz de amortiguamiento proporcional; **M** es la matriz diagonal de masas; **u**, **\dot{u}** y **\ddot{u}** son los desplazamientos relativos, velocidades y aceleraciones con respecto al suelo; **m_x** , **m_y** y **m_z** son las cargas de aceleración y **\ddot{u}_{gx}** , **\ddot{u}_{gy}** y **\ddot{u}_{gz}** son los factores de aceleración del suelo.

Este análisis busca el máximo valor de respuesta a estas ecuaciones. La aceleración del suelo en cada dirección se da como una curva digitalizada del espectro contra el período de la estructura.

El análisis con espectro de respuesta se realiza usando superposición de modos que han sido calculados utilizando análisis modal.

TREU STRUCTURE[®] le permite realizar un análisis con espectro de respuesta. Abra la ventana de análisis presionando la tecla **F5** y active la casilla de Análisis Sísmico Dinámico, ver Figura 41. ¡Puede seleccionar de entre varios reglamentos de construcción para su análisis!

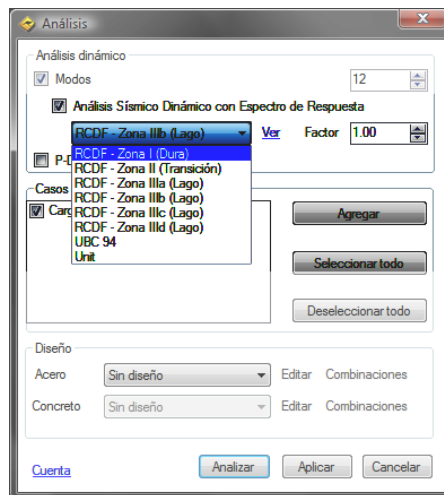


Figura 41 Agregando caso de análisis con espectro de respuesta.

13.4 ANÁLISIS P-DELTA

El efecto P-Delta se refiere específicamente al efecto geométrico no lineal de una fuerza de compresión o tensión sobre un elemento estructural. Una fuerza de compresión tiende a hacer a un elemento estructural más flexible mientras que una fuerza de tensión tiende a hacer más rígida a una estructura. Este análisis es útil para describir el comportamiento de algunas estructuras como cables o puentes suspendido

Considere una barra que está sujeta a una fuerza axial **P** y una fuerza transversal **F**. Si se analiza el equilibrio en la configuración original (utilizando una geometría no deformada), el momento en la base será $M = FL$ y decrece linealmente a cero en la base. Pero si el equilibrio se analiza con la geometría deformada habrá un momento adicional ocasionado por la fuerza axial P actuando en desplazamiento transversal Δ . El momento ya no decrece linealmente a cero como en el caso anterior, la variación depende de la forma deformada. El momento será en la base $M = FL - P\Delta$.

El análisis P-Delta de TREU STRUCTURE[®] toma las cargas muertas como fuerzas que modifican la geometría inicial del modelo y construye una nueva matriz de rigidez que utiliza para realizar análisis modal y por tipo de cargas. Sólo active en la ventana de diálogo la casilla P – Delta para incluir este análisis en sus resultados, ver Figura 42.

El análisis P-Delta se usa como base para los resultados de todos los casos estáticos y modal, y que usa a los estados de carga muerta como base.

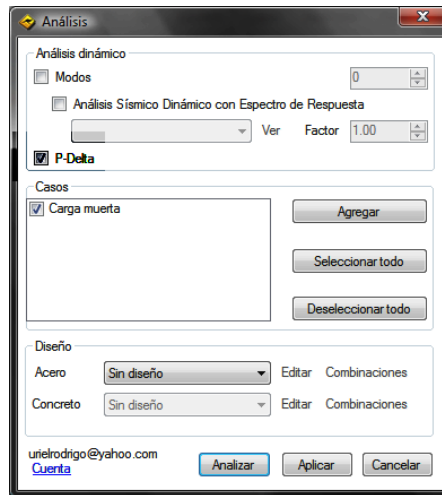



Figura 42 Agregando análisis P-Delta al modelo.

14 REPORTES

Una de las características más poderosas de TREU STRUCTURE son sus detallados reportes. Con nuestra herramienta, usted modela y analiza su proyecto. Al finalizar el análisis, TREU STRUCTURE pone a su disposición detallados reportes sobre el comportamiento de su modelo.

Para ilustrar y explicar los reportes presentamos el siguiente ejemplo. De la misma forma que en temas anteriores, comenzaremos agregando un modelo predefinido a nuestro proyecto en blanco. En esta ocasión agregaremos un domo, sólo presione el botón “Domo”  y elija donde colocarlo. Si todo marcha bien, su modelo deberá ser parecido al que presenta la Figura 43.

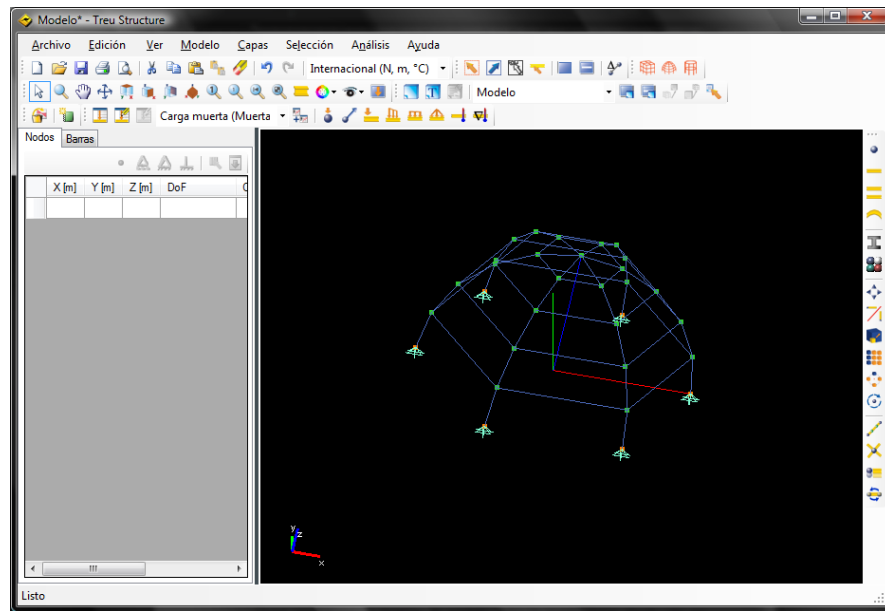



Figura 43 Insertando un domo predefinido mediante el comando “Domo”.

Si su modelo no es parecido al de la Figura 43, quizá tenga algunas opciones de visualización distintas a las nuestras. Para habilitar o deshabilitar algunas opciones, presione el botón “Ver opciones” . En la Figura 44, le mostramos las opciones que tenemos hemos seleccionado. Una marca de color azul aparecerá a la izquierda del nombre de la propiedad visible. Algunas propiedades de los nodos pueden habilitarse, pero no estarán visibles hasta que los nodos se muestren.

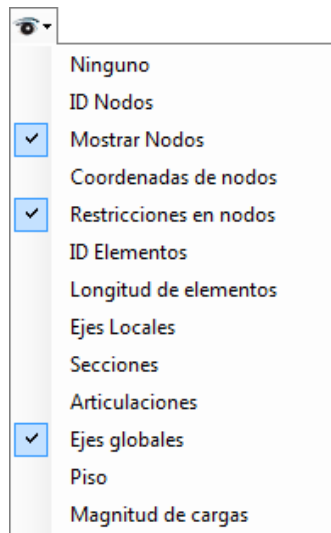



Figura 44 Opciones de visualización del modelo.

Ahora analizaremos el modelo presionando la tecla **F5**. Dejaremos las opciones por default que aparecen en el diálogo “Analizar”. El resultado con deformaciones se muestra en la Figura 45. Además, puede asignar color a la sección con el botón “Colores” .

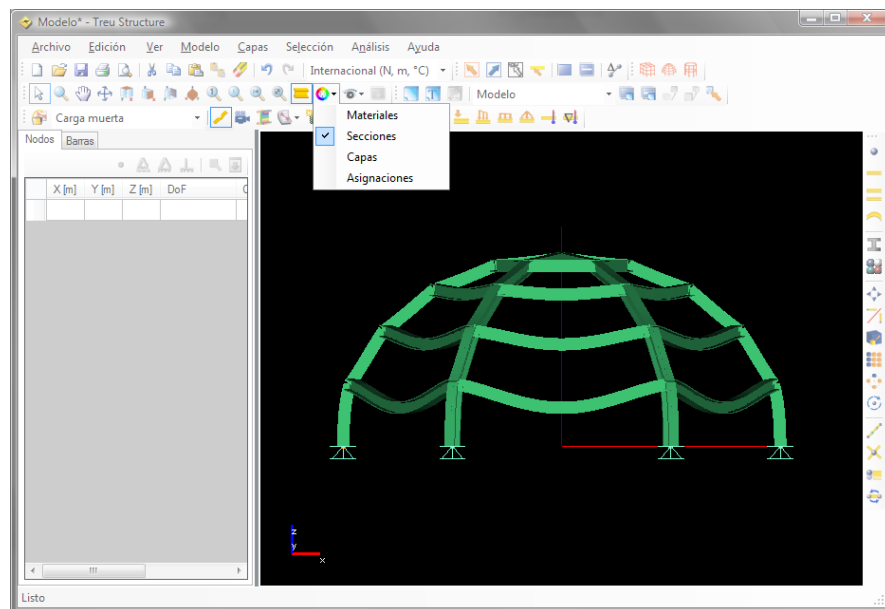



Figura 45 Deformaciones del domo resultado del análisis.

Para obtener el reporte presione el botón “Reportes”  que aparece en la barra de menús. A continuación se mostrará una ventana que presenta diversas opciones, entre ellas podrá generar el reporte completo o secciones de él. Para este ejemplo, sólo deseamos ver la información de los nodos y las barras, ver Figura 46.

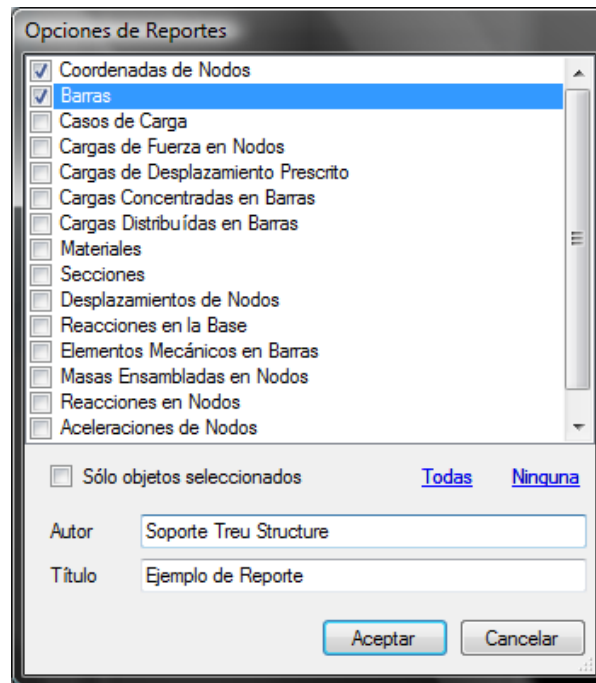


Figura 46 Diálogo para generar reportes.

El reporte aparecerá en una nueva ventana. La primera página muestra el resumen y el contenido de su proyecto dividido en secciones. Si usted eligió las mismas opciones que el manual, tendrá una ventana similar a la de la Figura 47.



Figura 47 Aspecto de la primera página del reporte de TREU STRUCTURE[®]

Como podrá apreciar, aparecen las secciones que elegimos en la ventana de reporte:

- Coordenadas de Nodos.
- Barras.

14.1 NODOS

El reporte de los nodos se muestra en la Figura 49, en él aparecen la siguiente información.

ID	Identificador del nodo
X	Posición en la coordenada X
Y	Posición en la coordenada Y
Z	Posición en la coordenada Z
Grados de Libertad	Información de los seis grados de libertad del nodo (U_x , U_y , U_z , R_x , R_y , R_z)
Masas	Información de las masas agregadas al nodo.

COORDENADAS DE NODOS				
ID	X (m)	Y (m)	Z (m)	Grados de Libertad
1	8.9	2.3	0	RRRFFF
2	6.4	6.6	0	RRRFFF
3	1.4	6.6	0	RRRFFF
4	-1.1	2.3	0	RRRFFF
5	1.4	-2.1	0	RRRFFF
6	6.4	-2.1	0	RRRFFF
7	8.7	2.3	1.5	FFFFFF
8	6.3	6.4	1.5	FFFFFF
9	1.5	6.4	1.5	FFFFFF
10	-0.9	2.3	1.5	FFFFFF
11	1.5	-1.8	1.5	FFFFFF
12	6.3	-1.8	1.5	FFFFFF
13	7.9	2.3	2.9	FFFFFF
14	5.9	5.8	2.9	FFFFFF
15	1.9	5.8	2.9	FFFFFF
16	-0.1	2.3	2.9	FFFFFF
17	1.9	-1.2	2.9	FFFFFF
18	5.9	-1.2	2.9	FFFFFF
19	6.8	2.3	4	FFFFFF
20	5.4	4.8	4	FFFFFF
21	2.4	4.8	4	FFFFFF
22	1	2.3	4	FFFFFF
23	2.4	-0.3	4	FFFFFF
24	5.4	-0.3	4	FFFFFF
25	5.4	2.3	4.8	FFFFFF
26	4.7	3.6	4.8	FFFFFF
27	3.1	3.6	4.8	FFFFFF
28	2.4	2.3	4.8	FFFFFF
29	3.1	0.9	4.8	FFFFFF
30	4.7	0.9	4.8	FFFFFF
31	3.9	2.3	5	FFFFFF

Figura 48 Reporte de los nodos.

14.2 BARRAS

La Figura 50 muestra el reporte para las barras del modelo. En ella aparece la siguiente información.

ID	Identificador de la barra
Nodo I	Identificador del nodo inicial
Nodo J	Identificador del nodo final
Ángulo	Ángulo del eje local 1 de la barra con respecto a su posición automática. Este ángulo es cero cuando el eje local 2 de la barra es paralelo al eje global X en columnas o paralelo al eje global Z en otros tipos de barras.
Sección	Nombre de la sección transversal de la barra

BARRAS				
ID	Nodo I	Nodo J	Angulo (Deg)	Sección
1	1	7	0	W10X100
2	2	8	0	W10X100
3	7	8	0	W10X100
4	3	9	0	W10X100
5	8	9	0	W10X100
6	4	10	0	W10X100
7	9	10	0	W10X100
8	5	11	0	W10X100
9	10	11	0	W10X100
10	6	12	0	W10X100
11	11	12	0	W10X100
12	12	7	0	W10X100
13	7	13	0	W10X100
14	8	14	0	W10X100
15	13	14	0	W10X100
16	9	15	0	W10X100
17	14	15	0	W10X100
18	10	16	0	W10X100
19	15	16	0	W10X100
20	11	17	0	W10X100
21	16	17	0	W10X100
22	12	18	0	W10X100
23	17	18	0	W10X100
24	18	13	0	W10X100
25	13	19	0	W10X100
26	14	20	0	W10X100
27	19	20	0	W10X100
28	15	21	0	W10X100
29	20	21	0	W10X100
30	16	22	0	W10X100
31	21	22	0	W10X100
32	17	23	0	W10X100
33	22	23	0	W10X100
34	18	24	0	W10X100
35	23	24	0	W10X100
36	24	19	0	W10X100
37	19	25	0	W10X100
38	20	26	0	W10X100
39	25	26	0	W10X100
40	21	27	0	W10X100
41	26	27	0	W10X100
42	22	28	0	W10X100
43	27	28	0	W10X100
44	23	29	0	W10X100
45	28	29	0	W10X100
46	24	30	0	W10X100
47	29	30	0	W10X100
48	30	25	0	W10X100
49	25	31	0	W10X100
50	26	31	0	W10X100
51	27	31	0	W10X100
52	28	31	0	W10X100
53	29	31	0	W10X100
54	30	31	0	W10X100

Figura 49 Reporte del elemento barra.

14.3 DESCRIPCIÓN DE LOS SUBREPORTES

TREU STRUCTURE[®] le presenta el reporte de su proyecto dividido en secciones llamadas “Subreportes”. Cada una contiene información específica sobre cada parte de su modelo. A continuación se presentan los subreportes y la información que proporcionan.

14.3.1 CASOS DE CARGA

Nombre	Identificador único del estado de carga
Tipo	Tipo de estado de carga. Se usa en las combinaciones de carga.
Peso Propio	Factor de peso propio. Cada estado de carga se analiza con una carga uniforme en cada elemento proporcional a su peso.

14.3.2 CARGAS DE FUERZA EN NODOS

Caso	Nombre de caso de carga
Nodo	Identificador del nodo
Fuerza X	Fuerza en X
Fuerza Y	Fuerza en Y
Fuerza Z	Fuerza en Z
Momento X	Momento en X
Momento Y	Momento en Y
Momento Z	Momento en Z

14.3.3 CARGAS DE DESPLAZAMIENTO PRESCRITO

Caso	Nombre de caso de carga
Nodo	Identificador del nodo
Tx	Traslación en el eje global X
Ty	Traslación en el eje global Y
Tz	Traslación en el eje global Z
Rx	Rotación alrededor del eje global X
Ry	Rotación alrededor del eje global Y
Rz	Rotación alrededor del eje global Z

14.3.4 CARGAS CONCENTRADAS EN BARRAS

Caso	Nombre de caso de carga
Elemento	Identificador único de la barra
Posición	Distancia desde el nodo I al lugar donde se aplica la carga
Tipo	Fuerza o momento
Carga	Magnitud del valor de la carga

14.3.5 CARGAS DISTRIBUIDAS EN BARRAS

Caso	Nombre de caso de carga
Elemento	Identificador único de la barra
Posición A	Distancia relativa desde el nodo I hasta el punto donde se aplica la carga puntual. [0 - 1]
Posición B	Distancia relativa desde el nodo I hasta el punto donde se aplica la carga puntual. [Posición A - 1]
Dirección	Dirección en la que se aplica la carga
Tipo	Fuerza o momento
Carga en A	Magnitud de la carga en la posición A
Carga en B	Magnitud de la carga en la posición B

14.3.6 MATERIALES

Nombre	Nombre del material
Tipo	Isotrópico o Uniaxial
Descripción	Descripción del material

14.3.7 SECCIONES

Nombre	Nombre de la sección
Forma	Nombre de la forma de la sección
Material	Concreto o Acero
Descripción	Descripción de la sección

14.3.8 DESPLAZAMIENTO EN NODOS

Caso	Nombre del caso de resultados
Nodo	Identificador del nodo
Tx	Traslación en el eje global X
Ty	Traslación en el eje global Y
Tz	Traslación en el eje global Z
Rx	Rotación alrededor del eje global X
Ry	Rotación alrededor del eje global Y
Rz	Rotación alrededor del eje global Z

14.3.9 ACELERACIONES DE NODOS

Caso	Nombre del caso de resultados
Nodo	Identificador del nodo
U1	Dirección en el eje global X
U2	Dirección en el eje global Y
U3	Dirección en el eje global Z
R1	Rotación alrededor del eje global X
R2	Rotación alrededor del eje global Y
R3	Rotación alrededor del eje global Z

14.3.10 VELOCIDADES EN NODOS

Caso	Nombre del caso de resultados
Nodo	Identificador del nodo
U1	Velocidad del nodo en la dirección en el eje global X
U2	Velocidad del nodo en la dirección en el eje global Y
U3	Velocidad del nodo en la dirección en el eje global Z
R1	Rotación alrededor del eje global X
R2	Rotación alrededor del eje global Y
R3	Rotación alrededor del eje global Z

14.3.11 REACCIONES EN LA BASE

Caso	Nombre del caso de resultados
Fuerza X	Valor de la fuerza en la dirección X global
Fuerza Y	Valor de la fuerza en la dirección Y global
Fuerza Z	Valor de la fuerza en la dirección Z global
Momento X	Valor del momento alrededor de la dirección X global
Momento Y	Valor del momento alrededor de la dirección Y global
Momento Z	Valor del momento alrededor de la dirección Z global

14.3.12 ELEMENTOS MECÁNICOS EN BARRAS

Caso	Nombre del caso de resultados
Elemento	Identificador único de la barra
Nodo	Identificador único del nodo
Fuerza X	Valor de la fuerza en la dirección X global
Fuerza Y	Valor de la fuerza en la dirección Y global
Fuerza Z	Valor de la fuerza en la dirección Z global
Momento X	Valor del momento alrededor de la dirección X global
Momento Y	Valor del momento alrededor de la dirección Y global
Momento Z	Valor del momento alrededor de la dirección Z global

14.3.13 MASAS ENSAMBLADAS EN NODOS

Nodo	Identificador único del nodo
U1	Valor de la masa en la dirección X global
U2	Valor de la masa en la dirección Y global
U3	Valor de la masa en la dirección Z global
R1	Momento alrededor de la dirección X global
R2	Momento alrededor de la dirección Y global
R3	Momento alrededor de la dirección Z global

14.3.14 PARTICIPACIONES DE CARGAS EN NODOS

Tipo	Aceleración o Carga
Carga	Dirección de la carga U_x , U_y ó U_z
Estática	Porcentaje de carga estática
Dinámica	Porcentaje de carga dinámica

14.3.15 MODOS DE VIBRAR Y PARTICIPACIÓN DE MASAS

Caso	Nombre del caso de resultados
Períodos	Periodo de vibración del modo
U_x	Porcentaje de participación en la dirección X global
U_y	Porcentaje de participación en la dirección Y global
U_z	Porcentaje de participación en la dirección Z global
R_x	Porcentaje de participación alrededor del eje X global
R_y	Porcentaje de participación alrededor del eje Y global
R_z	Porcentaje de participación alrededor del eje Z global

14.3.16 PARTICIPACIONES DE FUERZAS EN MODOS

Caso	Nombre del caso de resultados
U_x	Porcentaje de participación de la fuerza en la dirección del eje X global
U_y	Porcentaje de participación de la fuerza en la dirección del eje Y global
U_z	Porcentaje de participación de la fuerza en la dirección del eje Z global
R_x	Porcentaje de participación alrededor del eje X global
R_y	Porcentaje de participación alrededor del eje Y global
R_z	Porcentaje de participación alrededor del eje Z global
Masa	Valor de la masa en el caso de resultados
Rigidez	Rigidez en el caso de resultados

14.3.17 PERIODOS MODALES

Caso	Nombre del caso de resultados
Período	Periodo de vibración
Frecuencia	Frecuencia del modo de vibrar
Frecuencia Circular	Frecuencia angular del modo de vibrar

14.3.18 ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO

Caso	Nombre del caso de resultados
Período	Periodo de vibración
Amortiguamiento	Valor del amortiguamiento
Ux	Valor de la vibración en la dirección global X
Uy	Valor de la vibración en la dirección global Y
Uz	Valor de la vibración en la dirección global Z

14.3.19 REACCIONES EN NODOS

Caso	Nombre del caso de resultados
Nodo	Identificador único del nodo
Fuerza X	Valor de la fuerza de reacción en el eje X global
Fuerza Y	Valor de la fuerza de reacción en el eje Y global
Fuerza Z	Valor de la fuerza de reacción en el eje Z global
Momento X	Momento de reacción alrededor del eje X global
Momento Y	Momento de reacción alrededor del eje Y global
Momento Z	Momento de reacción alrededor del eje Z global

14.3.20 OPCIONES DE DISEÑO

Código	Nombre del código de diseño
Variable	Nombre de la variable de diseño
Valor	Valor de la variable de diseño

14.3.21 DISEÑO EN ACERO

Elemento	Identificador único de la barra
Razón	Si es mayor a 1 no cumple especificaciones de diseño
Error	Mensaje de error si no cumple diseño
Advertencia	

14.3.22 DISEÑO EN ACERO- DETALLES AXIAL

Elemento	Identificador único de la barra
Estado	Mensaje del estado de la barra después del análisis
Razón PMM (Total)	Si es mayor a 1 no cumple especificaciones de diseño
Razón PMM (Axial)	Si es mayor a 1 no cumple especificaciones de diseño
Razón PMM (Mayor)	Si es mayor a 1 no cumple especificaciones de diseño
Razón PMM (Menor)	Si es mayor a 1 no cumple especificaciones de diseño
Error	Mensaje de error si no cumple diseño
Advertencia	

14.3.23 DISEÑO EN ACERO- DETALLES CORTANTE

Elemento	Identificador único de la barra
Estado	
Razón de esfuerzos cortantes (Mayor)	Si es mayor a 1 no cumple especificaciones de diseño
Razón de esfuerzos cortantes (Menor)	Si es mayor a 1 no cumple especificaciones de diseño
Error	Mensaje de error si no cumple diseño
Advertencia	

14.3.24 DISEÑO DE COLUMNAS DE CONCRETO

Elemento	Identificador único de la barra
Área Axial	Área para soportar carga axial
Razón Axial	Si es mayor a 1 no cumple especificaciones de diseño
Área Cortante de varilla (Mayor)	Área de la sección para soportar carga cortante

Área Cortante de varilla (Menor)	Área de la sección para soportar carga cortante
Error	Mensaje de error si no cumple diseño
Advertencia	

14.3.25 DISEÑO DE VIGAS DE CONCRETO

Elemento	Identificador único de la barra
Área de varilla superior	Área p de la sección para soportar el diseño
Área de varilla inferior	Área p de la sección para soportar el diseño
Error	Mensaje de error si no cumple diseño
Advertencia	