

SAP2000

Integrated Software for Structural Analysis & Design
(Software Integrado para el Análisis y Diseño Estructural.)

Elaborado Por:
Ing. Eliud Hernández
(58-412-2390553)

CONTENIDOS

(SAP2000) Software Integrated for Structural Analysis & Design.....	9
MANUAL DE USO / GUIA DE USUARIO.....	11
1. Pantalla Inicial.....	11
1.1. Lista General de Menú en pantalla.....	12
1.2. Descripción de Iconos en Pantalla.....	13
2. Menú File: Archivos.....	14
2.1. New Model Initialization: <i>Condiciones de Inicio de un Nuevo Modelo</i>	15
2.1.1. Select Template: <i>Seleccionar Modelos Predeterminados</i>	16
2.1.2. Opción Blank:.....	17
2.1.3. Opción Grid Only:.....	18
2.1.4. Opción Beam:.....	20
2.1.5. Opción 2D Trusses:	21
2.1.6. Opción 3D Trusses:	25
2.1.7. Opción 2D Frames:	34
2.1.8. Opción 3D Frames:	37
2.1.9. Opción Wall:	41
2.1.10. Opción Flat Slab:.....	42
2.1.11. Opción Shells:	43
2.1.12. Opción Stairs:.....	56
2.1.13. Opción Storage Structures:	62
2.1.14. Opción Underground Concrete Structures:	68
2.1.15. Opción Solids:.....	70
2.1.16. Cable Bridges:.....	77
2.1.17. Opción Pipes:	79
2.1.18. Definición de Líneas de Grid.	80
2.2. Import: <i>Importar</i>	81
2.3. Export: <i>Exportar</i>	81
2.4. Batch File Control: <i>Control de Manejo de Archivos</i> . A través de esta opción se puede generar una lista de modelos para ser analizados es secuencia.	82
2.5. Print Setup for Graphics: <i>Configuración para Impresión de Gráficos</i>	82
2.6. Print Graphics: <i>Imprimir el Grafico de la ventana activa</i>	83
2.7. Print Tablas: <i>Imprimir Tablas</i>	83
2.8. Report Setup: <i>Configuración de Reportes</i>	83
2.9. Create Report: <i>Generar Reportes</i>	84
2.10. Advanced Report Writer: <i>Escribir Reporte Avanzado</i>	84
2.11. Capture Enhanced Metafile: <i>Capturar Archivo .emf</i>	85
2.12. Capture Picture: <i>Capturar Imagen</i>	85
2.13. Project Information: <i>Información del proyecto</i>	86
2.14. Show Input/Log Files: <i>Ver Archivos de Texto con los datos de Entrada</i>	86
3. Menú Edit: <i>Edición</i>	87
3.1. Copy and Paste: <i>Copiar y Pegar</i>	88
3.2. Replicate: <i>Réplicas</i>	88
3.2.1. Tipo: Lineal.	88
3.2.2. Tipo: Radial.	90

3.2.3.	Tipo: Simetría.....	92
3.2.4.	Ver y/o Modificar las Opciones de Réplica	94
3.3.	Extrude: <i>Extruir</i>	95
3.3.1.	Extrude Points to Frames/Cables: <i>Extruir puntos a Líneas</i>	95
3.3.2.	Extrude Lines to Areas: <i>Extruir Líneas a Areas a</i>	101
3.3.3.	Convert Lines to Areas: <i>Convertir líneas a Areas</i>	106
3.3.4.	Extrude Areas to Solid: <i>Extruir Areas a Sólidos</i>	107
3.3.5.	Convert Areas to Solid: <i>Convertir Areas en Sólidos</i>	109
3.4.	Move: <i>Mover</i>	110
3.5.	Edit Points: <i>Editar Puntos</i>	111
3.5.1.	Add Grid at Select Points: <i>Adicionar una línea de Grid al Punto seleccionado</i> . 111	
3.5.2.	Merge Joints: <i>Unir Juntas dentro de una tolerancia específica</i>	113
3.5.3.	Aligned Points: <i>Alinear Puntos</i>	113
3.6.	Edit Lines: <i>Editar Líneas</i>	114
3.6.1.	Divide Frames: Dividir elementos de Pórtico “Frame”	115
3.6.2.	Join Frames: <i>Unir Elementos de Pórtico “Frame”</i>	117
3.6.3.	Trim/Extend Lines: <i>Recortar y Extender Líneas</i>	118
3.6.4.	Edit Curved Lines: <i>Editar Líneas Curvas</i>	120
3.6.5.	Edit Cable Geometry: <i>Editar la Geometría del Cable</i>	123
3.6.6.	Edit Tendon Profile: <i>Editar el perfil de la Guaya</i>	125
3.7.	Edit Areas: <i>Editar Áreas</i>	127
3.7.1.	Divide Areas: <i>Dividir Áreas</i>	128
3.7.2.	Merge Areas: <i>Unir Areas</i>	132
3.7.3.	Expand/Shrink Areas: <i>Expandir o Acortar Areas</i>	132
3.7.4.	Add Points to Area Edge: <i>Adicionar Puntos a Areas</i>	133
3.7.5.	Remove Points to Area Edge: <i>Remover Puntos a Areas</i>	133
3.8.	Divide Solids: <i>Dividir Sólidos</i>	134
3.9.	Change Labels: <i>Cambiar Etiquetas (Nombres)</i>	136
4.	Menú View: <i>Ver</i>	137
4.1.	Set 3D View: <i>Vistas en 3d</i>	138
4.2.	Set 2D View: <i>Vistas en 2d</i>	138
4.3.	Set Limits: <i>Límites del Modelo</i>	139
4.4.	Set Display Options: <i>Opciones a mostrar en pantalla</i>	139
5.	Menú Define: <i>Definir</i>	140
5.1.	Materials: <i>Materiales</i>	141
5.1.1.	Add New Material Quick: <i>Adicionar un Nuevo Material de forma Rápida</i>	141
5.1.2.	Add New Material: <i>Adicionar un Nuevo Material</i>	144
5.2.	Section Properties: <i>Propiedades de las Secciones</i>	156
5.2.1.	Frame Section: <i>Sección para elementos de Pórticos (Vigas, Columnas, etc.)</i>	156
5.2.2.	Tendon Section: <i>Secciones para Guayas</i>	178
5.2.3.	Cable Section: <i>Sección para Cables</i>	179
5.2.4.	Area Section: <i>Secciones de Area</i>	180
5.2.5.	Solid Properties: <i>Propiedades de Sólidos</i>	192
5.2.6.	Reinforcing Bar Sizes: <i>Dimensiones de las Barras de Refuerzo</i>	193
5.2.7.	Hinges Properties: Propiedades de las Rótulas.	193
5.3.	Mass Source: <i>Fuente de Masa</i>	199

5.4. Coordinate System/Grids: <i>Sistemas de Coordenadas y Líneas de Grid</i>	201
5.5. Joint Constraints: <i>Restricciones en Conjunto de Juntas. Tiene como aplicación establecer una Reducción de grados de libertad.</i>	203
5.6. Section Cut: <i>Secciones de corte.</i>	205
5.7. Functions: <i>Funciones Espectrales y de Tiempo-Historia.</i>	210
5.7.1. Response Spectrum: <i>Funciones Espectrales.</i>	210
5.8. Load Patterns: <i>Patrones de Carga.</i>	214
5.9. Load Cases: <i>Casos de Carga.</i>	218
5.10. Load Combinations: <i>Combinaciones de Carga.</i>	228
5.11. Named Property Sets:	230
5.11.1. Frame Modifiers: <i>Modificadores de Propiedades en elementos de pórtico "Frame"</i>	230
5.11.2. Area Modifiers: <i>Modificadores de Propiedades en elementos de Area.</i>	231
5.11.3. Frame Releases: <i>Liberación de Fuerzas y/o Momentos en los extremos de elementos de Pórticos "Frame".</i>	231
5.12. Pushover Parameters Sets: <i>Parámetros para Definir el Pushover.</i>	232
5.12.1. Force vs Displacement: <i>Configuración de Identificación de la curva Corte Basal vs Desplazamiento a generar conforme al Pushover.</i>	232
5.12.2. ATC 40 Capacity Spectrum: <i>Configuración de parámetros para generar el Espectro de Capacidad y Demanda, conforme a la Norma ATC 40.</i>	233
5.12.3. FEMA 356 Coefficient Method: <i>Configuración de parámetros para generar la demanda por el método de Coeficientes, conforme a la Norma FEMA 356.</i>	234
5.12.4. FEMA 440 Equivalent Linearization: <i>Configuración de parámetros para generar las curvas de capacidad y demanda con una aproximación lineal equivalente, conforme a la Norma FEMA 440.</i>	235
5.12.5. FEMA 440 Equivalent Displacement Modification: <i>Configuración de parámetros para definir la Demanda con la modificación propuesta en la Norma FEMA 440.</i>	236
6. Menú Draw: <i>Dibujar</i>	237
6.1. Draw Frame/Cable/Tendon: <i>Dibujar elementos de pórtico "Frame", cables y Guayas, a partir de dos puntos (Aplica para plantas, elevaciones y en 3D.</i>	238
6.2. Quick Draw Frame/Cable/Tendon: <i>Dibujo rápido de elementos de pórtico "Frame", cables y Guayas, en una región haciendo un click (Aplica para plantas, elevaciones y en 3D).</i>	239
6.3. Quick Draw Secondary Beams: <i>Dibujo rápido de Vigas Secundarias en una región (grid) haciendo un click (Aplica sólo para el Plano XY).</i>	240
6.4. Quick Draw Braces: <i>Dibujo rápido de Arriostramientos en una región (grid) haciendo un click (Aplica sólo para planos XZ y YZ)</i>	241
6.4.1. Bracing X: (Cruz de San Andrés)	241
6.4.2. Bracing Inverted V: (V Invertida)	241
6.4.3. Bracing V: (V)	241
6.4.4. Bracing Eccen Back: (Diagonal hacia la Izquierda)	242
6.4.5. Bracing Eccen Forward: (Diagonal hacia la Derecha)	242
6.5. Draw Poly Areas: <i>Dibujar Áreas en Plantas, Elevaciones y modelo 3D a partir de tres o más puntos.</i>	243

6.6. Draw Rectangular Areas: <i>Dibujar Areas rectangulares (Aplica para Plantas, Elevaciones y en 3D) a través de un arrastre.</i>	243
6.7. Quick Draw Areas <i>Dibujo rápido de Areas rectangulares haciendo un click en una región (grid).</i>	244
6.8. Draw Developed Elevation Definition: <i>Dibujar una elevación definida por el usuario. En esta opción se puede seleccionar una ruta en planta que permita obtener un pórtico de manera arbitraria.</i>	244
6.9. Draw Reference point: <i>Dibujar un punto de Referencia relativo a un punto (Junta).</i> 245	
6.10. Draw Section Cut: <i>Dibujar una sección de Corte.</i>	246
6.11. Draw General Reference Line: <i>Dibujar una Línea General de Referencia.</i>	248
6.12. Snap To: <i>Punteros de Precisión.</i>	249
6.13. New Labels: <i>Nuevas Etiquetas</i>	249
7. Menú Select: <i>Seleccionar</i>	250
7.1. Select: <i>Seleccionar</i>	250
7.2. Poly: <i>Selección a través de una Poligonal.</i>	251
7.3. Intersecting Poly: <i>Selección a través de la intersección con una Poligonal.</i>	252
7.4. Intersecting Line: <i>Selección a través de la intersección de una Línea.</i>	253
8. Menú Assign: <i>Asignar</i>	254
8.1. Joint: <i>Asignar diferentes propiedades y tipos de restricciones a Juntas.</i>	255
8.1.1. Restraints: <i>Restricciones Generales.</i>	255
8.1.2. Springs: <i>Vínculos Elásticos (Resortes).</i>	256
8.1.3. Mass: <i>Masas a Puntos (Traslacionales y Rotacionales).</i>	257
8.1.4. Local Axes: <i>Rotación de Ejes Locales.</i>	258
8.1.5. Panel Zone: <i>Zona del Panel (Propiedades y Conectividad).</i>	259
8.2. Frame: <i>Asignar Propiedades a elementos de Pórtico “Frame”</i>	260
8.2.2. Property Modifiers: <i>Asignar Modificadores de propiedades a elementos de Pórtico “Frame”. Aplica directamente a Vigas, Columnas y Arriostramientos.</i>	261
8.2.3. Material Property Overwrites: <i>Permite Redefinir las propiedades a elementos de Pórtico “Frame”. Aplica directamente a Vigas, Columnas y Arriostramientos.</i>	262
8.2.4. Releases: <i>Restricción o Liberación de fuerzas en elementos de Pórtico “Frame”. Aplica directamente a Vigas, Columnas y Arriostramientos.</i>	262
8.2.5. Local Axes: <i>Modificación de Ejes Locales en elementos de Pórtico “Frame”. Aplica directamente a Vigas, Columnas y Arriostramientos.</i>	263
8.2.6. Reverse Connectivity:	265
8.2.7. End (Length) Offset:	265
8.2.8. Insertion Points:	266
8.2.9. Output Station:	267
8.2.10. Tension/Compression Limits:	268
8.2.11. Hinges:	268
8.2.12. Line Springs:	272
8.2.13. Line Mass:	273
8.2.14. Material Temperature:	273
8.2.15. Automatic Frame Mesh:	274
8.3. Cable: <i>Asignar Propiedades a Cables.</i>	275
8.4. Tendon: <i>Asignar Propiedades a Guayas.</i>	275

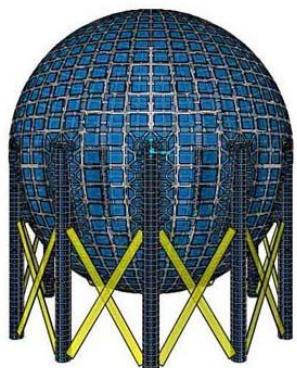
8.5.	<i>Area: Asignar Propiedades a Elementos de Área.....</i>	276
8.5.1.	Sections:	276
8.5.2.	Area Stiffness Modifiers:	277
8.5.3.	Area Material Property Overwrites:	277
8.5.4.	Area Thickness Overwrites:	278
8.5.5.	Local Axes:.....	280
8.5.6.	Reverse Local 3:	280
8.5.7.	Material Temperatures:.....	280
8.5.8.	Area Springs:	281
8.5.9.	Area Mass:.....	281
8.5.10.	<i>Automatic Area Mesh: Dividir Áreas de forma Automática (Mallas Internas).</i> 282	
8.6.	<i>Solid: Asignar Propiedades a Elementos Sólidos.</i>	284
8.6.1.	Properties:.....	284
8.6.2.	Local Axes:.....	284
8.6.3.	Surface Spring:	285
8.6.4.	Material Temperatures:	285
8.6.5.	Switch Faces:.....	286
8.6.6.	Automatic Solid Mesh:	286
8.7.	<i>Joint Loads: Asignar Cargas a Juntas.....</i>	287
8.7.1.	Forces: <i>Asignar fuerzas en Juntas.</i>	287
8.7.2.	Displacement: <i>Asignar Desplazamientos en Juntas.</i>	288
8.8.	<i>Frame Loads: Asignar Cargas a Elementos de Pórtico “Frames”</i>	289
8.8.1.	Gravity: <i>Asignar Cargas en Función a la Gravedad.</i>	289
8.8.2.	Points: <i>Asignar Cargas Puntuales.</i>	290
8.8.3.	Distributed: <i>Asignar Cargas Distribuidas.</i>	290
8.8.4.	Temperature: <i>Asignar Cargas de temperatura.</i>	291
8.9.	Cable Loads: <i>Asignar Cargas a Cables.</i>	292
8.10.	Tendon Loads: <i>Asignar Cargas a Guayas.</i>	292
8.10.1.	Gravity: <i>Asignar Cargas en Función a la Gravedad.</i>	293
8.10.2.	Tendon Forces/Stress: <i>Asignar Cargas o Esfuerzos a Guayas.</i>	293
8.11.	Area Loads: <i>Asignar Cargas a Elementos de Área</i>	294
8.11.1.	Gravity: <i>Asignar Cargas en Función a la Gravedad.</i>	294
8.11.2.	Uniform (Shell): <i>Asignar Cargas uniformemente distribuidas.</i>	294
8.11.3.	Uniform to Frame (Shell):	295
8.11.4.	Surface Pressure (All):	295
8.12.	<i>Joint Patterns: Patrón de Juntas. Permite Establecer una distribución de carga de forma Triangular para contemplar presión de líquidos y tierra.</i>	296
8.13.	Copy And Paste Assign: <i>Copiar y pegar Asignaciones en elementos.</i>	298
9.	Menú Analyse: <i>Analizar.</i>	299
9.1.	Set Analysis Options: <i>Opciones de Análisis. Análisis Plano o Espacial. Análisis Dinámico, Efecto P-Delta.</i>	299
9.2.	Solver Options: <i>Opciones de Solución.</i>	300
9.3.	Set Load Cases to Run: <i>Seleccionar los casos de cargas a correr.</i>	300
9.4.	Modify Undeformed Geometry: <i>Modificar la Geometría No Deformada</i>	301
9.5.	Show Last Run Detail: <i>Mostrar Detalles de la última Corrida.</i>	301

10.	Menú Display: <i>Mostrar</i>	302
10.1.	Show Loads Assigns: <i>Ver Cargas Asignadas a Juntas, elementos de Pórtico, cables, Guayas, Áreas y Sólidos</i>	302
10.2.	Show Misc Assigns: <i>Ver asignaciones en Juntas, elementos de Pórtico, Cables, Guayas, Áreas y Sólidos</i>	305
10.3.	Show Deformed Shape: <i>Ver Deformadas del Modelo</i>	307
10.4.	Show Forces/Stresses: <i>Ver Fuerzas y/o Esfuerzos en Juntas, Elementos de Pórtico "Frame", Cables, Guayas, Áreas y Sólidos</i>	308
10.4.1.	Joints: <i>Reacciones en Juntas</i>	308
10.4.2.	Frame/Cables: <i>Fuerzas en elementos de Pórtico "Frame" y Cables</i>	309
10.4.3.	Shell: <i>Fuerzas en elementos de área de Comportamiento Tipo Shell</i>	312
10.4.4.	Solids: <i>Fuerzas en elementos de área de Comportamiento Tipo Shell</i>	322
10.4.5.	Show Static Pushover Curve: <i>Mostrar la Gráfica del Pushover</i>	324
10.4.6.	Show Hinge Results: <i>Mostrar Resultados en Rótulas</i>	332
10.4.7.	Tables: <i>Mostrar Tablas</i>	334
11.	Menú Design: <i>Diseñar</i>	335
11.1.	Steel Frame Design: <i>Diseño de Elementos de Pórtico "Frame", en Acero</i>	335
11.2.	View/Revise Preferences: <i>Ver y/o Redefinir Preferencias de Diseño</i>	336
11.2.1.	View/Revise Overwrites: <i>Ver y/o Redefinir Parámetros de Diseño</i>	337
11.2.2.	Select Design Group: <i>Seleccionar Grupos de Diseño</i>	338
11.2.3.	Select Design Combinations: <i>Seleccionar Grupos de Diseño</i>	338
11.2.4.	Set Lateral Displacement Targets: <i>Límite de Desplazamiento Lateral</i>	339
11.2.5.	Set Time Period Targets: <i>Establecer Límites de periodos de formas modales</i> . 340	
11.2.6.	Start Design/Check of Structure: I	340
11.2.7.	Display Design Info: <i>Mostrar la información del Diseño de acuerdo a la Norma Aplicada</i> . 341	
11.2.8.	Change Design Section: <i>Cambiar la sección del Diseño</i>	342
11.3.	Concrete Frame Design: <i>Diseño de Elementos en Concreto</i>	344
11.3.1.	View/Revise Preferences: <i>Ver y/o Redefinir Preferencias de Diseño</i>	345
11.3.2.	View/Revise Overwrites: <i>Ver y/o Redefinir Parámetros de Diseño</i>	346
11.3.3.	Select Design Combo: <i>Seleccionar Combinaciones para el Diseño</i>	347
11.3.4.	Start Design/Check of Structure:	347
11.3.5.	Display Design Info: <i>Mostrar la información del Diseño de acuerdo a la Norma Aplicada</i> . 348	
11.3.6.	Change Design Section: <i>Cambiar la sección del Diseño</i>	349
11.4.	Aluminium Frame Design: <i>Diseño de Elementos en Aluminio</i>	352
11.4.1.	View/Revise Preferences: <i>Ver y/o Redefinir Preferencias de Diseño</i>	353
11.4.2.	View/Revise Overwrites: <i>Ver y/o Redefinir Parámetros de Diseño</i>	354
11.4.3.	Select Design Group: <i>Seleccionar grupos de Diseño</i>	355
11.4.4.	Select Design Combinations: <i>Seleccionar combinaciones de Diseño</i>	355
11.4.5.	Start Design/Check of Structure:	356
11.4.6.	Display Design Info: <i>Mostrar la información del Diseño de acuerdo a la Norma Aplicada</i> . 356	
11.4.7.	Change Design Section: <i>Cambiar la sección del Diseño</i>	357

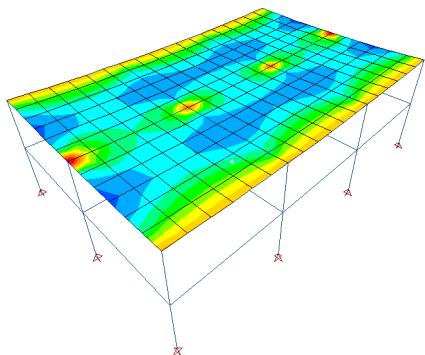
11.5. Cold Formed Steel Frame Design: <i>Diseño de Elementos en Acero Formado al Frío.</i>	357
11.5.1. View/Revise Preferences: <i>Ver y/o Redefinir Preferencias de Diseño.</i>	358
11.5.2. View/Revise Overwrites: <i>Ver y/o Redefinir Parámetros de Diseño.</i>	359
11.5.3. Select Design Group: <i>Seleccionar grupos de Diseño.</i>	360
11.5.4. Select Design Combinations: <i>Seleccionar combinaciones de Diseño.</i>	360
11.5.5. Start Design/Check of Structure:	361
11.5.6. Display Design Info: <i>Mostrar la información del Diseño de acuerdo a la Norma Aplicada.</i>	361
11.5.7. Change Design Section: <i>Cambiar la sección del Diseño.</i>	362
11.6. Lateral Bracing: <i>Arriostramiento Lateral.</i>	362
11.6.1. Specify Point Bracing: <i>Especificar Puntos de Arriostramiento.</i>	362
11.6.2. Uniform Bracing: <i>Distancia Uniforme entre Arriostramientos.</i>	363
11.7. Overwrite Frame Design Procedure: <i>Redefinir Procedimiento de Diseño del Elemento.</i>	363

(SAP2000) Software Integrated for Structural Analysis & Design

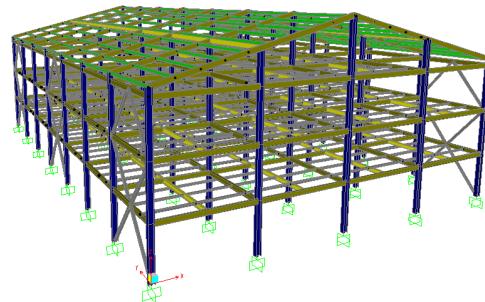
SAP2000 es un programa desarrollado por la empresa CSI, Computer and Structures, Inc. En Berkeley, California, EEUU. Se presenta en varias versiones (Standard, Plus y Advanced). Desde hace mas de 30 años ha estado en continuo desarrollo, para brindarle al ingeniero una herramienta confiable, sofisticada y fácil de usar sobre la base de una poderosa e intuitiva interfaz gráfica con procedimientos de modelaje, análisis y diseño estructural a la vanguardia a nivel mundial.



SAP2000 es capaz de manejar los más grandes y complejos modelos impulsados por un motor de análisis incomparable e instrumentos de diseño para ingenieros que trabajan en el área de transporte, industrial, trabajos públicos, deportes, y otras instalaciones. En términos de uso permite realizar diversos Análisis Estáticos y Dinámicos de forma lineal y No Lineal a través de funciones espectrales y Tiempo-Historia. Pueden incorporarse cables, guayas, resortes, amortiguadores, aisladores, Disipadores, secciones no prismáticas, etc.

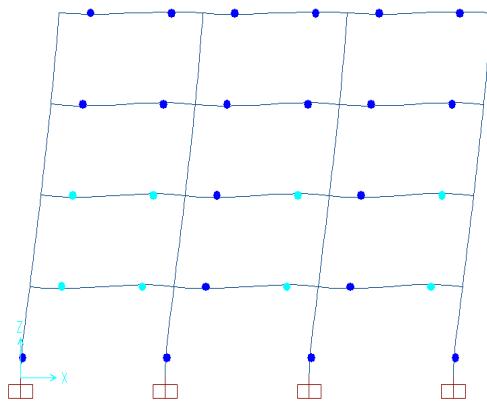
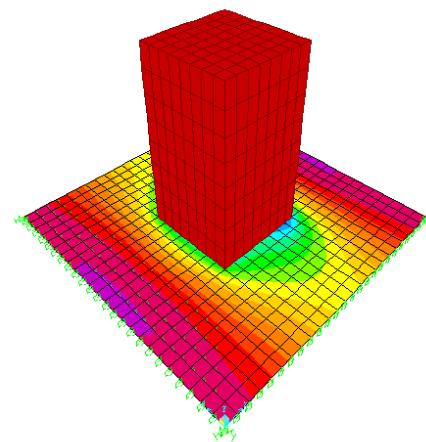


En relación a la creación de modelos **SAP2000** cuenta con una serie de plantillas predeterminadas que permiten generar la geometría de los mismos de forma rápida y eficiente. Por otra parte, maneja un sistema espacial de líneas de referencia (Grid Lines) asociadas a un determinado sistema de coordenadas (cartesiano o cilíndrico), que sirven de guía para establecer cada uno de los elementos que conforman el modelo.



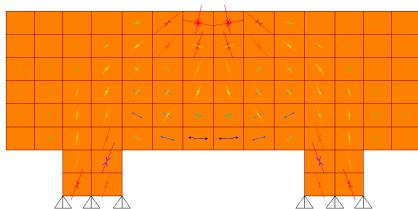
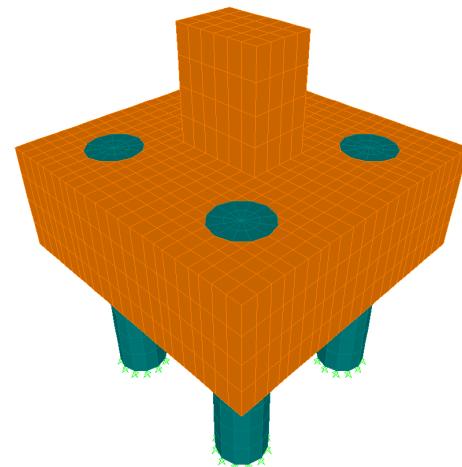
SAP2000 determina a través del método de elementos finitos la respuesta en términos de fuerzas, esfuerzos y deformadas en los elementos de área y sólidos, presentando una salida gráfica y por tablas, haciéndolo la herramienta predilecta para ingenieros estructurales dedicados a la investigación, desarrollo de proyectos y construcción.

SAP2000 posee un poderoso diseño en acero, concreto y aluminio completamente integrado, todos disponibles desde la misma interfaz usada para modelar y analizar el modelo. El diseño de miembros de acero y aluminio permite el predimensionado inicial y una optimización interactiva, y el diseño de elementos de concreto incluye el cálculo de la cantidad de acero de refuerzo requerido, considerando incluso un nivel de diseño sismorresistente. El diseño en general, se realiza a través de la aplicación códigos internacionales actualizados



En relación al análisis No Lineal podemos obtener la curva de capacidad de una estructura a través de la aplicación de un Pushover y la definición de Rótulas plásticas en los extremos de los elementos. Esta curva de Capacidad permite estudiar los mecanismos de falla que presenta un determinado modelo obteniendo la ductilidad, Capacidad última, maxima deformación inelástica, etc. Adicionalmente, la capacidad puede verificarse contra la demanda impuesta siguiendo los criterios de las Normas FEMA 356, FEMA 440, ATC 40, Esto permite validar los procedimientos normativos en el area de desempeño sismorresistente.

El uso de Resortes con un comportamiento sólo a compresión permite estudiar, análisis y diseñar sistemas de fundaciones y/o Losas sobre un medio elástico como el suelo, desincorporando aquellos resortes que bajo un determinado caso de carga se encuentran a tracción (Up-lift). Adicionalmente, a través del comando section cut en elementos de Lineales, de Area y Sólidos podemos obtener las Fuerzas Resultantes que actúan, en un grupo específico de elementos, bajo un determinado régimen de cargas.

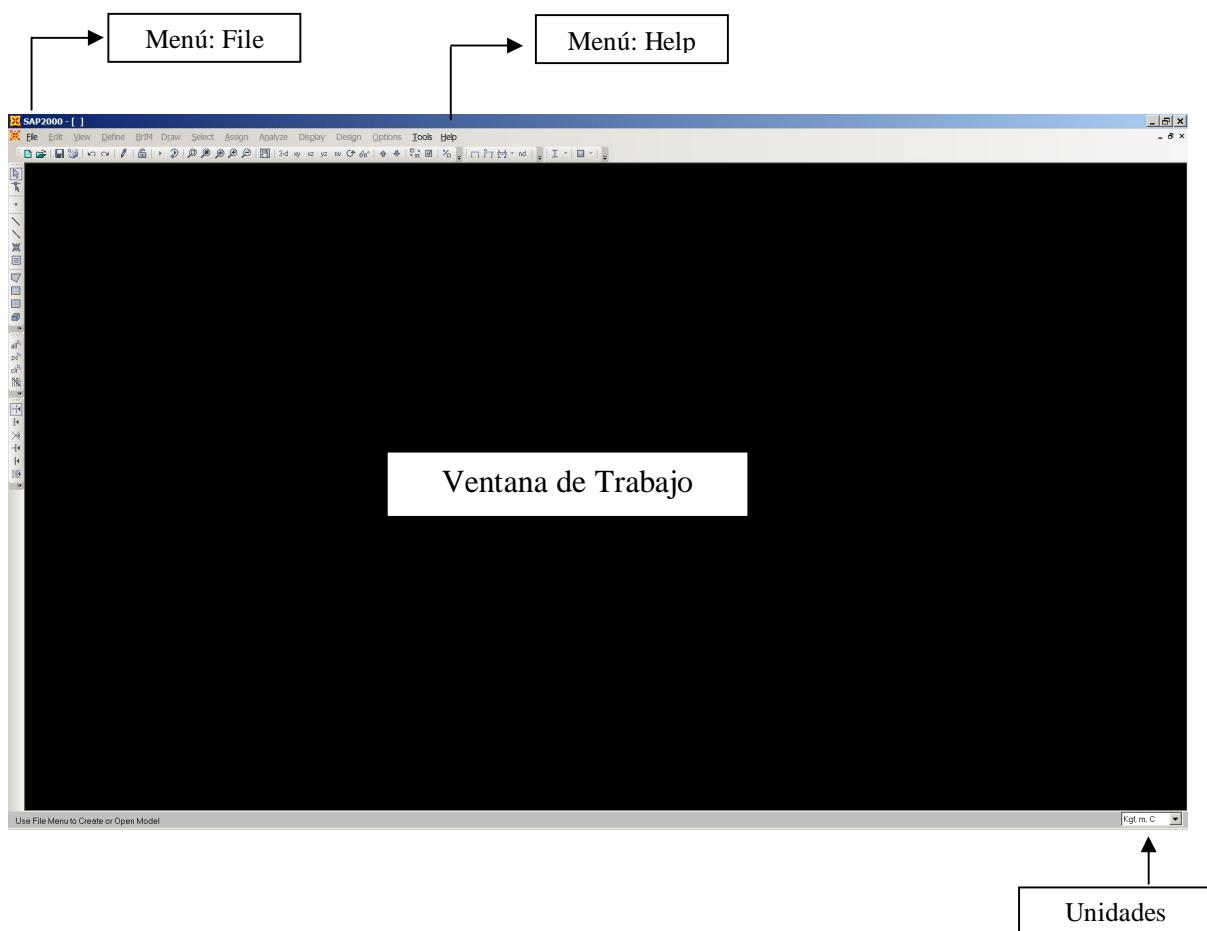


Por otra parte, puede realizarse un estudio de la capacidad a compresión (Carga Crítica de pandeo) de modelos de líneas, áreas y sólidos simulando conexiones, cerchas, planchas, perfiles, Sistemas en Acero, etc.

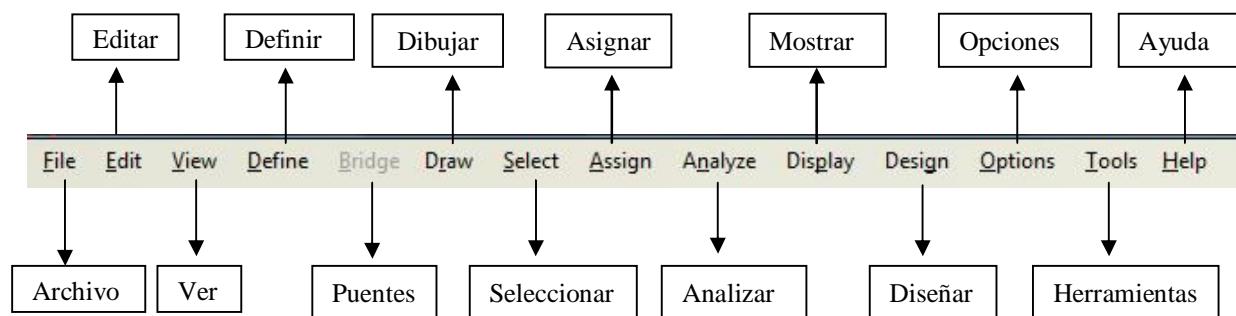
MANUAL DE USO / GUIA DE USUARIO.

1. Pantalla Inicial.

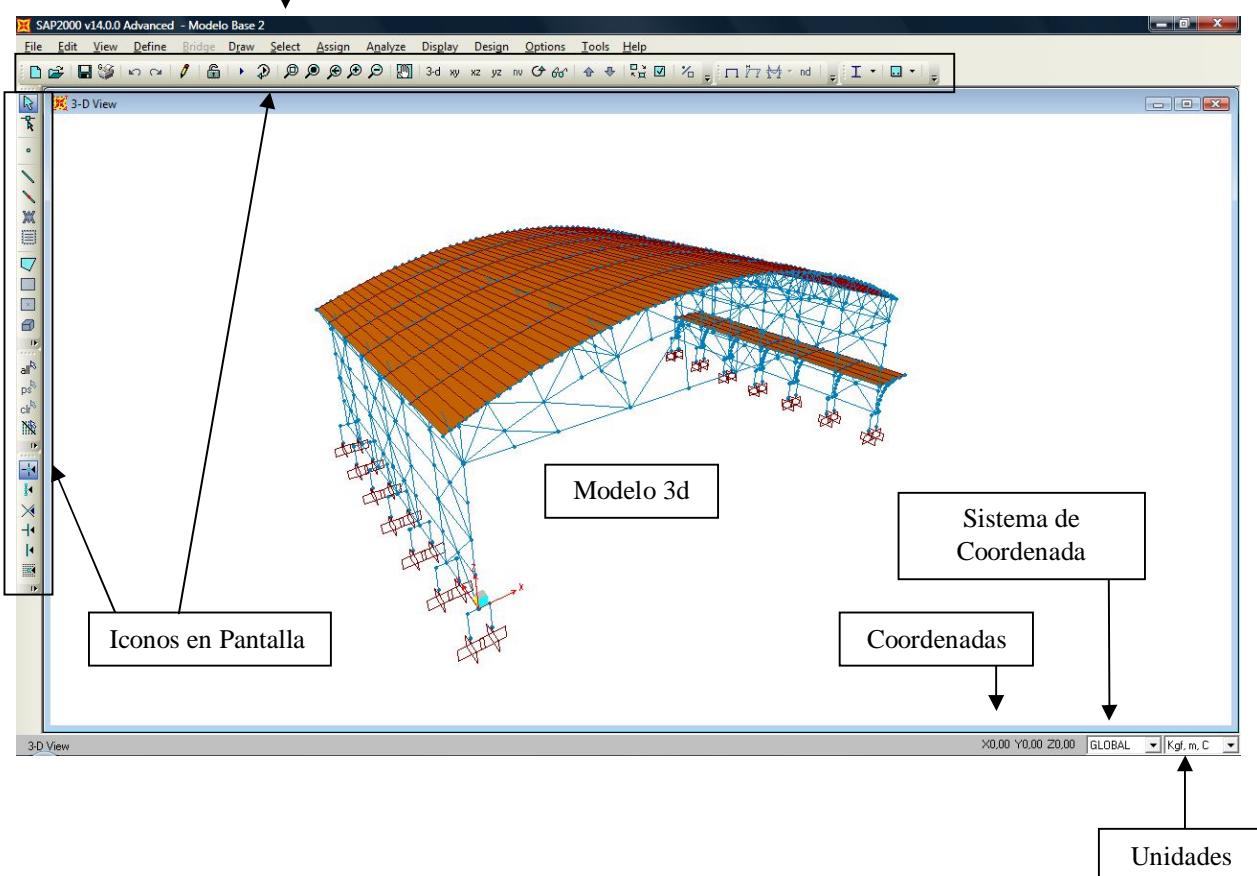
Al entrar al programa se nos presenta una pantalla de fondo negro con dos ventanas separadas verticalmente. Allí en la parte inferior derecha se despliega un menú con las unidades a utilizar en la generación del modelo estructural, mientras que en la parte superior izquierda se encuentra activo el menú File donde se puede abrir o importar un modelo existente, o bien, generar un nuevo modelo. Por otra parte, en la parte superior se encuentra el menú Help.



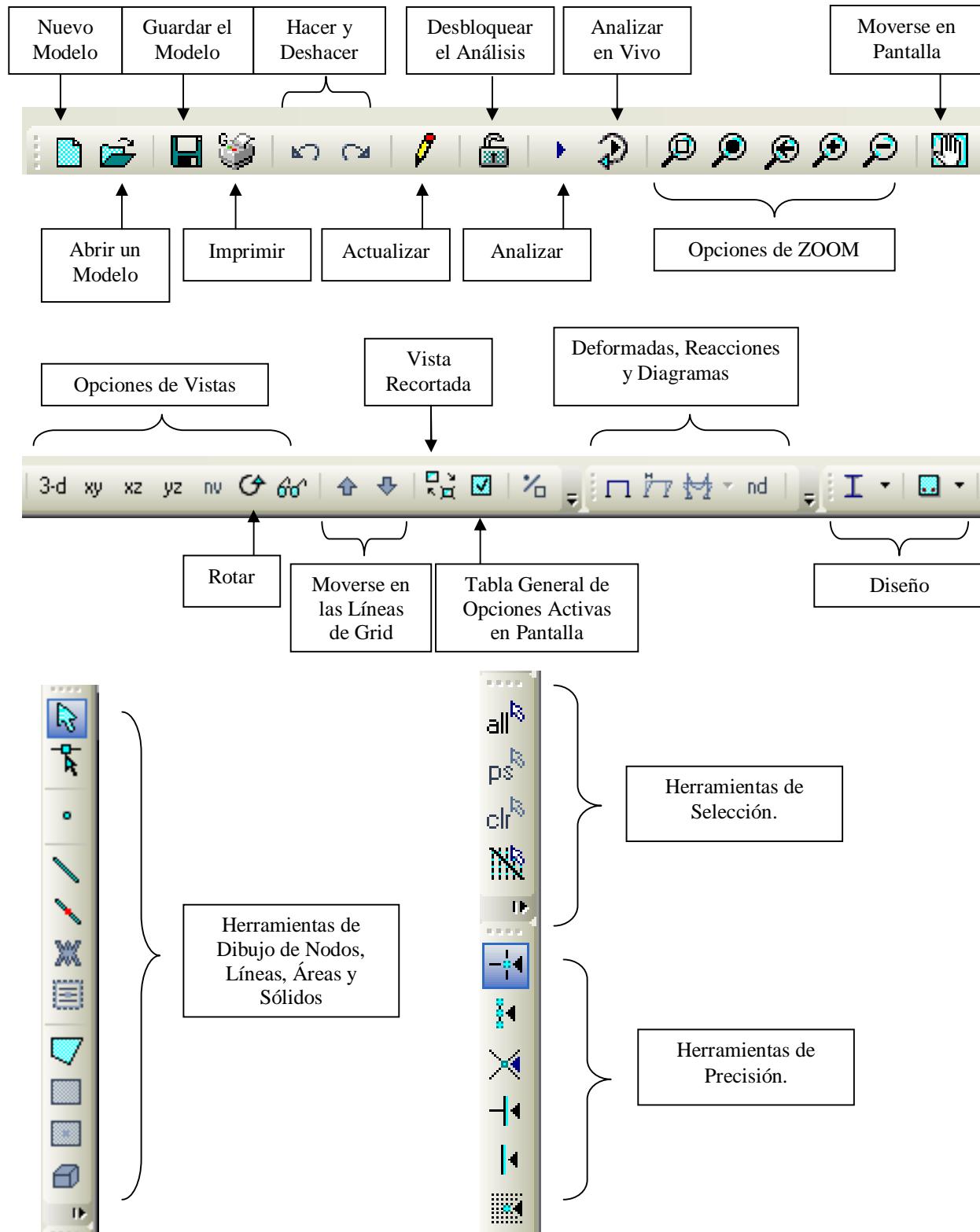
1.1. Lista General de Menú en pantalla.



Ubicación de los Menú Desplegables

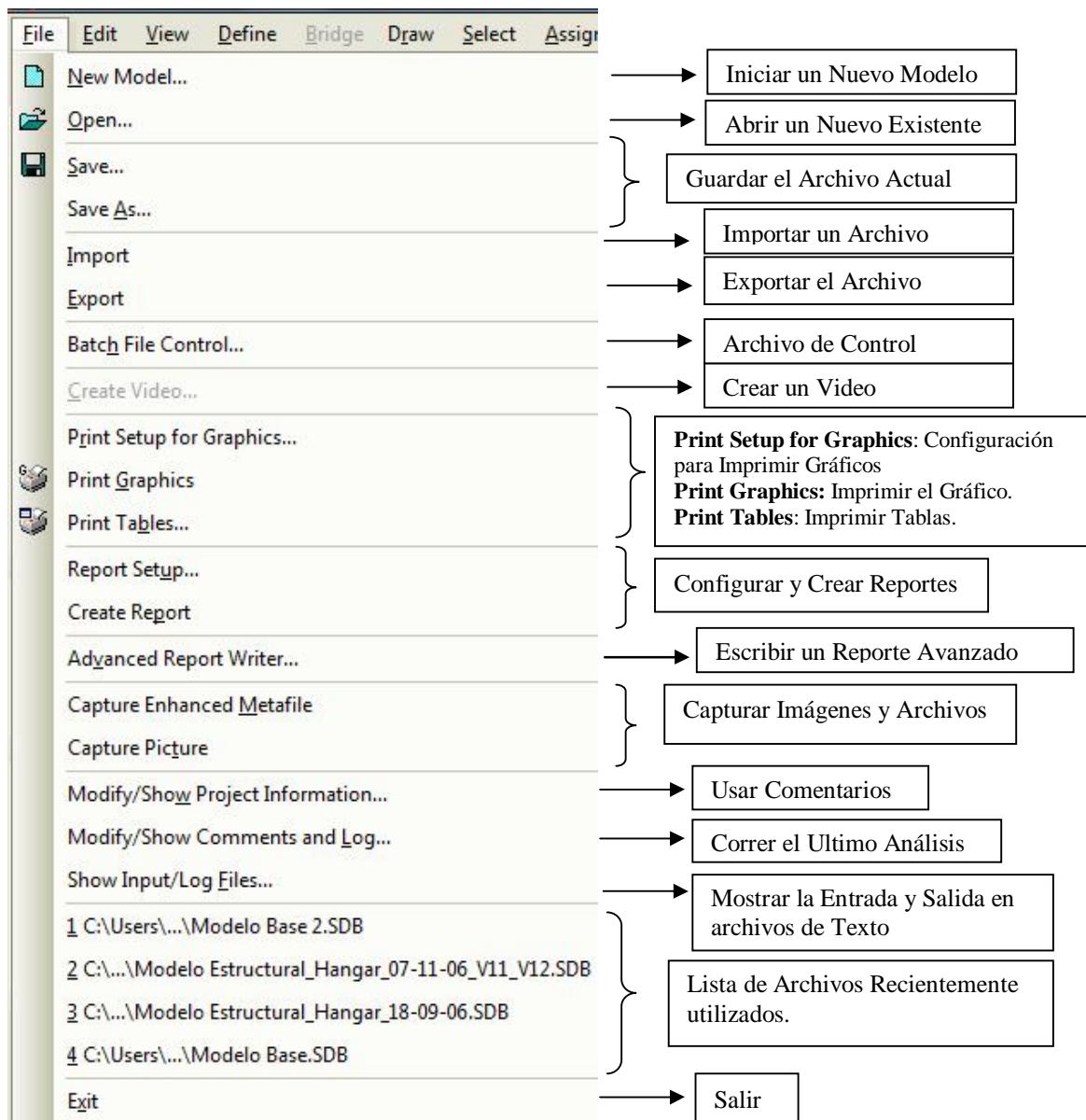


1.2. Descripción de Iconos en Pantalla.



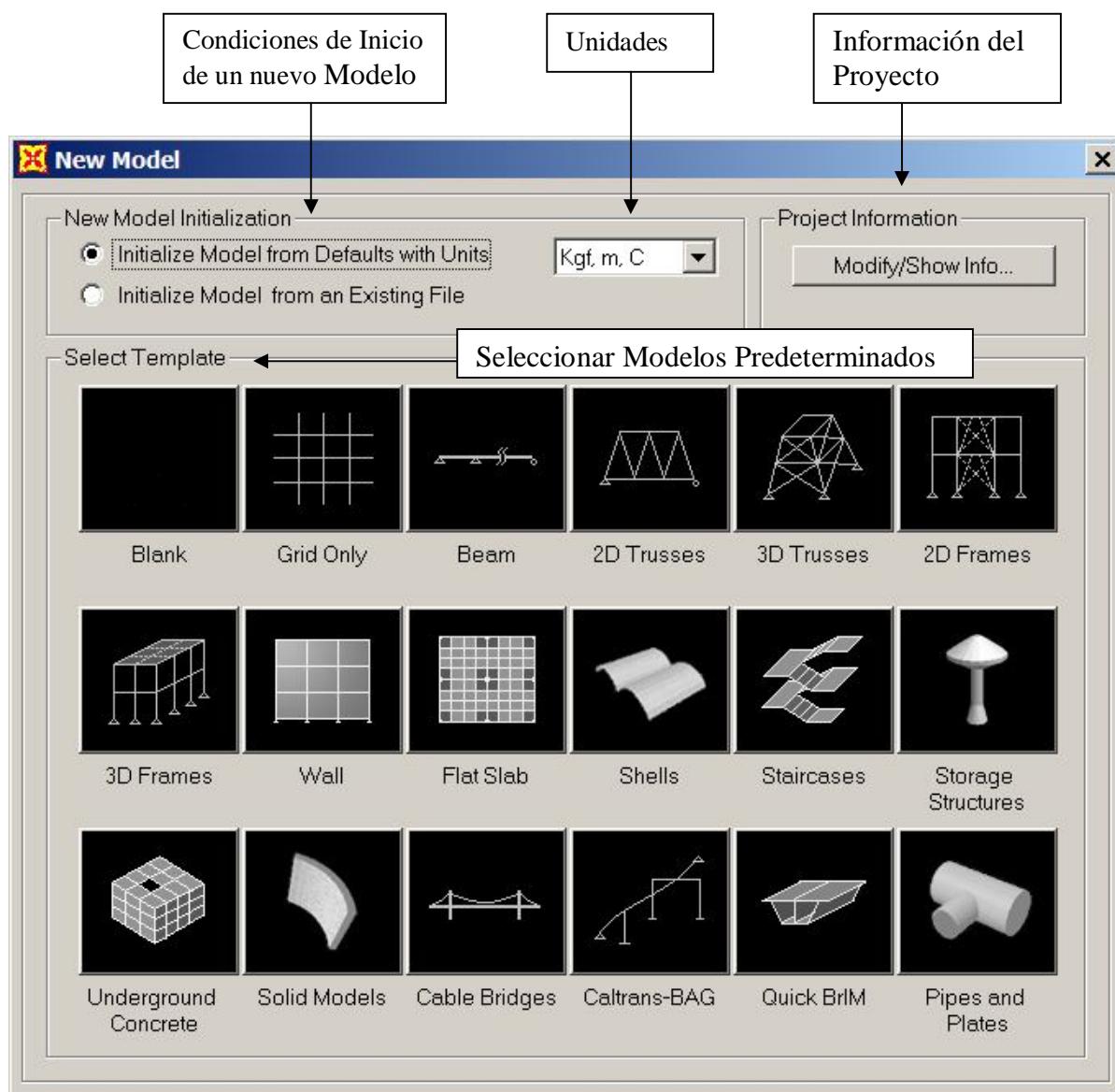
2. Menú File: Archivos.

Al entrar al menú **File**, se presentan las siguientes opciones activas:



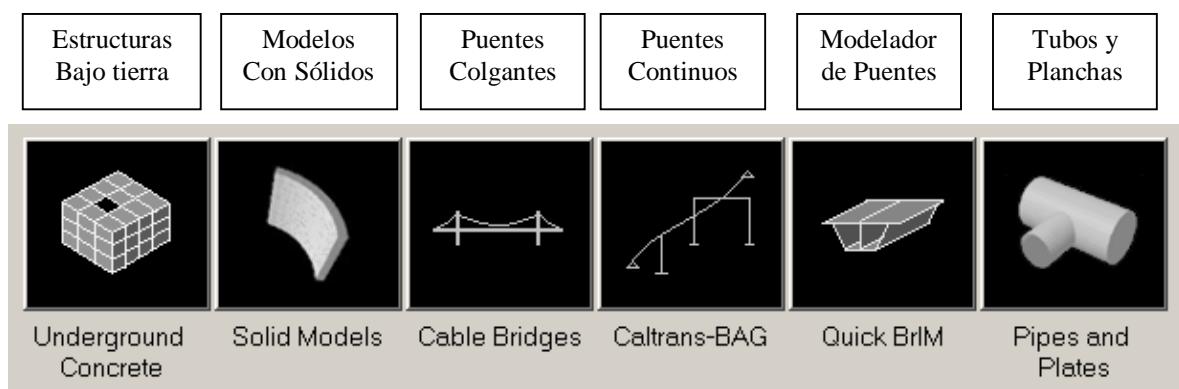
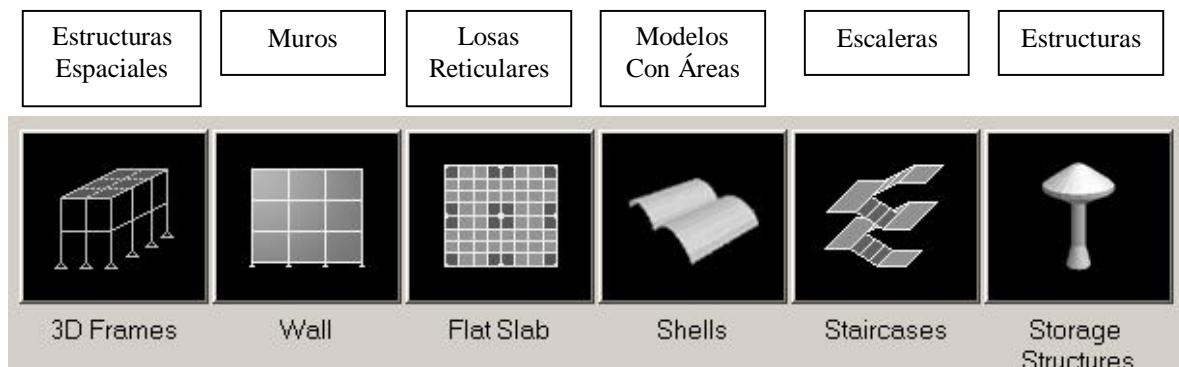
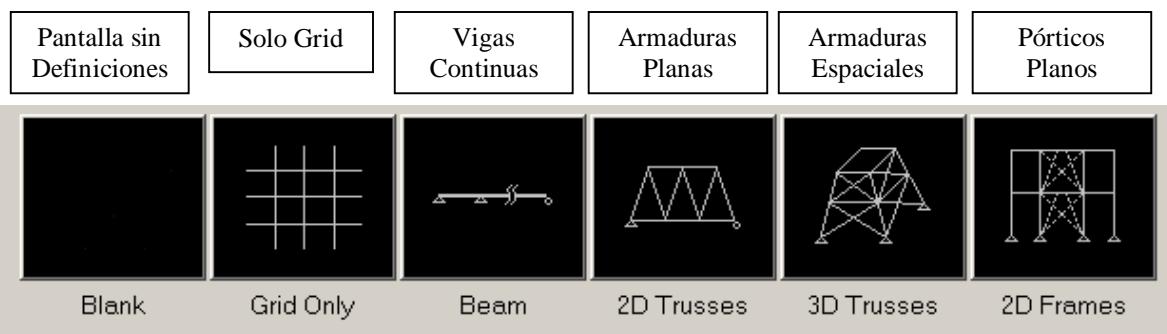
2.1. New Model Initialization: Condiciones de Inicio de un Nuevo Modelo.

Al seleccionar la opción “**New Model**” se nos presentan las diferentes estructuras predeterminadas.



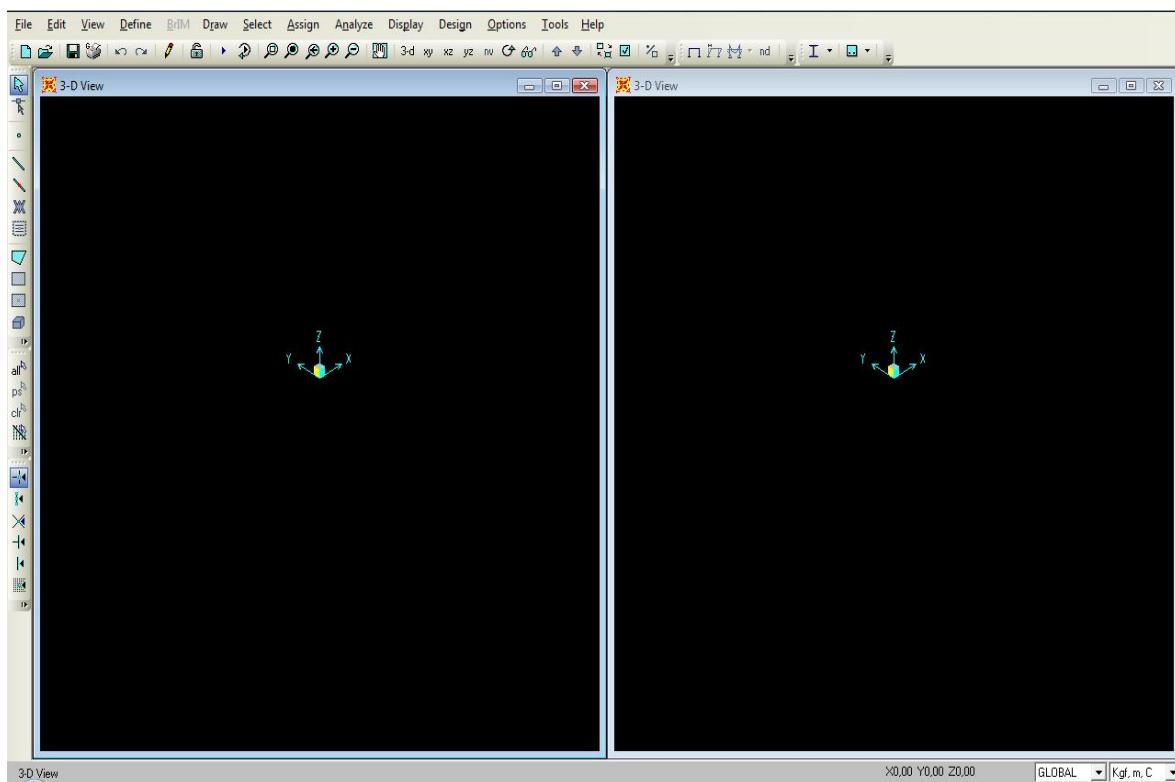
- Initialize Model from Default with Units: Iniciar un Modelo con las unidades seleccionadas.
- Initialize Model from an Existing Model: Iniciar un Modelo a partir de uno Existente con sus unidades, definiciones y preferencias.

2.1.1. Select Template: Seleccionar Modelos Predeterminados.



2.1.2. Opción Blank:

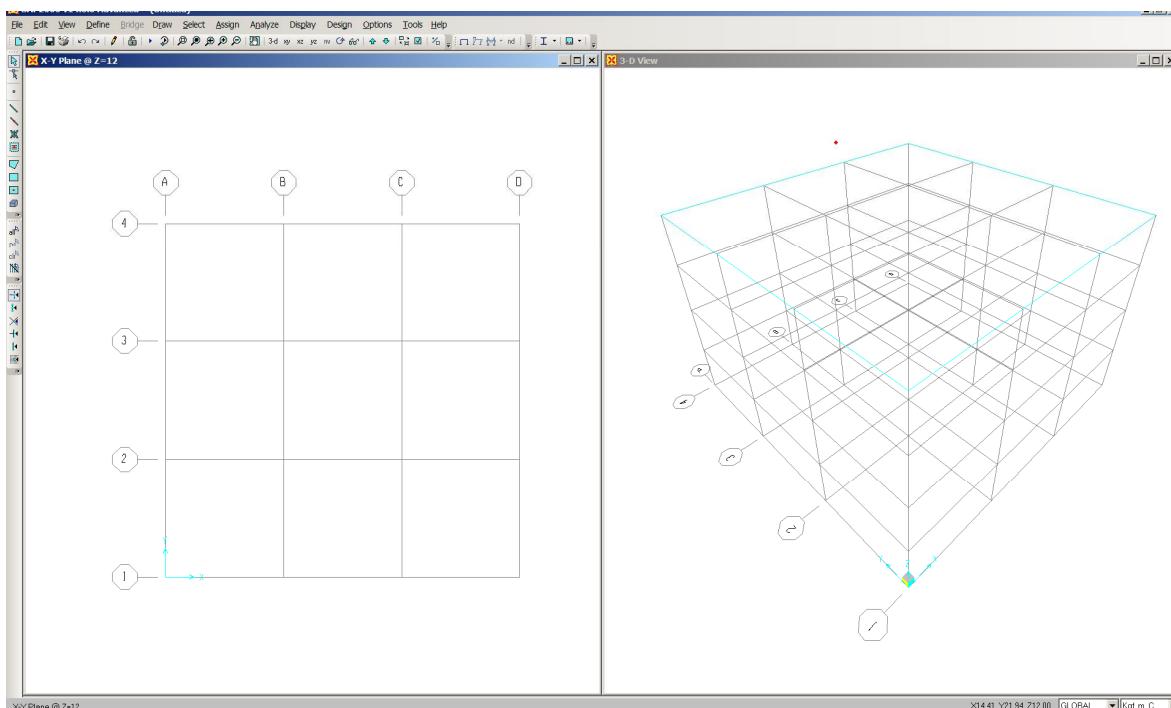
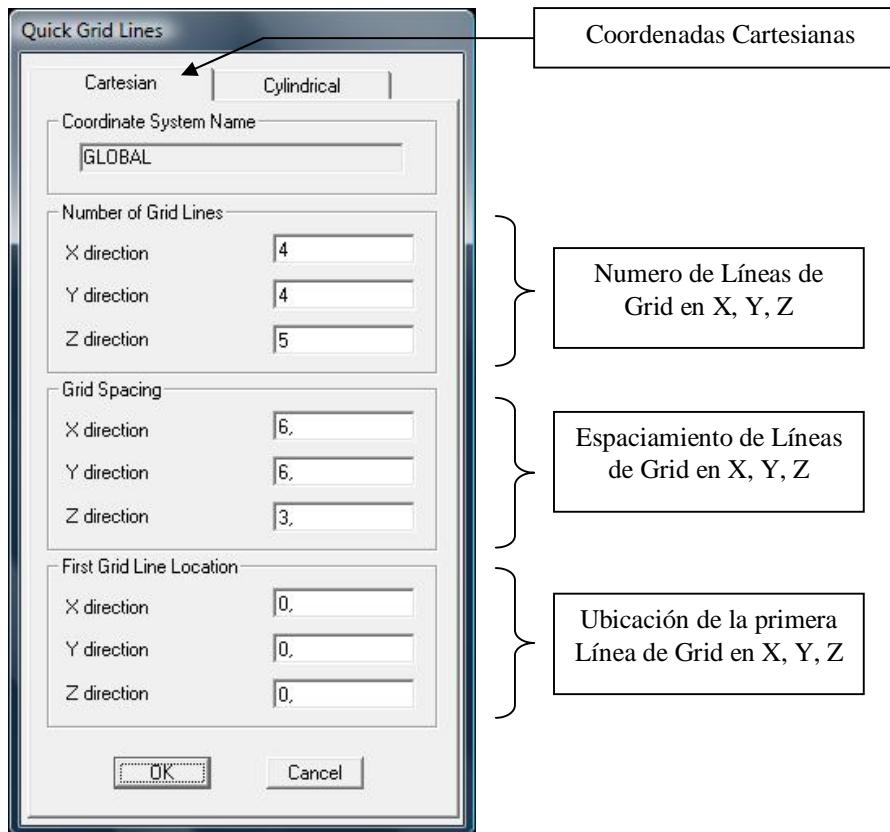
Se nos presenta la pantalla dividida verticalmente sin ningún tipo de definiciones.

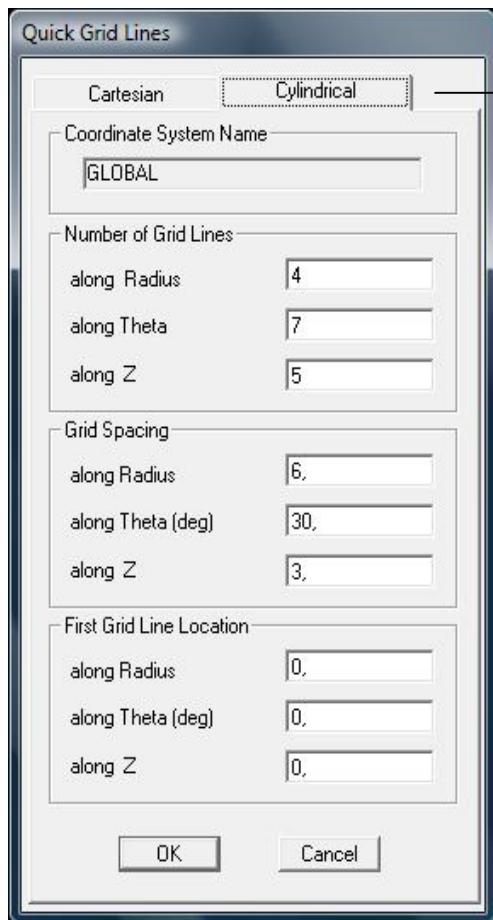


Esta opción es muy útil y recomendable si se quiere importar un modelo donde se tienen todas las definiciones preestablecidas incluyendo las líneas de Grid que funcionan como ejes referenciales en 3D.

2.1.3. Opción Grid Only:

Al entrar se nos presenta una ventana donde se pueden definir las líneas de Grid para un Sistema de Coordenada Cartesiano o Cilíndrico.





Coordenadas Cilíndricas

Número de Líneas de Grid:

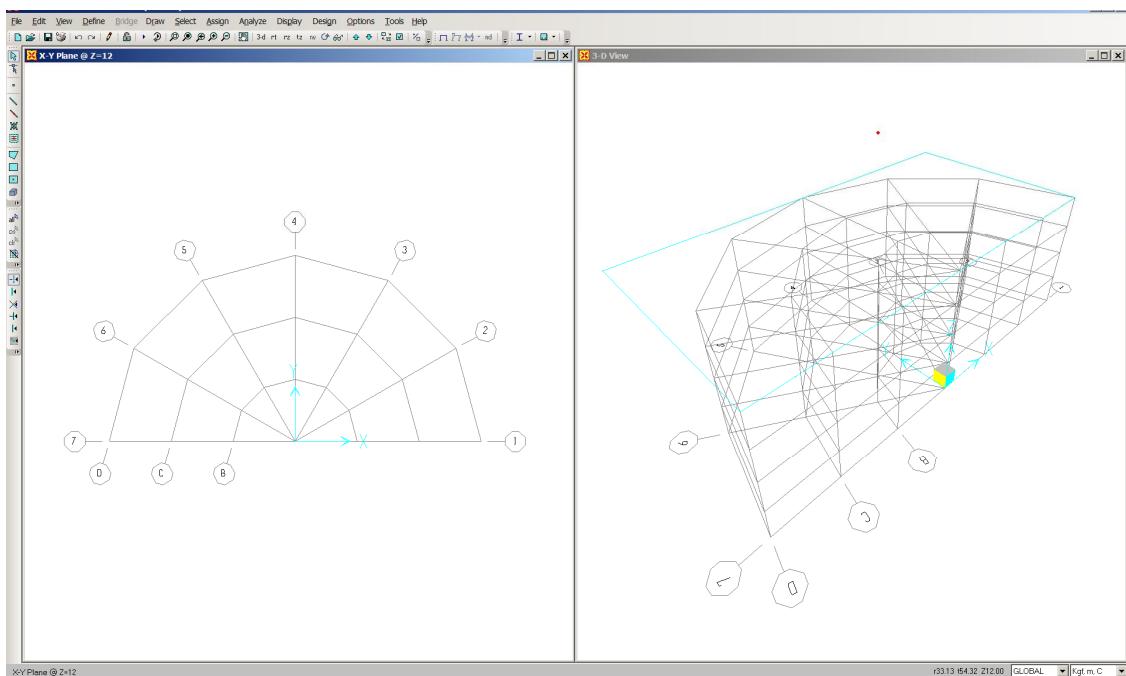
Along Radius: Número de Líneas Transversales
Nota: El origen se cuenta como una Línea Transversal
Along Theta: Número de Líneas Radiales
Along Z: Número de Líneas en Z

Espaciado de Líneas de Grid:

Along Radius: Distancia entre Líneas Transversales
Along Theta (Deg): Angulo entre Líneas Radiales
Along Z: Distancia entre líneas en Z

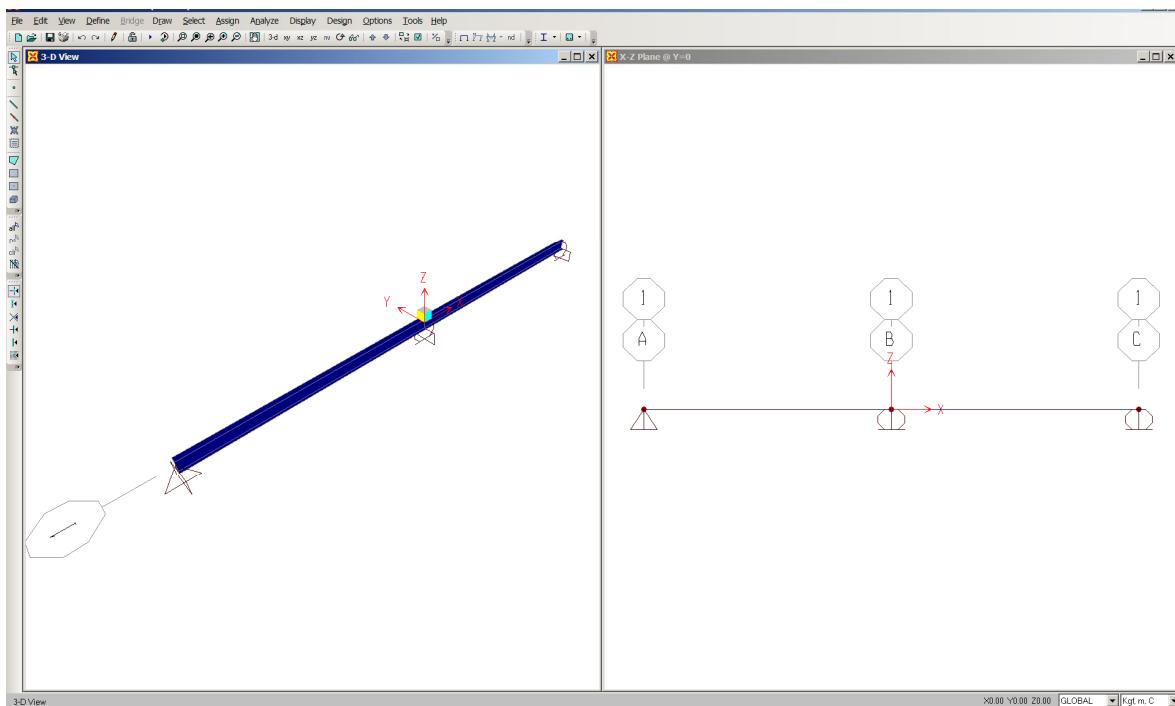
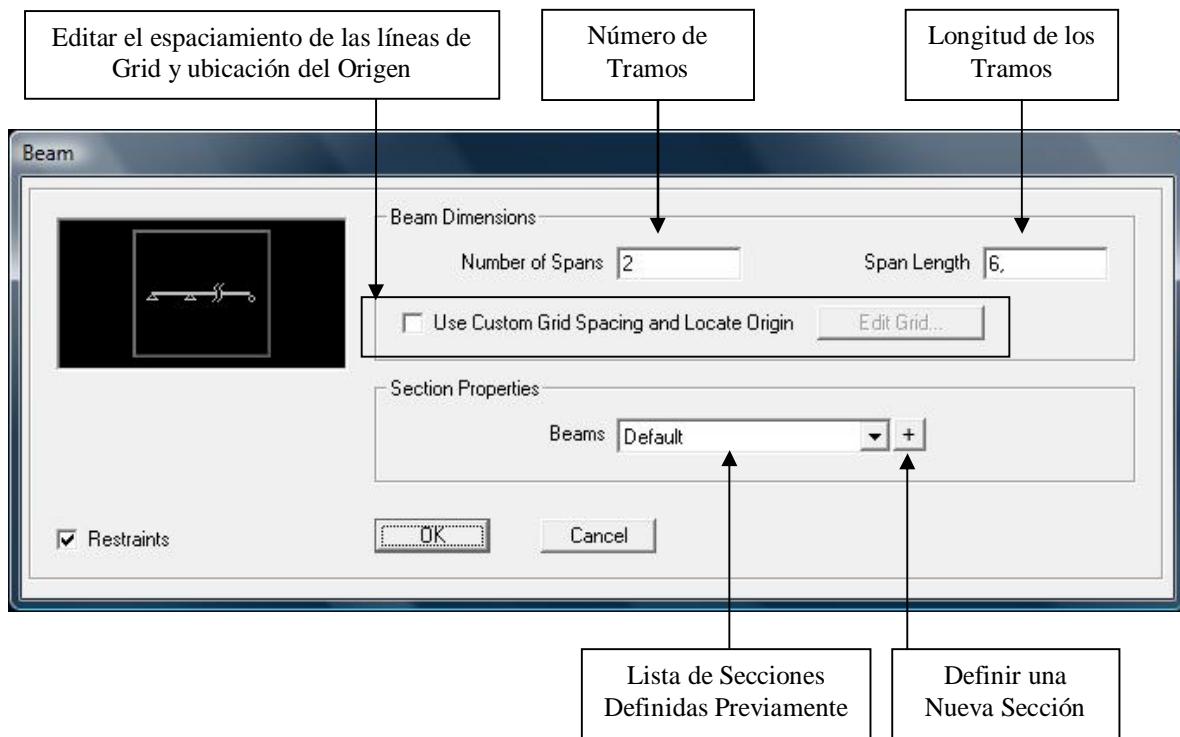
Ubicación de las Primeras Líneas de Grid:

Along Radius: Ubicación de la Primera Línea Transversal
Along Theta (Deg): Ubicación de la Primera Línea Radial en grados.
Along Z: Ubicación de la Primera Línea en Z



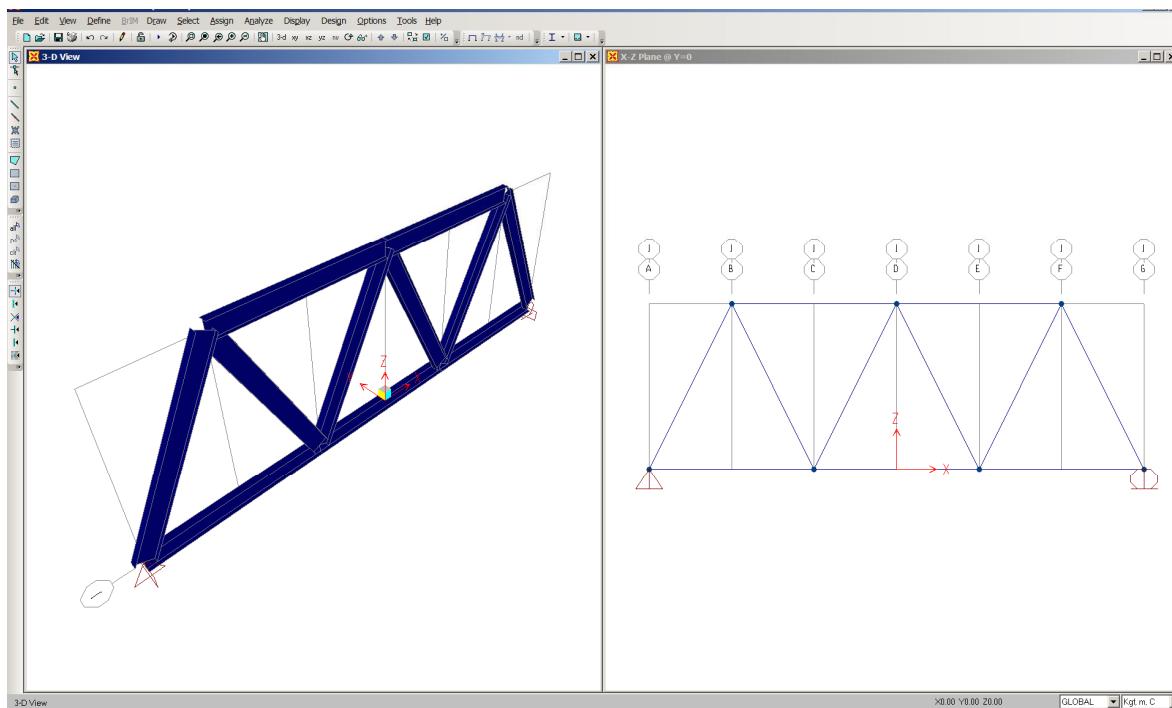
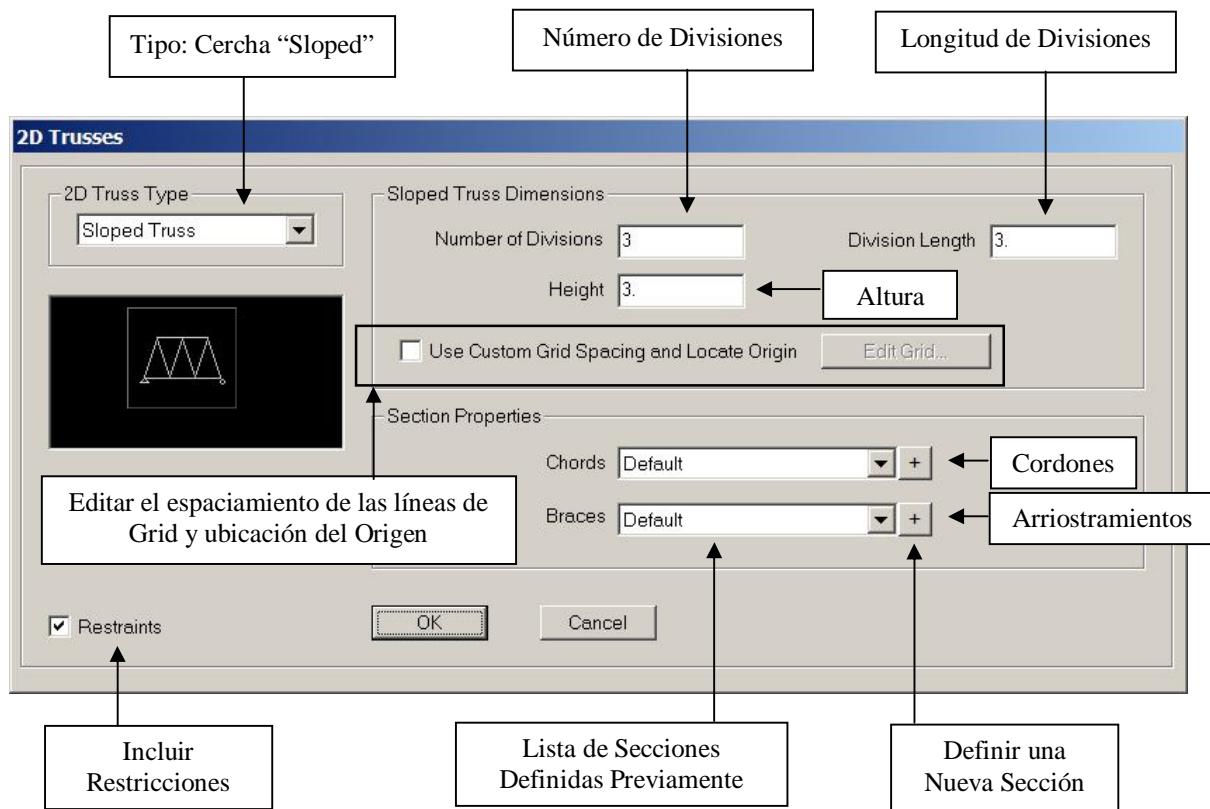
2.1.4. Opción Beam:

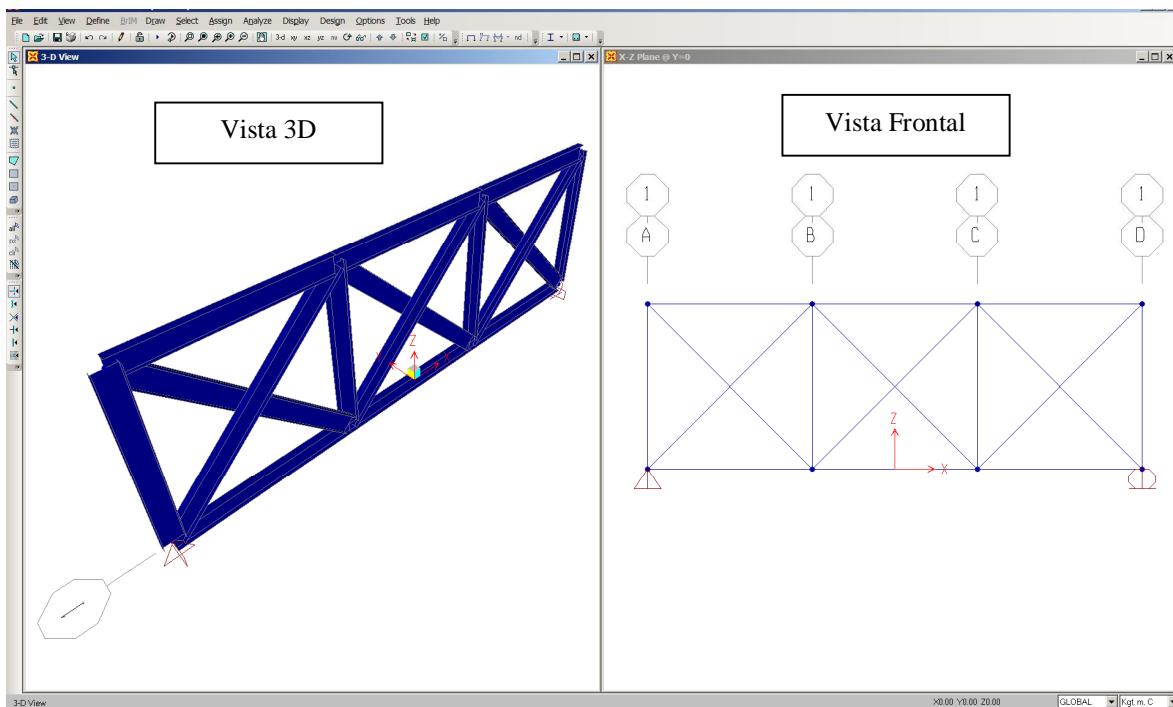
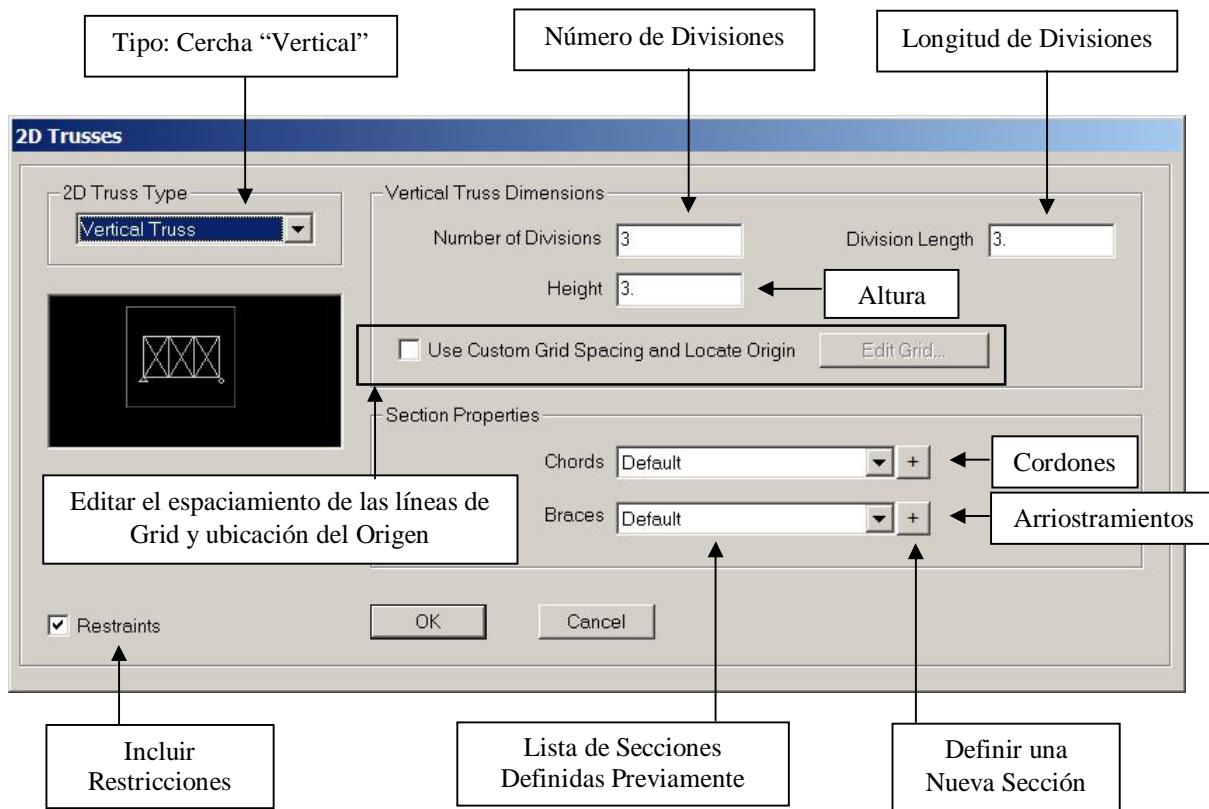
Al entrar se nos presenta una ventana donde se puede definir el número de tramos, longitud de los tramos, la sección de la Viga, Restricciones y las líneas de Grid.

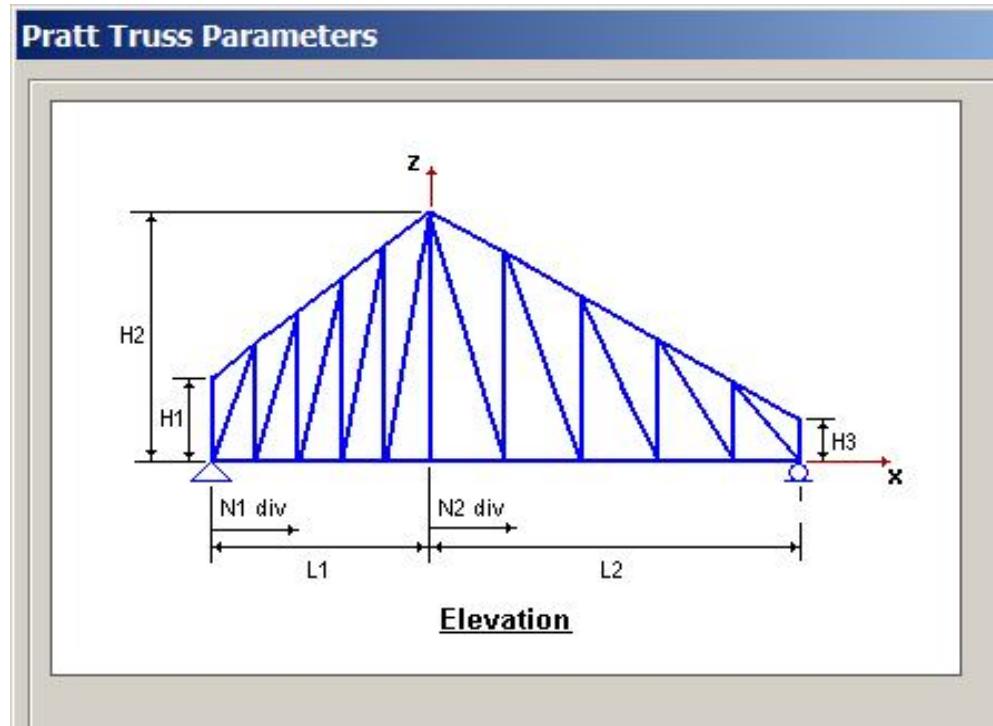
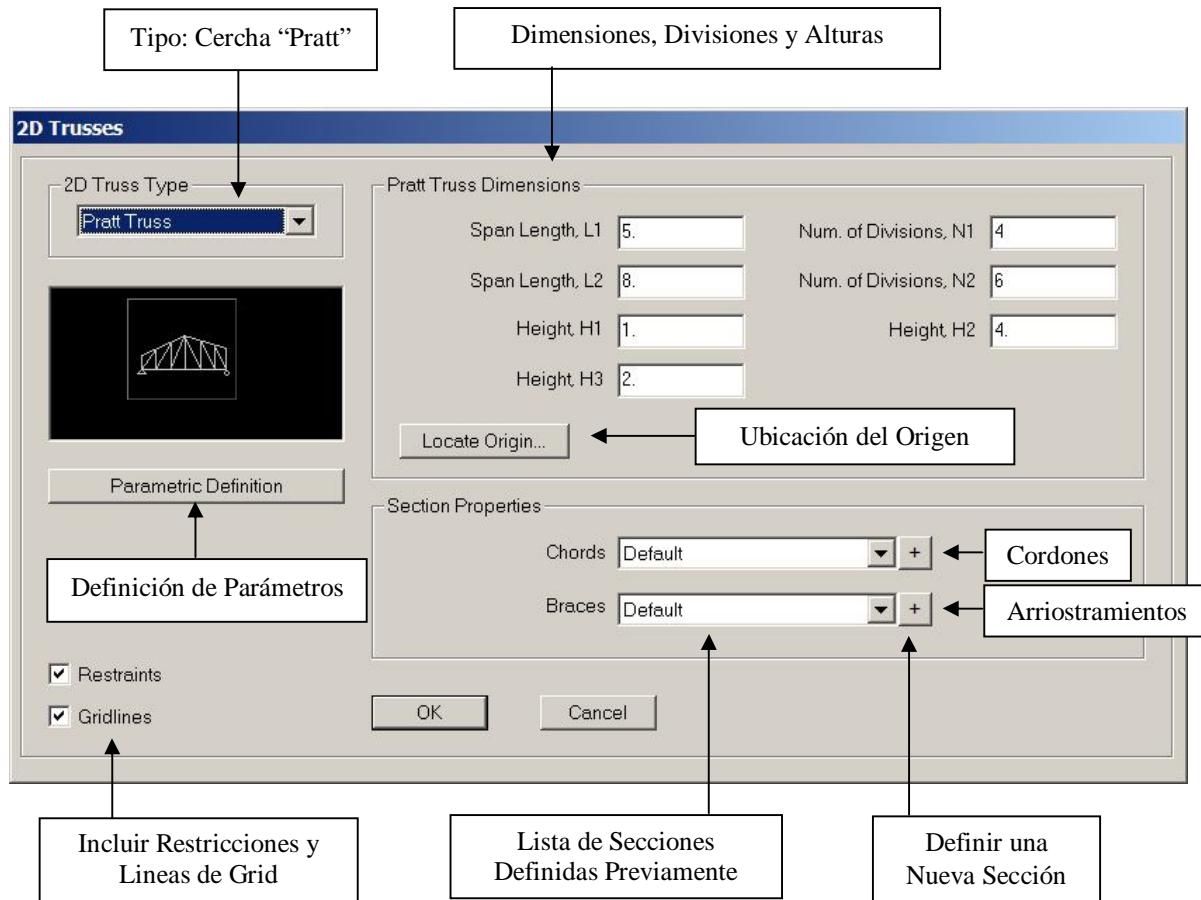


2.1.5. Opción 2D Trusses:

Al entrar se nos presenta una ventana donde se puede elegir entre tres tipos de Armaduras Planas. En cada caso se especifica el Número de Divisiones, Longitud de las Divisiones, Alturas, Secciones, Restricciones y las Líneas de Grid.

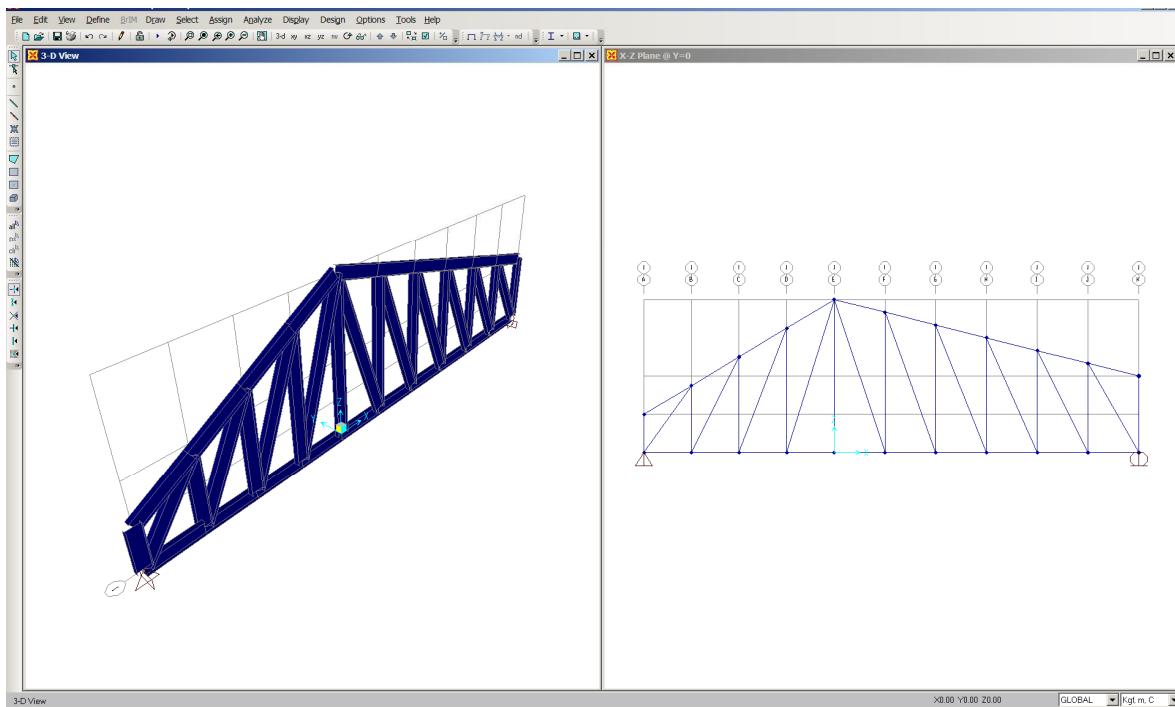






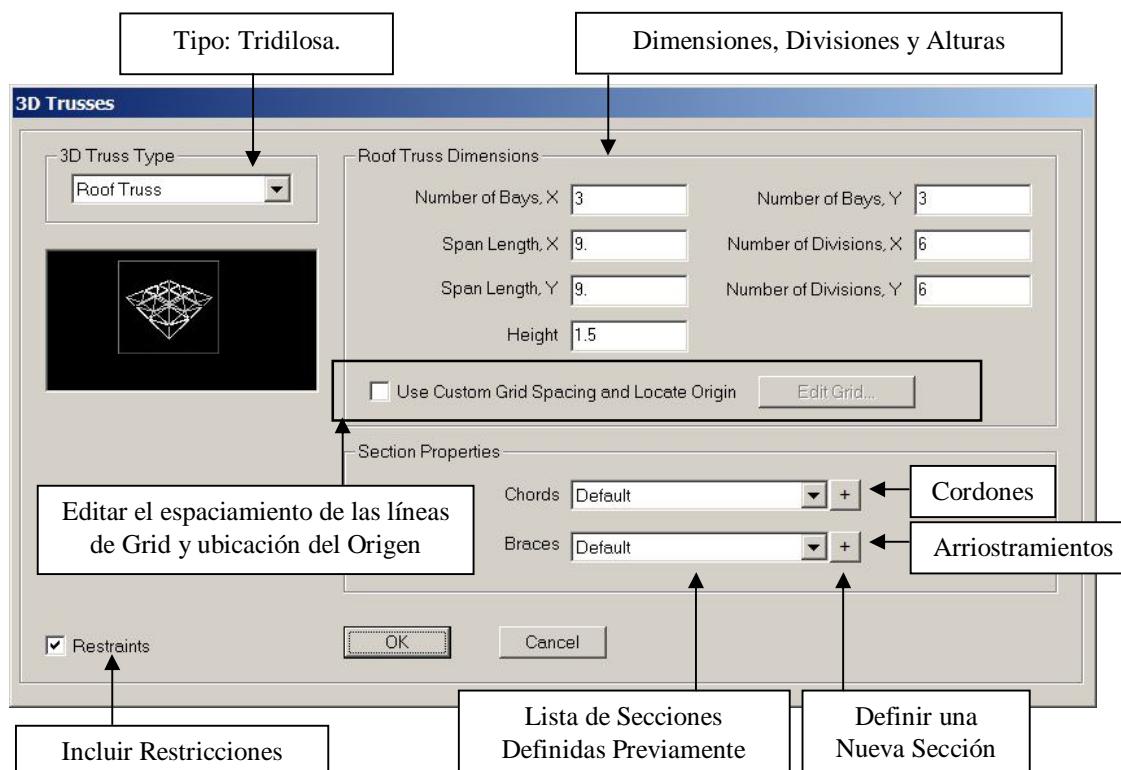
Manual de Aplicación del Programa SAP2000 v14

Ing. Eliud Hernández / eliudh5@gmail.com / 58-412-2390553

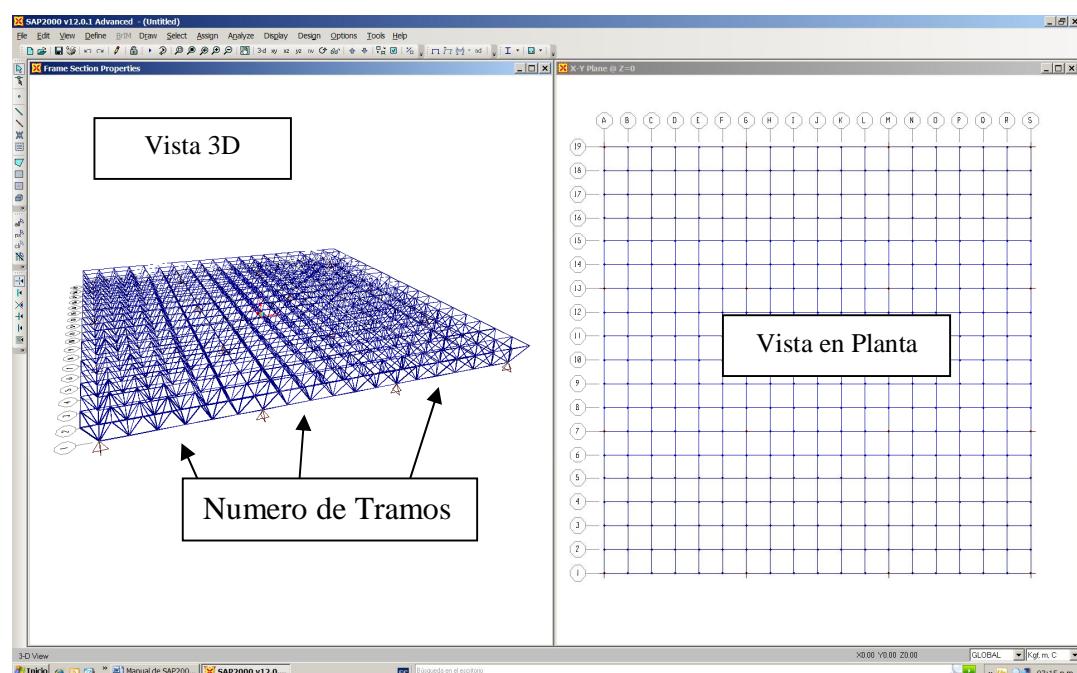


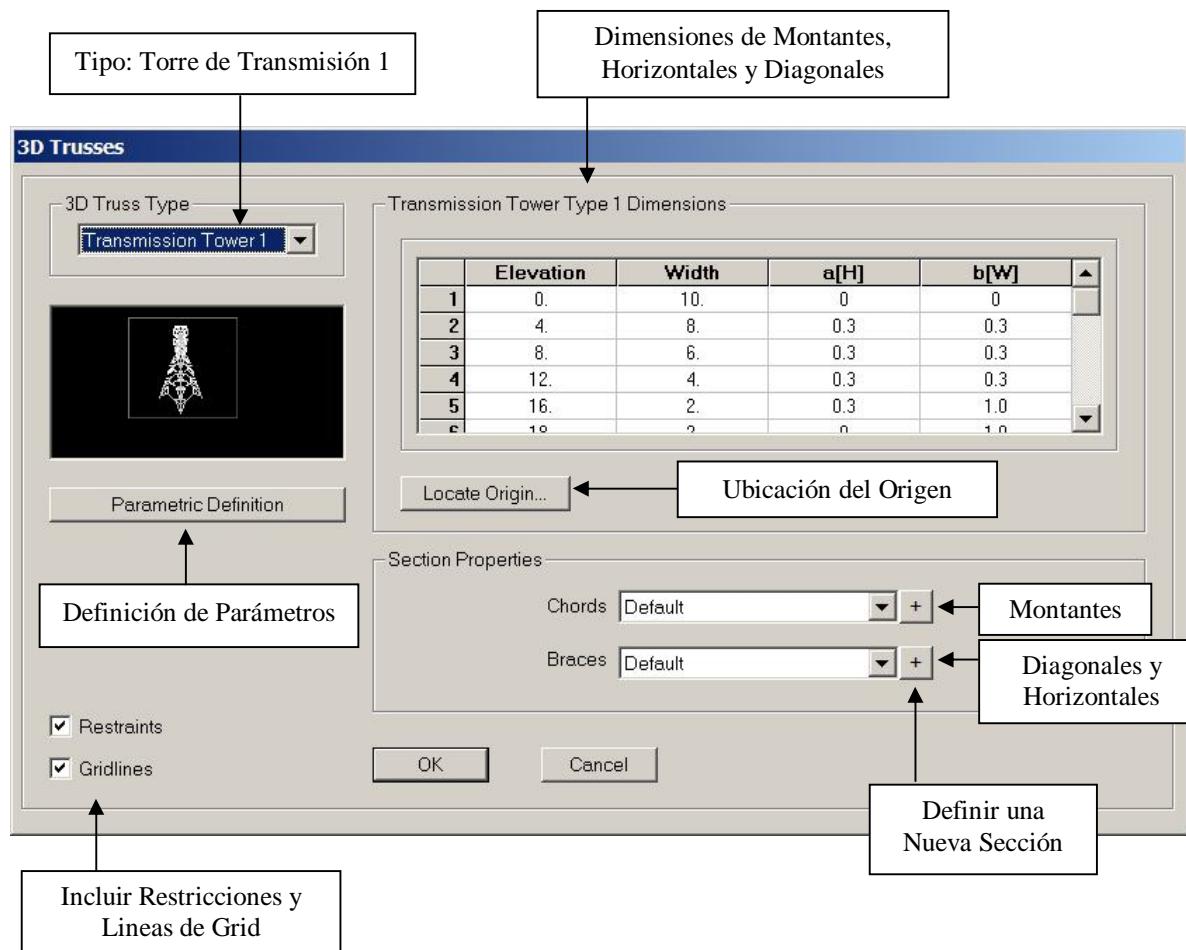
2.1.6. Opción 3D Trusses:

Al entrar se nos presenta una ventana donde se puede elegir entre seis tipos de Armaduras Espaciales. En cada caso se especifica el Número de Divisiones o Tramos, Longitudes, Alturas, Secciones, Restricciones y las Líneas de Grid.

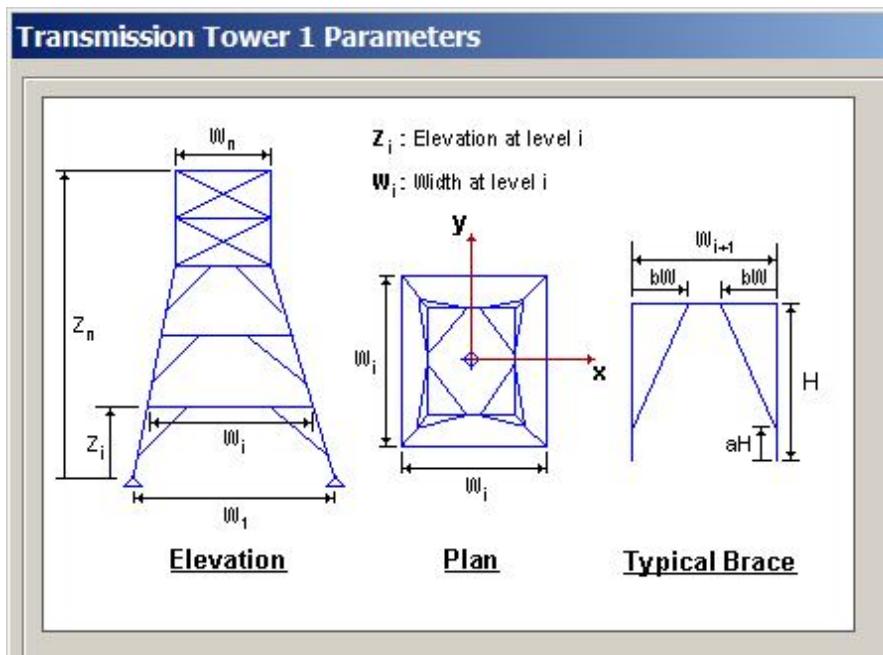


- **Number of Bays:** Número de Tramos.
- **Span Length:** Longitud de cada Tramo.
- **Height:** Altura.



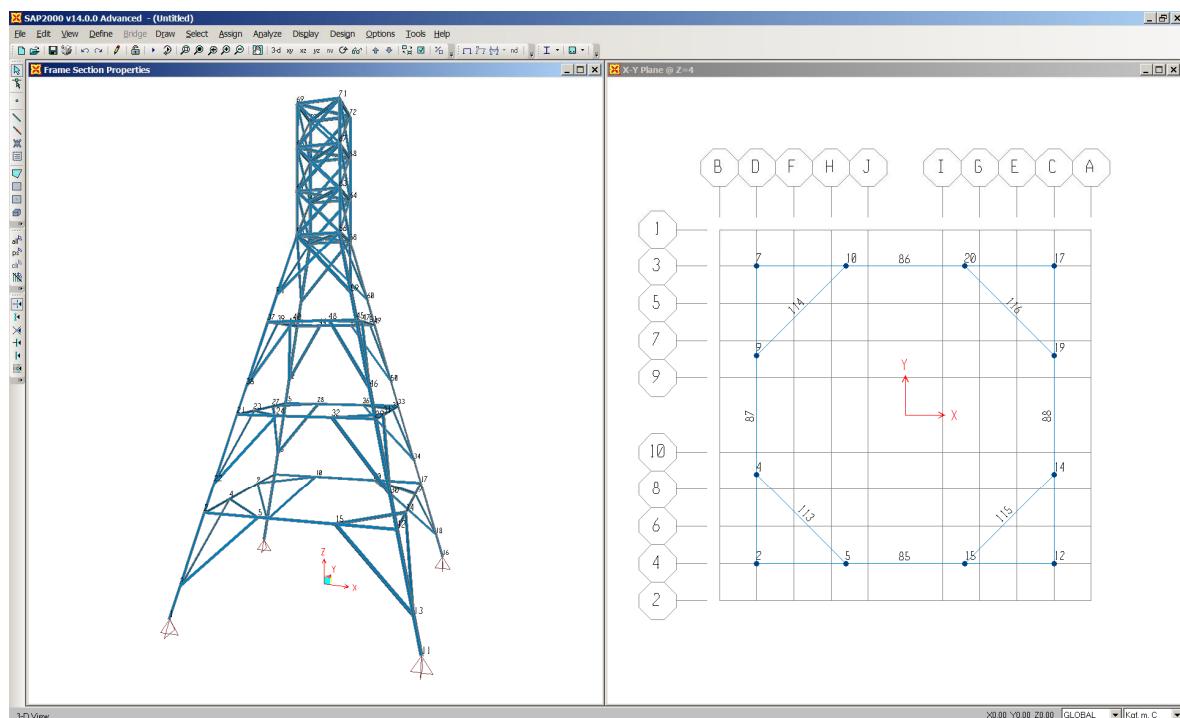
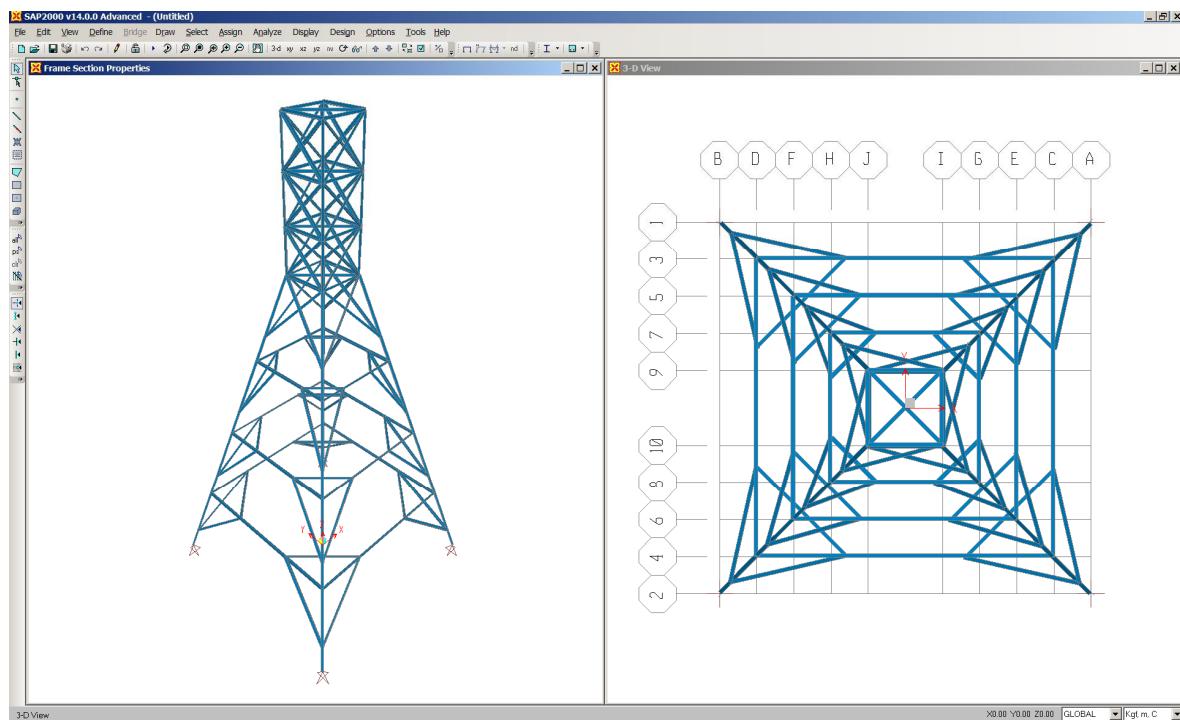


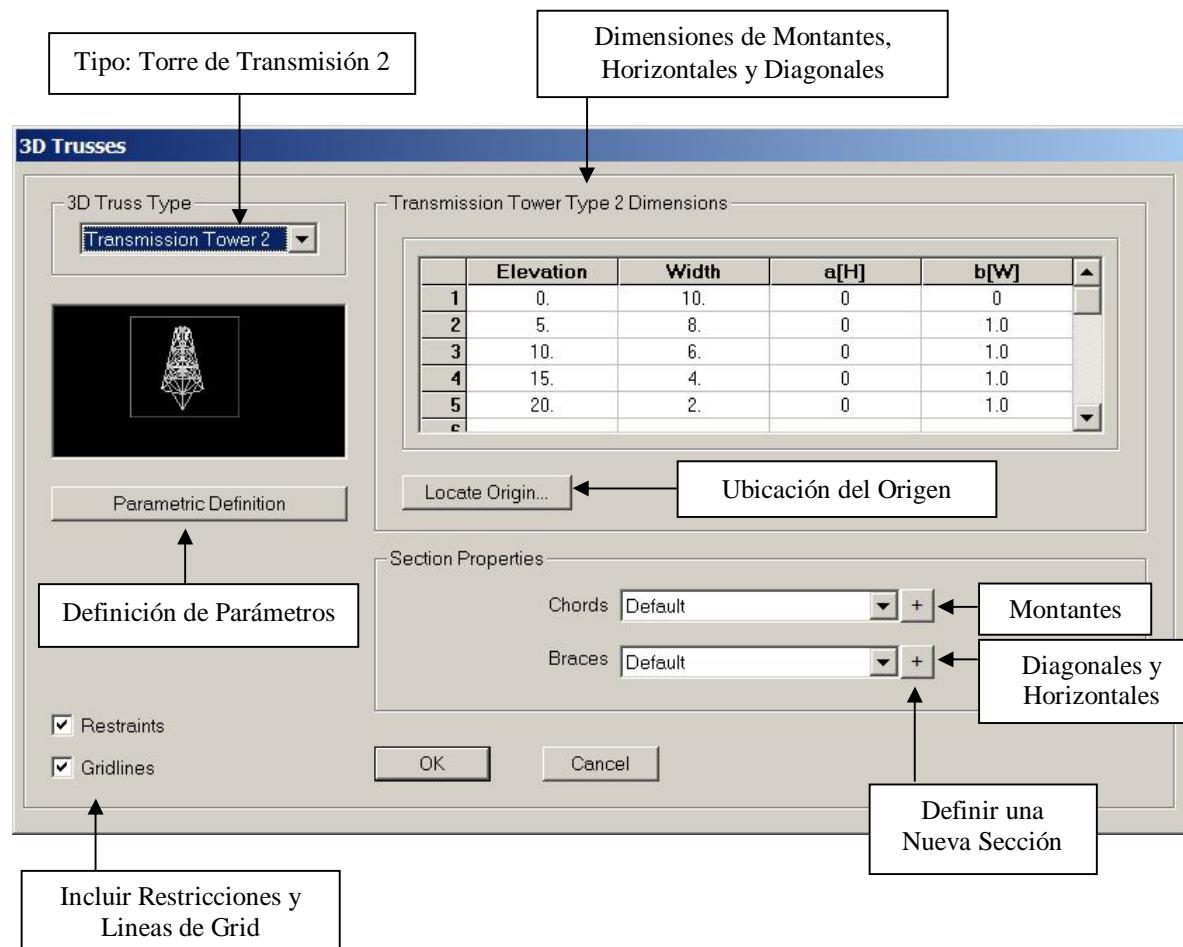
Nota: a(H) y b(W) son factores de Longitud para la ubicación de las Diagonales.



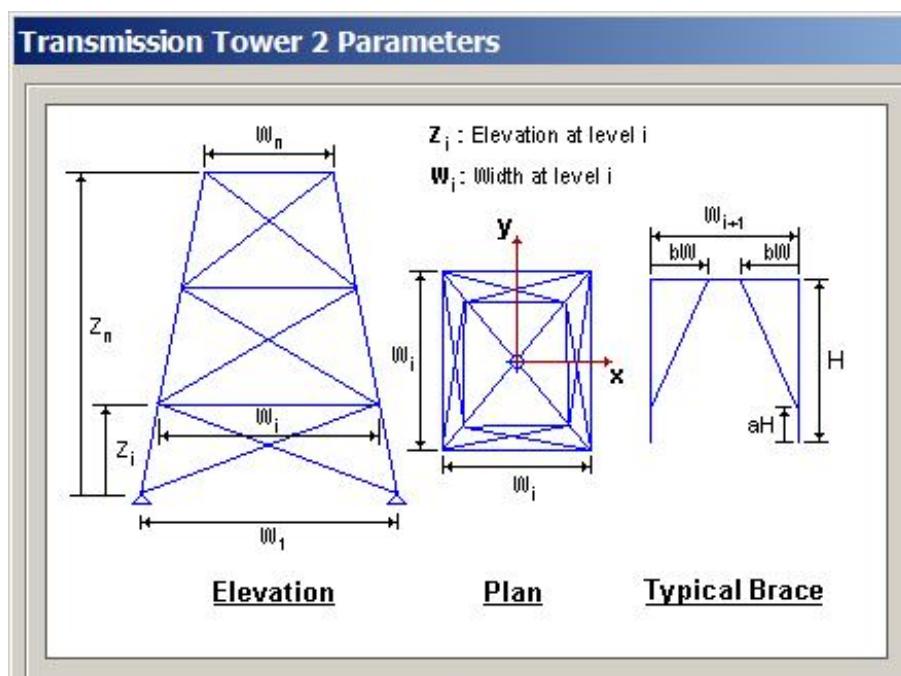
Manual de Aplicación del Programa SAP2000 v14

Ing. Eliud Hernández / eliudh5@gmail.com / 58-412-2390553



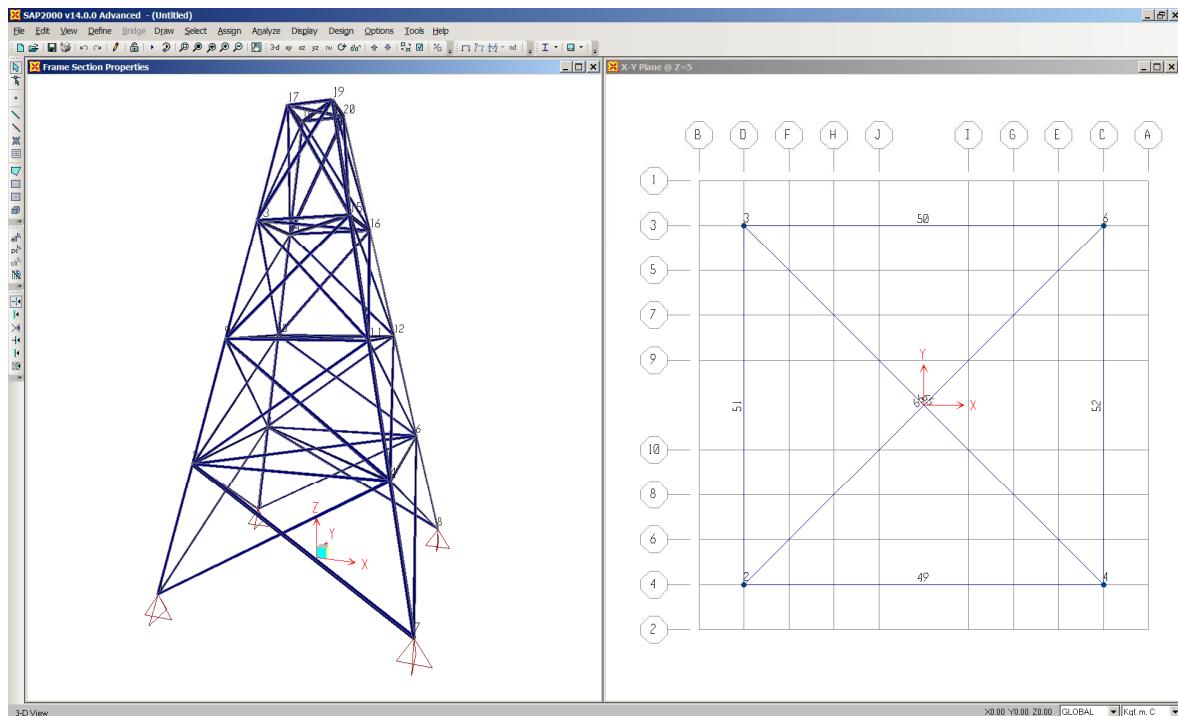
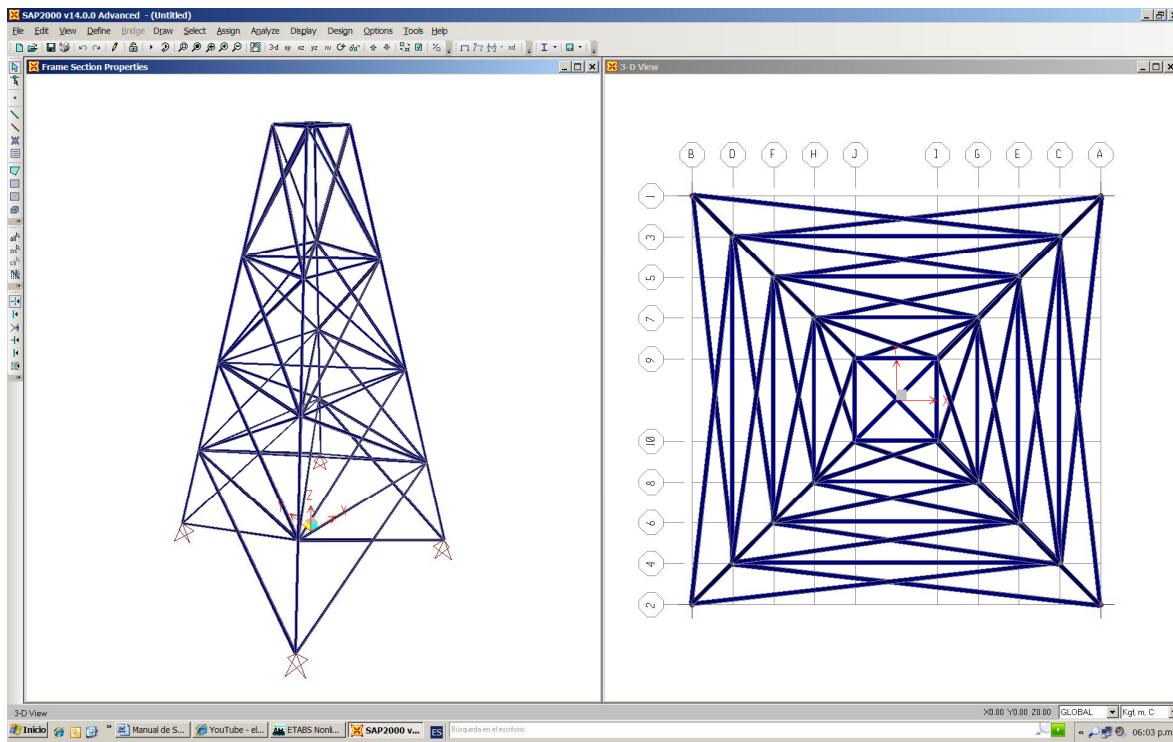


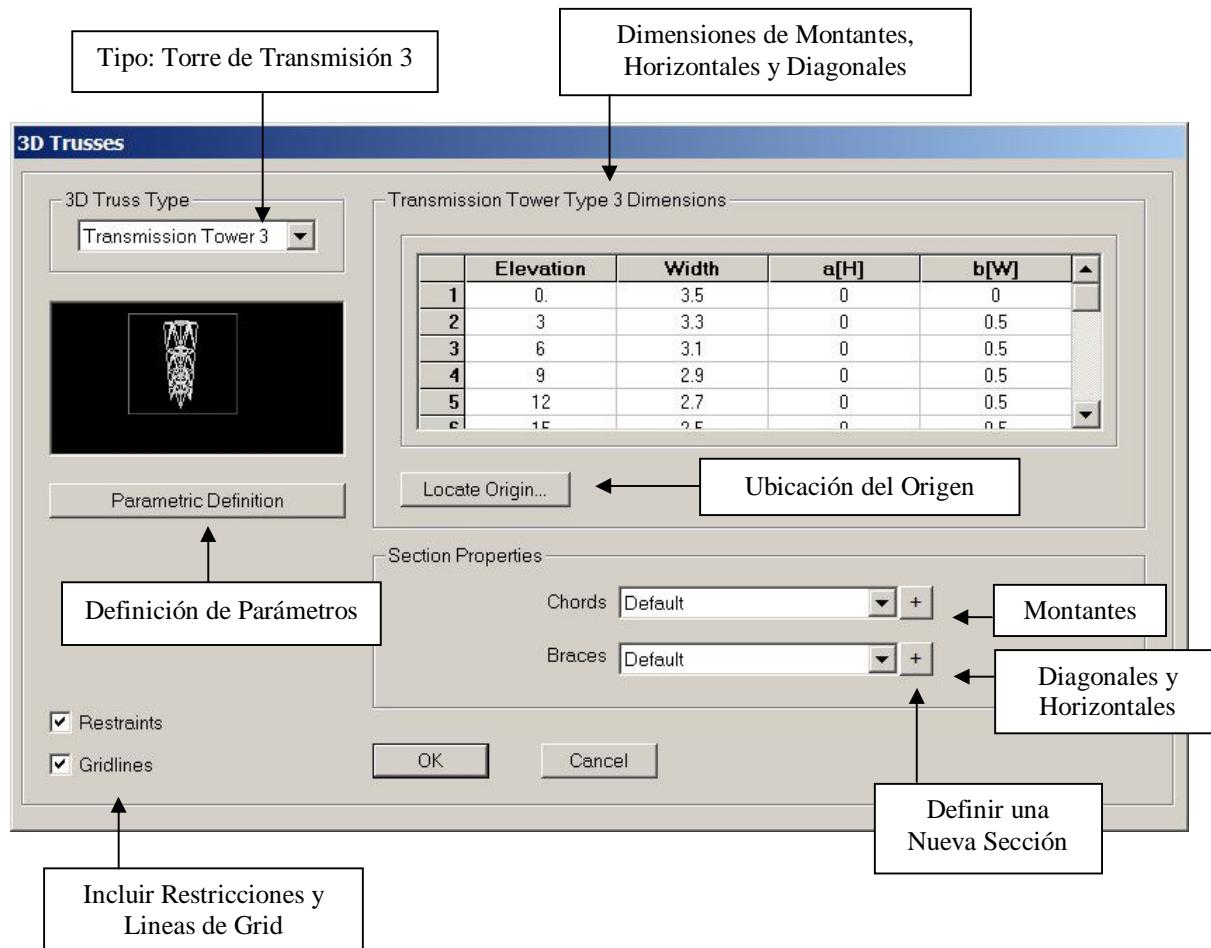
Nota: a(H) y b(W) son factores de Longitud para la ubicación de las Diagonales.



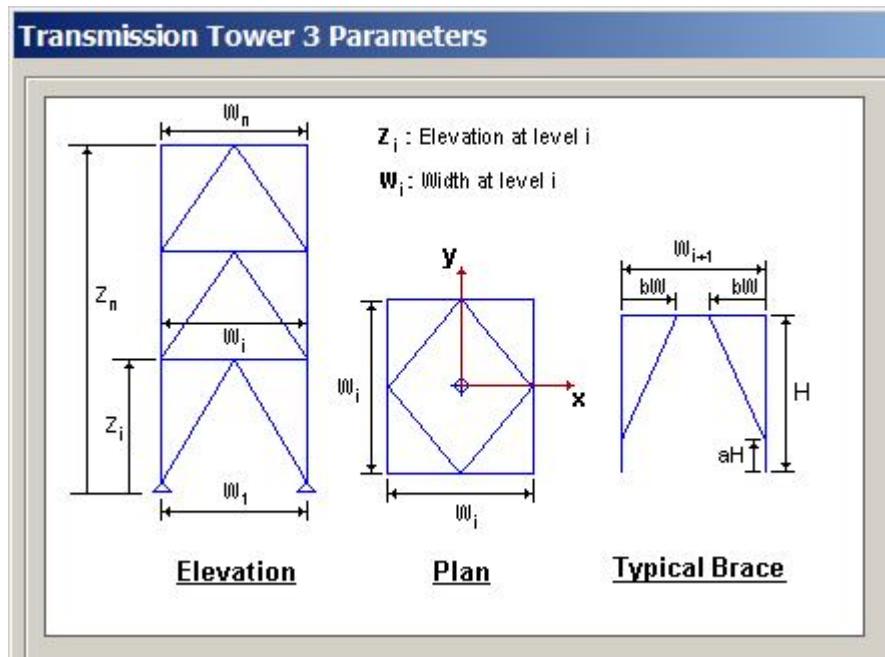
Manual de Aplicación del Programa SAP2000 v14

Ing. Eliud Hernández / eliudh5@gmail.com / 58-412-2390553



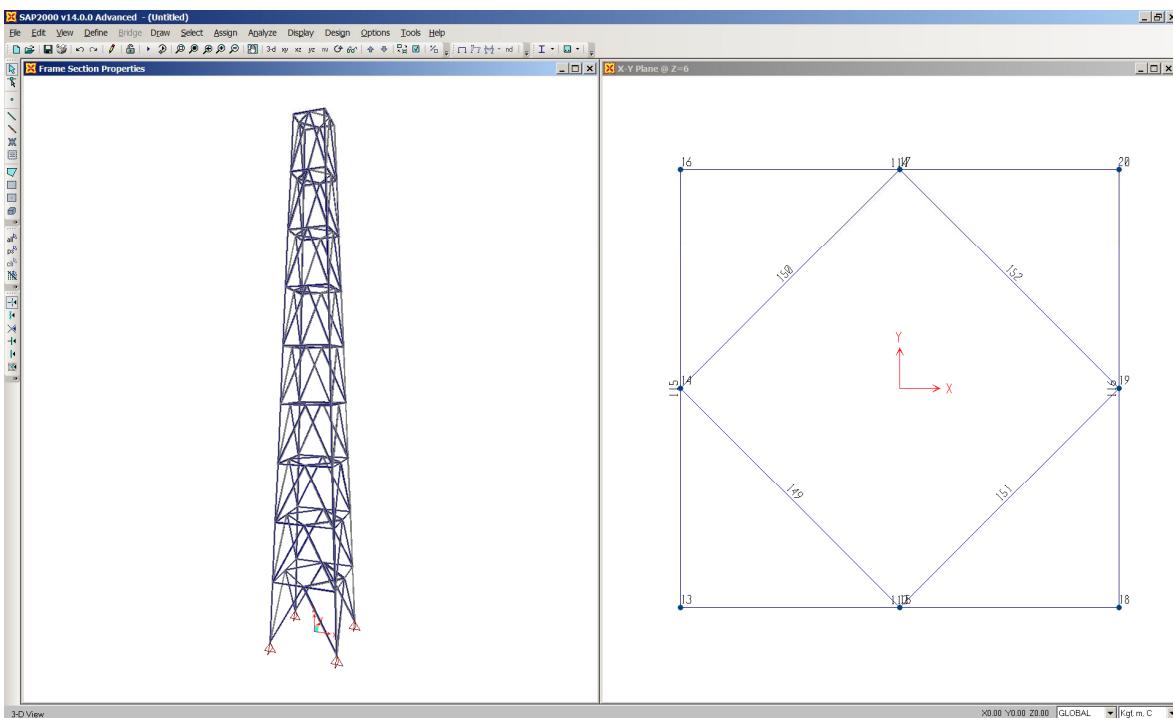
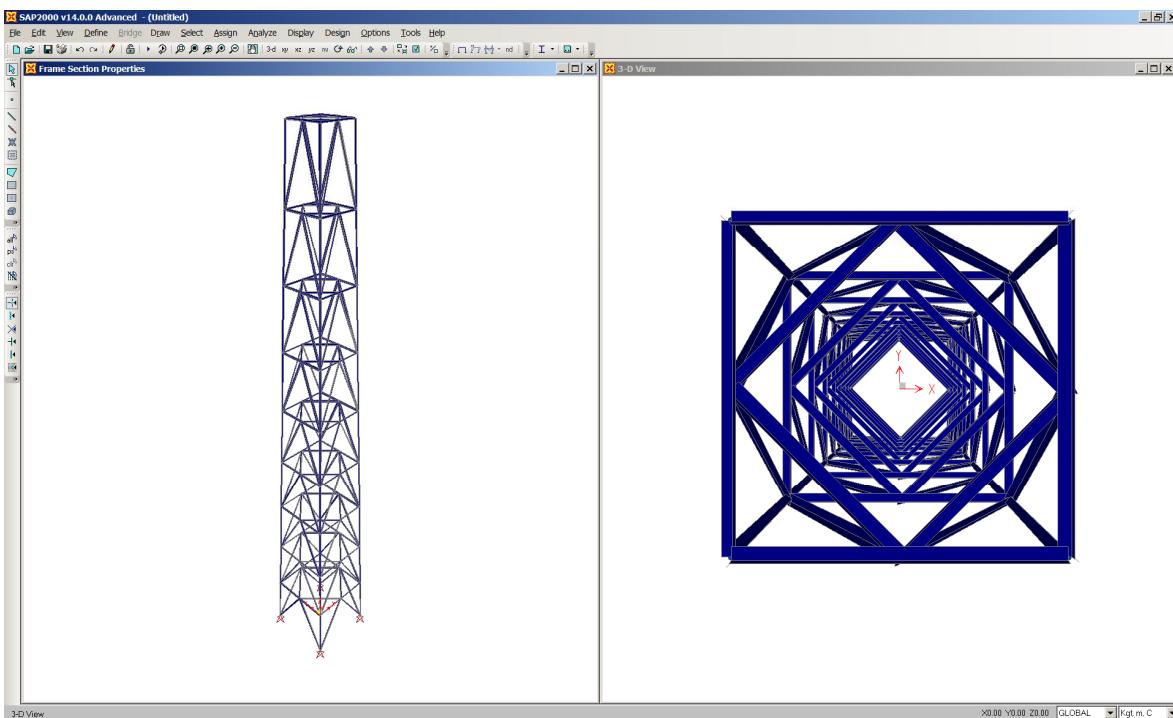


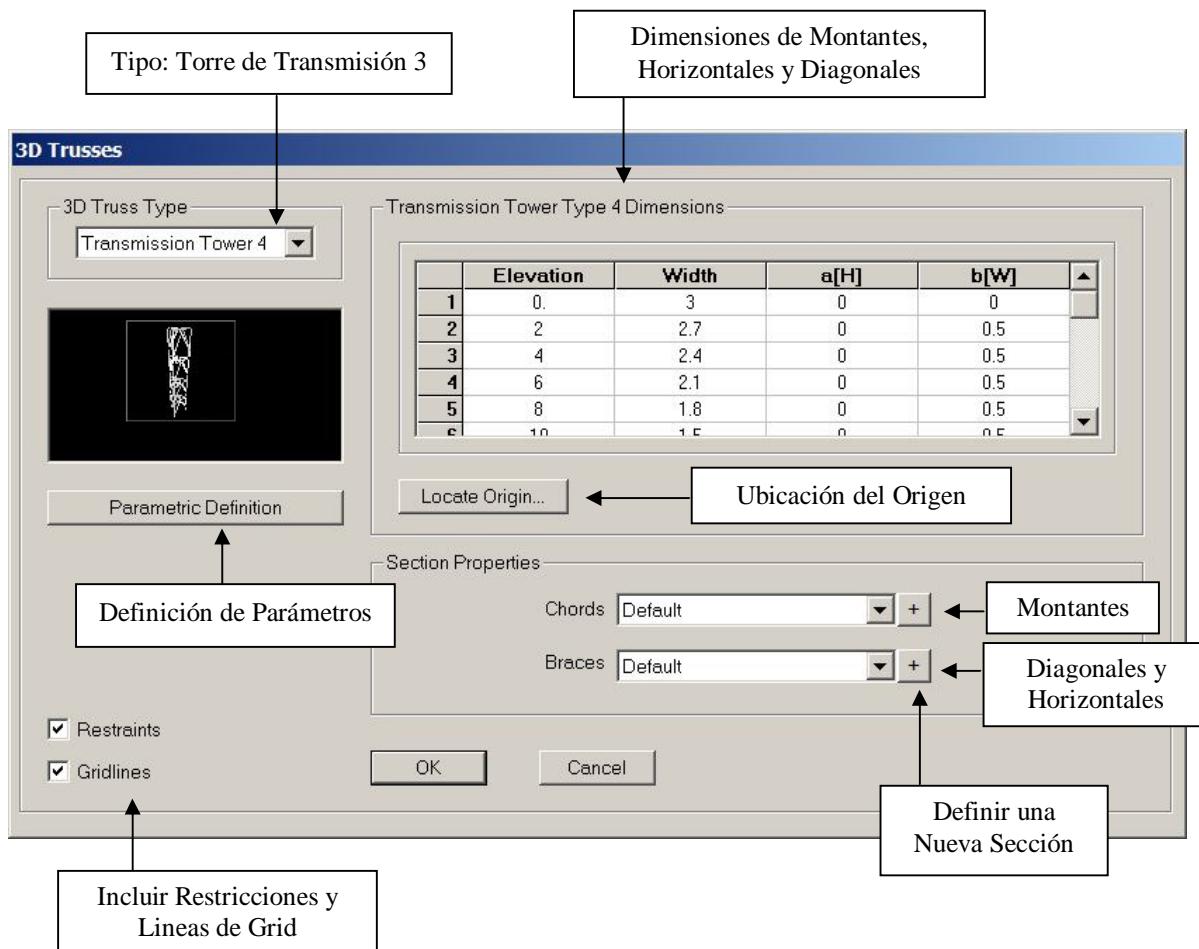
Nota: a(H) y b(W) son factores de Longitud para la ubicación de las Diagonales.



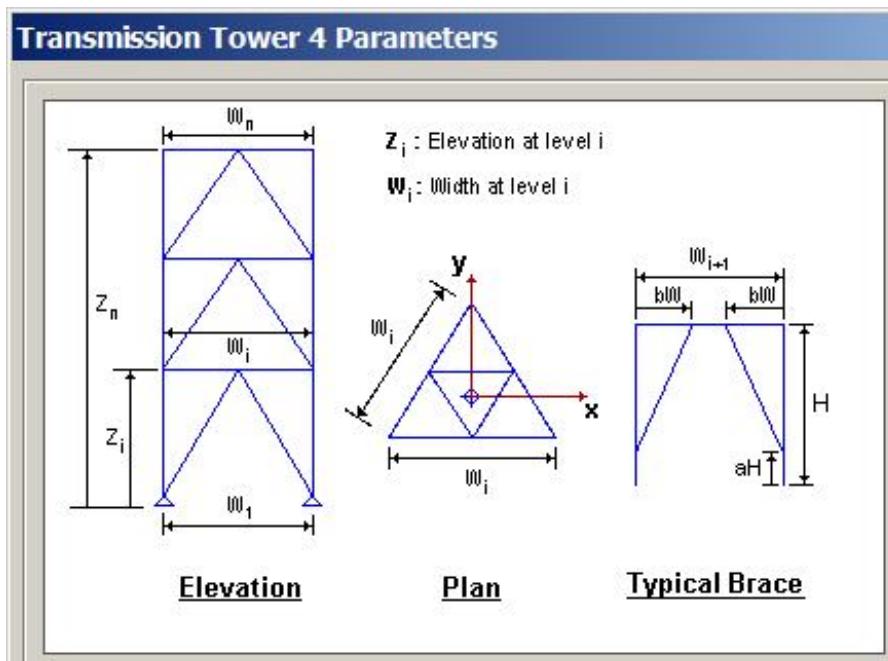
Manual de Aplicación del Programa SAP2000 v14

Ing. Eliud Hernández / eliudh5@gmail.com / 58-412-2390553



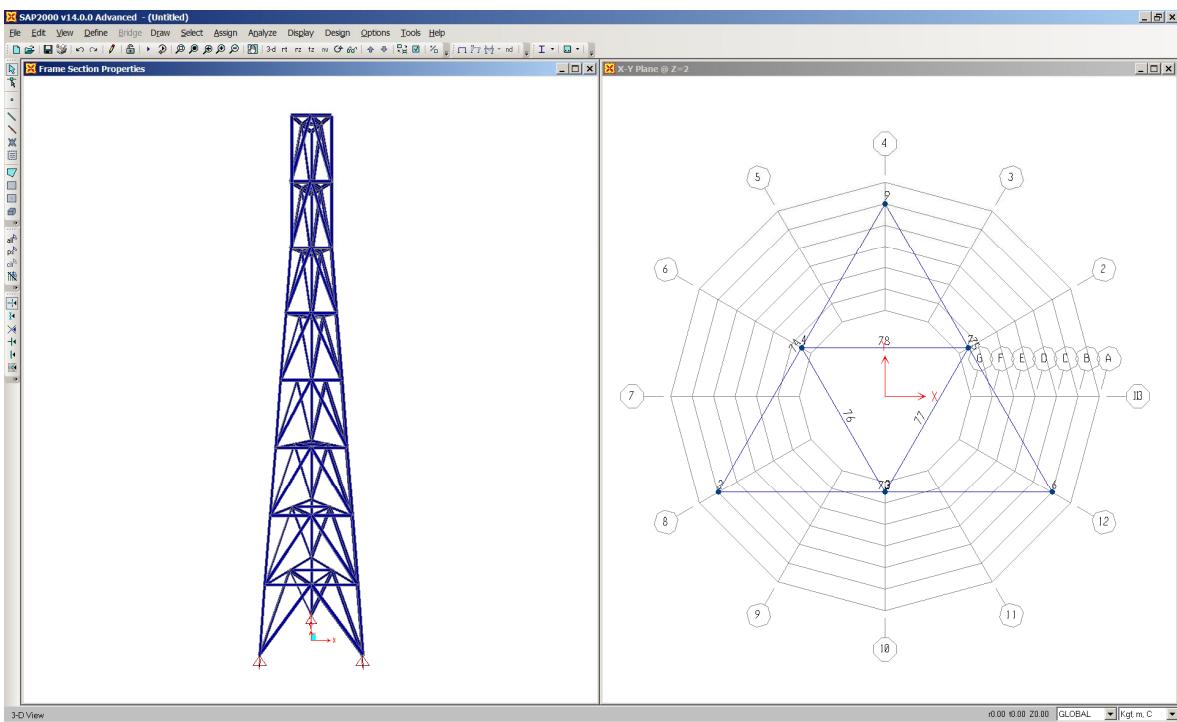
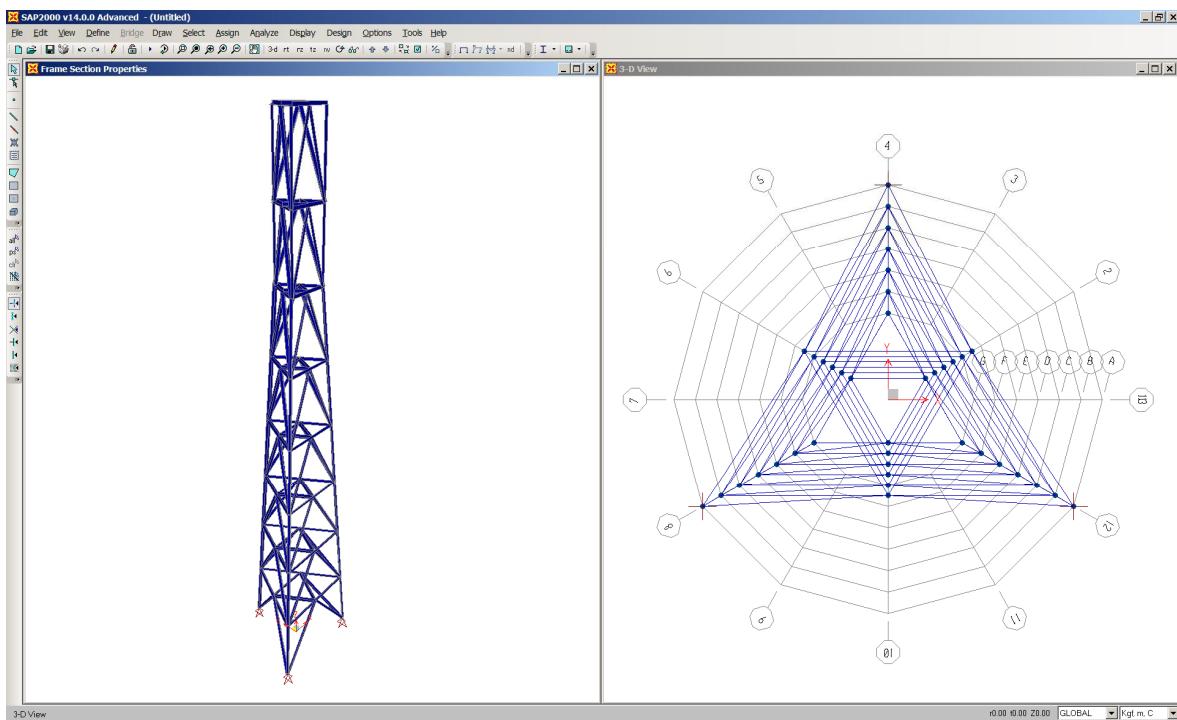


Nota: a(H) y b(W) son factores de Longitud para la ubicación de las Diagonales.



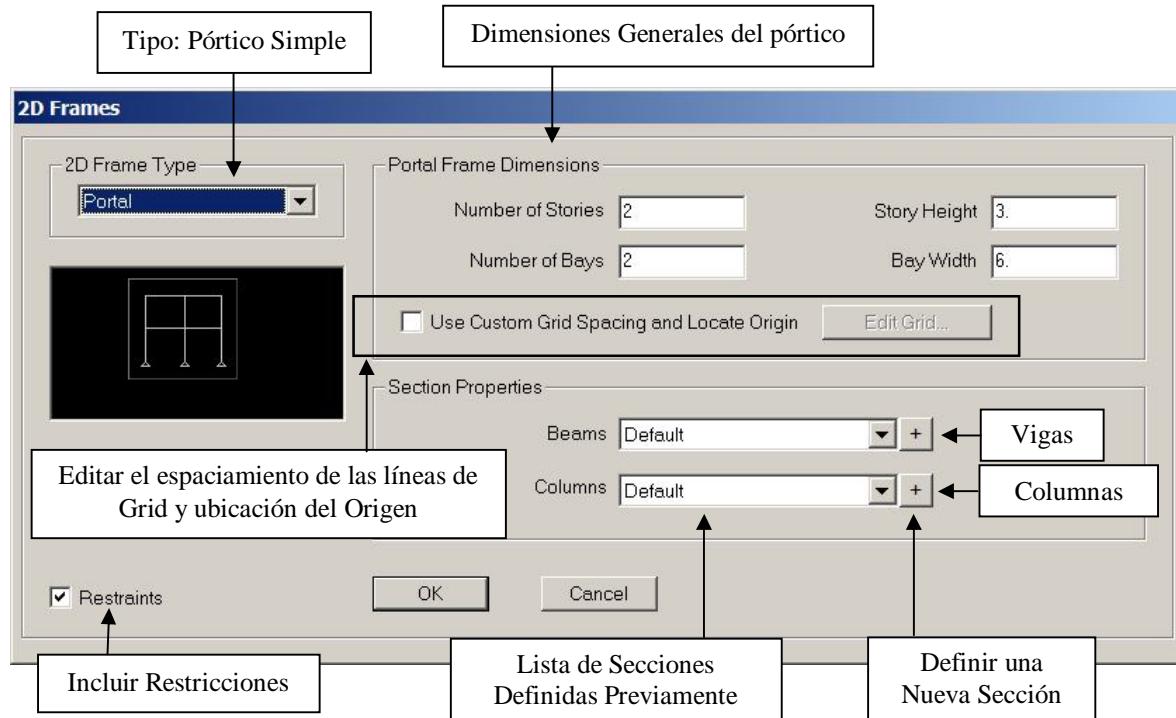
Manual de Aplicación del Programa SAP2000 v14

Ing. Eliud Hernández / eliudh5@gmail.com / 58-412-2390553

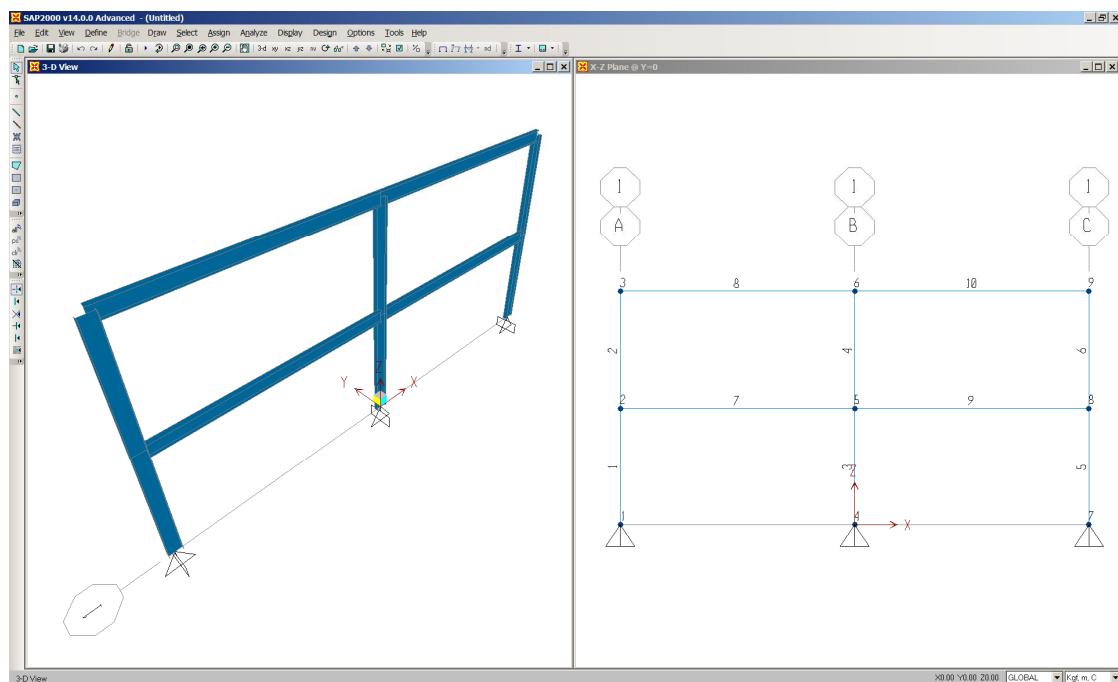


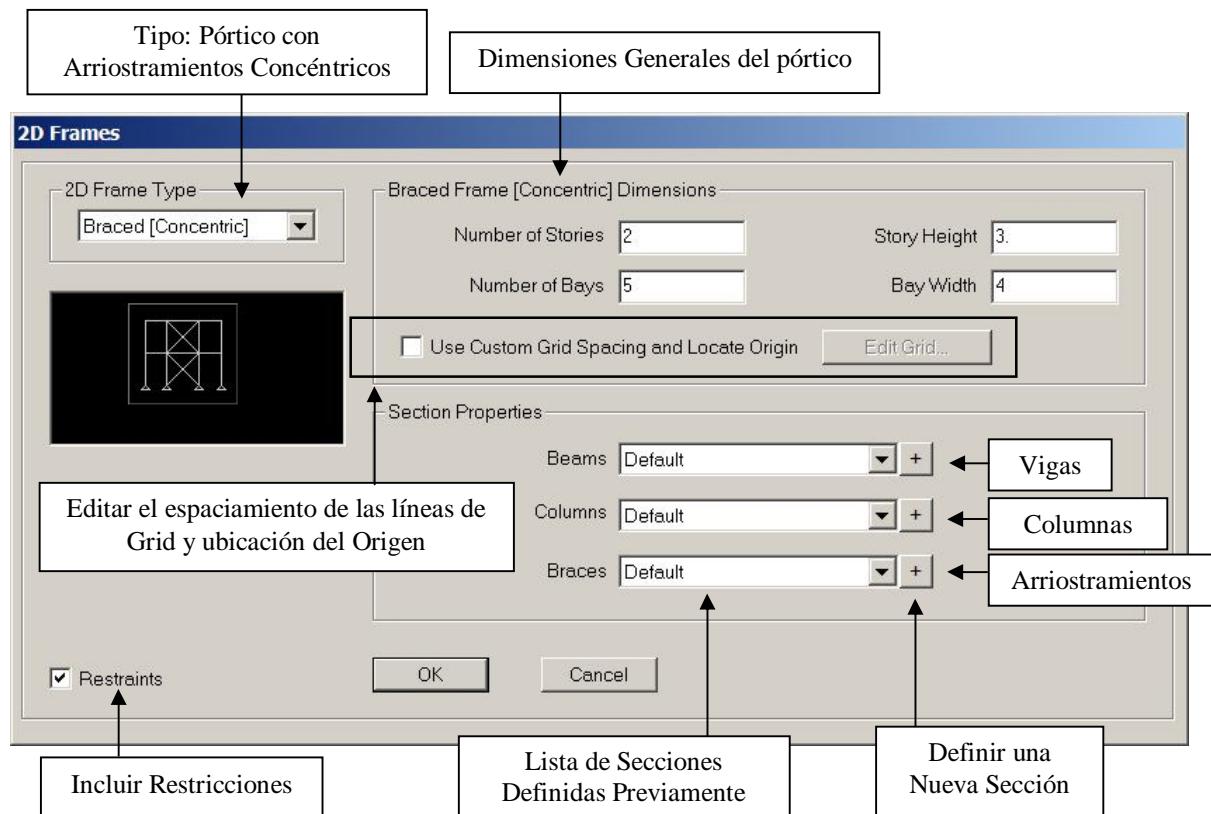
2.1.7. Opción 2D Frames:

Al entrar se nos presenta una ventana donde se puede elegir entre tres tipos de Pórticos Planos. En cada caso se especifica el Número de Pisos, Altura de Pisos, Número de vigas, Longitudes de los Tramos, Secciones, Restricciones y las Líneas de Grid.

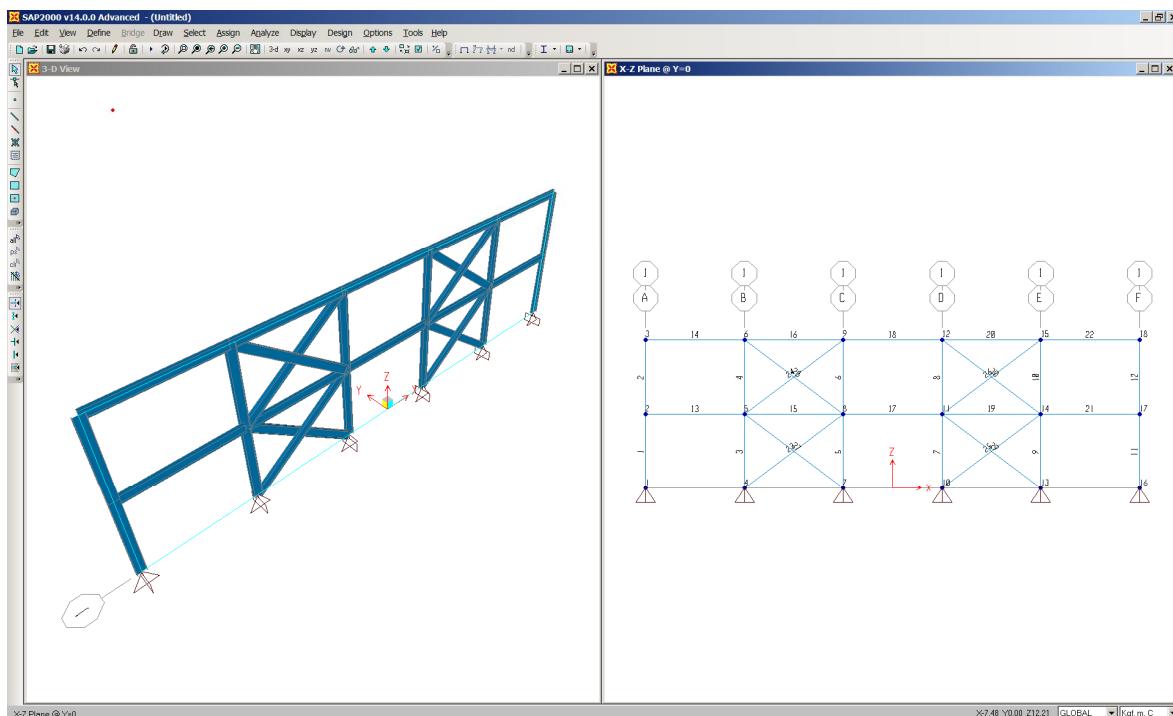


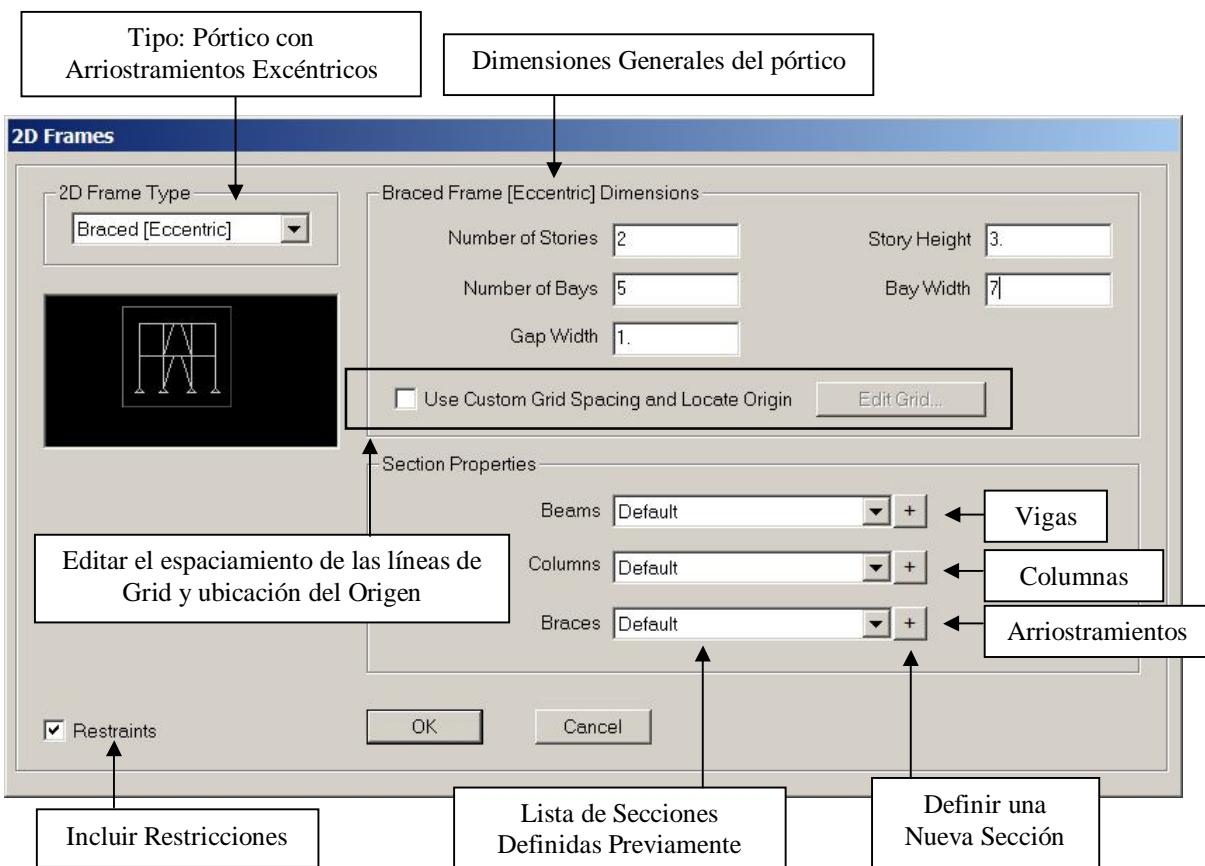
- **Number of Stories:** Número de Pisos.
- **Number of Bays:** Número de Vigas.
- **Story Height:** Altura de Pisos.
- **Bay Width:** Longitud del Tramo.



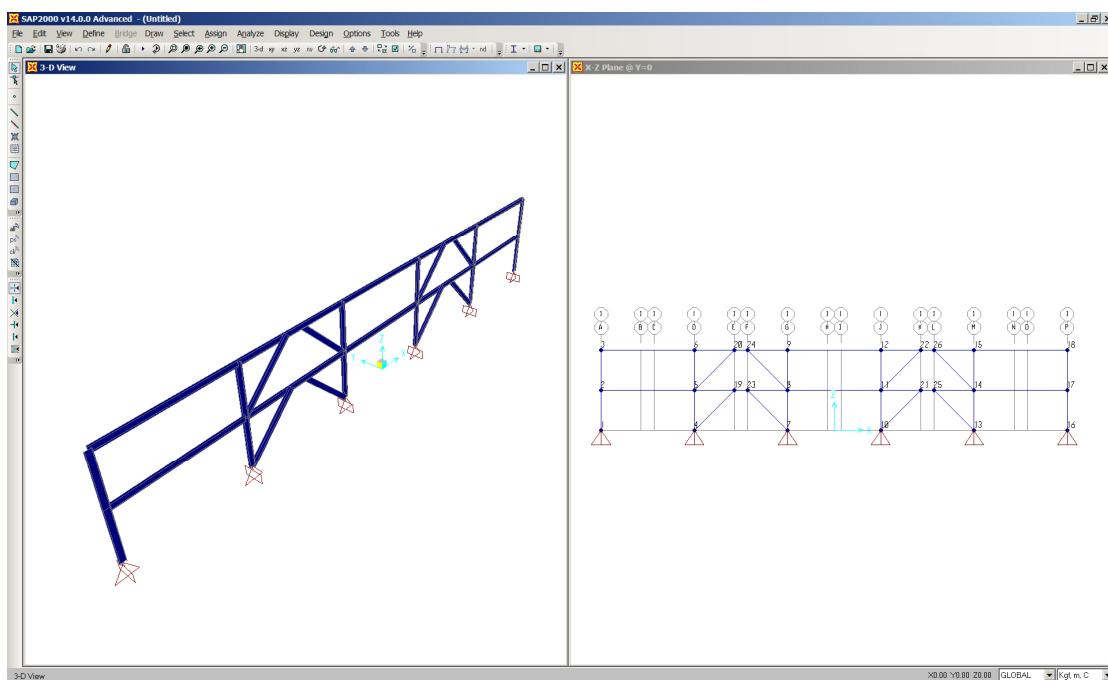


- **Number of Stories:** Número de Pisos.
- **Number of Bays:** Número de Tramos.
- **Story Height:** Altura de Pisos.
- **Bay Width:** Longitud del Tramo.



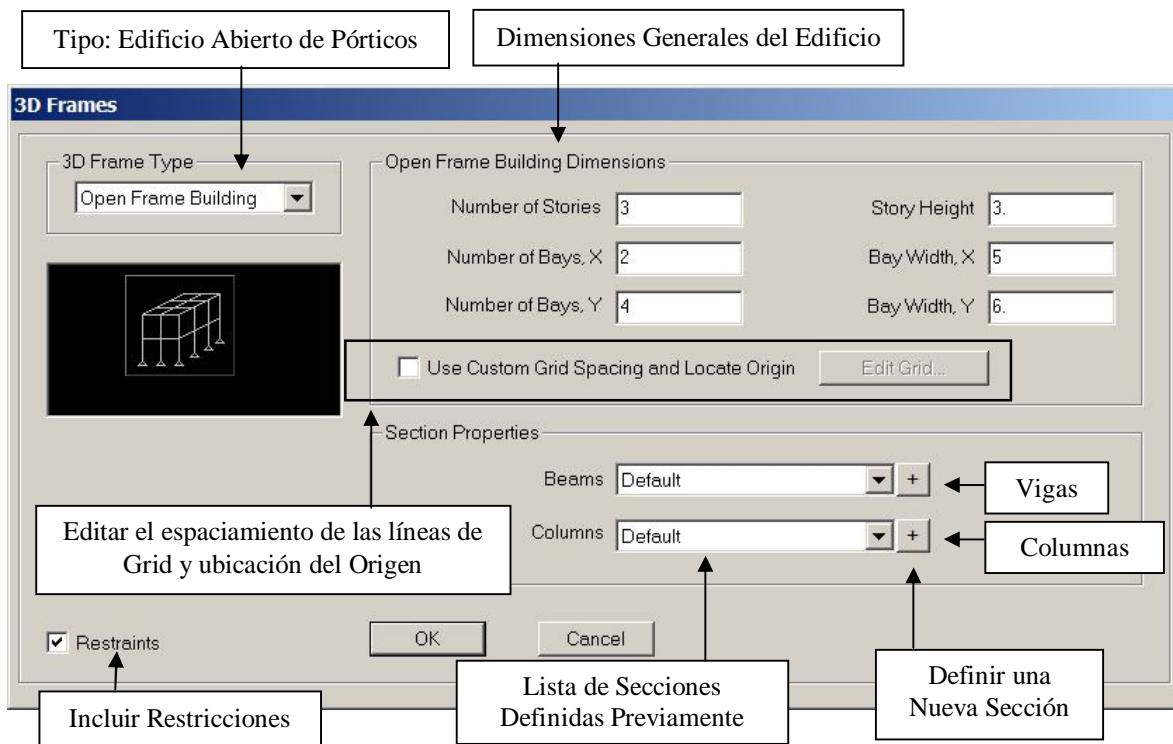


- **Number of Stories:** Número de Pisos.
- **Number of Bays:** Número de Tramos.
- **Story Height:** Altura de Pisos.
- **Bay Width:** Longitud del Tramo.
- **Gap Width:** Longitud del “Eslabón”.

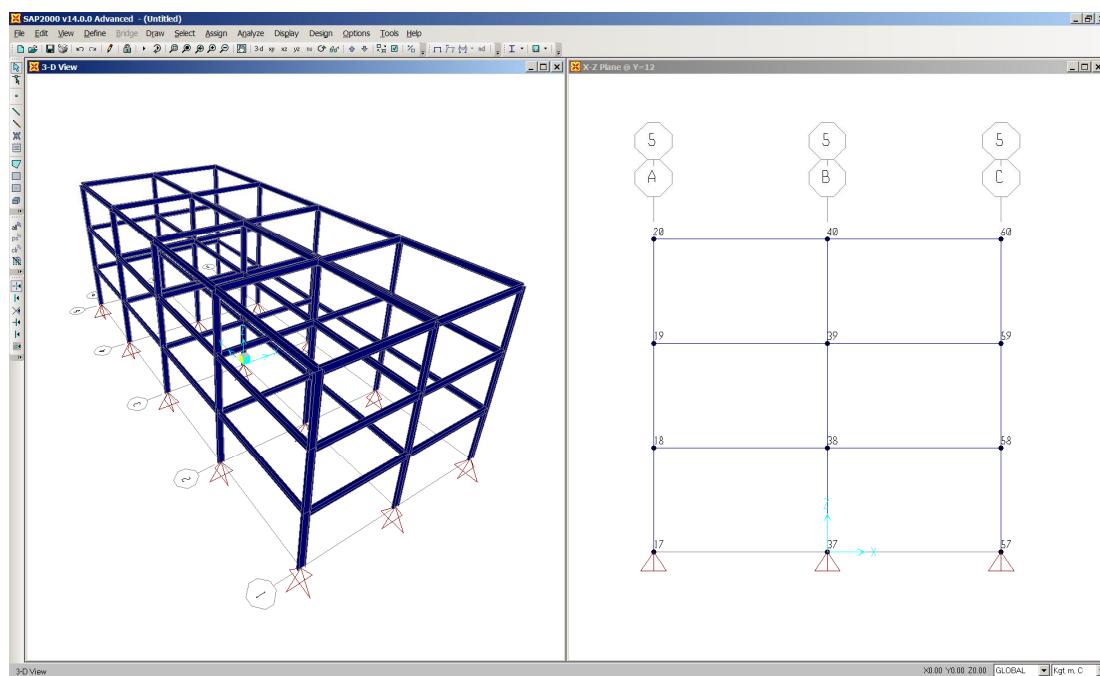


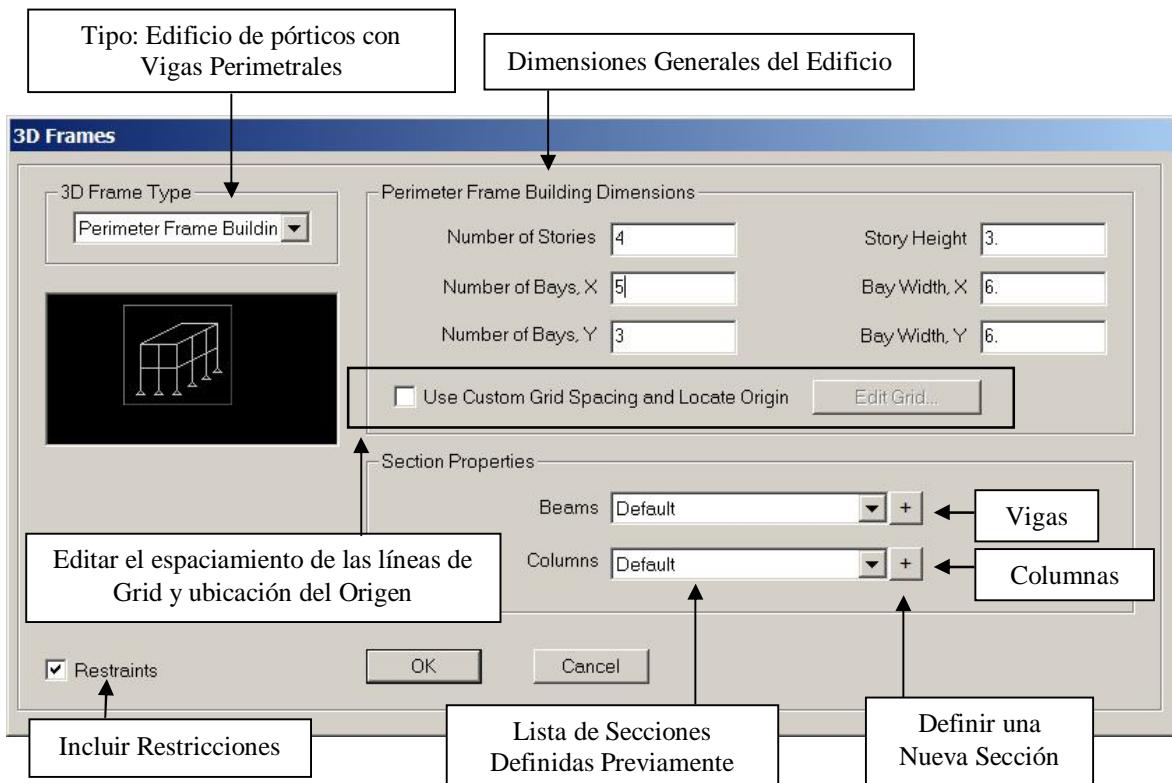
2.1.8. Opción 3D Frames:

Al entrar se nos presenta una ventana donde se puede elegir entre cuatro tipos de modelos de Edificios. En cada caso se especifica el Número de Pisos, Altura de Pisos, Número de vigas, Longitudes de los Tramos, Secciones, Restricciones y las Líneas de Grid.

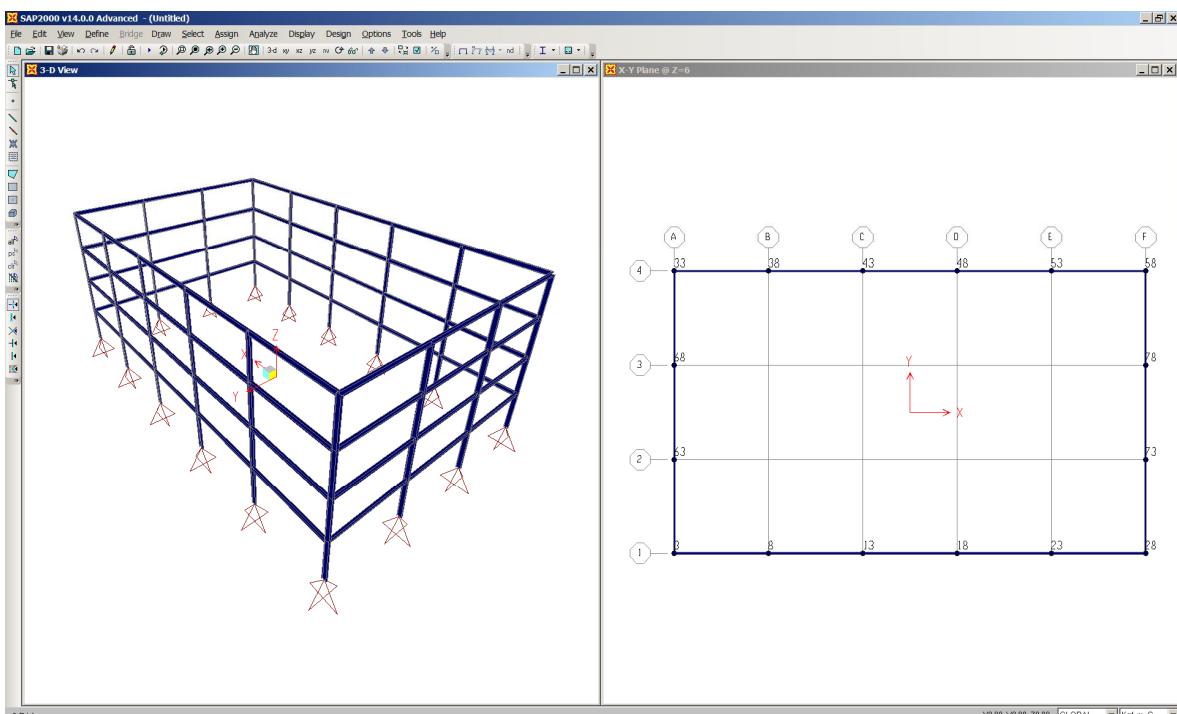


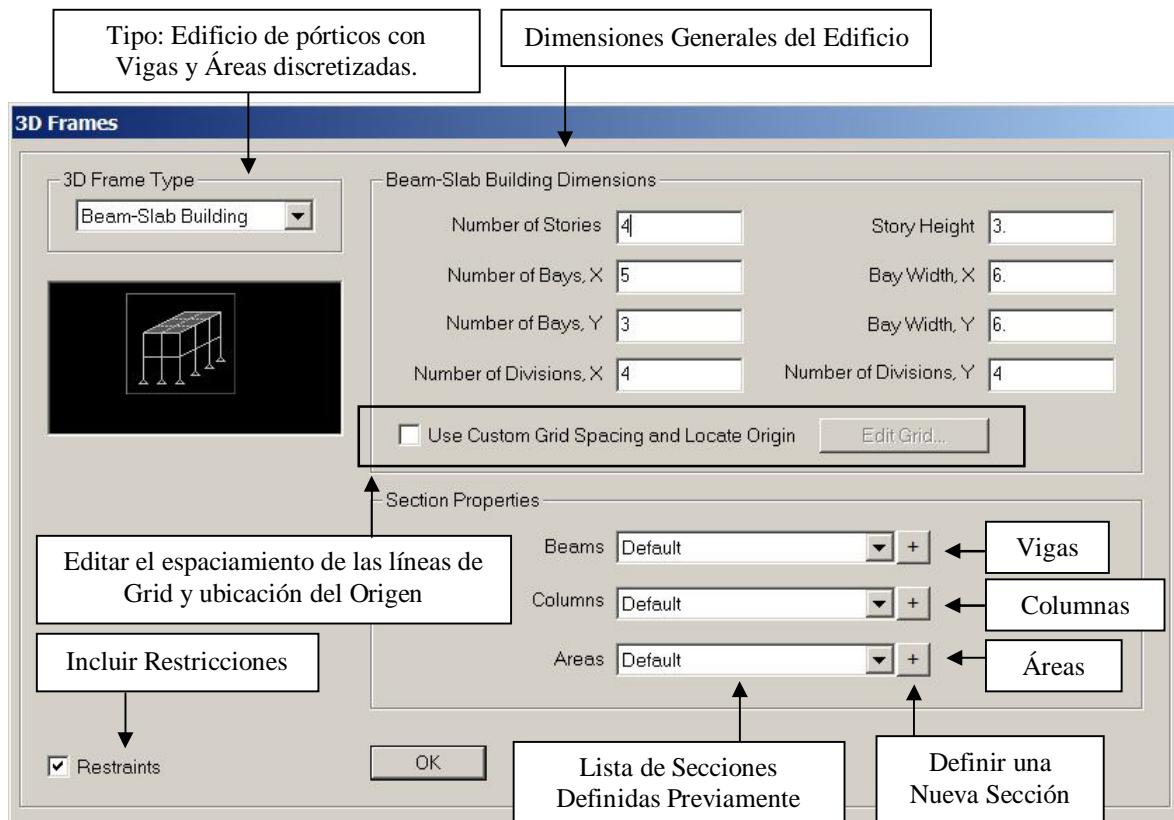
- **Number of Stories:** Número de Pisos.
- **Number of Bays:** Número de Tramos.
- **Story Height:** Altura de Pisos.
- **Bay Width:** Longitud del Tramo.



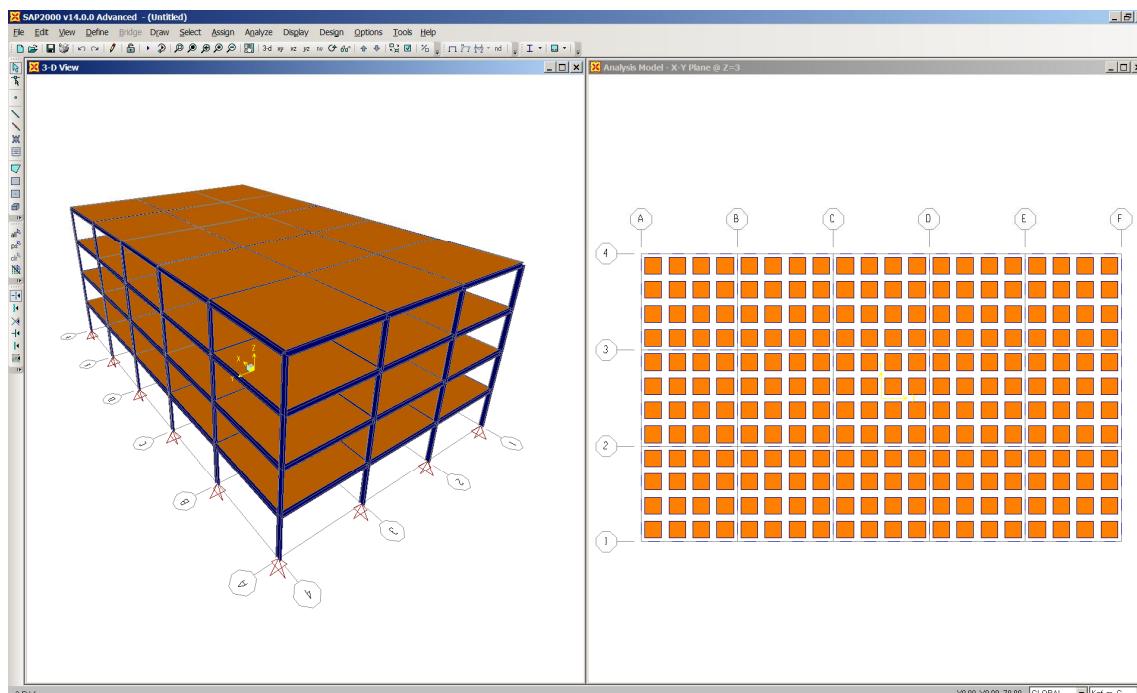


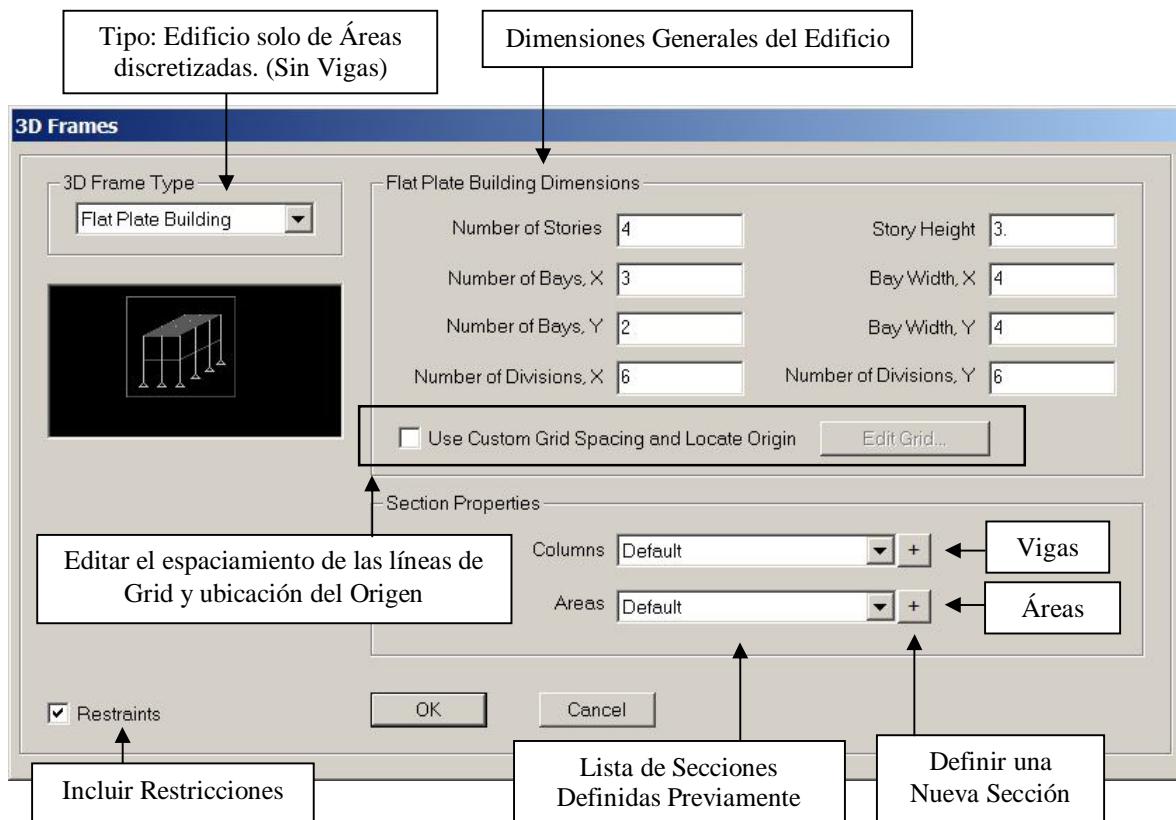
- **Number of Stories:** Número de Pisos.
- **Number of Bays:** Número de Tramos.
- **Story Height:** Altura de Pisos.
- **Bay Width:** Longitud del Tramo.



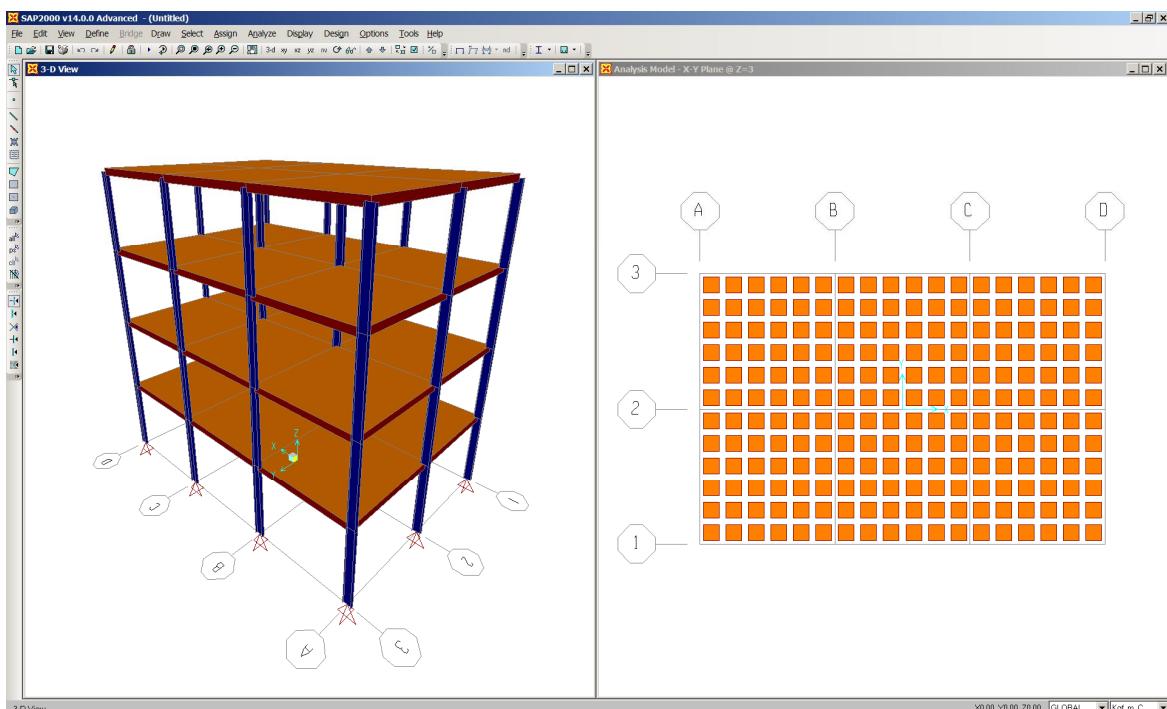


- **Number of Stories:** Número de Pisos
- **Number of Bays:** Número de Tramos.
- **Story Height:** Altura de Pisos.
- **Bay Width:** Longitud del Tramo.
- **Number of Divisions:** Número de divisiones Internas de los elementos de Area (Mesh)



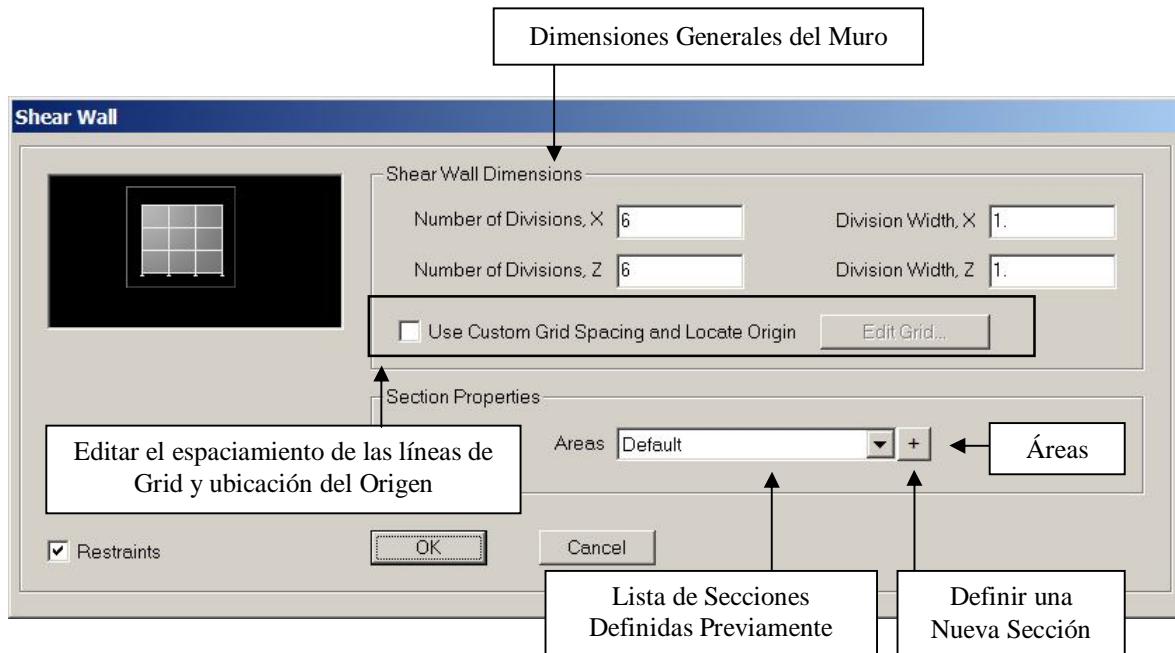


- **Number of Stories:** Número de Pisos
- **Number of Bays:** Número de Tramos.
- **Story Height:** Altura de Pisos.
- **Bay Width:** Longitud del Tramo.
- **Number of Divisions:** Numero de divisiones Internas de los elementos de Area (Mesh)

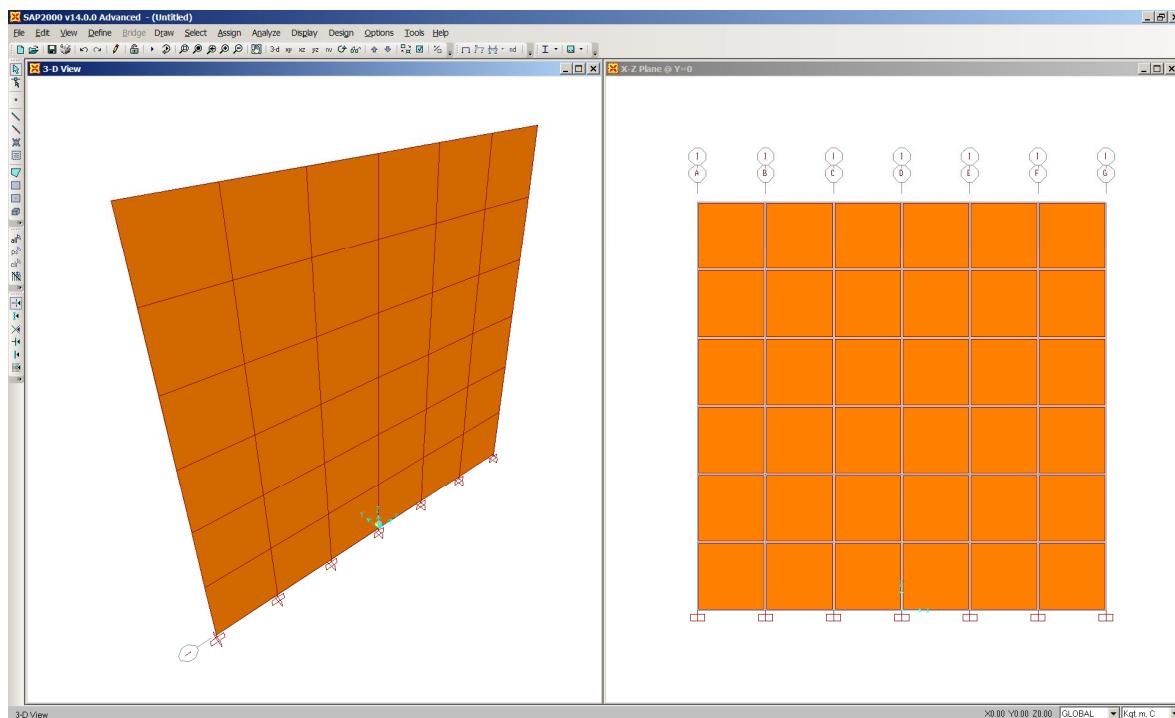


2.1.9. Opción Wall:

Al entrar se nos presenta una ventana donde se especifica el Número el Número de Divisiones, Longitud de cada división, Sección de Área, Restricciones y las Líneas de Grid.

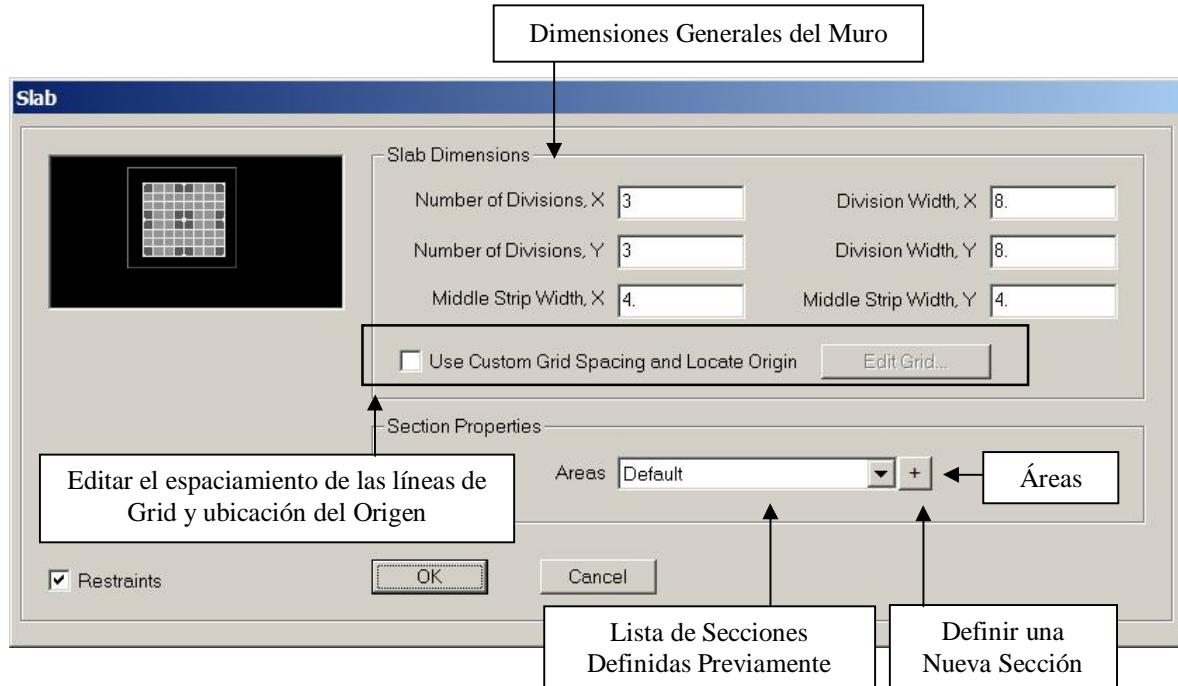


- **Number of Divisions:** Número de Divisiones en X, Z.
- **Division Width:** Tamaño de cada elemento de Área.

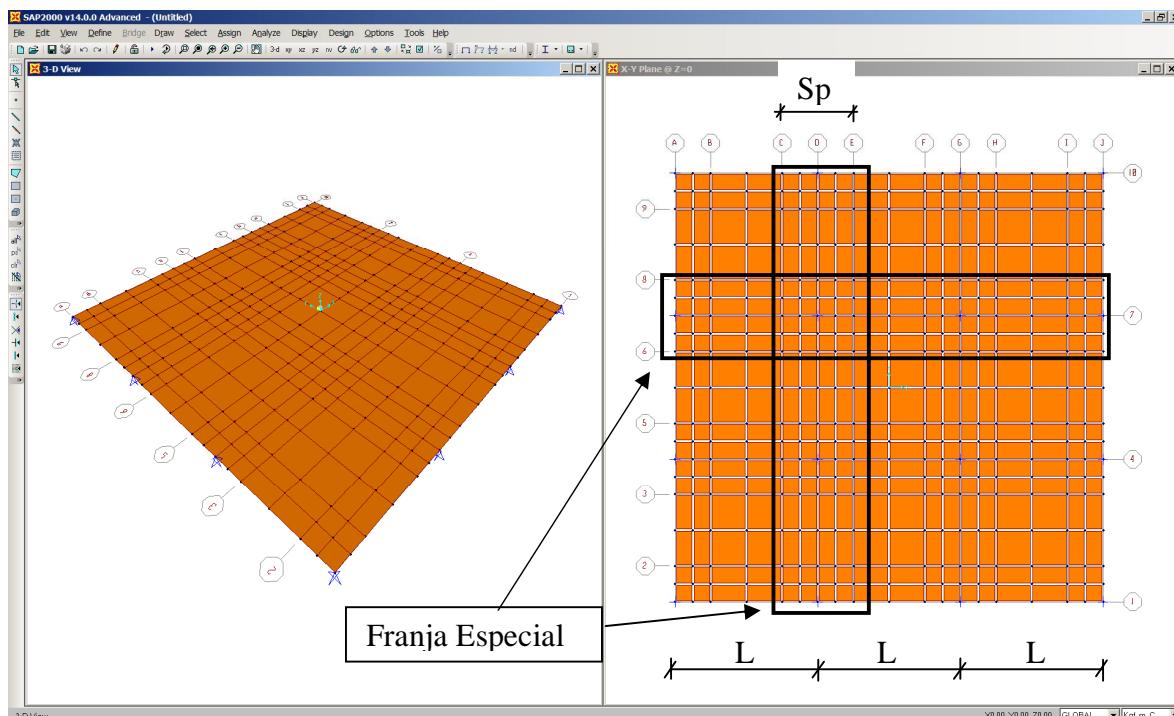


2.1.10. Opción Flat Slab:

Al entrar se nos presenta una ventana donde se especifica el Número el Número de Divisiones, Longitud de cada división, Sección de Área, Restricciones y las Líneas de Grid.

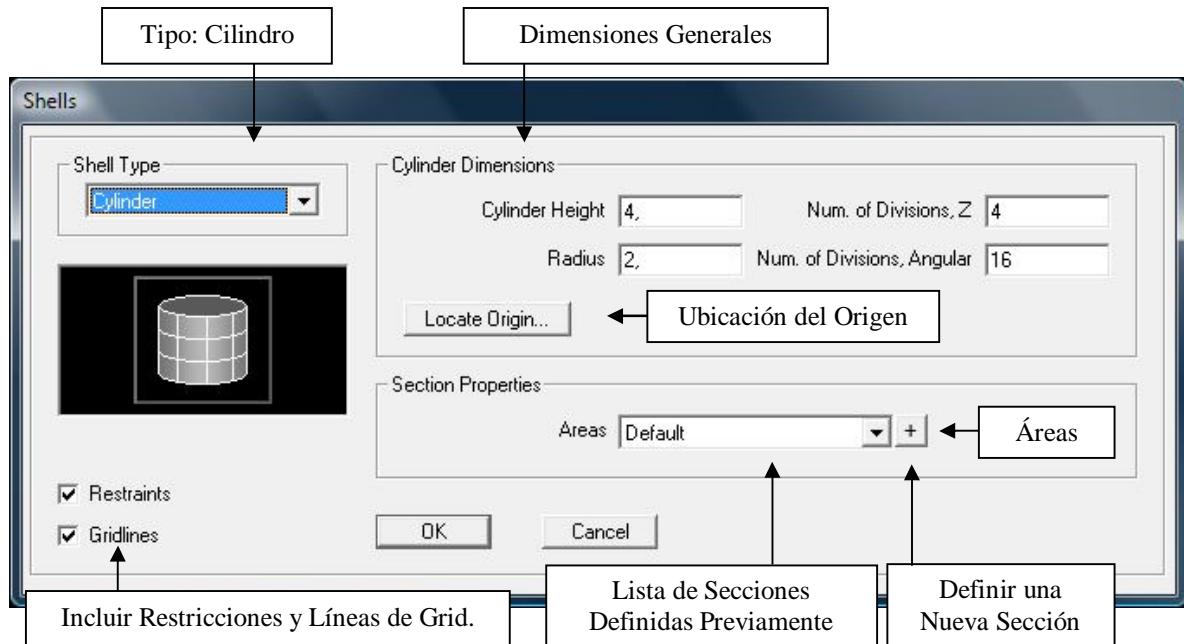


- **Number of Divisions:** Número de Divisiones en X, Y.
- **Division Width:** Longitud de cada tramo de elemento de Área. (L)
- **Middle Strip Width:** Ancho de la Franja especial. (Sp)

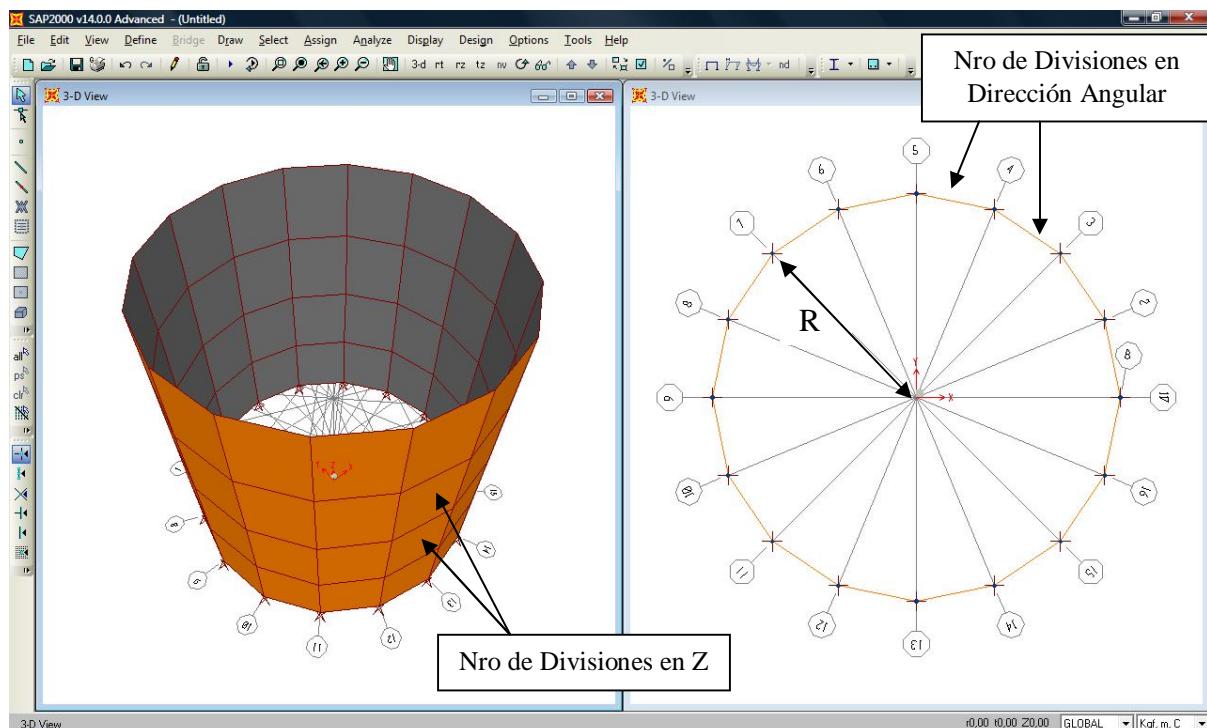


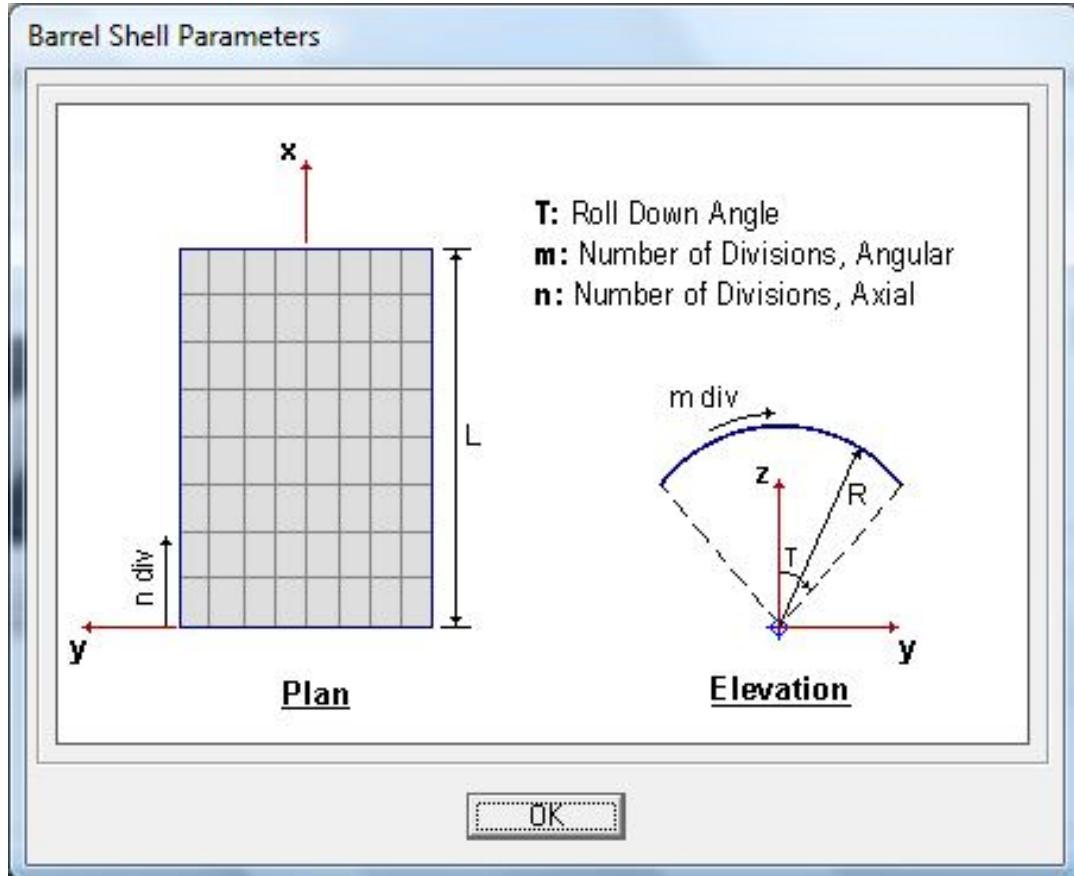
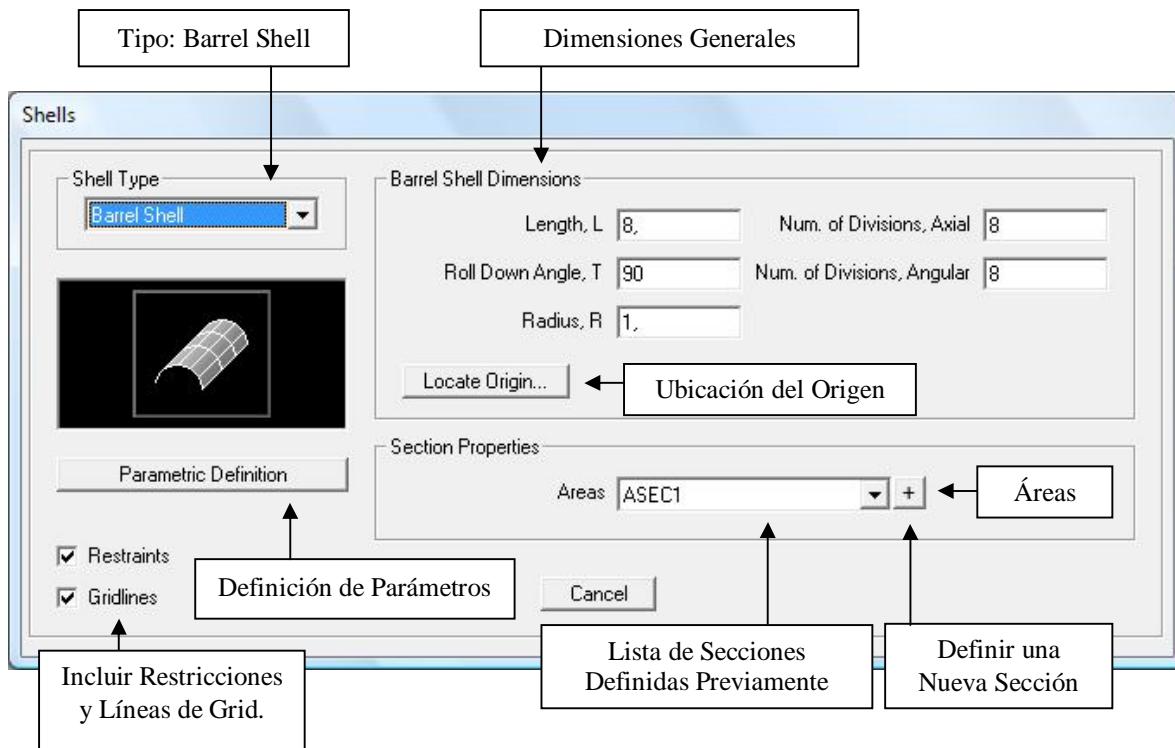
2.1.11. Opción Shells:

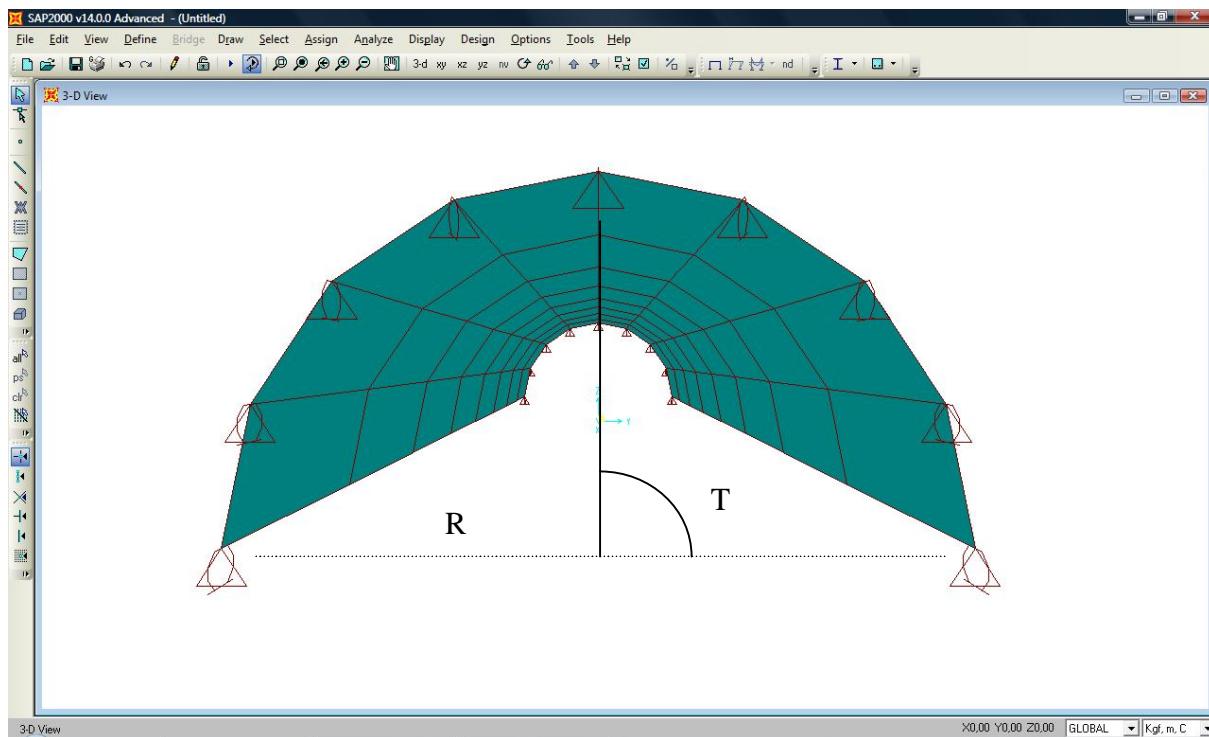
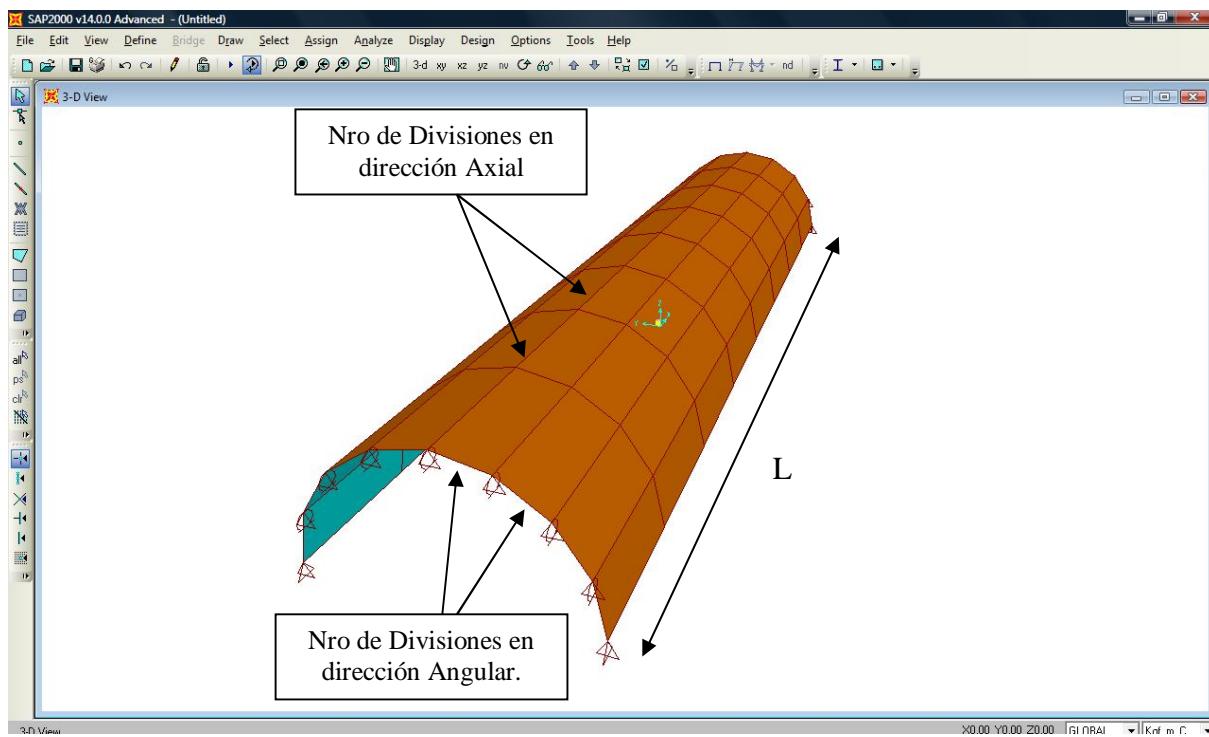
Al entrar se nos presenta una ventana donde se puede elegir entre seis tipos de modelos a base de Áreas. En cada caso se especifican los parámetros que definen la geometría, la sección de las Áreas, Restricciones y las Líneas de Grid.

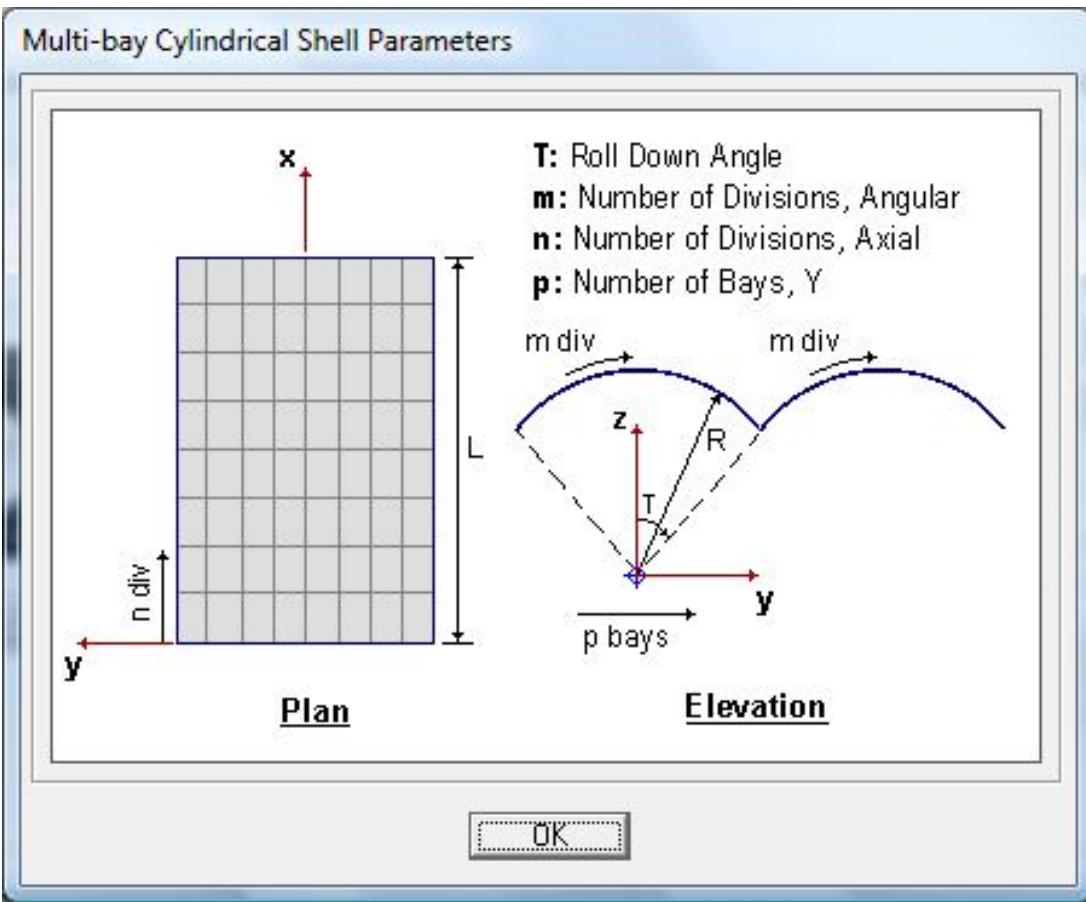
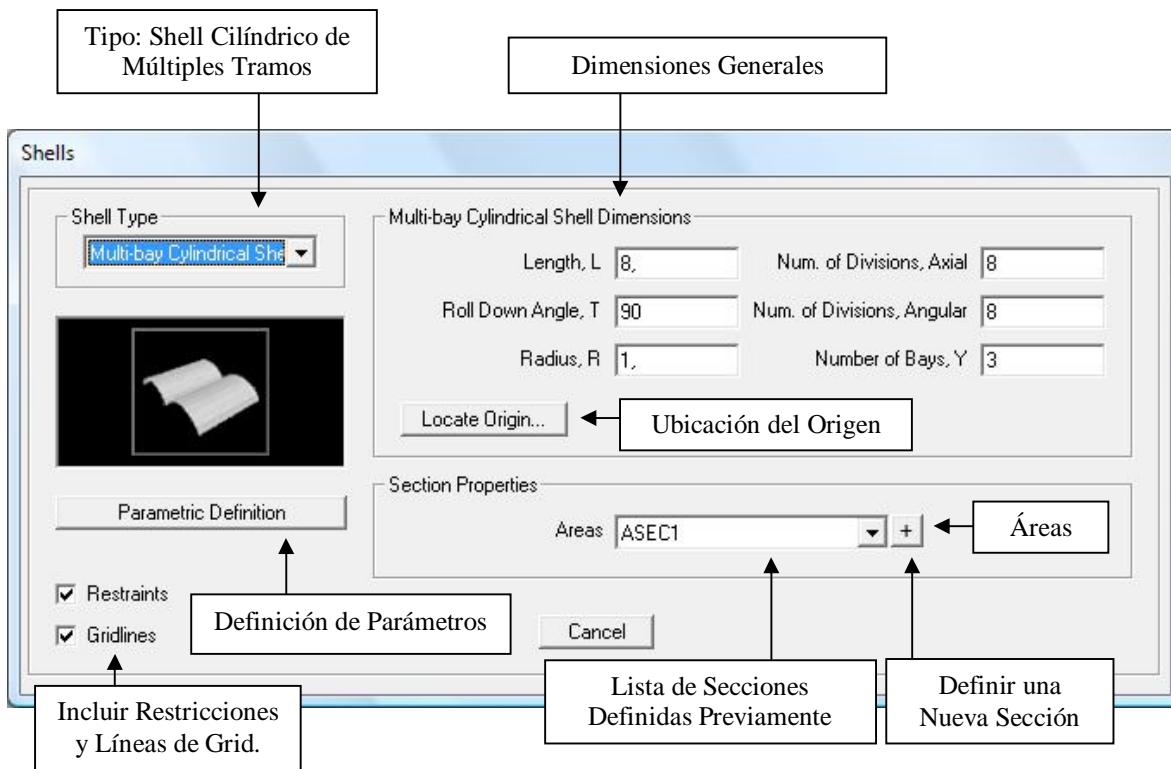


- **Cylinder Height:** Altura.
- **Num. of Division, Z:** Número de Divisiones de Área en Z
- **Num. of Division, Angular:** Número de Divisiones en dirección Angular
- **Radius:** Radio (R)



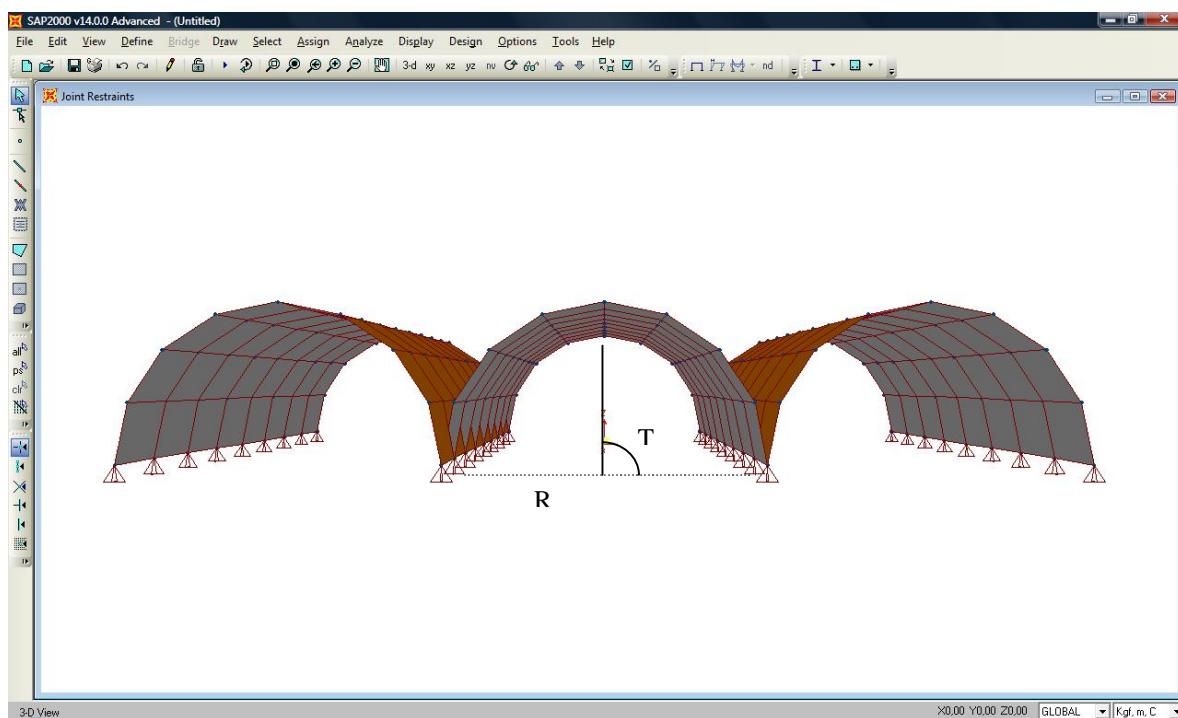
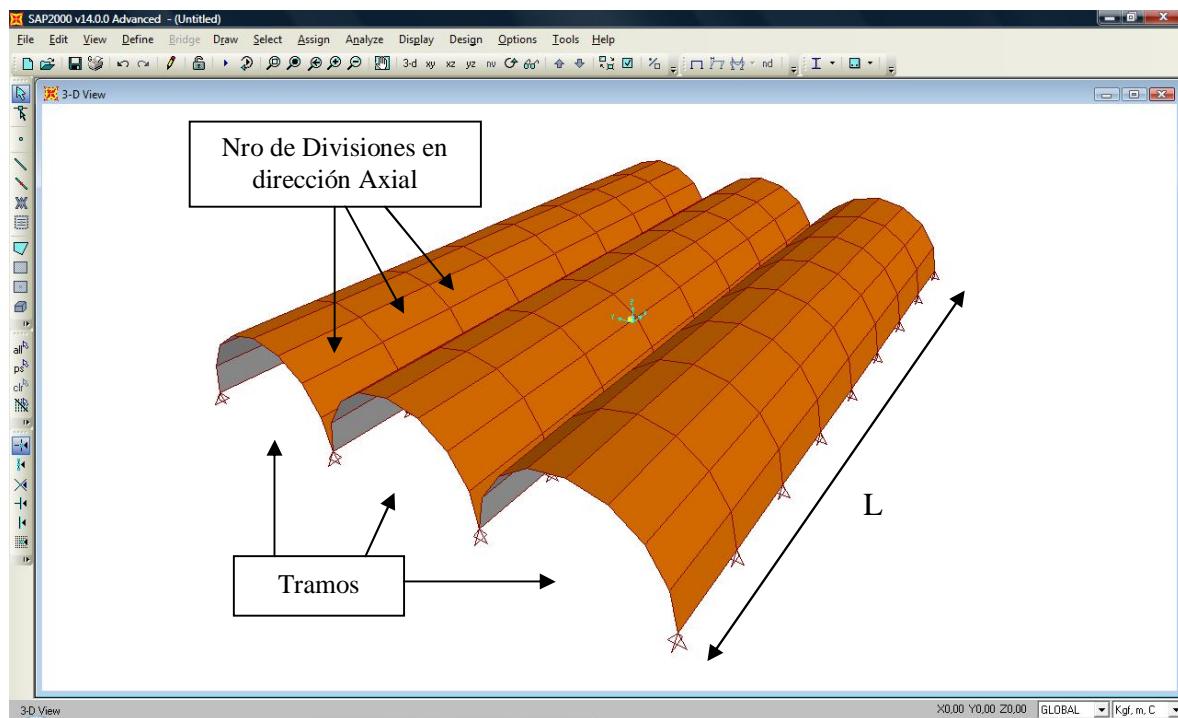


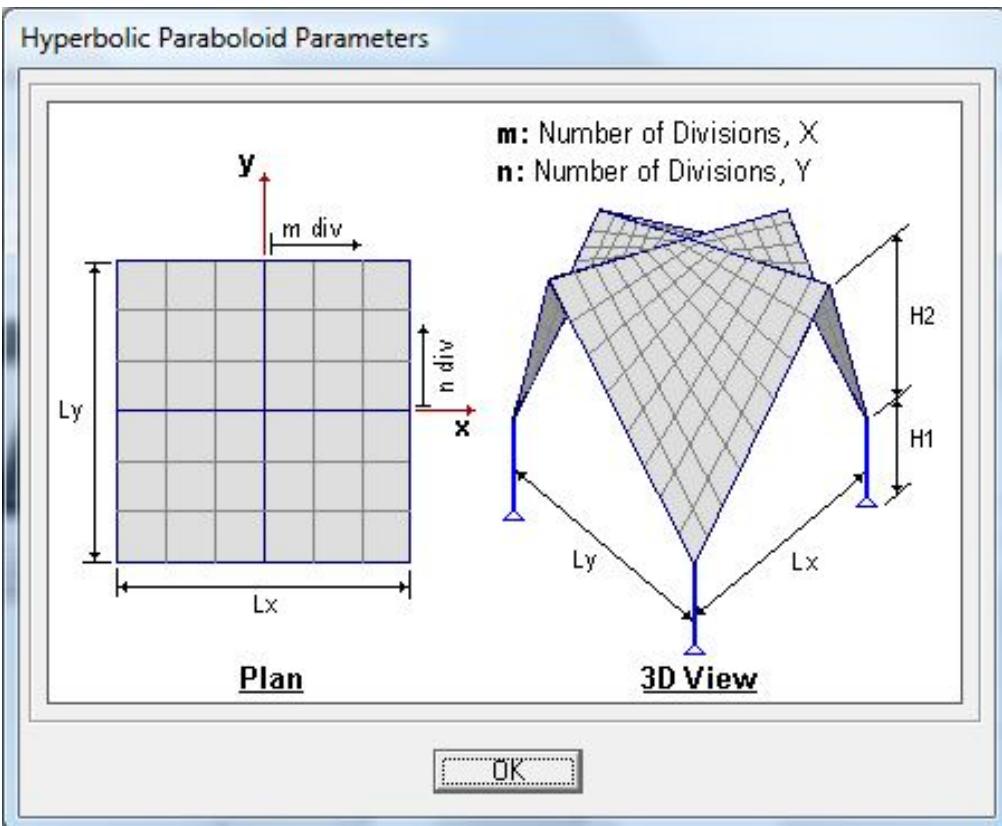
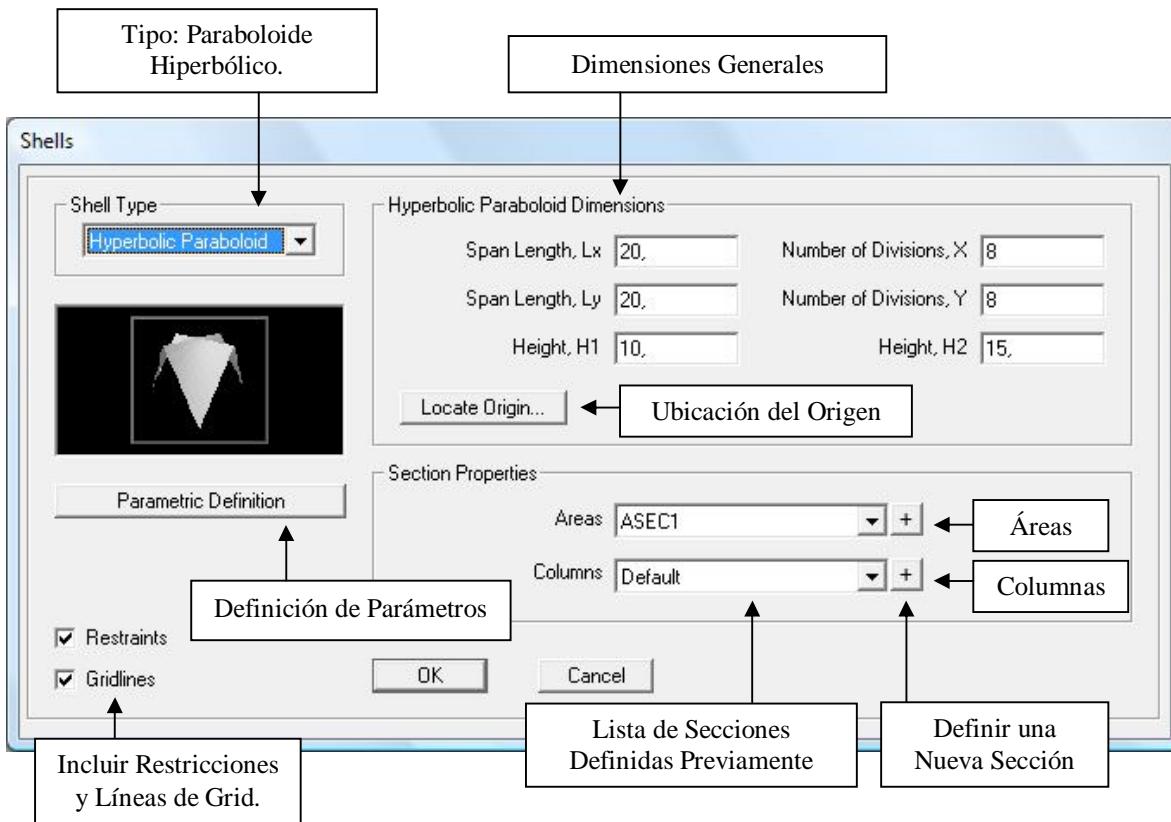




Manual de Aplicación del Programa SAP2000 v14

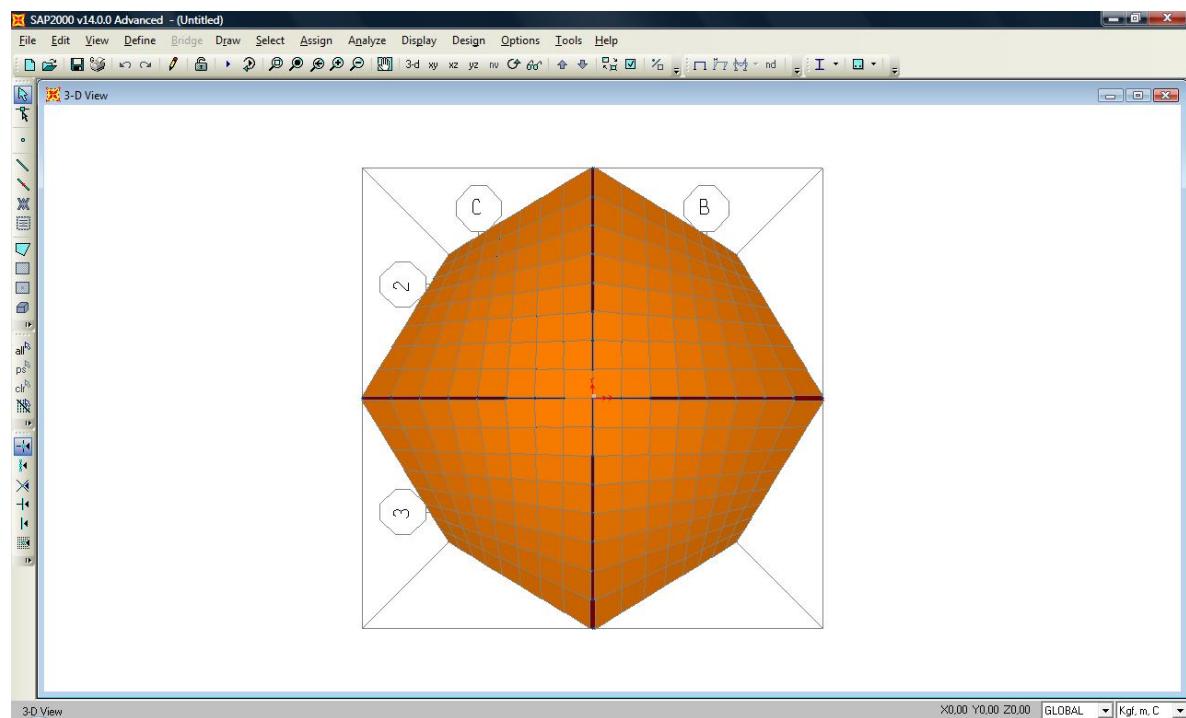
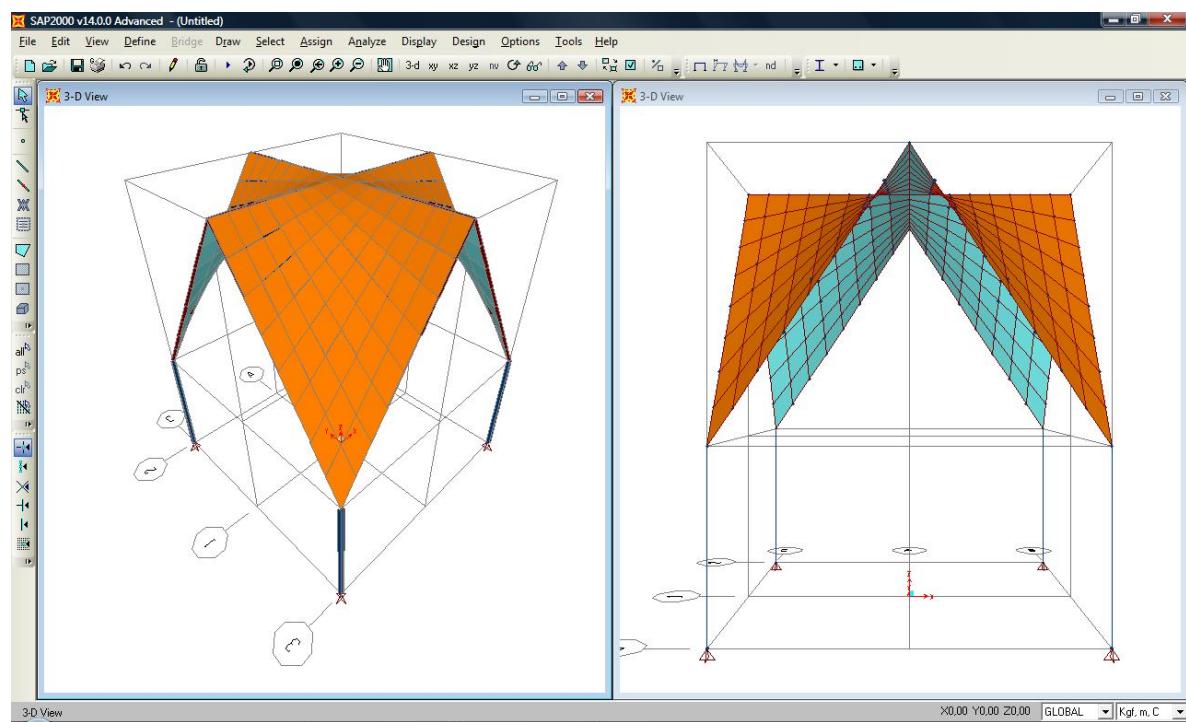
Ing. Eliud Hernández / eliudh5@gmail.com / 58-412-2390553

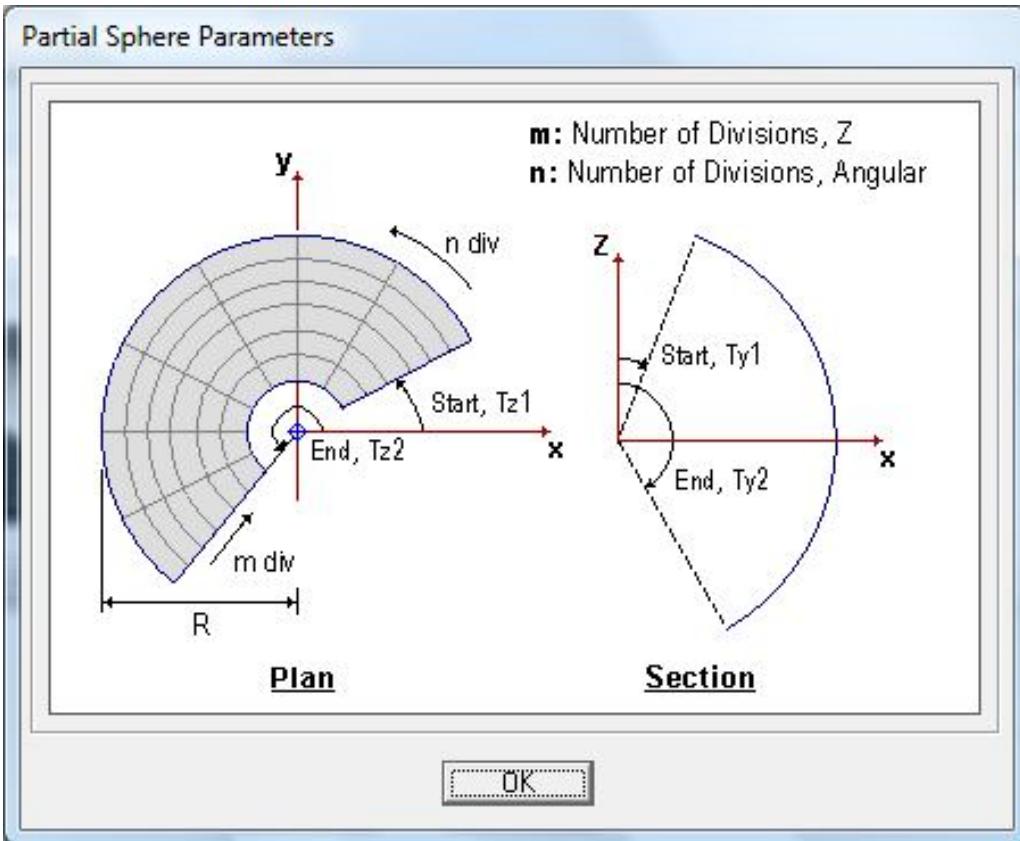
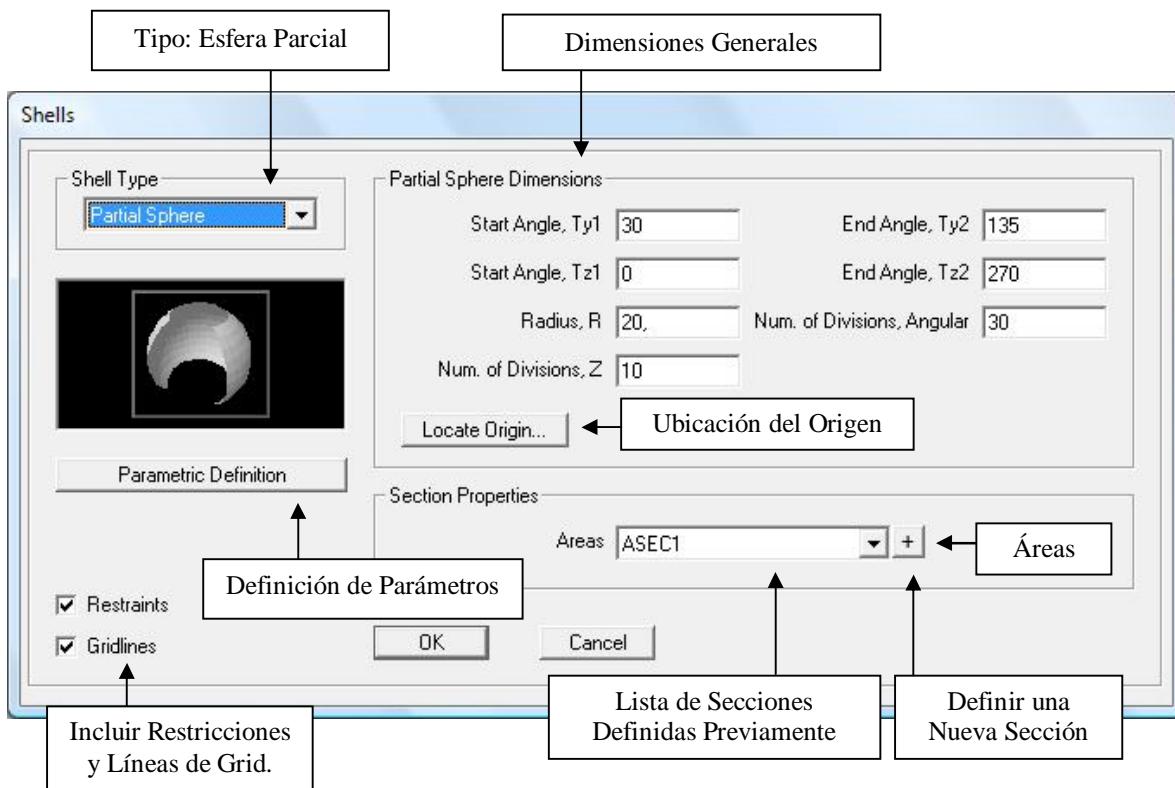




Manual de Aplicación del Programa SAP2000 v14

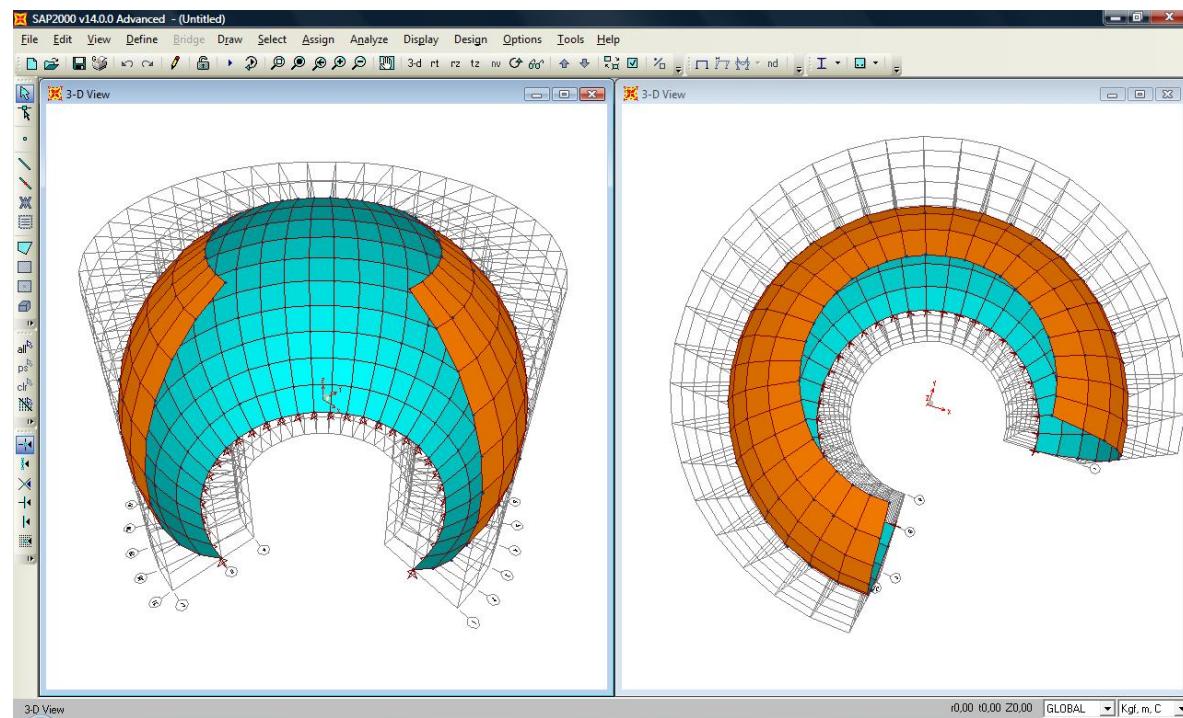
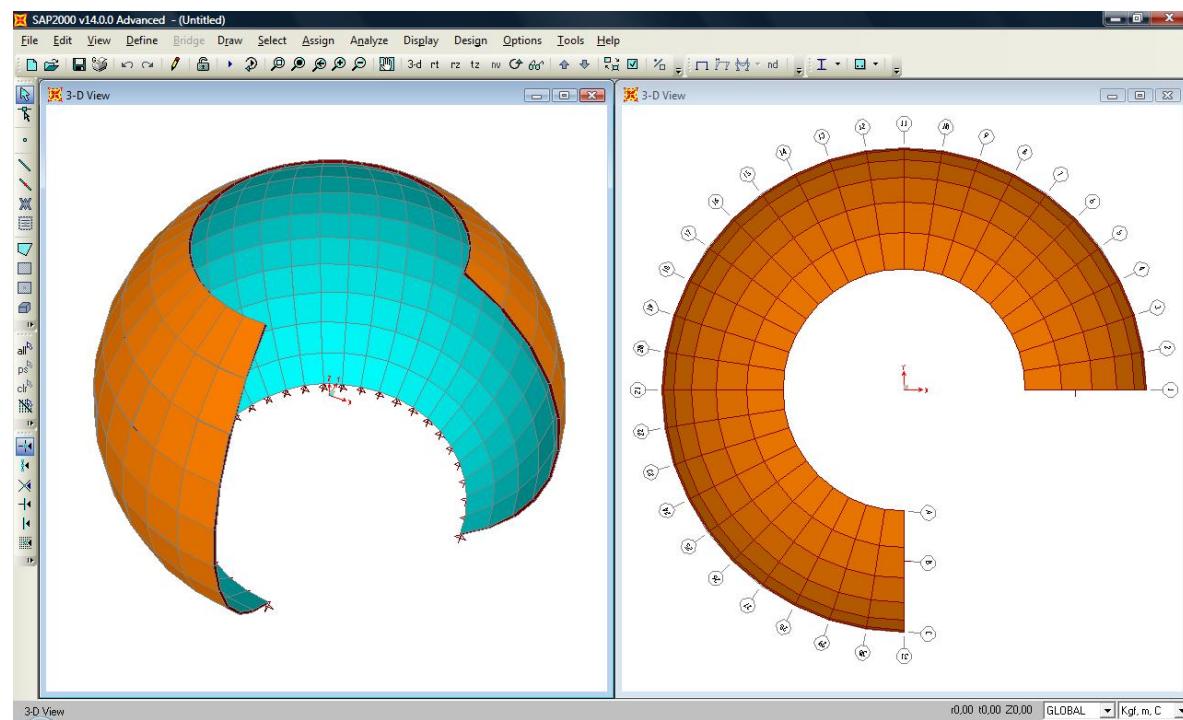
Ing. Eliud Hernández / eliudh5@gmail.com / 58-412-2390553

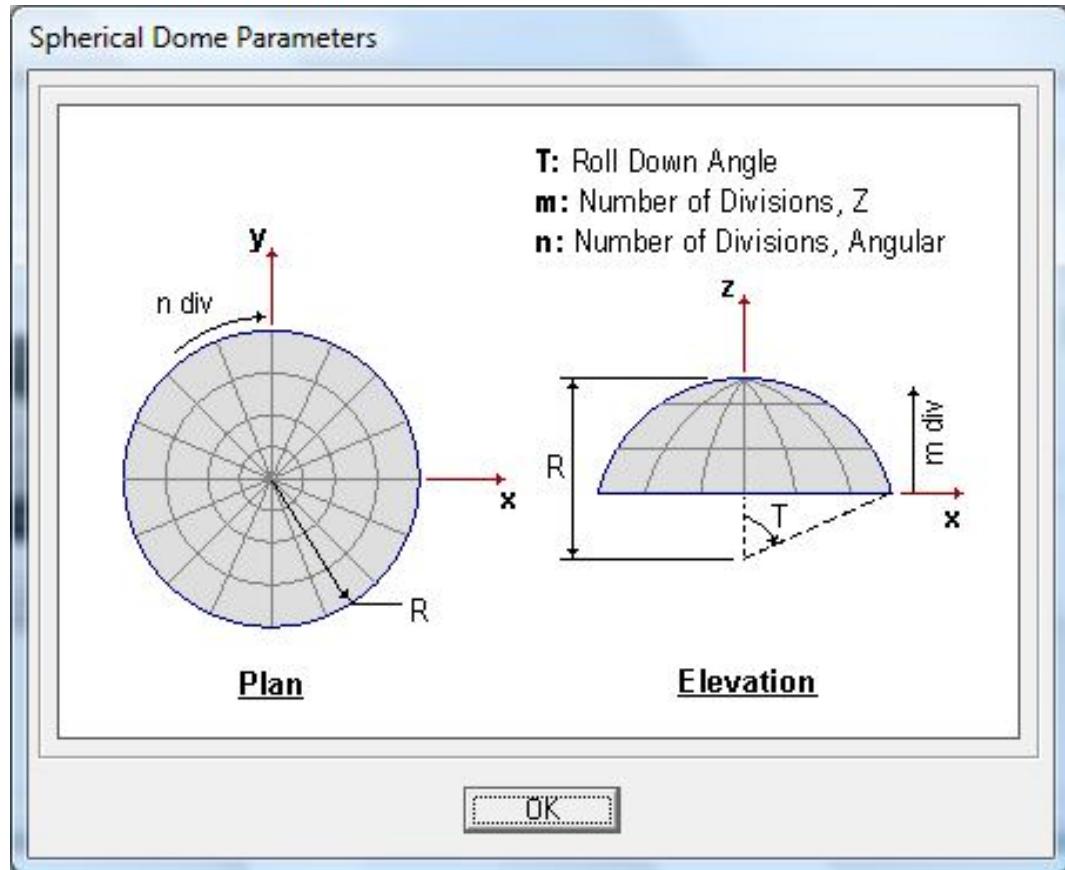
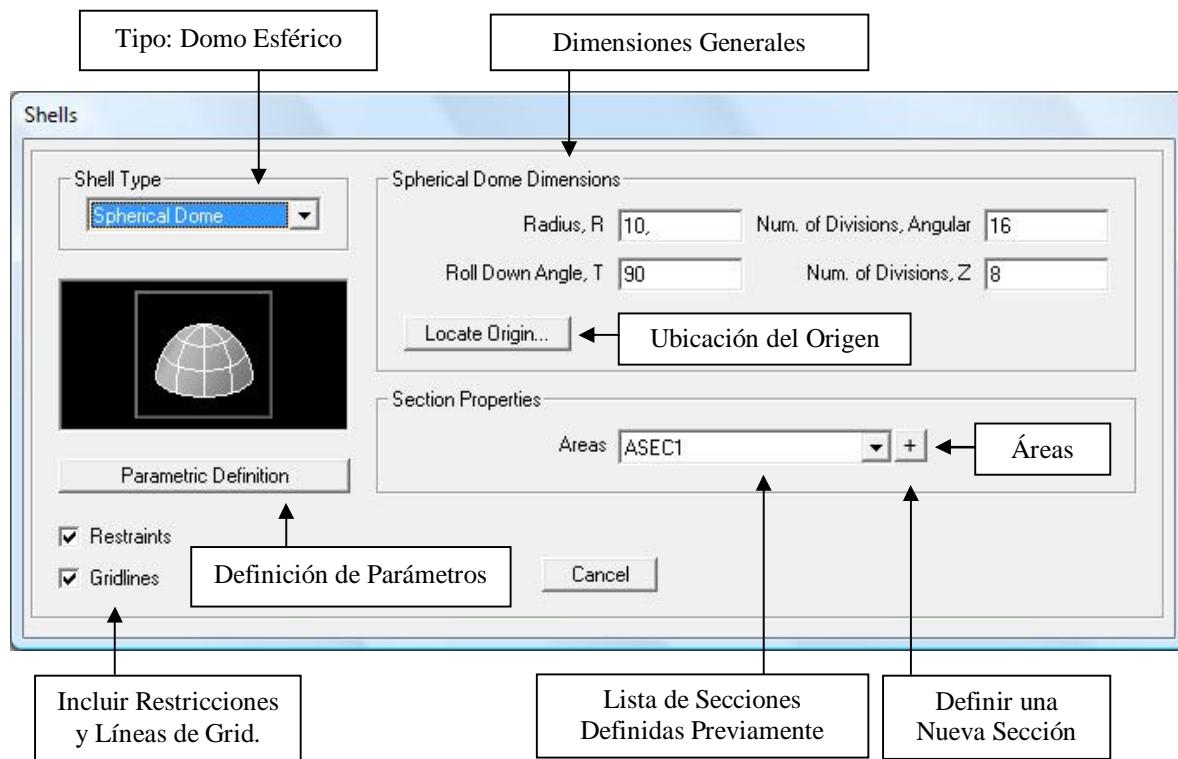


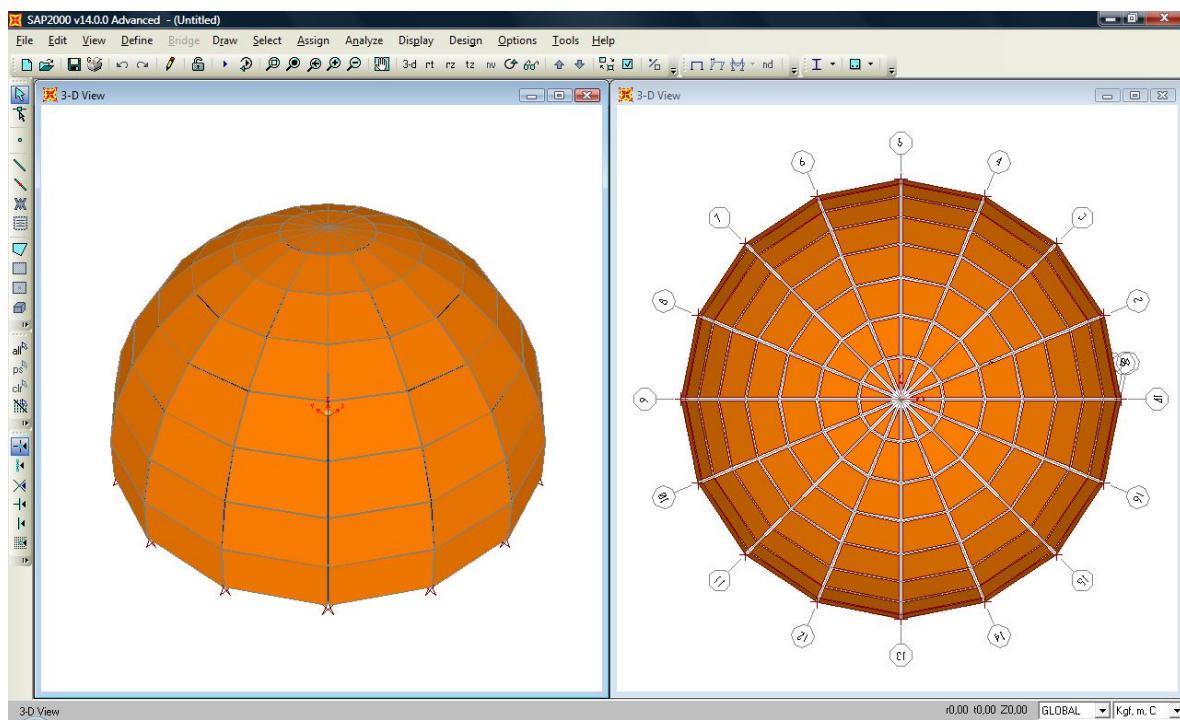


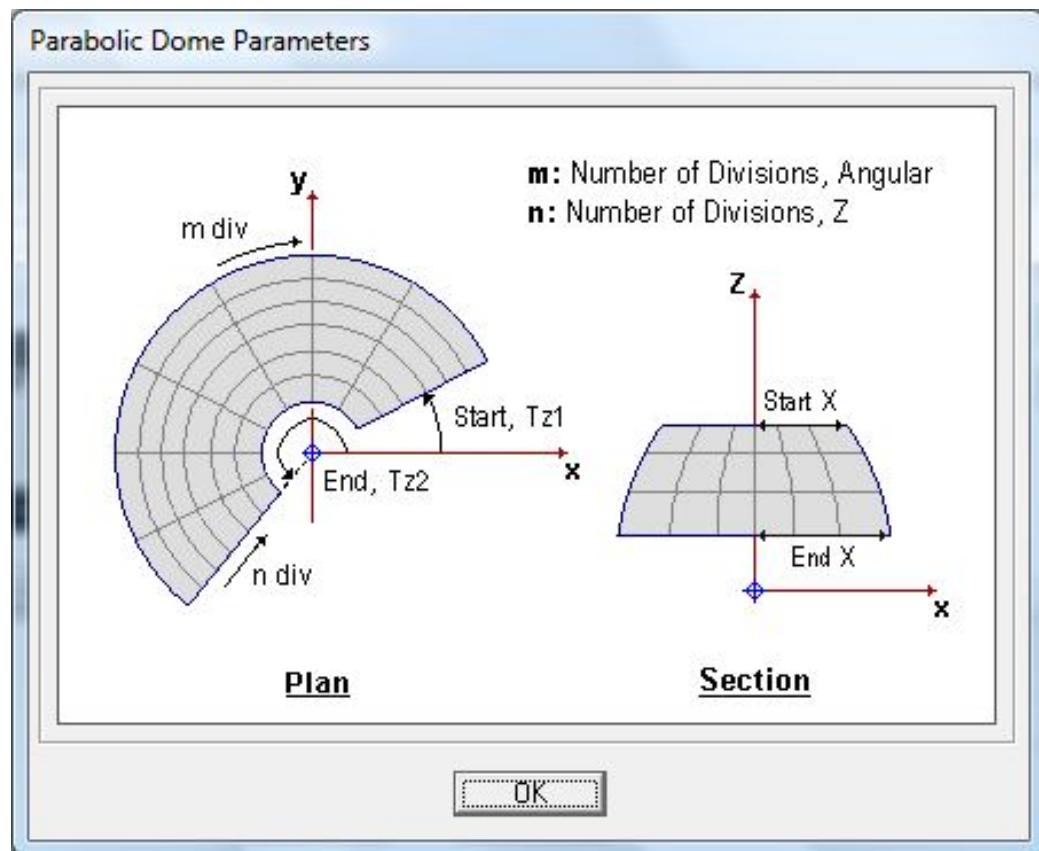
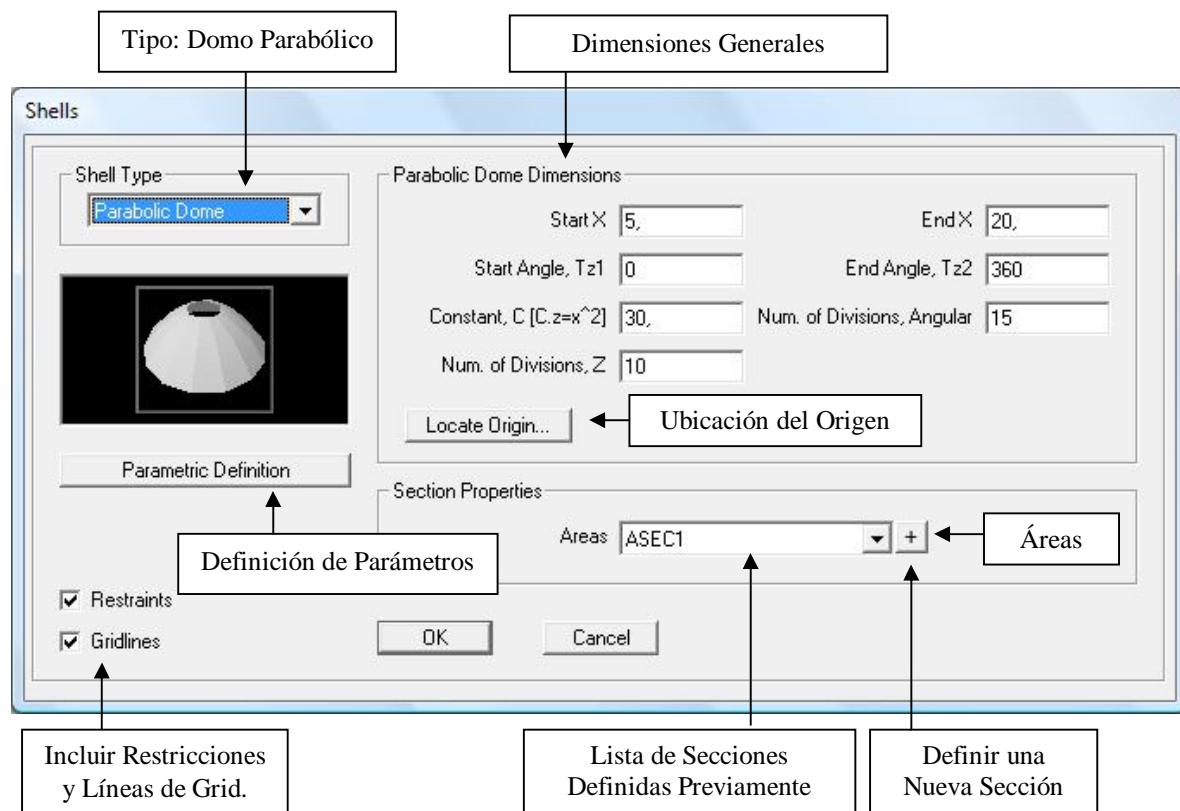
Manual de Aplicación del Programa SAP2000 v14

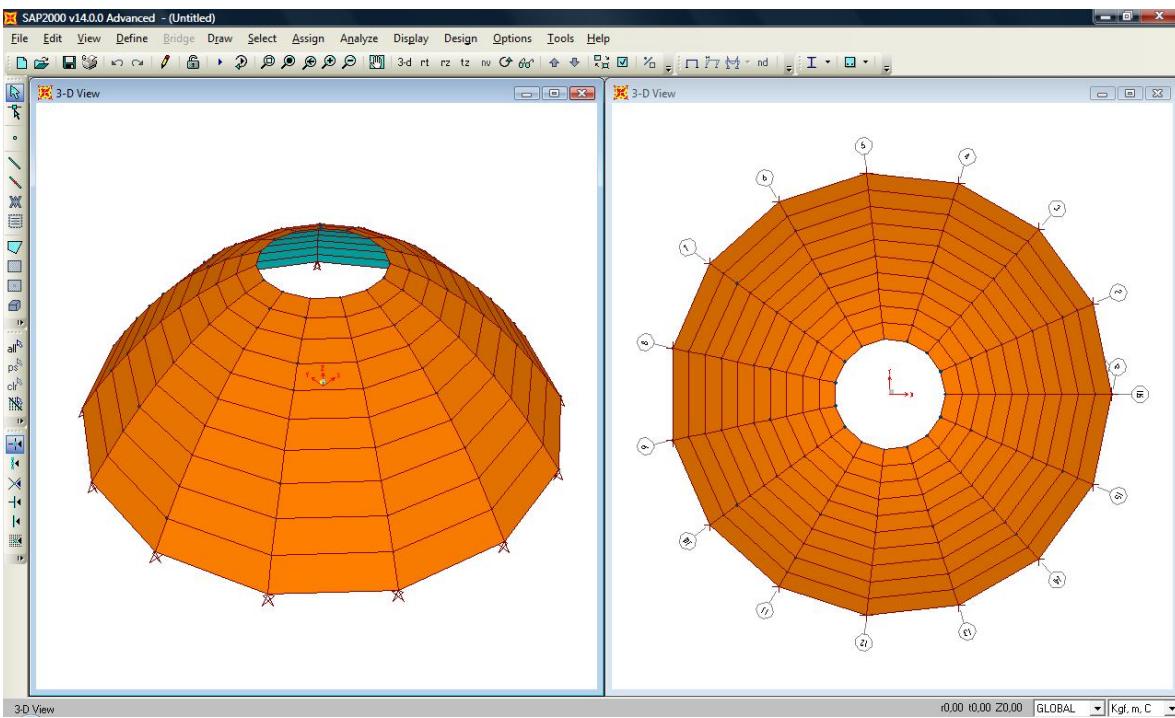
Ing. Eliud Hernández / eliudh5@gmail.com / 58-412-2390553





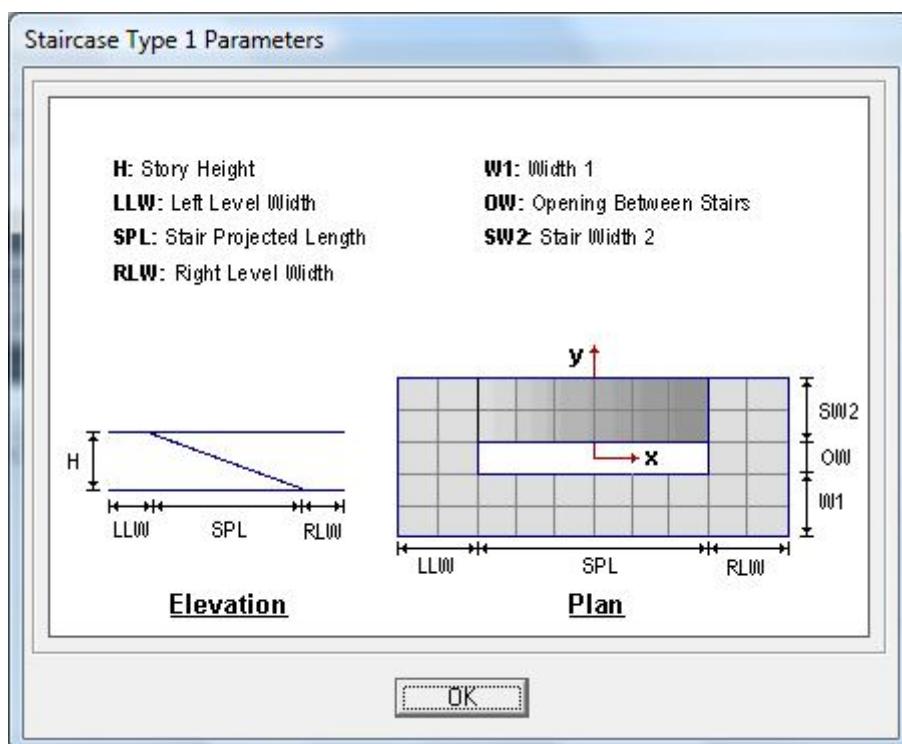
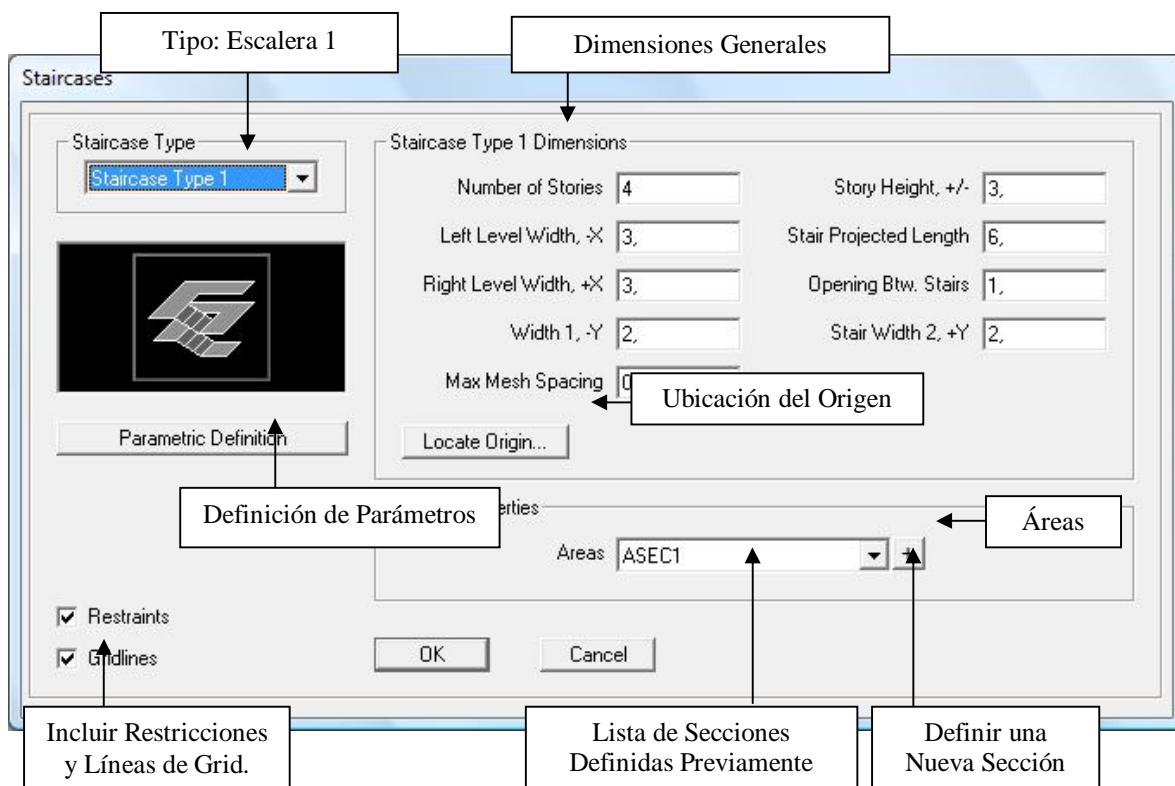






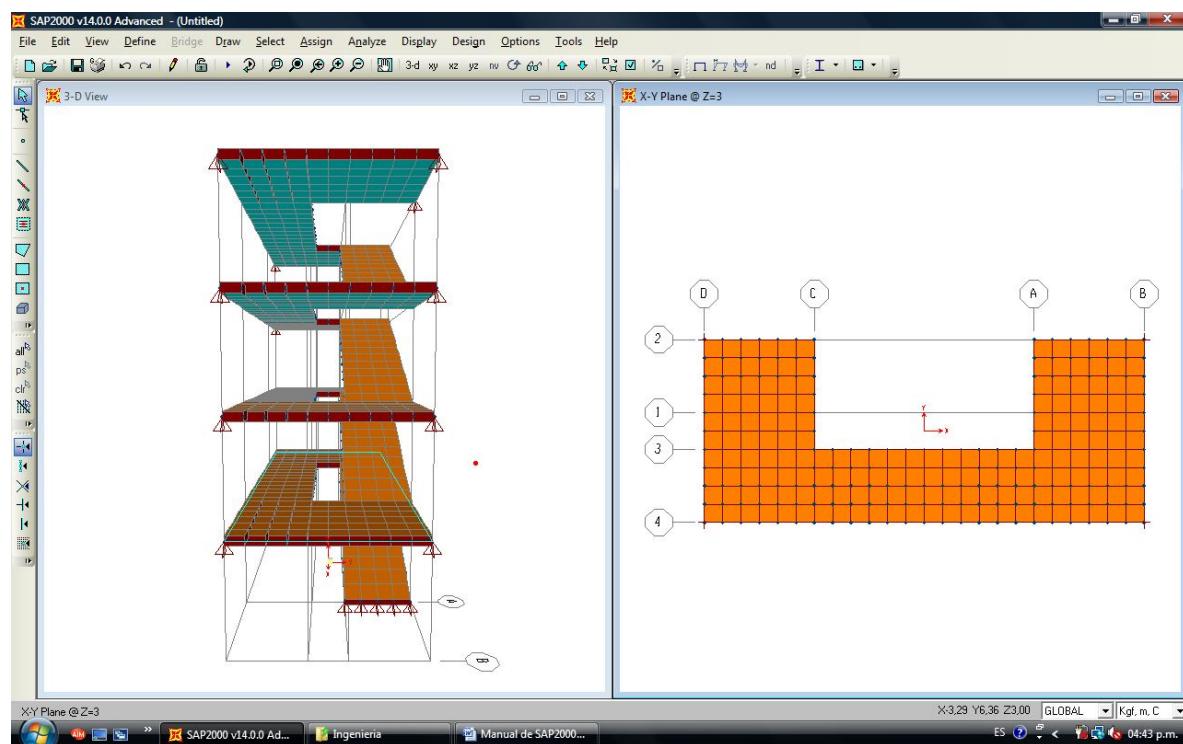
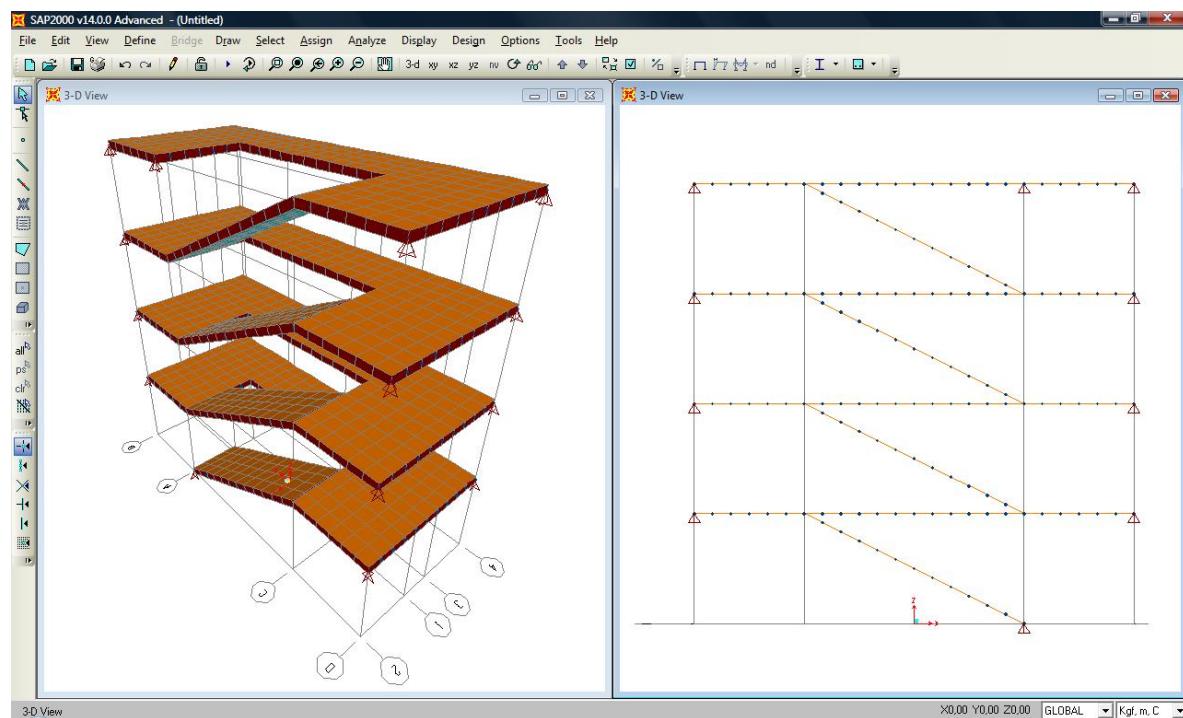
2.1.12. Opción Stairs:

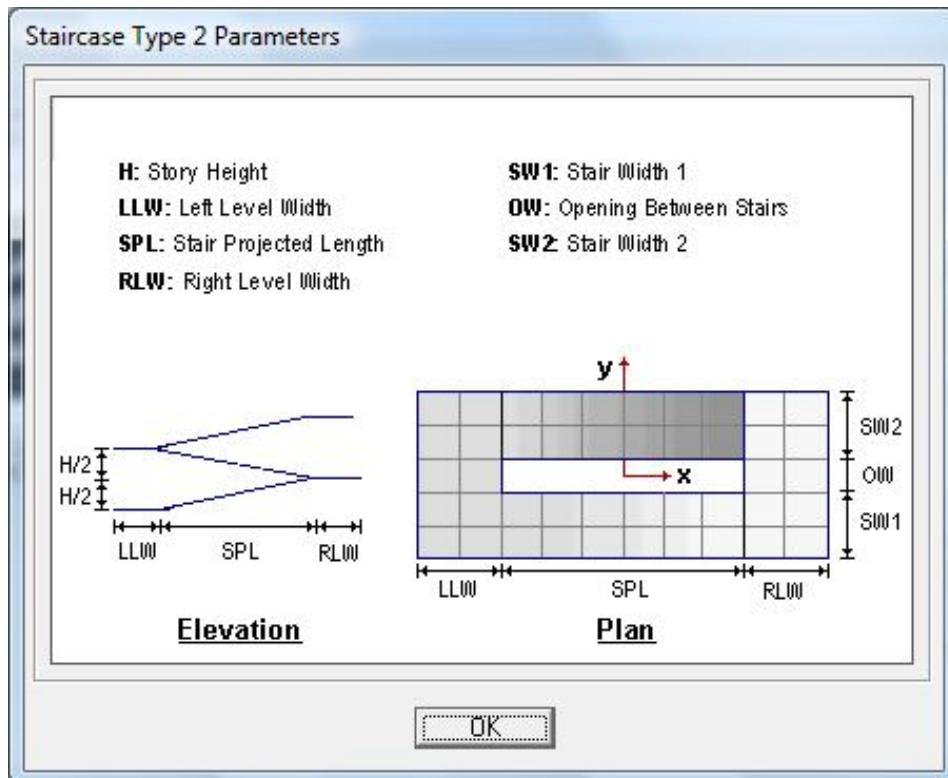
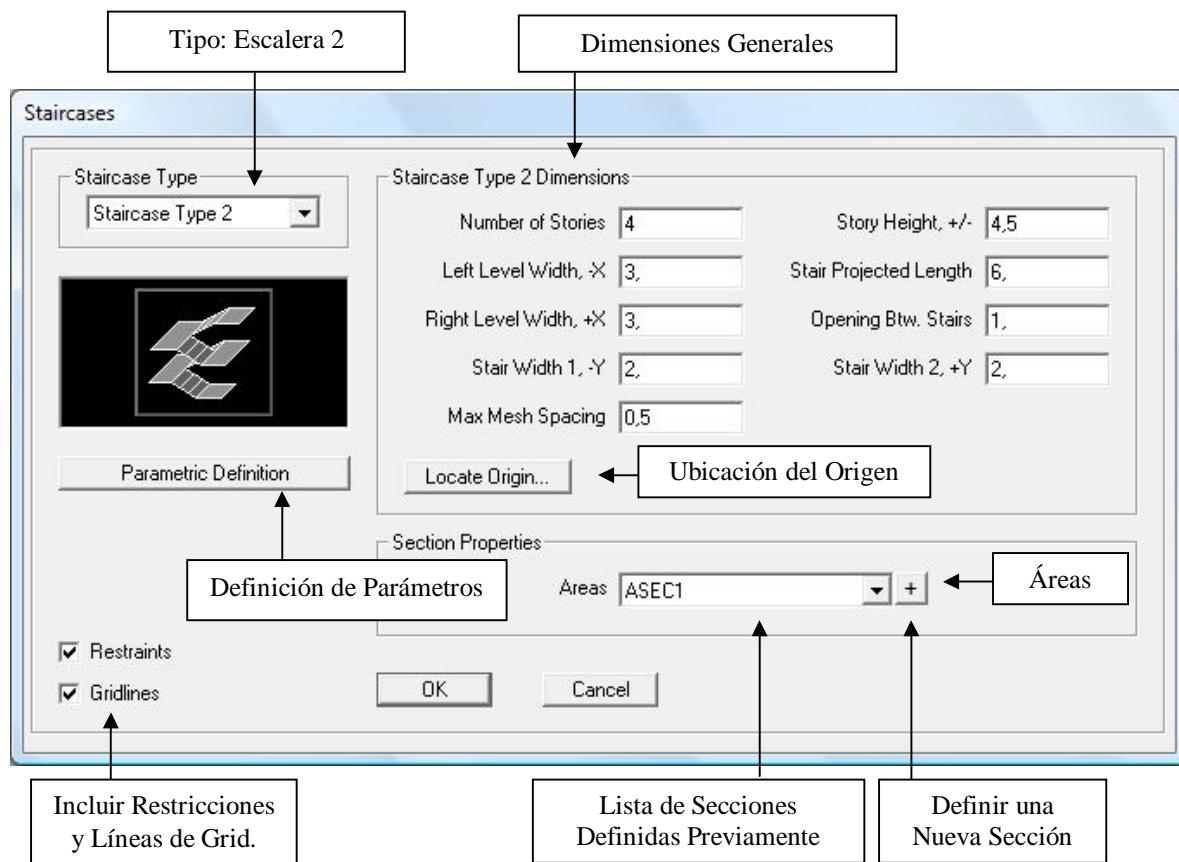
Al entrar se nos presenta una ventana donde se puede elegir entre tres tipos de Modelos de Escaleras. En cada caso se especifican los parámetros que definen la geometría, la sección de las Áreas, Restricciones y las Líneas de Grid.



Manual de Aplicación del Programa SAP2000 v14

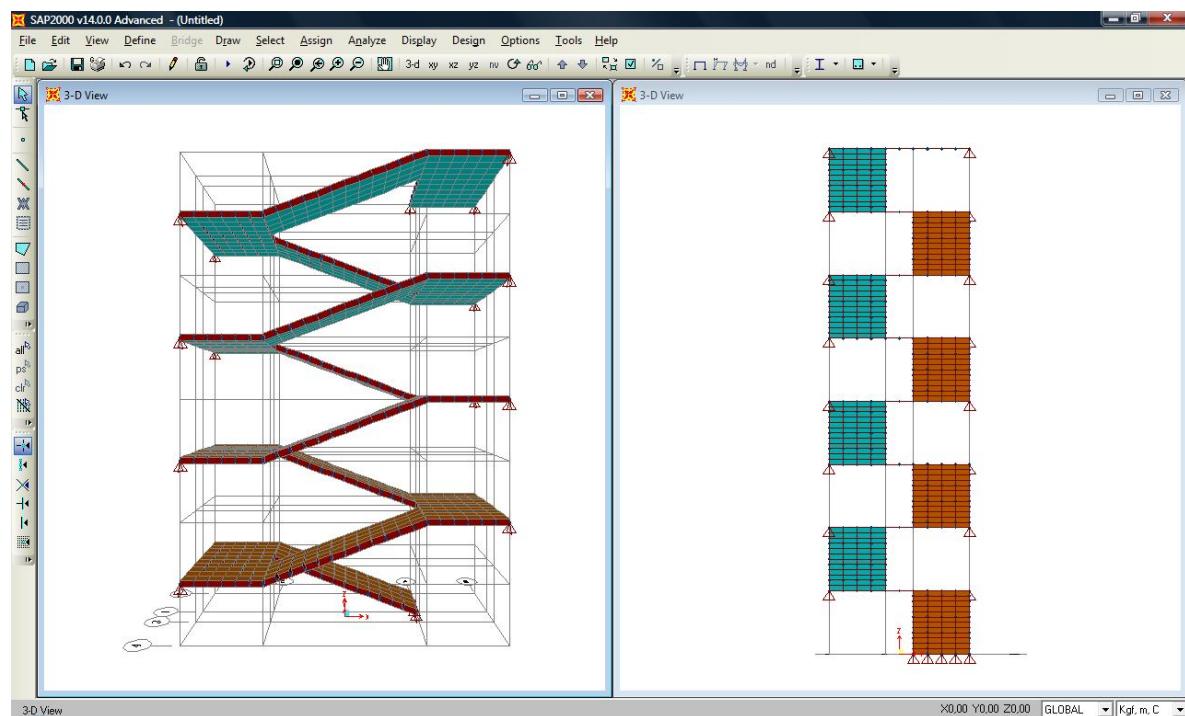
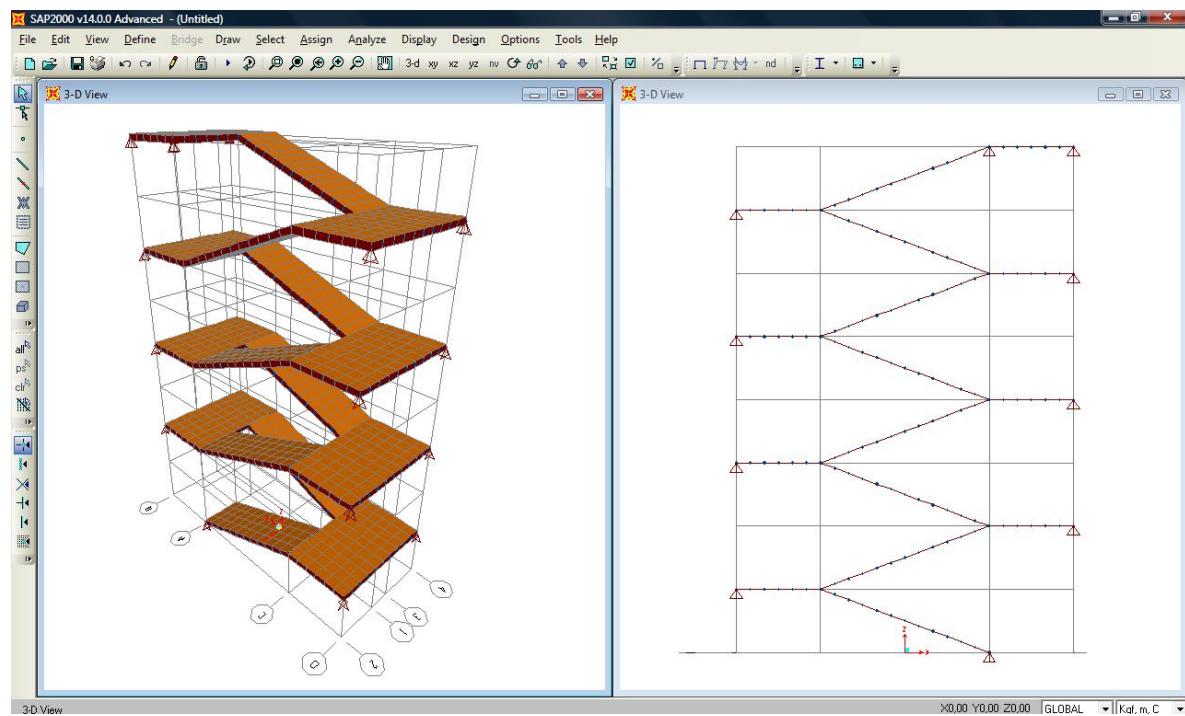
Ing. Eliud Hernández / eliudh5@gmail.com / 58-412-2390553

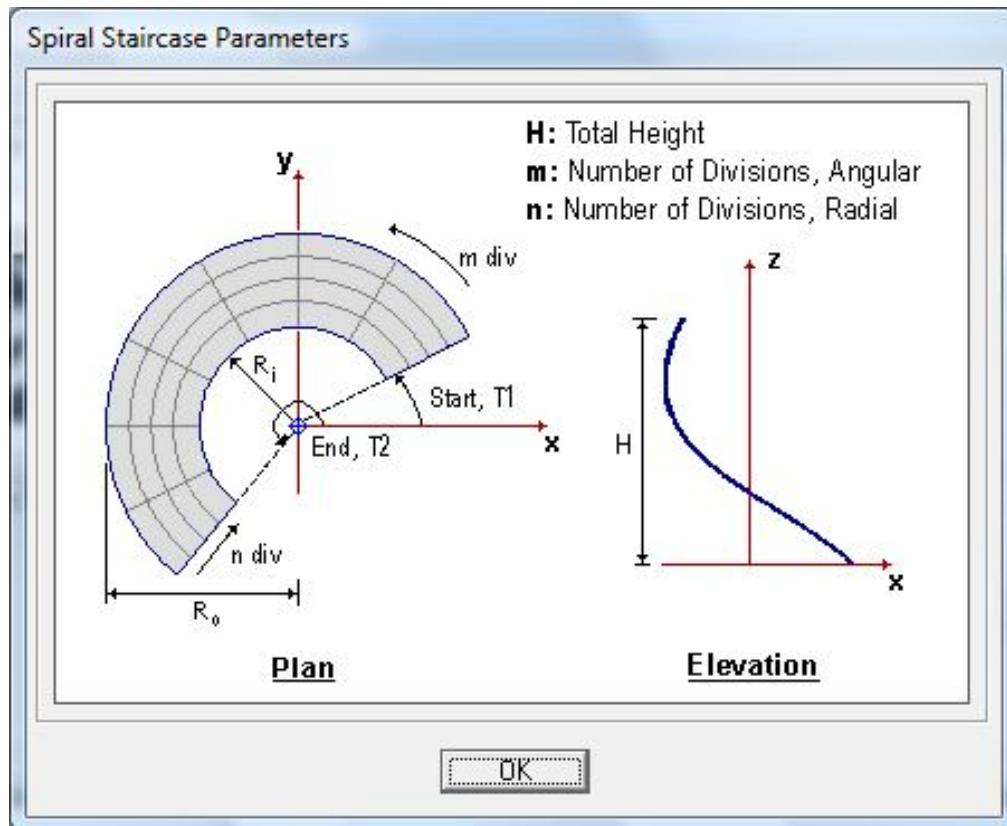
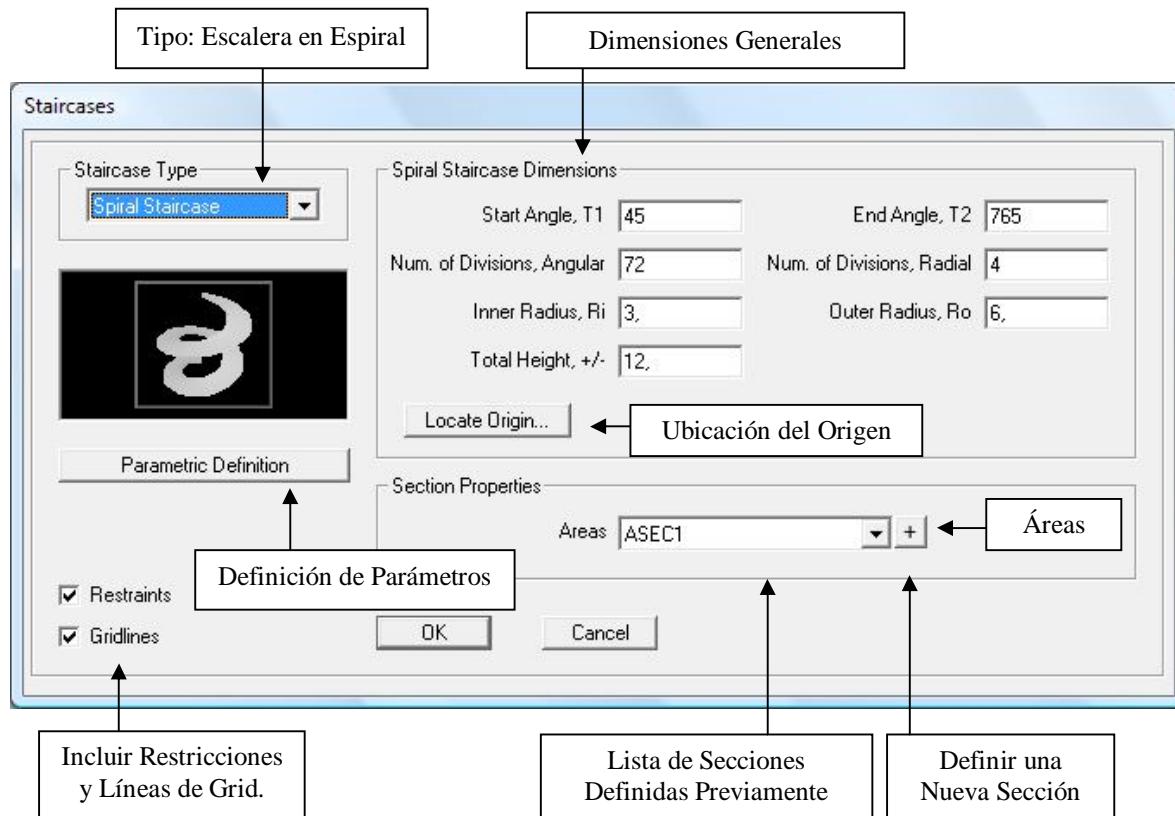




Manual de Aplicación del Programa SAP2000 v14

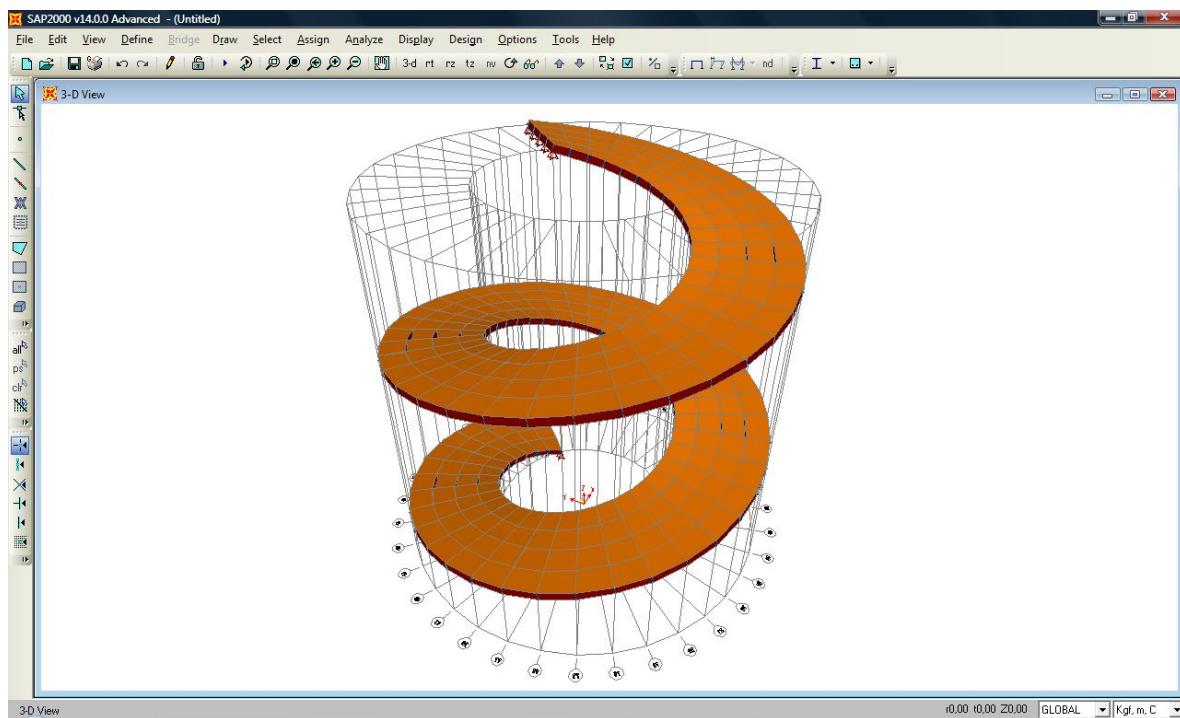
Ing. Eliud Hernández / eliudh5@gmail.com / 58-412-2390553





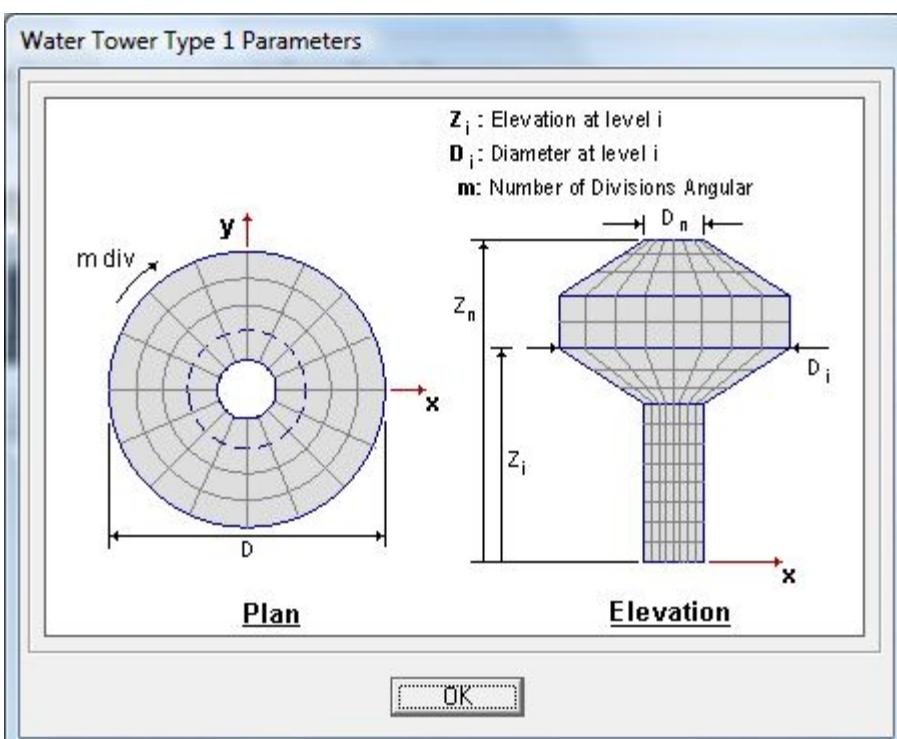
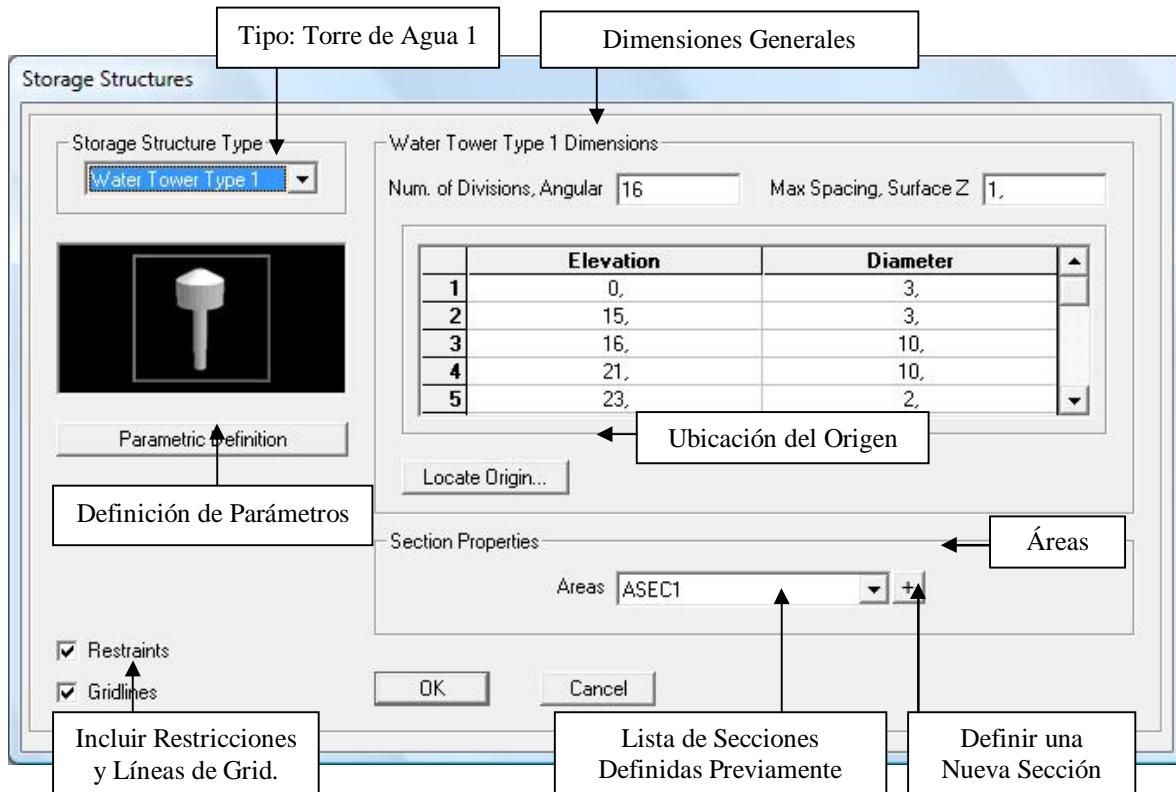
Manual de Aplicación del Programa SAP2000 v14

Ing. Eliud Hernández / eliudh5@gmail.com / 58-412-2390553



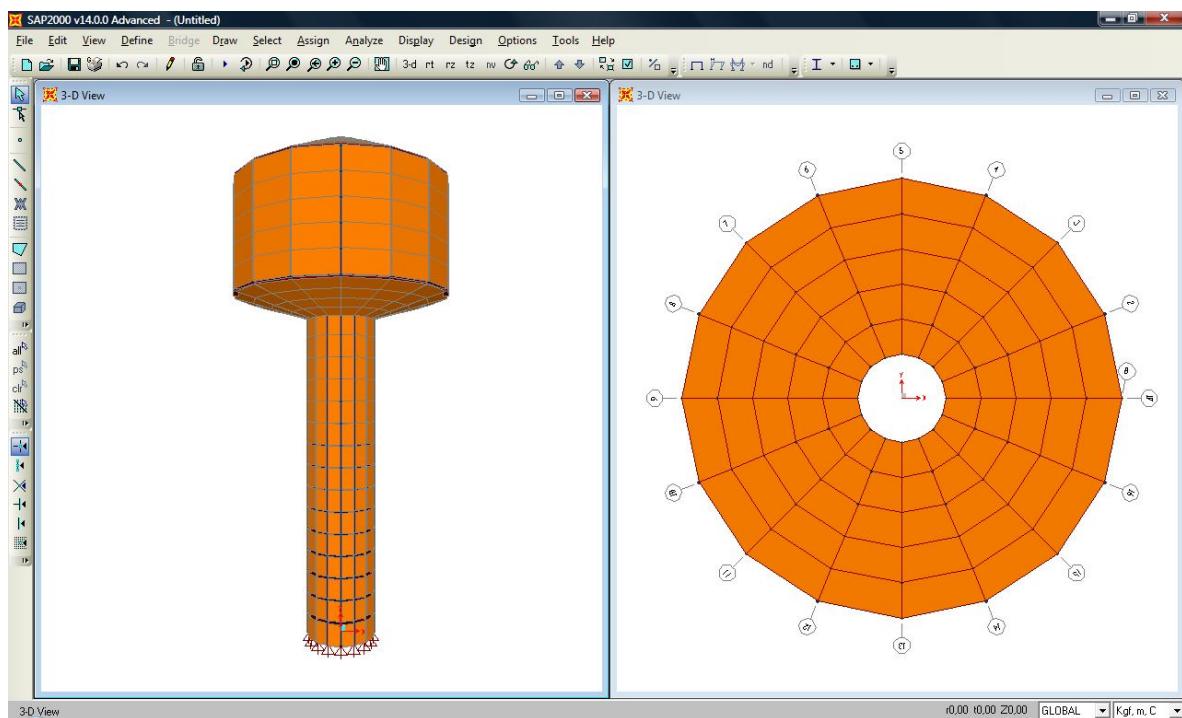
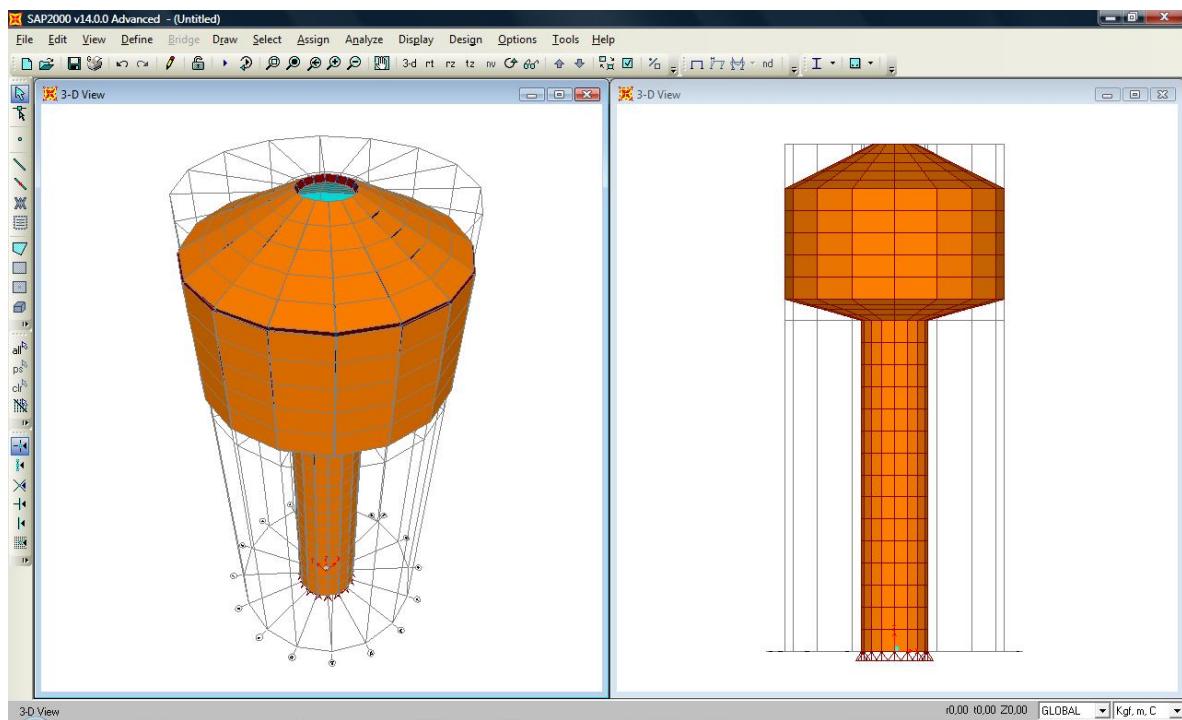
2.1.13. Opción Storage Structures:

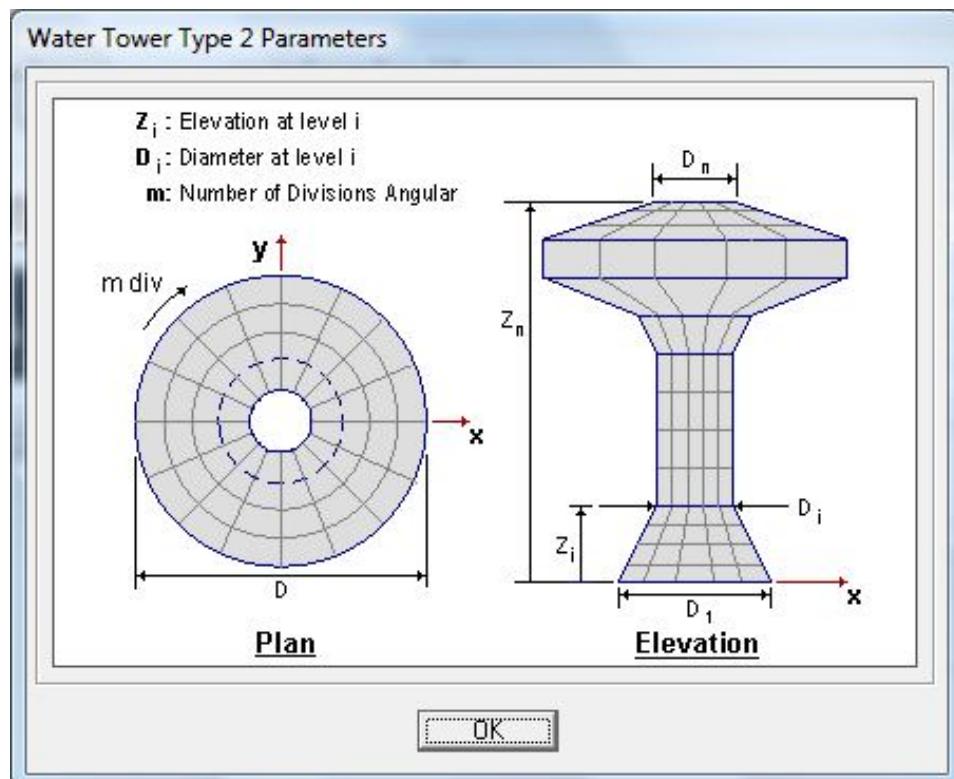
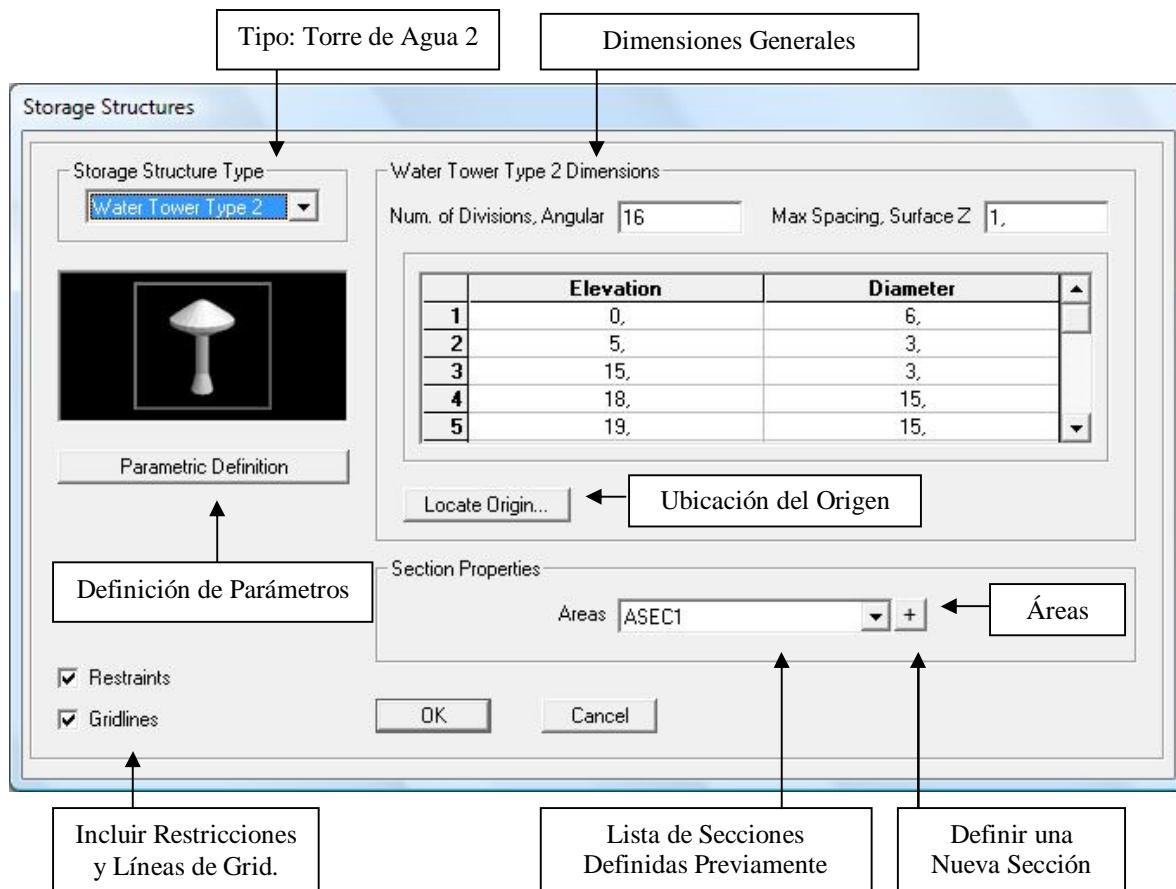
Al entrar se nos presenta una ventana donde se puede elegir entre tres tipos de Modelos. En cada caso se especifican los parámetros que definen la geometría, la sección de las Áreas, Restricciones y Líneas de Grid.



Manual de Aplicación del Programa SAP2000 v14

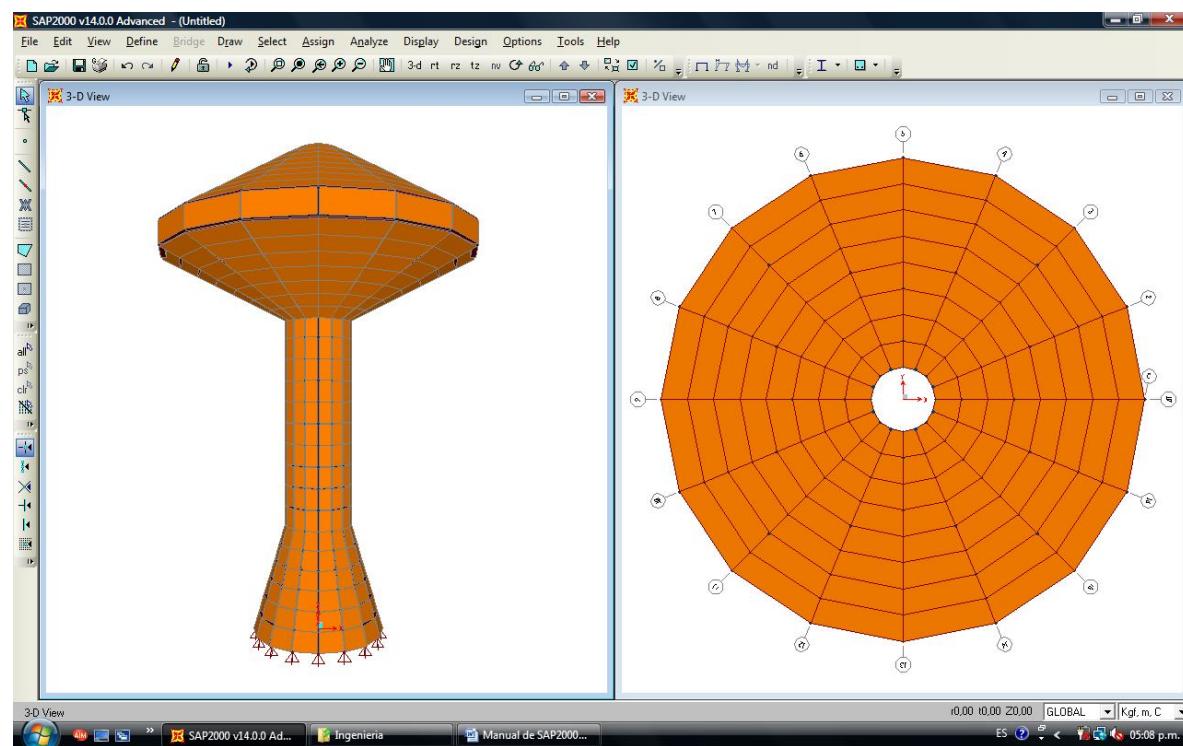
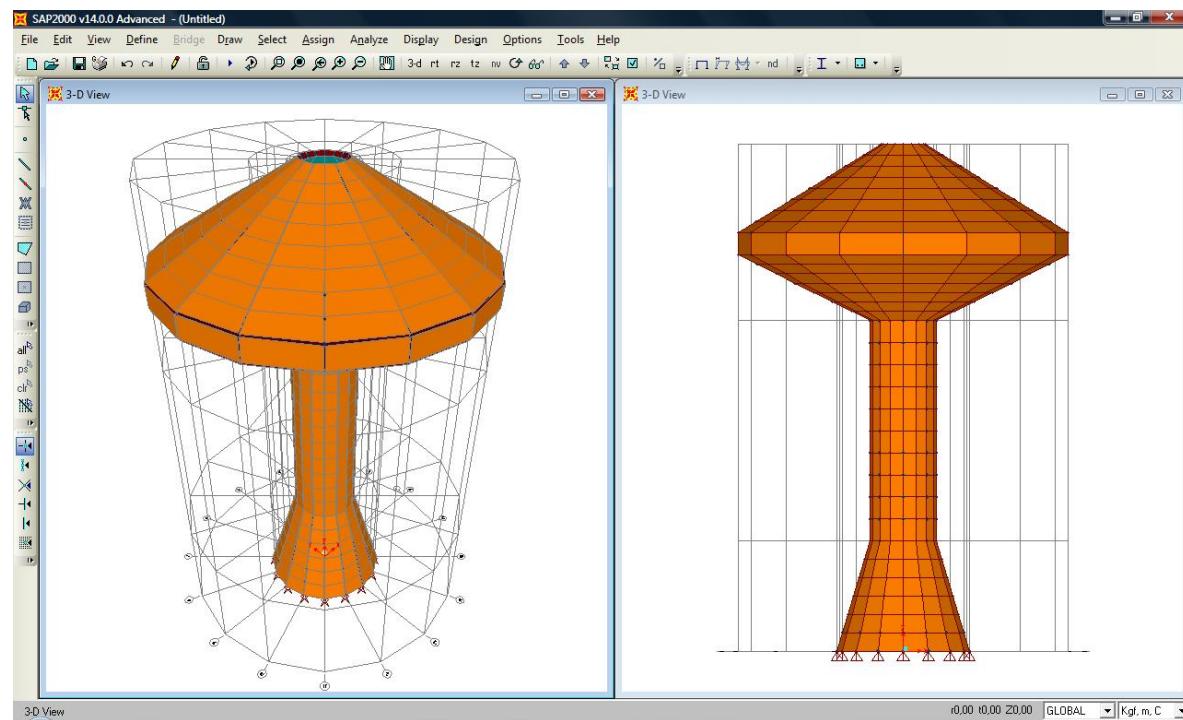
Ing. Eliud Hernández / eliudh5@gmail.com / 58-412-2390553

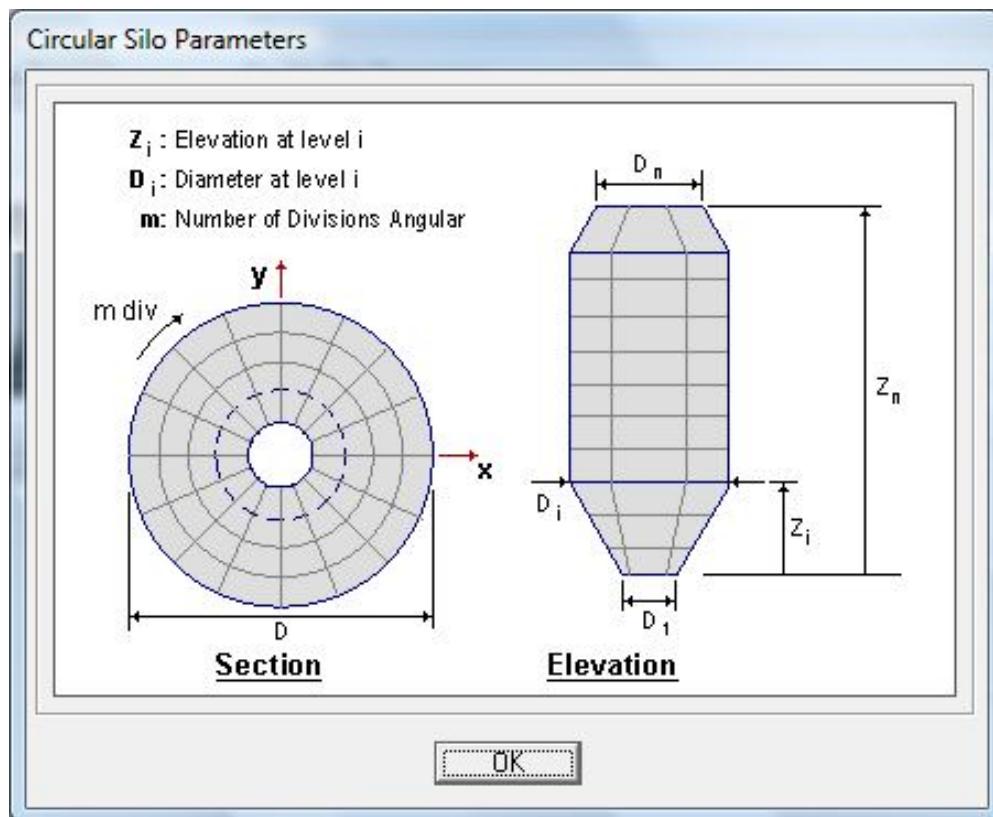
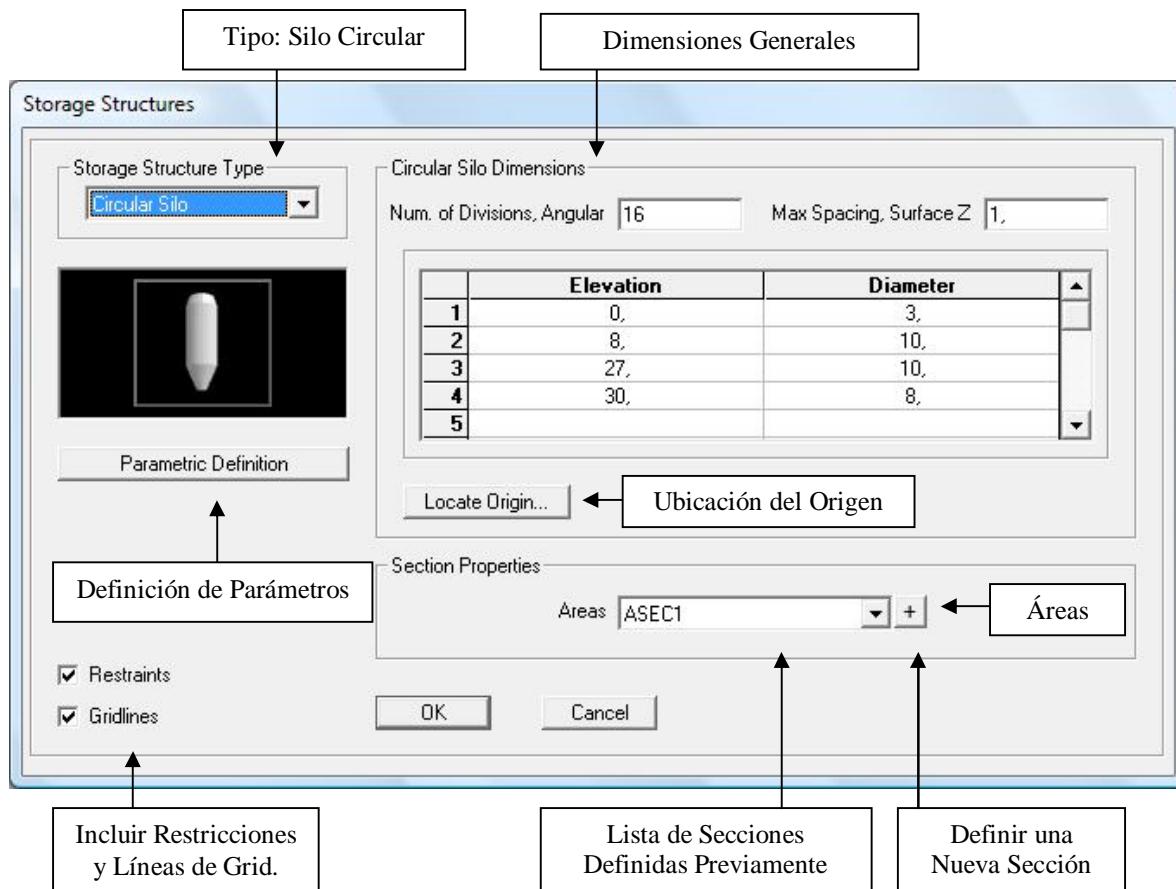




Manual de Aplicación del Programa SAP2000 v14

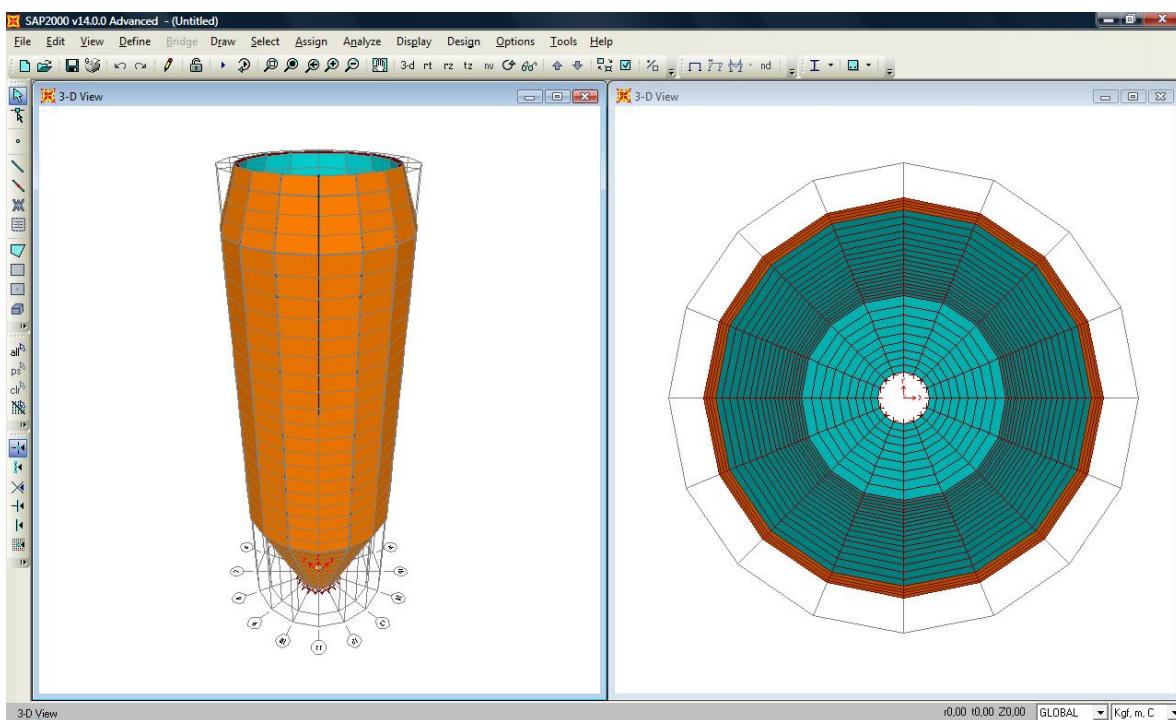
Ing. Eliud Hernández / eliudh5@gmail.com / 58-412-2390553





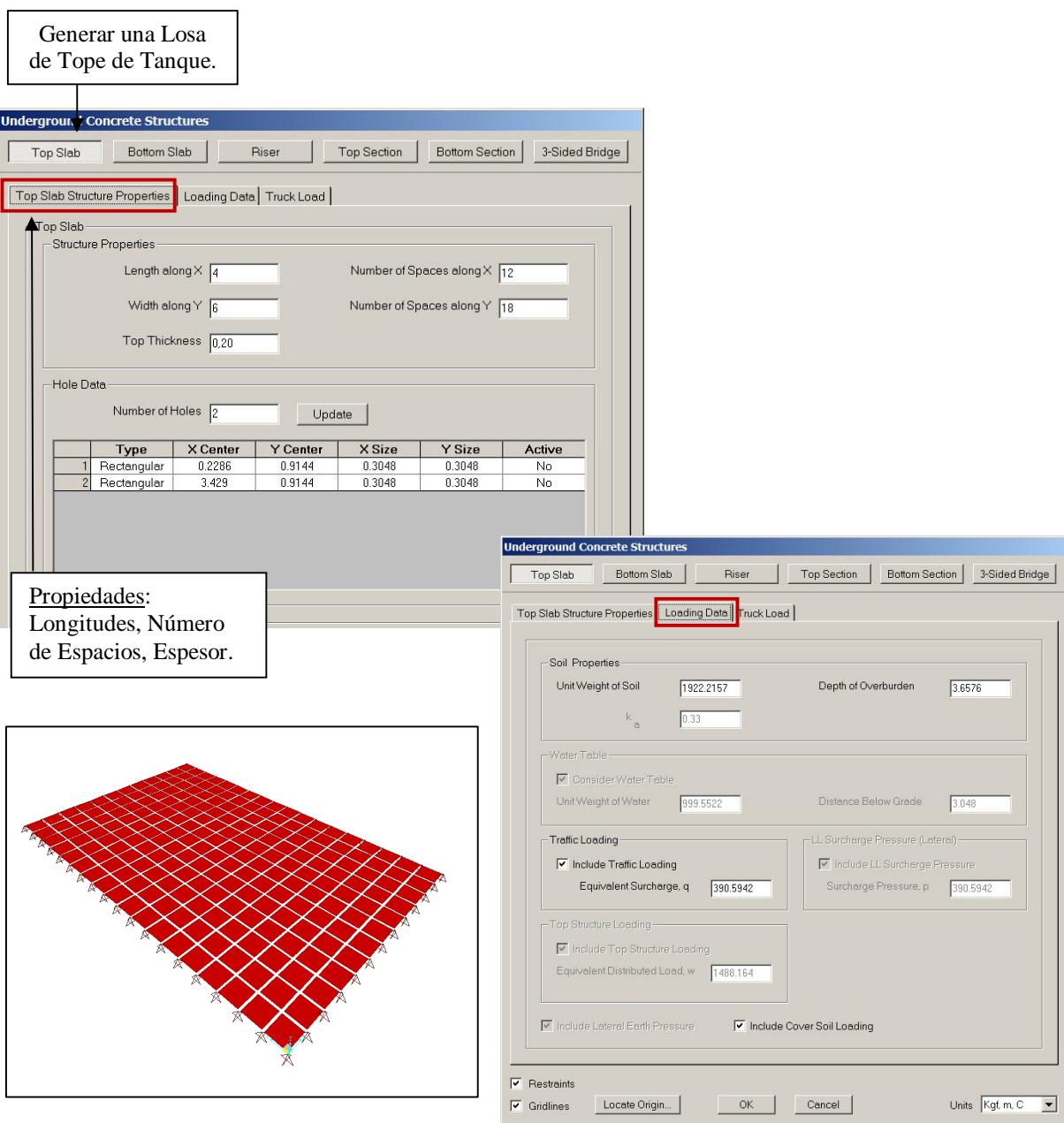
Manual de Aplicación del Programa SAP2000 v14

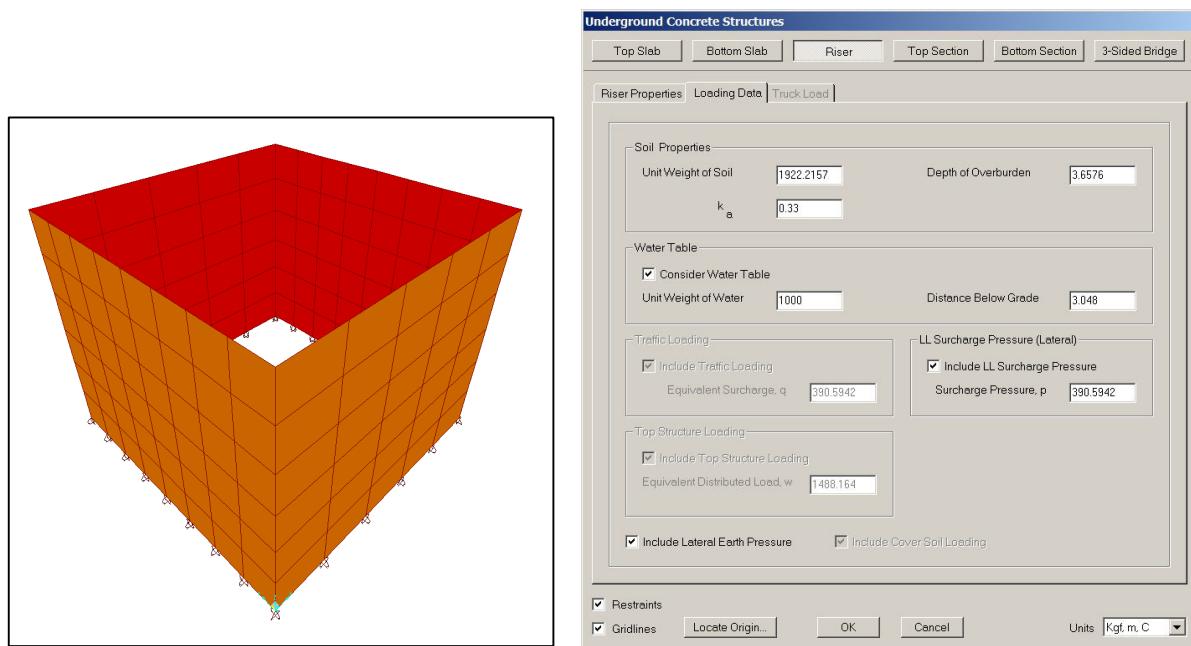
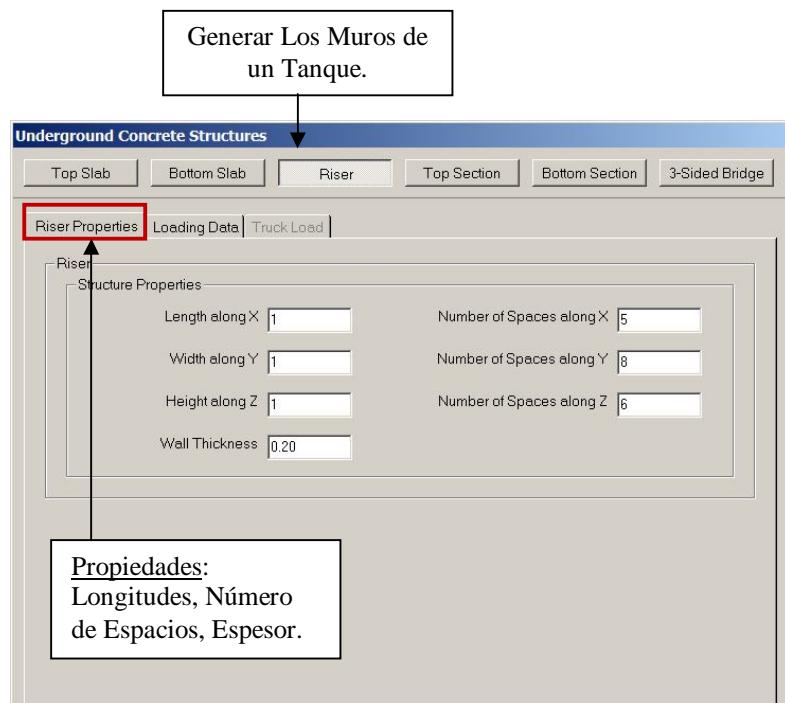
Ing. Eliud Hernández / eliudh5@gmail.com / 58-412-2390553



2.1.14. Opción Underground Concrete Structures:

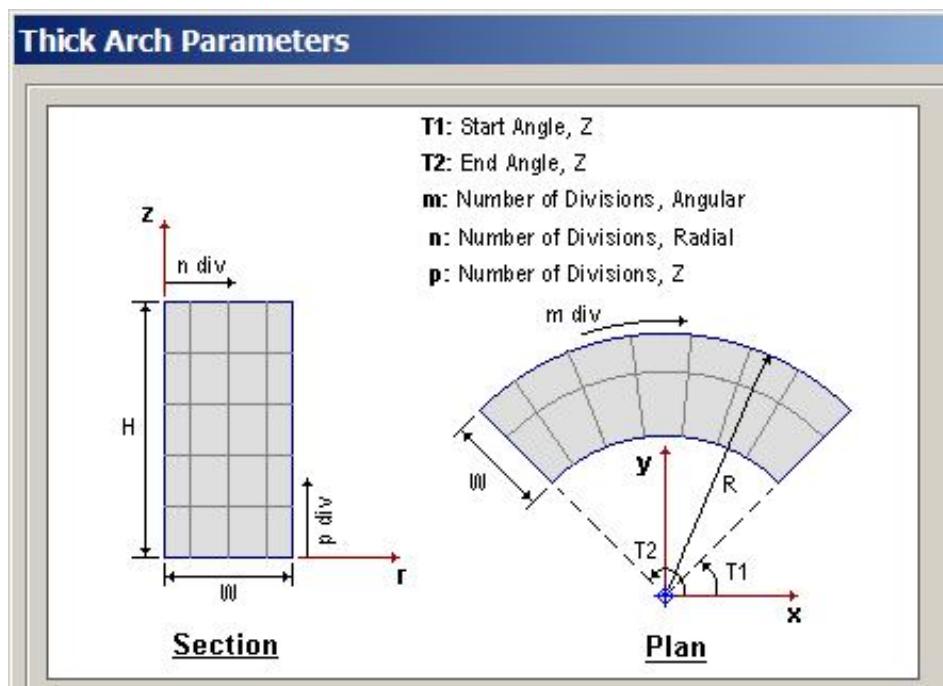
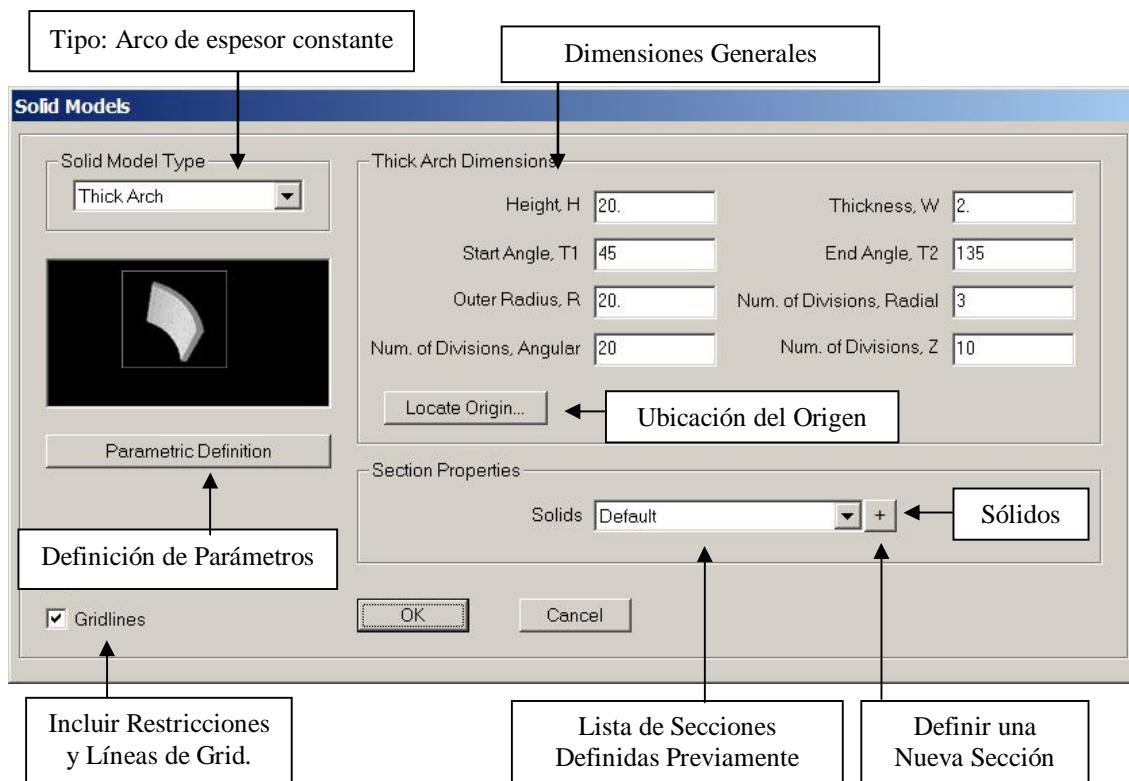
Al entrar se nos presenta una ventana donde se puede generar un modelo de Losas y Muros de concreto confinado por tierra. En ese caso se especifican los parámetros que definen la geometría, la sección de las Áreas, Cargas, Resortes, Restricciones y las Líneas de Grid.





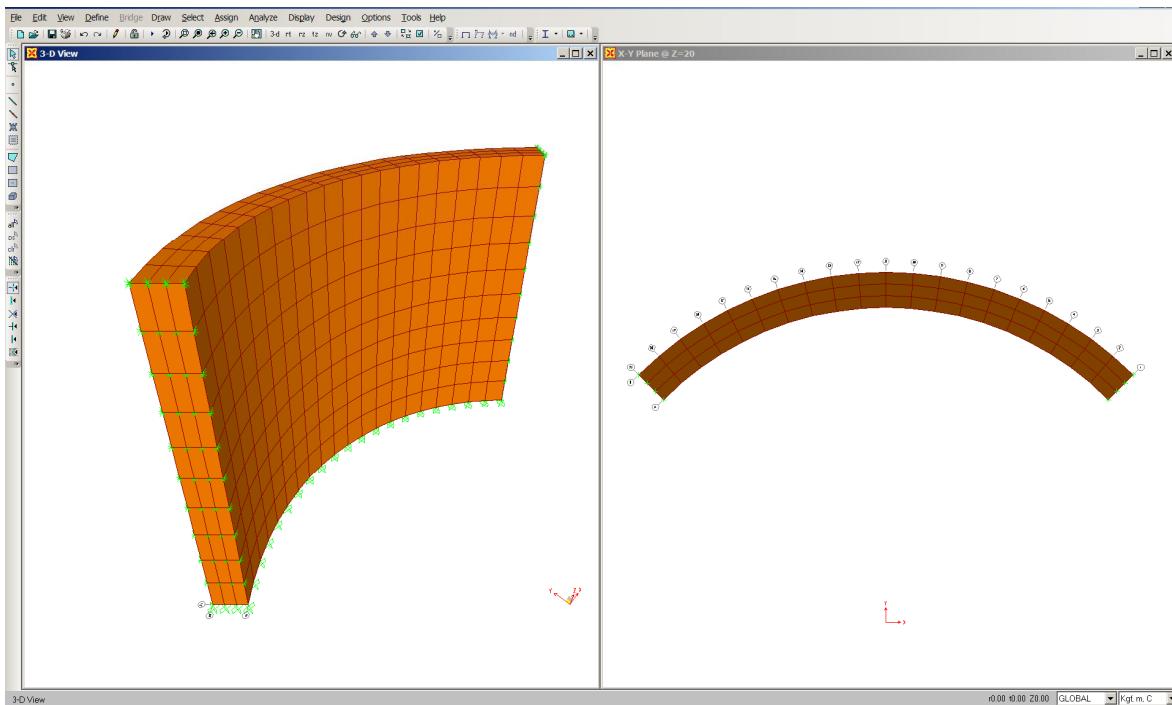
2.1.15. Opción Solids:

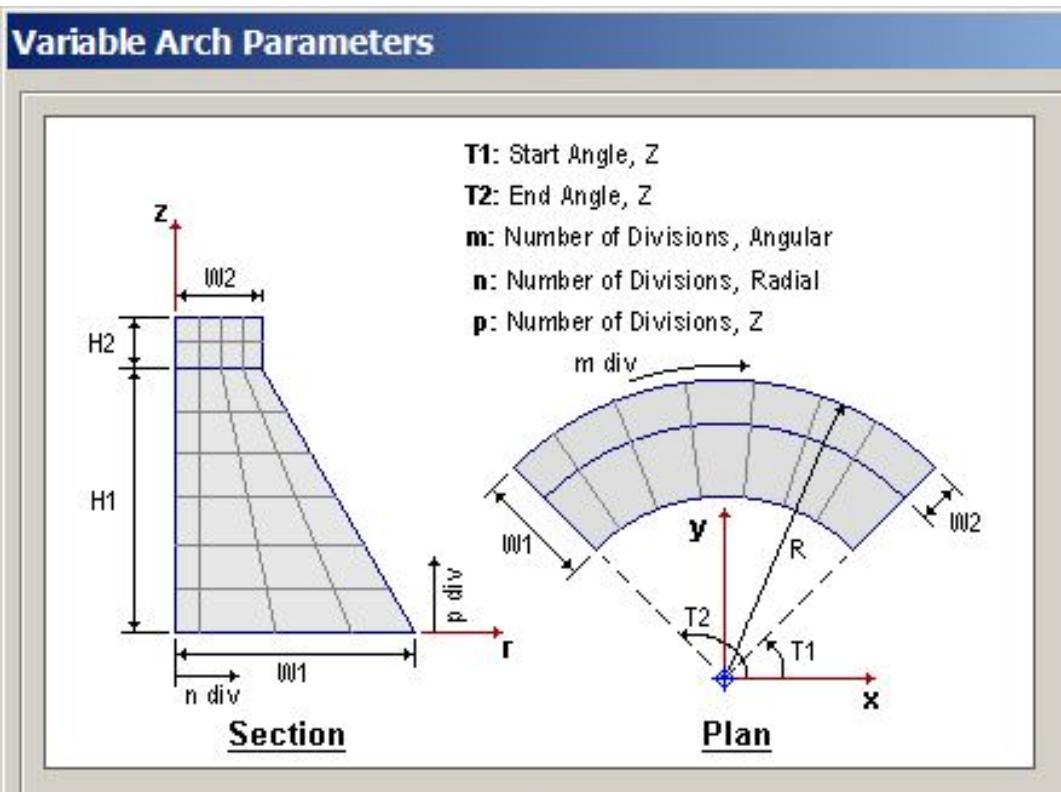
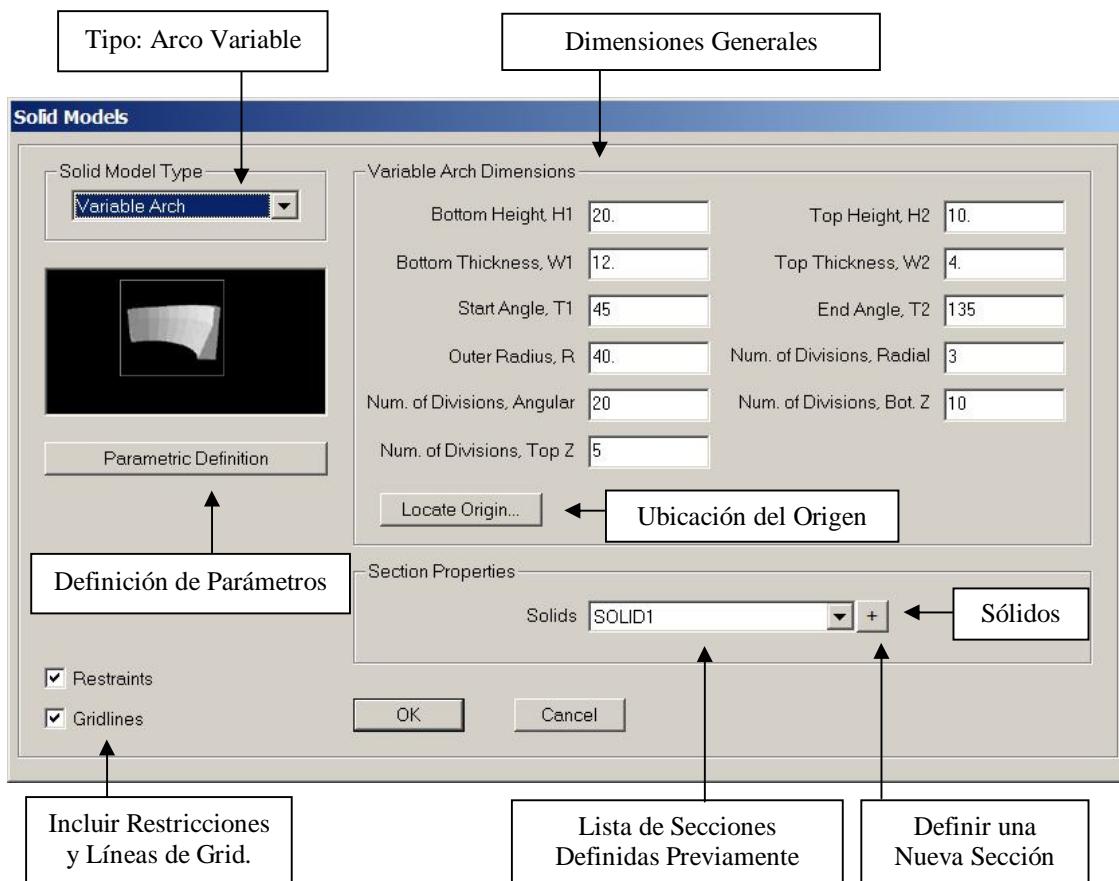
Al entrar se nos presenta una ventana donde se puede elegir entre cuatro tipos de Modelos. En cada caso se especifican los parámetros que definen la geometría, Secciones, Restricciones y las Líneas de Grid.

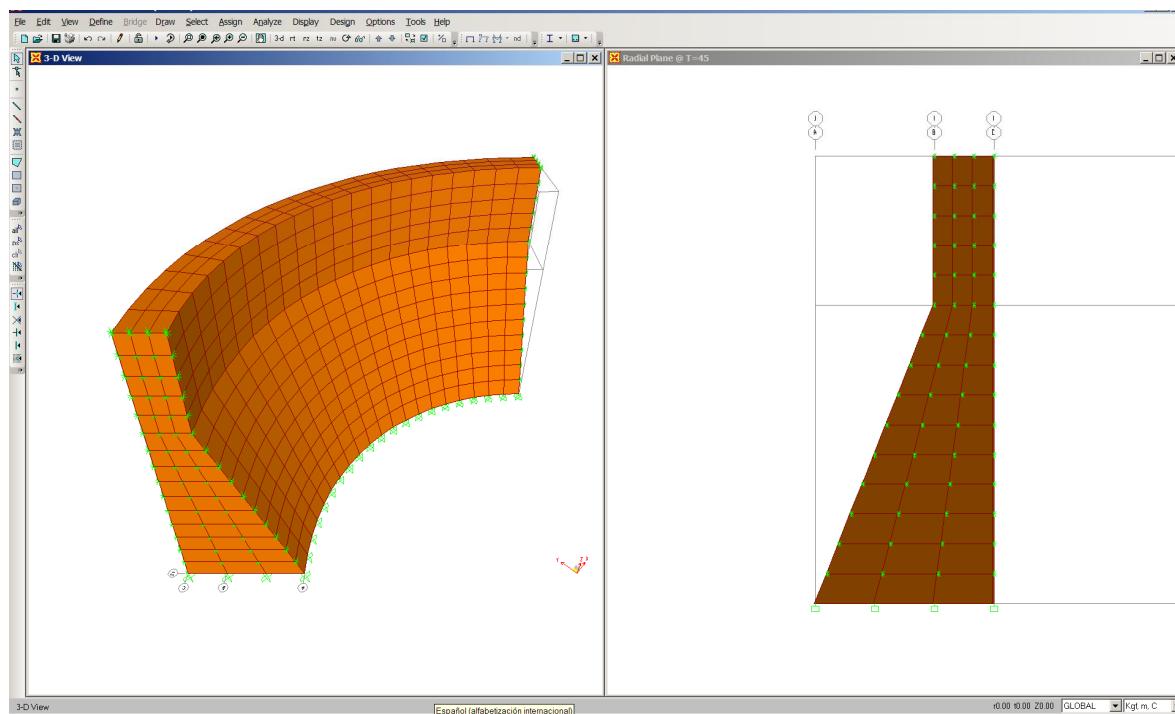


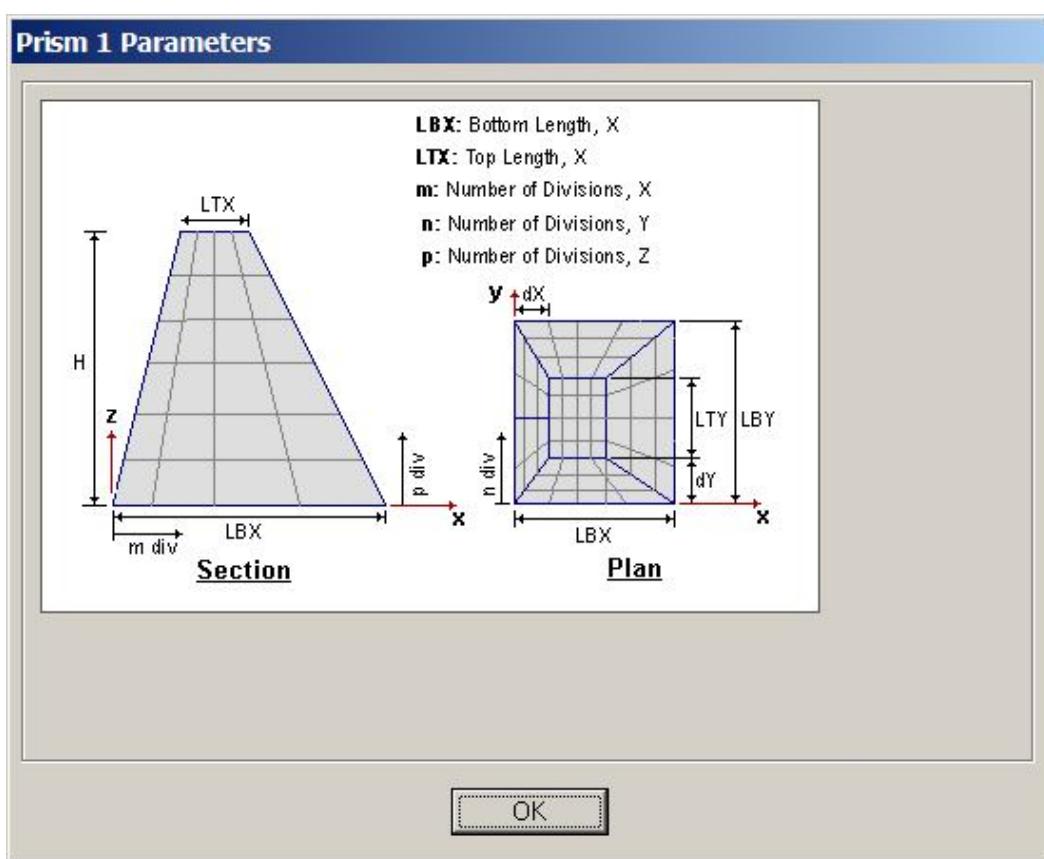
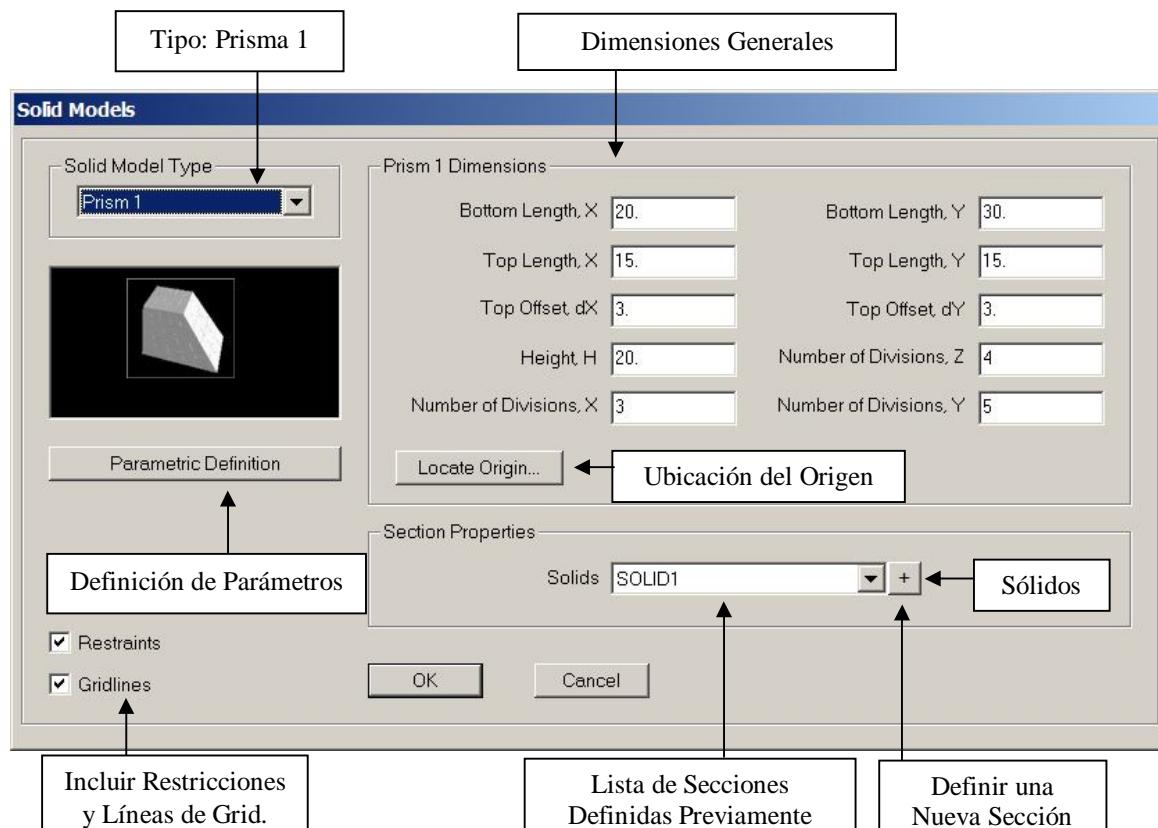
Manual de Aplicación del Programa SAP2000 v14

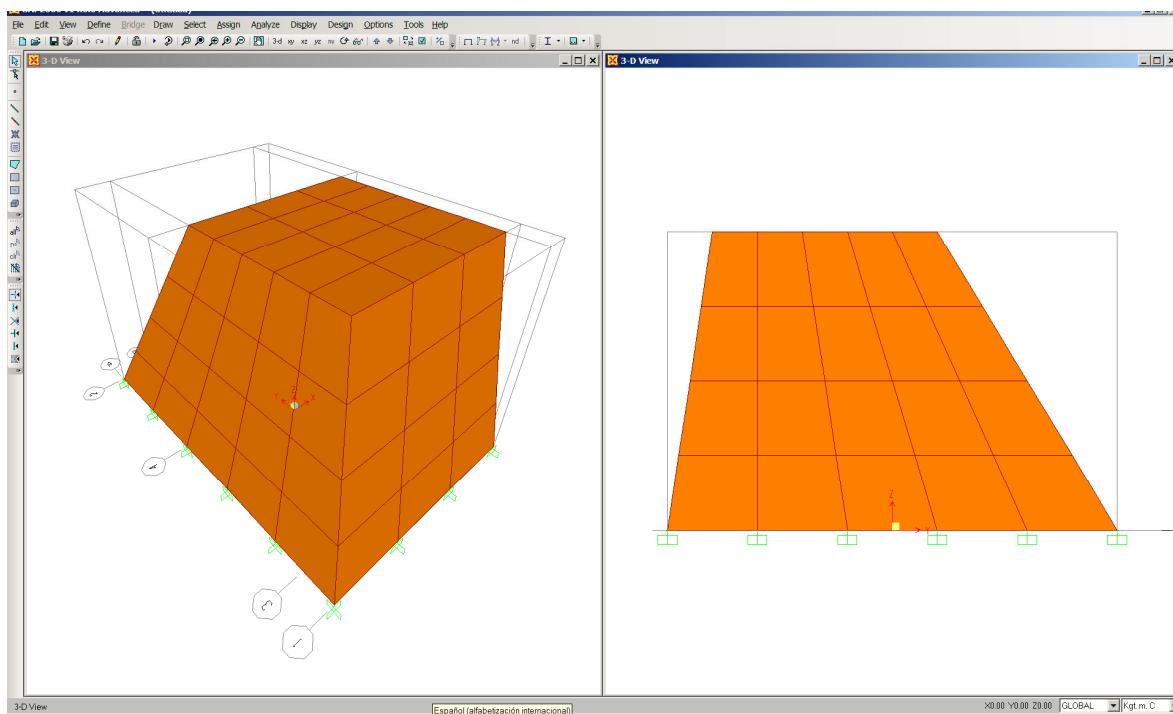
Ing. Eliud Hernández / eliudh5@gmail.com / 58-412-2390553

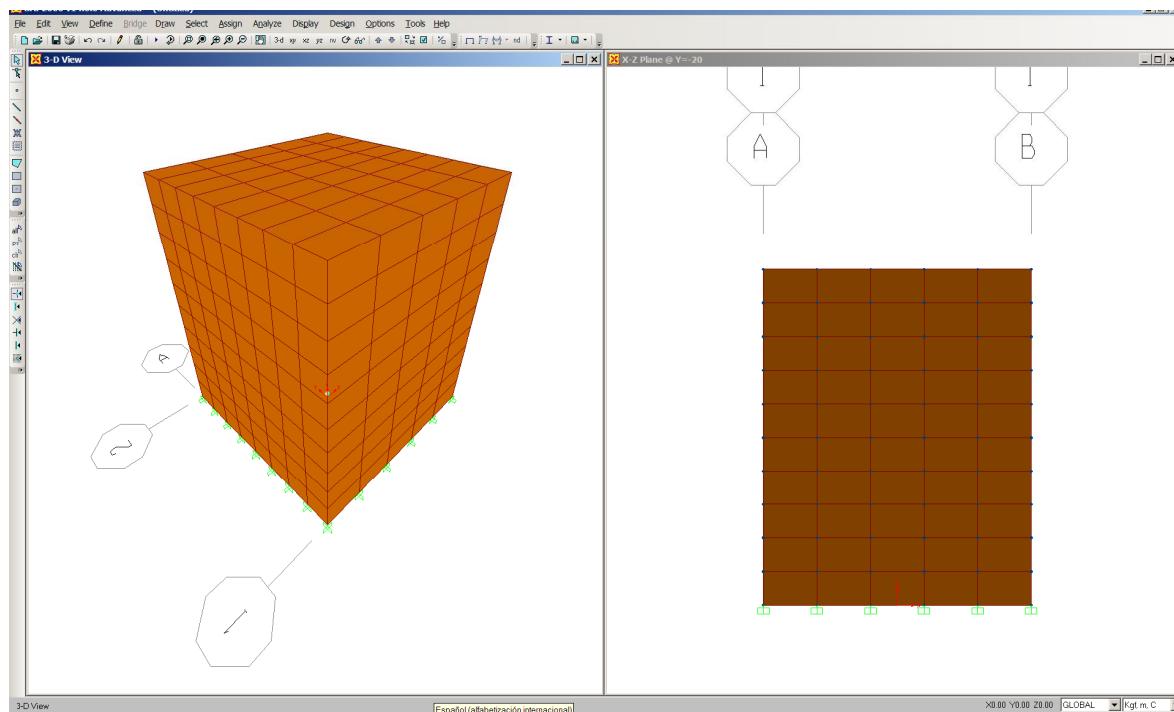
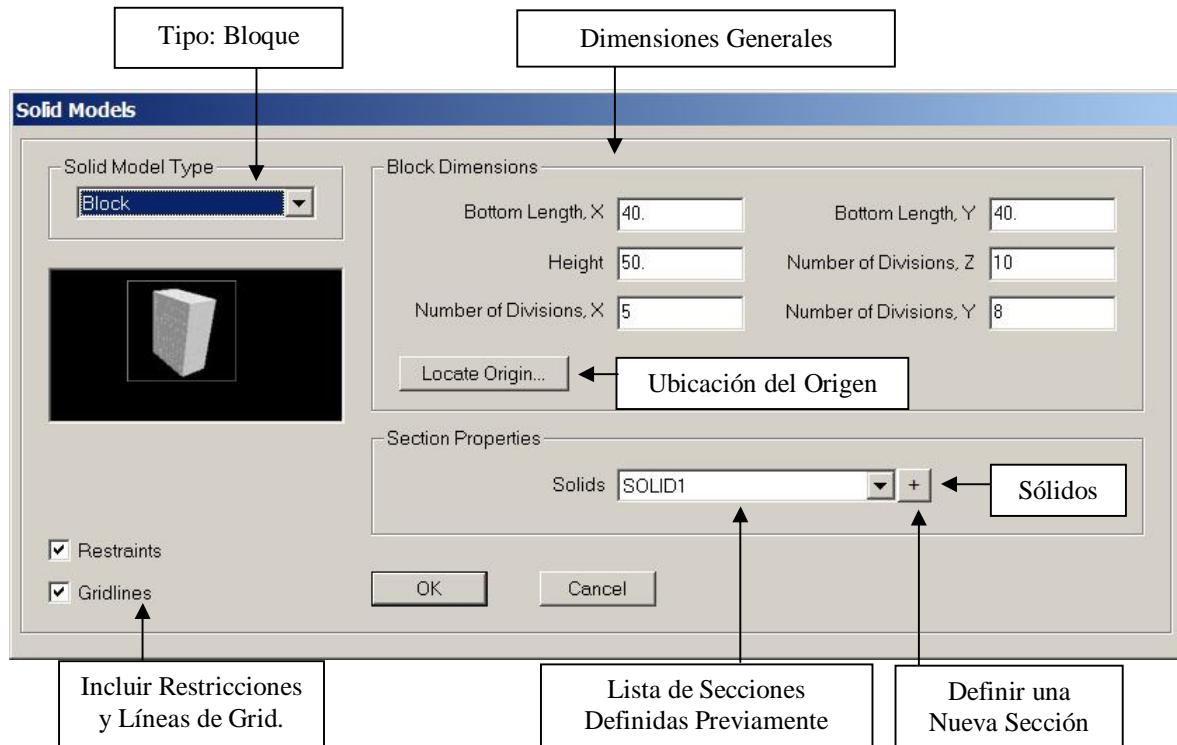






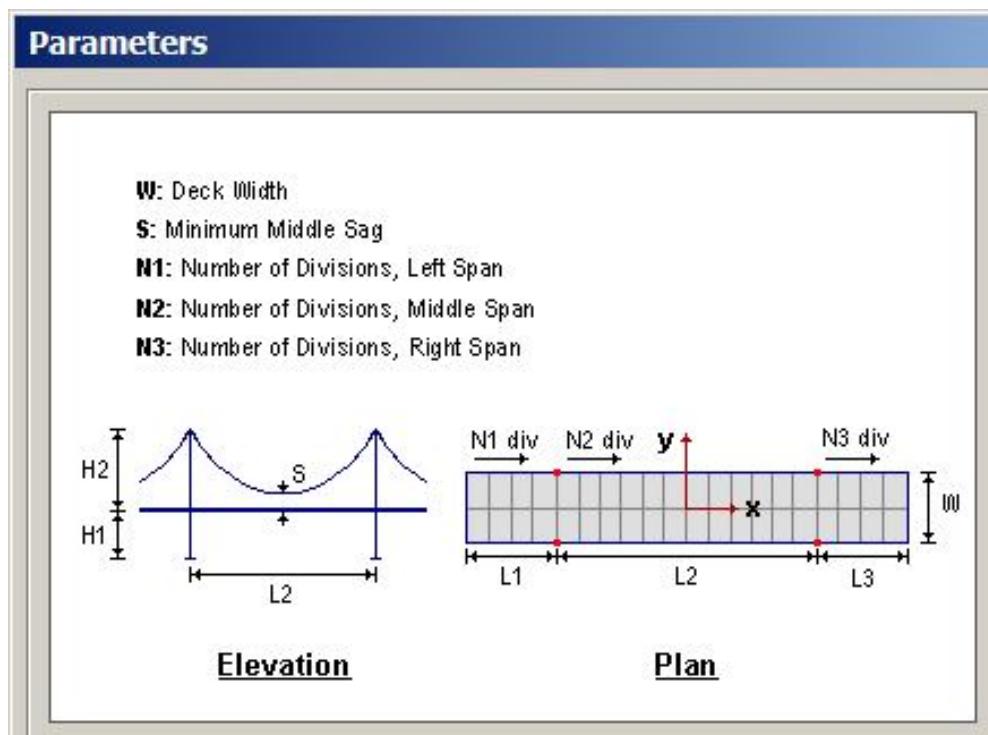
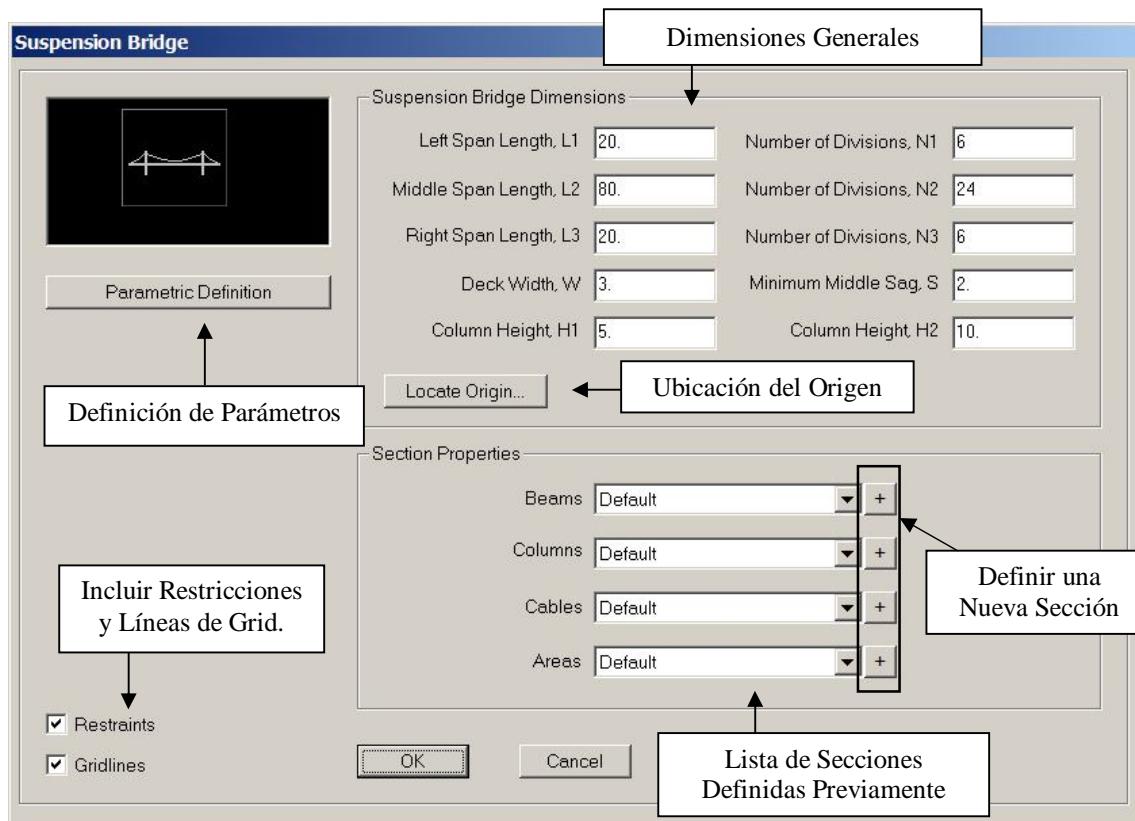






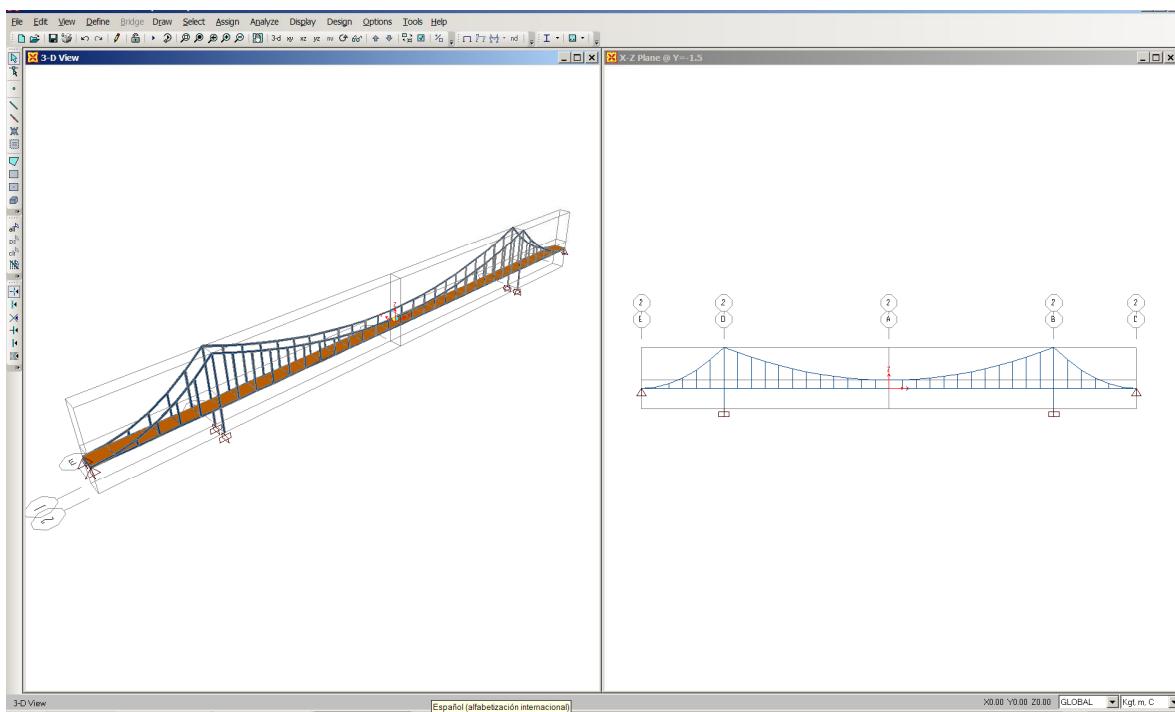
2.1.16. Cable Bridges:

Al entrar se nos presenta una ventana donde se generar un puente colgante. En este caso se especifican los parámetros que definen la geometría, las secciones de Vigas, Columnas, Cables y Areas, Restricciones y las Líneas de Grid.



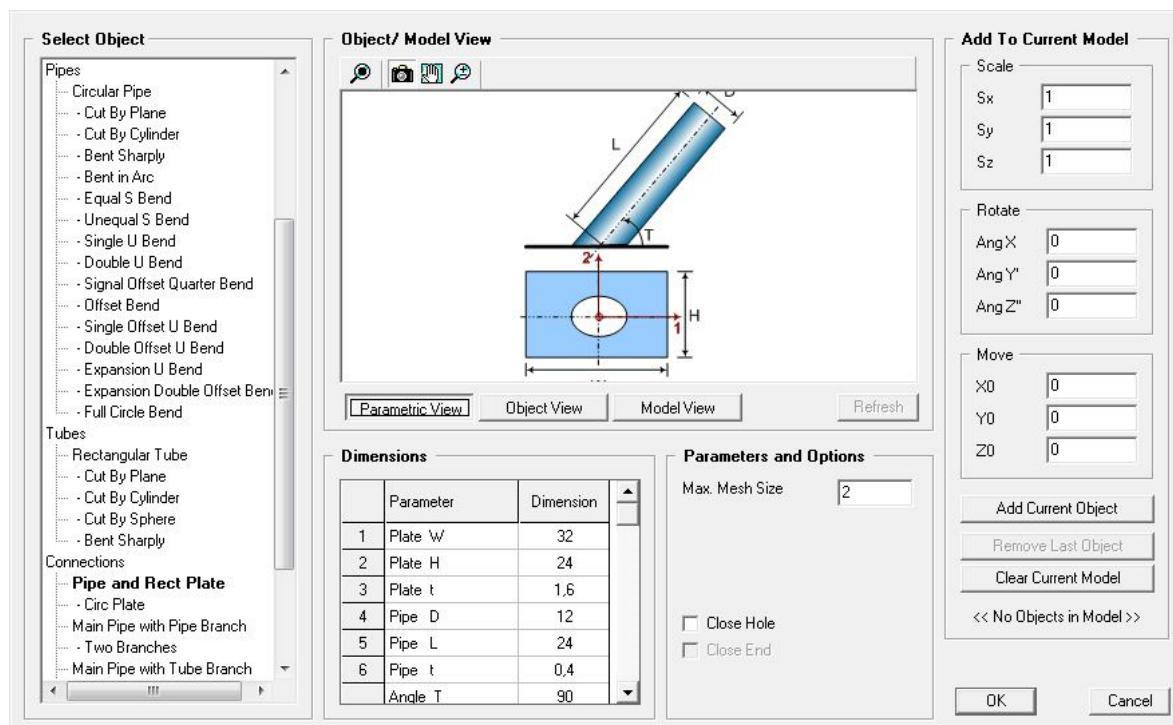
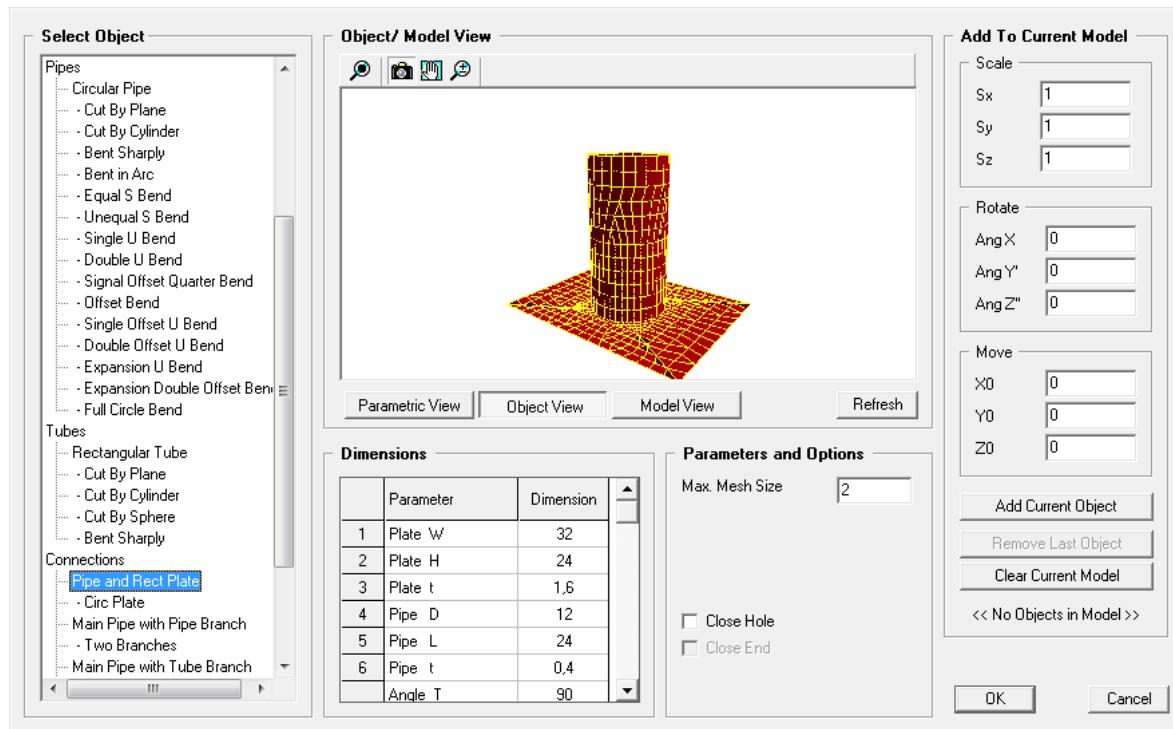
Manual de Aplicación del Programa SAP2000 v14

Ing. Eliud Hernández / eliudh5@gmail.com / 58-412-2390553



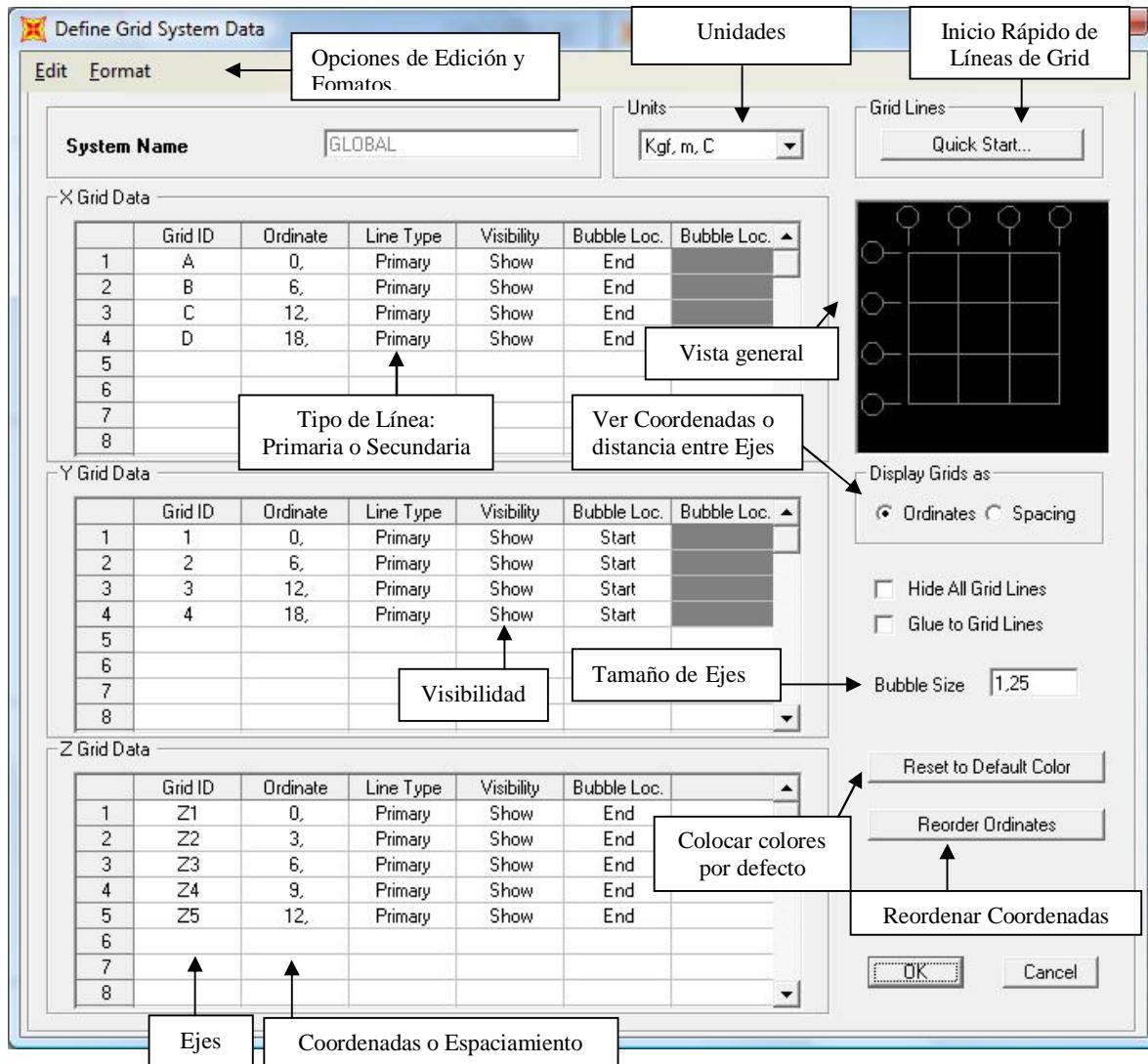
2.1.17. Opción Pipes:

Al entrar se nos presenta una ventana donde se pueden generar múltiples modelos de Planchas, Tubos y conexiones. En cada caso se especifican los parámetros que definen la geometría, la sección de las Áreas, Restricciones y las Líneas de Grid.



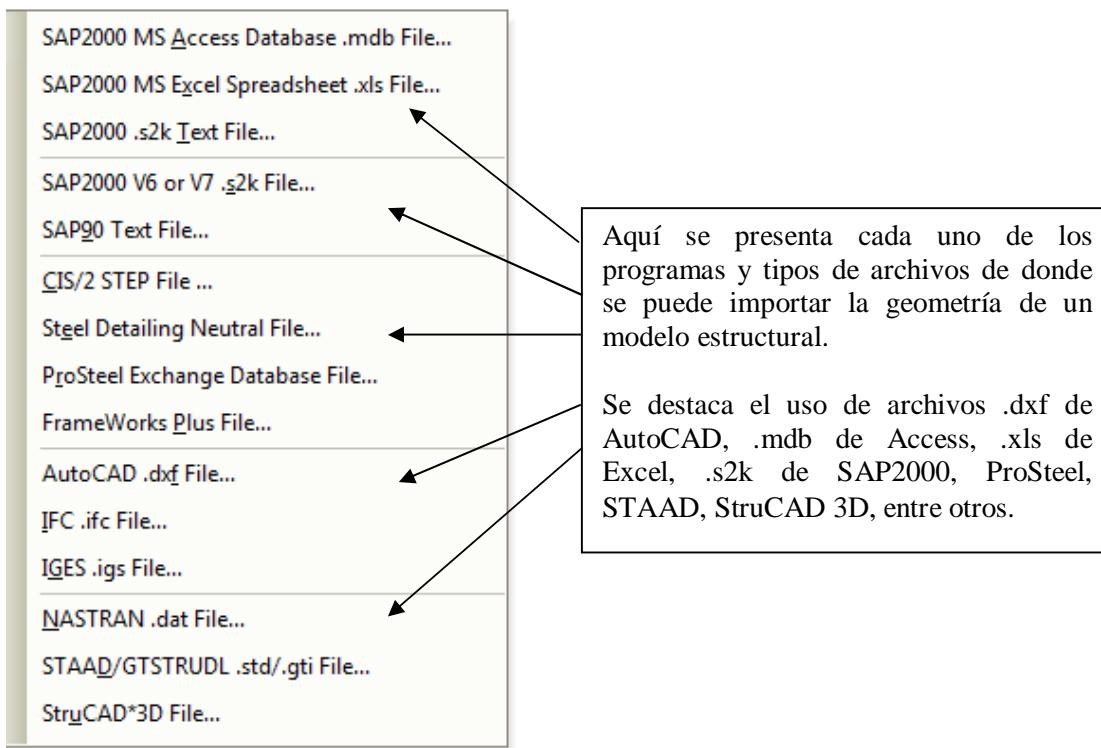
2.1.18. Definición de líneas de Grid.

Para definir distancias y/o aplicaciones particulares entre los grid (Ejes) en X e Y, se tiene el siguiente cuadro.

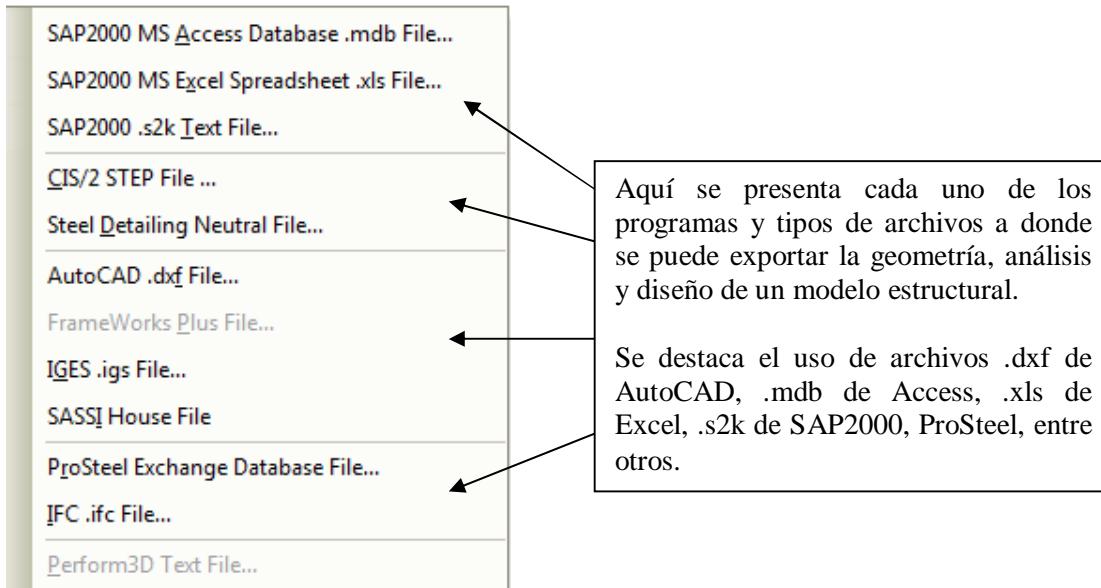


- **Grid ID:** Identificación del Grid.
- **Line Type:** Permite definir el tipo de Eje.
(Primary: Primario; Secondary: Secundario)
- **Visibility:** Permite definir si el grid se quiere mostrar en el modelo estructural.
(Show: Mostrar; Hide: Ocultar)
- **Bubble Loc:** Permite cambiar la orientación del Eje.
- **Bubble Size:** Tamaño de los Ejes.
- **Grid Color:** Permite asignarle a cada Eje un color particular.
- **Hide All Grid Lines:** Ocultar todos los ejes.
- **Blue To Grid Lines:** Unir las líneas al Grid.
- **Reorder Ordinates:** Reordenar Coordenadas.

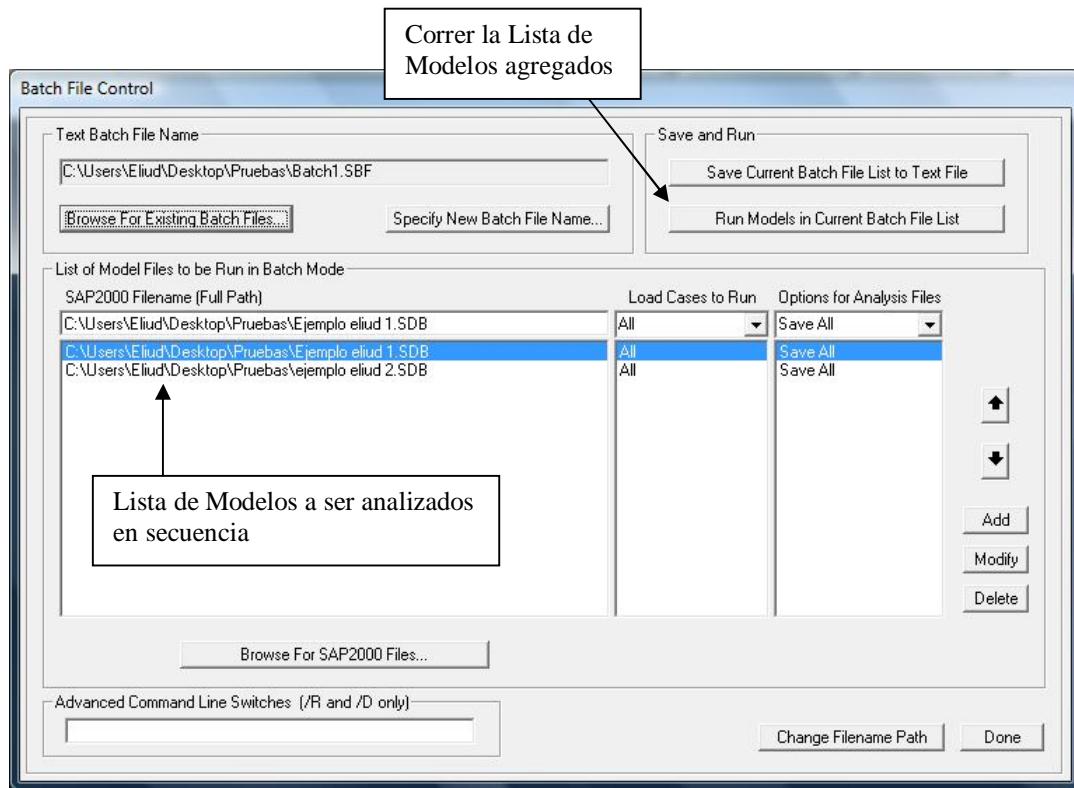
2.2. Import: Importar.



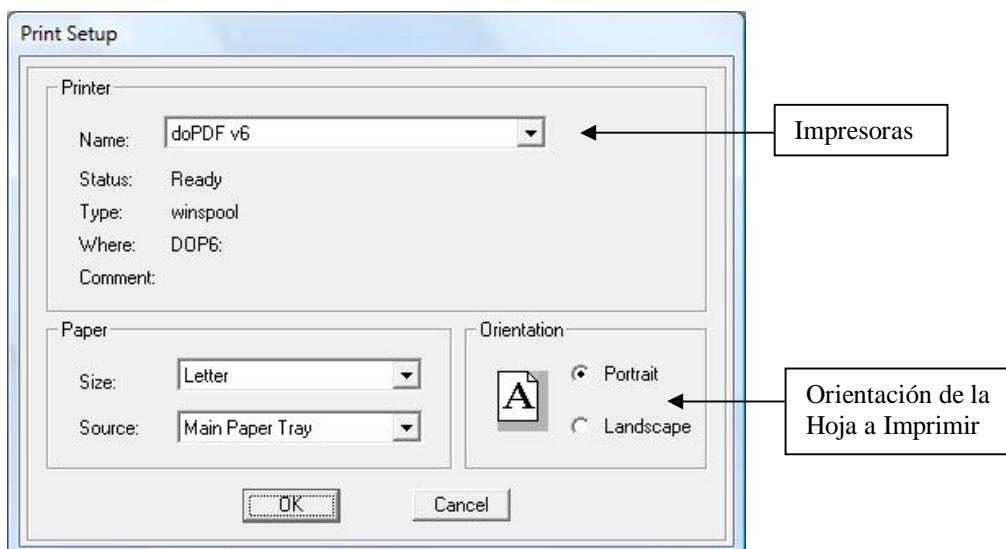
2.3. Export: Exportar.



2.4. Batch File Control: Control de Manejo de Archivos. A través de esta opción se puede generar una lista de modelos para ser analizados en secuencia.

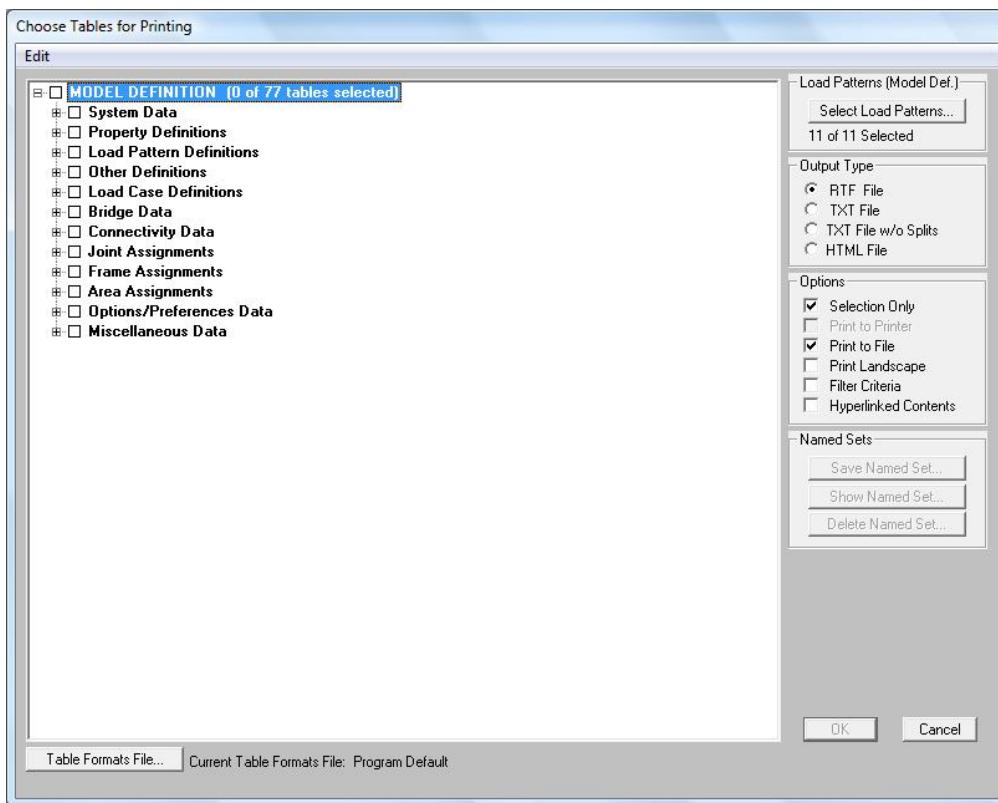


2.5. Print Setup for Graphics: Configuración para Impresión de Gráficos.

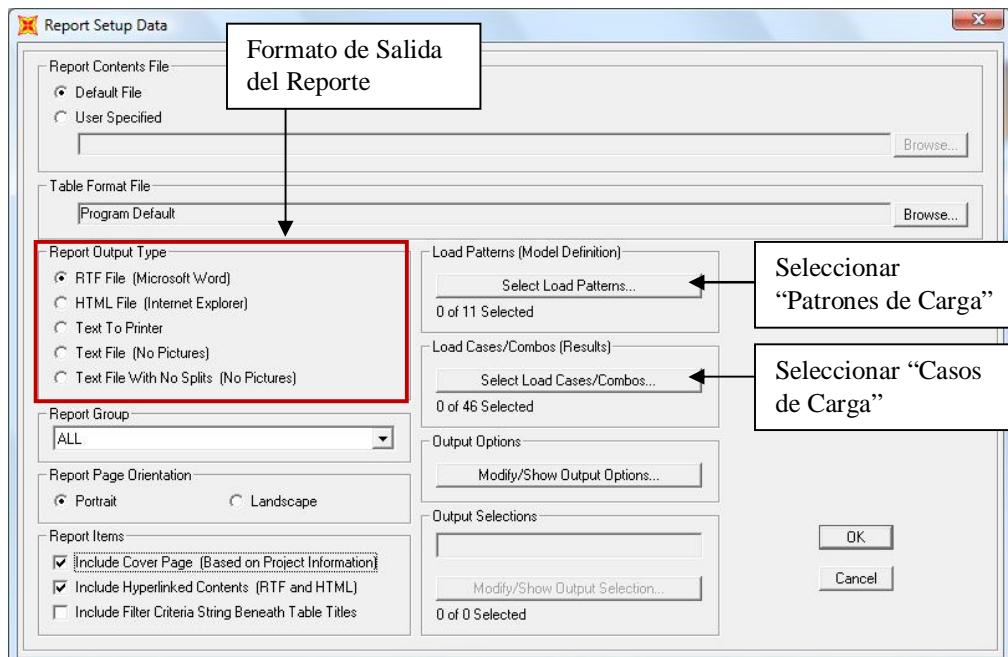


2.6. Print Graphics: Imprimir el Grafico de la ventana activa

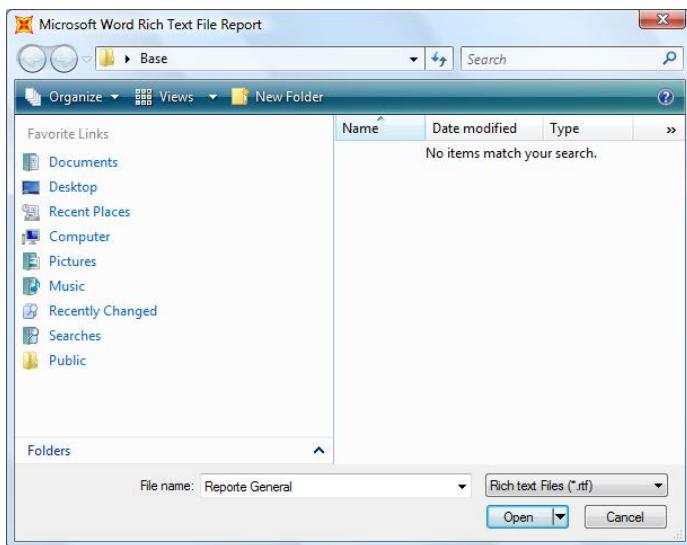
2.7. Print Tablas: Imprimir Tablas.



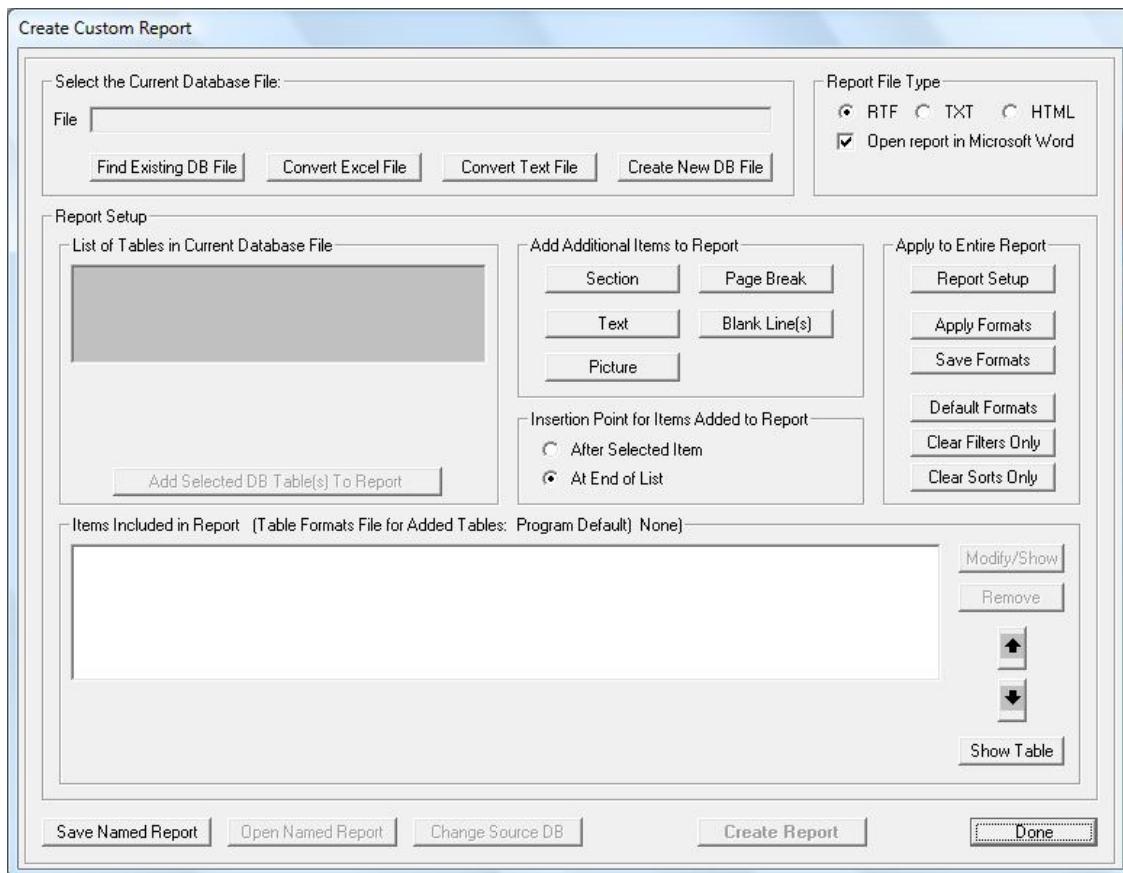
2.8. Report Setup: Configuración de Reportes



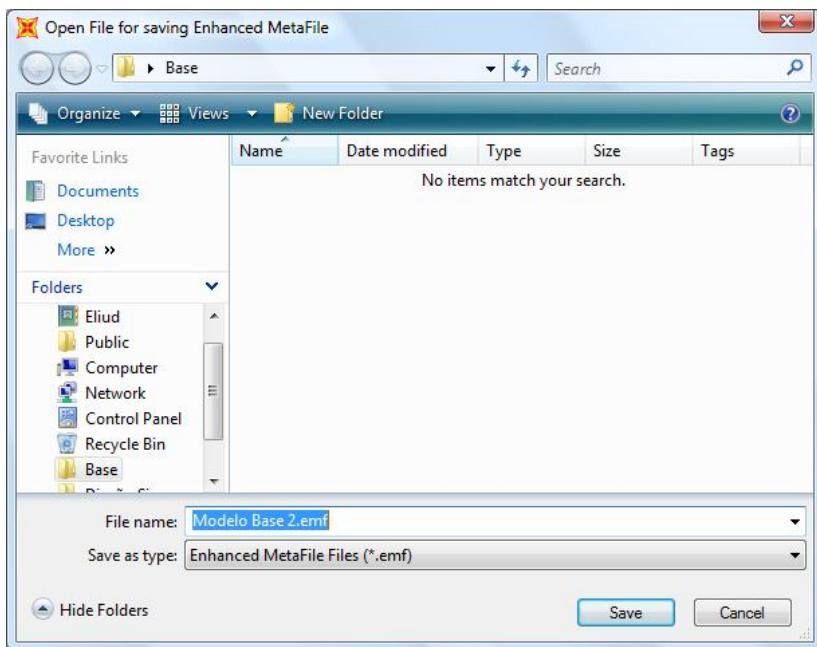
2.9. Create Report: Generar Reportes



2.10. Advanced Report Writer: Escribir Reporte Avanzado.



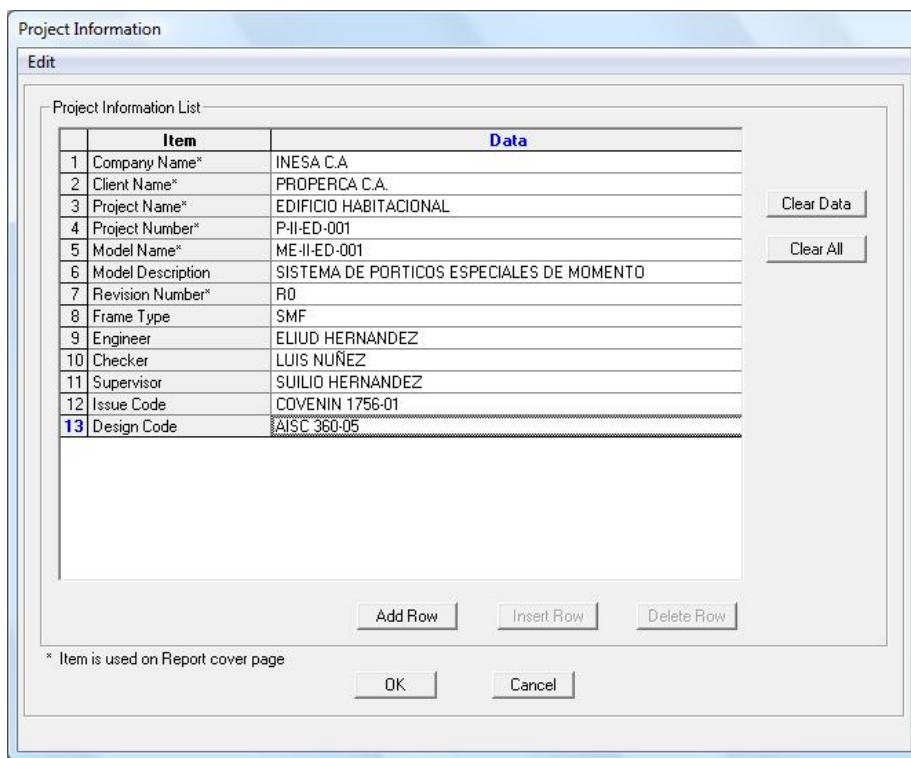
2.11. Capture Enhanced Metafile: Capturar Archivo .emf



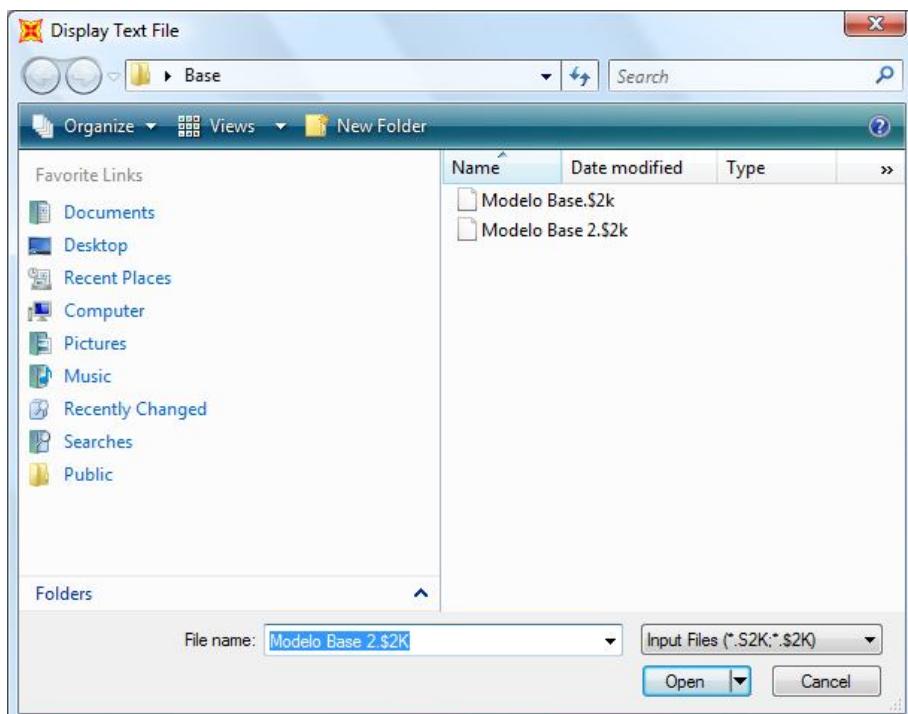
2.12. Capture Picture: Capturar Imagen.

<u>Entire Screen</u>	Ctrl+Shift+E	Pantalla Completa
<u>SAP2000 Main Window</u>	Ctrl+Shift+M	Ventana del SAP2000
<u>Current Window w/ Titlebar</u>	Ctrl+Shift+W	Pantalla Actual con Títulos de Barras
<u>Current Window w/o Titlebar</u>	Ctrl+Shift+O	Pantalla Actual sin Títulos de Barras
<u>User Region in Current Window</u>	Ctrl+Shift+U	Usando una región específica

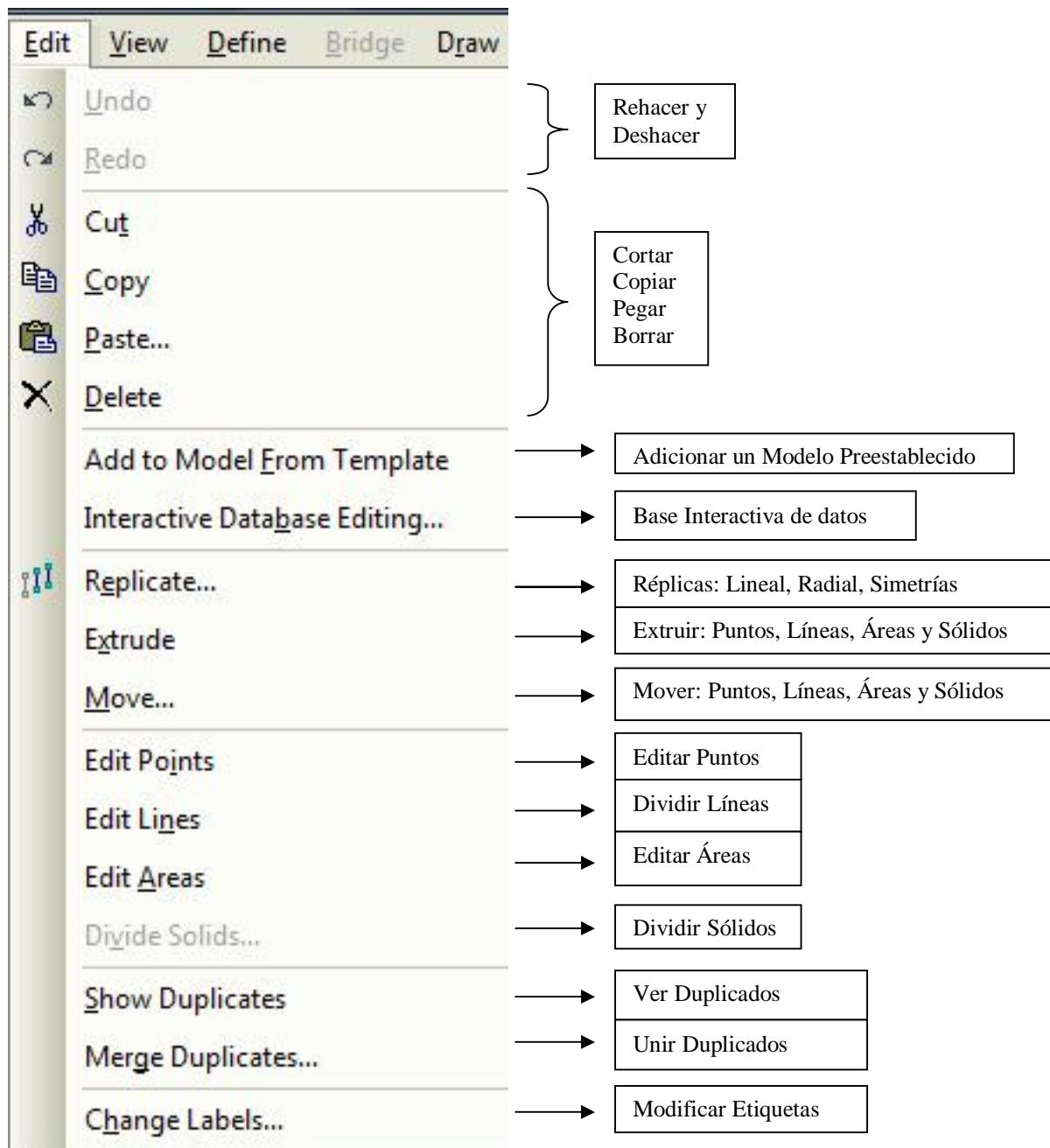
2.13. Project Information: Información del proyecto.



2.14. Show Input/Log Files: Ver Archivos de Texto con los datos de Entrada.

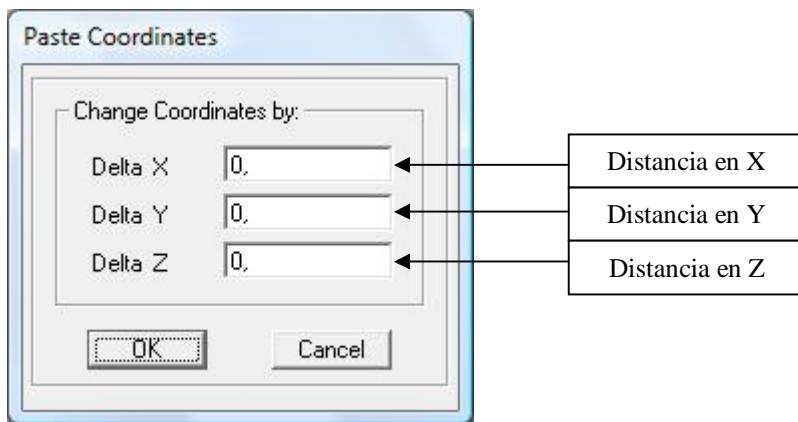


3. Menú Edit: Edición



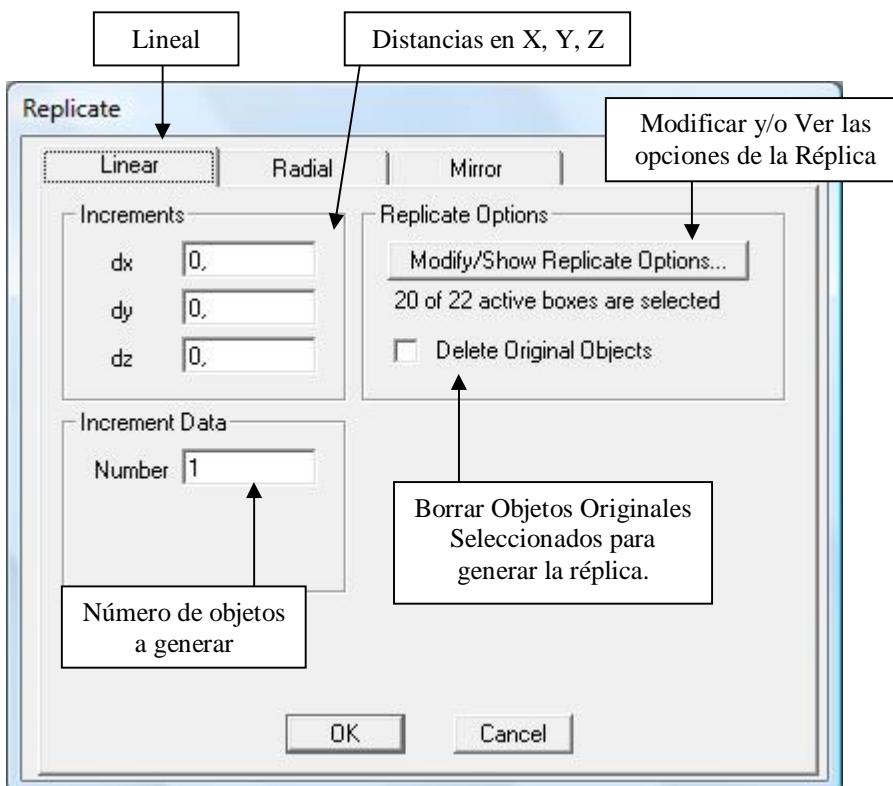
3.1. Copy and Paste: Copiar y Pegar

Se selecciona Copiar y luego Pegar, en donde se obtiene la siguiente ventana:

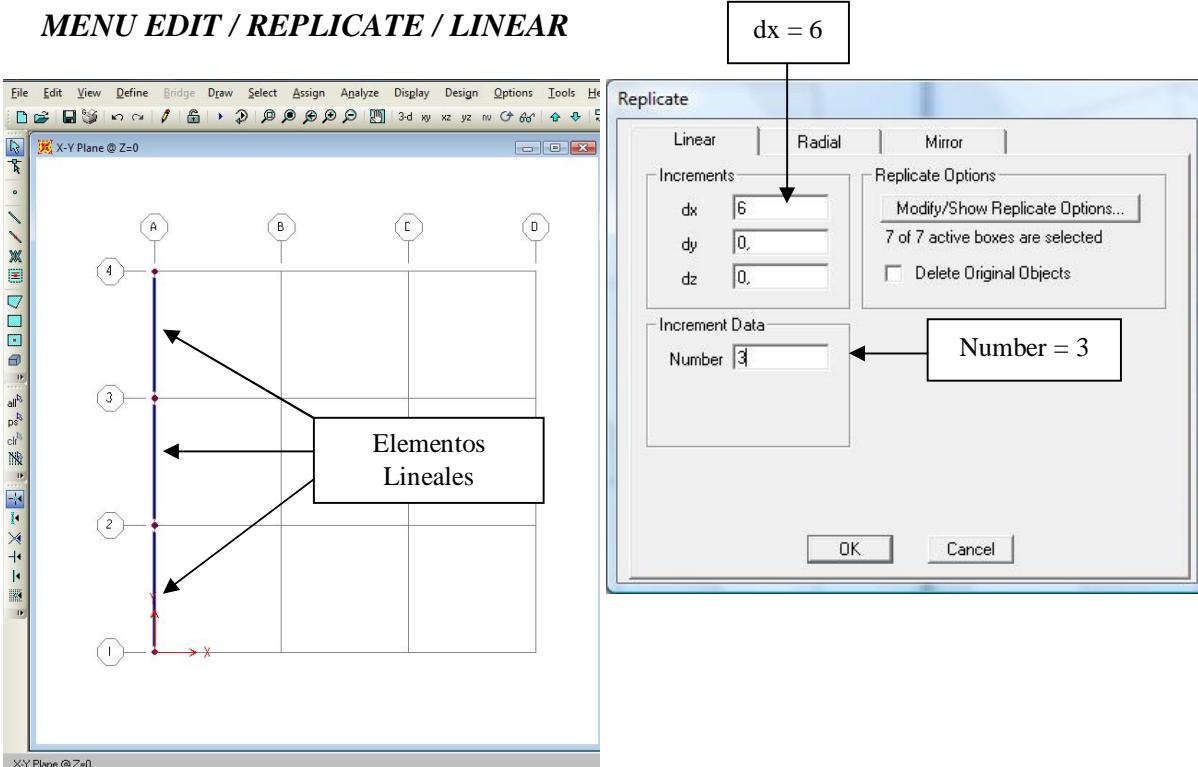


3.2. Replicate: Rélicas.

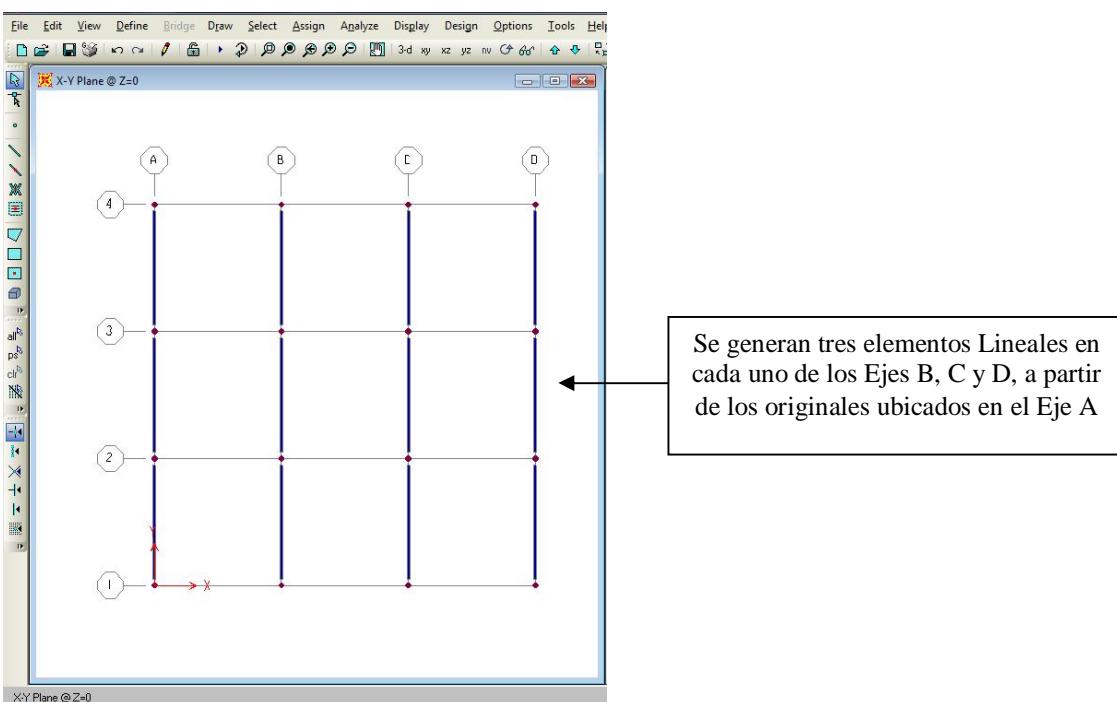
3.2.1. Tipo: Lineal.



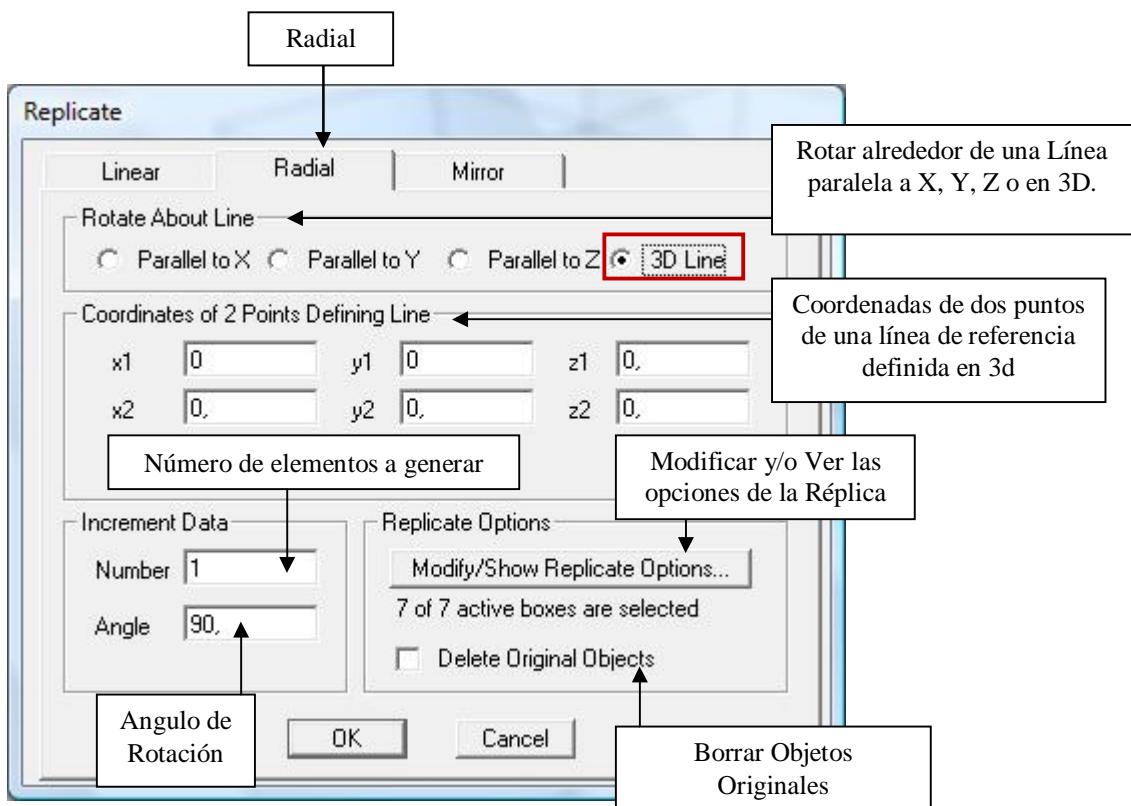
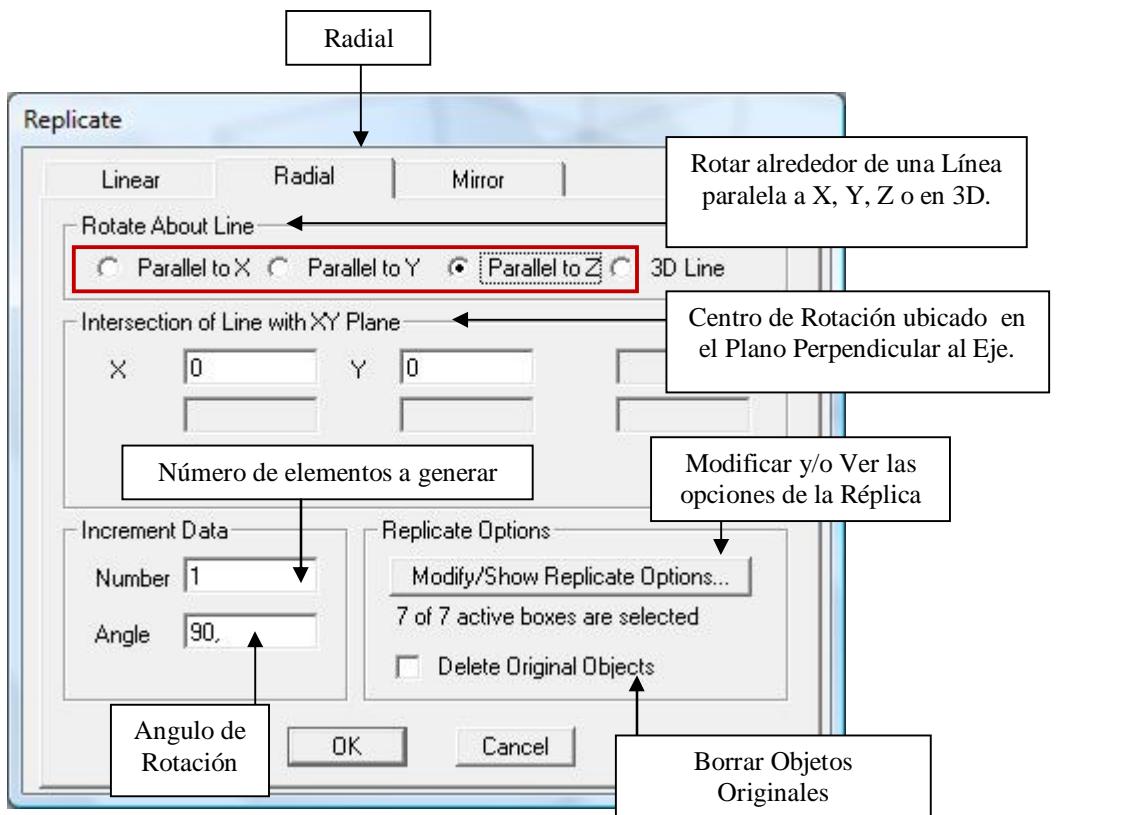
Ejemplo: Consideremos tres (3) elementos lineales ubicados en el plano XY tal como se muestra en la figura. Se seleccionan los mismos, y luego se sigue la ruta:



Una vez establecida la opción correspondiente con los datos indicados, se obtiene lo siguiente:

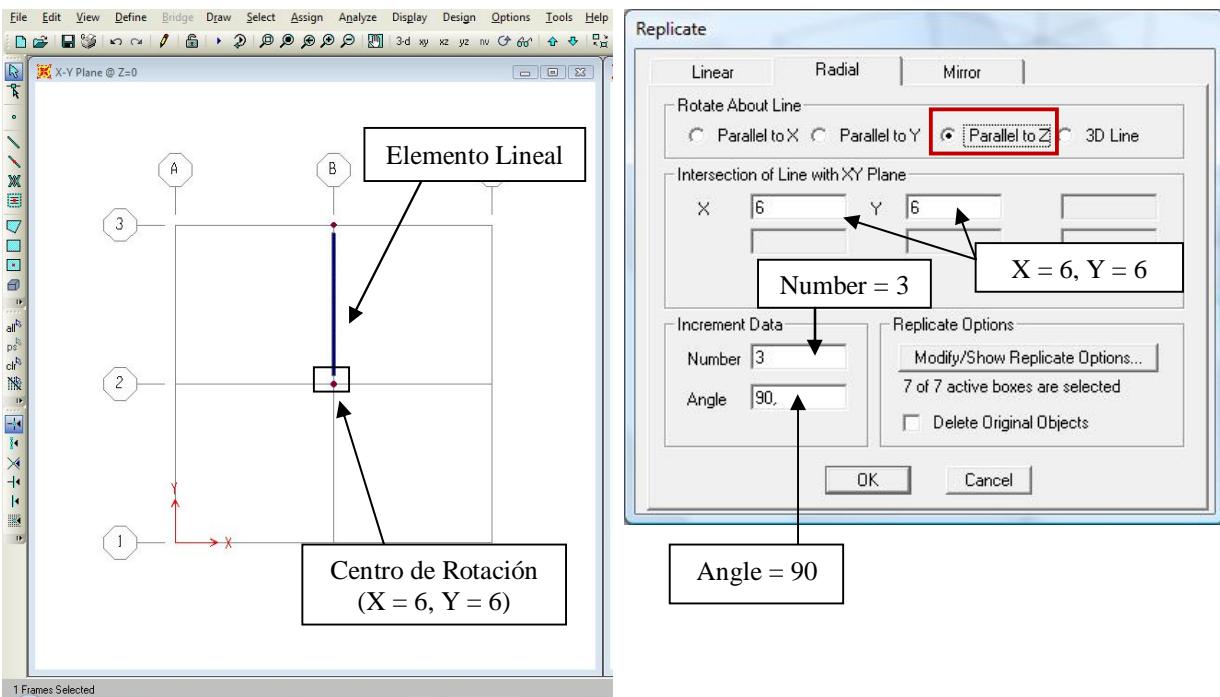


3.2.2. Tipo: Radial.

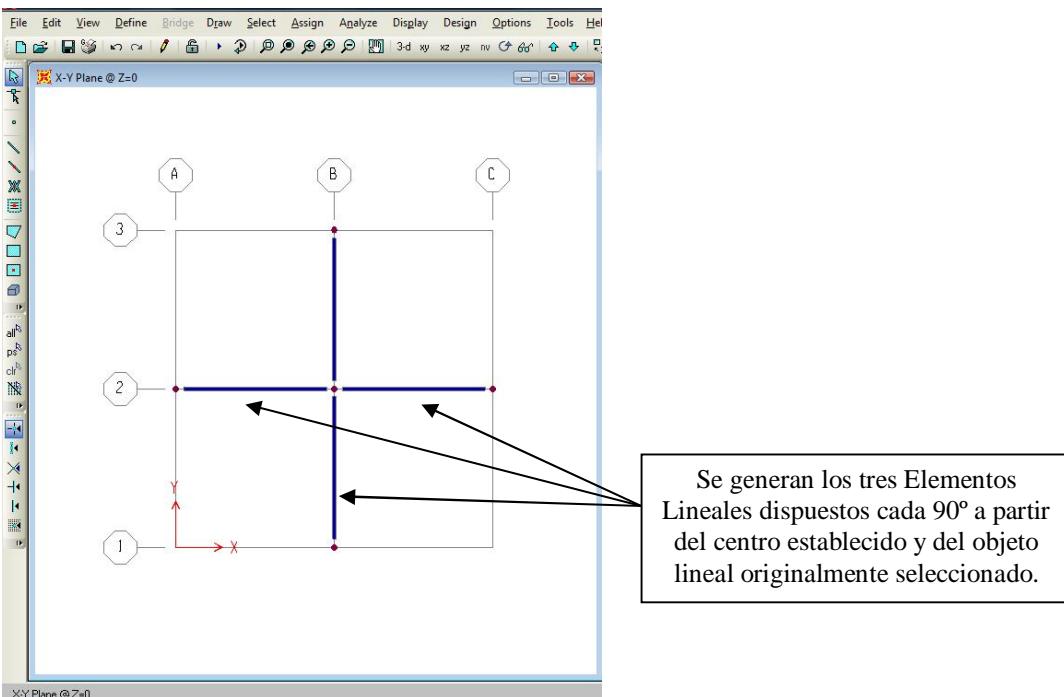


Ejemplo: Consideremos un elemento lineal ubicado en el plano XY tal como se muestra en la figura. Se selecciona dicho elemento y luego seguimos la ruta:

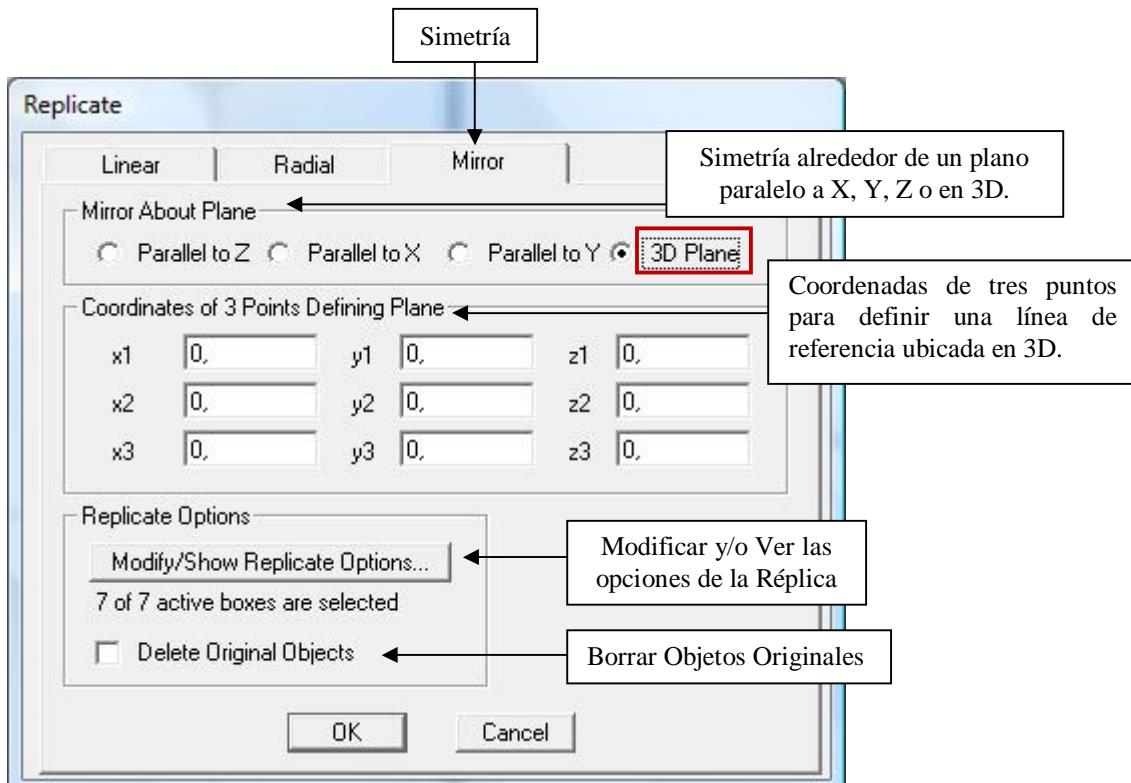
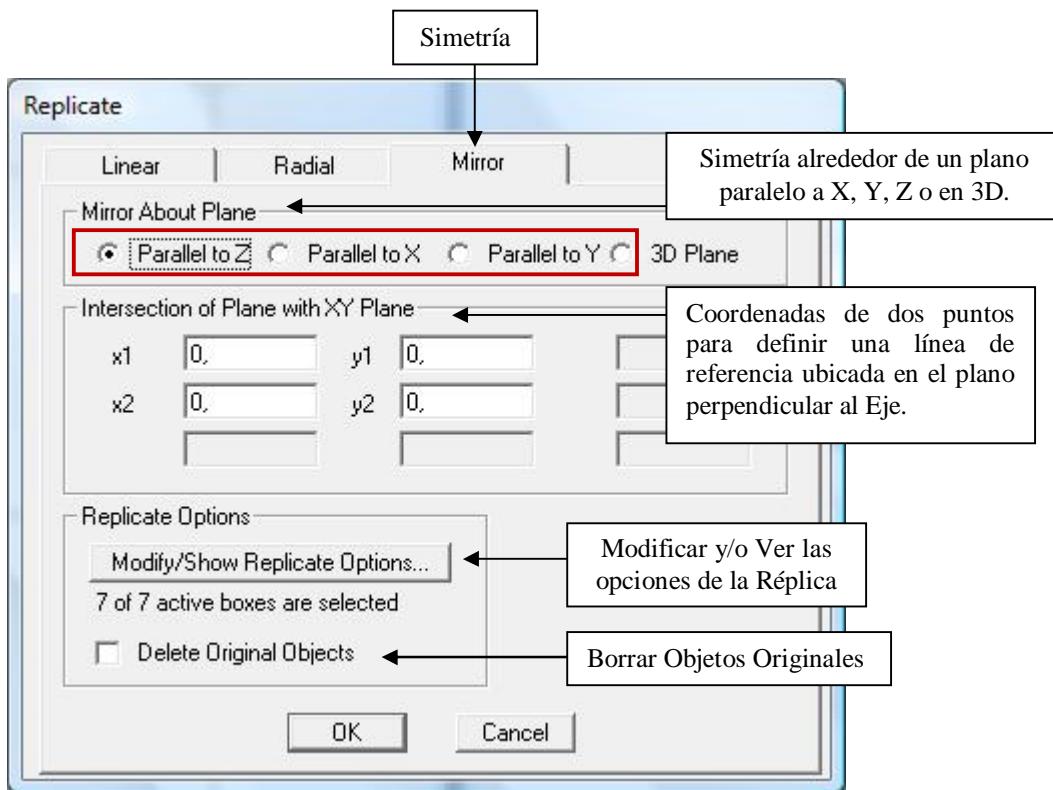
MENU EDIT / REPLICATE / RADIAL



Una vez establecida la opción correspondiente con los datos indicados, se obtiene lo siguiente:

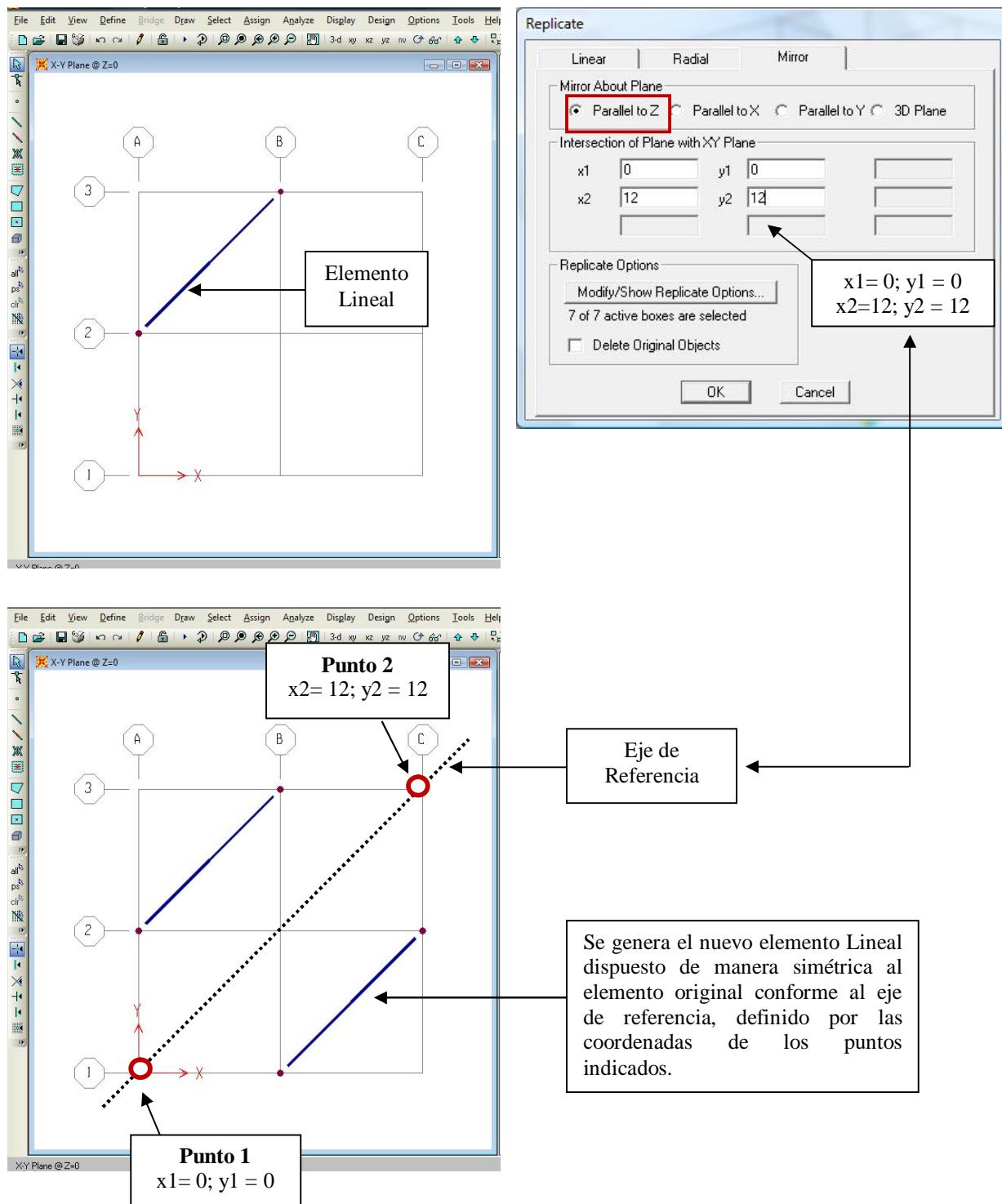


3.2.3. Tipo: Simetría.

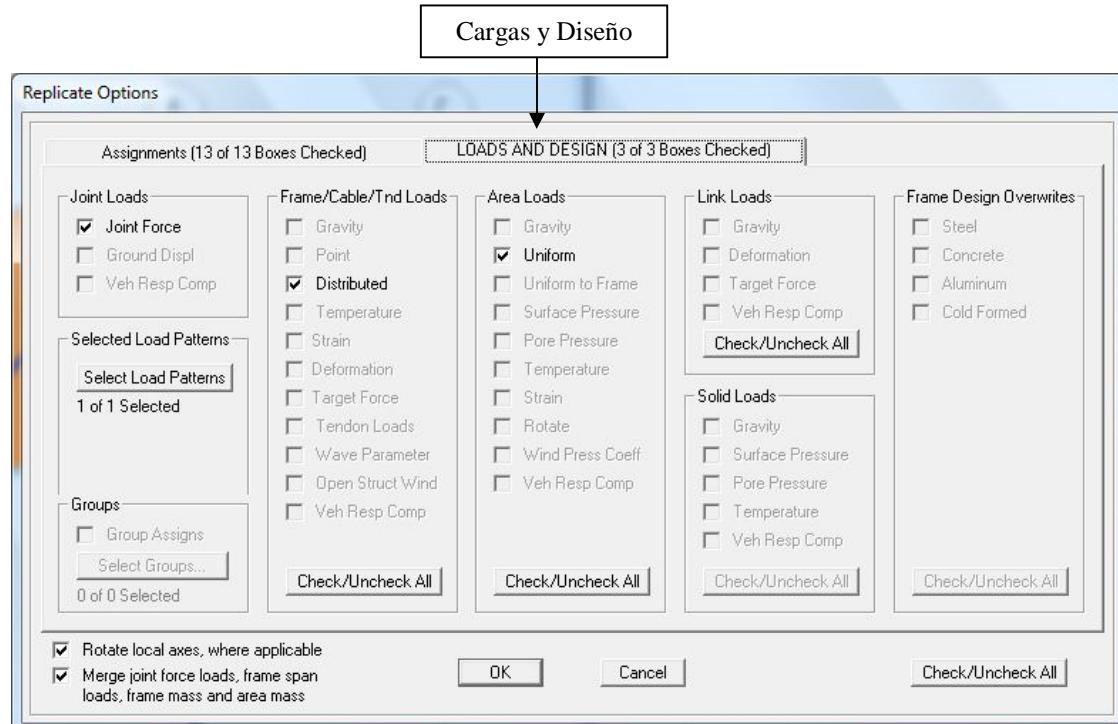
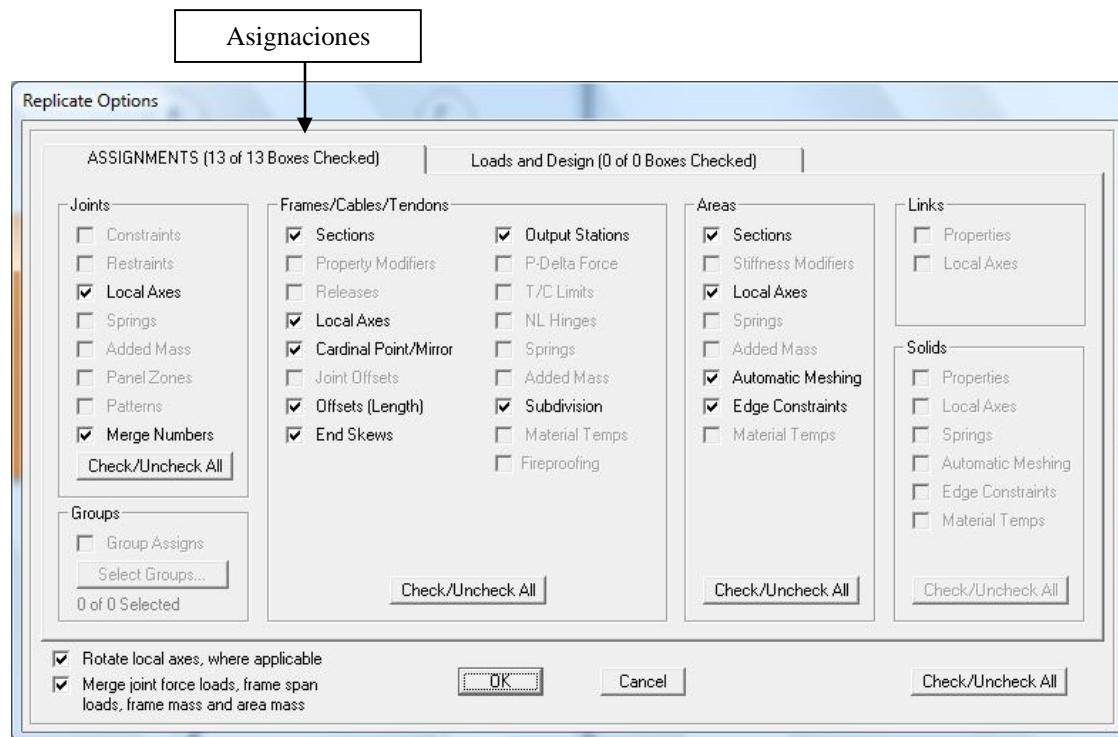


Ejemplo: Consideremos un elemento lineal ubicado en el plano XY tal como se muestra en la figura. Se selecciona dicho elemento y luego seguimos la ruta:

MENU EDIT / REPLICATE / MIRROR

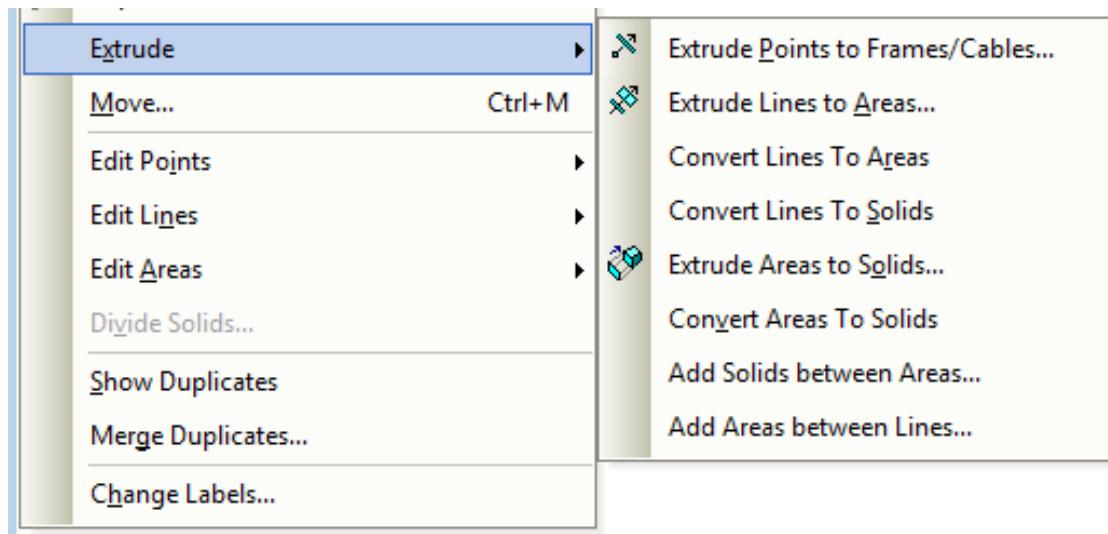


3.2.4. Ver y/o Modificar las Opciones de Réplica



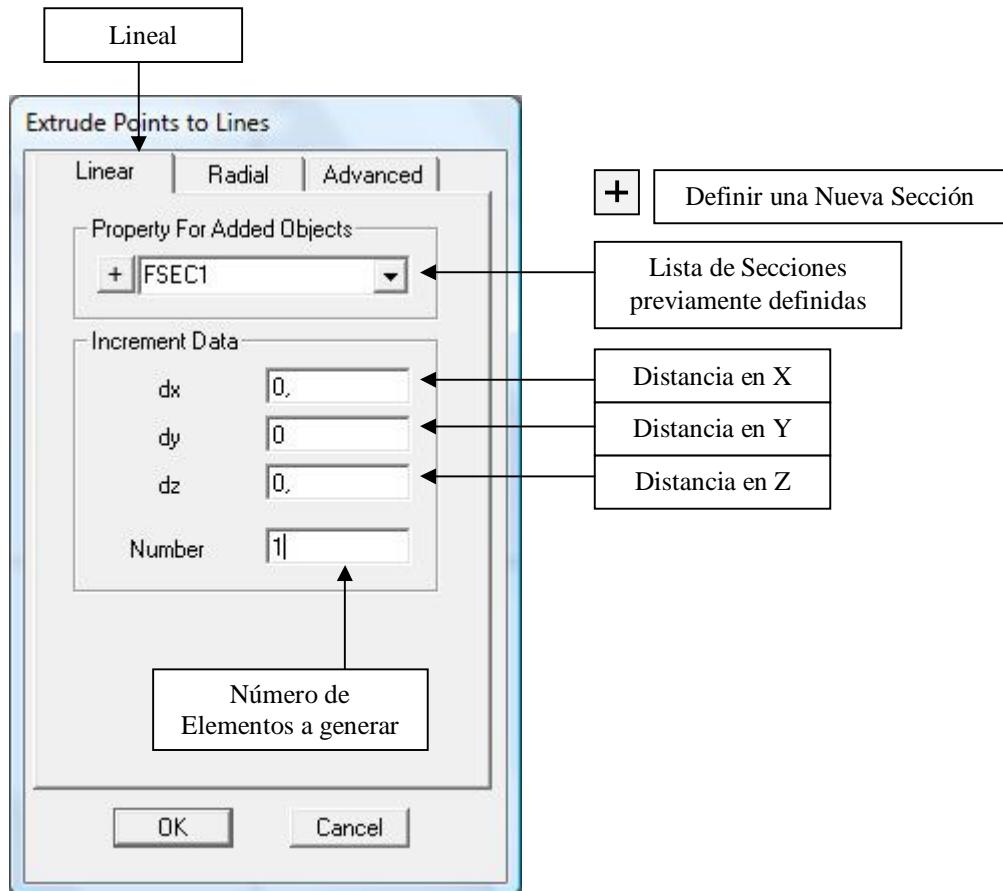
Esta opción permite previamente seleccionar aquellas propiedades que van a pertenecer en los elementos generados en la réplica, a partir de los objetos originales

3.3. Extrude: Extruir



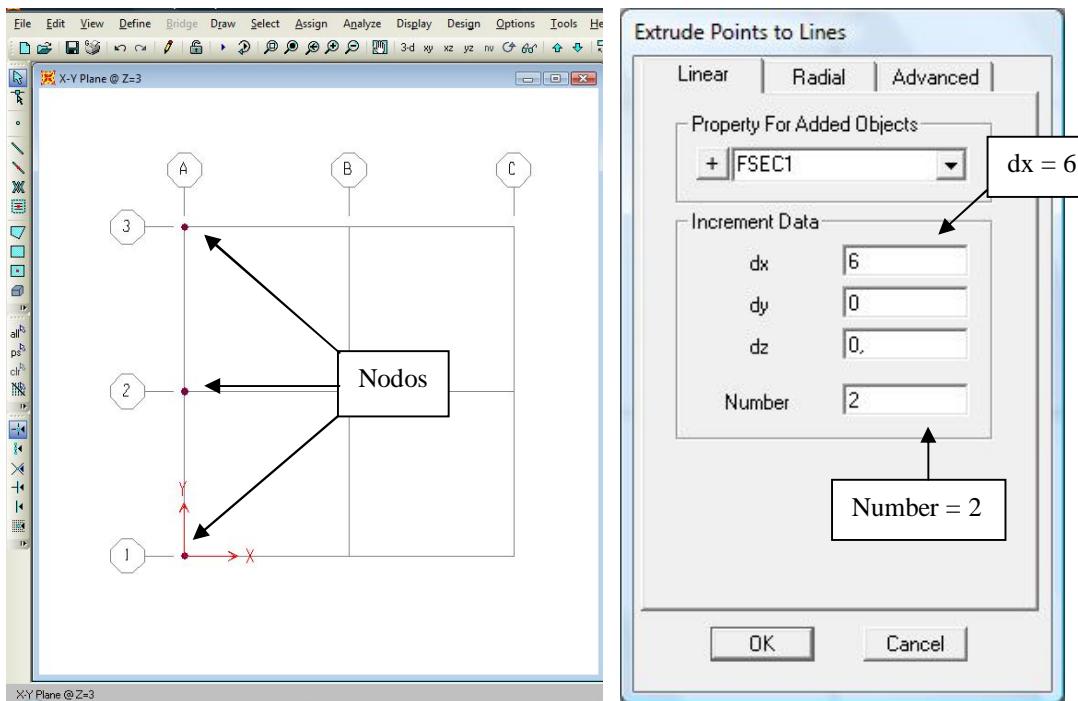
3.3.1. Extrude Points to Frames/Cables: Extruir puntos a Líneas.

➤ **Tipo: Lineal.**

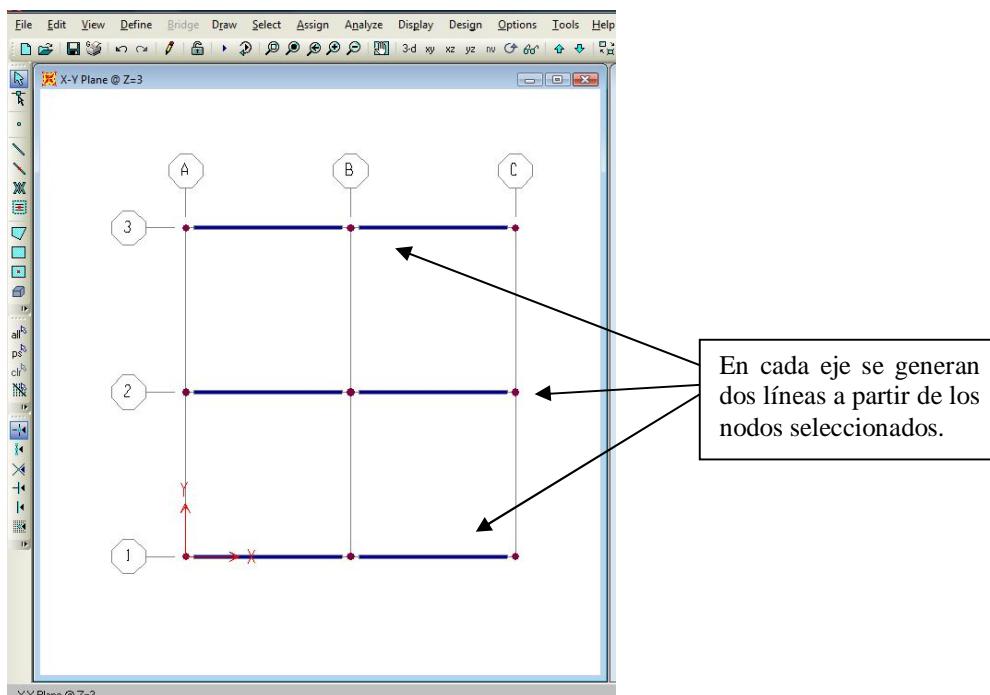


Ejemplo: Consideremos tres nodos ubicados en el plano XY tal como se muestra en la figura. Se seleccionan dichos nodos y luego seguimos la ruta:

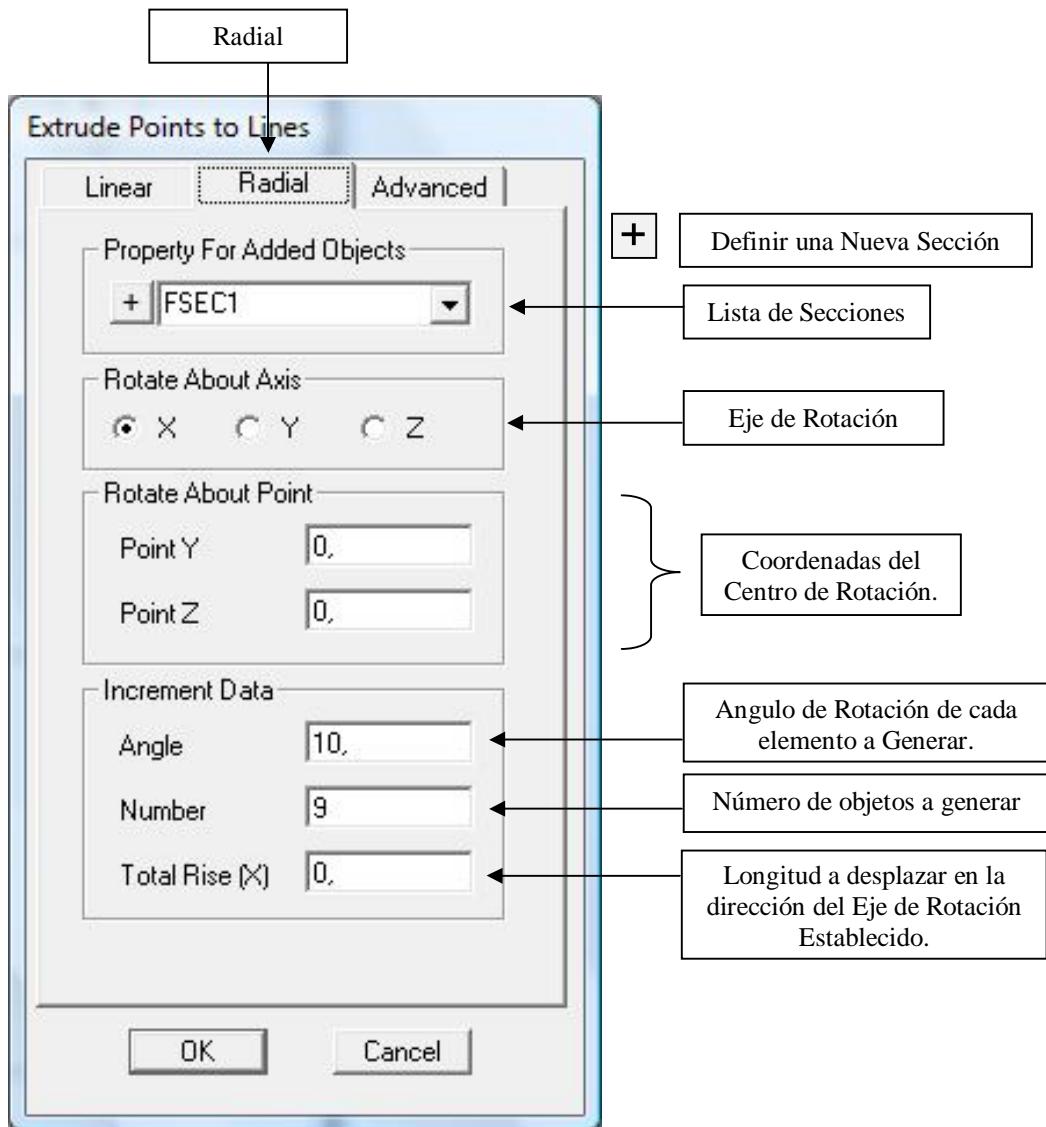
MENU EDIT / EXTRUDE/ EXTRUDE POINTS TO FRAMES / LINEAR.



Una vez establecida la opción correspondiente con los datos indicados, se obtiene lo siguiente:

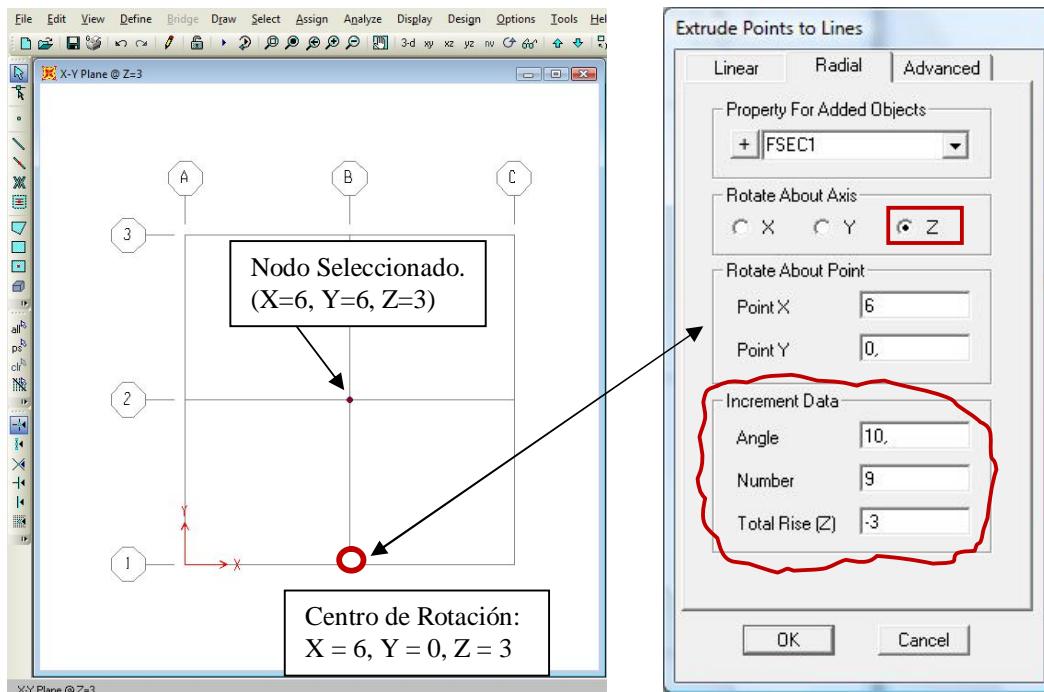


➤ **Tipo: Radial.**

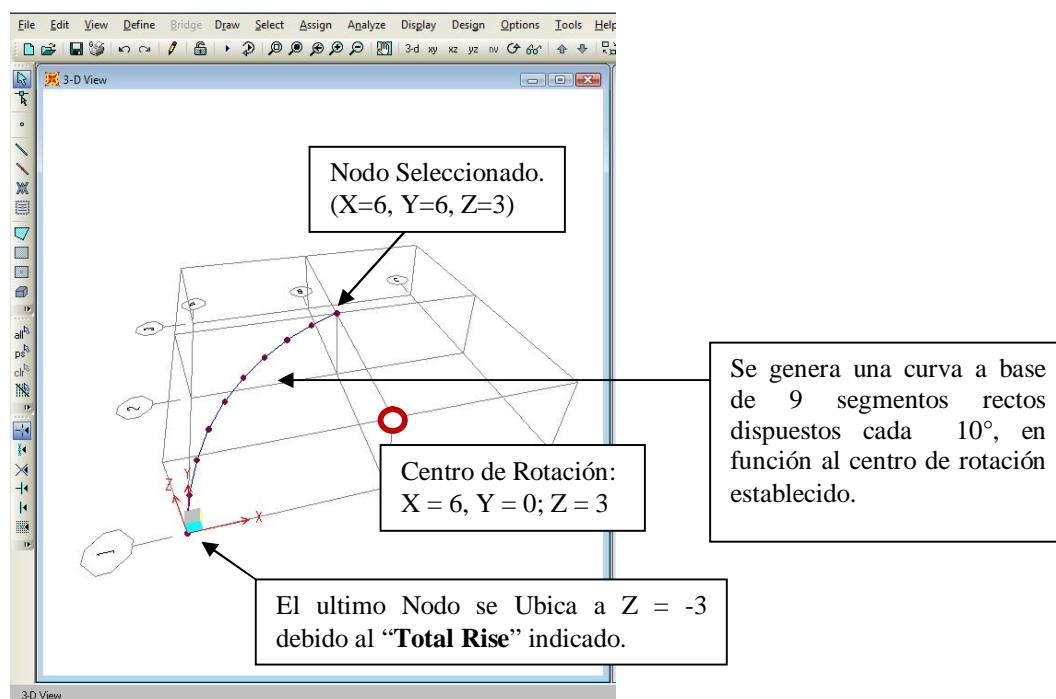


Ejemplo: Consideremos un nodo ubicado en el plano XY tal como se muestra en la figura. Se selecciona dicho nodo y luego seguimos la ruta:

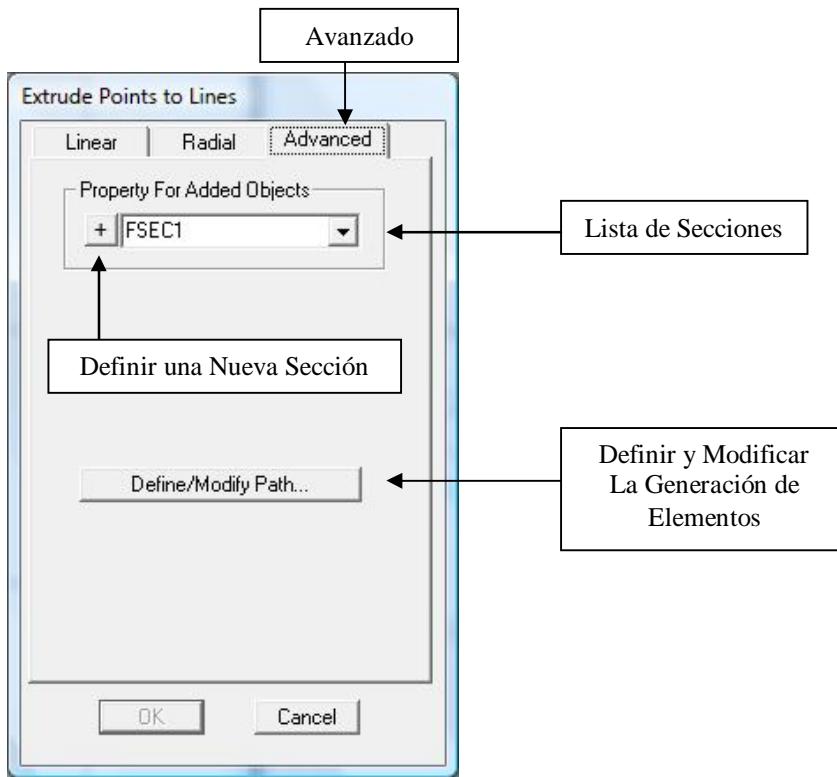
MENU EDIT / EXTRUDE/ EXTRUDE POINTS TO FRAMES / RADIAL.



Una vez establecida la opción correspondiente con los datos indicados, se obtiene lo siguiente:

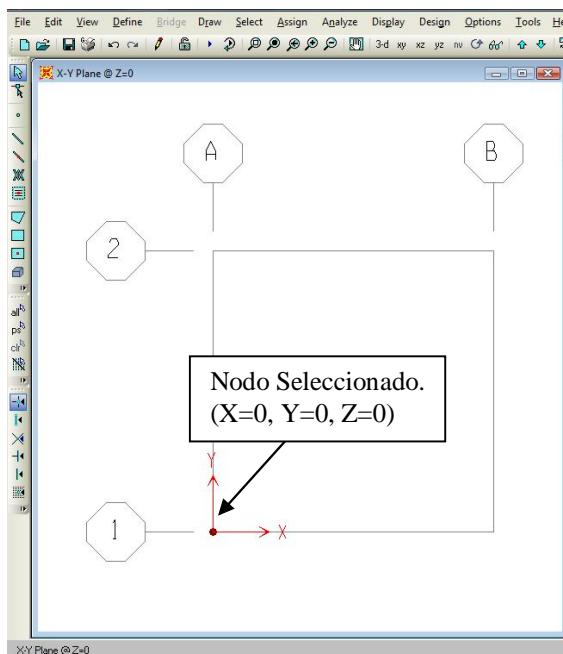


➤ **Tipo: Advanced.**

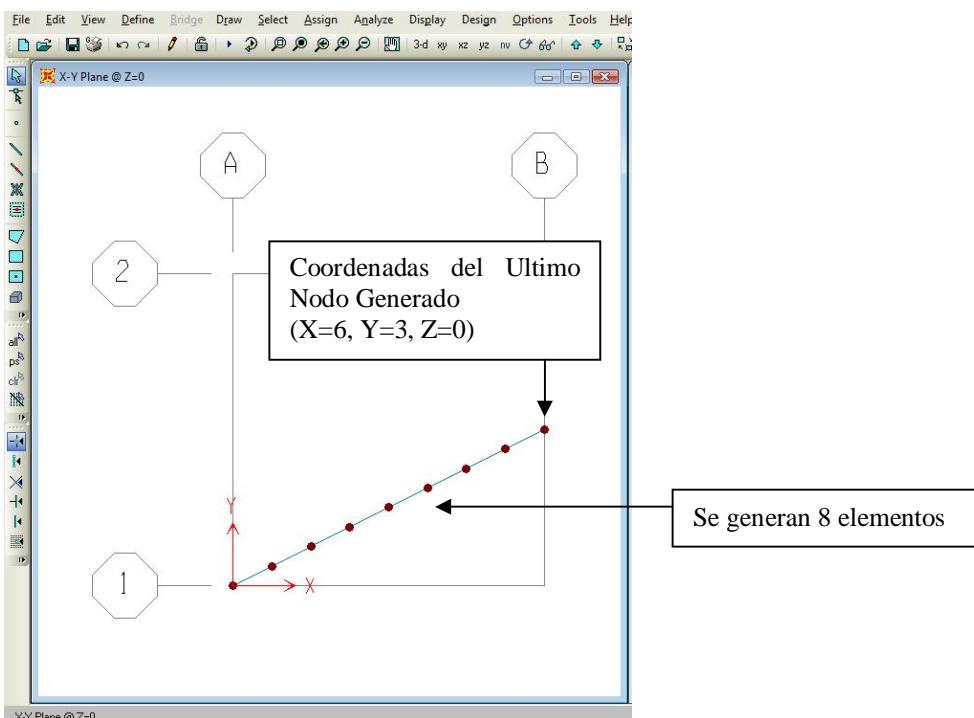
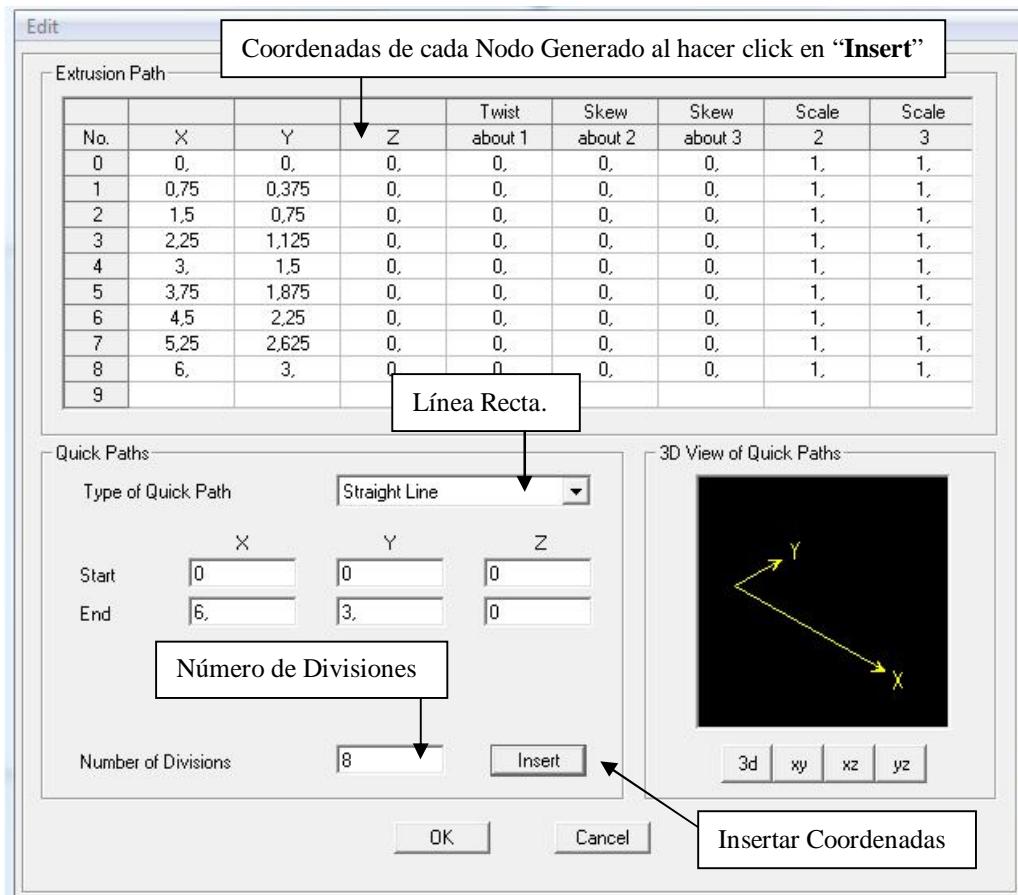


Ejemplo: Consideremos un Nodo en el plano XY. Se selecciona dicho nodo, y luego seguimos la ruta:

MENU EDIT / EXTRUDE/ EXTRUDE POINTS TO FRAMES / ADVANCED.

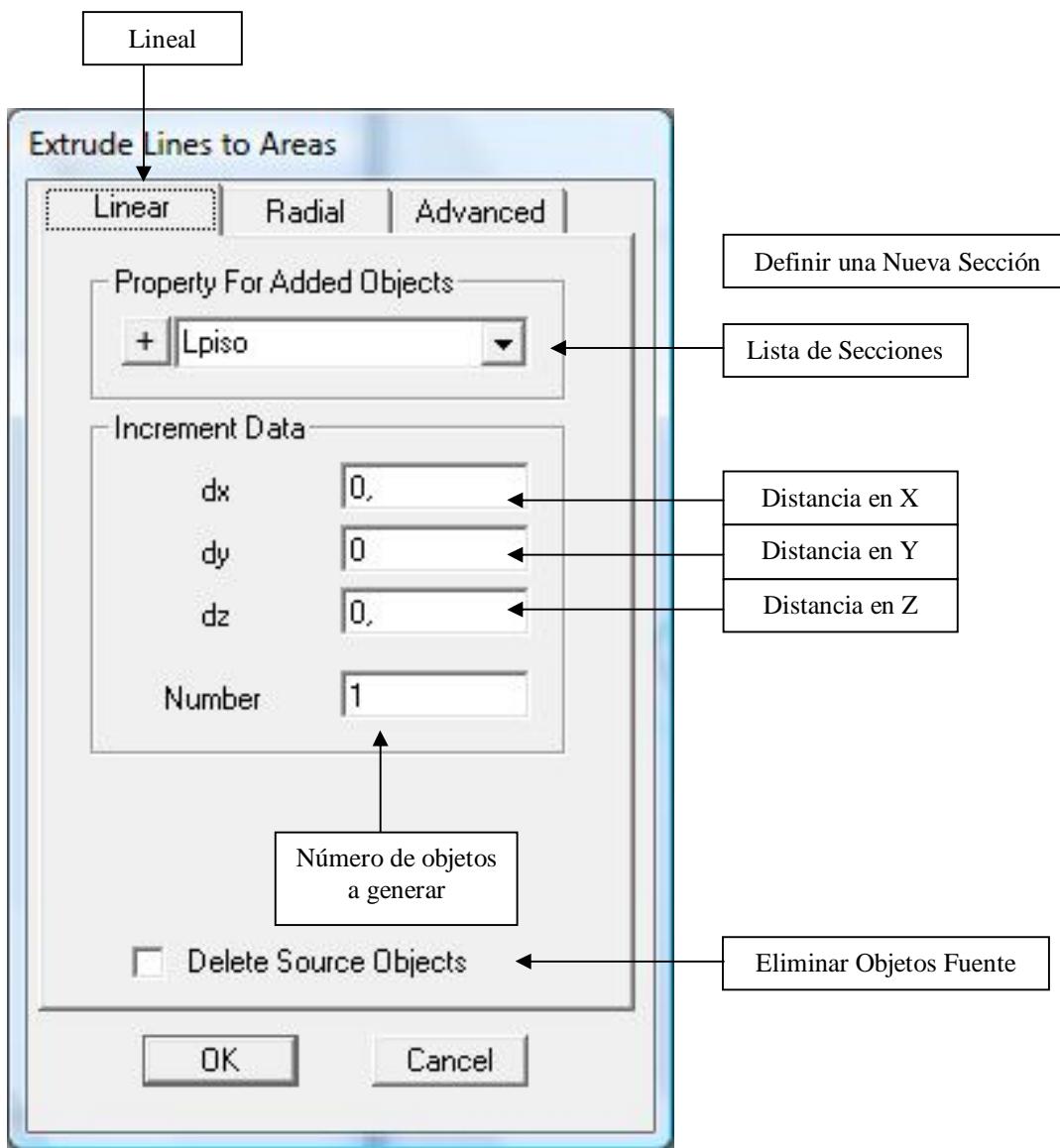


Se hace Click en “Define/Modify Path” y se nos abre el siguiente cuadro.



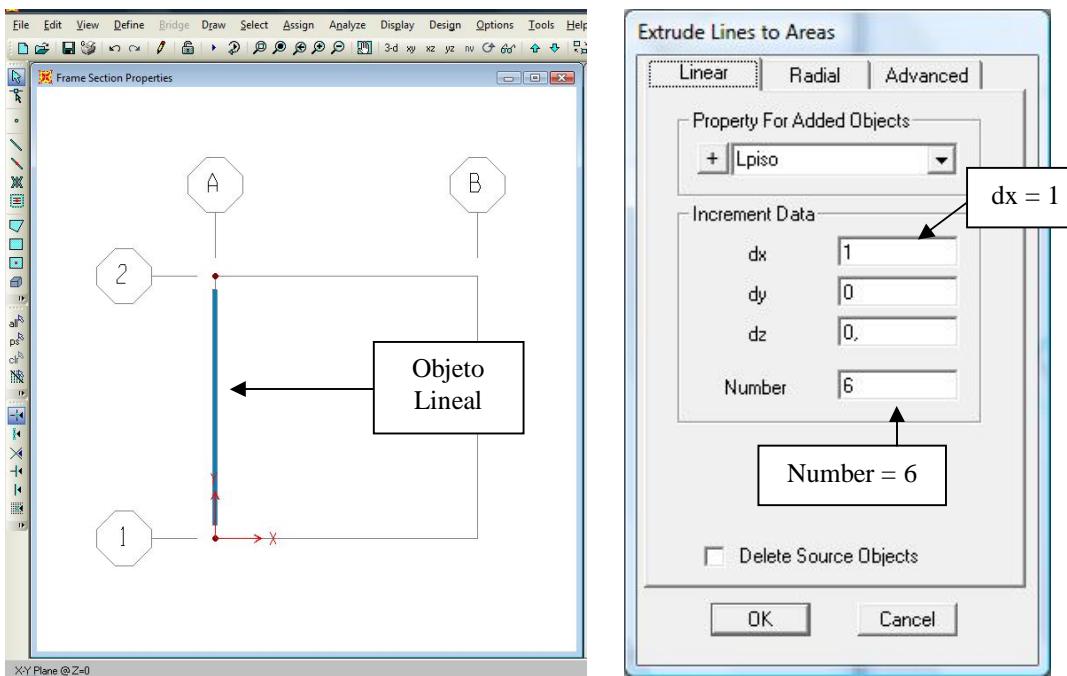
3.3.2. Extrude Lines to Areas: *Extruir Líneas a Áreas a*

- **Tipo: Lineal.**

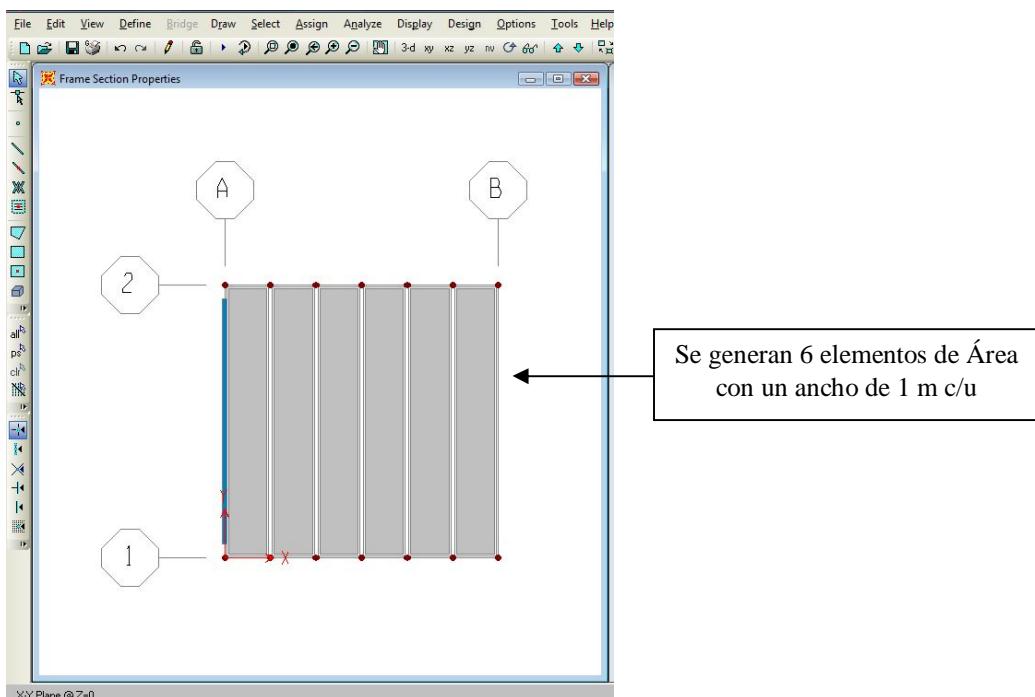


Ejemplo: Consideremos un elemento lineal en el plano XY tal como se muestra en la figura. Se selecciona dicho elemento, y luego seguimos la ruta:

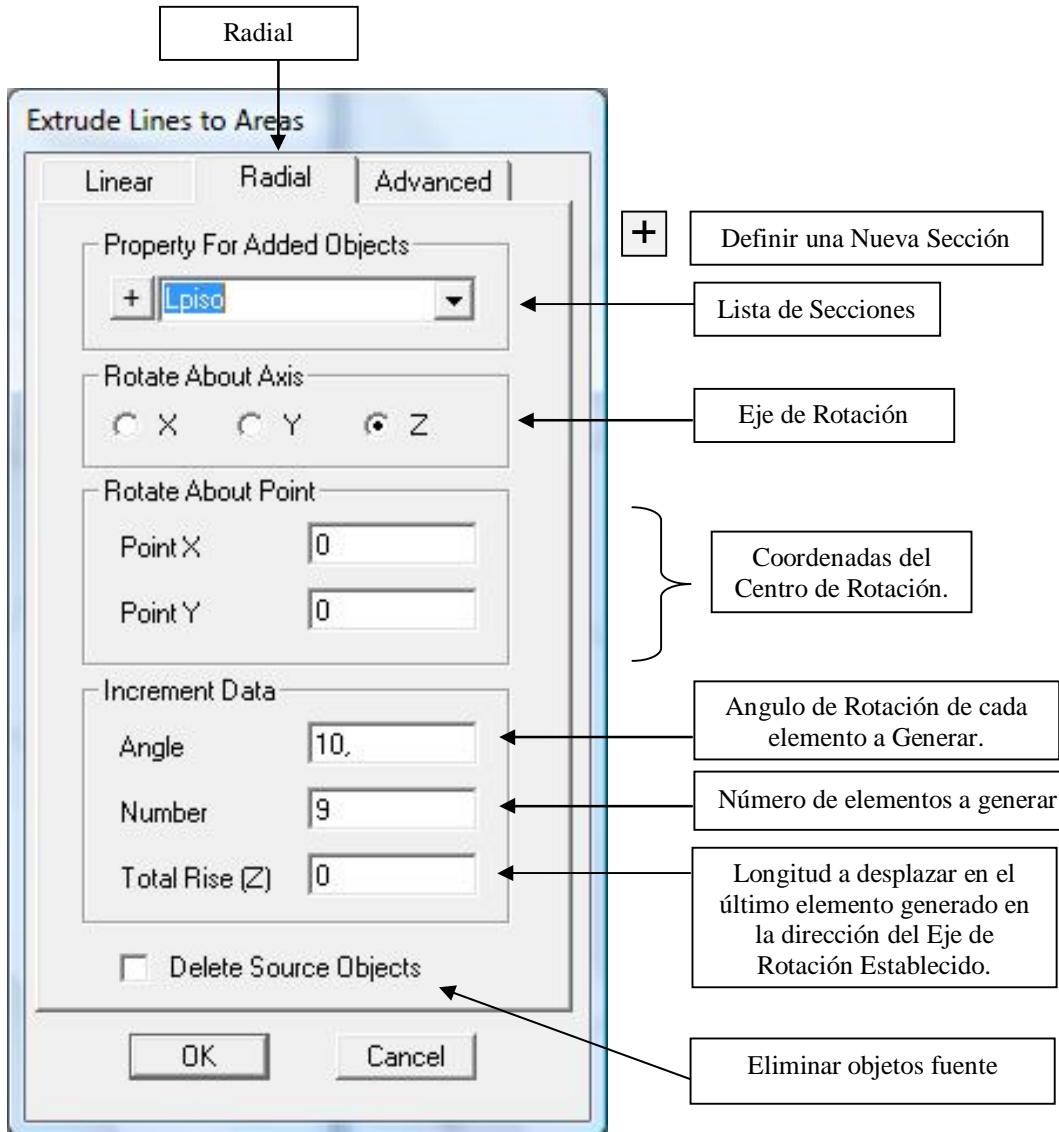
MENU EDIT / EXTRUDE LINES TO AREAS / LINEAR.



Una vez establecida la opción correspondiente con los datos indicados, se obtiene lo siguiente:

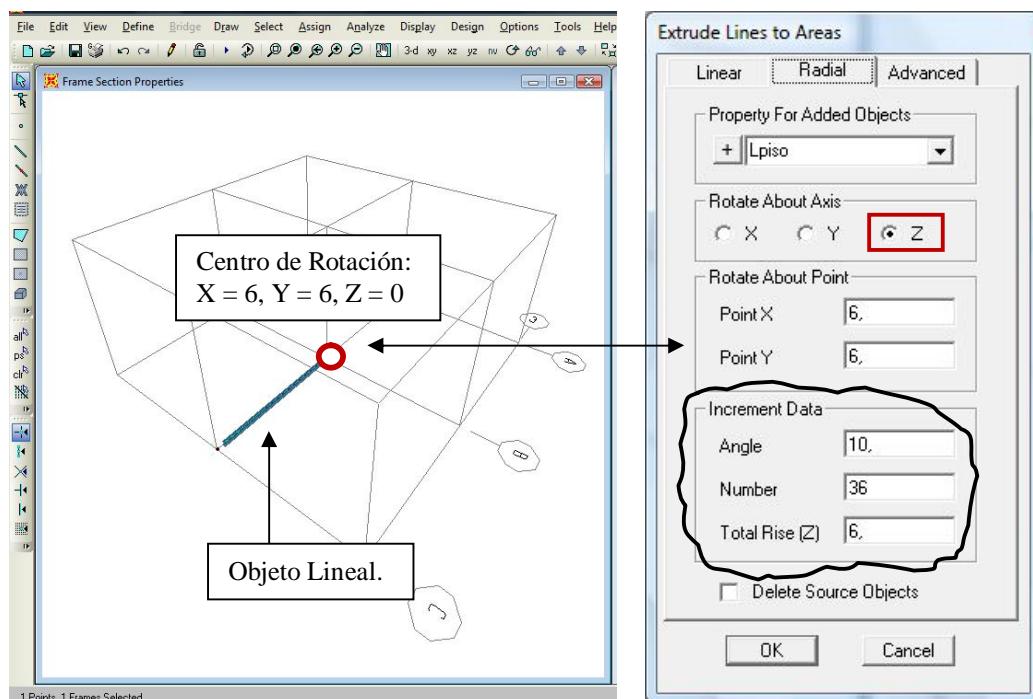


➤ **Tipo: Radial.**

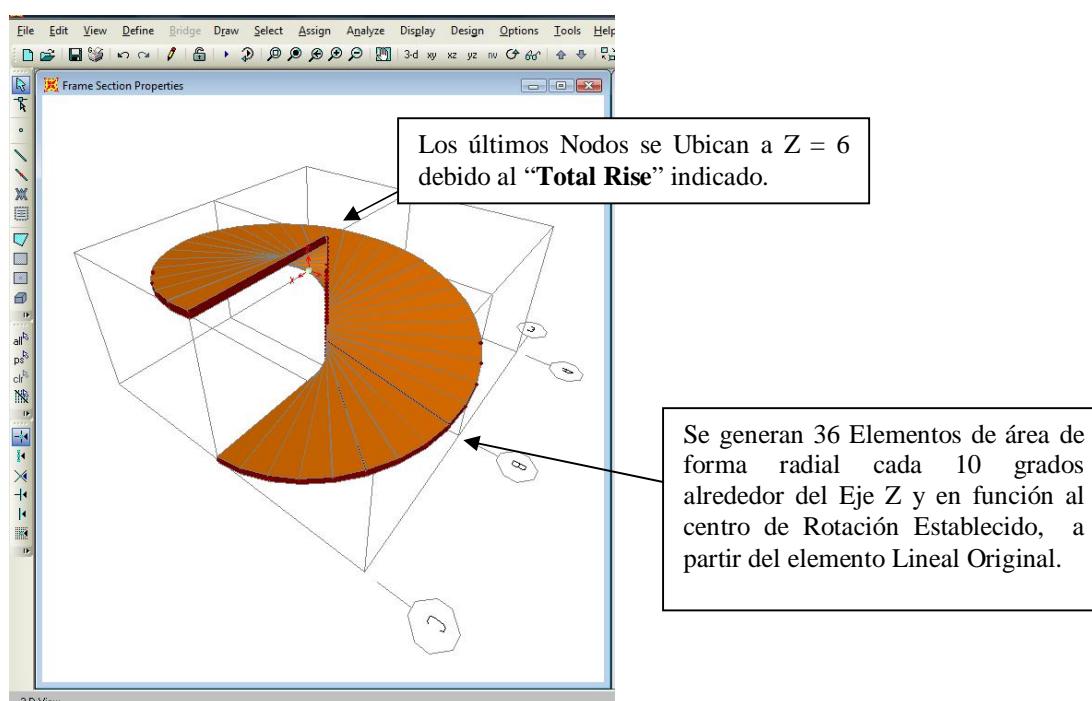


Ejemplo: Consideremos un elemento lineal ubicado en el plano XY tal como se muestra en la figura. Se selecciona dicho elemento, y luego seguimos la ruta:

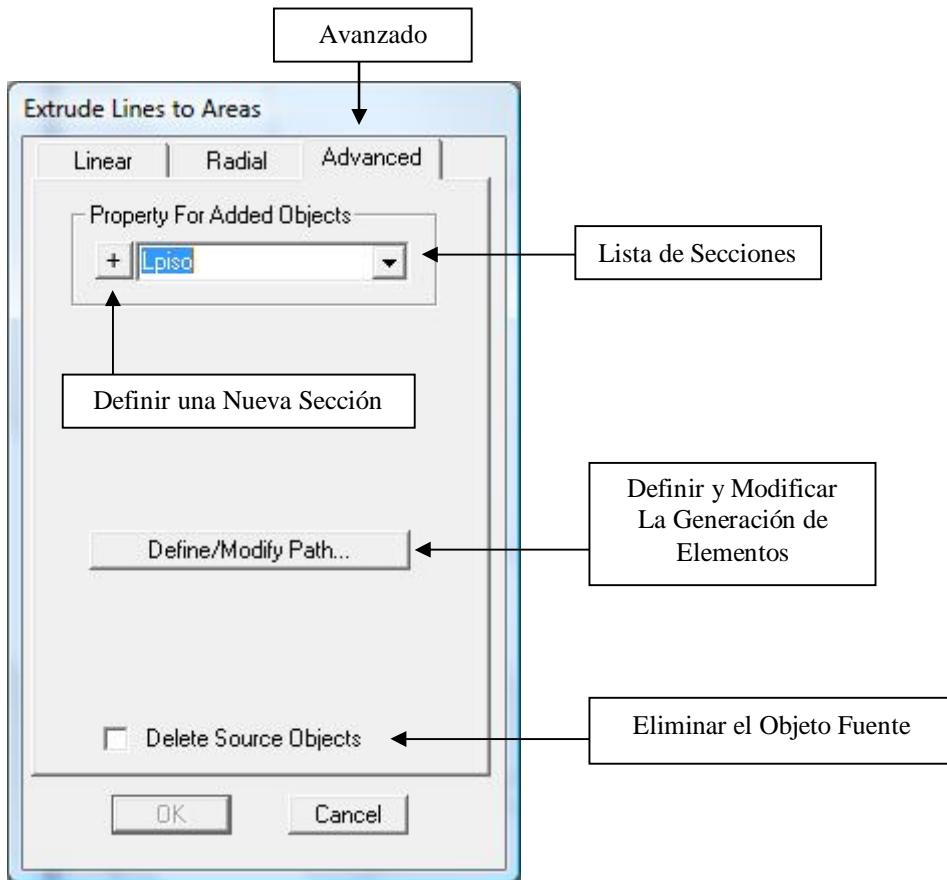
MENU EDIT / EXTRUDE LINES TO AREAS / RADIAL.



Una vez establecida la opción correspondiente con los datos indicados, se obtiene lo siguiente:



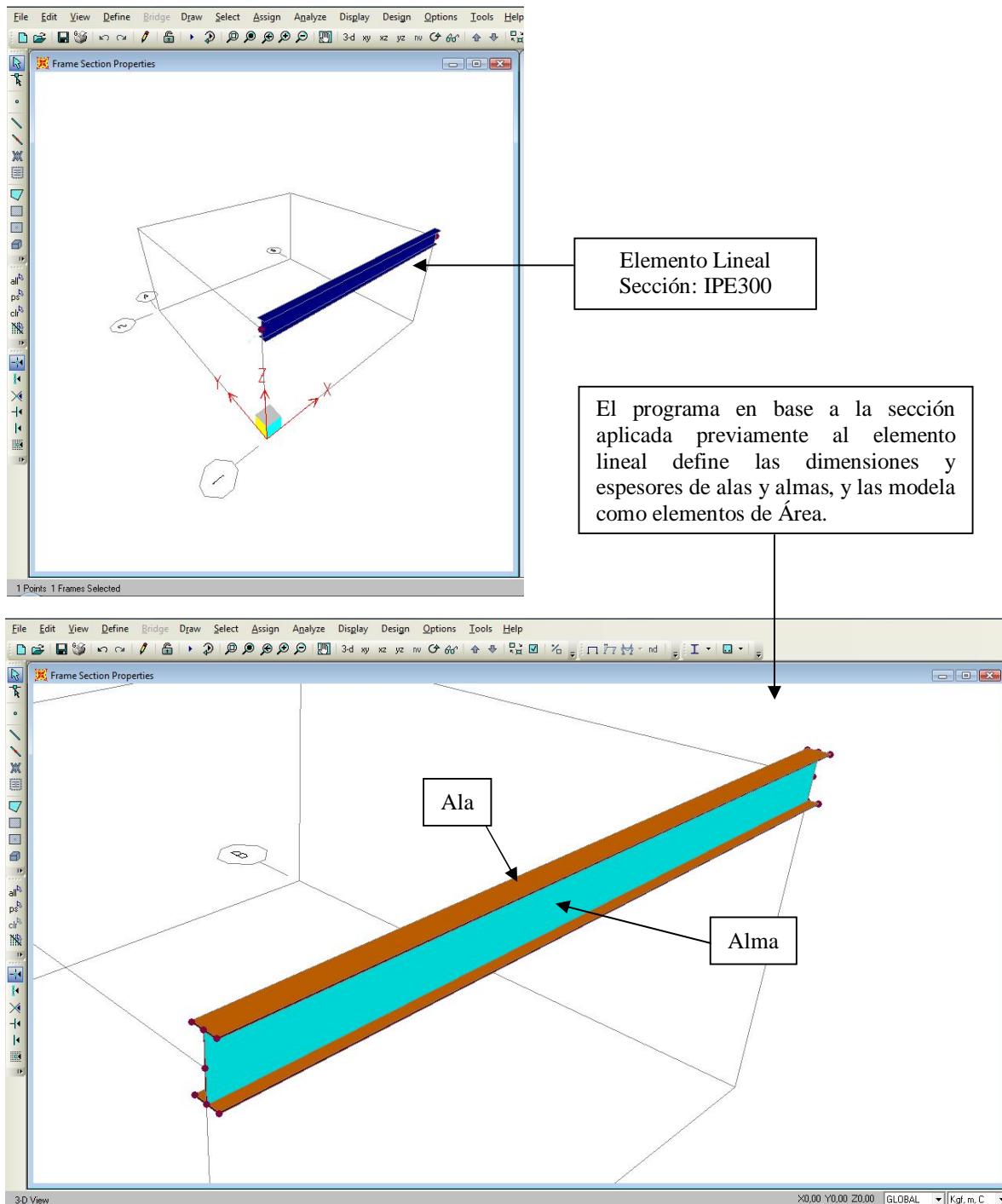
➤ **Tipo: Advanced**



3.3.3. Convert Lines to Areas: Convertir líneas a Áreas.

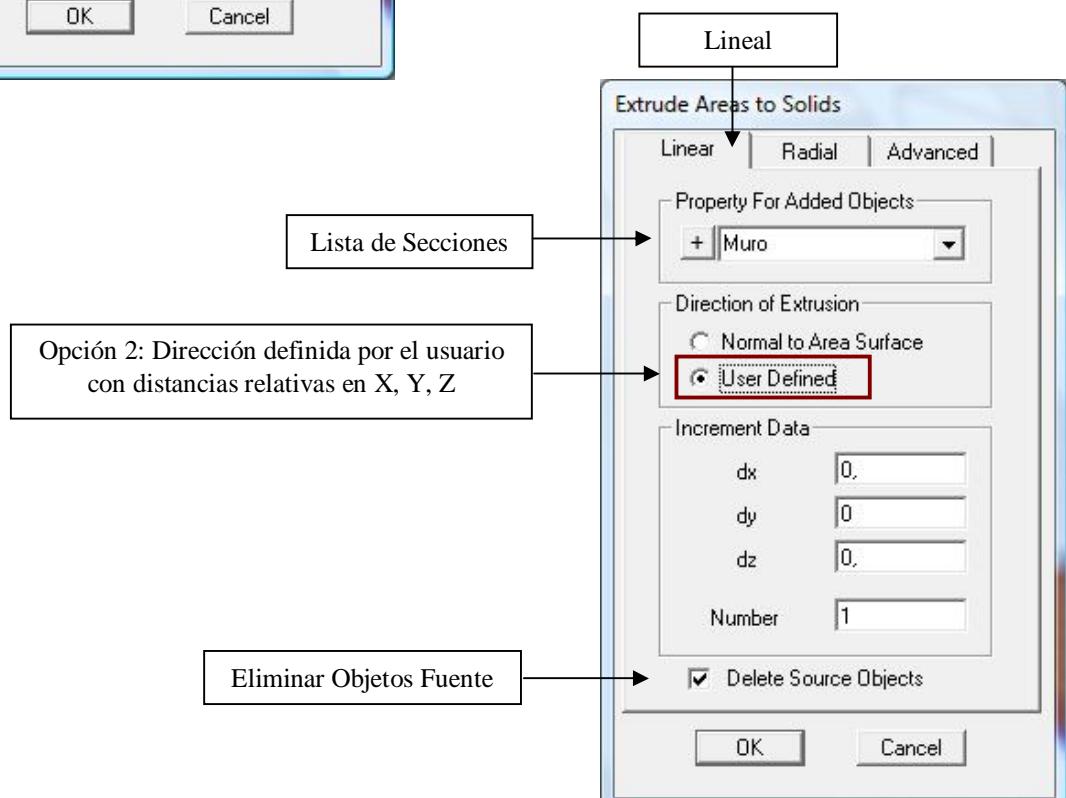
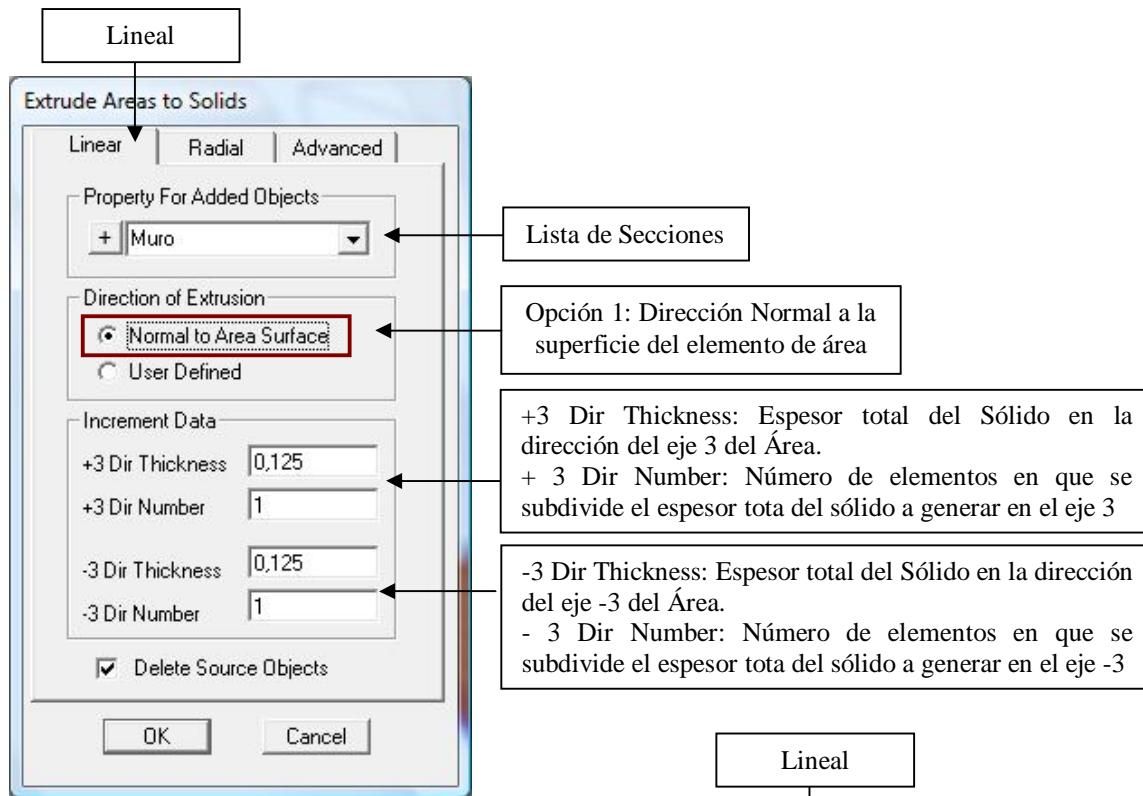
Ejemplo: Consideremos un elemento lineal ubicado en 3D tal como se muestra en la figura. Se selecciona dicho elemento, y luego seguimos la ruta:

MENU EDIT / CONVERT LINES TO AREAS.



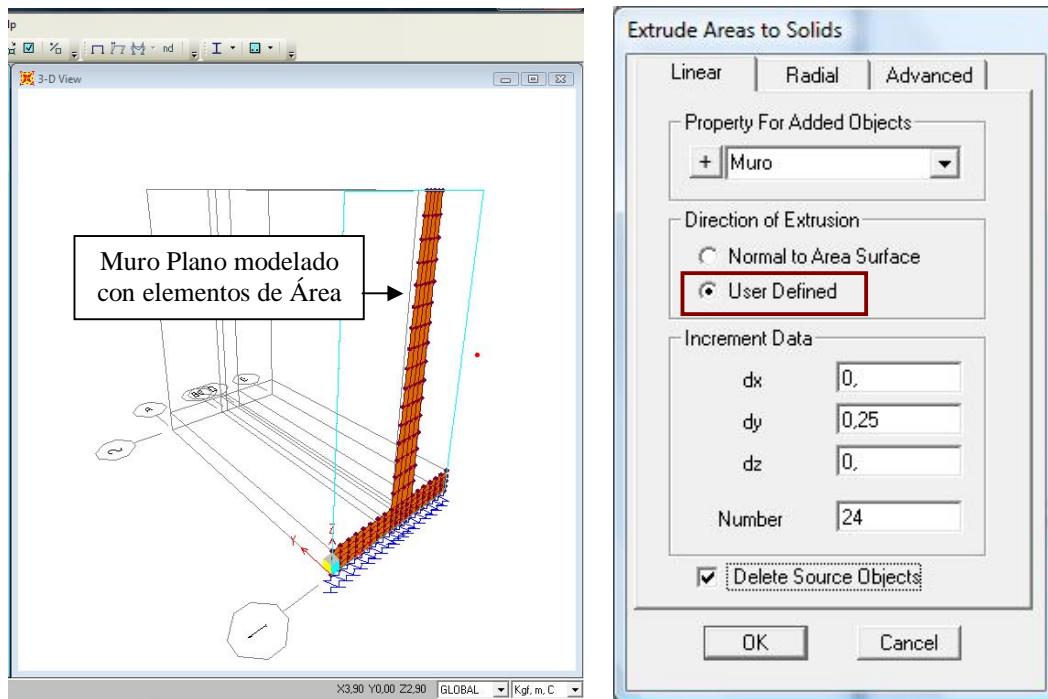
3.3.4. Extrude Areas to Solid: Extruir Áreas a Sólidos.

➤ Tip: Lineal

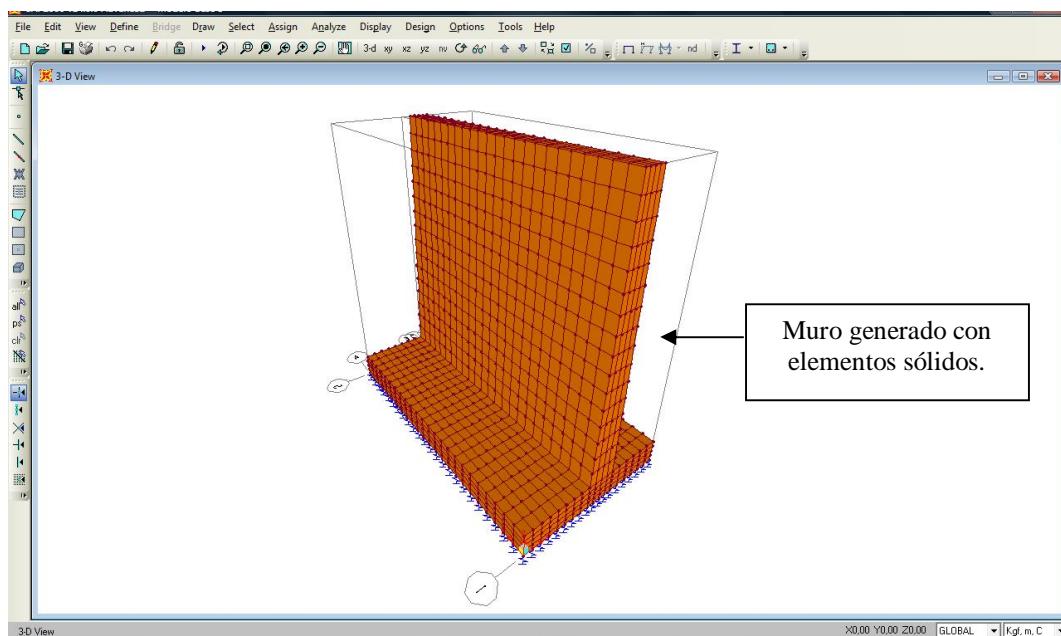


Ejemplo: Consideremos un modelo con elementos de área que conforman un muro ubicado en el plano XZ tal como se muestra en la figura. Se seleccionan todos los elementos de área, y luego seguimos la ruta:

MENU EDIT / EXTRUDE LINES TO AREAS / RADIAL.



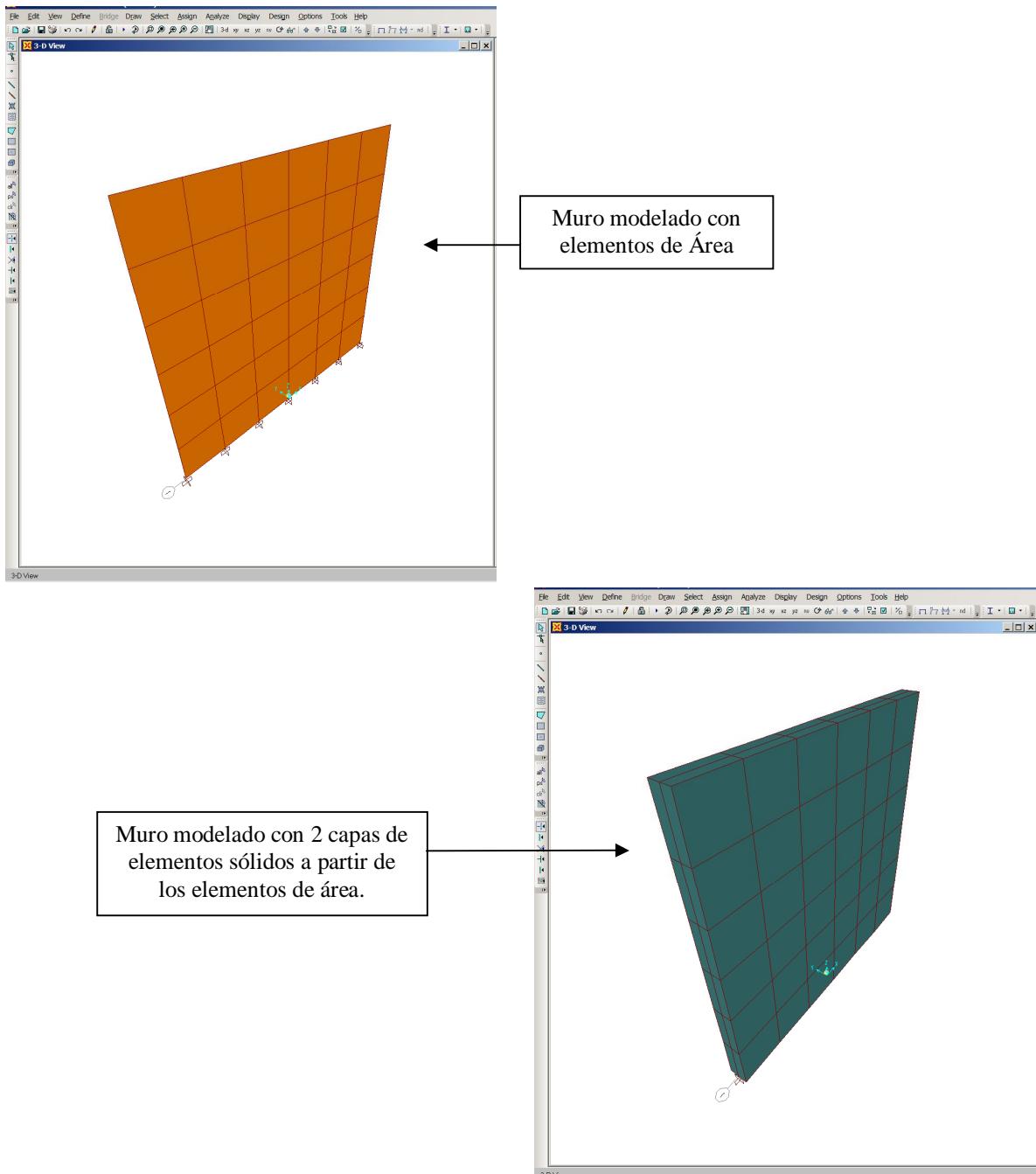
Una vez establecida la opción correspondiente con los datos indicados, se obtiene lo siguiente:



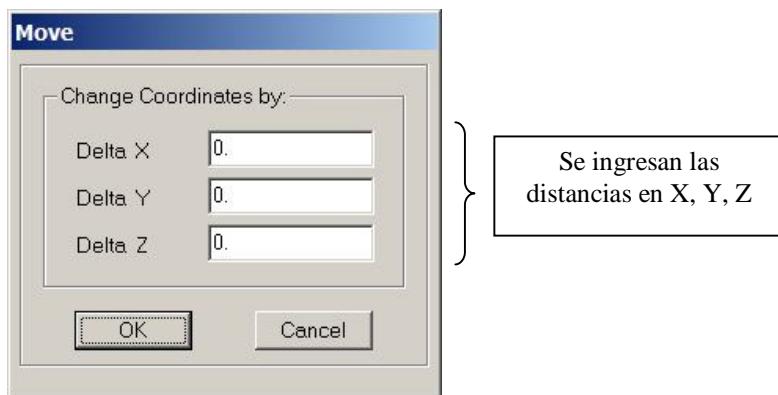
3.3.5. Convert Areas to Solid: Convertir Areas en Sólidos.

Ejemplo: Consideremos un muro modelado con elementos de área tal como se muestra en la figura. Se selecciona todo el modelo, y luego seguimos la ruta:

MENU EDIT / CONVERT AREAS TO SOLID.

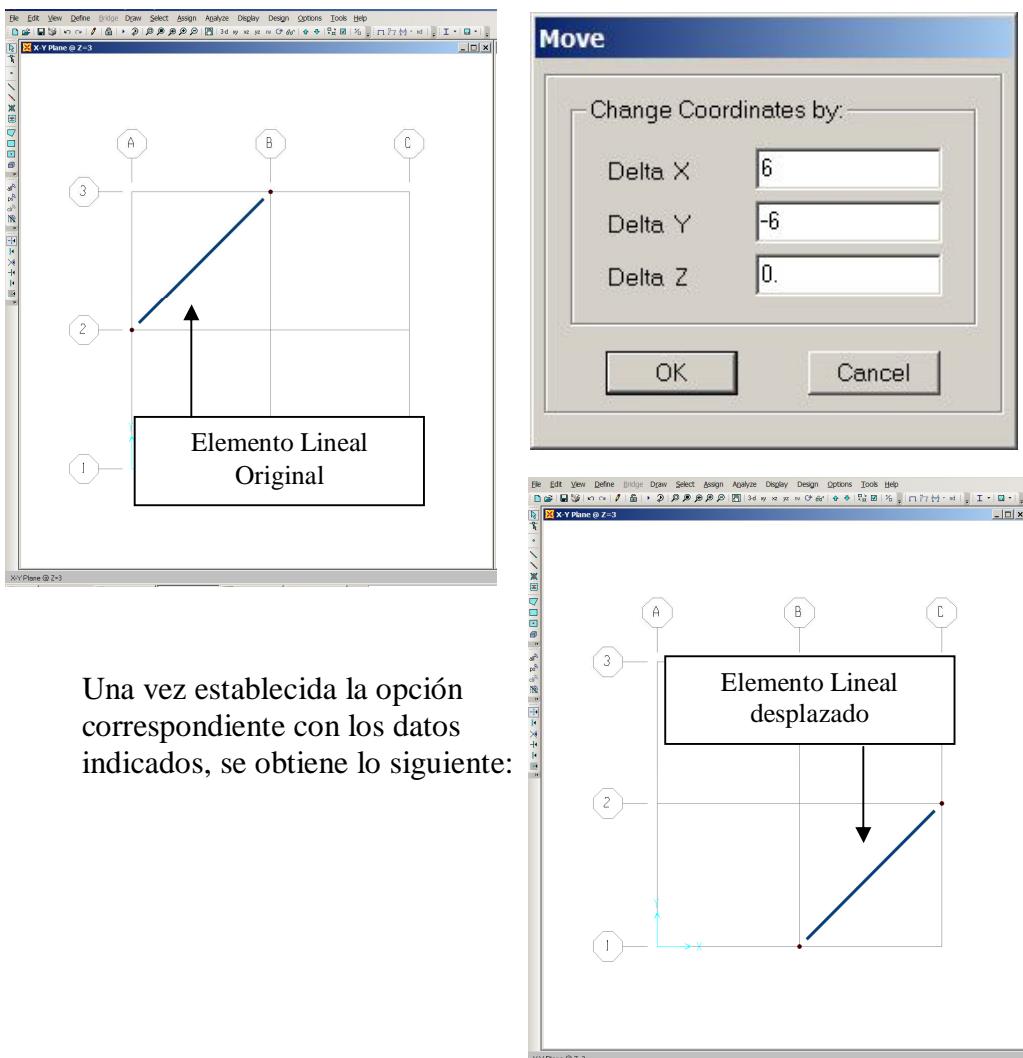


3.4. Move: Mover



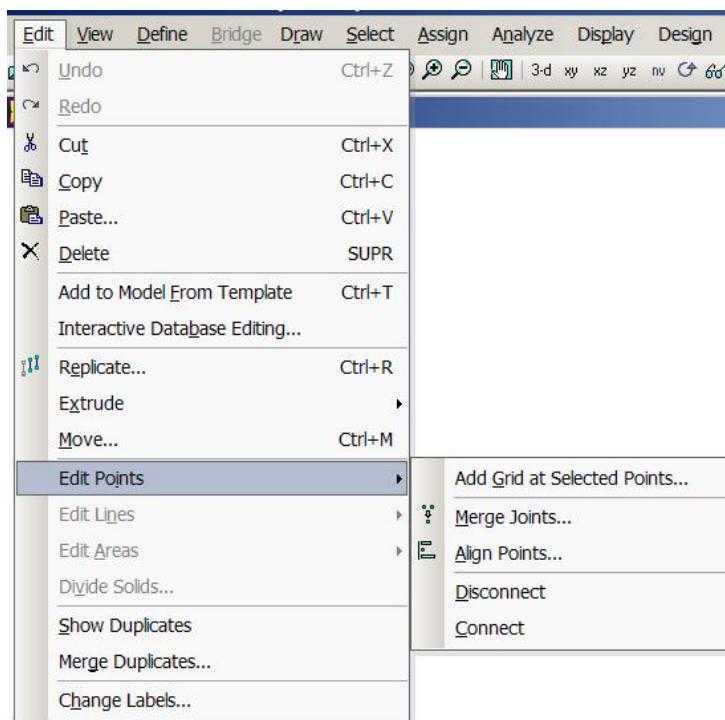
Ejemplo: Consideremos un elemento lineal ubicado en el plano XY tal como se muestra en la figura. Se seleccionan dicho elemento, y luego seguimos la ruta:

MENU EDIT / MOVE.

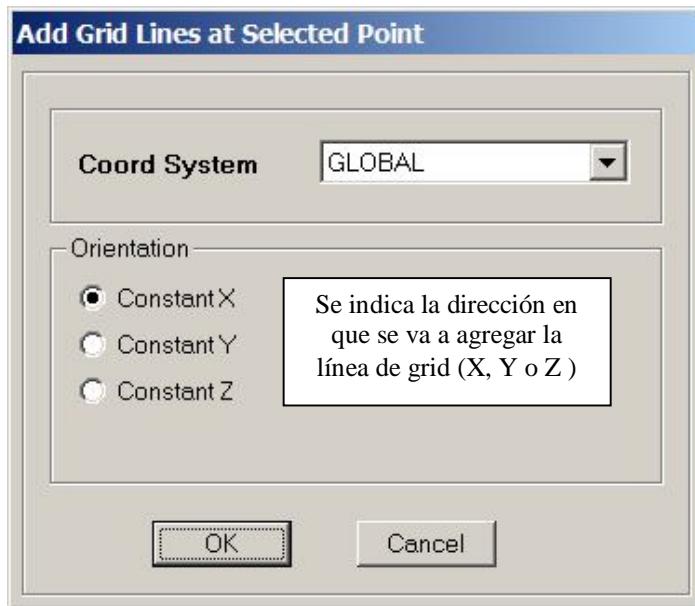


Una vez establecida la opción correspondiente con los datos indicados, se obtiene lo siguiente:

3.5. Edit Points: Editar Puntos.

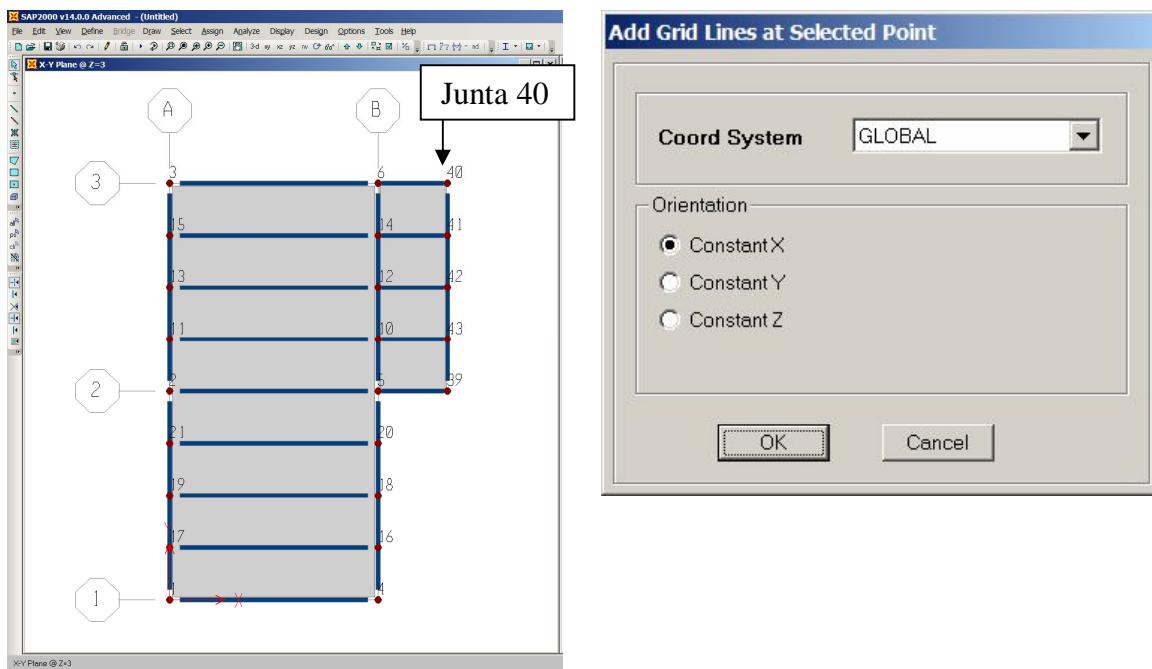


3.5.1. Add Grid at Select Points: Adicionar una línea de Grid al Punto seleccionado.

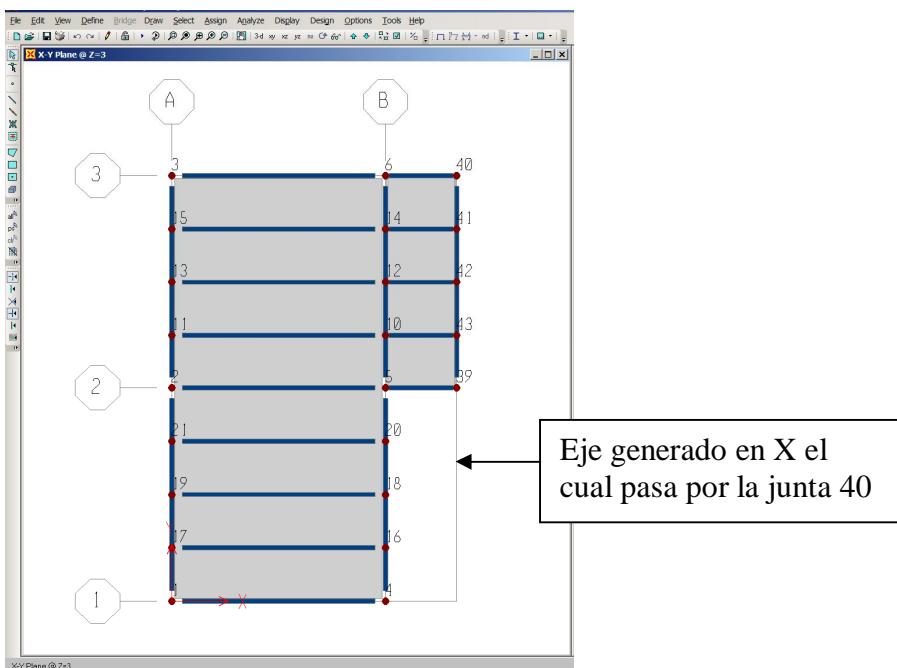


Ejemplo: Consideremos un sistema de piso con vigas, correas y una losacero en el plano XY donde se tienen los ejes A, B, 1, 2 y 3 tal como se muestra en la figura. Se selecciona la junta Nro 40, y luego seguimos la ruta:

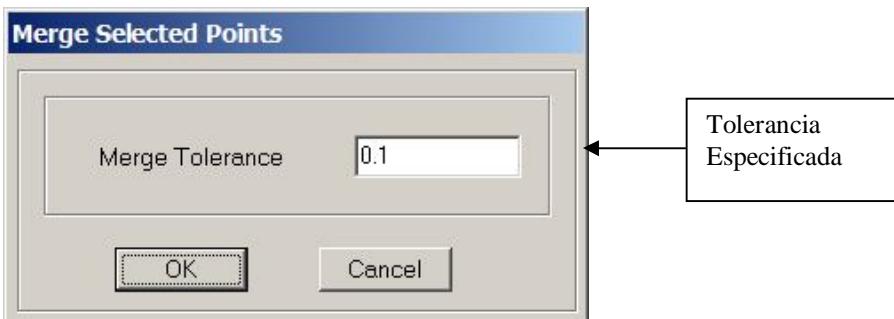
MENU EDIT / EDIT POINTS / ADD GRID AT SELECT POINTS.



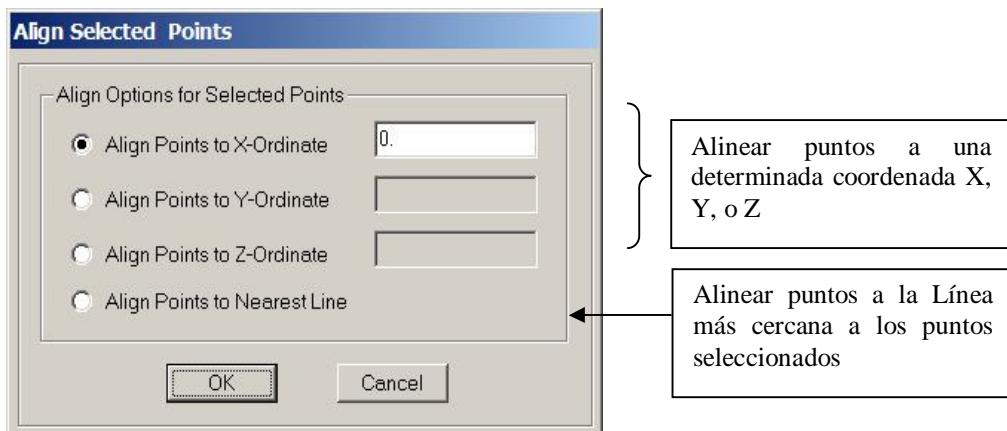
Una vez establecida la opción correspondiente con los datos indicados, se obtiene lo siguiente:



3.5.2. Merge Joints: Unir Juntas dentro de una tolerancia específica.

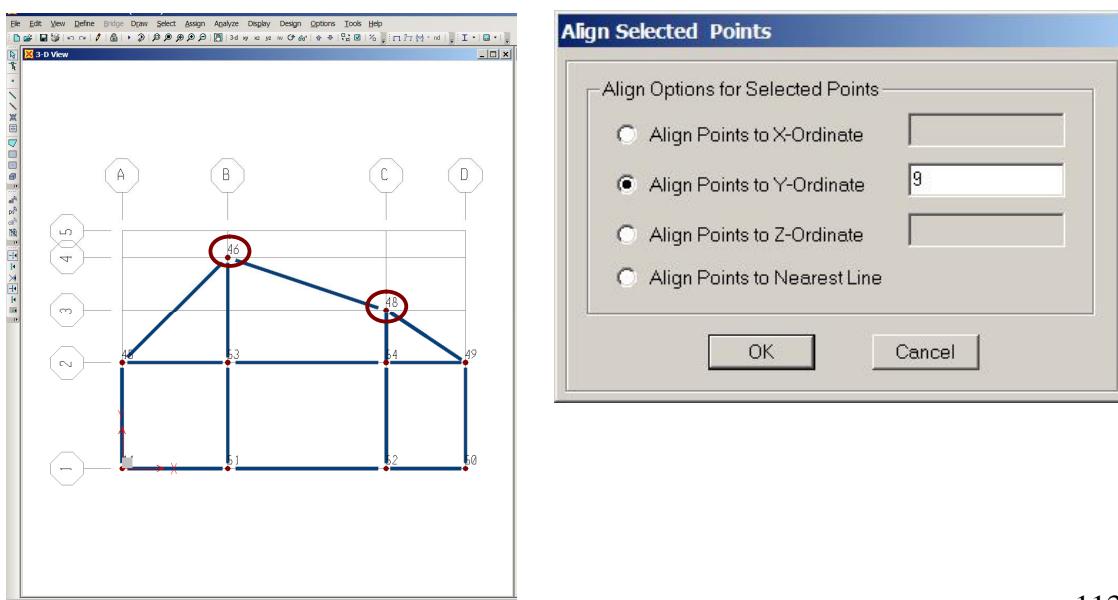


3.5.3. Aligned Points: Alinear Puntos.

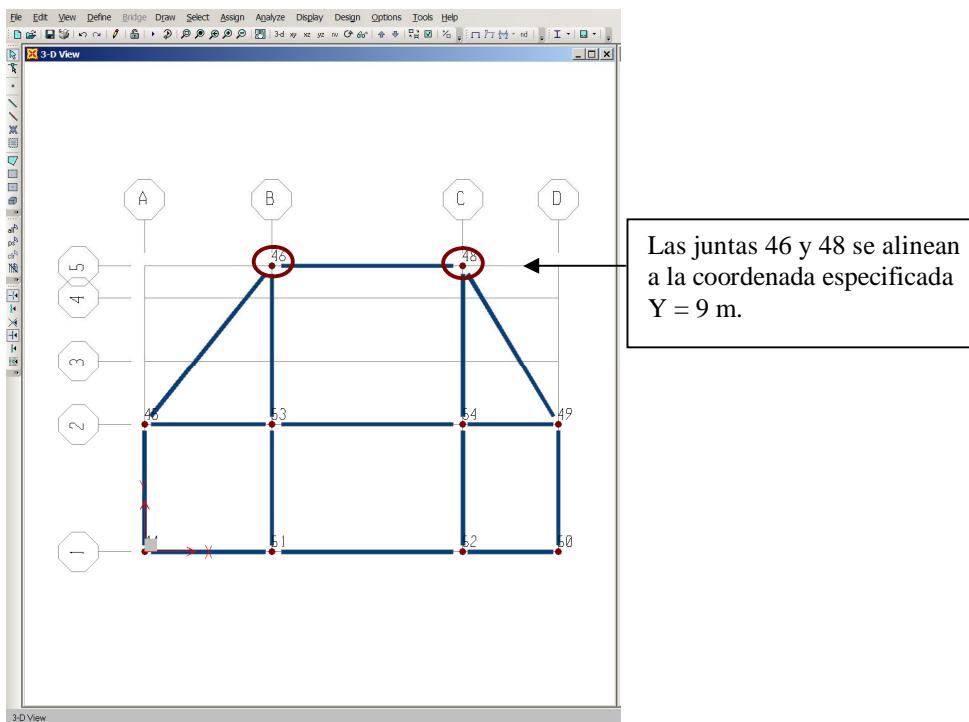


Ejemplo: Consideremos un sistema de elementos lineales ubicados en el plano XY tal como se muestra en la figura. Se seleccionan las juntas Nro 46 y 48 identificadas con círculos, y luego seguimos la ruta:

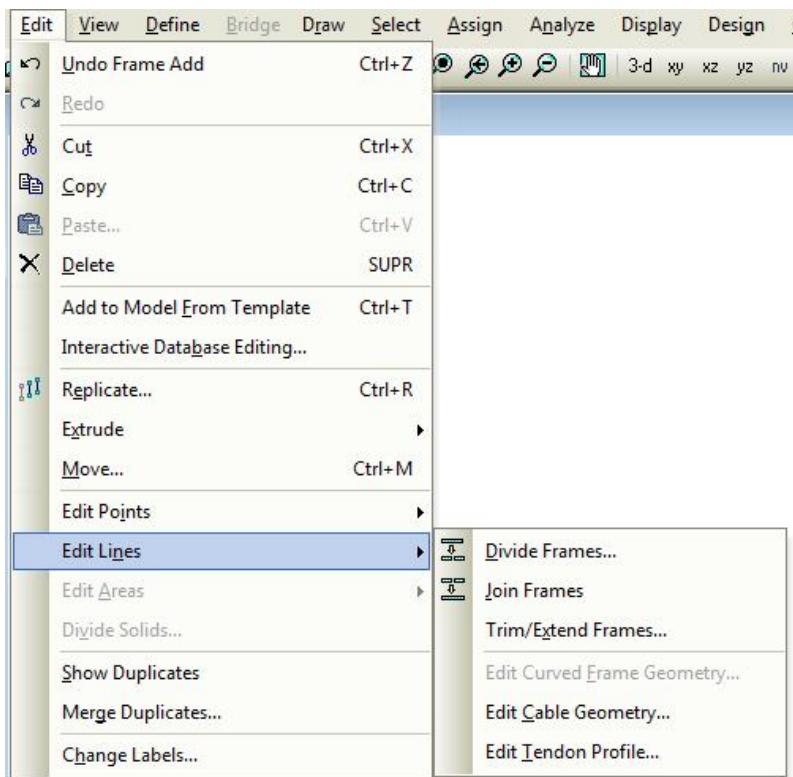
MENU EDIT / EDIT POINTS / ADD GRID AT SELECT POINTS.



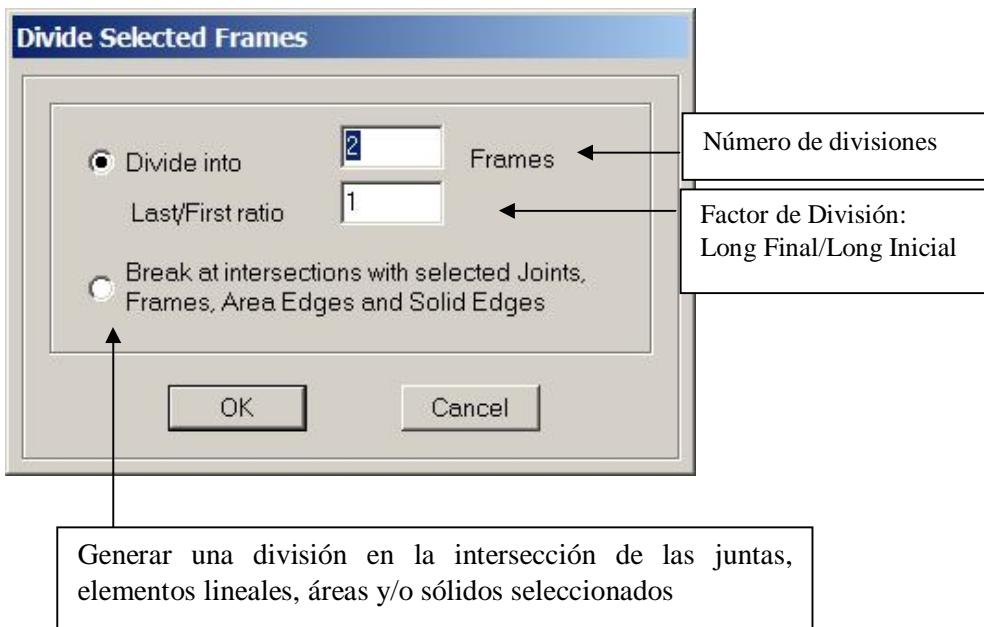
Una vez establecida la opción correspondiente con los datos indicados, se obtiene lo siguiente:



3.6. Edit Lines: Editar Líneas.

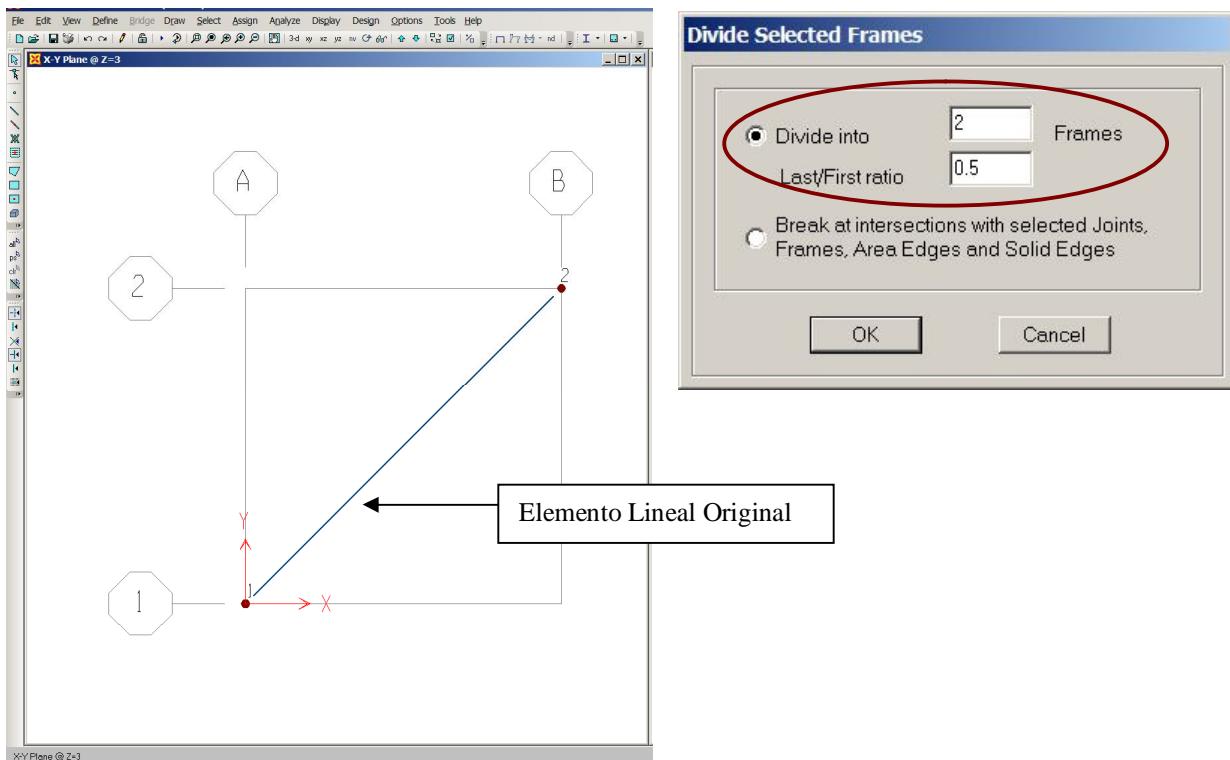


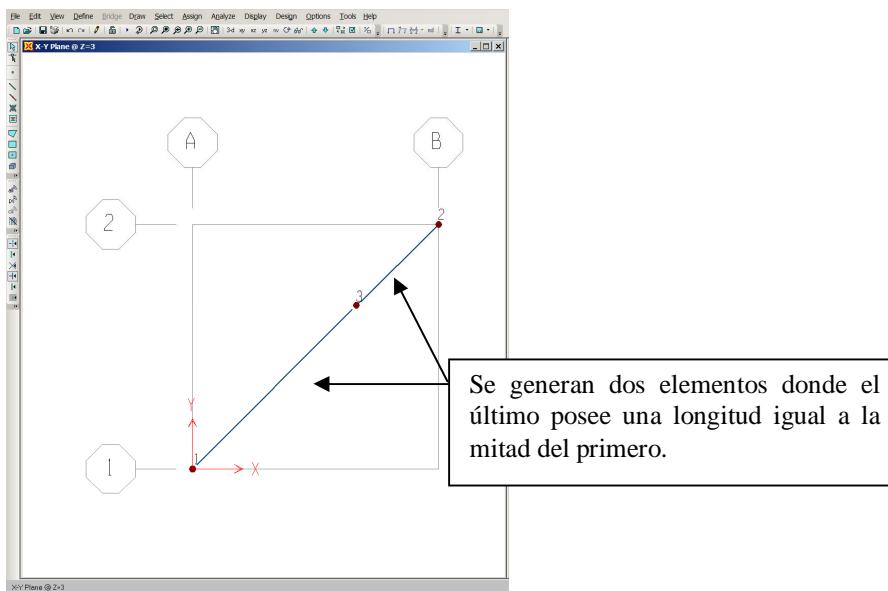
3.6.1. Divide Frames: Dividir elementos de Pórtico “Frame”



Ejemplo 1: Consideremos un elemento lineal ubicado en el plano XY tal como se muestra en la figura. Se selecciona dicho elemento, y luego seguimos la ruta:

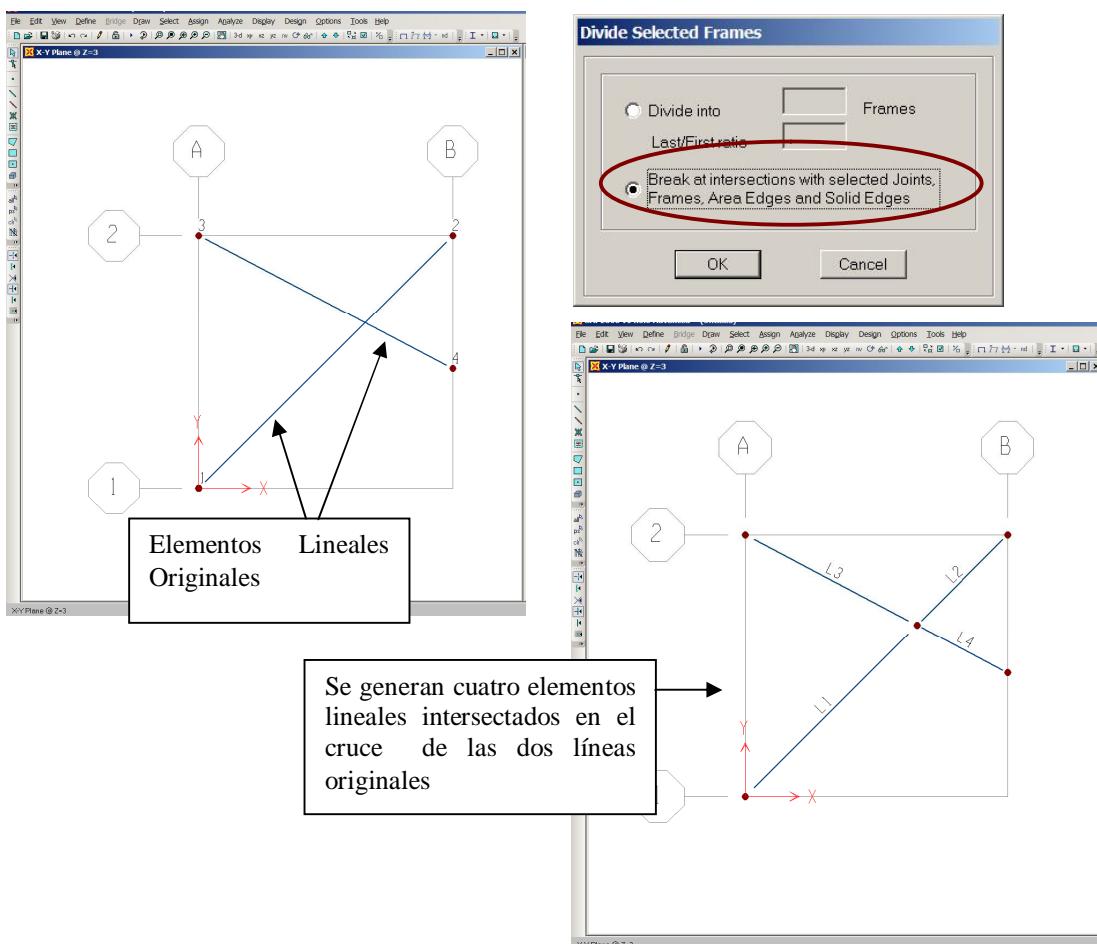
MENU EDIT / EDIT LINES / DIVIDE FRAMES.





Ejemplo 2: Consideremos dos elementos lineales ubicados en el plano XY tal como se muestra en la figura. Se selecciona dicho elemento, y luego seguimos la ruta:

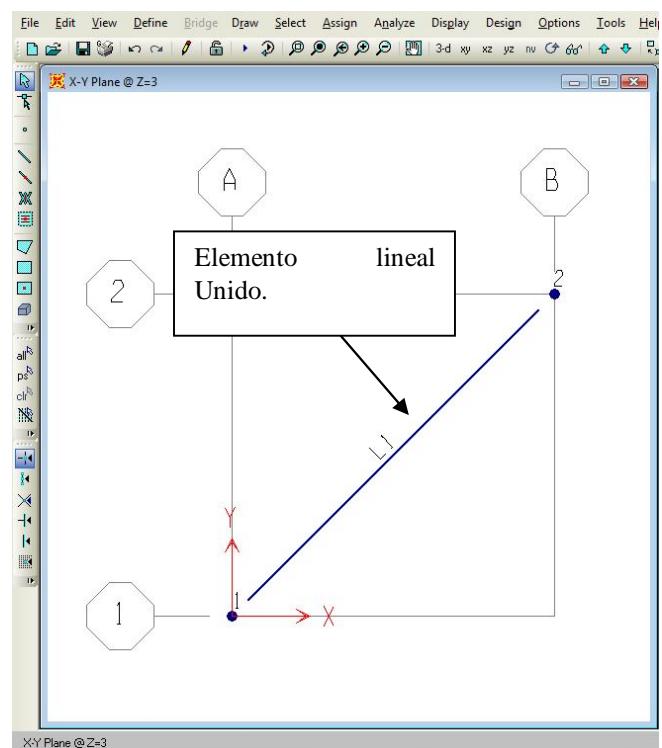
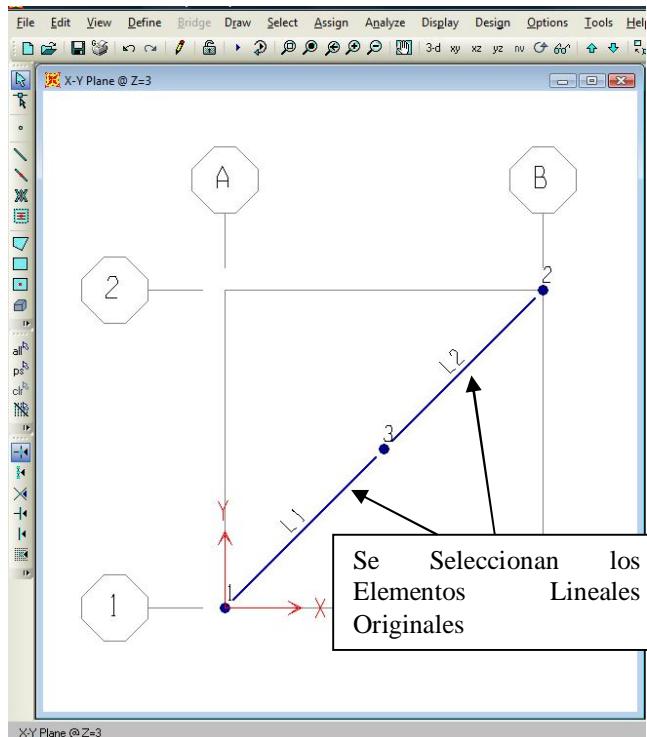
MENU EDIT / EDIT LINES / DIVIDE FRAMES.



3.6.2. Join Frames: Unir Elementos de Pórtico “Frame”.

Ejemplo: Consideremos dos elementos lineales ubicados en el plano XY tal como se muestra en la figura. Se seleccionan ambos elementos, y luego seguimos la ruta:

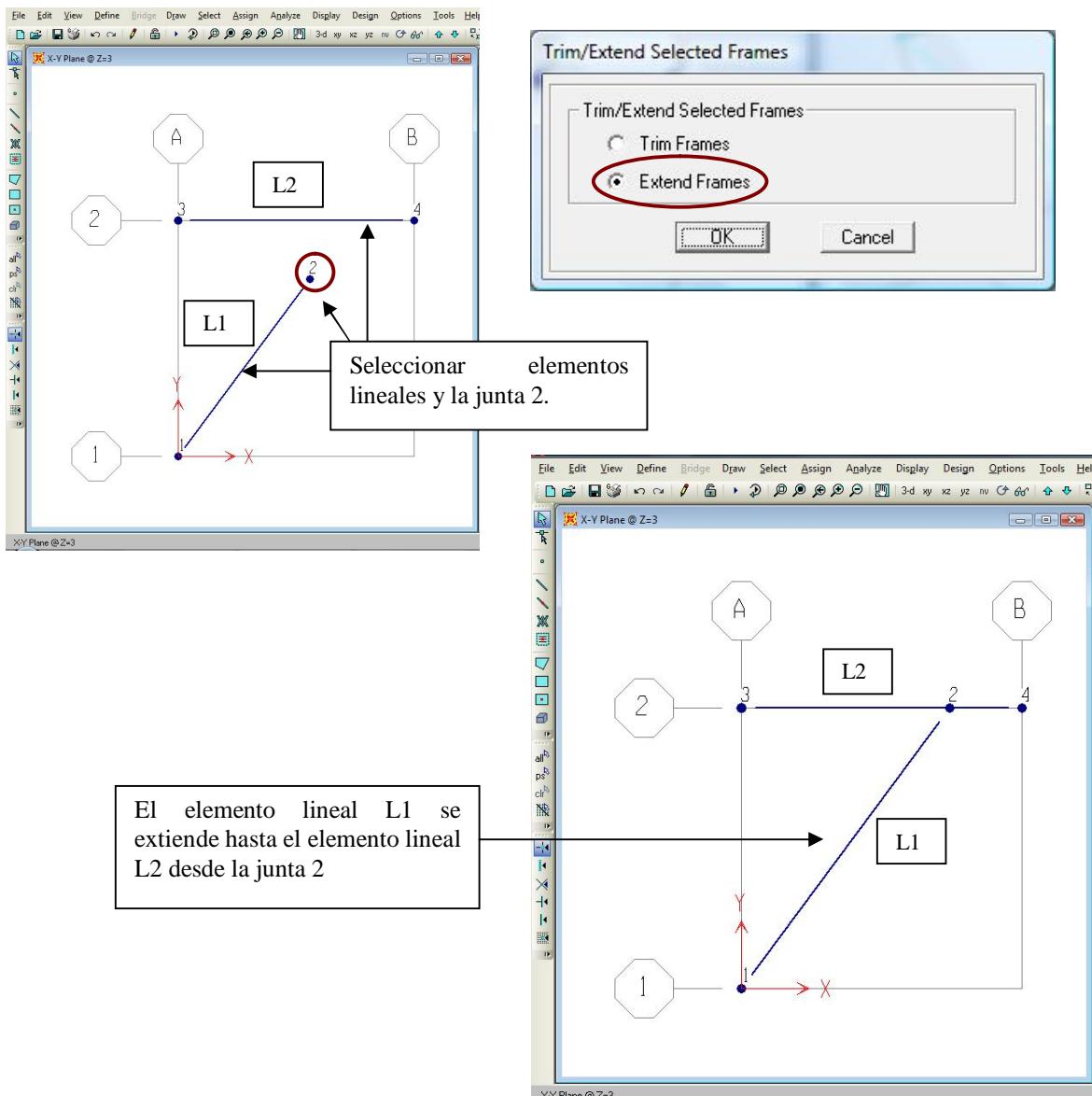
MENU EDIT / EDIT LINES / JOIN FRAMES.



3.6.3. Trim/Extend Lines: Recortar y Extender Líneas

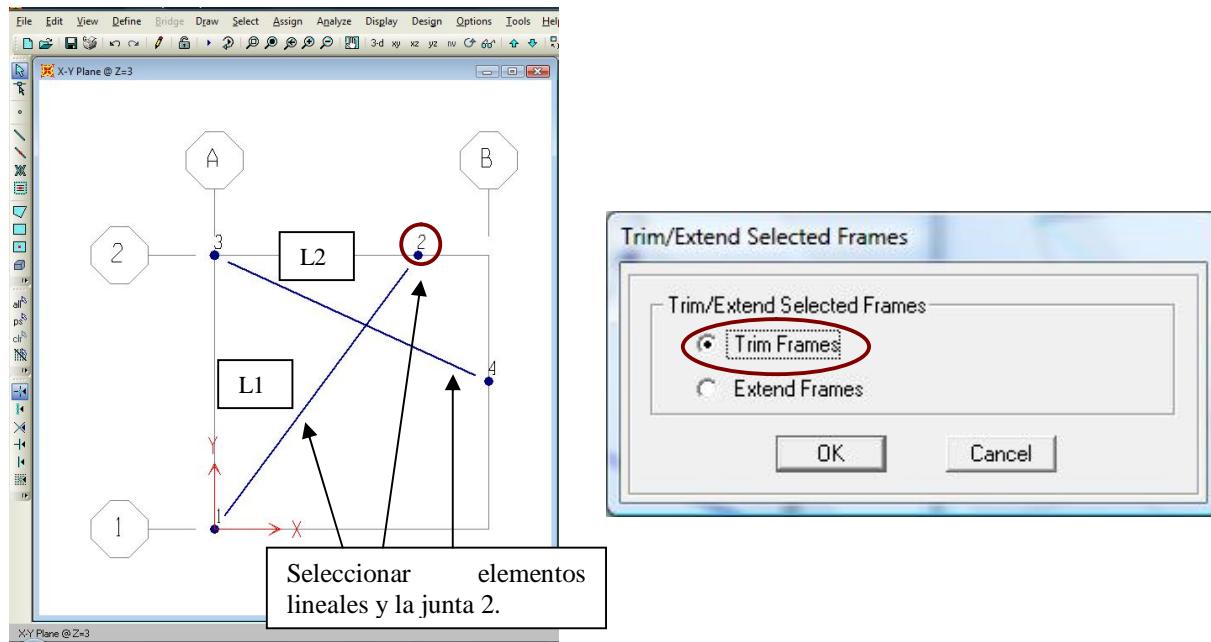
Ejemplo 1: Consideremos dos elementos lineales ubicados en el plano XY tal como se muestra en la figura. Se seleccionan ambos elementos y el nodo del extremo del elemento que se quiere extender hasta la otra línea, que en este caso es la junta numero 2, y luego seguimos la ruta:

MENU EDIT / EDIT LINES / TRIM/EXTEND FRAMES

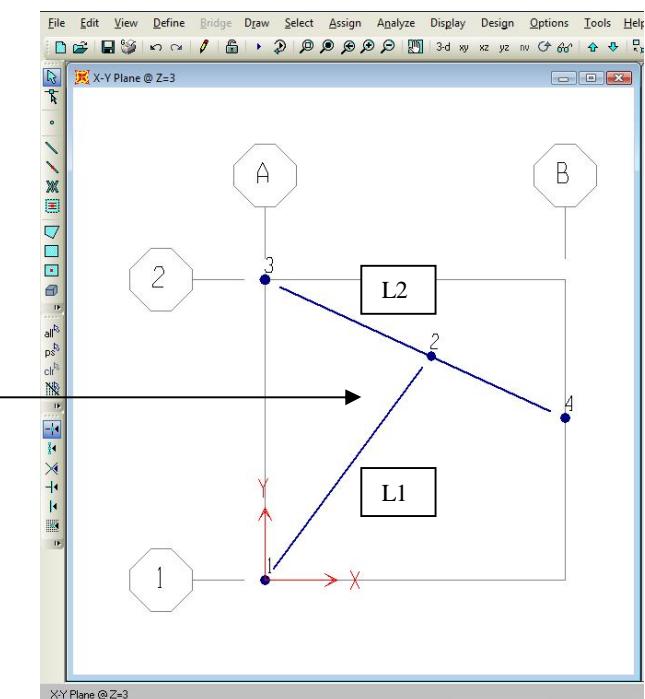


Ejemplo 2: Consideremos dos elementos lineales ubicados en el plano XY tal como se muestra en la figura. Se seleccionan ambos elementos y el nodo del extremo del elemento que se quiere extender hasta la otra línea, que en este caso es la junta numero 2, y luego seguimos la ruta:

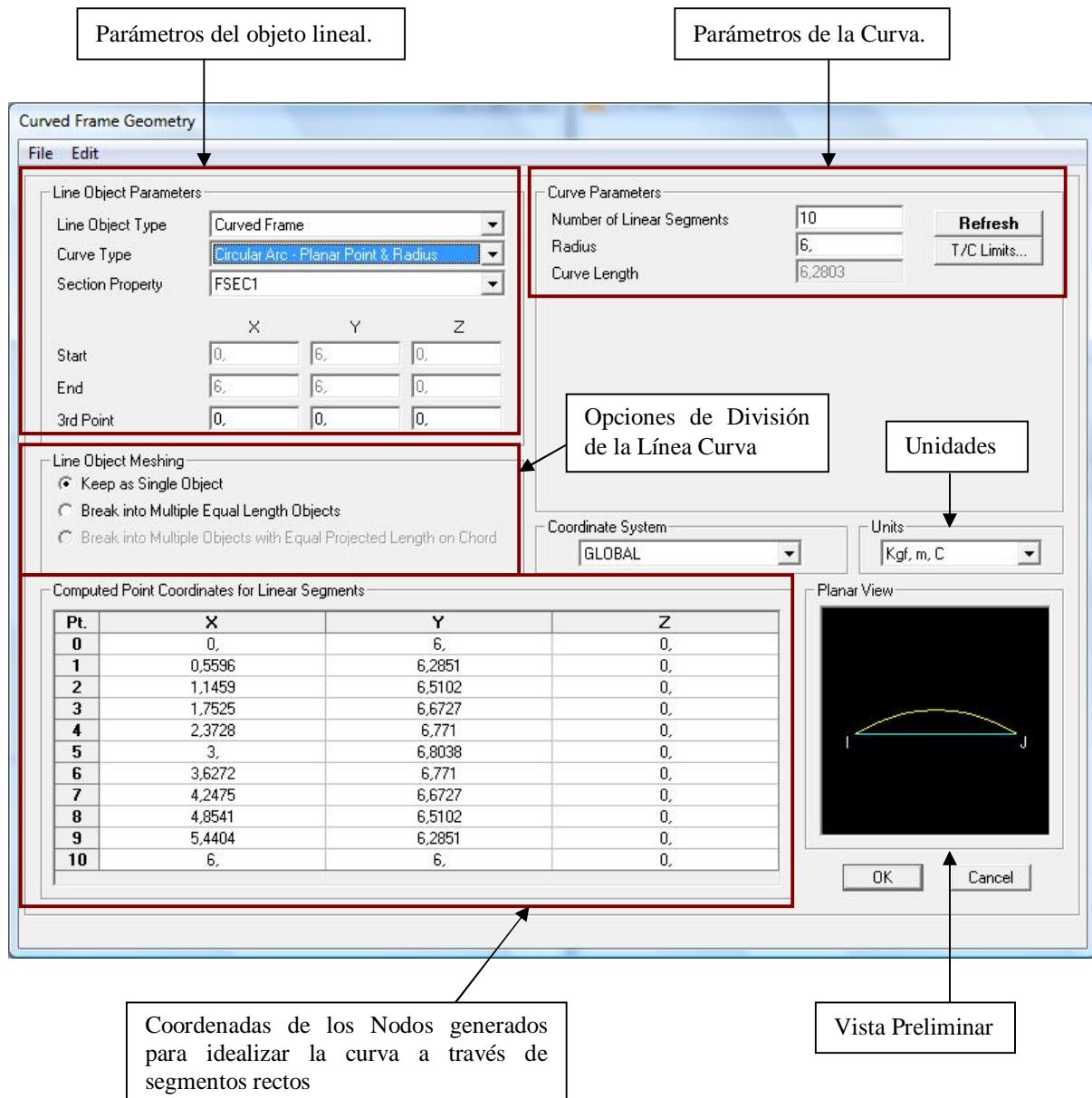
MENU EDIT / EDIT LINES / TRIM/EXTEND FRAMES

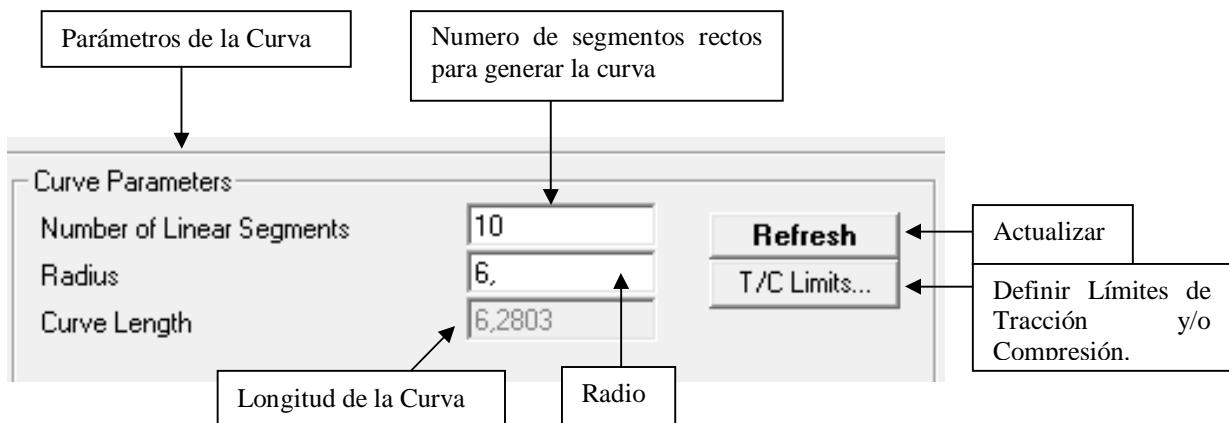
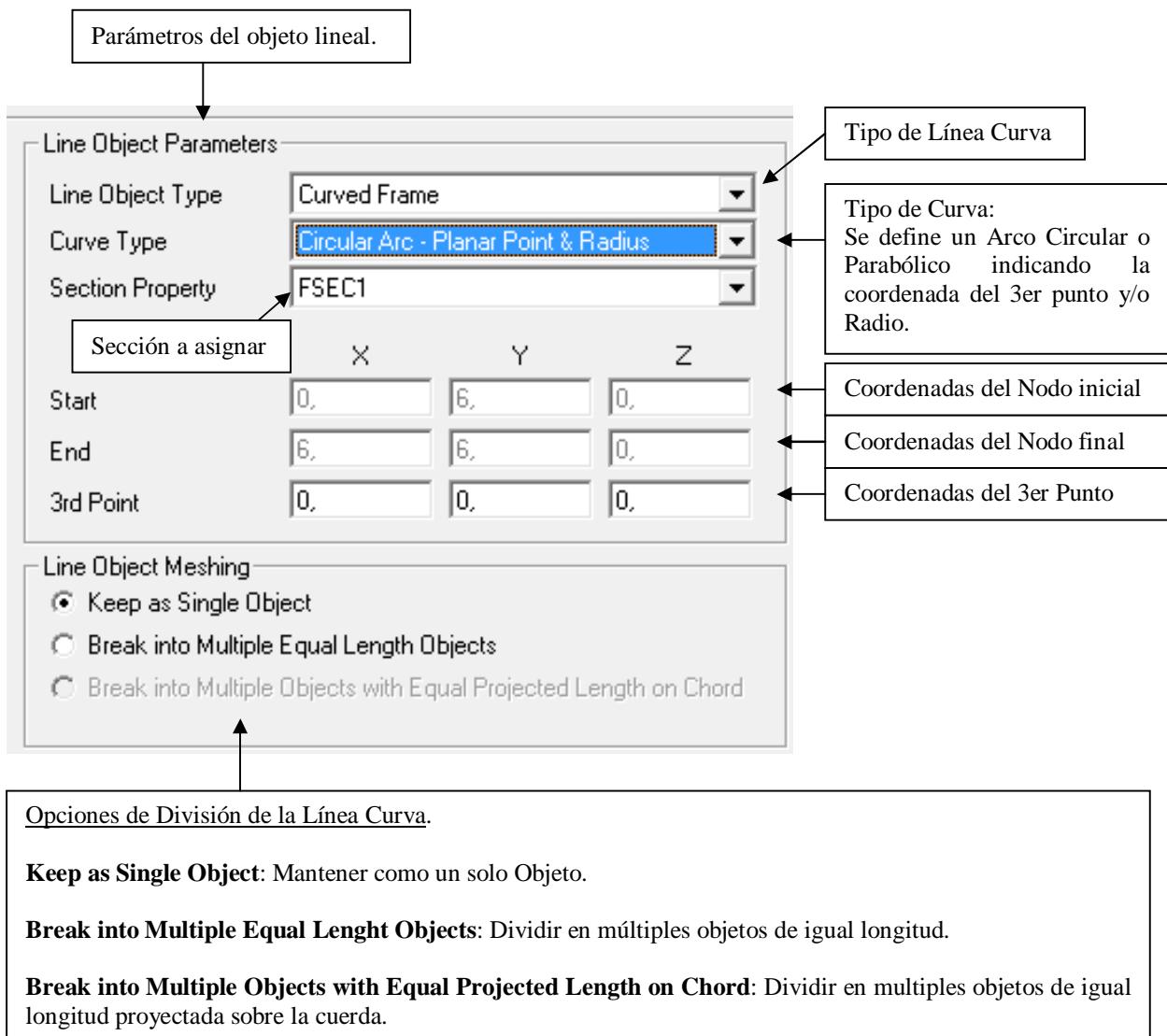


El elemento lineal L1 se corta hasta la intersección con el elemento lineal L2 desde la Junta 2



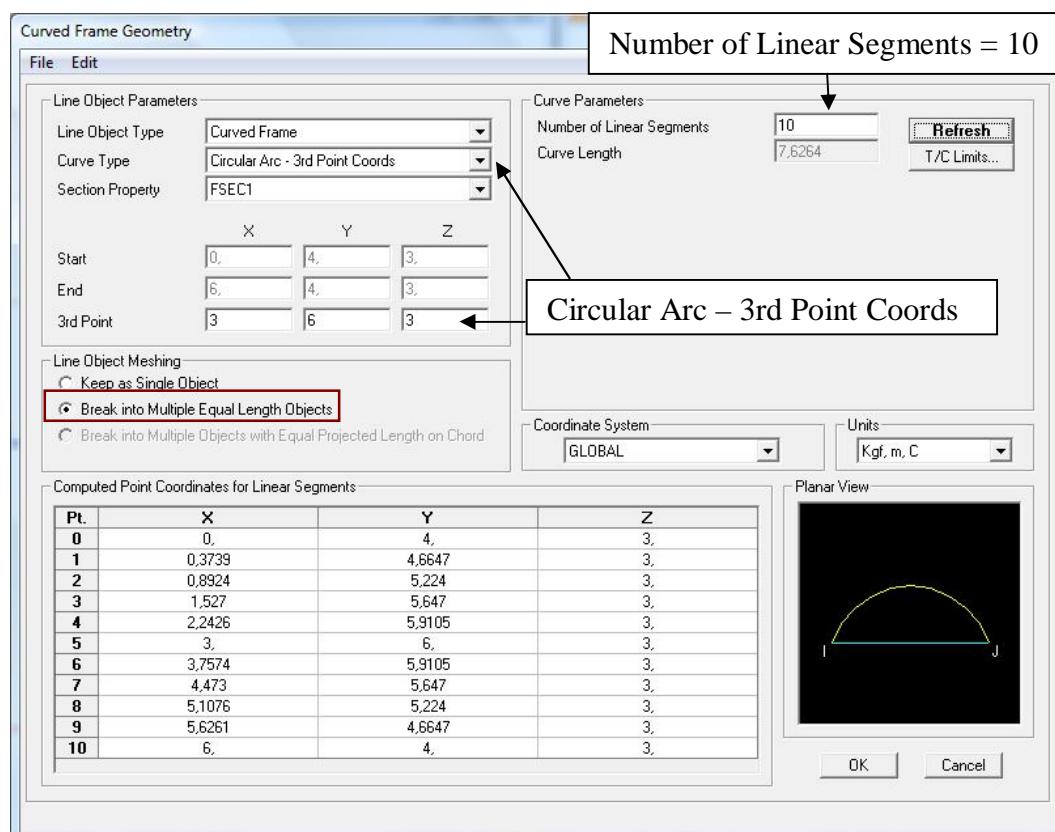
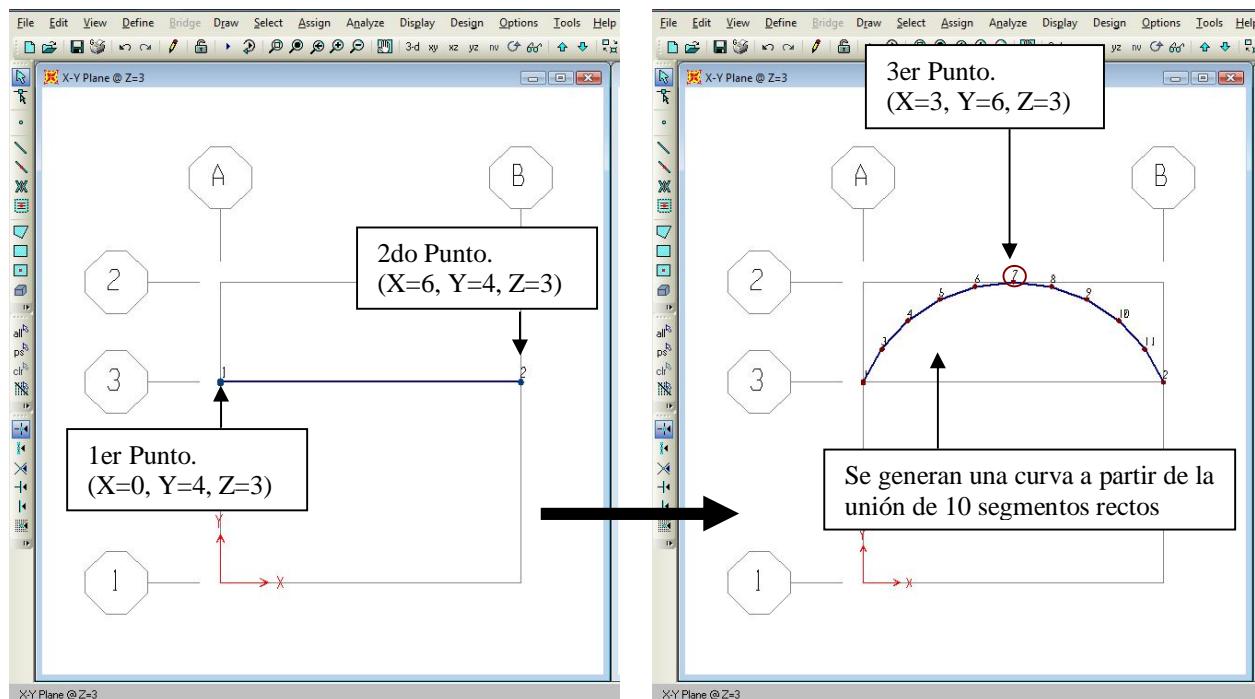
3.6.4. Edit Curved Lines: *Editar Líneas Curvas.*



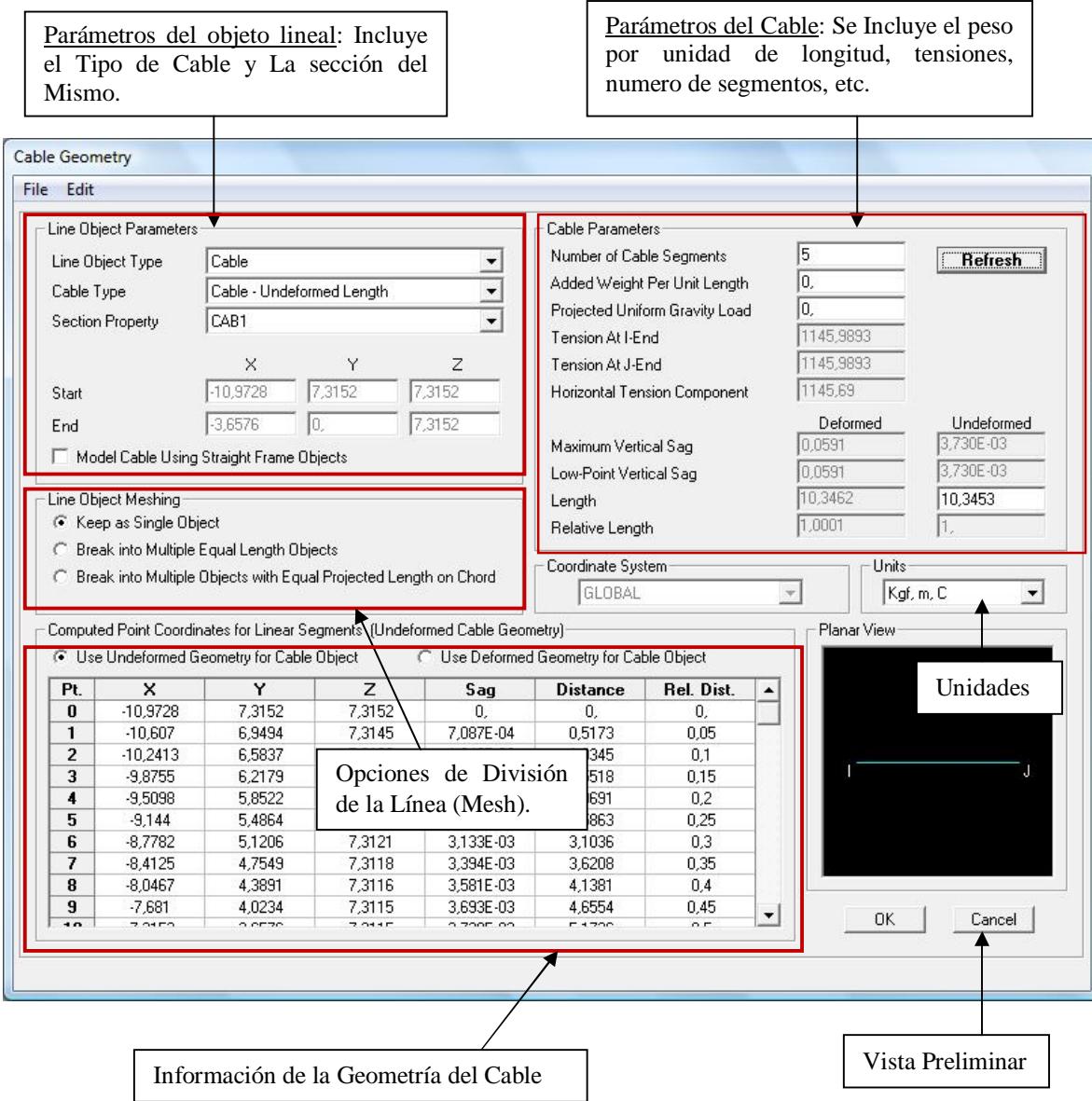


Ejemplo: Consideremos un elemento lineal de directriz recta ubicado en el plano XY tal como se muestra en la figura. Se seleccionan dicho elemento, y luego seguimos la ruta:

MENU EDIT / EDIT CURVED LINES



3.6.5. Edit Cable Geometry: Editar la Geometría del Cable.



- Máximun Vertical Sag: Distancia Vertical medida desde el centro del cable en su posición original “Sin deformada (Lc)” hasta el cable en su posición deformada (Lo)

- Low – Point Vertical Sag: Distancia Vertical medida desde el nodo más bajo del cable en su posición original “Sin deformada (Lc)” hasta el punto más bajo del cable en su posición deformada (Lo).

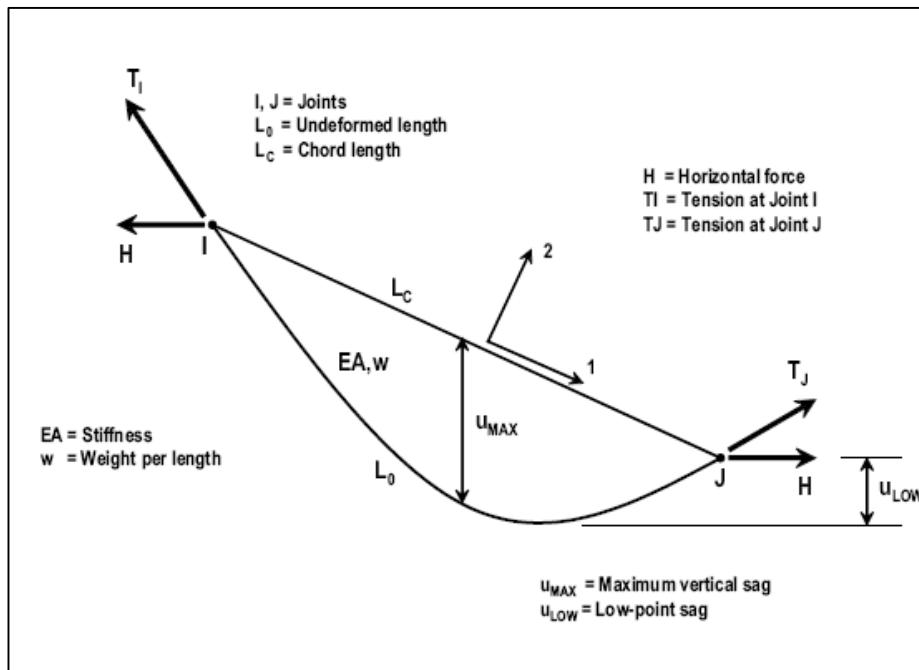
- Relative Length: Factor que multiplica la longitud del cable “Sin deformada (Lc)” para obtener la Longitud deformada (Lo).

Opciones de División del Cable.

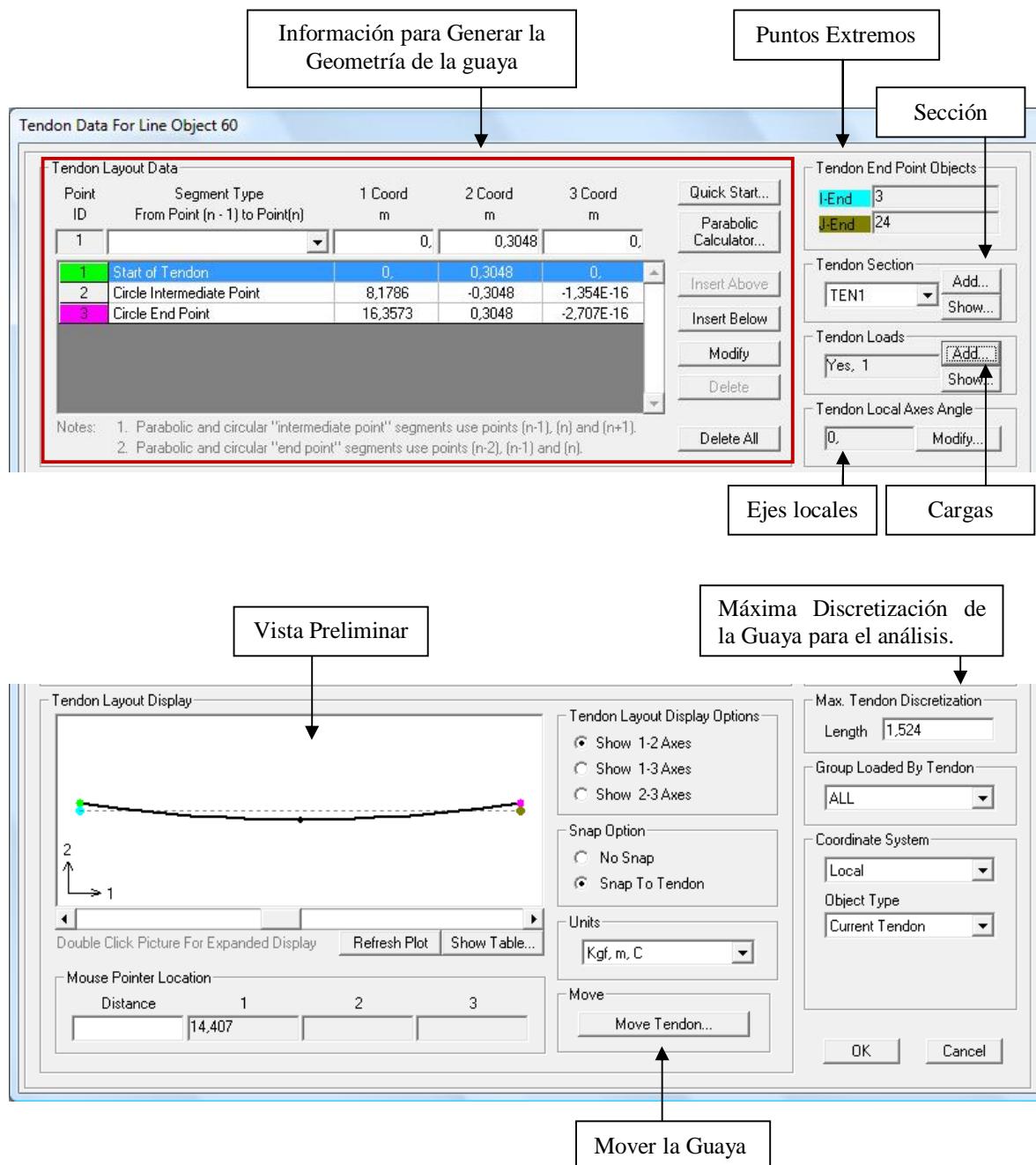
Keep as Single Object: Mantener como un solo Objeto.

Break into Multiple Equal Lenght Objects: Dividir en múltiples objetos de igual longitud.

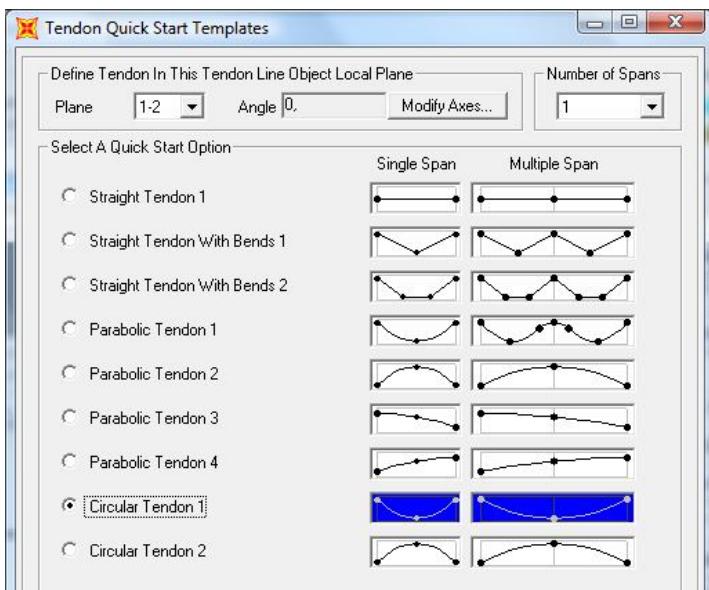
Break into Multiple Objects with Equal Projected Length on Chord: Dividir en multiples objetos de igual longitud proyectada sobre la cuerda.



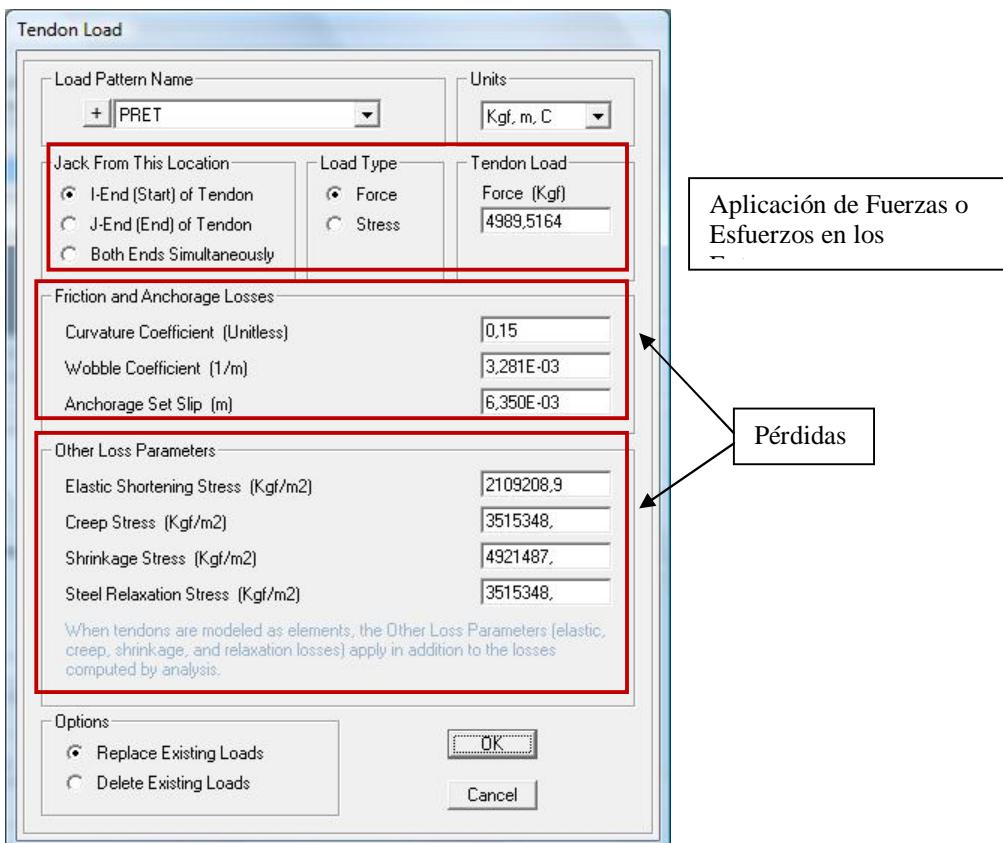
3.6.6. Edit Tendon Profile: Editar el perfil de la Guaya



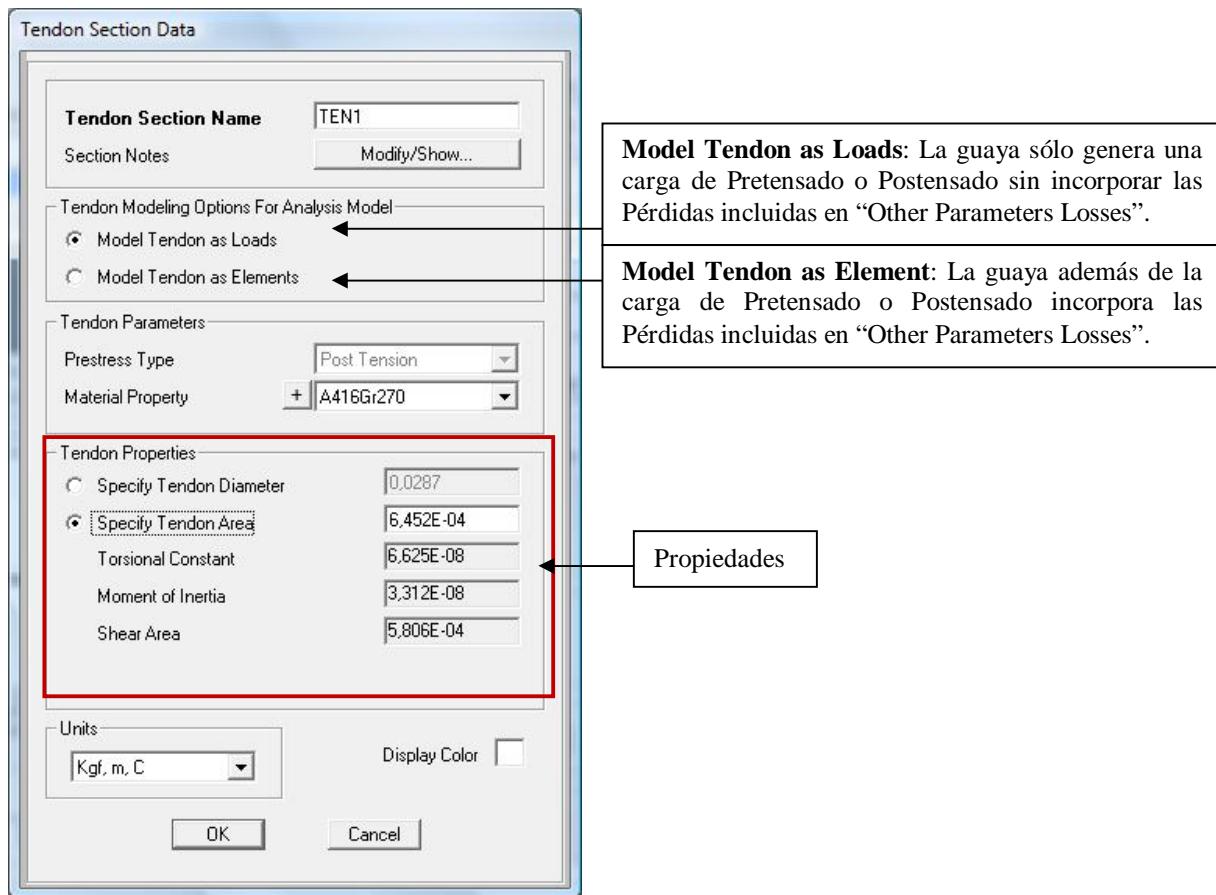
Si seleccionamos la Opción “Quick Start” tenemos la posibilidad de generar la geometría del cable rápidamente.



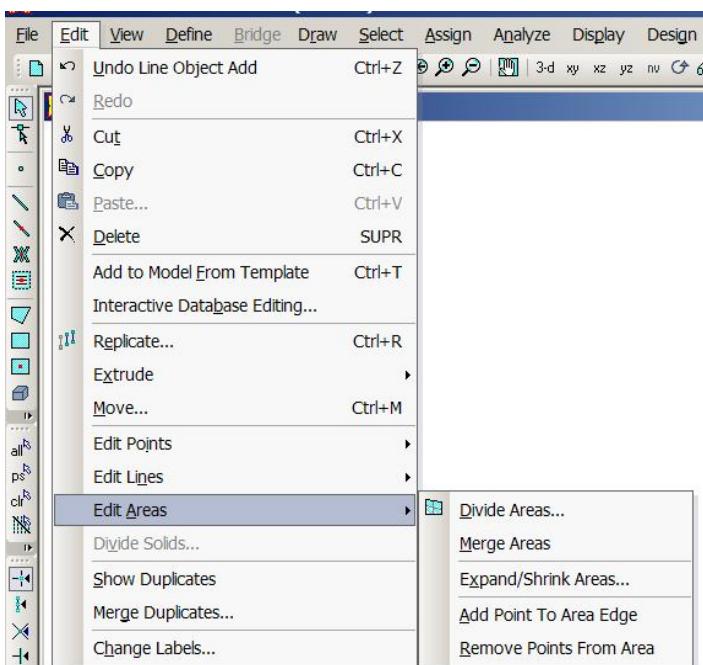
Si seleccionamos la Opción “Add” en “Tendon Loads” tenemos la posibilidad de generar una fuerza o esfuerzo de Pretensado.



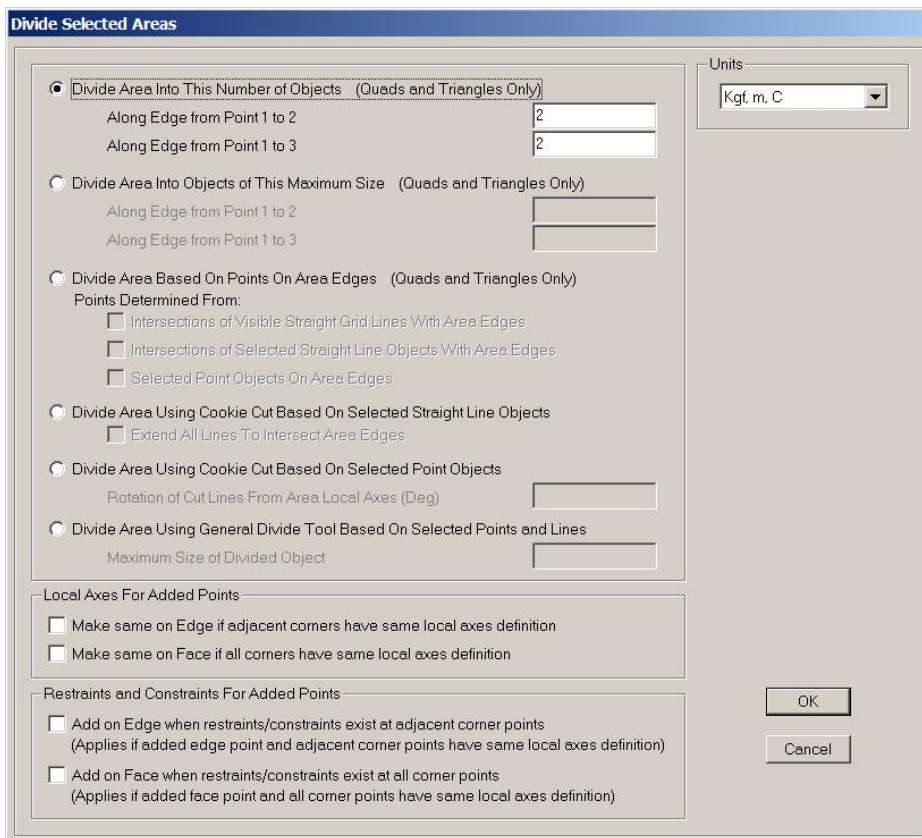
Si seleccionamos la Opción “Add” en “Tendon Sections” tenemos la posibilidad de definir la sección de la Guaya, además de especificar si va a trabajar como carga o como elemento.



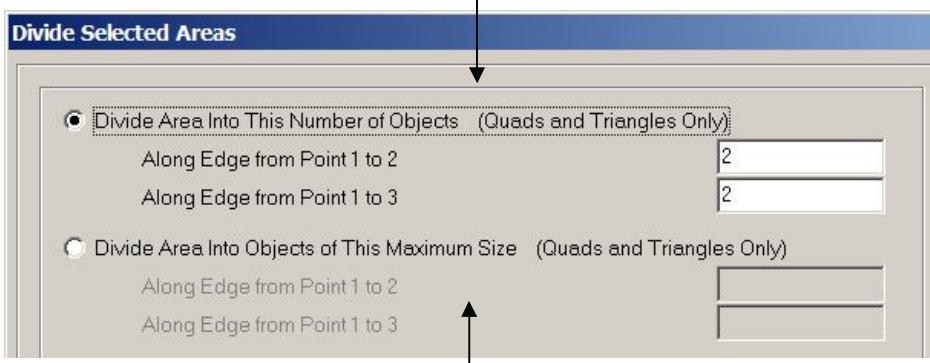
3.7. Edit Areas: Editar Áreas



3.7.1. Divide Areas: *Dividir Áreas.*



Dividir Areas indicando un número de objetos a generar en ambas direcciones locales entre los puntos 1-2 y 1-3.



Dividir Areas indicando un tamaño máximo de cada objeto a generar en ambas direcciones locales entre los puntos 1-2 y 1-3.

Dividir el área en cuadrados y triángulos tomando en cuenta:

- a) Intersección de las líneas de Grid Visibles con los ejes de las áreas.
- b) Intersección de los objetos lineales seleccionados con los ejes de las áreas
- c) Los Puntos seleccionados sobre las áreas.

Divide Area Based On Points On Area Edges (Quads and Triangles Only)

Points Determined From:

- Intersections of Visible Straight Grid Lines With Area Edges
- Intersections of Selected Straight Line Objects With Area Edges
- Selected Point Objects On Area Edges

Divide Area Using Cookie Cut Based On Selected Straight Line Objects

- Extend All Lines To Intersect Area Edges

Dividir Areas a través de un corte basado en los objetos lineales seleccionados

Divide Area Using Cookie Cut Based On Selected Point Objects

Rotation of Cut Lines From Area Local Axes (Deg)

0.

Dividir Areas a través de un corte basado en los puntos seleccionados aplicando un ángulo de rotación respecto a los ejes locales.

Dividir Areas usando un criterio general basado en la selección de puntos y líneas con un tamaño máximo de cada elemento de área a generar en la discretización.

Divide Area Using General Divide Tool Based On Selected Points and Lines

Maximum Size of Divided Object

1.2

Local Axes For Added Points

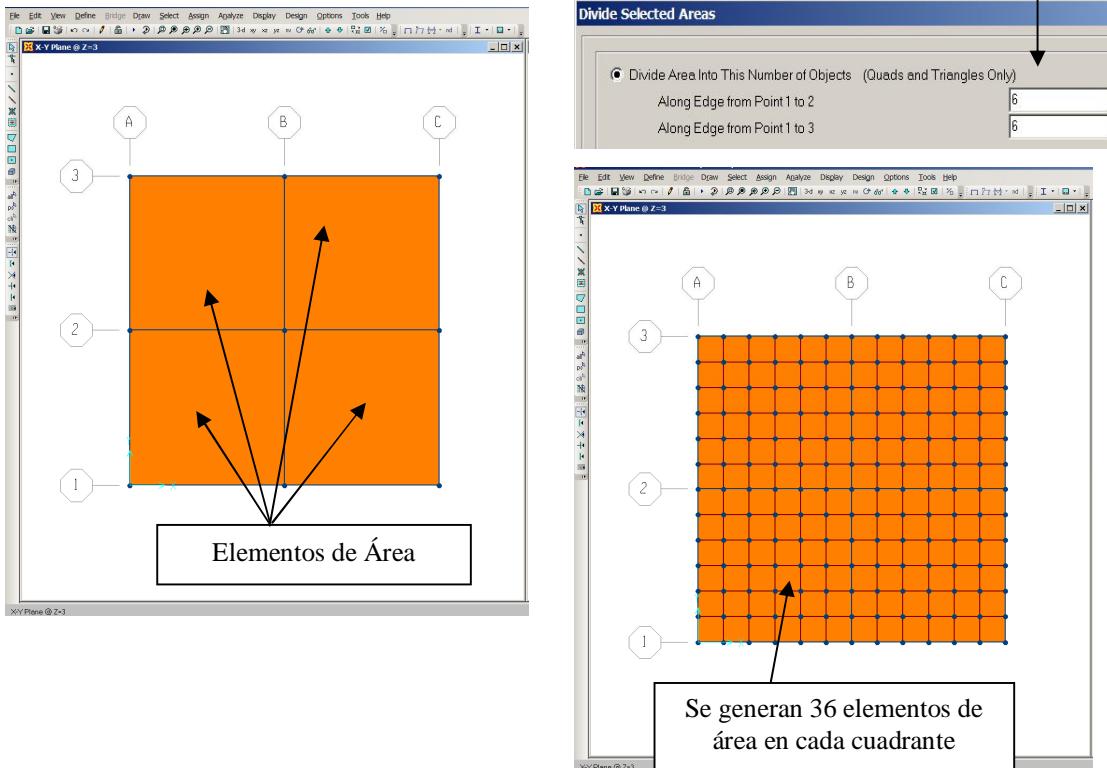
- Make same on Edge if adjacent corners have same local axes definition
- Make same on Face if all corners have same local axes definition

Restraints and Constraints For Added Points

- Add on Edge when restraints/constraints exist at adjacent corner points
(Applies if added edge point and adjacent corner points have same local axes definition)
- Add on Face when restraints/constraints exist at all corner points
(Applies if added face point and all corner points have same local axes definition)

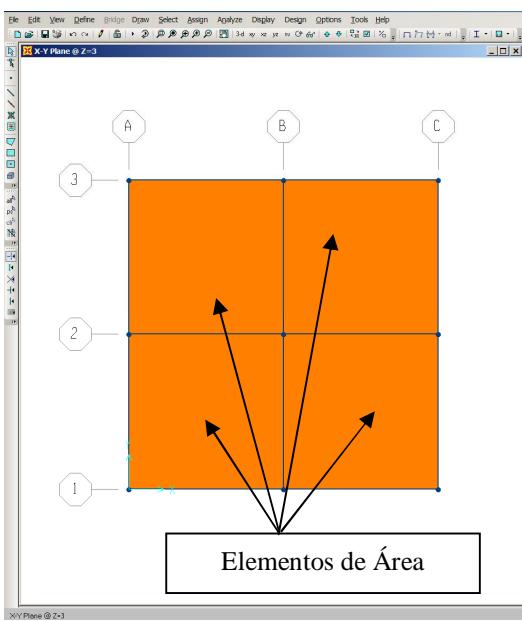
Ejemplo 1: Consideremos cuatro (4) elementos de áreas con elementos lineales en el perímetro de cada una, ubicados en el plano XY tal como se muestra en la figura. Se seleccionan las áreas, y luego seguimos la ruta:

MENU EDIT / EDIT AREAS.

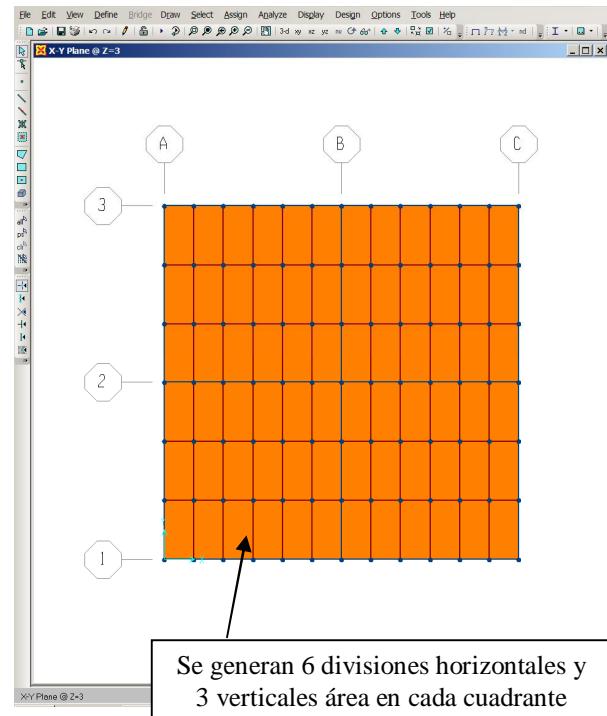


Ejemplo 2: Consideremos cuatro (4) elementos de áreas de dimensiones 6 x 6 metros con elementos lineales en el perímetro de cada una, ubicados en el plano XY tal como se muestra en la figura. Se seleccionan las áreas, y luego seguimos la ruta:

MENU EDIT / EDIT AREAS / DIVIDE AREAS



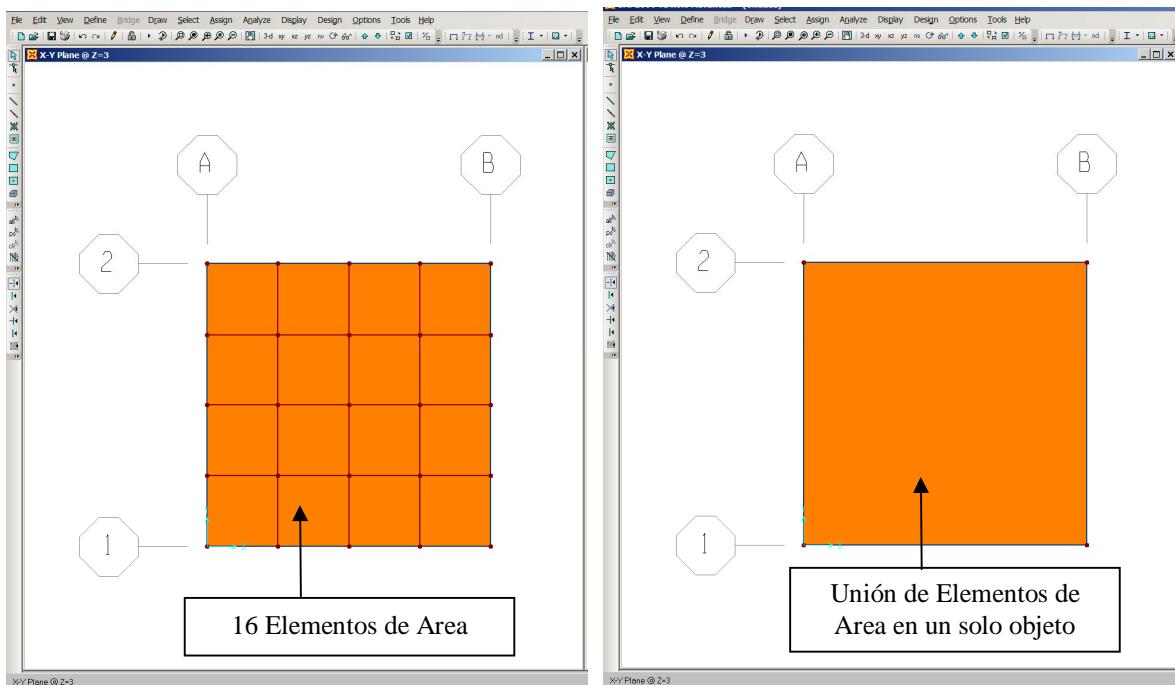
División en dirección 1-2 = 1 m
División en dirección 1-3 = 2 m



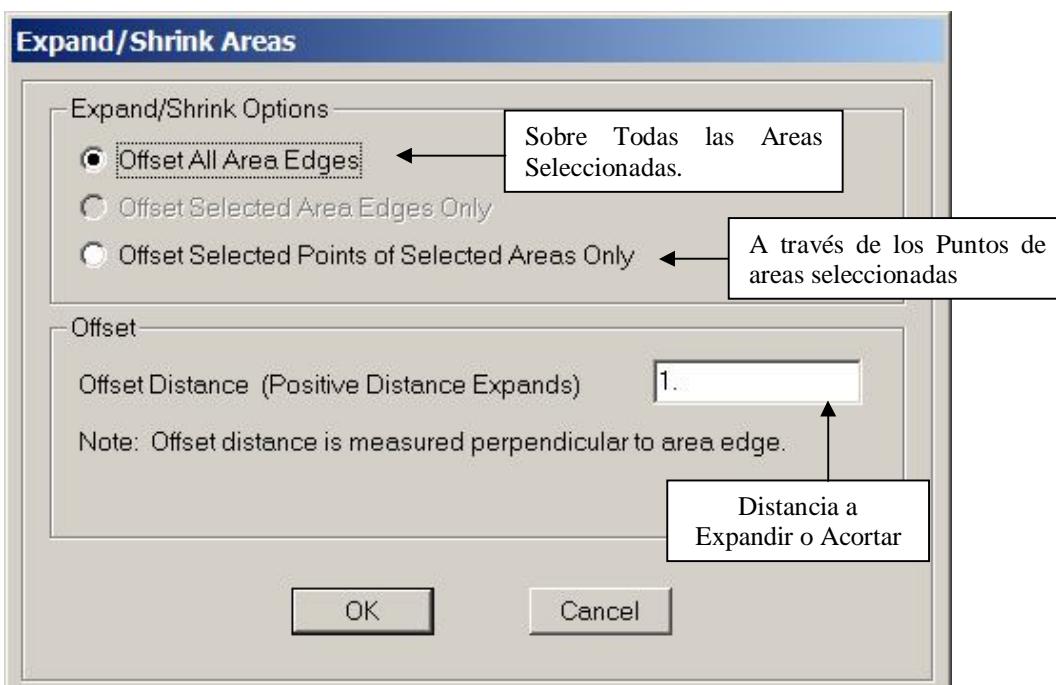
3.7.2. Merge Areas: Unir Areas.

Ejemplo: Consideremos 16 elementos de áreas ubicados en el plano XY tal como se muestra en la figura. Se seleccionan las áreas, y luego seguimos la ruta:

MENU EDIT / EDIT AREAS / MERGE AREAS

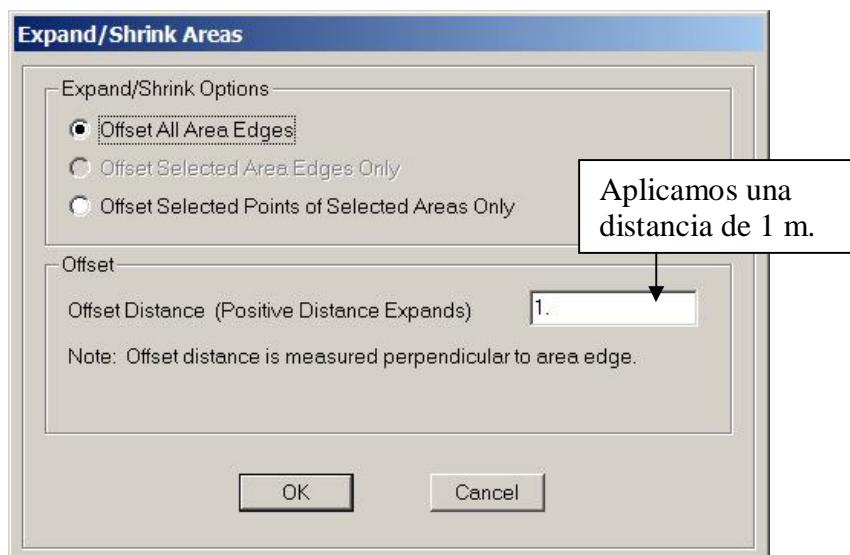
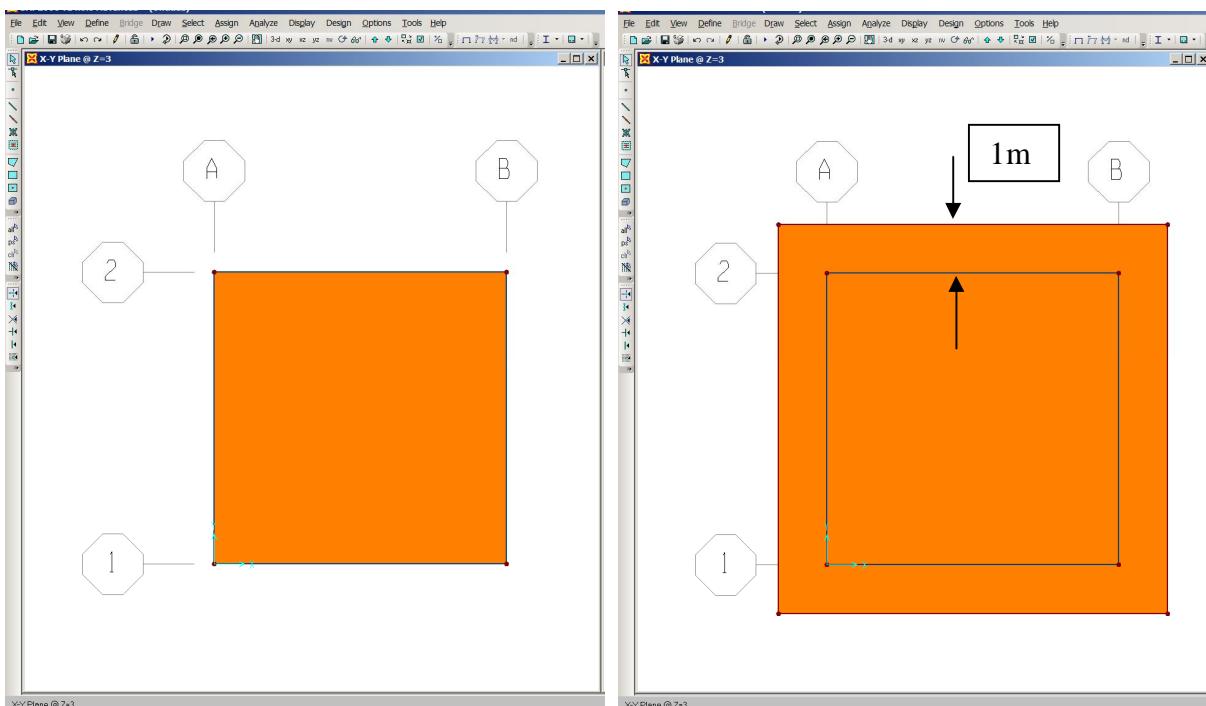


3.7.3. Expand/Shrink Areas: Expandir o Acortar Areas.



Ejemplo: Consideremos 1 elemento de área de dimensiones 6 x 6 metros ubicados en el plano XY tal como se muestra en la figura. Se selecciona el área, y luego seguimos la ruta:

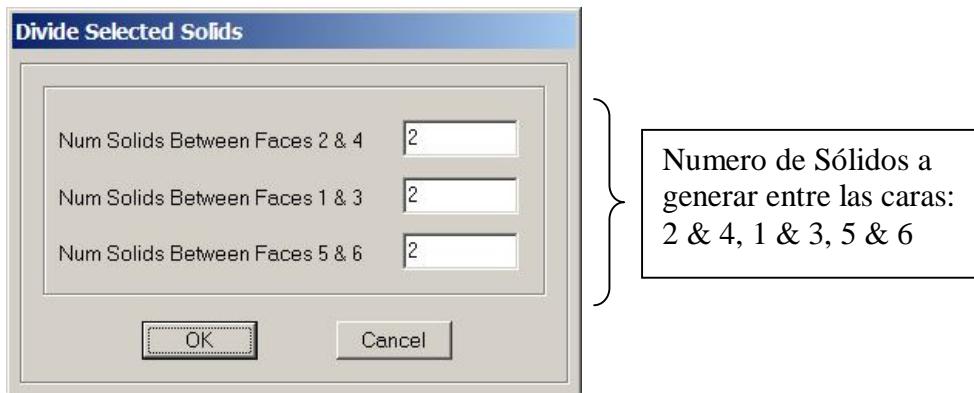
MENU EDIT / EDIT AREAS / EXPAND/SHRINK AREAS



3.7.4. Add Points to Area Edge: Adicionar Puntos a Areas.

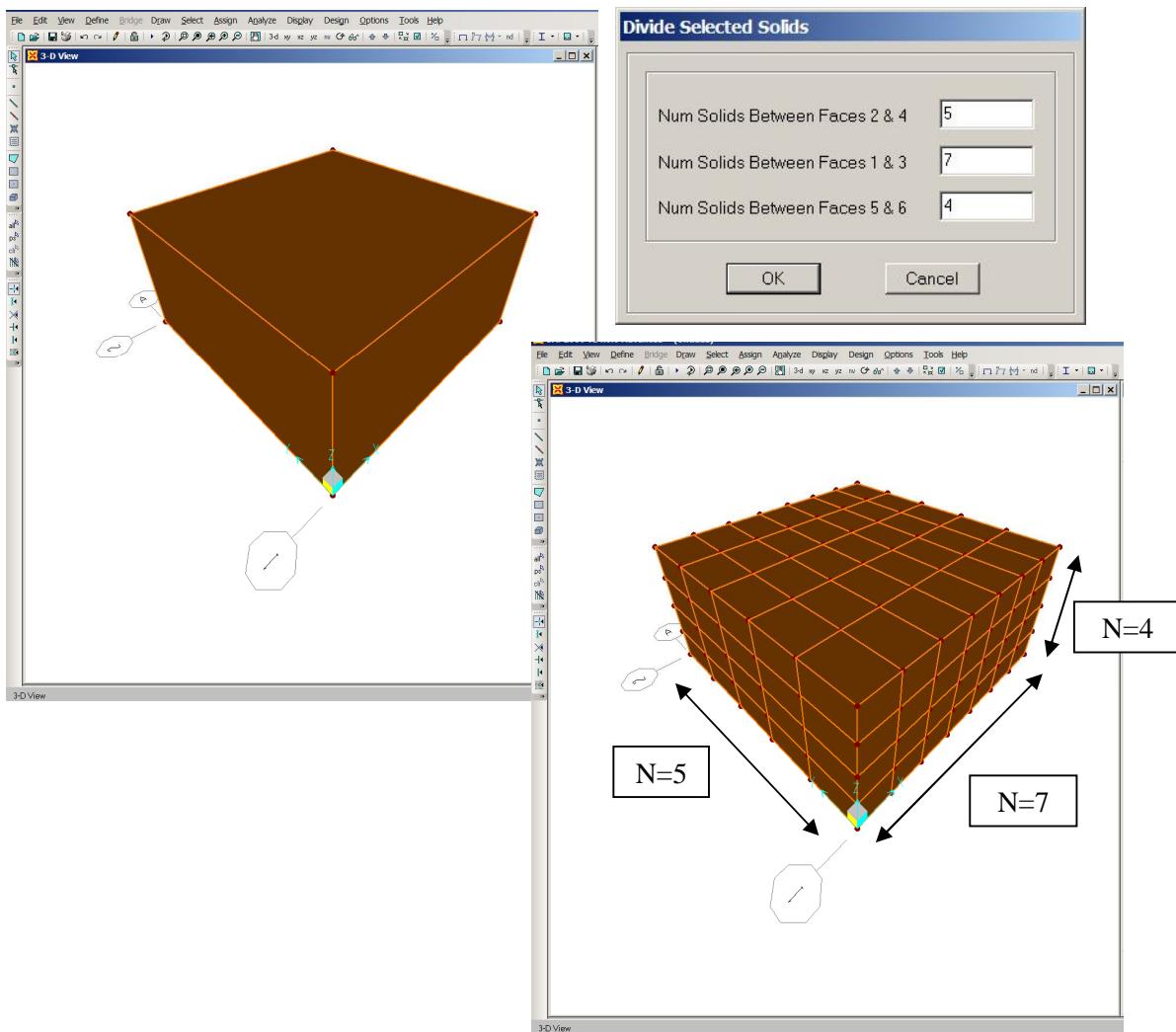
3.7.5. Remove Points to Area Edge: Remover Puntos a Areas.

3.8. Divide Solids: *Dividir Sólidos.*



Ejemplo: Consideremos 1 Sólido de dimensiones 6 x 6 x 3 metros tal como se muestra en la figura. Se selecciona el sólido, y luego seguimos la ruta:

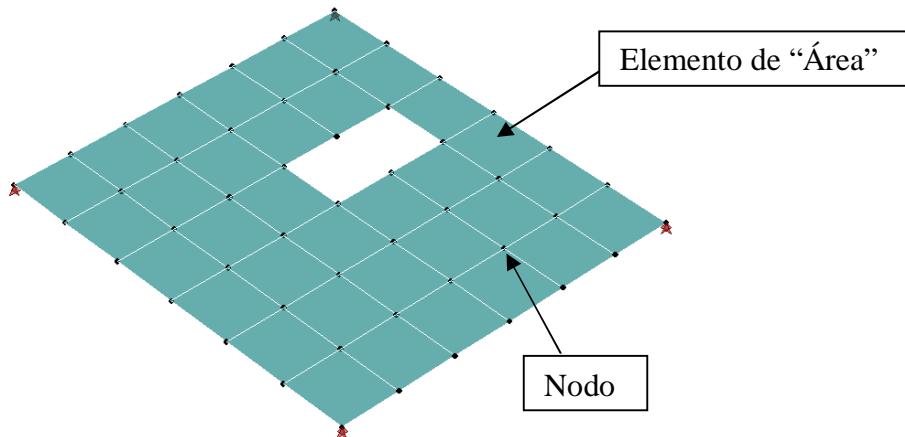
MENU EDIT / DIVIDE SOLIDS



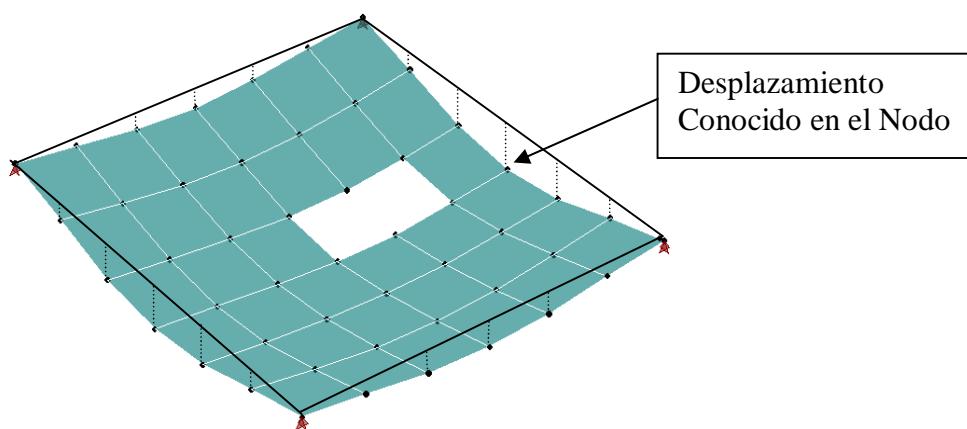
¿Por qué generar un Mesh (Discretización) de las Areas o Sólidos?

Es necesario establecer un mesh debido a que la solución de los objetos de área está basada en el método de elementos finitos (MEF).

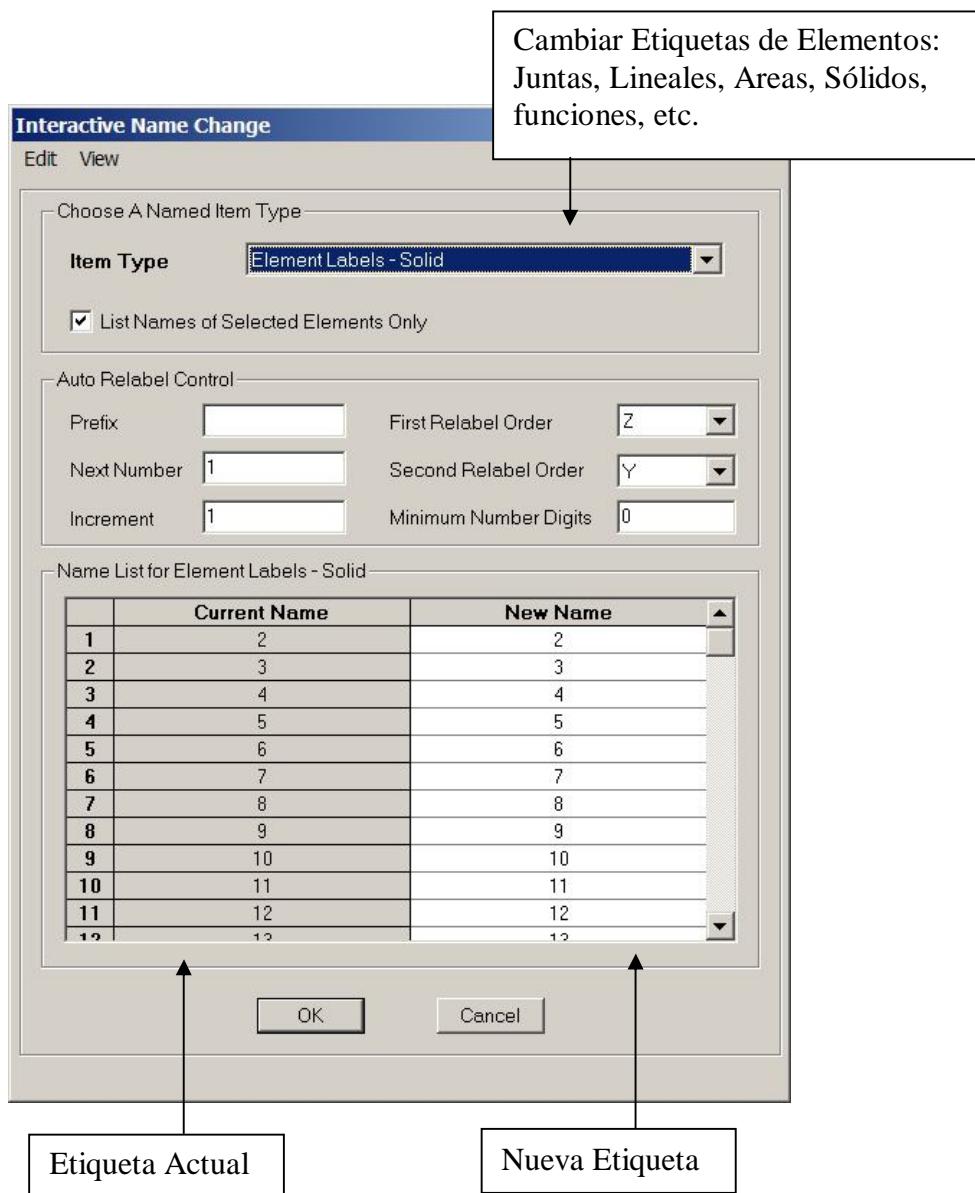
El Método de Elementos Finitos (MEF) se basa en transformar un medio continuo en un modelo discreto aproximado. Esta transformación se logra generando una Discretización del Modelo, es decir, se divide el modelo en un número finito de partes denominados “Elementos”, cuyo comportamiento se especifica mediante un número finito de parámetros asociados a puntos característicos denominados “Nodos”. Los Nodos son los puntos de unión de los elementos con los adyacentes.



El comportamiento en el interior de cada elemento queda definido a partir del comportamiento de los nodos mediante las adecuadas **Funciones de interpolación o funciones de Forma**. El comportamiento de lo que sucede en el interior del cuerpo aproximado, se obtiene mediante la interpolación de valores conocidos en los nodos. Es por tanto una aproximación de los valores de una función a partir del conocimiento de un número determinado y finito de puntos.



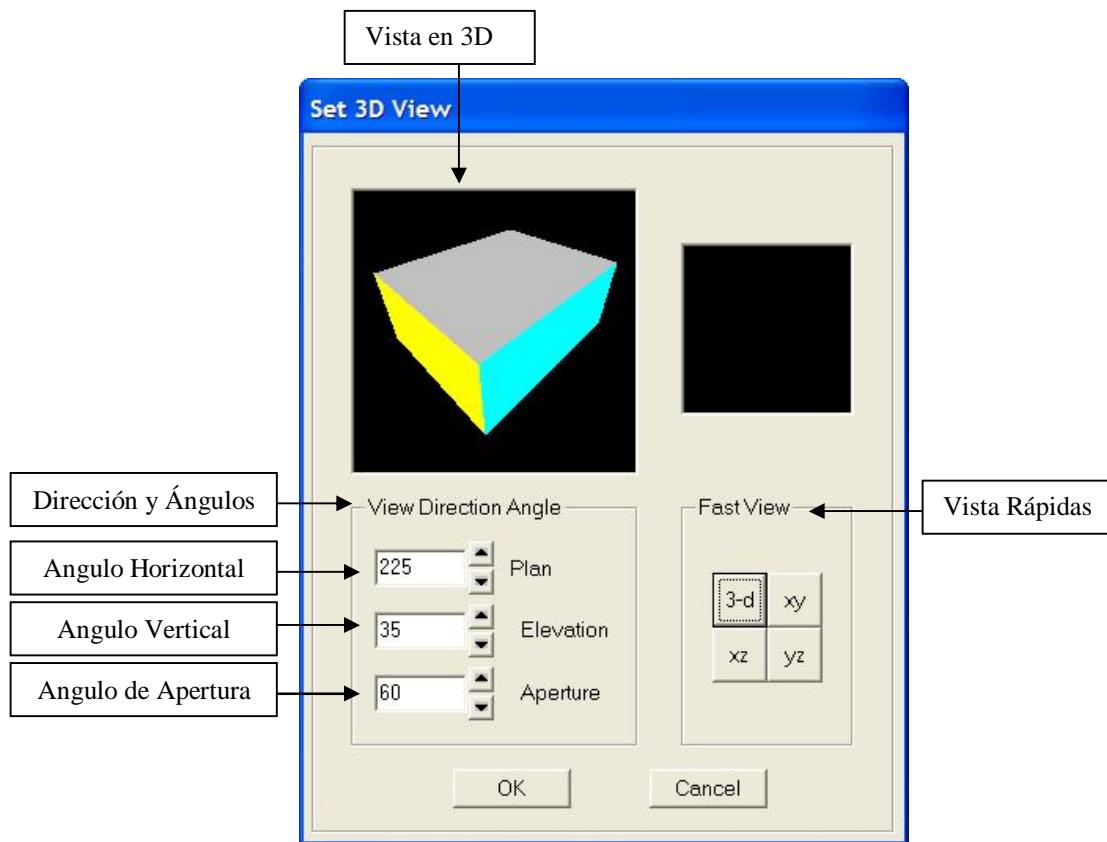
3.9. Change Labels: Cambiar Etiquetas (Nombres).



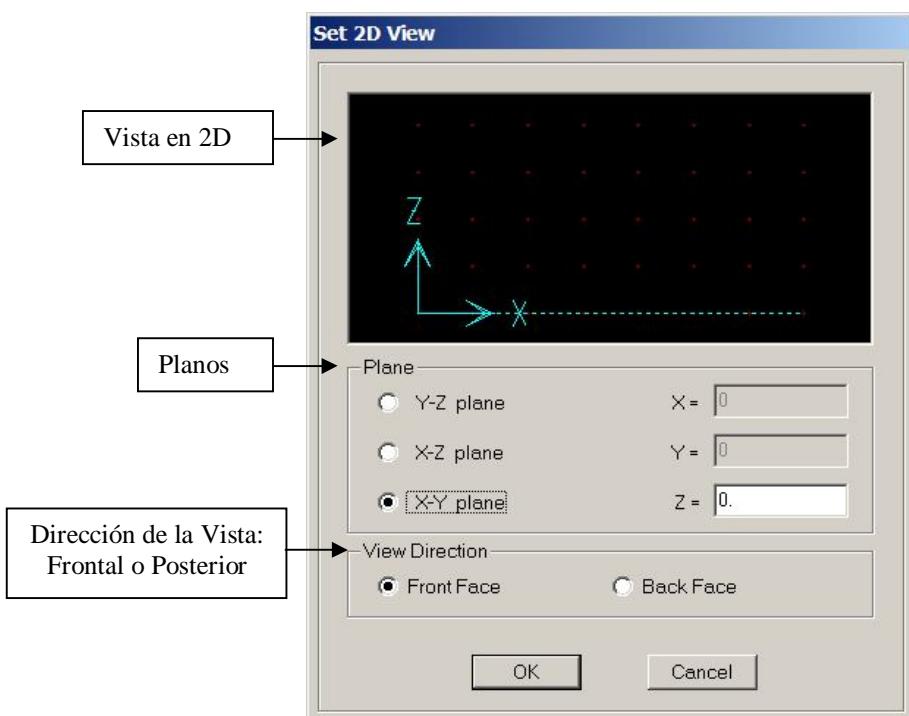
4. Menú View: Ver.

	<u>View</u>	<u>Define</u>	<u>Bridge</u>	<u>Draw</u>	<u>Select</u>
	Set <u>3D</u> View...				Vista en 3D
	Set <u>2D</u> View...				Vista en el plano
nv	Set <u>Named</u> View...				Vista Definidas por el usuario
	Set <u>Limits</u> ...				Vista de Límites del Modelo
<input checked="" type="checkbox"/>	Set <u>Display Options</u> ...				Opciones Vista en Pantalla
	Rubber Band <u>Zoom</u>				Zoom de Ventana
	Restore Full View				Máximo Zoom en Pantalla
	Previous Zoom				Zoom Anterior
	Zoom <u>In</u> One Step				Acercar Zoom en un Paso
	Zoom <u>Out</u> One Step				Alejar Zoom en un Paso
	Zoom Realtime				Zoom en tiempo real
	Fly-through				Volar dentro del Modelo
	Pan				Desplazarse en Pantalla
	Show <u>Grid</u>				Mostrar líneas de Grid.
	Show <u>Axes</u>				Mostrar Ejes
<input checked="" type="checkbox"/>	Show <u>Selection Only</u>				Mostrar sólo lo Seleccionado
	Invert <u>View Selection</u>				Ver Elementos no Seleccionados
	Remove <u>Selection</u> from View				Remover la selección de la Vista
	Restore Previous <u>Selection To View</u>				Restaurar la selección previa en la Vista
<input checked="" type="checkbox"/>	Show <u>All</u>				Mostrar Todo
	Refresh <u>Window</u>				Actualizar Ventana
	Refresh <u>View</u>				Actualizar Vista

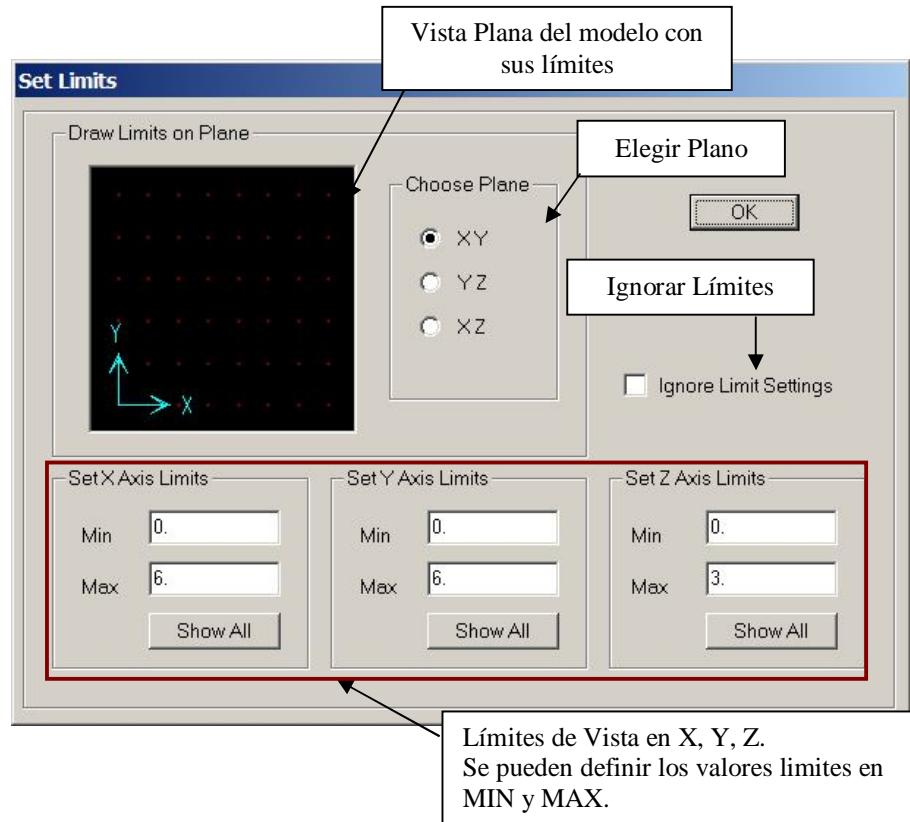
4.1. Set 3D View: *Vistas en 3d.*



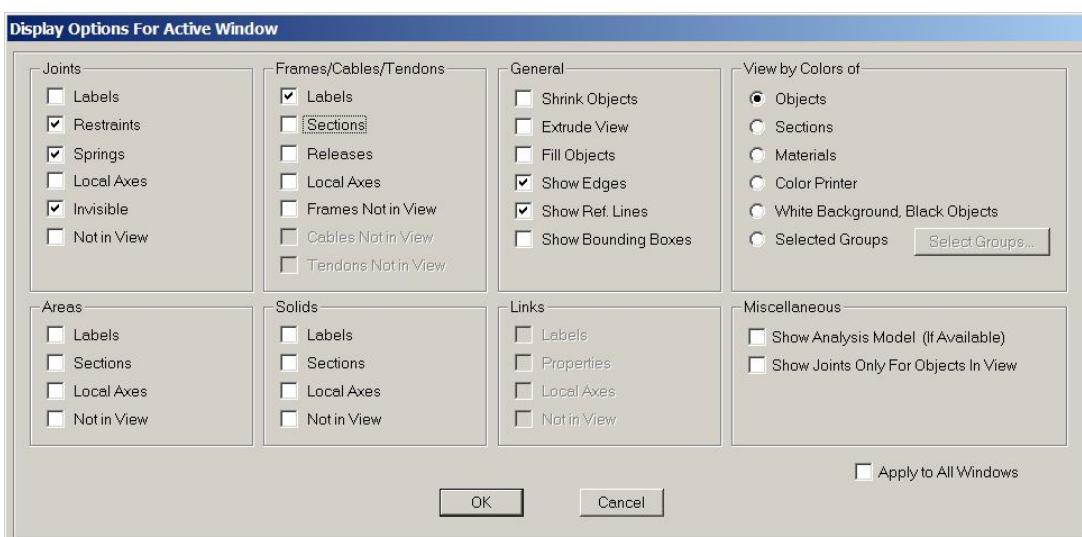
4.2. Set 2D View: *Vistas en 2d.*



4.3. Set Limits: *Límites del Modelo.*

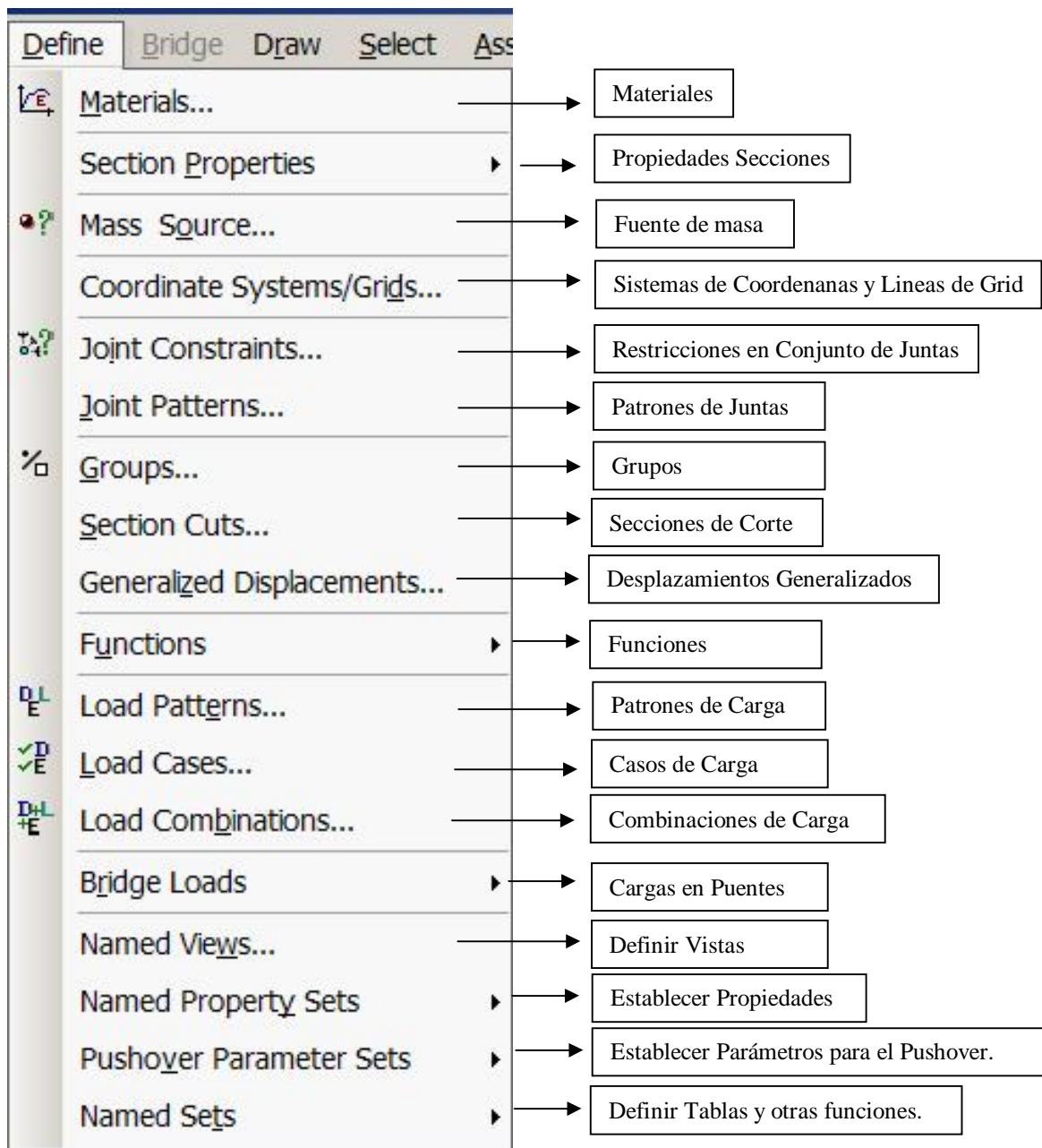


4.4. Set Display Options: *Opciones a mostrar en pantalla.*

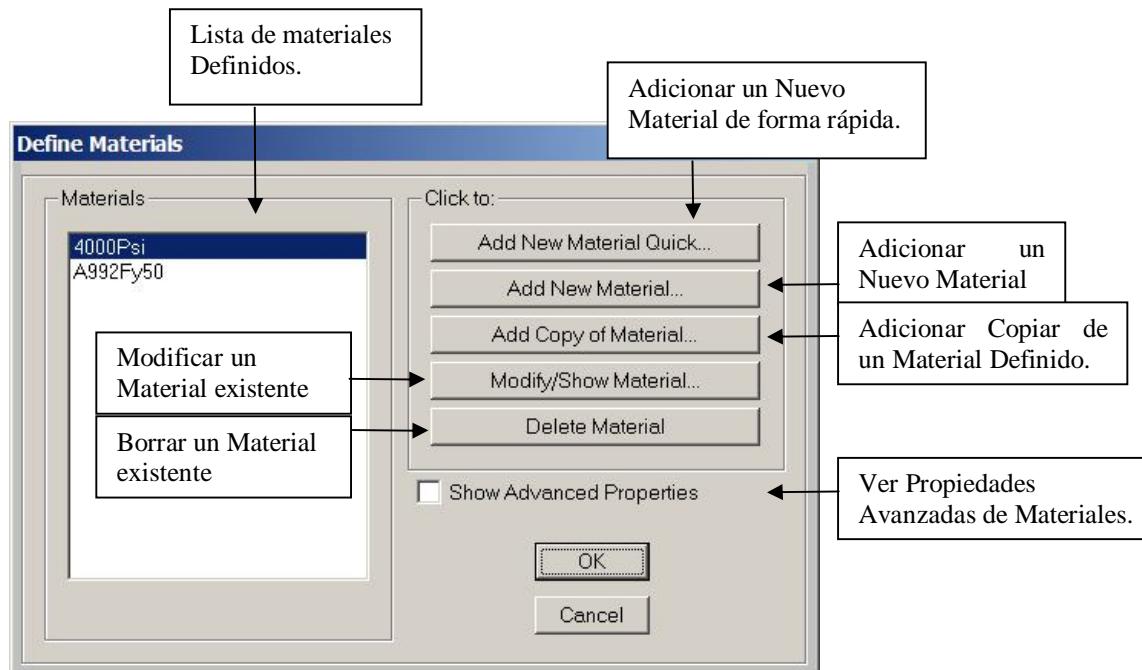


En este caso se selecciona el ítem que se desea aplicar y/o observar en pantalla.

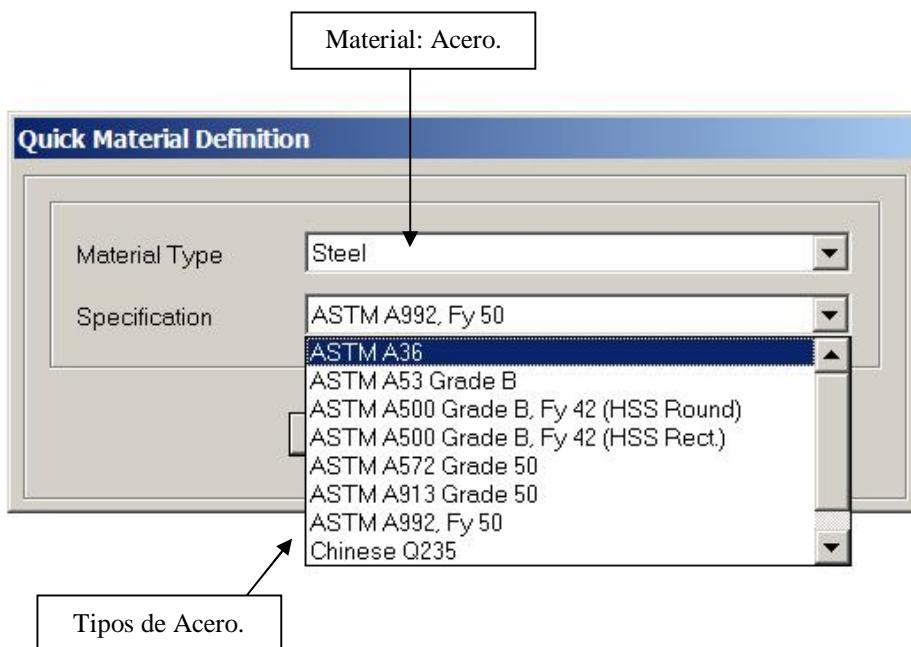
5. Menú Define: Definir

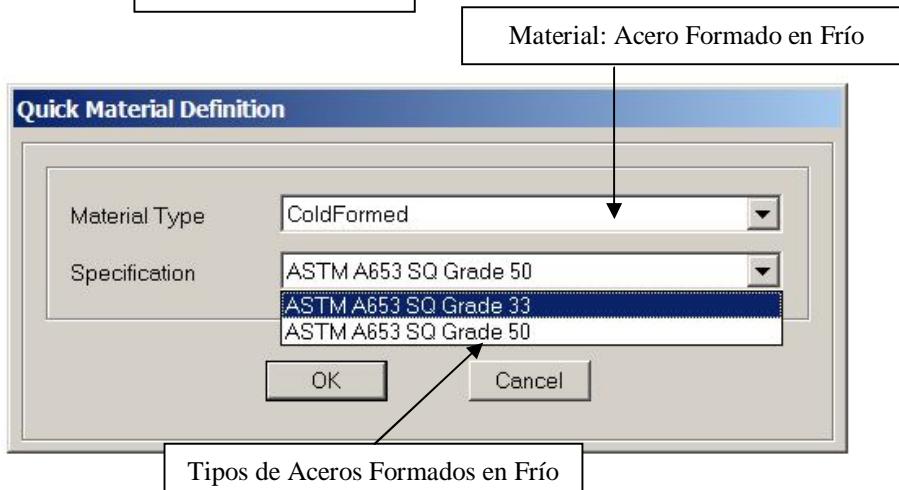
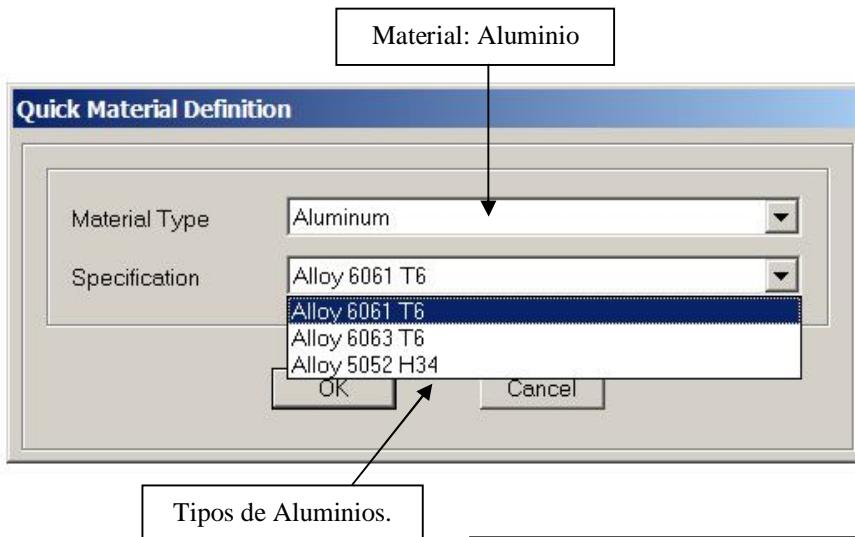
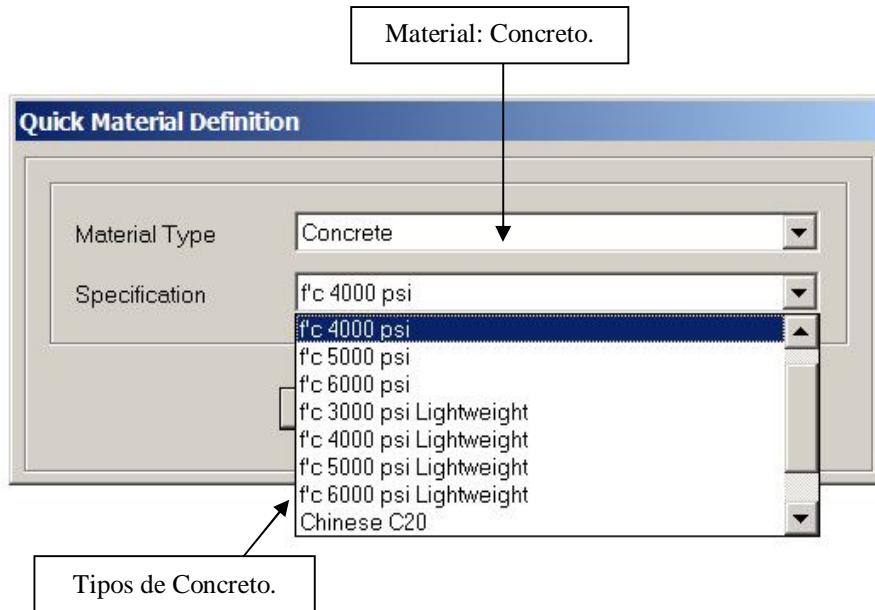


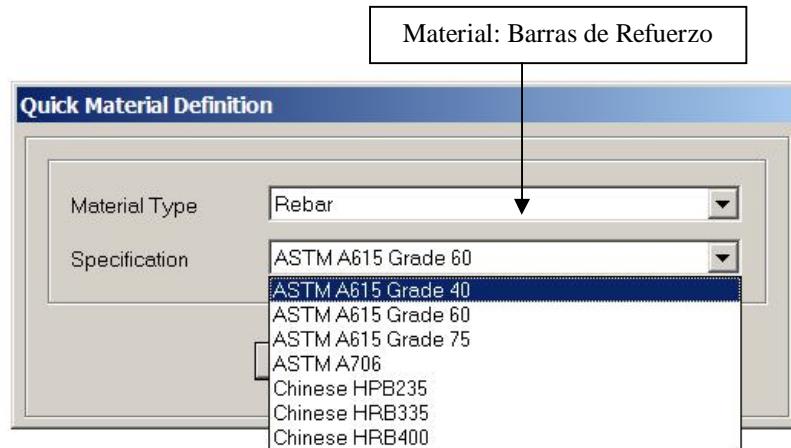
5.1. Materials: Materiales.



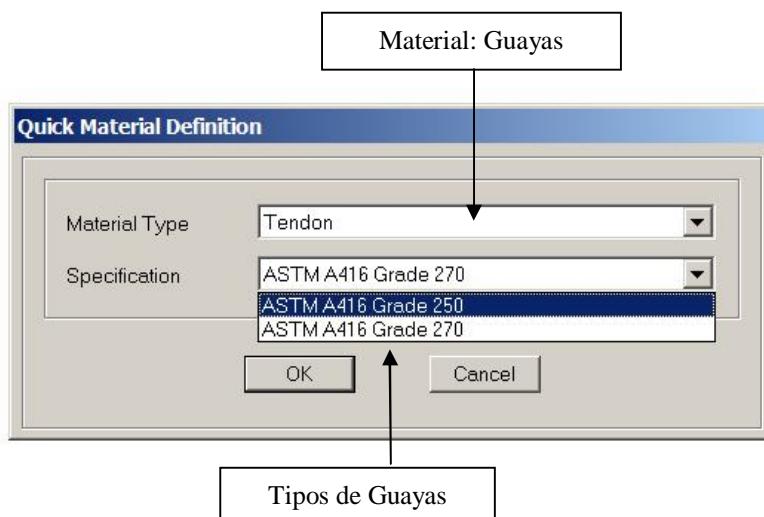
5.1.1. Add New Material Quick: Adicionar un Nuevo Material de forma Rápida.







Tipos de Barras de Refuerzo.



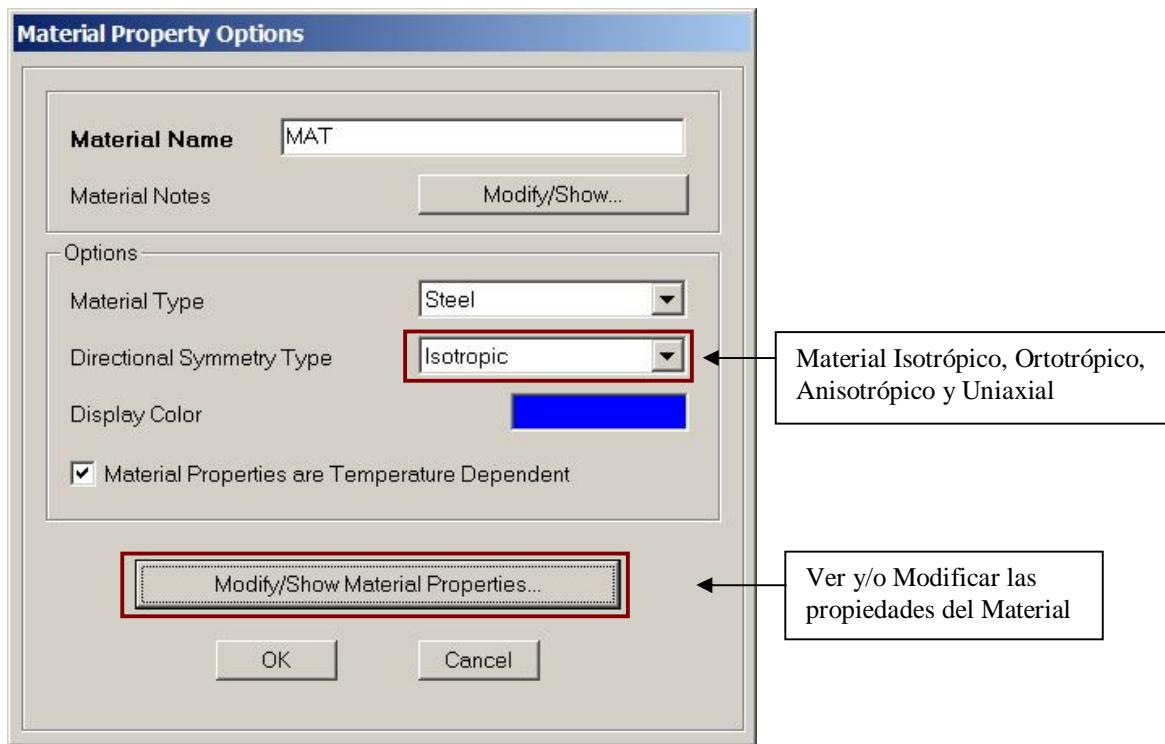
Tipos de Guayas

5.1.2. Add New Material: Adicionar un Nuevo Material

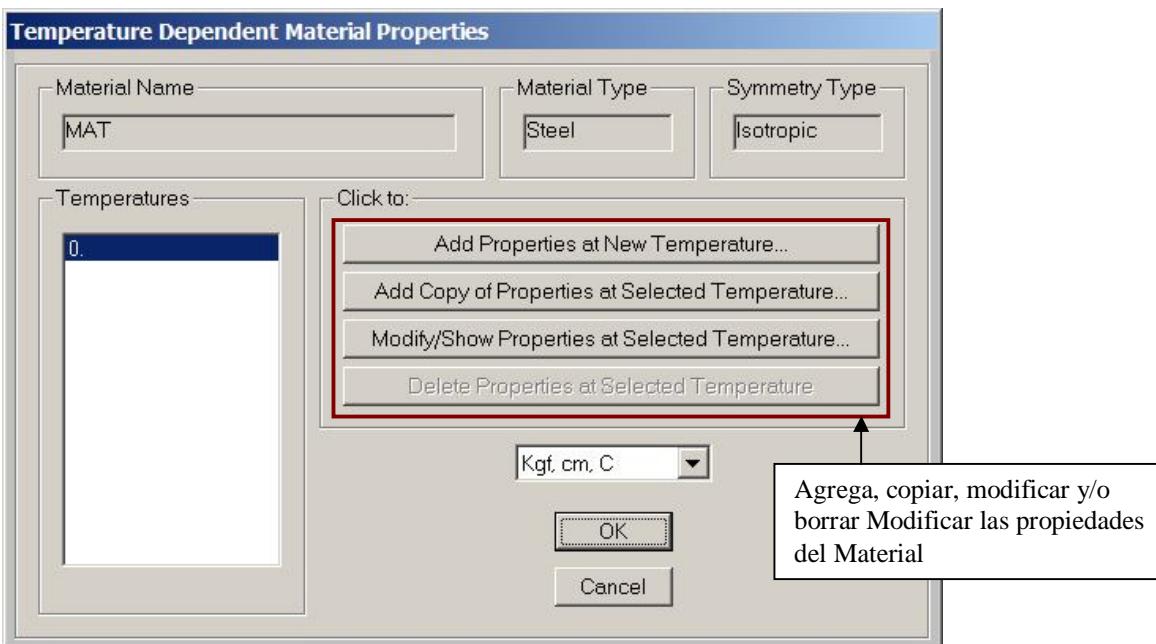
Ejemplo: Material Tipo Acero.

Material Property Data	
Nombre del Material	Color
MAT	
Steel	Tipo de Material
Modify/Show Notes...	Ver o Modificar Notas
Weight per Unit Volume 7.849E-03	Units Kgt, cm, C
Mass per Unit Volume 8.004E-06	Unidades
Peso y Masa por unidad de Volumen	
Modulus of Elasticity, E 2038901.9	Propiedades Isotrópicas 0.3
Poisson's Ratio, U 0.3	Coeficiente de Poisson
Coefficient of Thermal Expansion, A 1.170E-05	Coeficiente de Expansión Térmica
Shear Modulus, G 784193.	Modulo de Corte
Otras Propiedades	
Minimum Yield Stress, Fy 2531.0507	Esfuerzo Cedente Mínimo
Minimum Tensile Stress, Fu 4077.8038	Esfuerzo Último Mínimo
Effective Yield Stress, Fye 3796.576	Esfuerzo Cedente Efectivo
Effective Tensile Stress, Fue 4485.5842	Esfuerzo Último Efectivo
Ver Propiedades Avanzadas	
<input type="checkbox"/> Switch To Advanced Property Display	
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

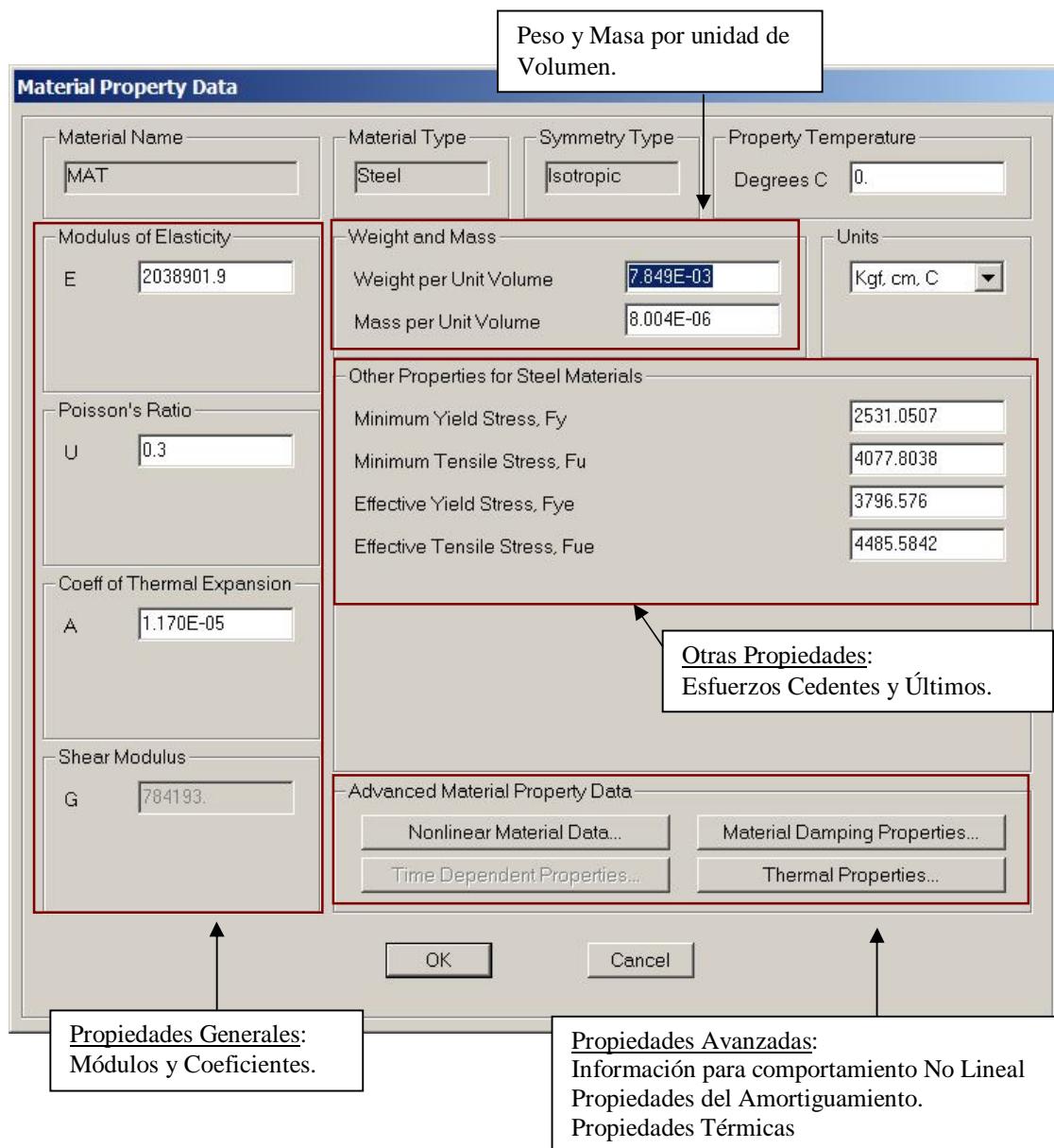
Si elegimos la Opción “Switch To Advanced Property Display” obtenemos lo siguiente:



Al hacer click en “**Modify/Show Material Properties**” nos aparece un cuadro donde podemos agregar, copiar, modificar y/o borrar las propiedades particulares del material

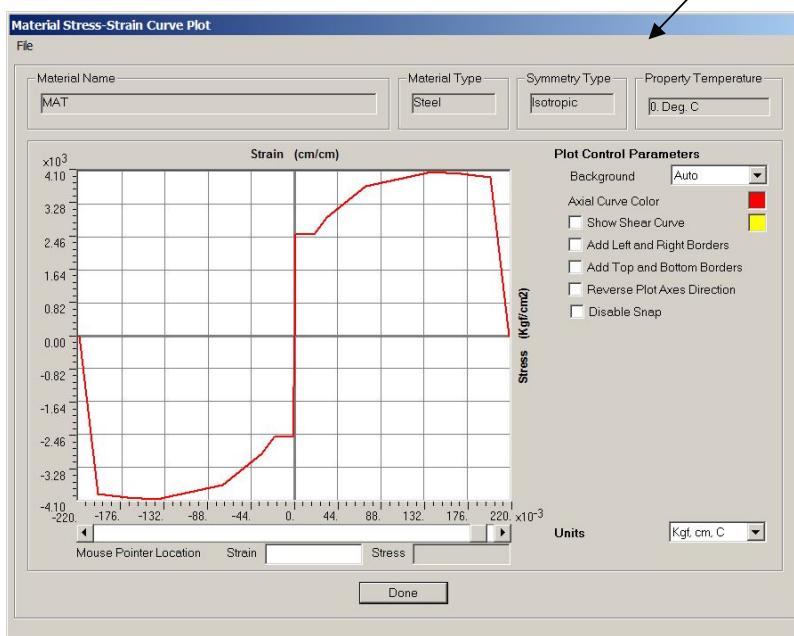
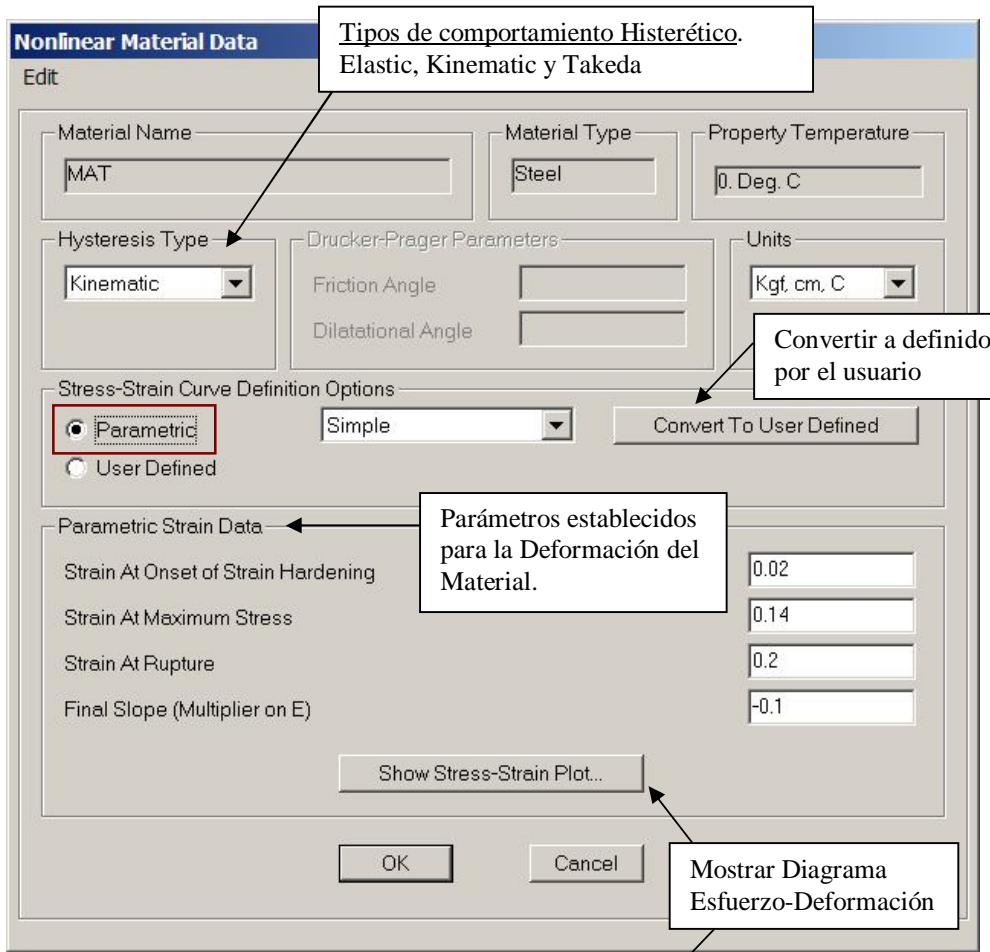


Seleccionando “**Modify>Show Properties at Selected Temperature**” entramos a un cuadro donde podemos modificar los parámetros correspondientes al material incluyendo los esfuerzos cedentes, esfuerzos últimos, temperatura, modulo de elasticidad, coeficiente de Poisson, peso por unidad de volumen, masa por unidad de volumen, propiedades avanzadas, etc.

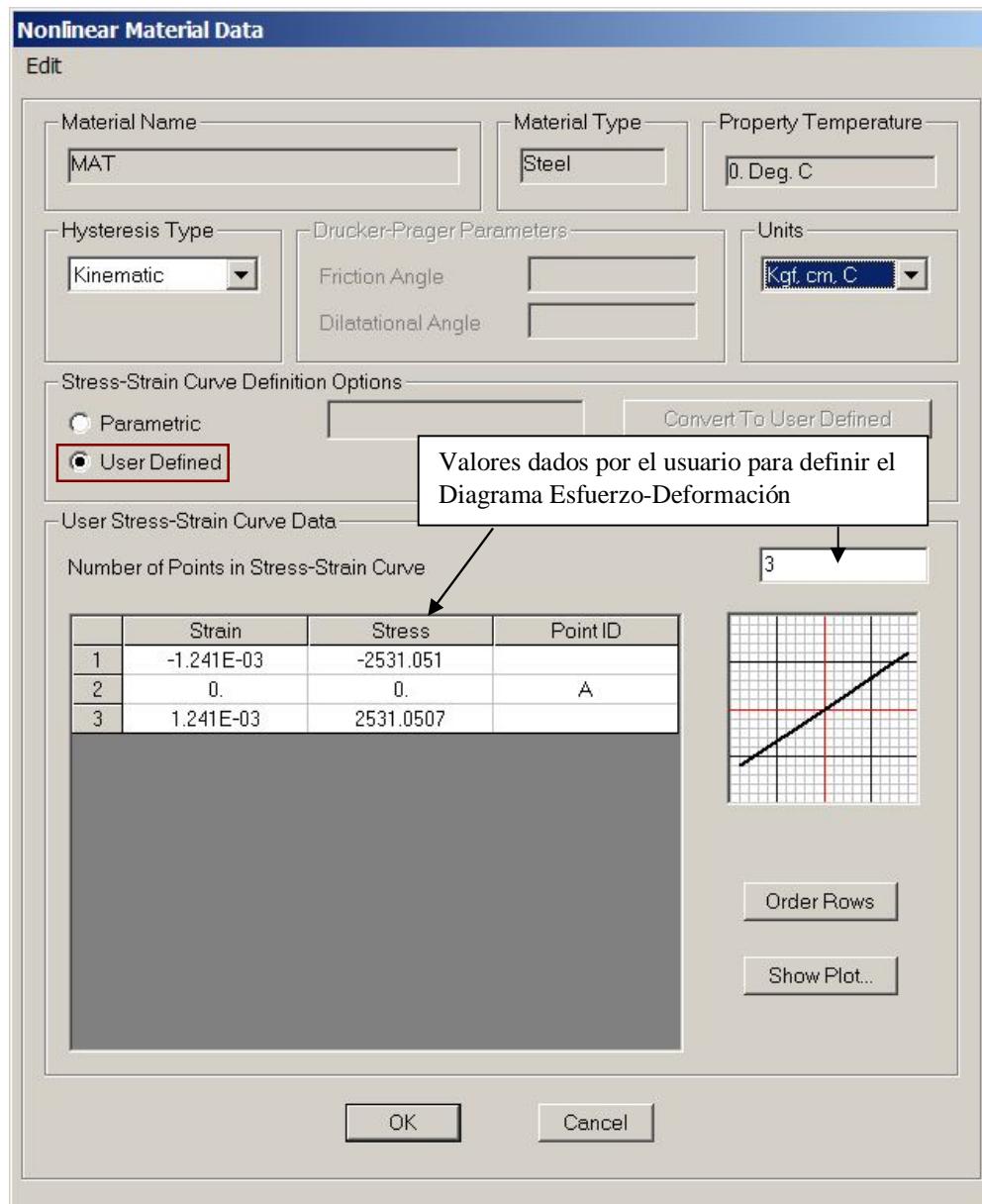


En lo correspondiente a “Advanced Material Property Data” tenemos:

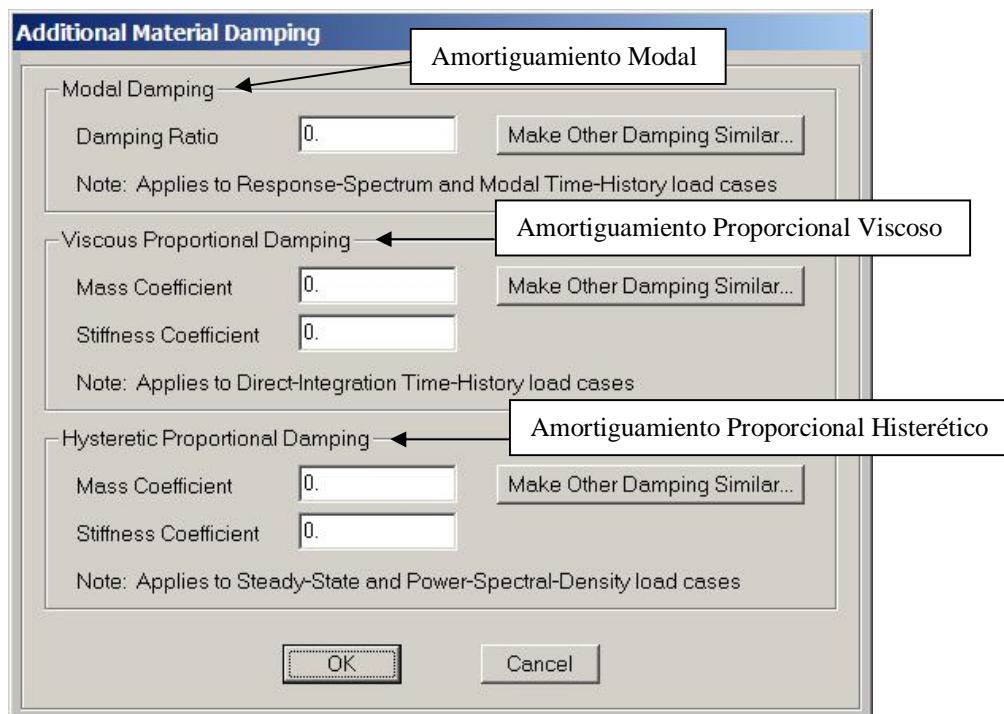
.- Nonlinear Material Property data: *Información de las Propiedades No Lineales.*



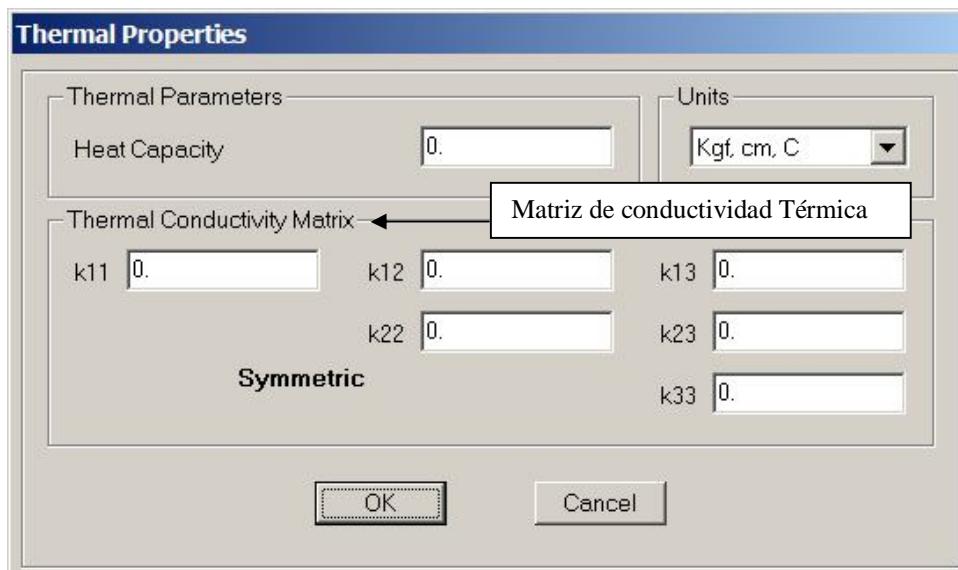
Si se especifica “User Defined” se tiene lo siguiente:



.- Material Damping Properties: Propiedades del amortiguamiento del Material



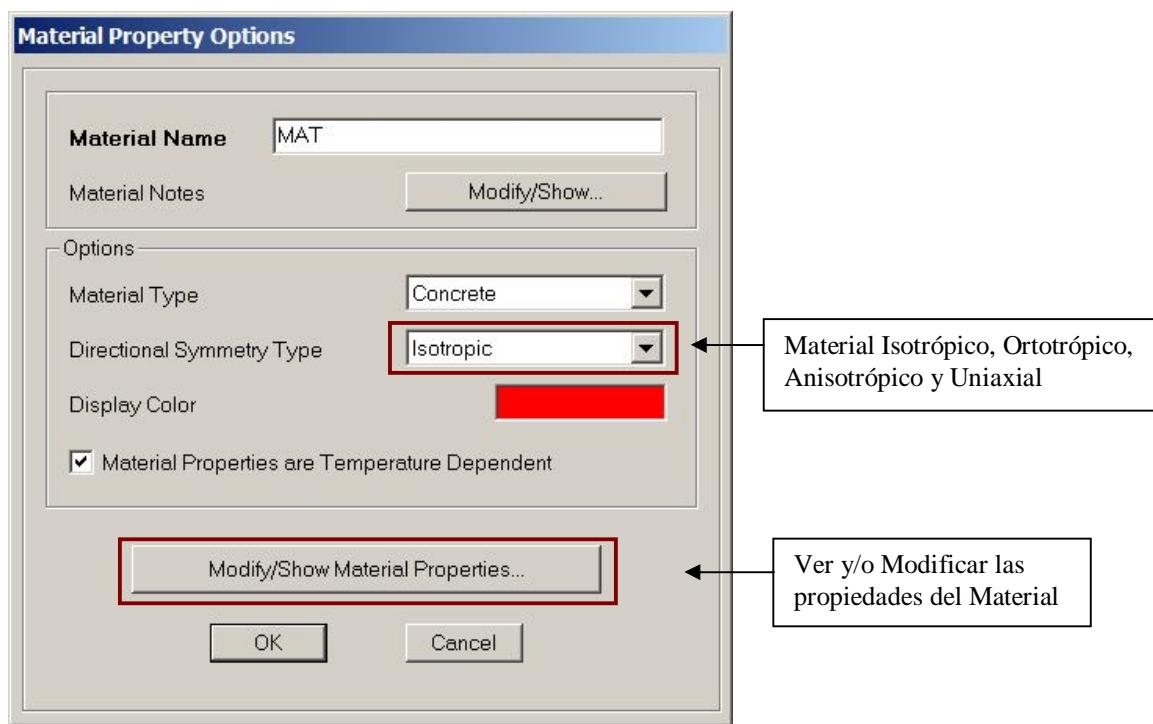
.- Thermal Properties: Propiedades Térmicas.



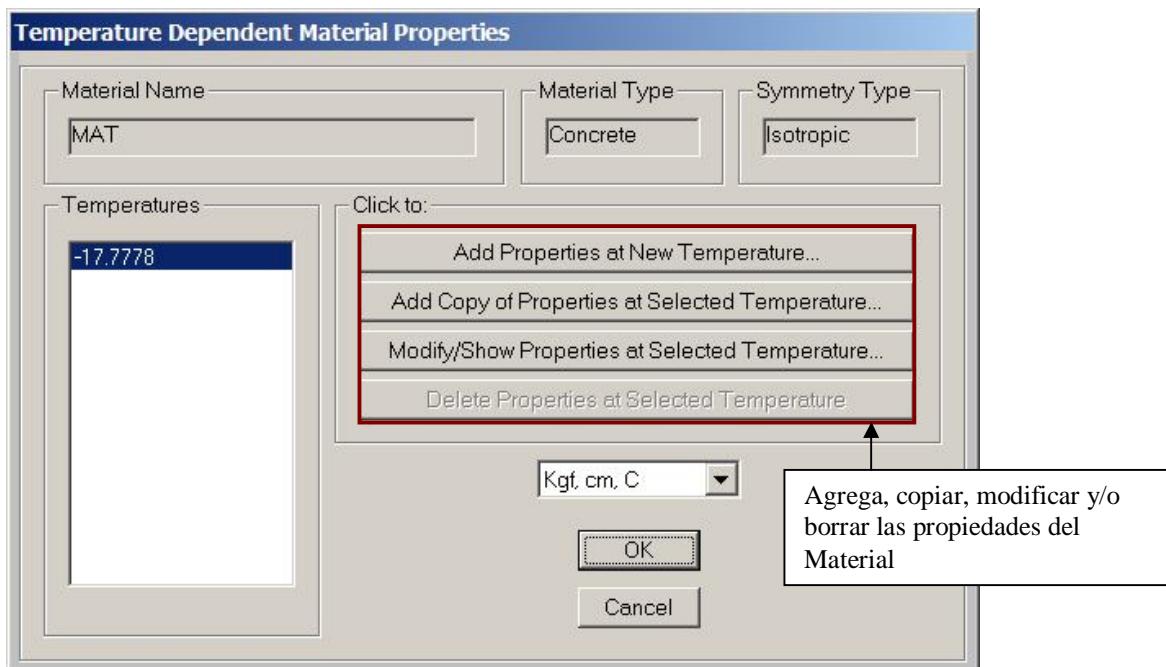
Ejemplo: Material Tipo Concreto

Material Property Data	
Nombre del Material	Color
MAT	<input type="color" value="#0000FF"/>
Material Type	Concrete
Material Notes	<input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>
General Data	
Weight and Mass	Units
Weight per Unit Volume	Kgf. cm, C
Mass per Unit Volume	<input type="text" value="2.403E-03"/>
Isotropic Property Data	
Modulus of Elasticity, E	Propiedades Isotrópicas
Poisson's Ratio, U	<input type="text" value="253456.36"/>
Coefficient of Thermal Expansion, A	<input type="text" value="0.2"/>
Shear Modulus, G	<input type="text" value="9.900E-06"/>
Other Properties for Concrete Materials	
Specified Concrete Compressive Strength, f'c	<input type="text" value="105606.82"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Lightweight Concrete	<input type="text" value="281.00"/>
Concreto aligerado	<input type="text" value="1.0"/>
<input type="button" value="Ver Propiedades Avanzadas"/>	
<input type="checkbox"/> Switch To Advanced Property Display	
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

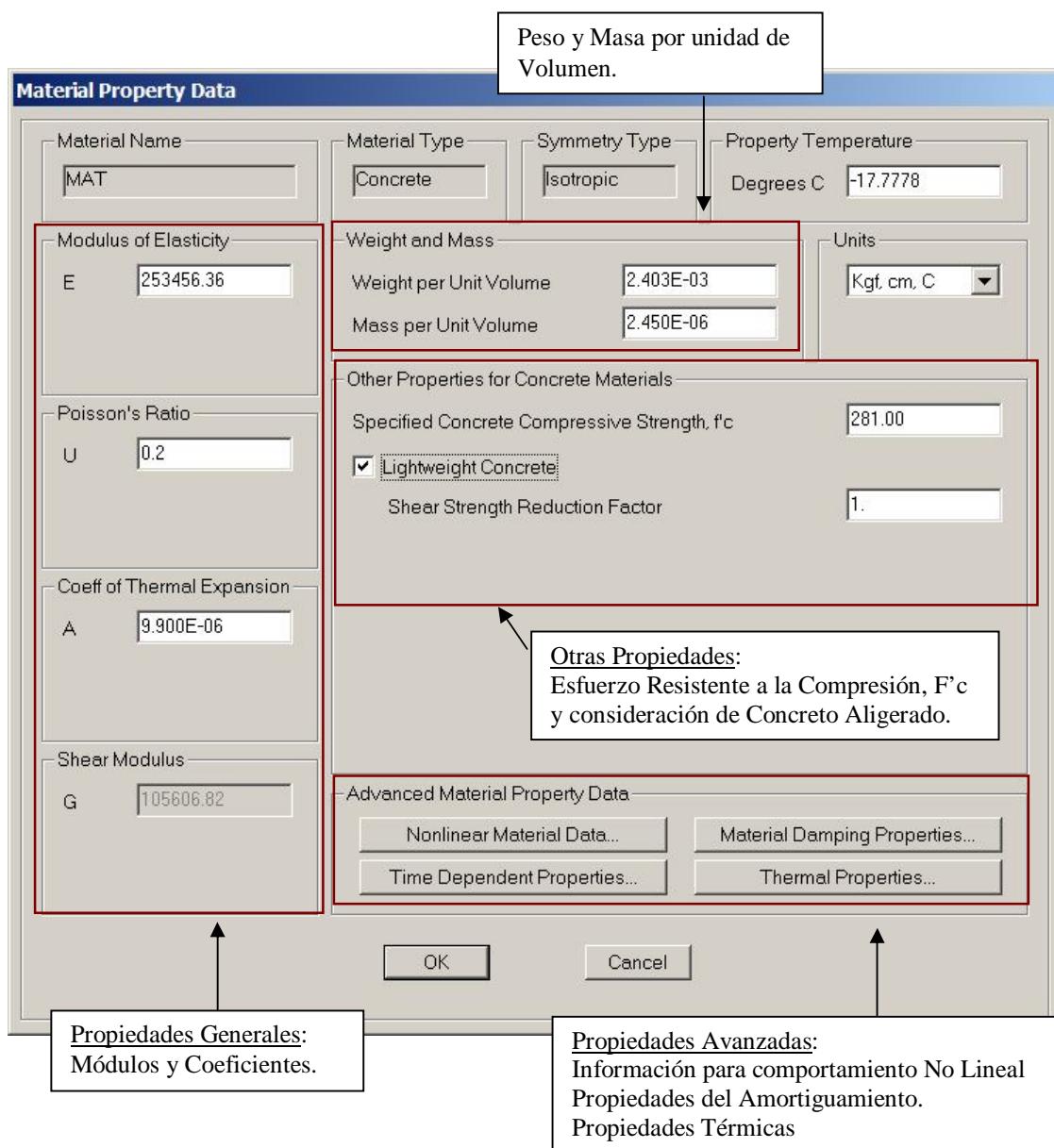
Si elegimos la Opción “Switch To Advanced Property Display” obtenemos lo siguiente:



Al hacer click en “**Modify/Show Material Properties**” nos aparece un cuadro donde podemos agregar, copiar, modificar y/o borrar las propiedades particulares del material

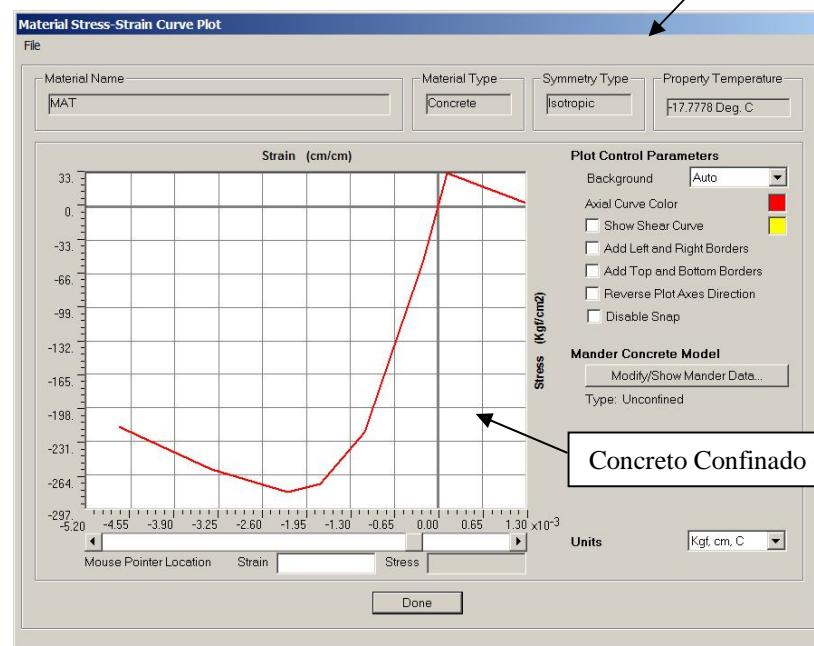
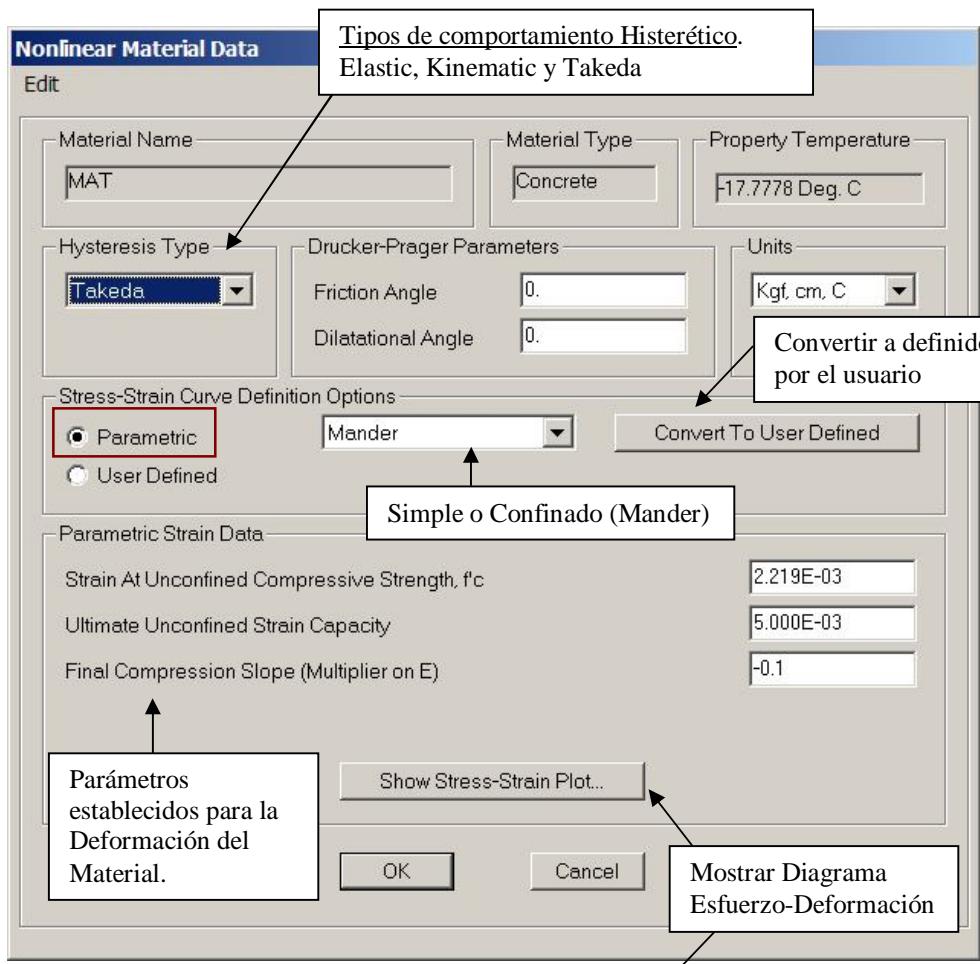


Seleccionando “**Modify>Show Properties at Selected Temperature**” entramos a un cuadro donde podemos modificar los parámetros correspondientes al material incluyendo Esfuerzo Resistente a Compresión F'c, temperatura, modulo de elasticidad, coeficiente de Poisson, peso por unidad de volumen, masa por unidad de volumen, propiedades avanzadas, etc.

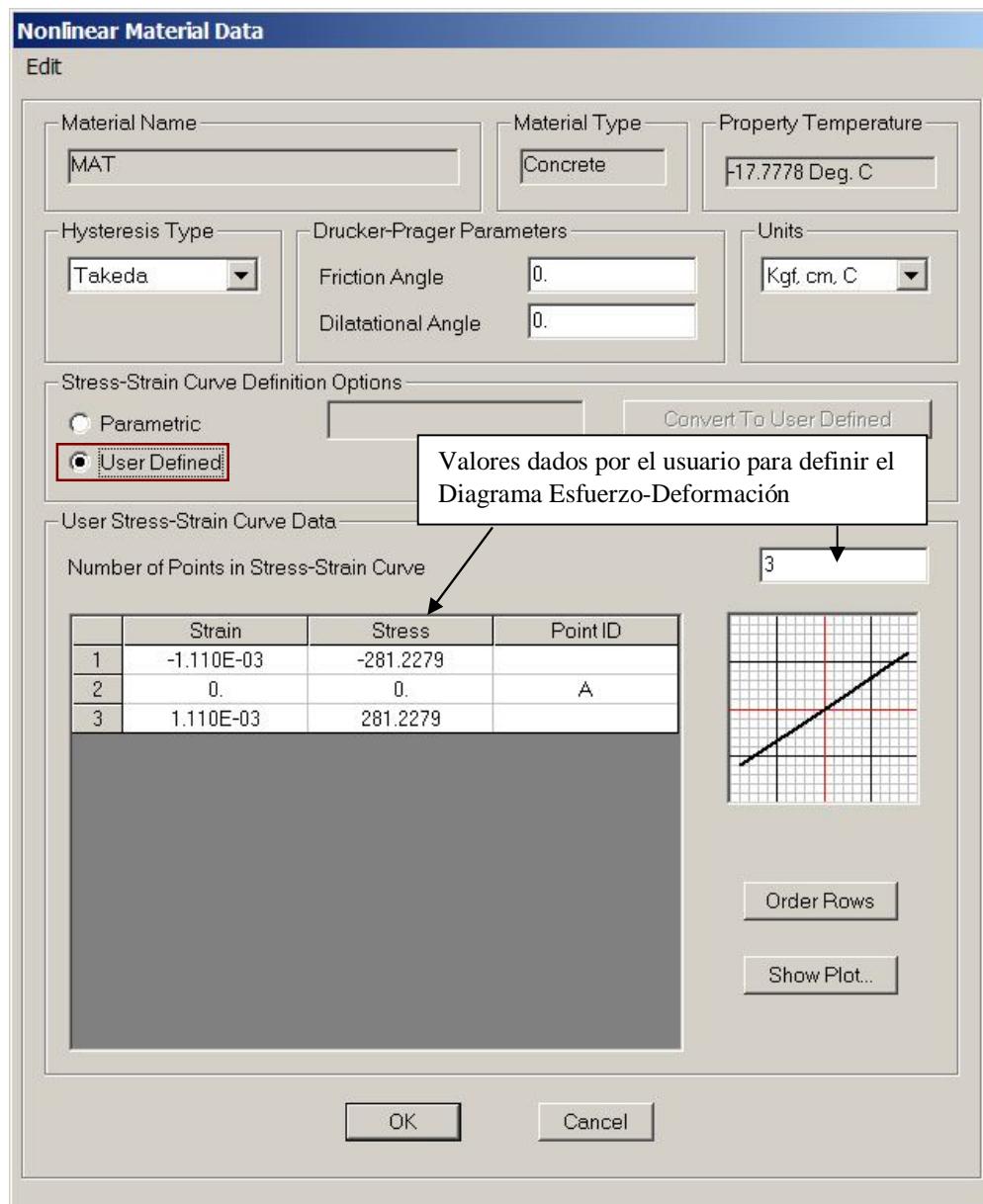


En lo correspondiente a “Advanced Material Property Data” tenemos:

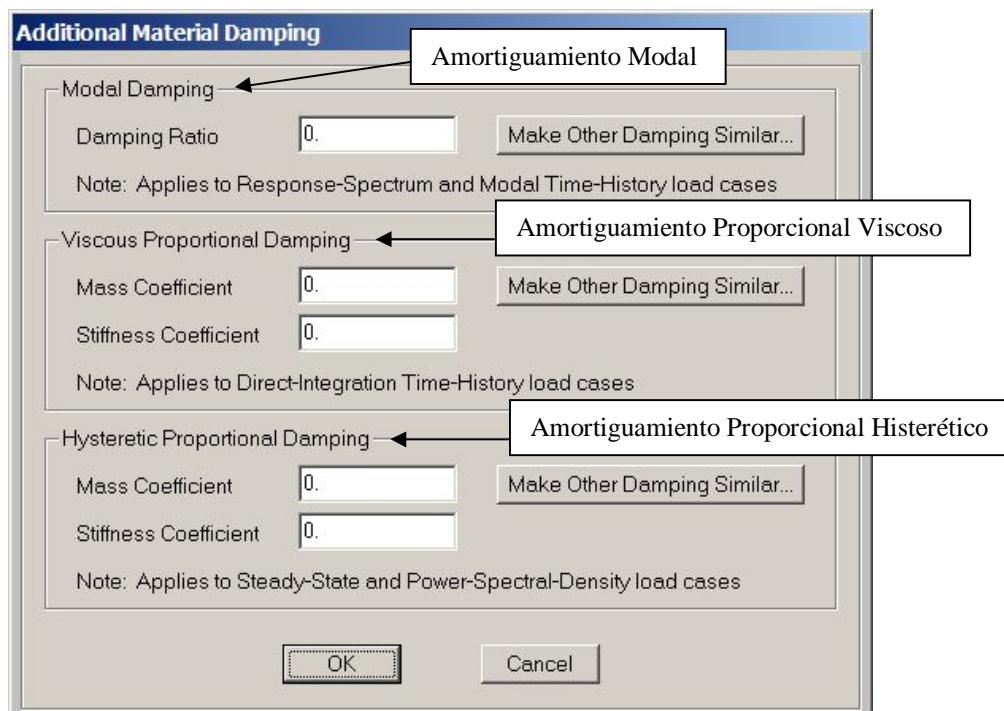
.- Nonlinear Material Property data: *Información de las Propiedades No Lineales.*



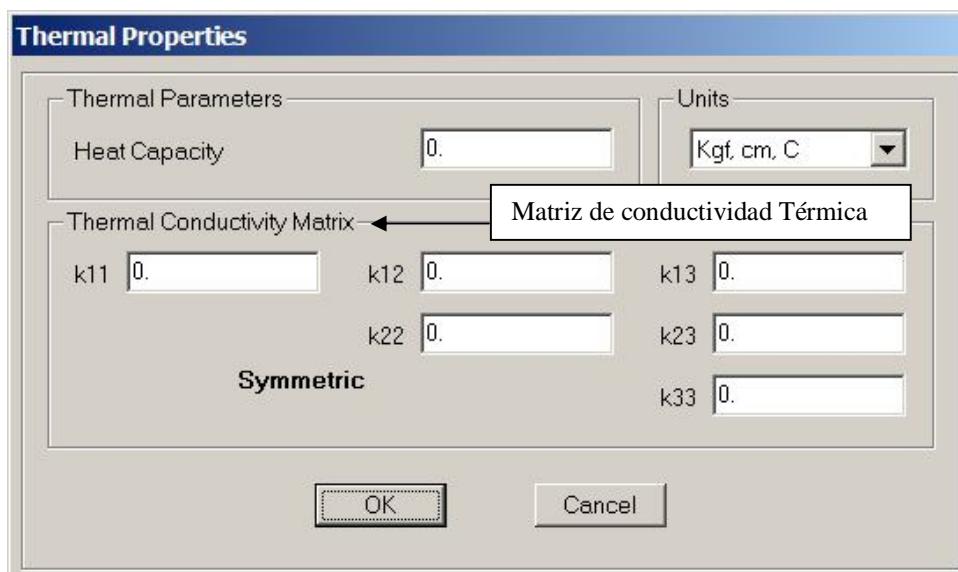
Si se especifica “User Defined” se tiene lo siguiente:



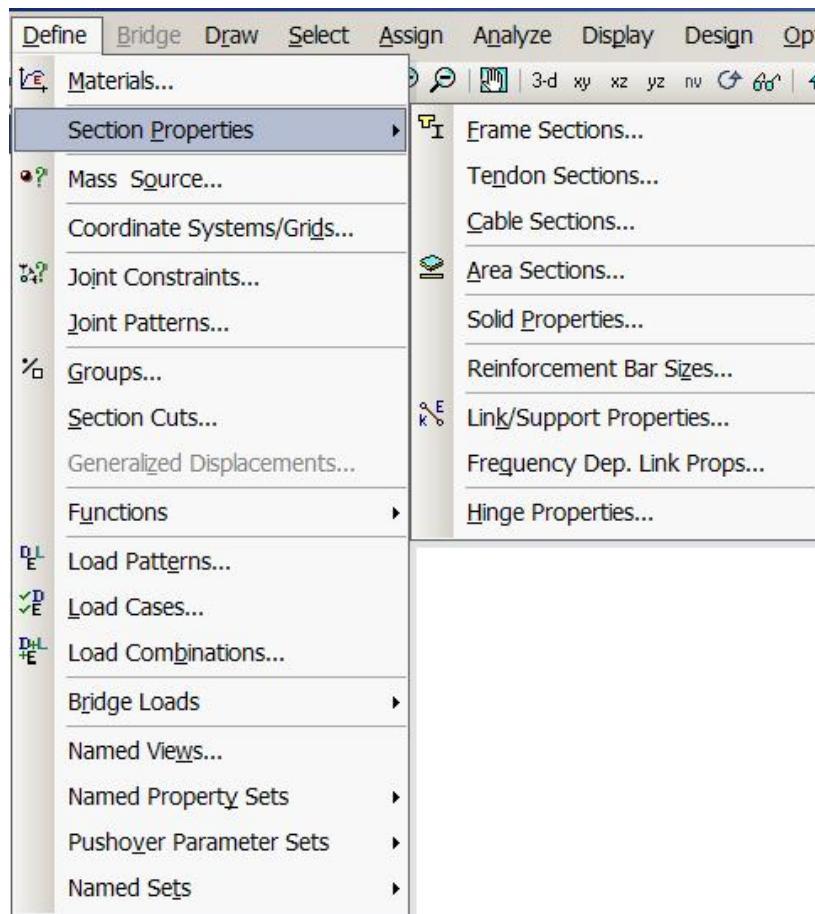
.- Material Damping Properties: Propiedades del amortiguamiento del Material



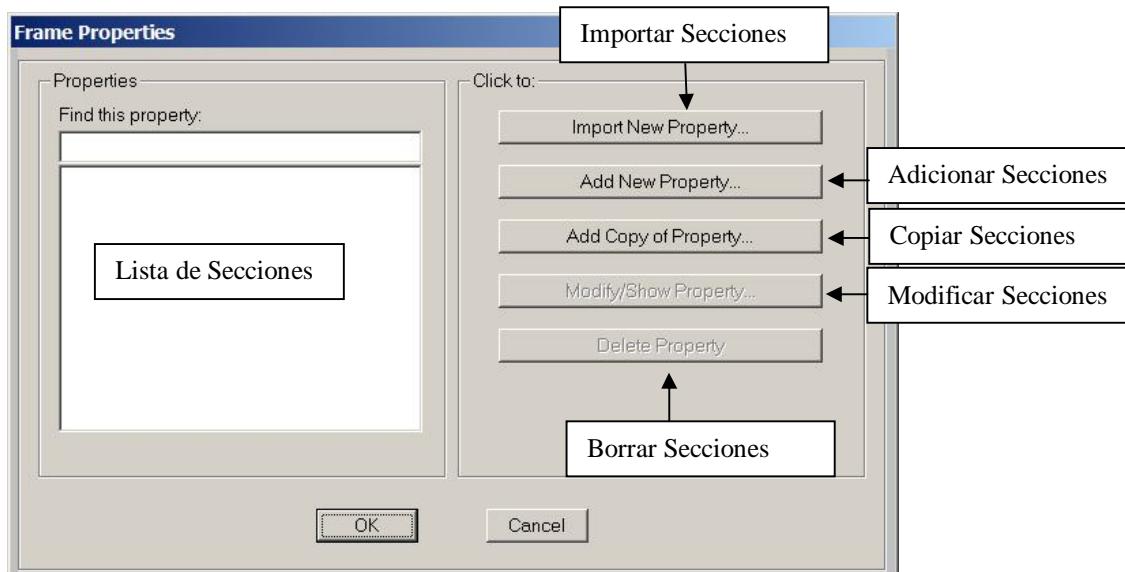
.- Thermal Properties: Propiedades Térmicas.



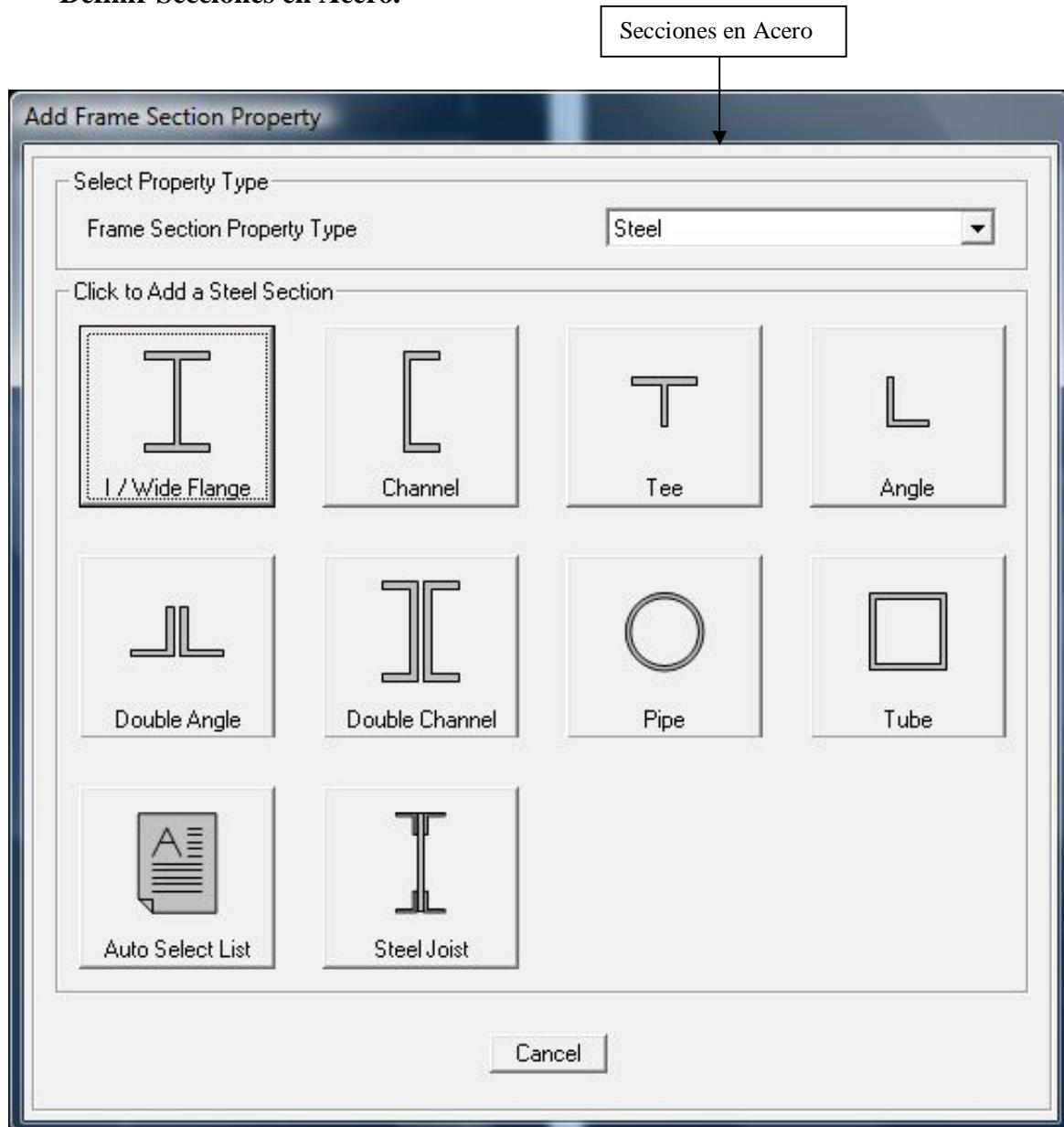
5.2. Section Properties: Propiedades de las Secciones.



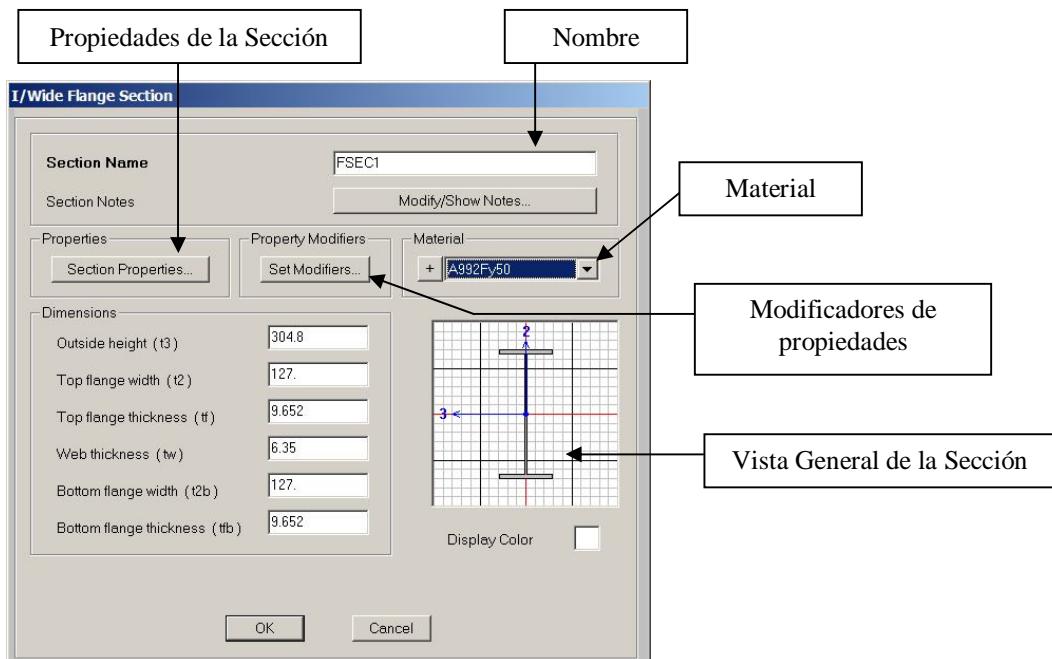
5.2.1. Frame Section: Sección para elementos de Pórticos (Vigas, Columnas, etc.)



➤ Definir Secciones en Acero.

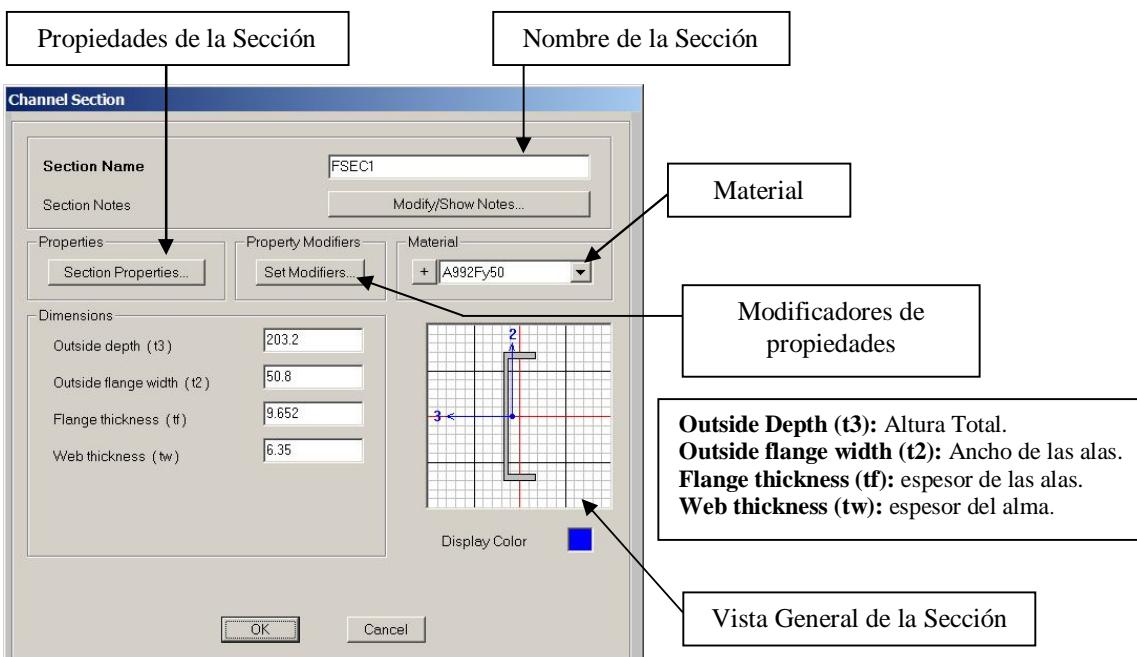


.- Sección Tipo: I/Wide Flange (Doble T)



Outside height (t3): Altura Total.
Top flange width (t2): Ancho del ala superior.
Top flange thickness (tf): espesor del ala superior.
Web thickness (tw): espesor del alma.
Bottom flange width (t2b): Ancho del ala inferior.
Bottom flange thickness (tfb): espesor del ala inferior.

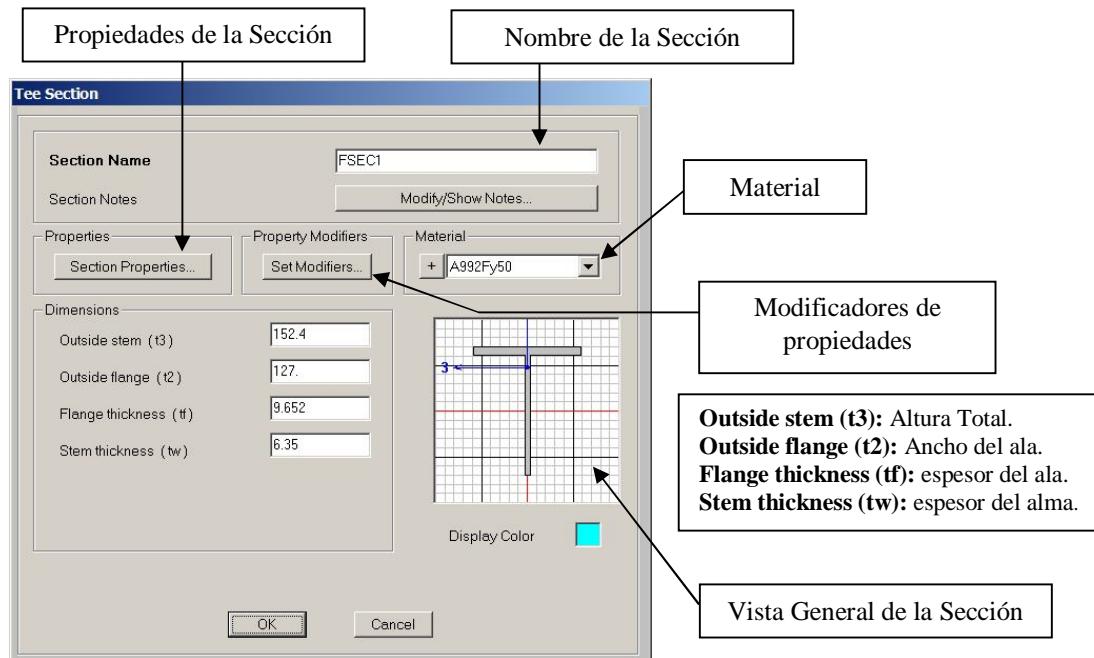
.- Sección Tipo: Channel Section (U)



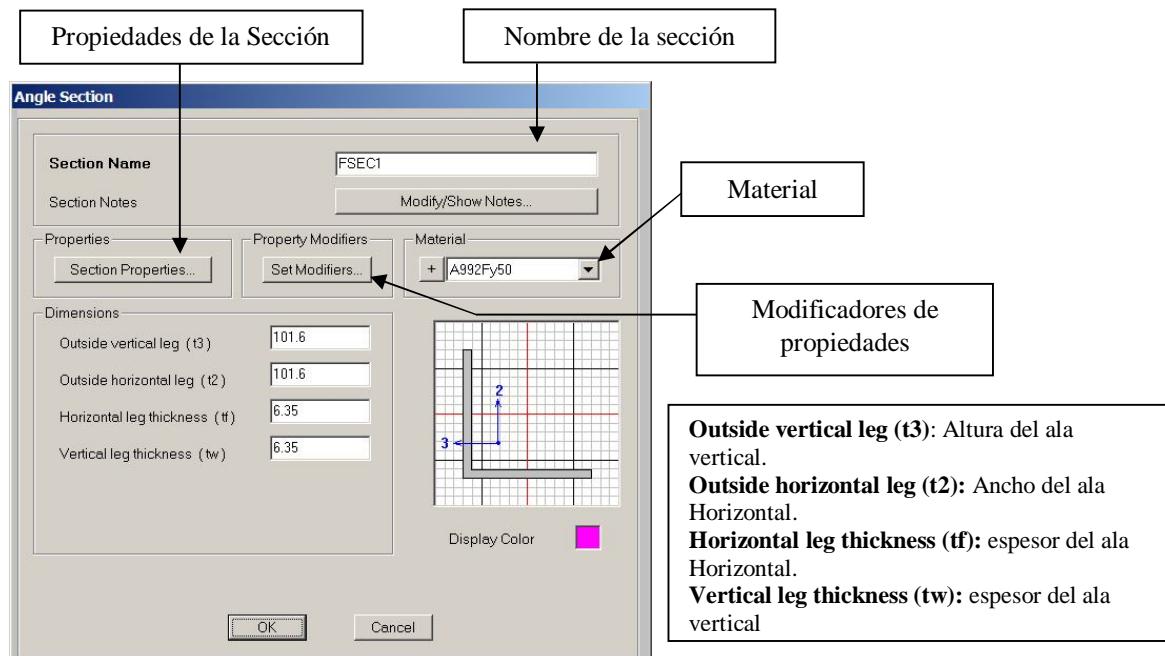
Outside Depth (t3): Altura Total.
Outside flange width (t2): Ancho de las alas.
Flange thickness (tf): espesor de las alas.
Web thickness (tw): espesor del alma.

Vista General de la Sección

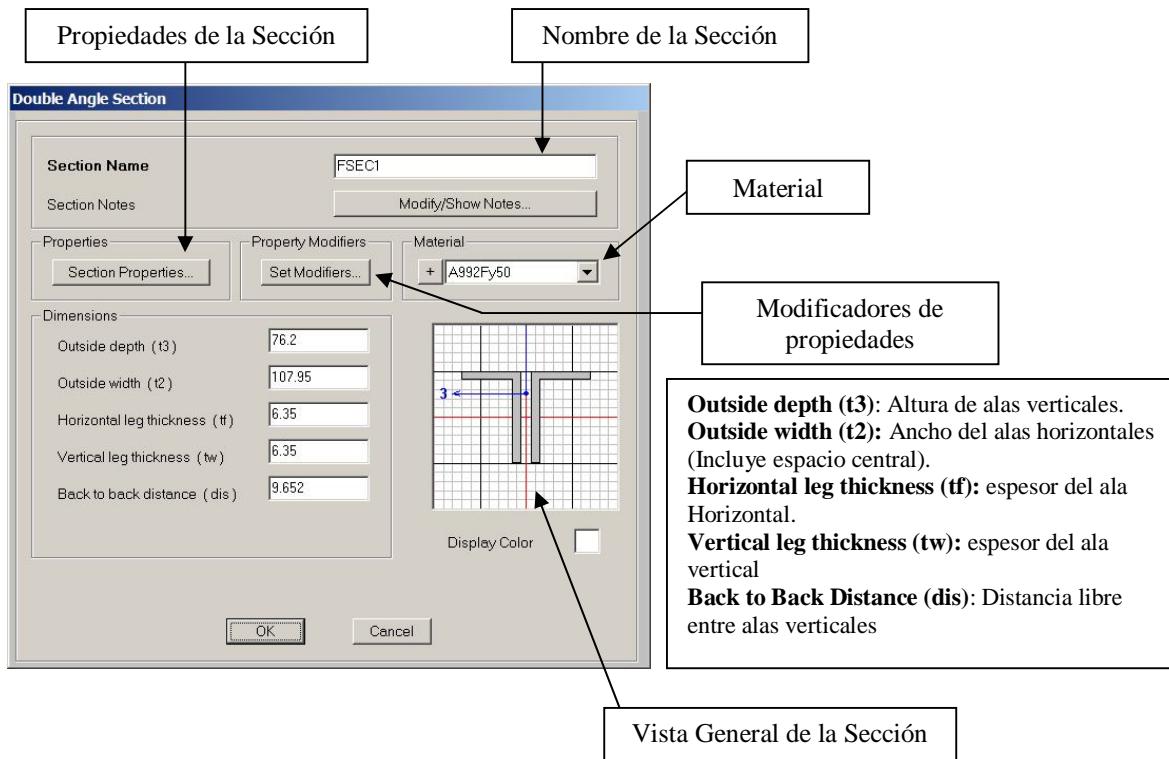
.- Sección Tipo: Tee (T)



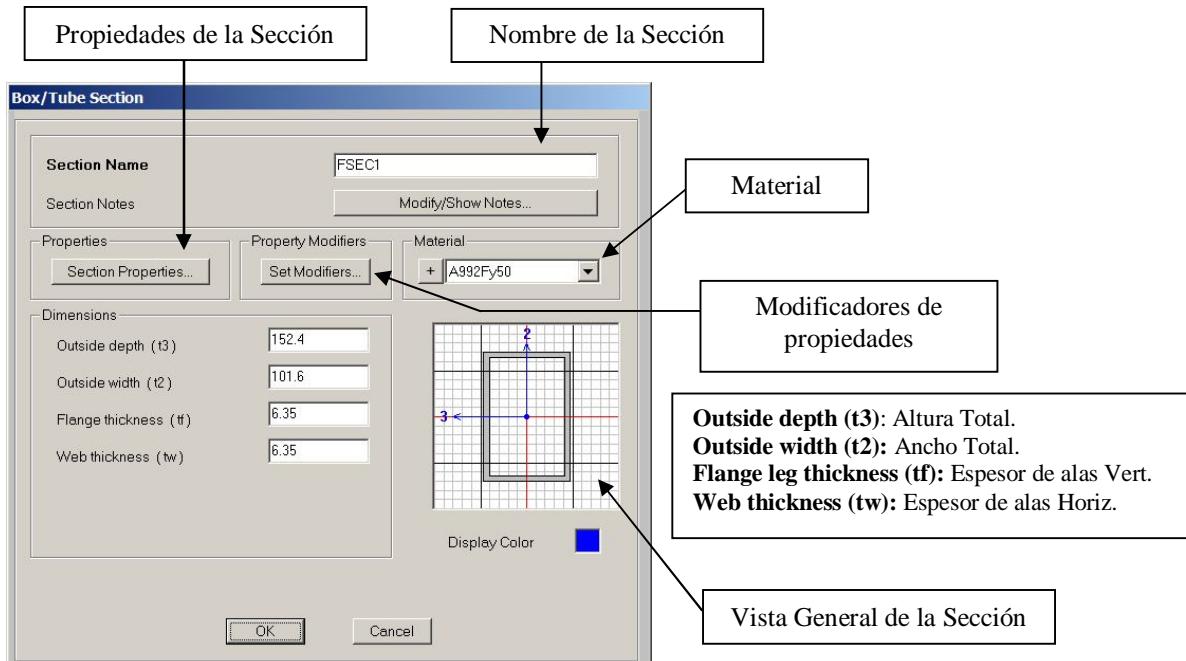
.- Sección Tipo: Angle (L)



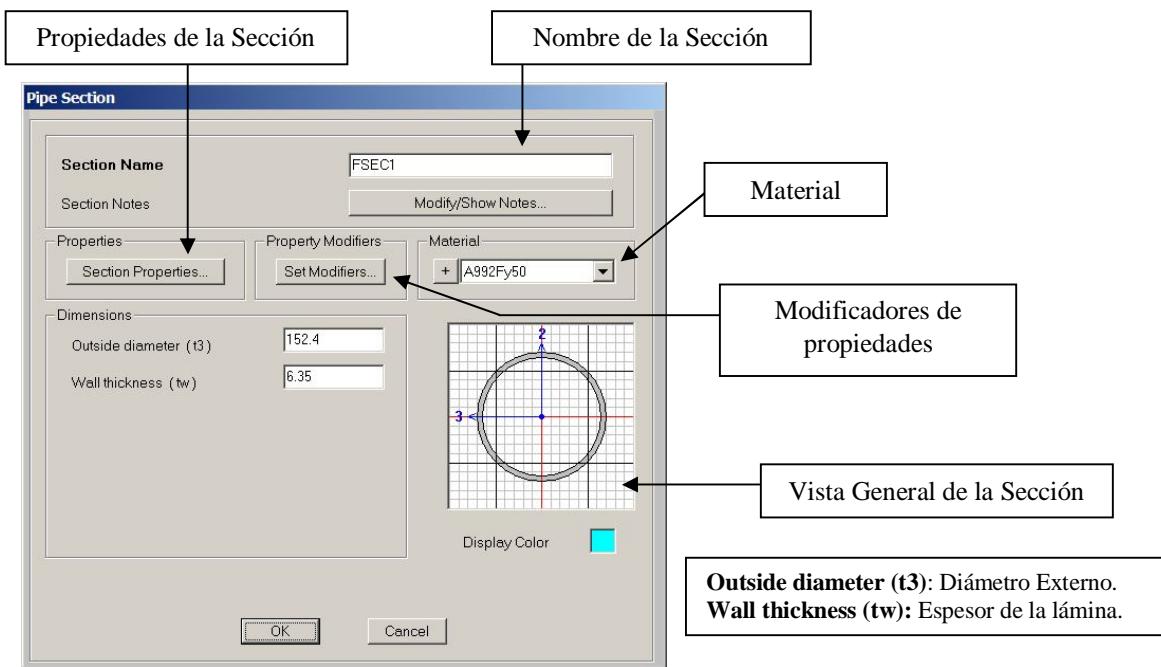
.- Sección Tipo: Double Angle (2L)



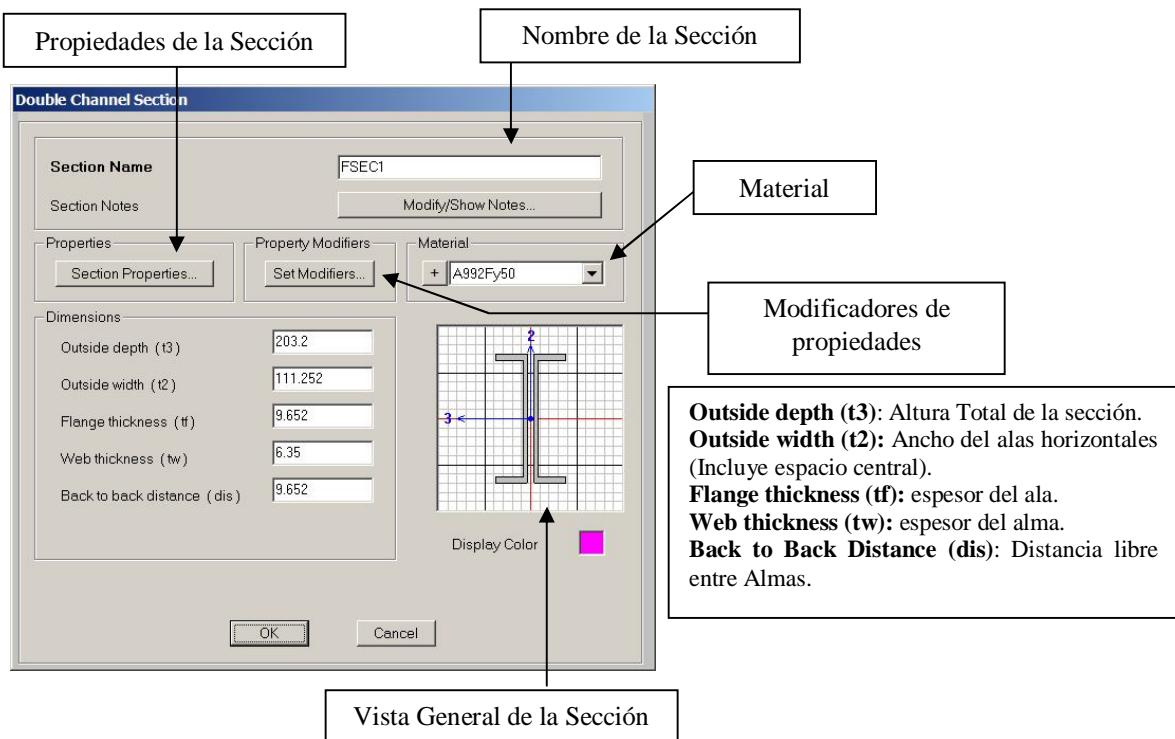
.- Sección Tipo: Box Tube (Tubos Rectangulares)



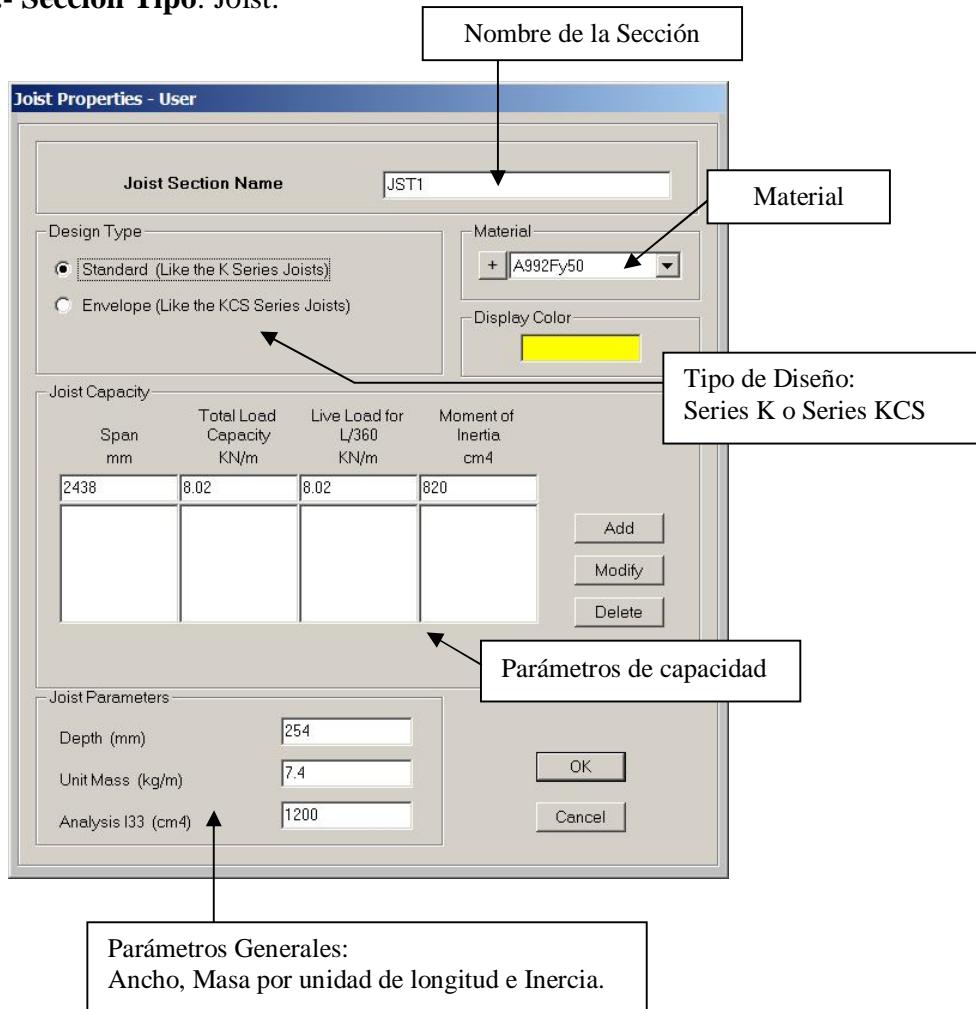
.- Sección Tipo: Pipe (Tubos Circulares)



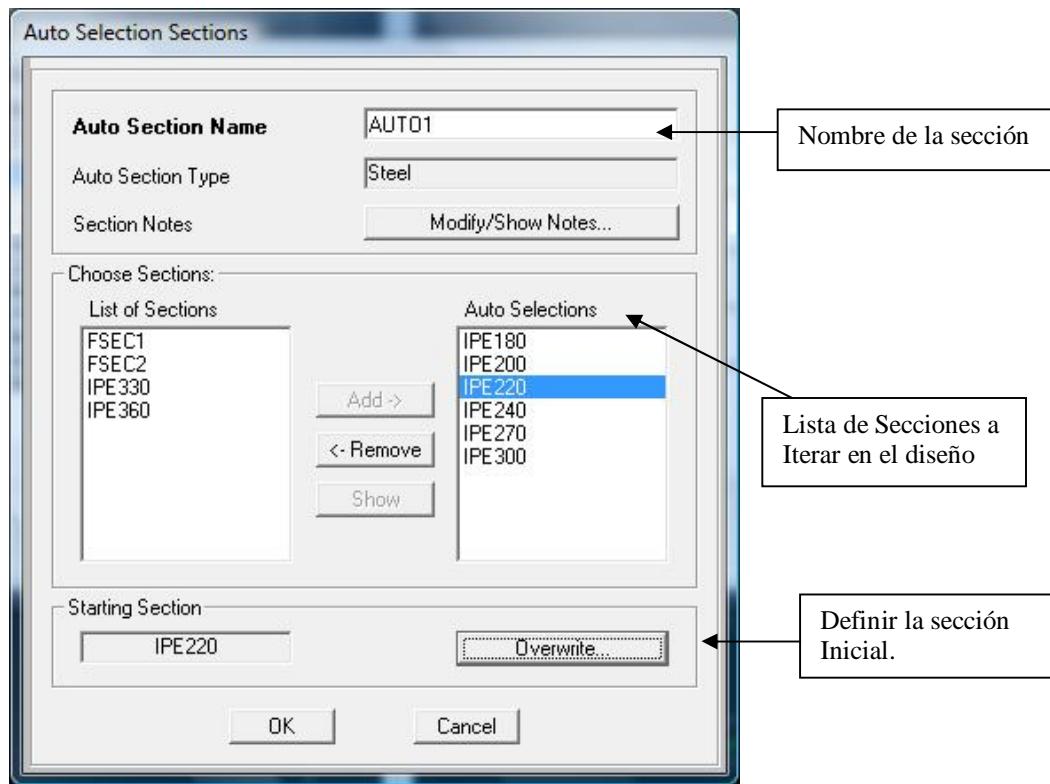
.- Sección Tipo: Double Channel (Doble Canal)



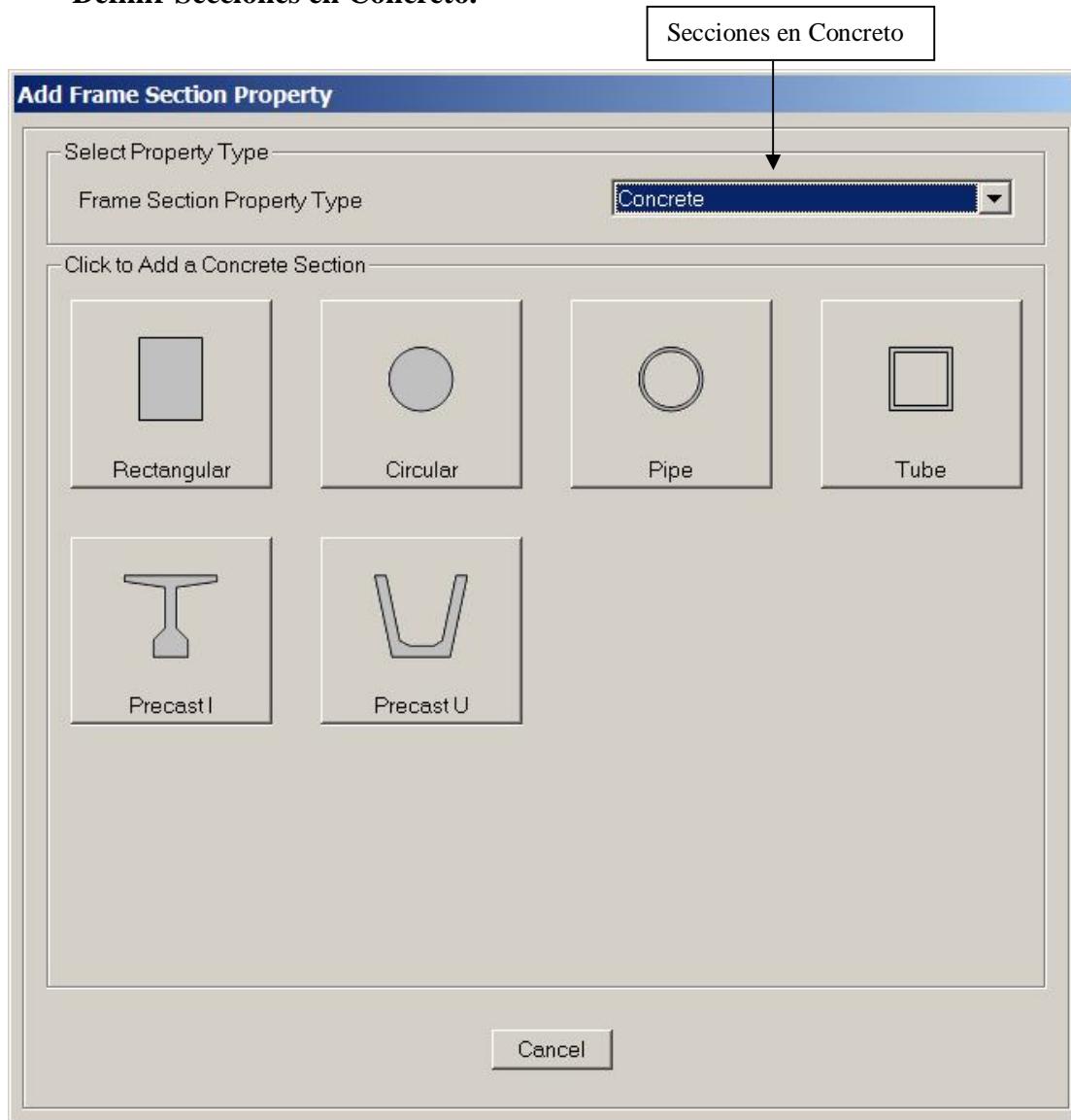
.- Sección Tipo: Joist.



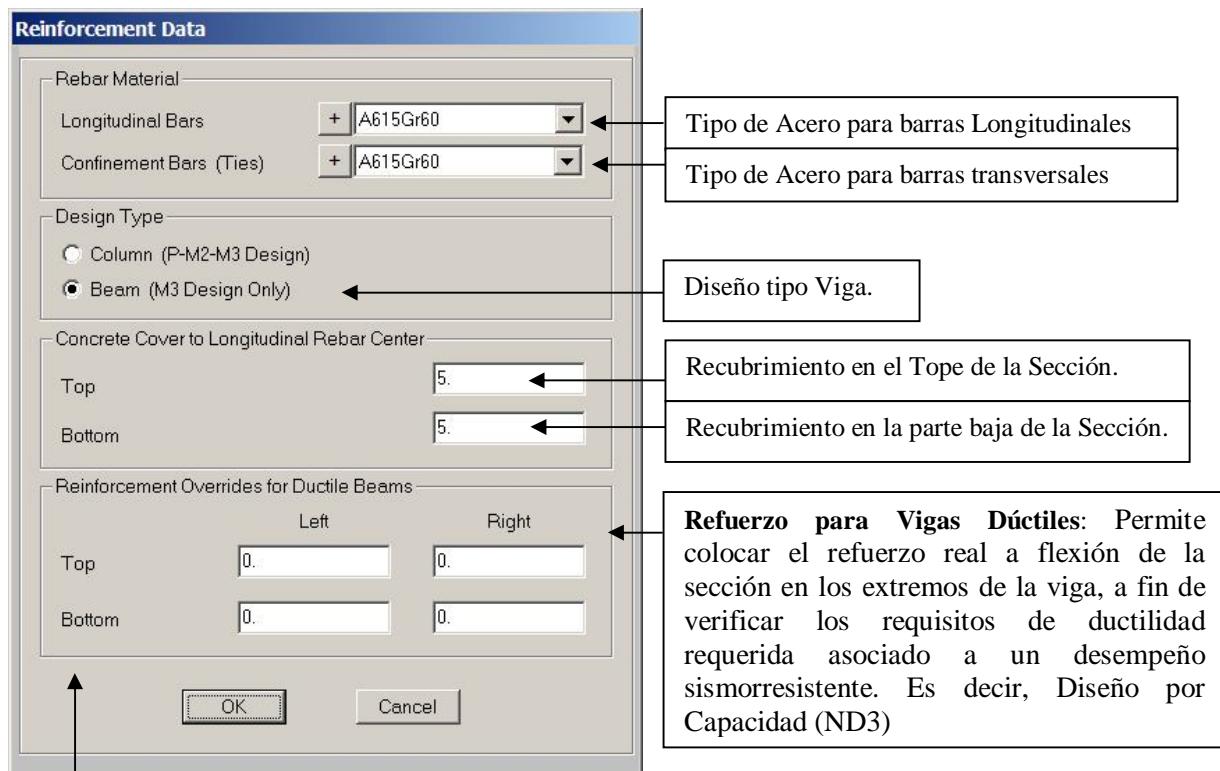
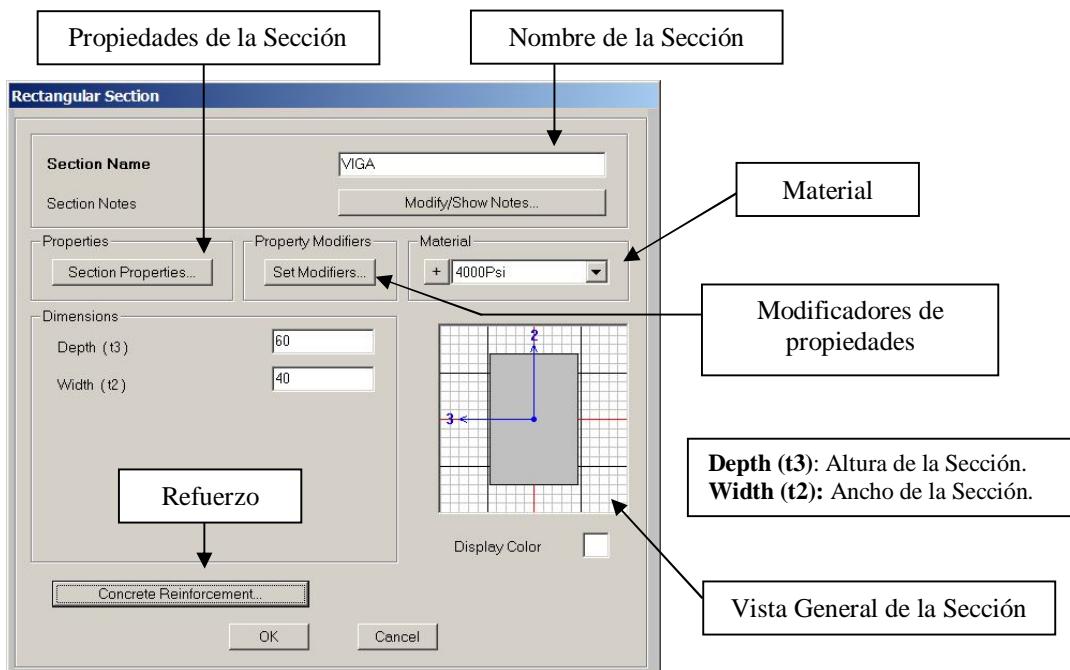
.- Sección Tipo “Auto Select List”: Permite definir una lista de secciones a fin de realizar un diseño iterativo en Acero Estructural.



➤ **Definir Secciones en Concreto.**

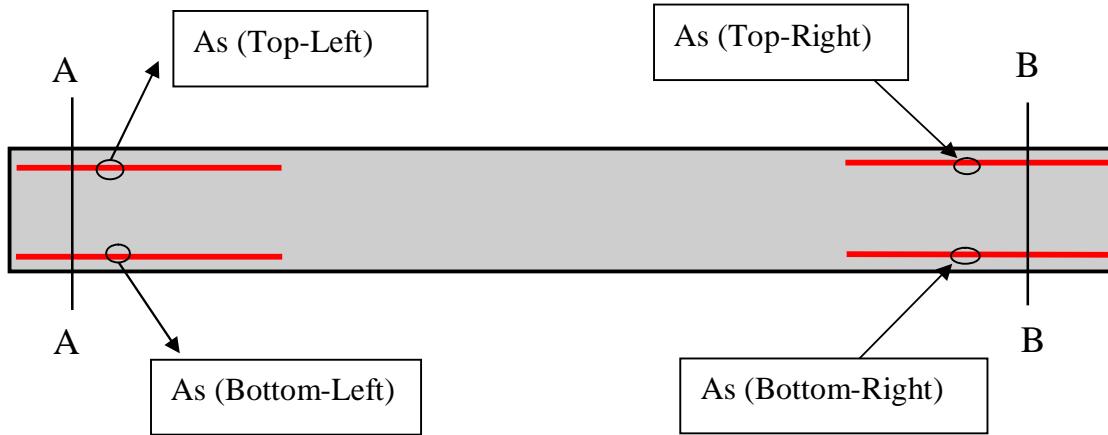


.- Sección Tipo: Rectangular para Vigas.

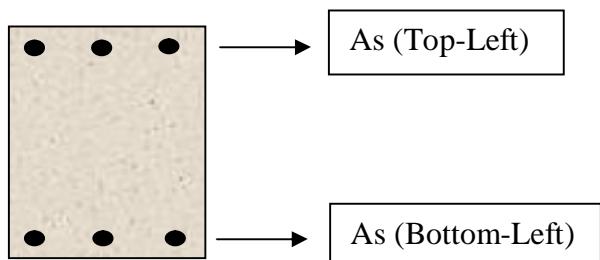


Top Left: Refuerzo Arriba en el Extremo izquierdo de la Viga
Top Right: Refuerzo Arriba en el Extremo Derecho de la Viga
Bottom Left: Refuerzo Abajo en el Extremo izquierdo de la Viga
Bottom Right: Refuerzo Abajo en el Extremo Derecho de la Viga

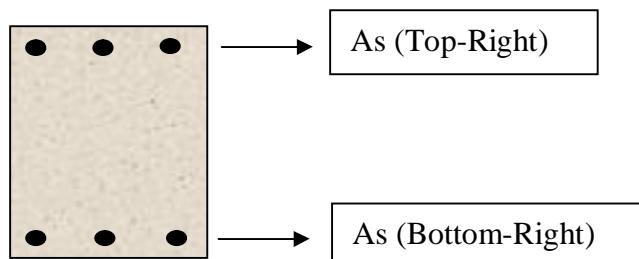
Esquema de Disposición de Aceros Reales a Flexión



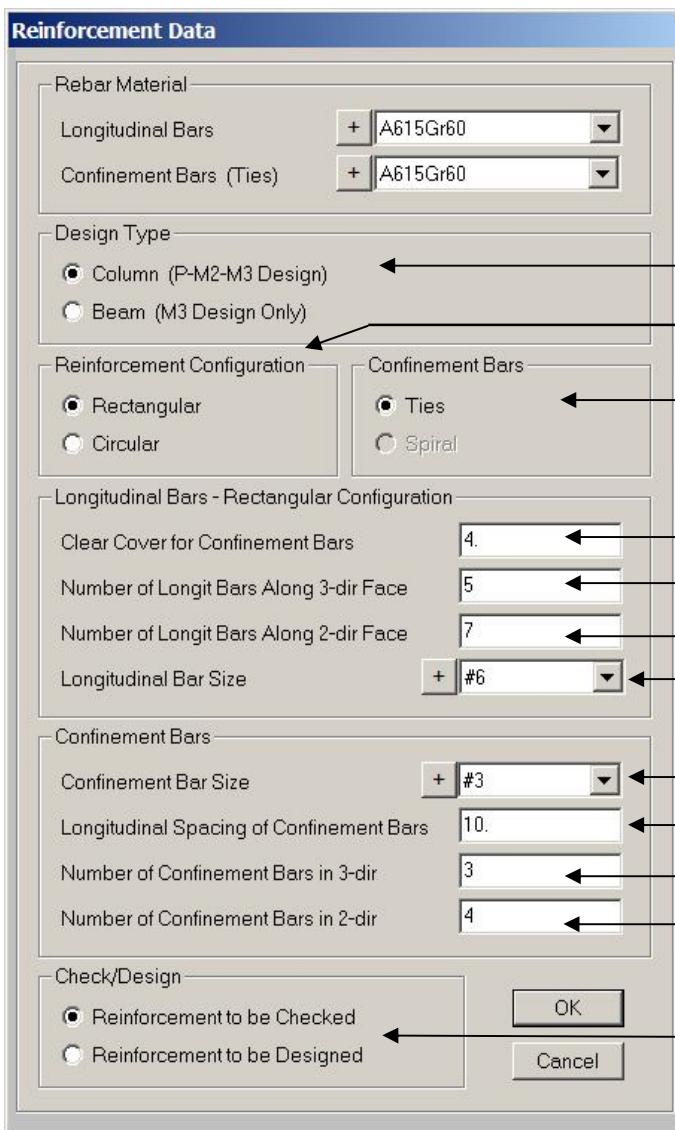
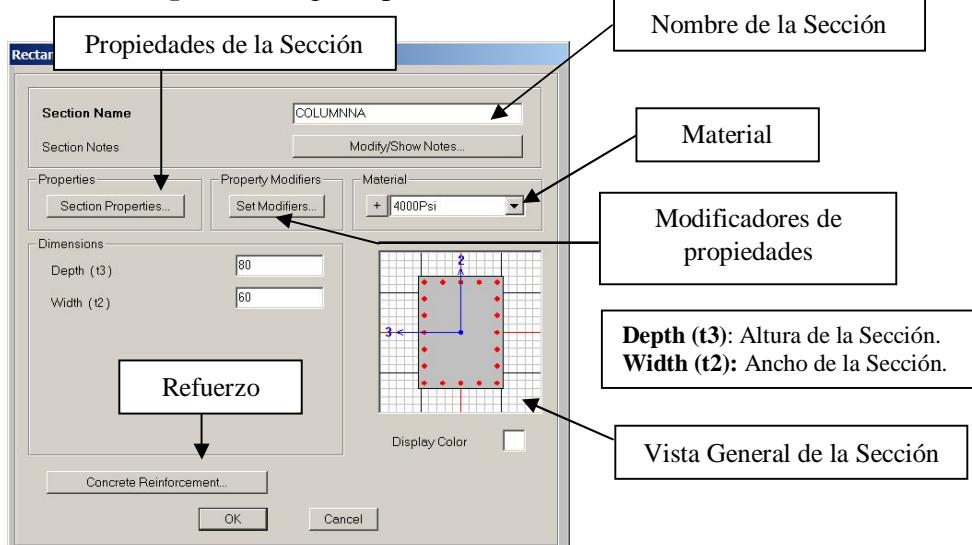
Sección A-A



Sección B-B



.- Sección Tipo: Rectangular para Columnas.



Es importante destacar que el diámetro de la barra Longitudinal sólo se toma en cuenta si se utiliza la opción “**Be Checked**”, es decir, si se va a chequear la sección con el acero de refuerzo indicado.

Diseño Tipo Columna

Configuración: Rectangular o Circular.

Refuerzo lateral:
Ties (Ligaduras), Spiral (Zunchos)

Recubrimiento Libre de la barra.

Nro de Barras paralelas a la Dirección 3

Nro de Barras paralelas a la Dirección 2

Diámetro de la Barras de Refuerzo

Diámetro de la Barra de Refuerzo Transversal.

Esp. Long. de las Barras de confinamiento.

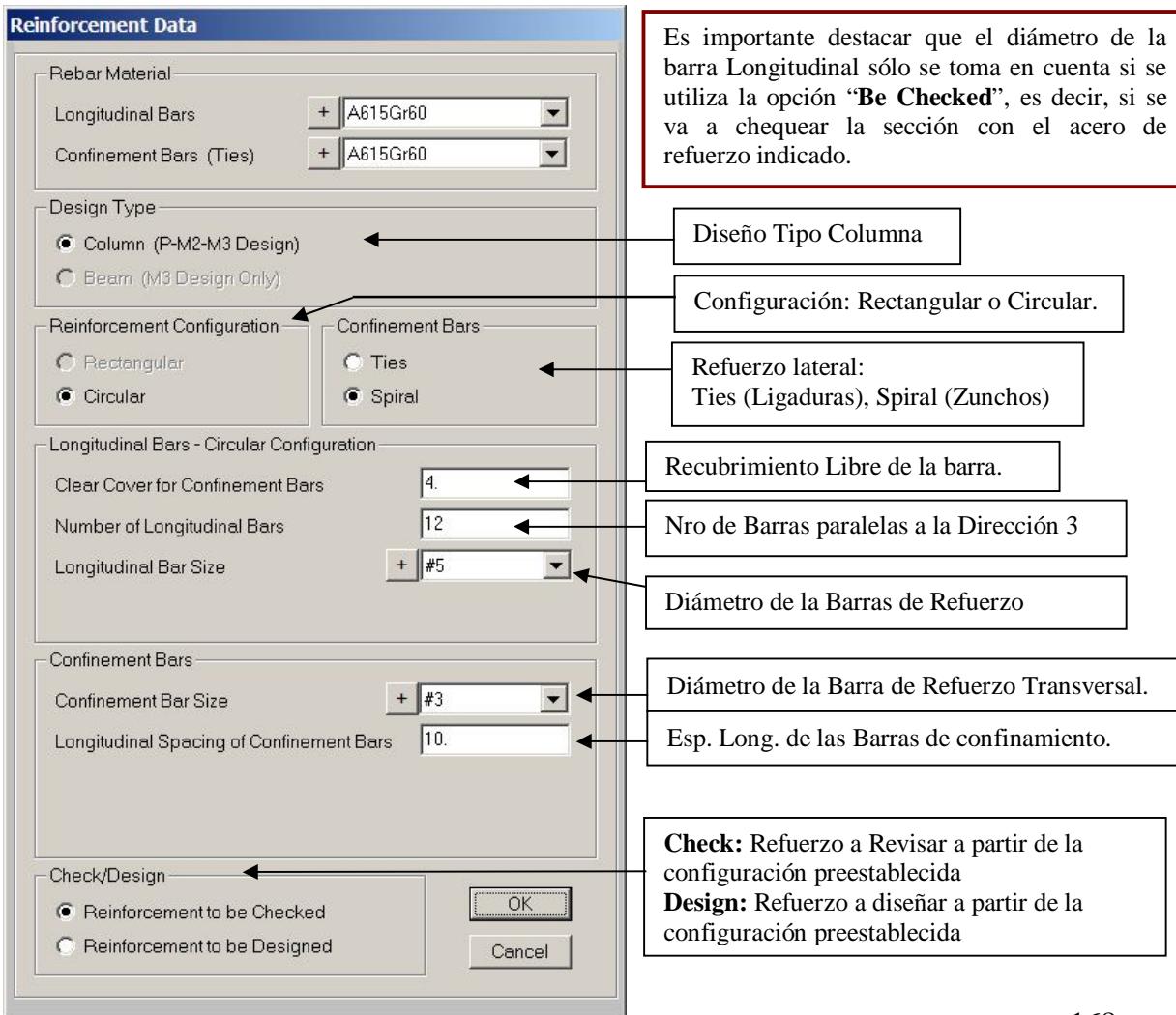
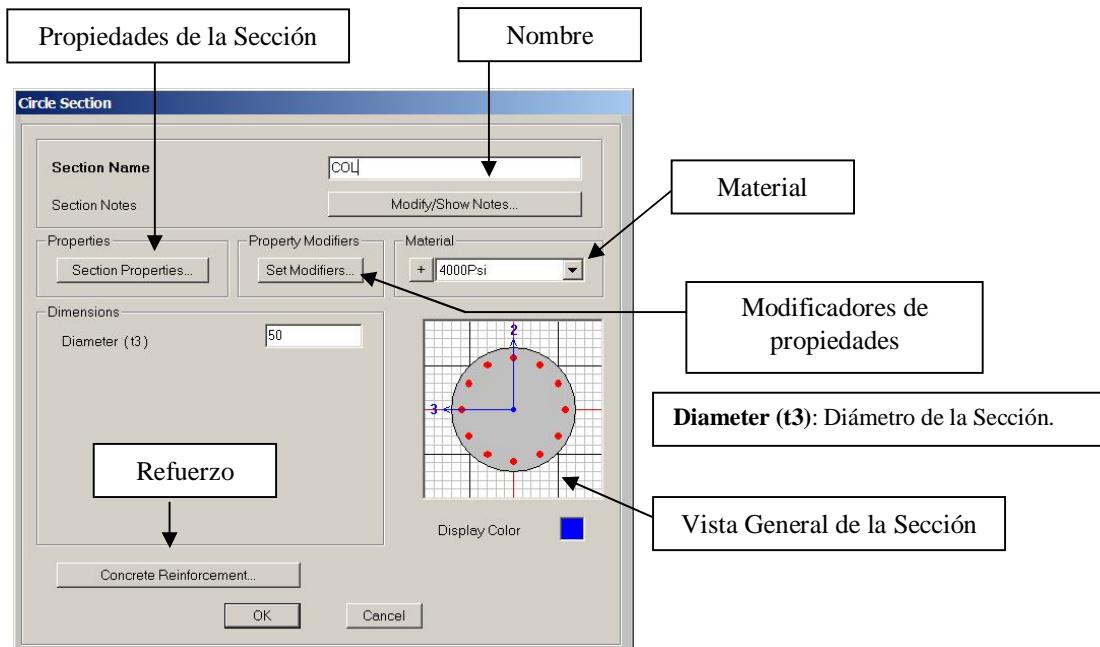
Nro de Barras Conf. paralelas a la Dirección 3

Nro de Barras Conf. paralelas a la Dirección 2

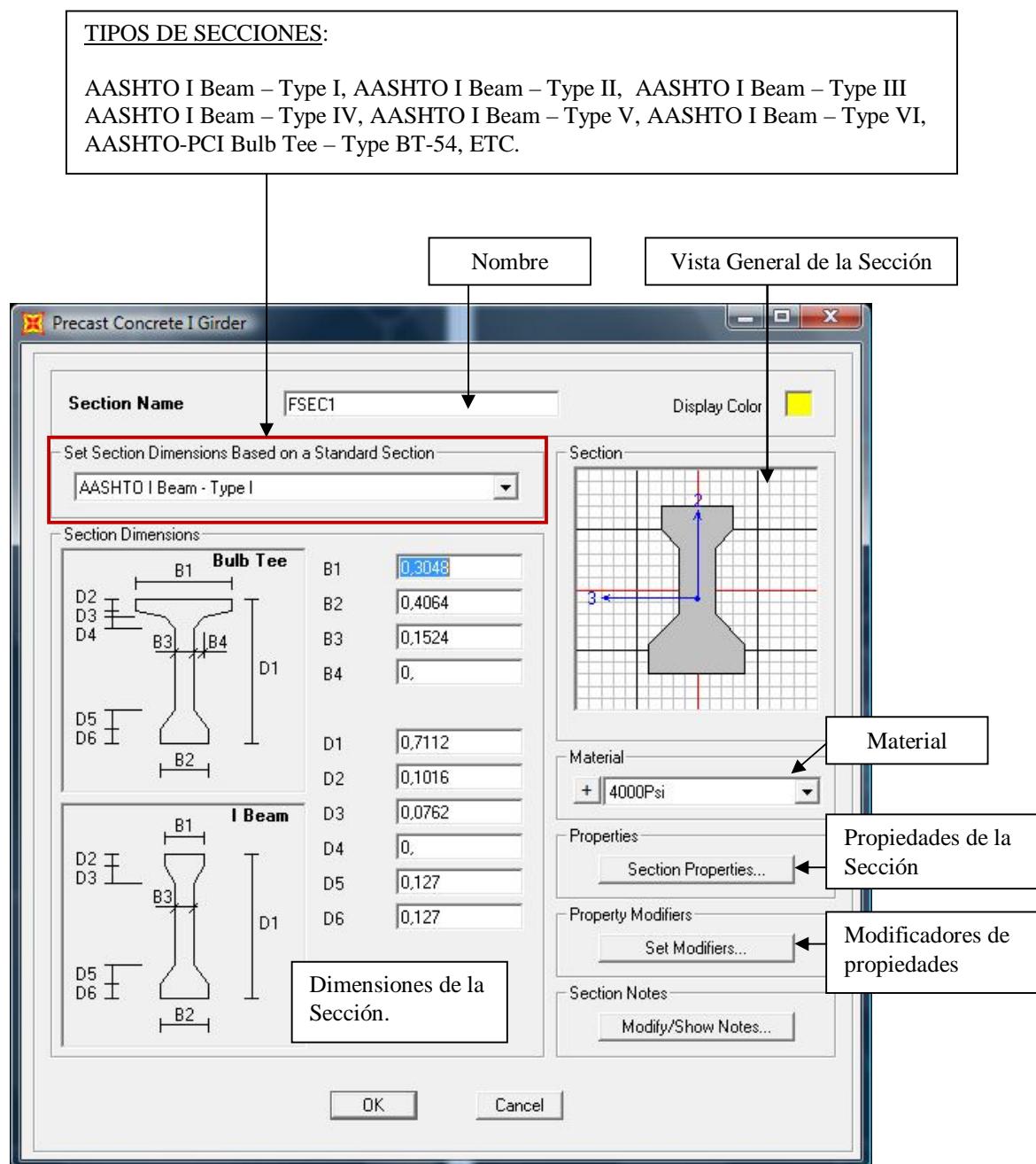
Check: Refuerzo a Revisar a partir de la configuración preestablecida

Design: Refuerzo a diseñar a partir de la configuración preestablecida

.- Sección Tipo: Circle (Circular)



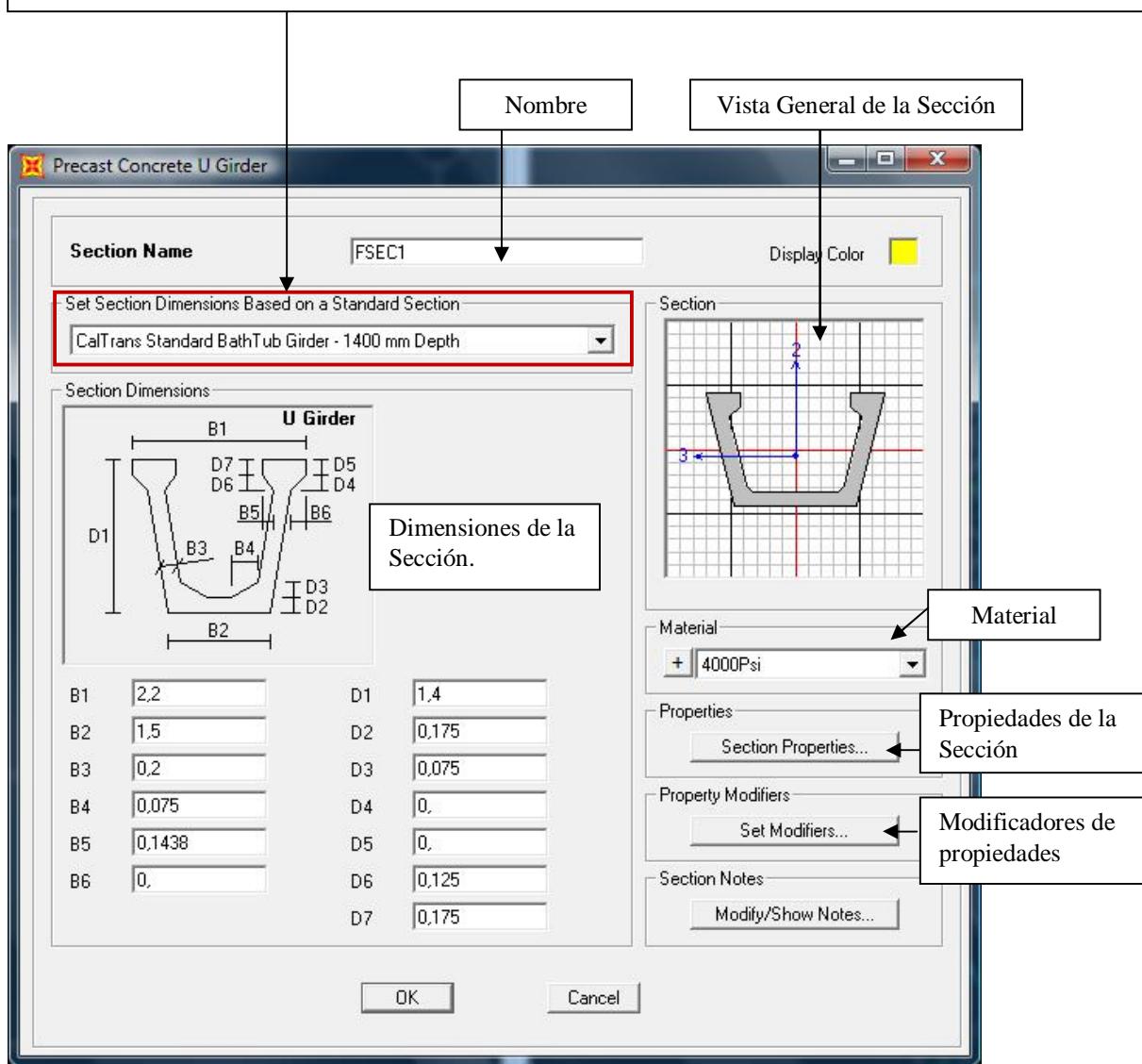
.- Sección Tipo: Precast I



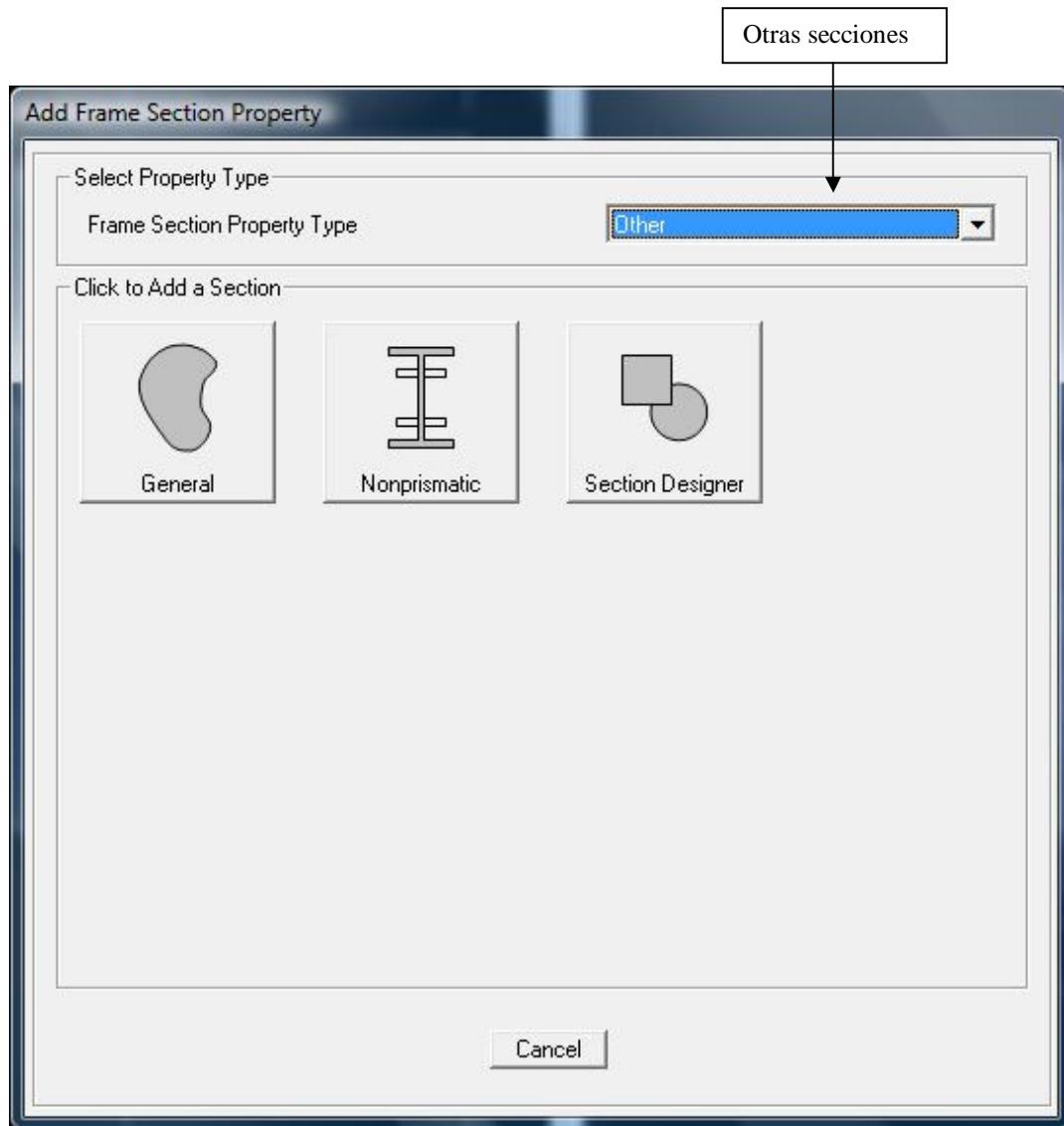
.- Sección Tipo: Precast U.

TIPOS DE SECCIONES:

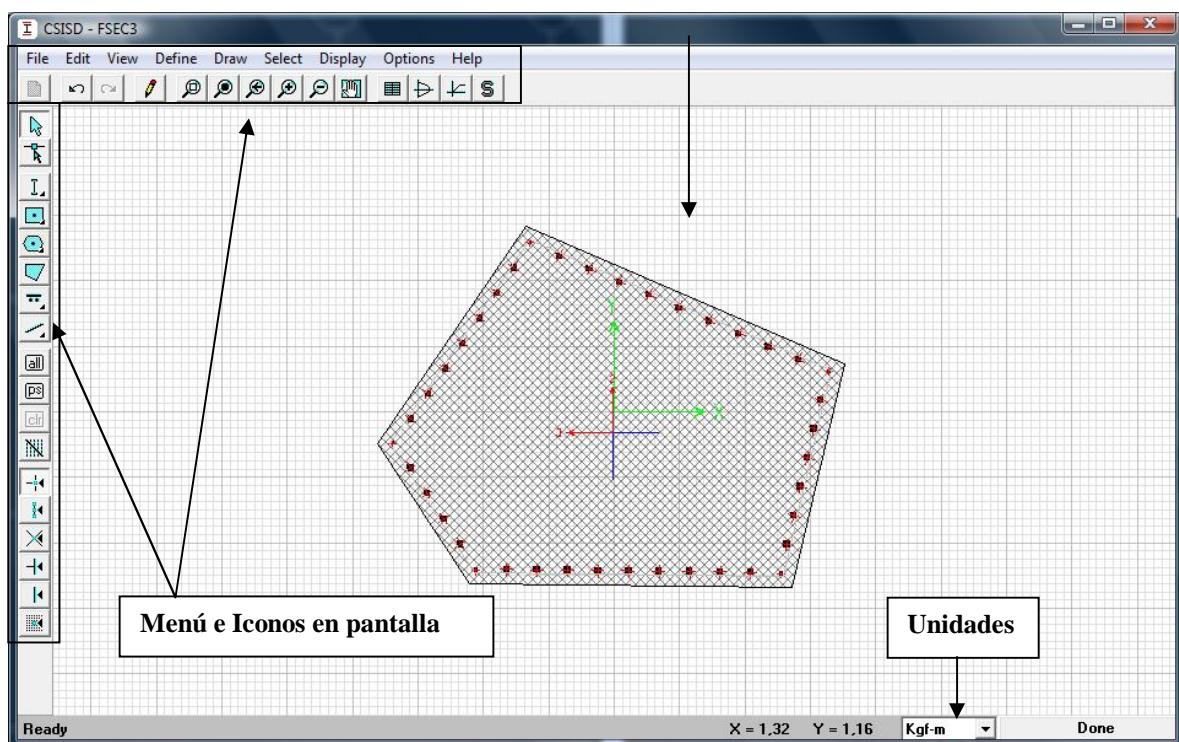
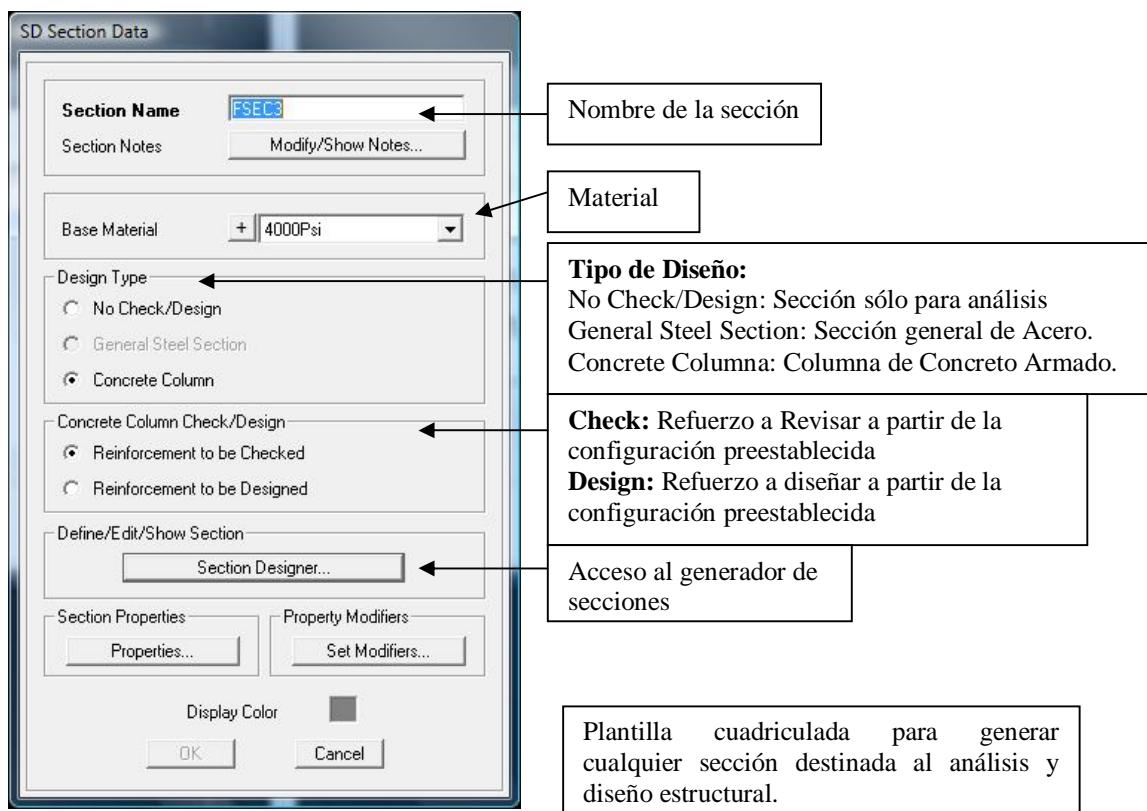
Caltrans Standard Bath Tub Girder – 1400 mm Depth, Caltrans Standard Bath Tub Girder – 1550 mm Depth, Caltrans Standard Bath Tub Girder – 1700 mm Depth, Caltrans Standard Bath Tub Girder – 1850 mm Depth, Caltrans Standard Bath Tub Girder – 2000 mm Depth, ETC.



➤ **Otras: Secciones Generales, No prismáticas y Diseñador de Secciones.**



- Sección Tipo “Section Designer”: Permite dibujar y definir secciones de cualquier forma geométrica, tanto en concreto armado como de acero. Es posible incluir de manera arbitraria los aceros de refuerzo, o bien, combinación de secciones.



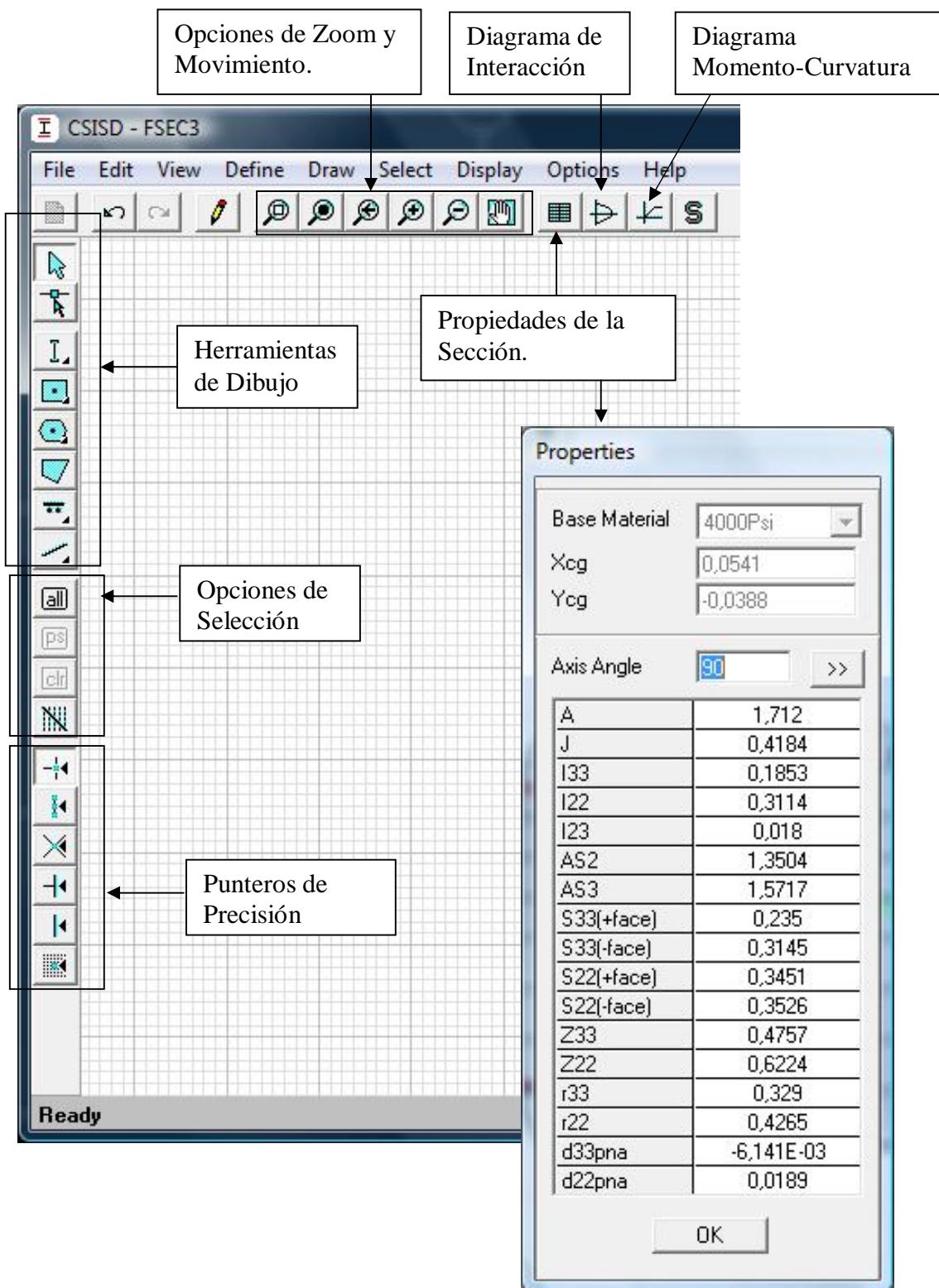


Diagrama Momento-Curvatura

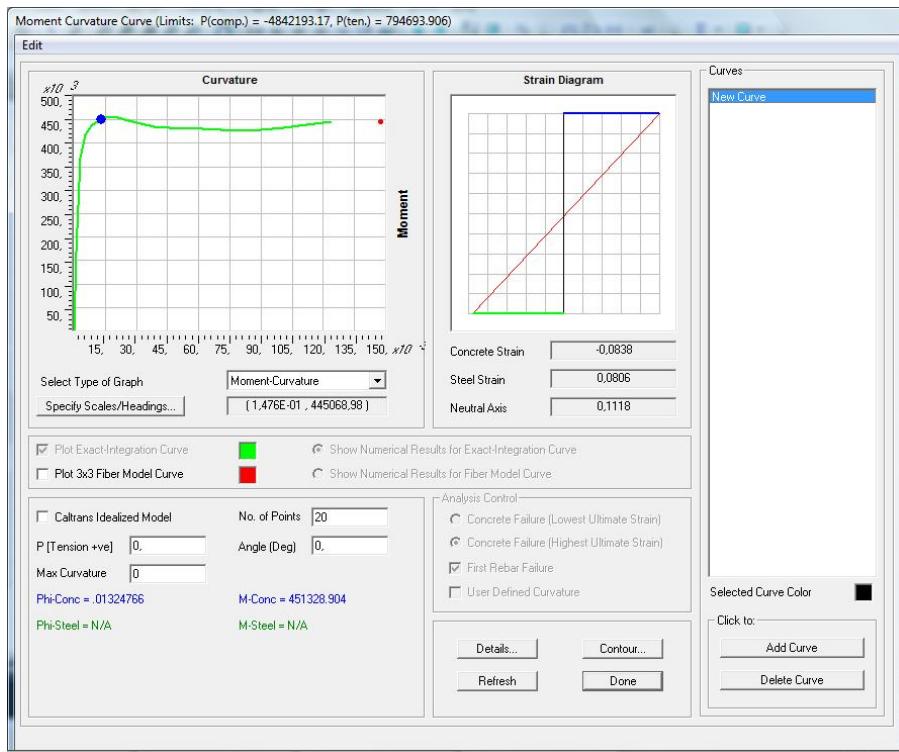
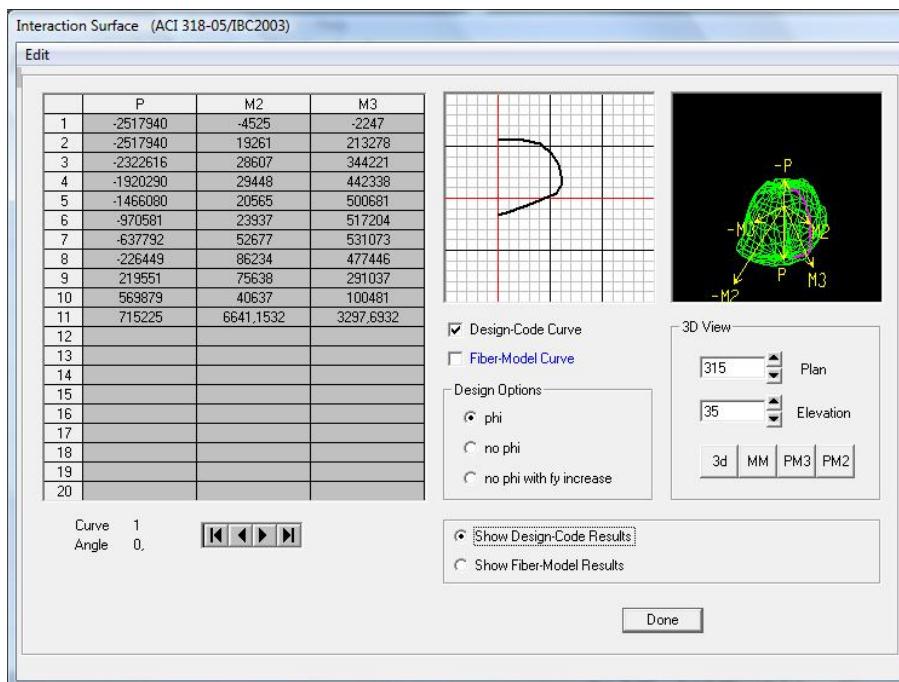
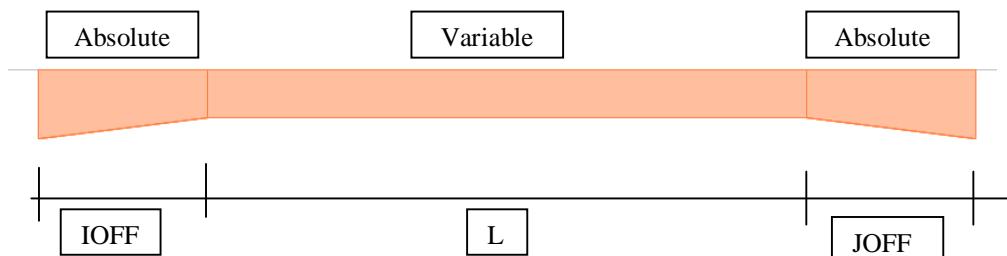
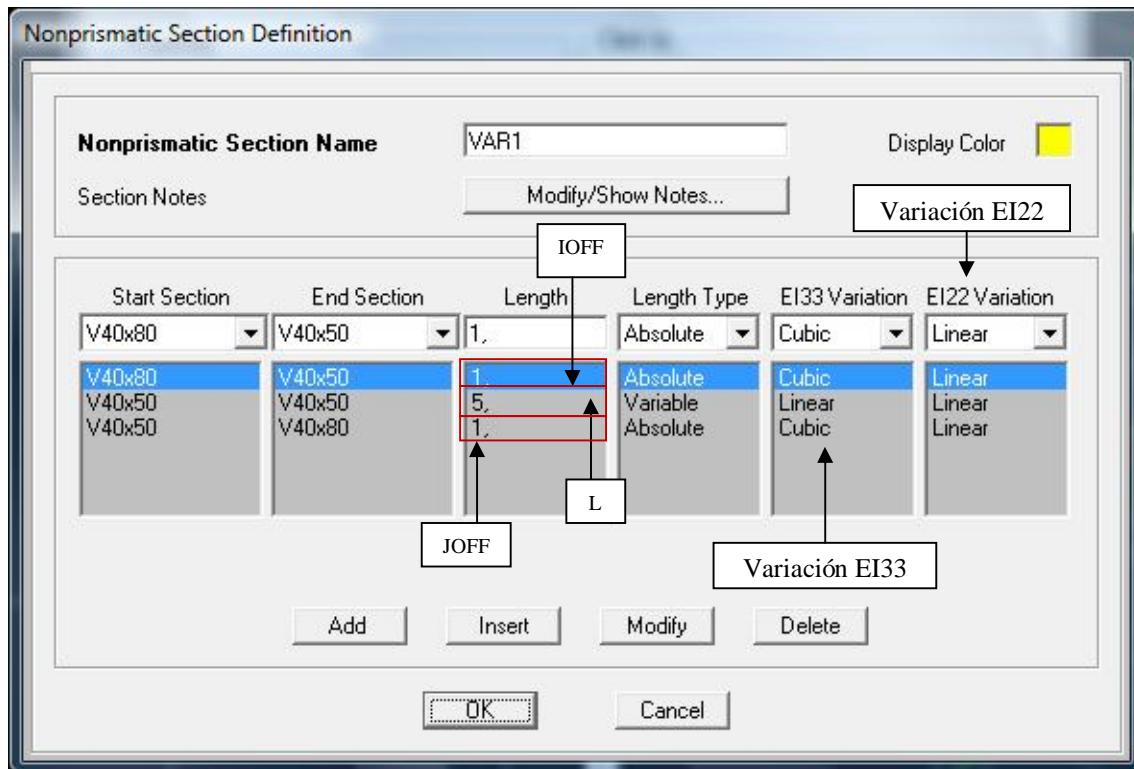


Diagrama de Interacción (Momento vs Carga Axial)



.- Sección Tipo: Nonprismatic (No Prismática).



Donde:

- **Absolute:** La distancia se mantiene fija independientemente de la longitud del objeto lineal, es decir, mantiene un valor absoluto fijo.
- **Variable:** La distancia varía en función de la longitud total del objeto lineal y de las distancias absolutas definidas en el elemento..

$$L_{\text{total}} = IOFF + L + JOFF$$

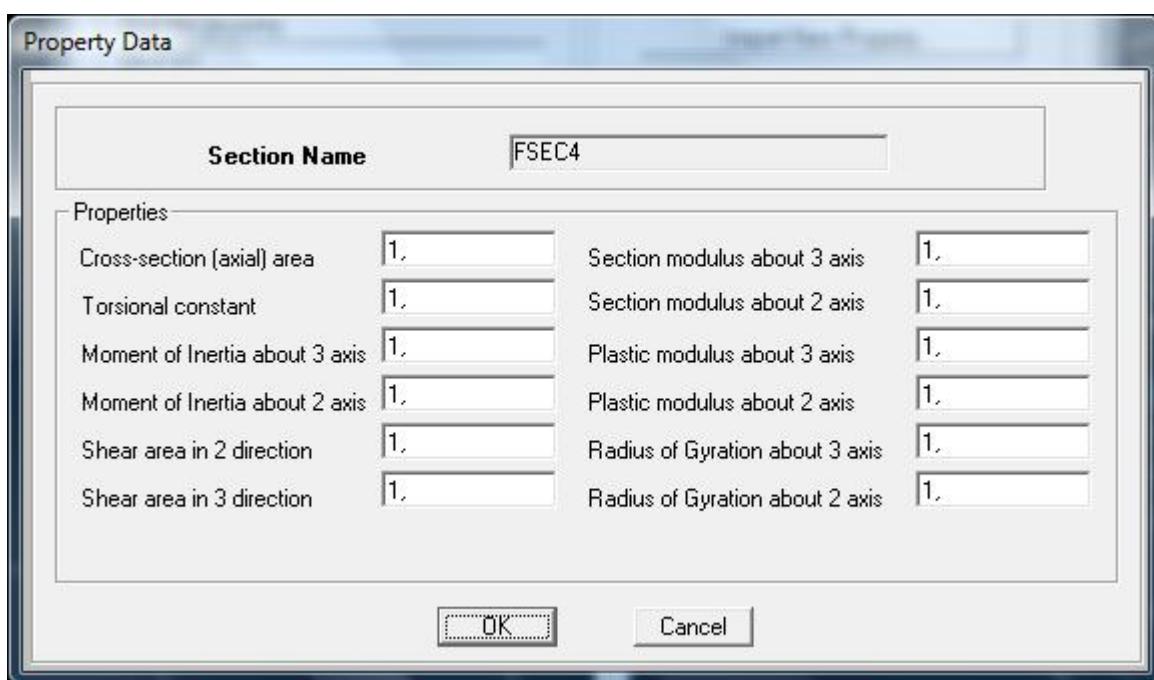
Nota: Si se define sólo una longitud absoluta, las dos restantes se modifican manteniendo su proporcionalidad definida inicialmente

En relación a la variación de inercias EI_{33} y EI_{22} , se tiene que:

- **Linear:** Variación lineal. El valor de EI_{33} varía linealmente a lo largo de la longitud del segmento.
- **Parabolic:** Variación Parabólica. El valor de $\sqrt[2]{EI_{33}}$ varía linealmente a lo largo de la longitud del segmento.
- **Cubic:** Variación Cúbica. El valor de $\sqrt[3]{EI_{33}}$ varía linealmente a lo largo de la longitud del segmento.

Nota: Para EI_{22} aplica de igual manera.

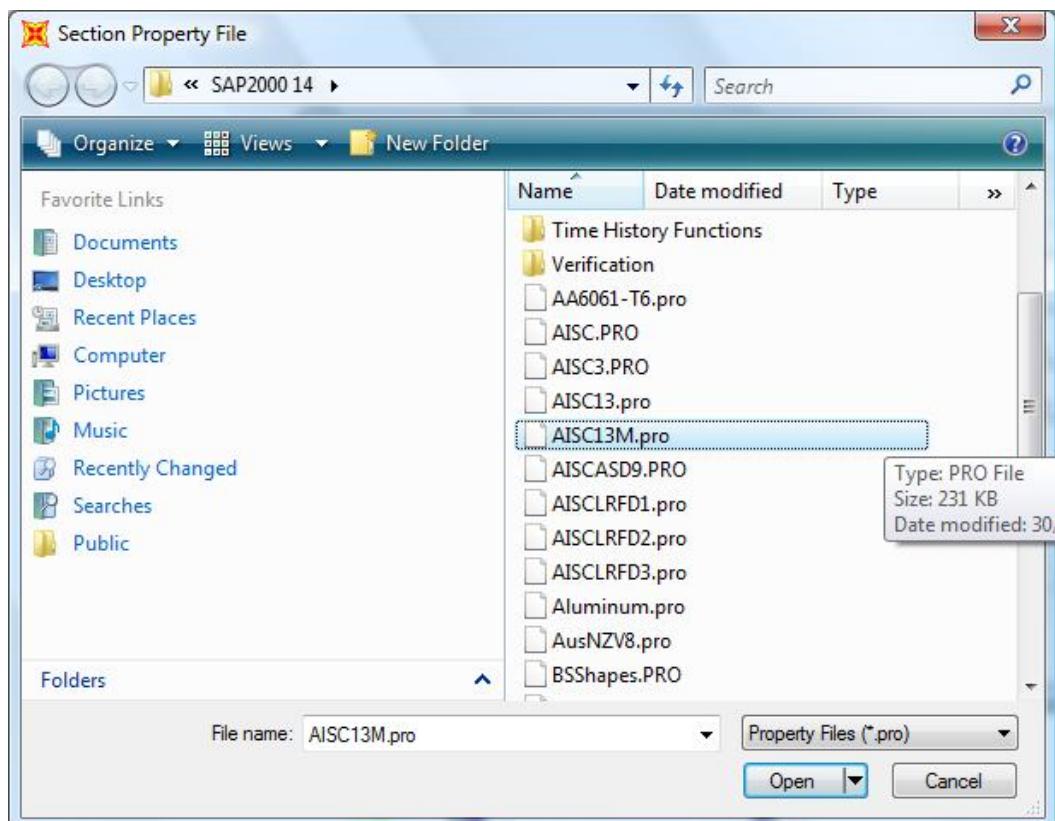
.- Sección Tipo: General



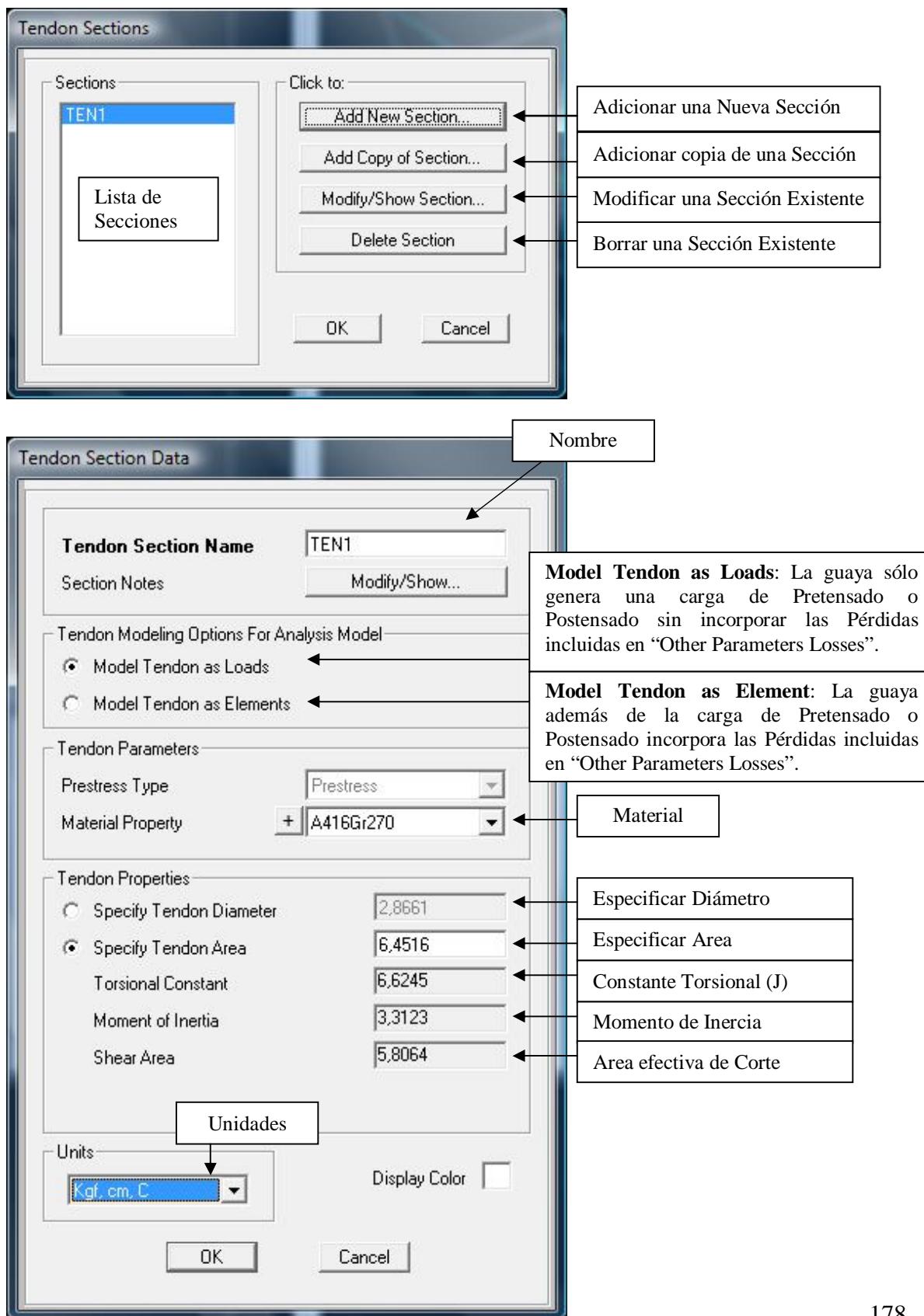
En este formato se pueden ingresar las propiedades particulares de una sección a fin de utilizarla en el análisis y Diseño estructural.

➤ Importar Secciones en Acero.

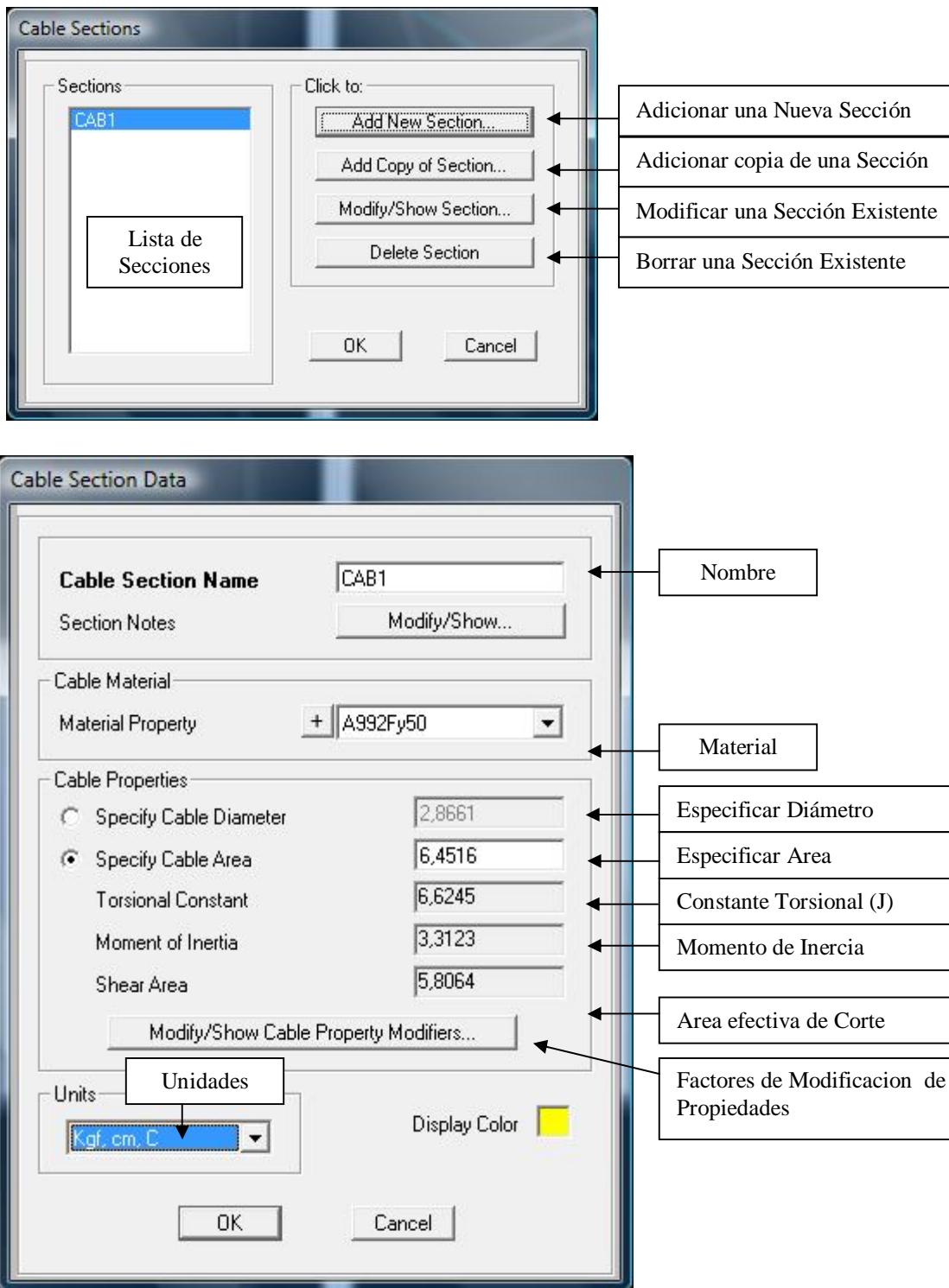
Una vez seleccionado el tipo de Sección (Wide Flange, Pipe, Angle, etc) debemos ir a la carpeta donde se encuentran las listas de Perfiles que trae el programa de manera predeterminada **c:/Program Files/Computer and Structures/SAP2000 14** y buscar las secciones .PRO



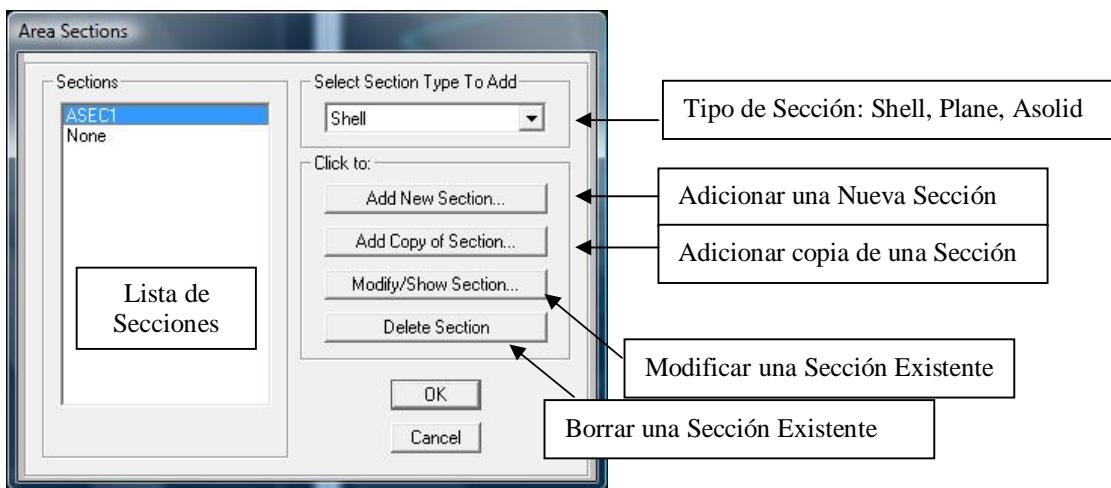
5.2.2. Tendon Section: Secciones para Guayas.



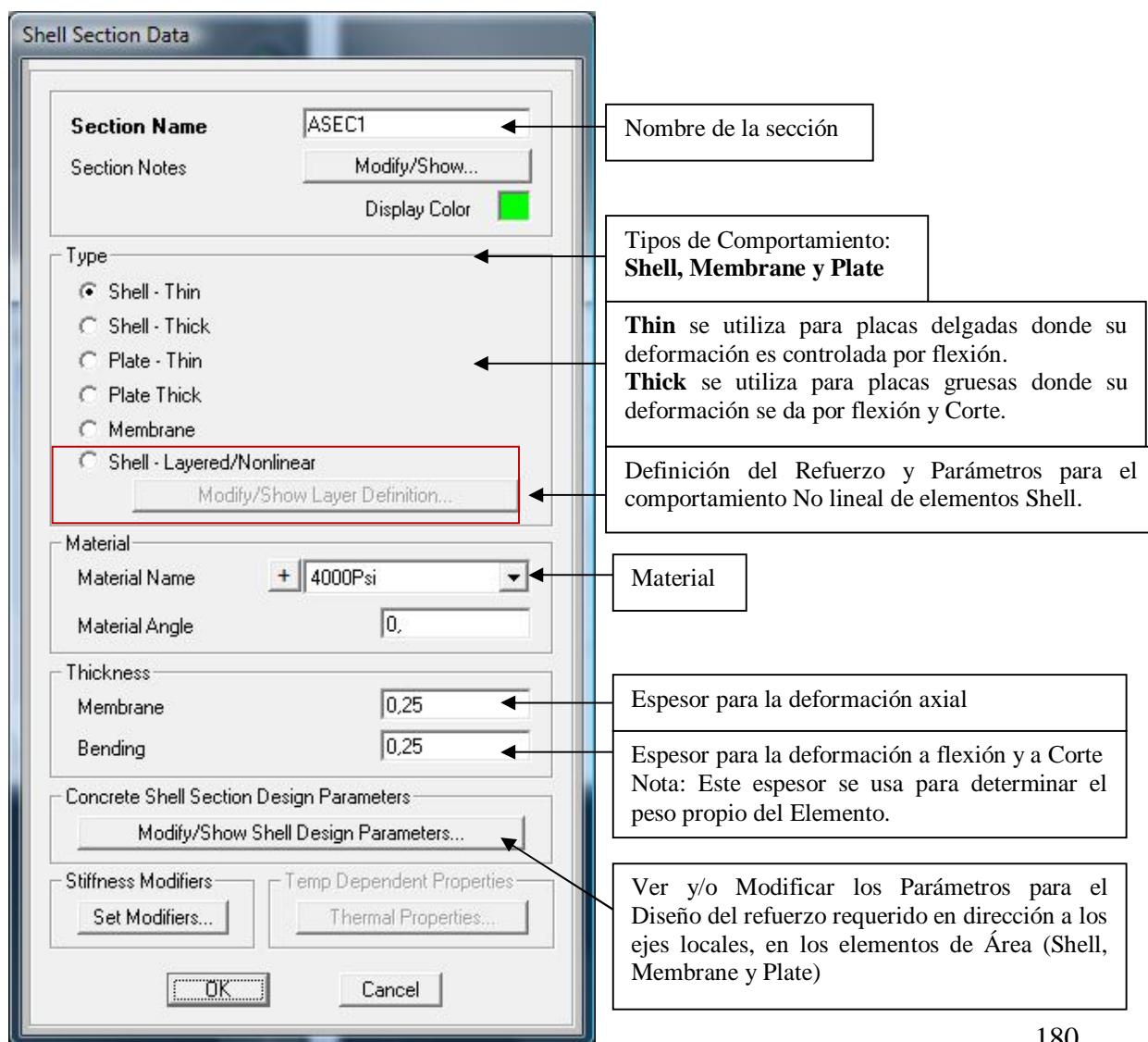
5.2.3. Cable Section: Sección para Cables.



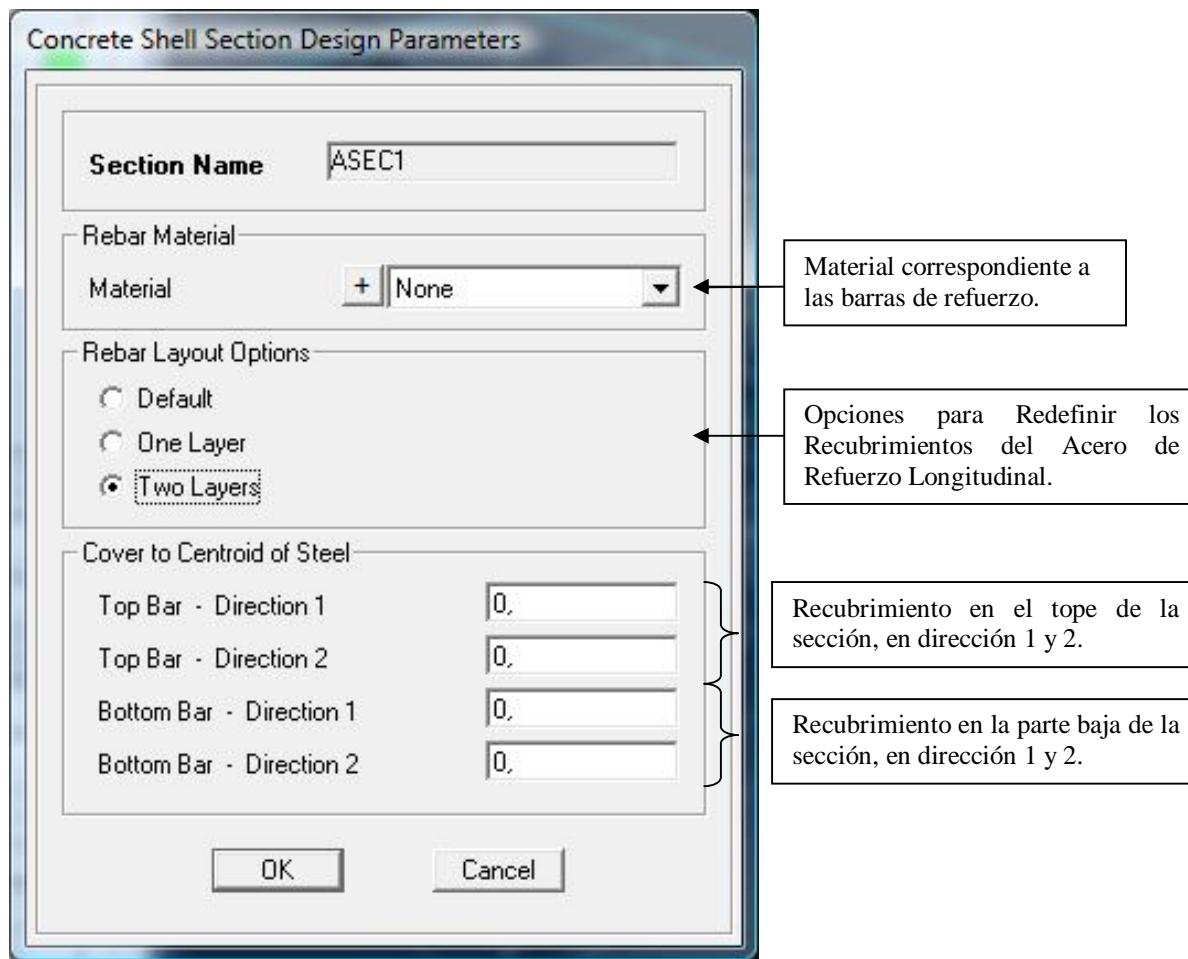
5.2.4. Area Section: Secciones de Area.



➤ Secciones de comportamiento Tipo: SHELL

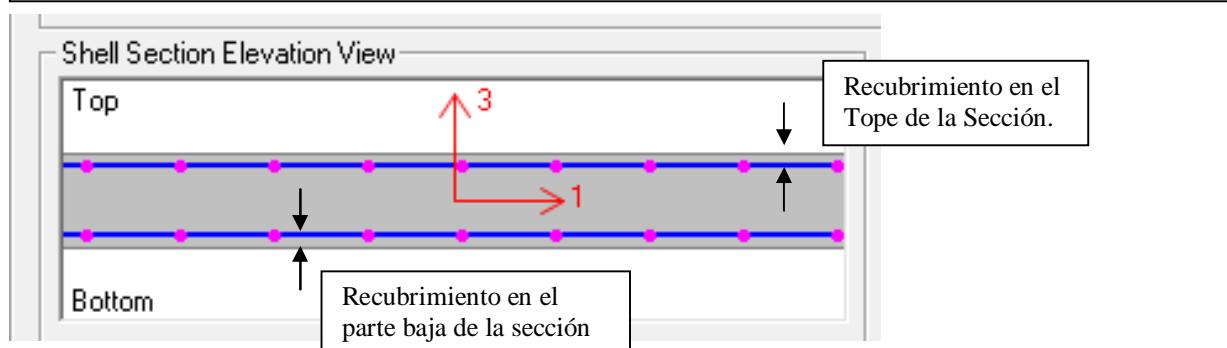


Si se hace Click en “Modify/Show Shell Design Parameters” se tiene lo siguiente:

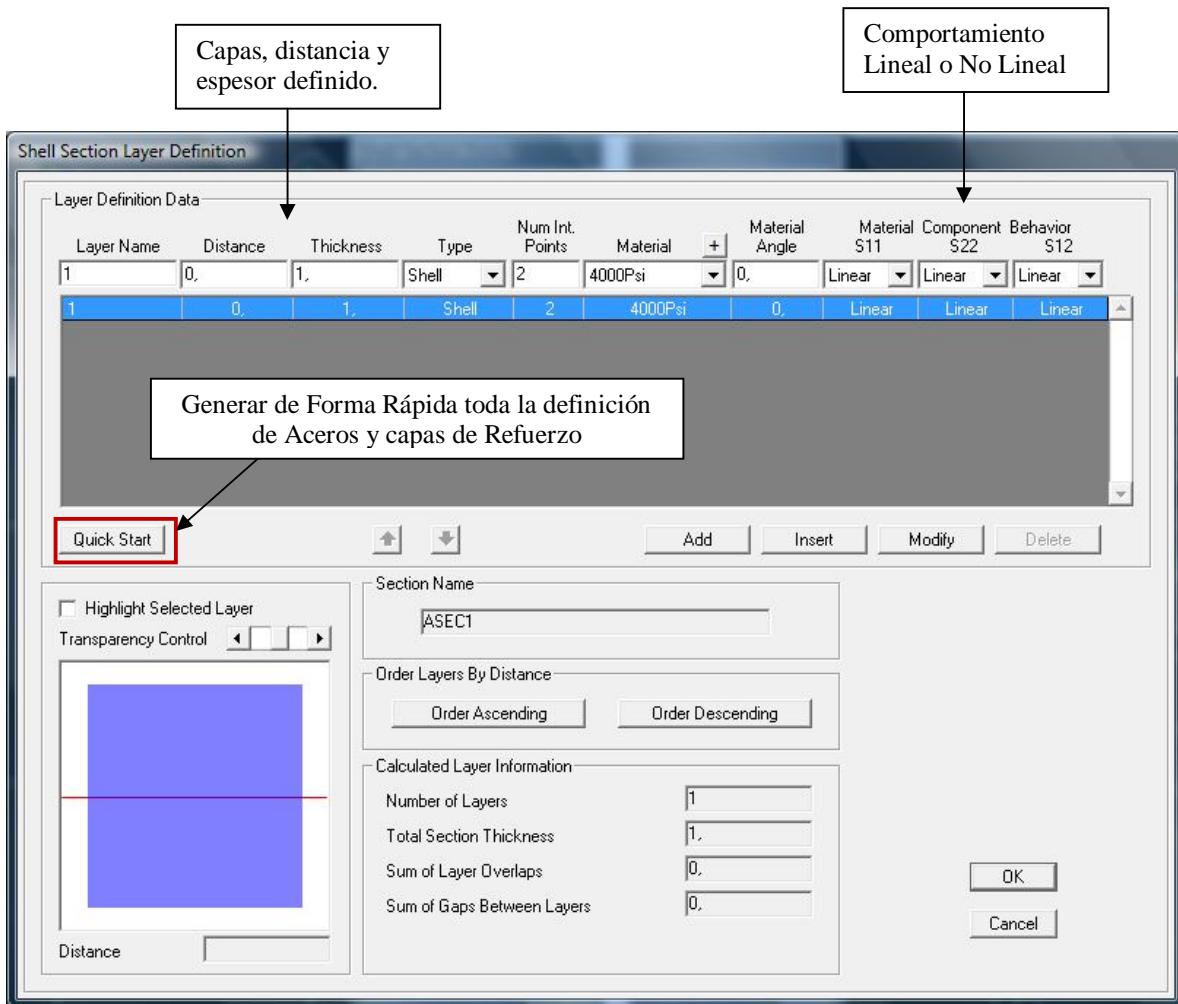


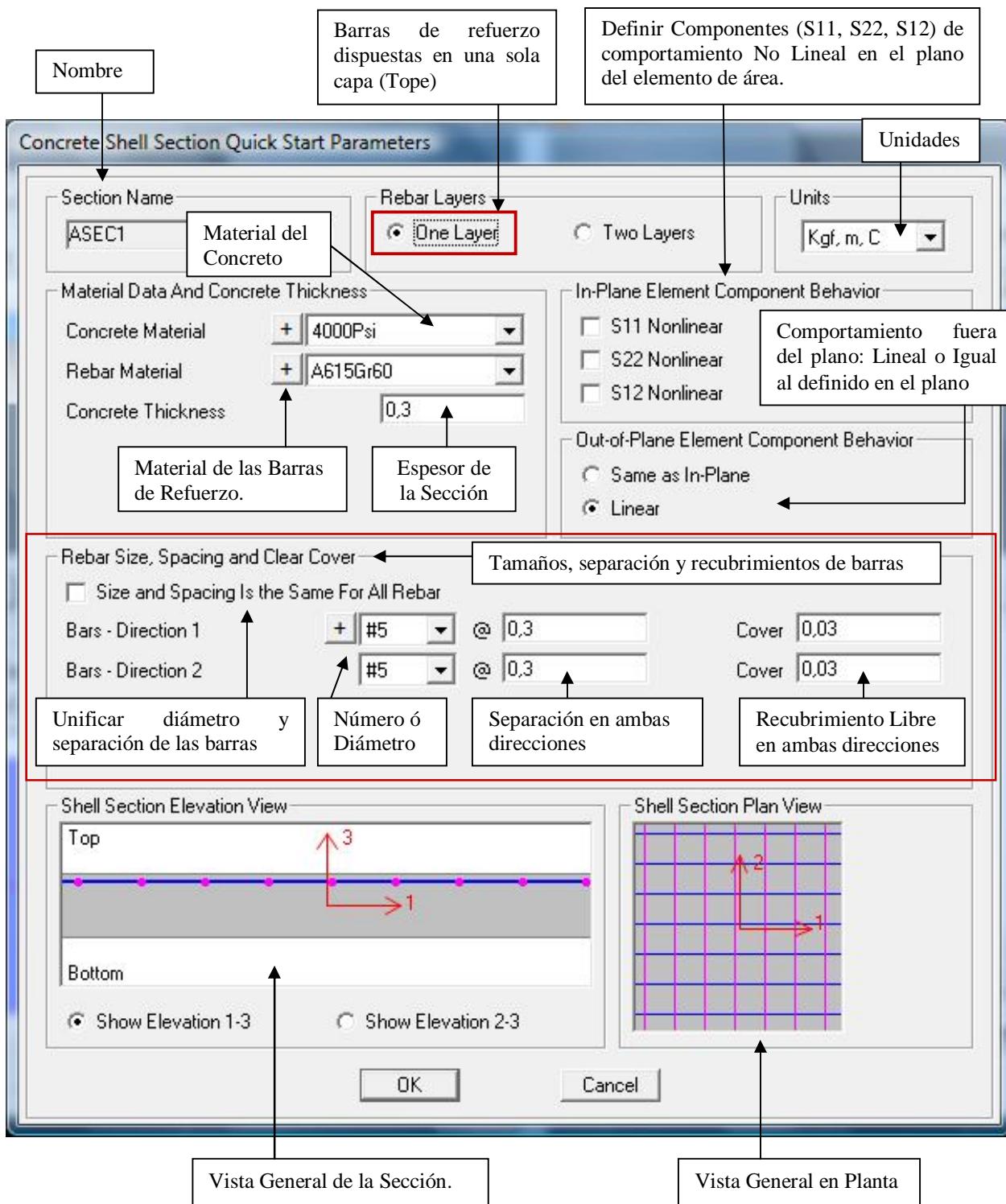
Opciones para Redefinir los Recubrimientos del Acero de Refuerzo Longitudinal:

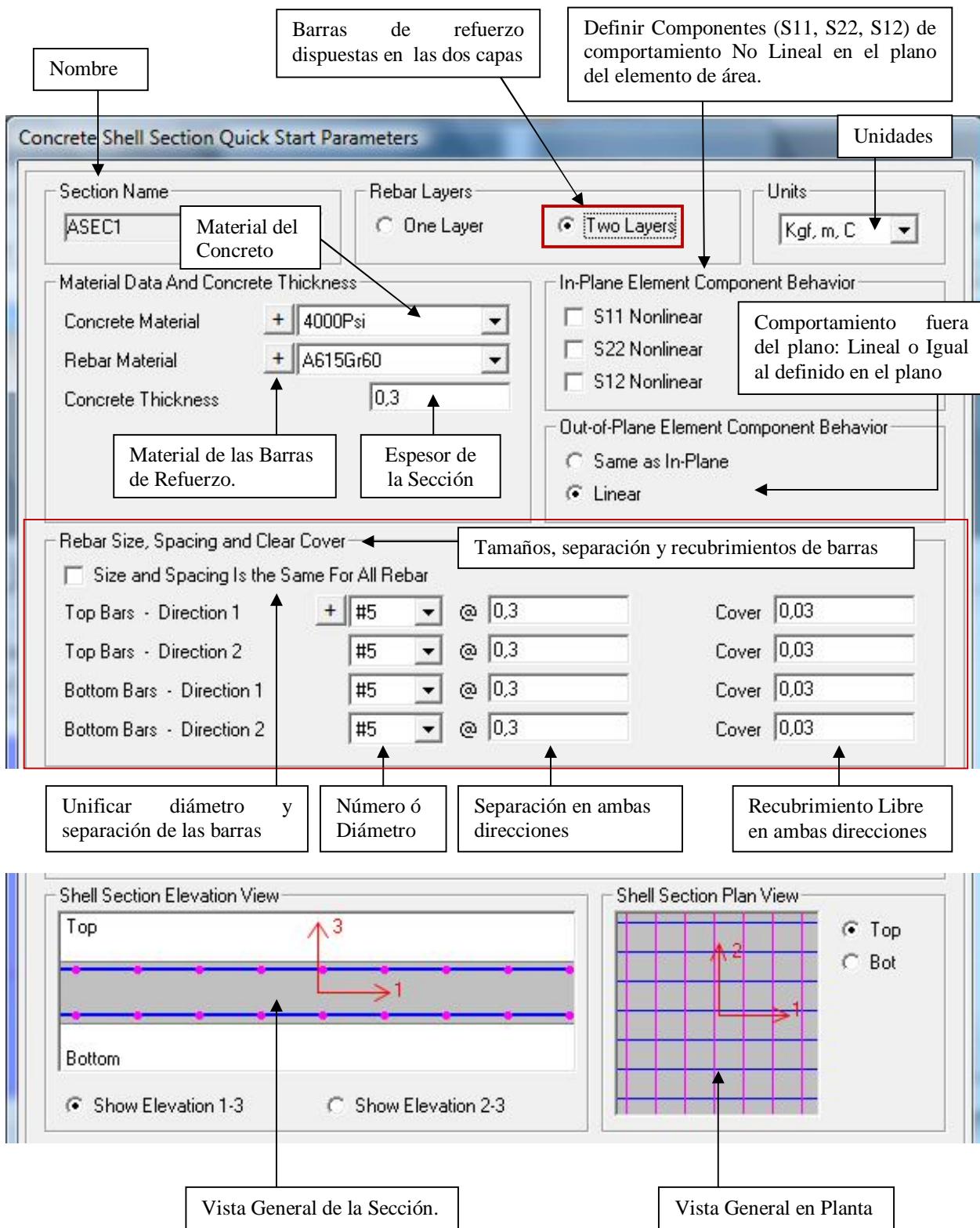
- Si se aplica “Default” el programa Considera los Recubrimientos como el 10% de la altura de la sección.
- Si se aplica “One Layer” se puede especificar el recubrimiento en el tope de la sección, en ambas direcciones.
- Si se aplica “Two Layer” se puede especificar el recubrimiento en el tope y en la parte baja de la sección, en ambas direcciones.

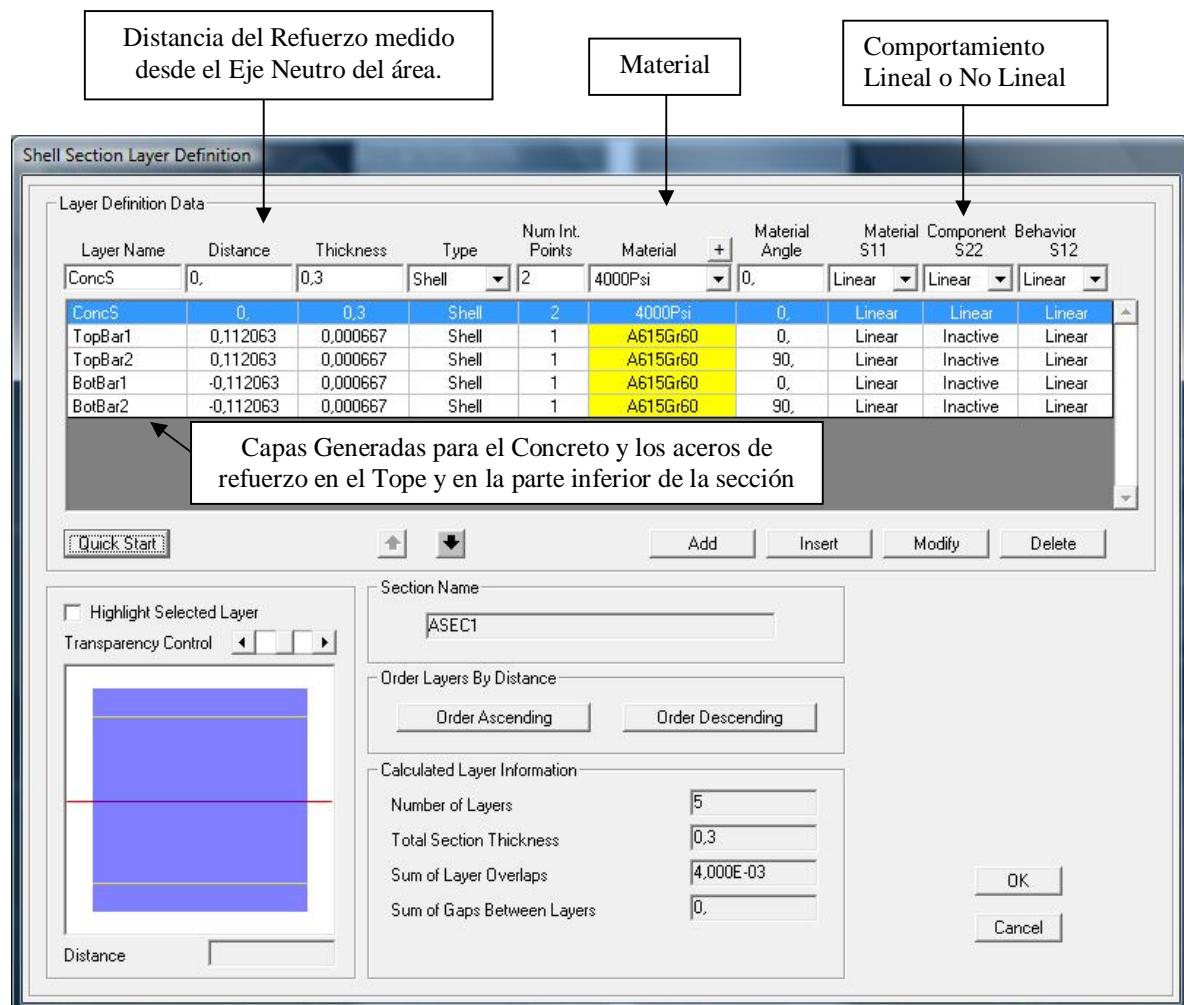


Si se selecciona la opción “**Shell-Layered/Nonlinear**” y luego se hace click en “**Modify/Show Layer Definition**” se tiene lo siguiente:

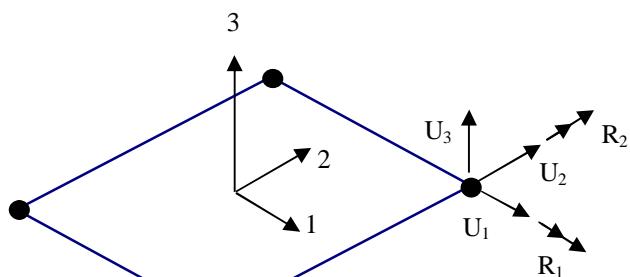




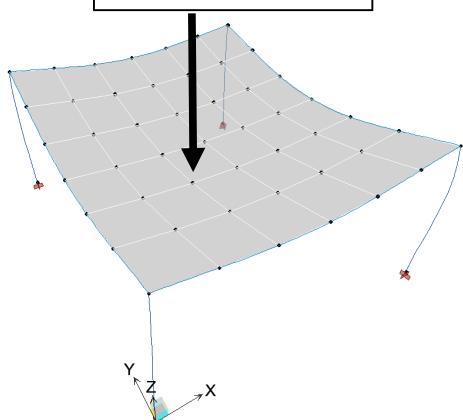




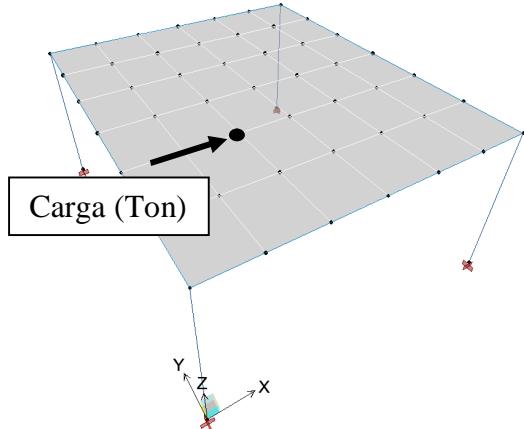
Elemento Tipo Shell.



Carga (Ton/m²)



Carga (Ton)

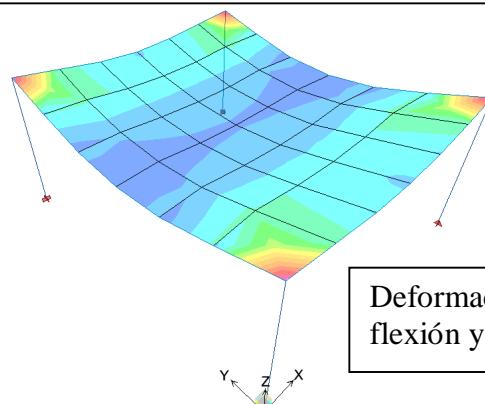


Carga Lateral (Ton)

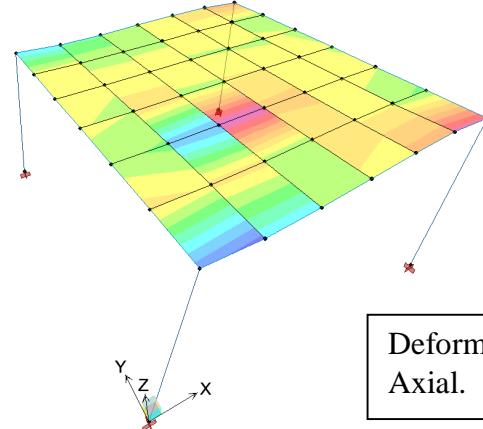
CARACTERISTICAS.

Elementos de área de tres o cuatro nodos. En cada Nodo se obtienen 5 grados de libertad con deformación (tres traslaciones U₁, U₂ y U₃ y dos rotaciones R₁, R₂). Son estables de forma independiente ante cargas perpendiculares y en el plano del elemento. Representa la suma de una Membrana con un plate.

Se pueden utilizar para modelar, analizar y diseñar losas, muros o placas sometidas a flexión, corte y fuerza axial.



Deformación a flexión y Corte.

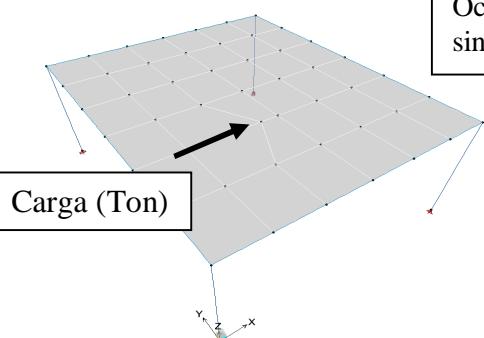
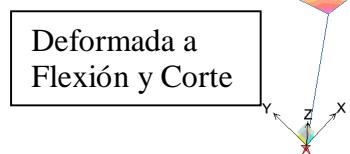
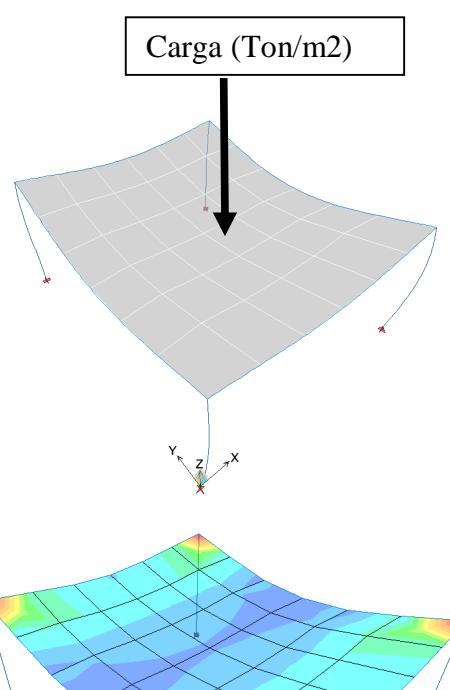
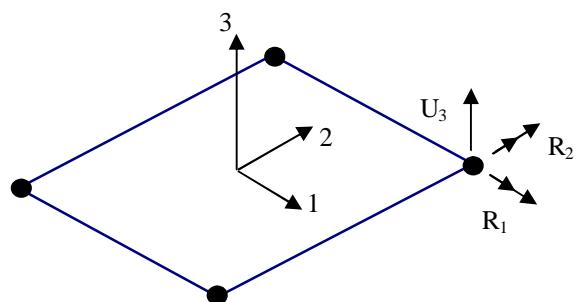


Deformación Axial.

Carga Transversal (Ton)

Deformación a corte, flexión y fuerza Axial.

Elemento Tipo Plate.



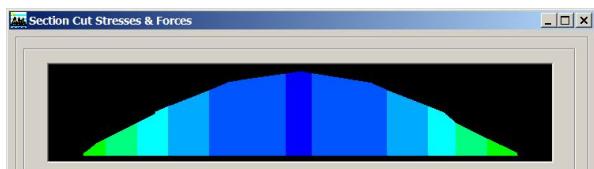
CARACTERISTICAS.

Elementos de área de tres o cuatro nodos. En cada Nodo se obtienen 3 grados de libertad con deformación (Traslación U_3 perpendicular al plano y dos rotaciones R_1 y R_2). Es decir, los desplazamientos en su plano U_1 y U_2 están liberados. La matriz de rigidez de un elemento Tipo Plate está en función del módulo de elasticidad y de las inercias.

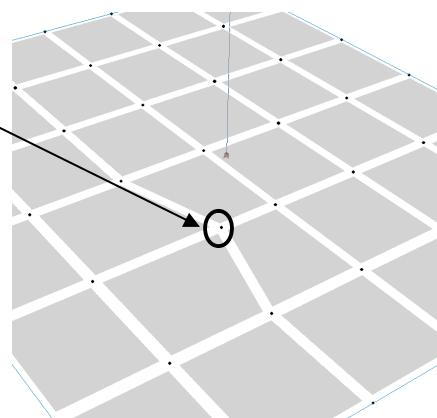
Si se discretiza (Mesh) un área de plates y se les aplica cargas que generen deformaciones en su plano se forma un mecanismo. Debido a ello, en cada nodo generado de una discretización deberá existir un elemento de apoyo, a fin de limitar dichas deformaciones.

Si se discretiza (Mesh) un área de plates y se les aplica cargas que generen deformaciones únicamente perpendiculares a su plano, las mismas son estables, debido a que se obtienen deformaciones en sus ejes locales U_3 , R_1 Y R_2 donde hay una rigidez definida.

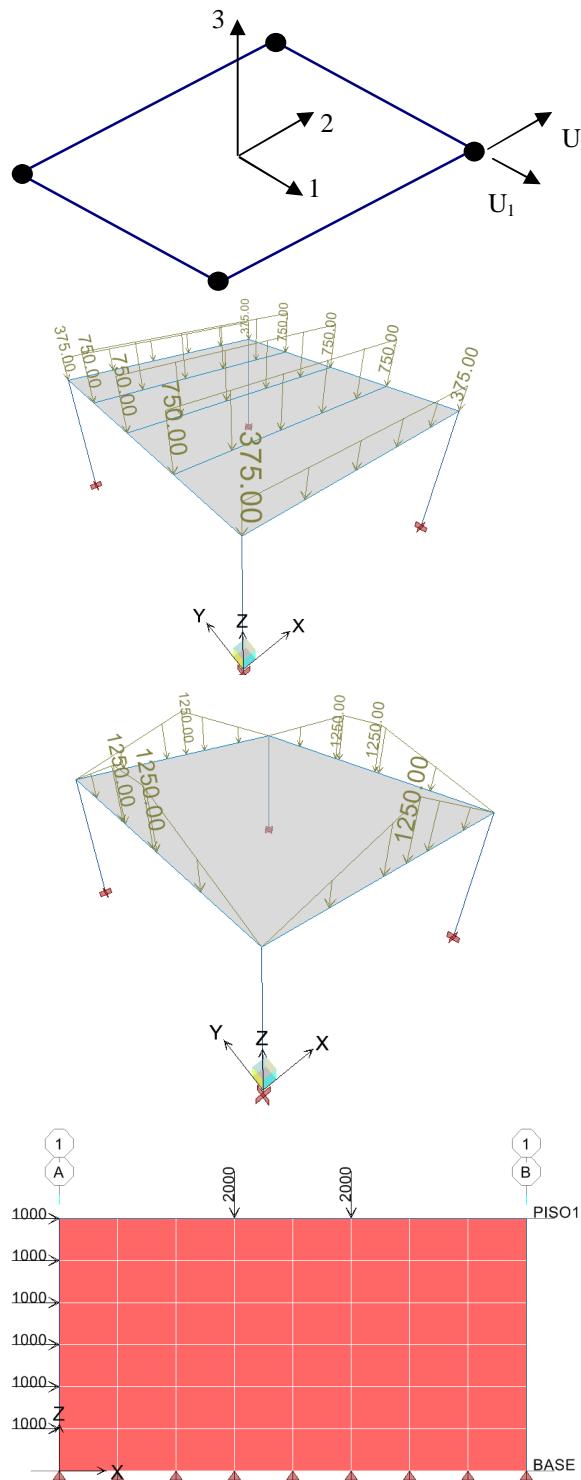
Se pueden utilizar para Modelar, analizar y diseñar losas macizas bajo cargas perpendiculares a su plano, a través del método de elementos finitos.



Se presenta un mecanismo ante cargas en su plano. Ocurre un desplazamiento sin rigidez.



Elemento Tipo Membrane.



CARACTERISTICAS.

Elementos de área de tres o cuatro nodos. En cada Nodo se obtienen 2 grados de libertad con deformación U1 y U2 en el plano del elemento, es decir, el desplazamiento perpendicular a su plano U3 y las rotaciones R1 y R2 están liberadas (No hay Momentos). La matriz de rigidez de un elemento Tipo membrana esta en función del módulo de elasticidad y de su área.

Si se discretiza (Mesh) un área de membranas y se les aplican cargas que generen deformaciones perpendiculares a su plano, se obtiene un mecanismo. Debido a ello, en cada nodo generado de una discretización, deberá existir un elemento de apoyo a fin de limitar dichas deformaciones. En el caso del programa ETABS, si a un área definida tipo membrana se le aplican cargas perpendiculares a su plano, automáticamente se transforma su matriz de rigidez a un elemento tipo Shell a fin de mantener el equilibrio.

Si se discretiza (Mesh) un área de membranas y se les aplican cargas que generen deformaciones únicamente en su plano, las mismas son estables, debido a que se obtienen deformaciones en sus ejes locales U1 y U2 donde hay una rigidez definida.

Se pueden utilizar para modelar losas simplemente apoyadas sobre vigas y/o correas bajo cargas perpendiculares a su plano, donde la transmisión de dichas cargas a las mismas se hace a través del método de área tributaria.

Si la cargas (Ton/m²) perpendiculares al plano se distribuyen en un sólo sentido se obtienen cargas uniformes en las vigas, pero si se distribuyen en dos sentidos se obtienen cargas de forma triangular y/o trapezoidal, dependiendo de la forma geométrica de la losa.

Se Pueden Utilizar para Analizar y diseñar Muros de Concreto Armado o Planchas Metálicas sometidas a un régimen de cargas en su plano. Los vínculos deben ser articulaciones.

.- Formulación Shell Fina ("Kirchoff Thin Shell Formulation"):

Dependiendo de la relación espesor/longitud de la estructura, la deformación a cortadura puede ser despreciable en comparación con la deformación a flexión. Este es el caso si la relación anterior es menor de 0.05 (es decir, 5%). Esto significa que la longitud de la estructura es 20 veces mayor que espesor, por tanto la pieza es relativamente fina, es decir:

Si $L/T > 20$, entonces usar elementos Shell Finos

(Donde: L = longitud global del elemento de área, T = espesor del elemento)

La formulación de Kirchoff fue creada para los casos donde la deformación a corte es despreciable, lo cual permite un ahorro importante de tiempo y esfuerzo de cálculo.

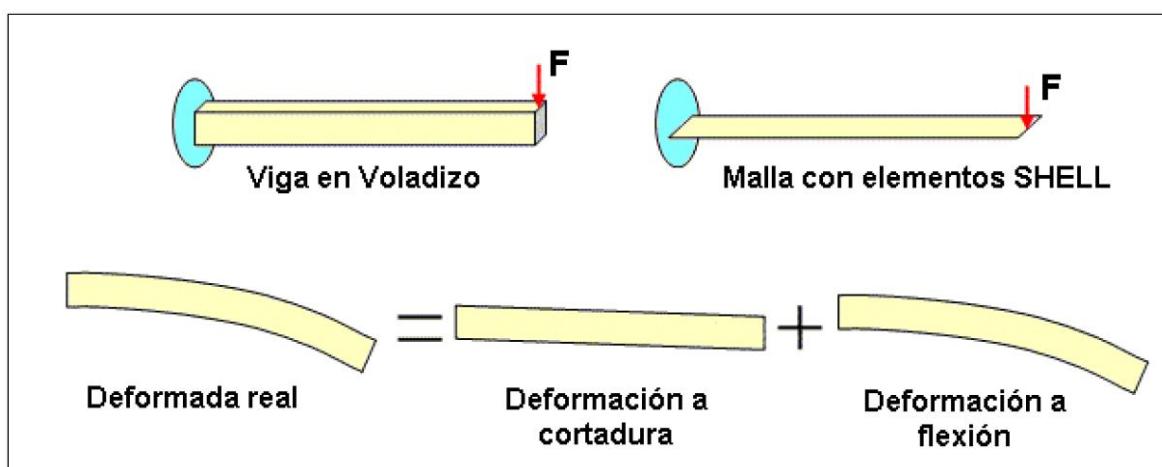
.- Formulación Shell Gruesa ("Mindlin Thick Shell Formulation"):

Se aplica en el caso de elementos Shell de espesor considerable donde la deformación a corte no se puede despreciar en comparación con la deformación a flexión.

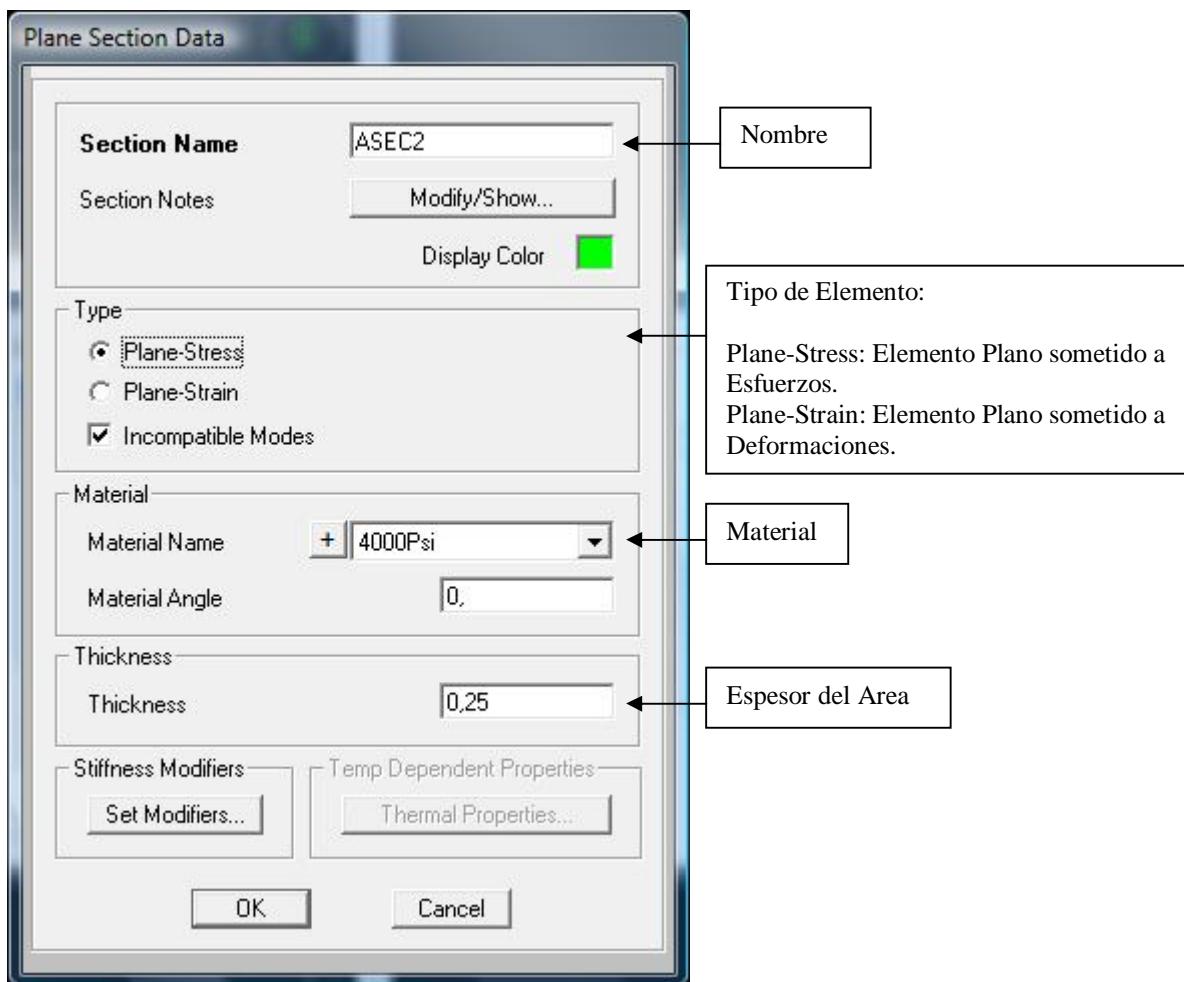
Si $L/T < 20$, entonces usar elementos Shell Gruesos

.- Tensiones de Membrana y de Flexión en elementos SHELL FINOS:

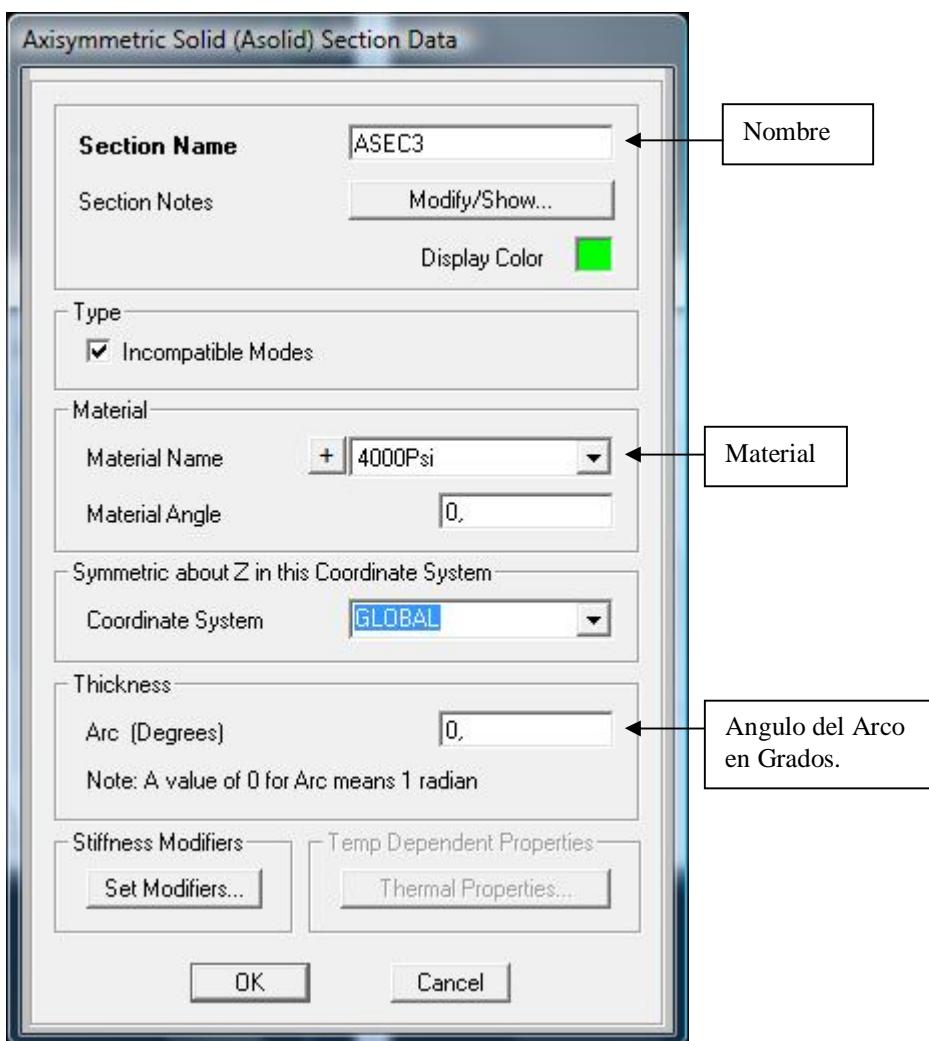
Los elementos SHELL tienen una cara superior ("top face") y una inferior ("bottom face"). Por lo general las tensiones en la cara superior son diferentes a las tensiones en la cara inferior, salvo que la estructura trabaje con cargas axiales puras (es decir, fuerzas de membrana puras). En flexión pura, tensiones en la cara superior e inferior son exactamente iguales en magnitud, pero tienen sentido diferente: una cara trabaja a compresión y la otra a tracción. Las tensiones en elementos SHELL FINOS (Teoría de Kirchoff) se pueden descomponer en tensiones membrana y en tensiones de flexión (las tensiones de cortadura se desprecian ya que el espesor del elemento es pequeño comparado con las otras dimensiones del elemento),



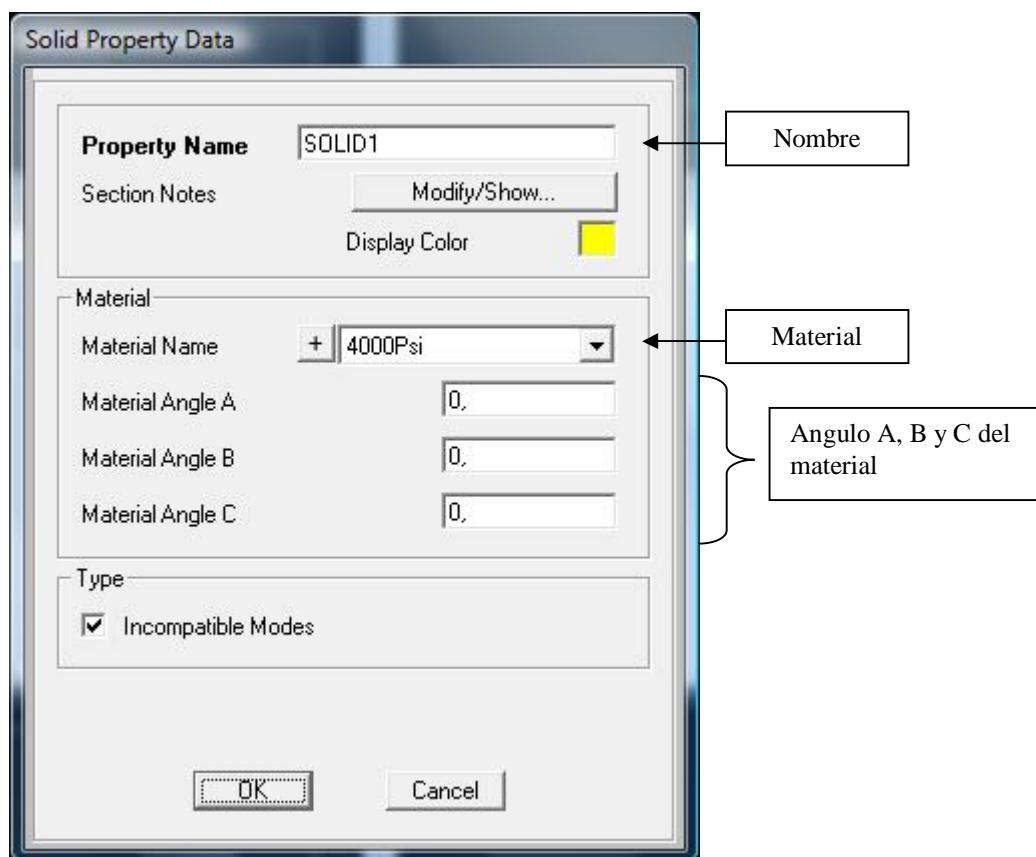
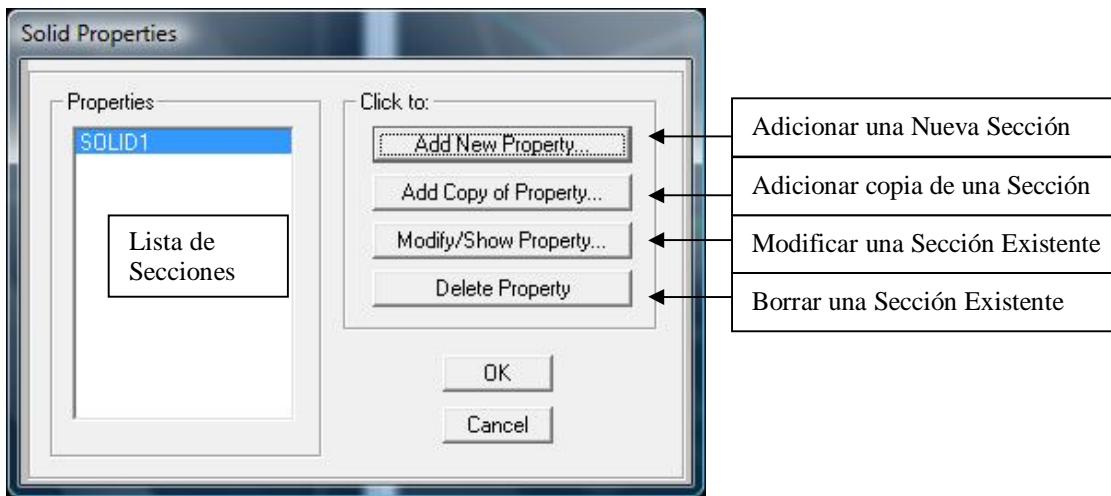
➤ Secciones de comportamiento Tipo: PLANE.



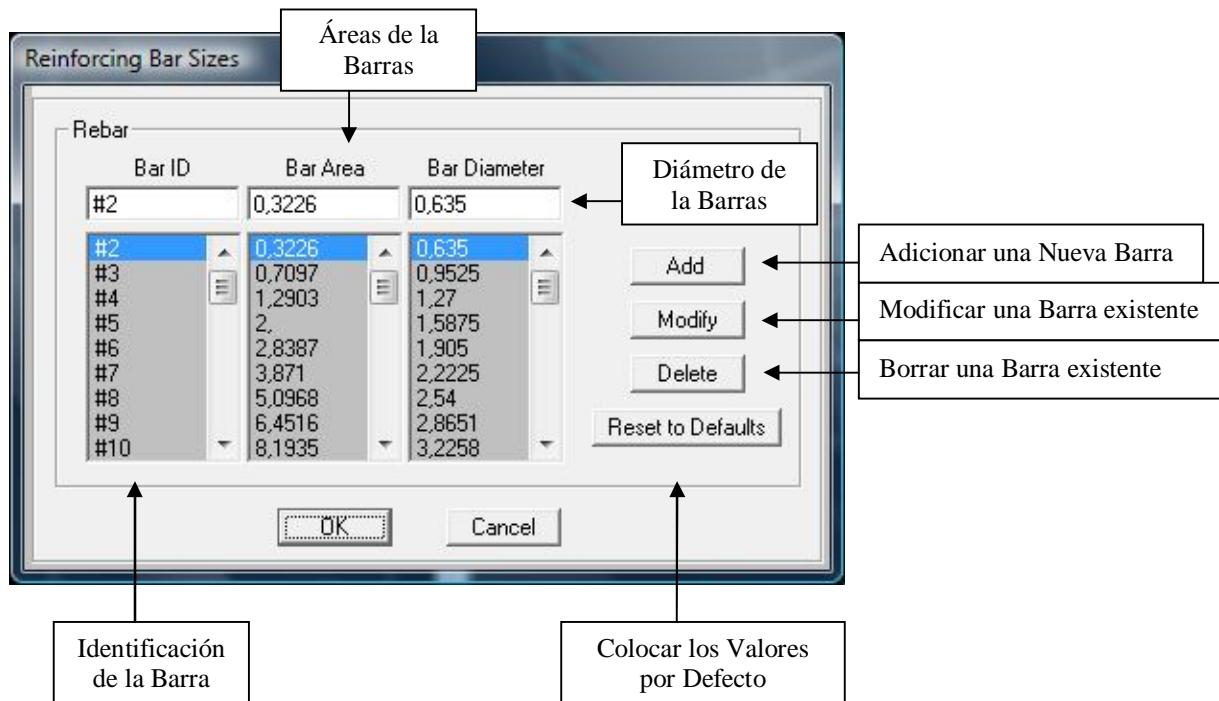
➤ Secciones de comportamiento Tipo: ASOLID



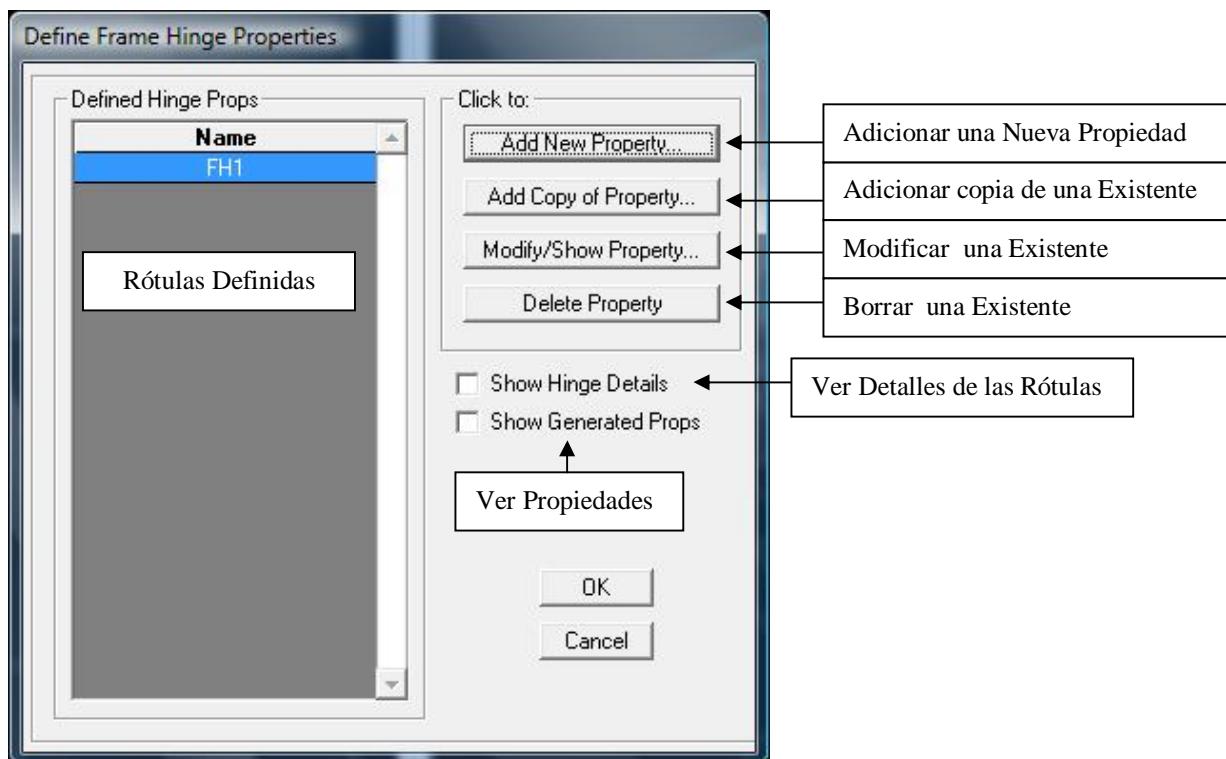
5.2.5. Solid Properties: Propiedades de Sólidos.



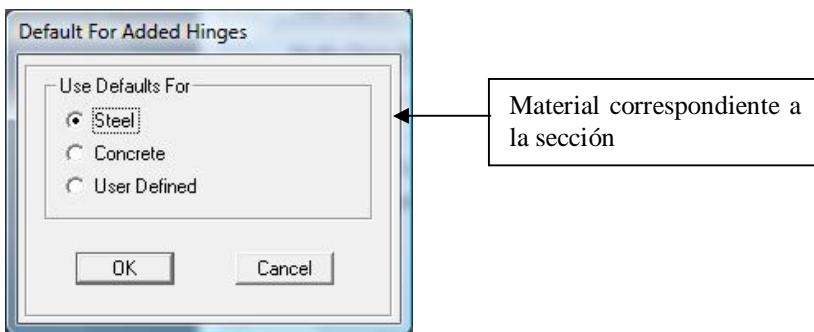
5.2.6. Reinforcing Bar Sizes: Dimensiones de las Barras de Refuerzo.



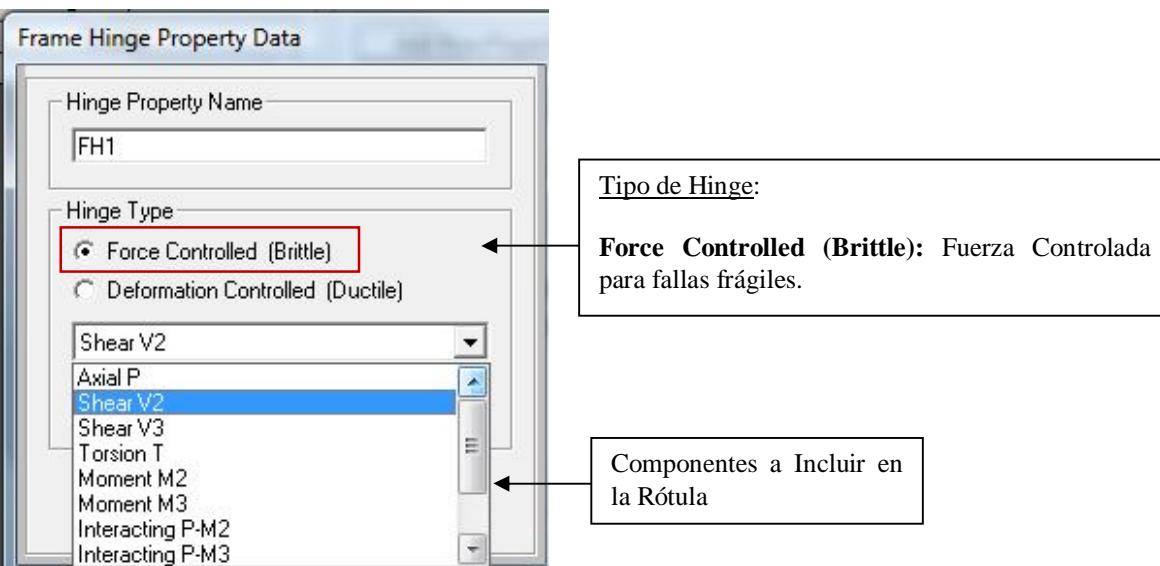
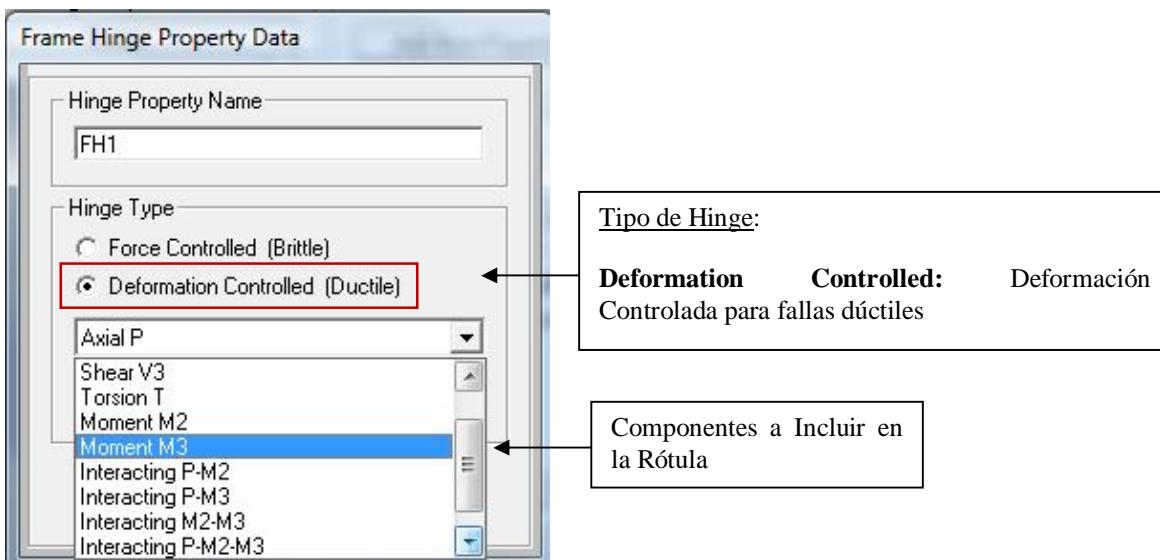
5.2.7. Hinges Properties: Propiedades de las Rótulas.



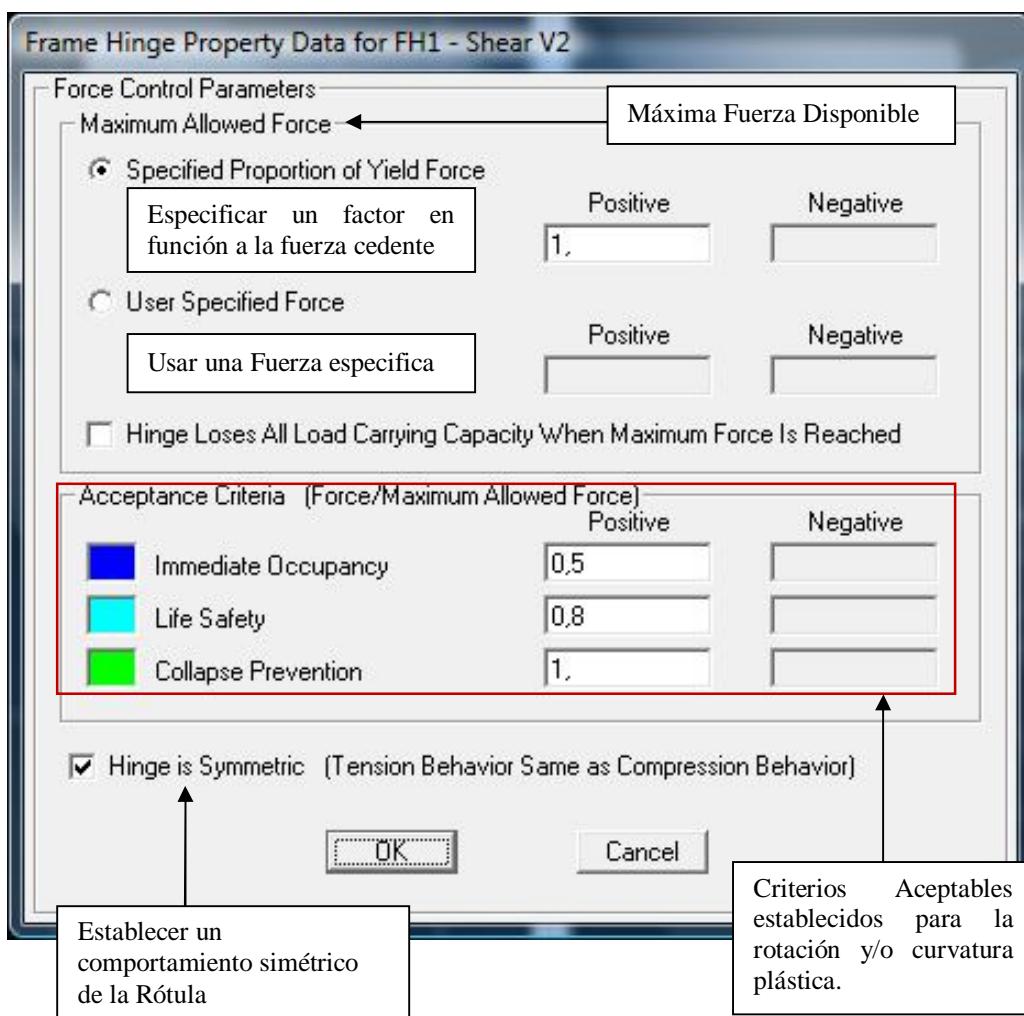
Una vez seleccionada la opción de Adicionar una nueva propiedad se nos presenta una ventana donde se elige el tipo de material.



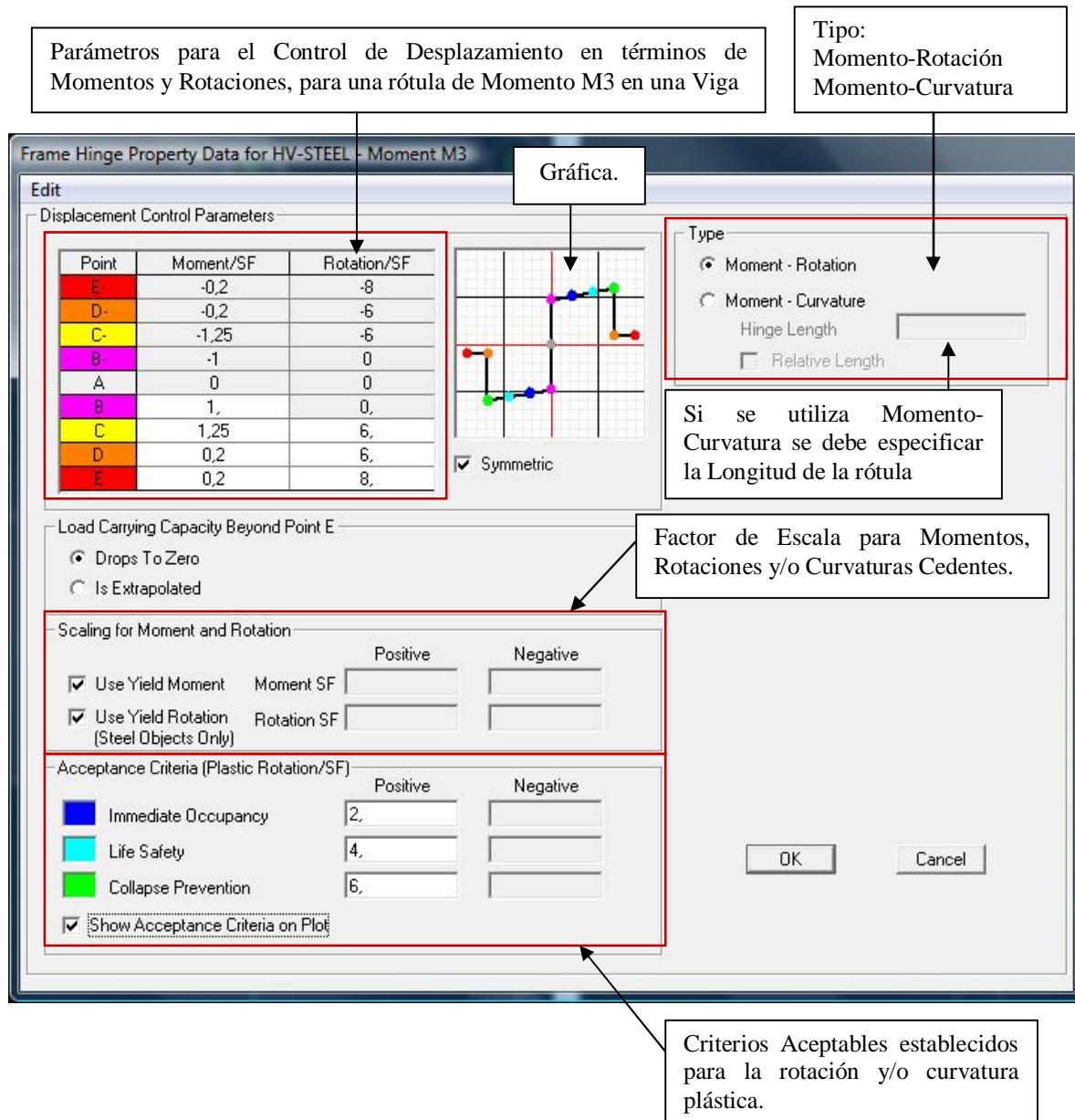
Posteriormente, se especifica cuál va a ser el tipo de Hinge y las componentes a considerar.



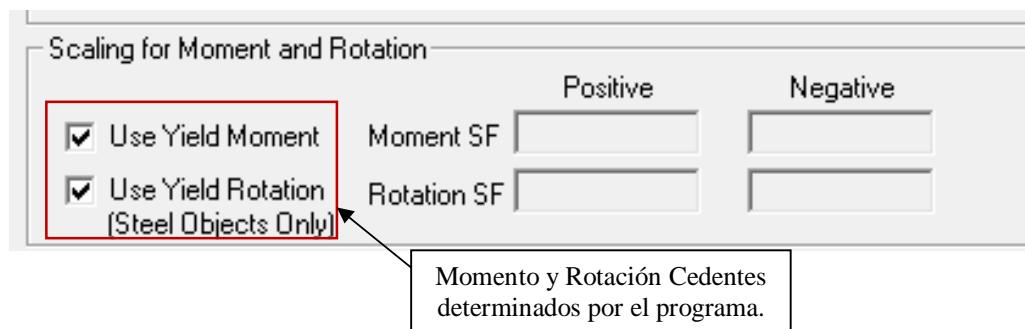
- **Force Controlled (Brittle):** Fuerza Controlada para fallas frágiles.



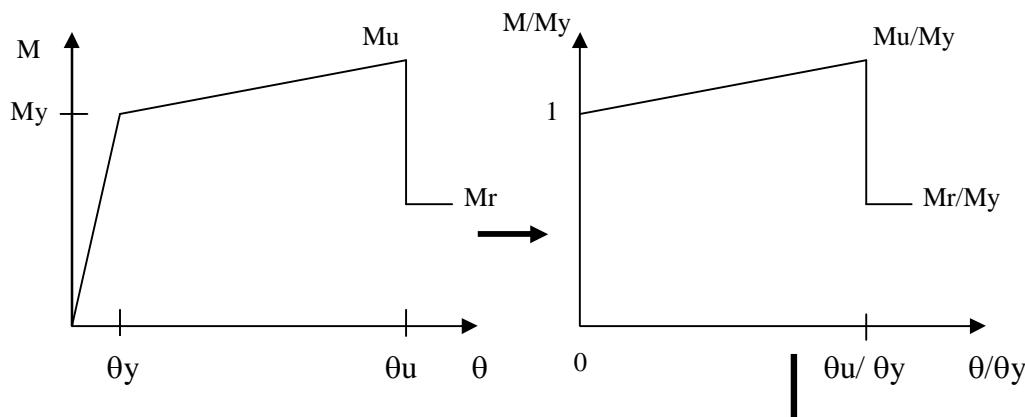
➤ Deformation Controlled (Ductile): Deformación controlada para fallas dúctiles



CASO 1: Se especifica que los valores de Momento Cedente y la Rotación Cedente los determine el programa en base a la sección establecida de acero o concreto con sus barras de refuerzo tal como se muestra en la figura.



En este caso el valor de Escala “SF” que utiliza el programa son los Momentos y Rotaciones Cedentes que determina internamente. En el caso práctico, si el usuario posee el diagrama de Momento-Rotación de la sección lo que debe hacer es dividirlo entre M_y y θ_y e ingresar los valores resultantes.



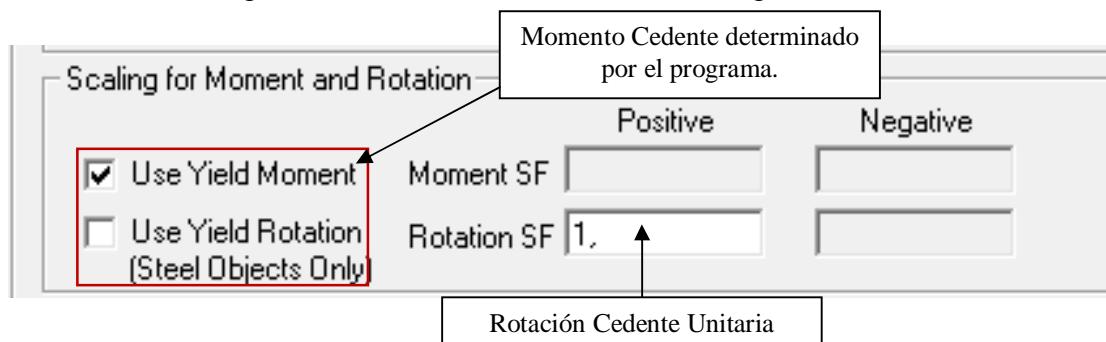
- Displacement Control Parameters

Point	Moment/SF	Rotation/SF
E-	-0,2	-8
D-	-0,2	-6
C-	-1,25	-6
B-	-1	0
A	0	0
B	1,	0,
C	1,25	6,
D	0,2	6,
E	0,2	8,

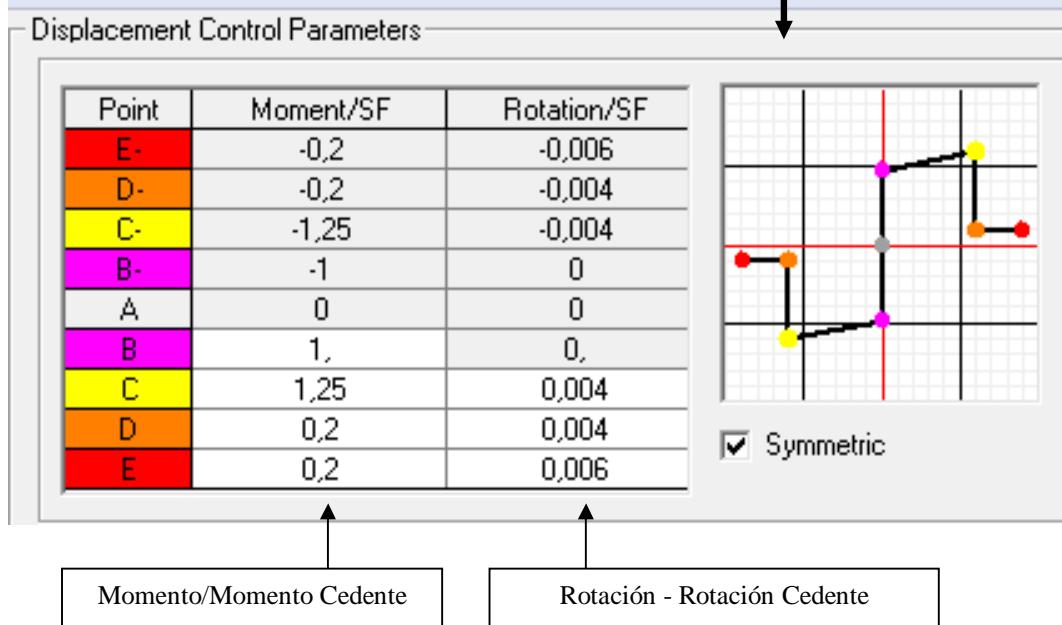
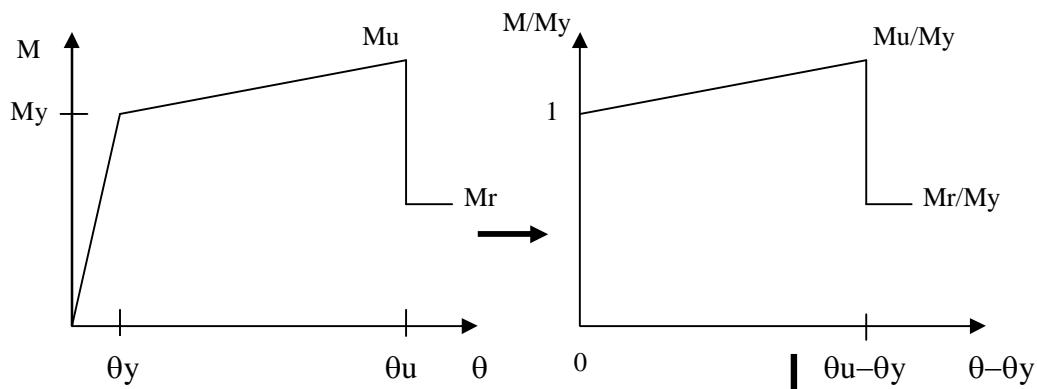
Momento/Momento Cedente

Rotación /Rotación Cedente

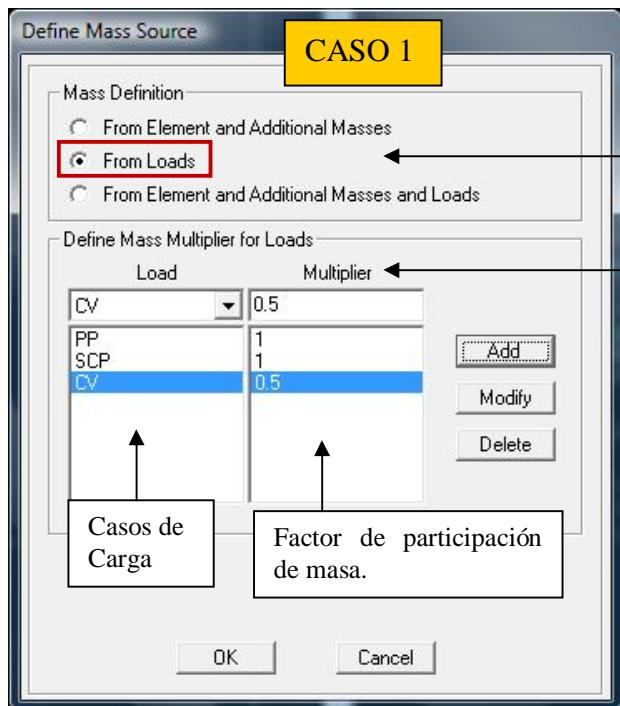
CASO 2: Se especifica que el valor del Momento Cedente lo determine el programa en base a la sección establecida de acero o concreto con sus barras de refuerzo, y se asume que la rotación cedente sea igual a 1.00, tal como se muestra en la figura.



En este caso los valores de Escala “SF” que utiliza el programa son el Momento Cedente determinado internamente y la rotación cedente con valor igual a 1.00. En el caso práctico, si el usuario posee el diagrama de Momento-Rotación de la sección lo que debe hacer es dividir los momentos entre M_y y a las rotaciones restarle θ_y e ingresar los valores resultantes.



5.3. Mass Source: Fuente de Masa.

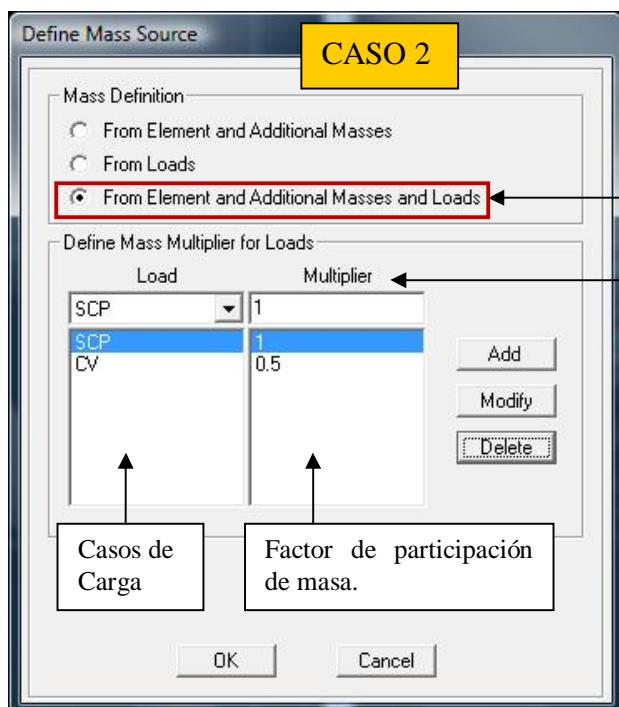


Definición de Masas:

From Element and Additional Masses: Peso propio y masas adicionales.
From Loads: De las cargas
From Element and Additional Masses and Loads: Peso propio, cargas y masas adicionales.

Factor Multiplicador por caso de carga. Es decir, el programa transforma las cargas a masas utilizando un factor de 0 a 1.00

IMPORTANTE: Si se elige la segunda opción “**From Loads**”, debe incluirse el caso de carga “**PP**” para contemplar la masa por peso propio.



Definición de Masas:

From Element and Additional Masses: Peso propio y masas adicionales.
From Loads: De las cargas
From Element and Additional Masses and Loads: Peso propio, cargas y masas adicionales.

Factor Multiplicador por caso de carga. Es decir, el programa transforma las cargas a masas utilizando un factor de 0 a 1.00

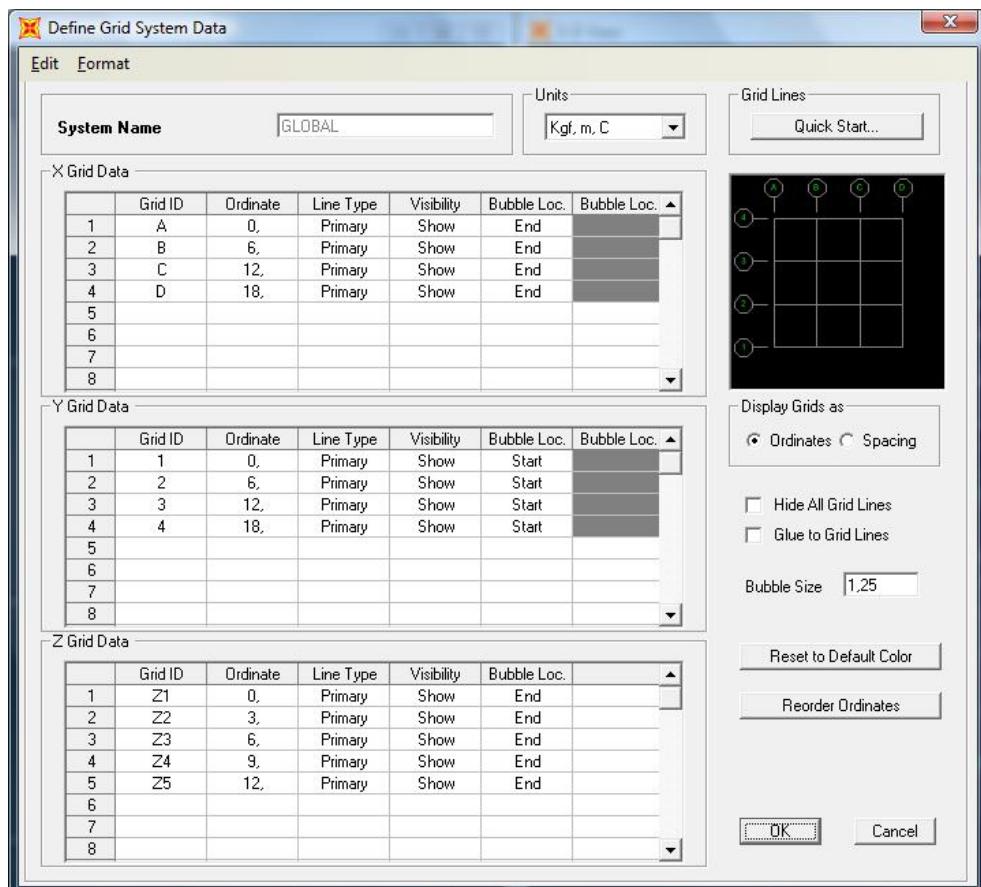
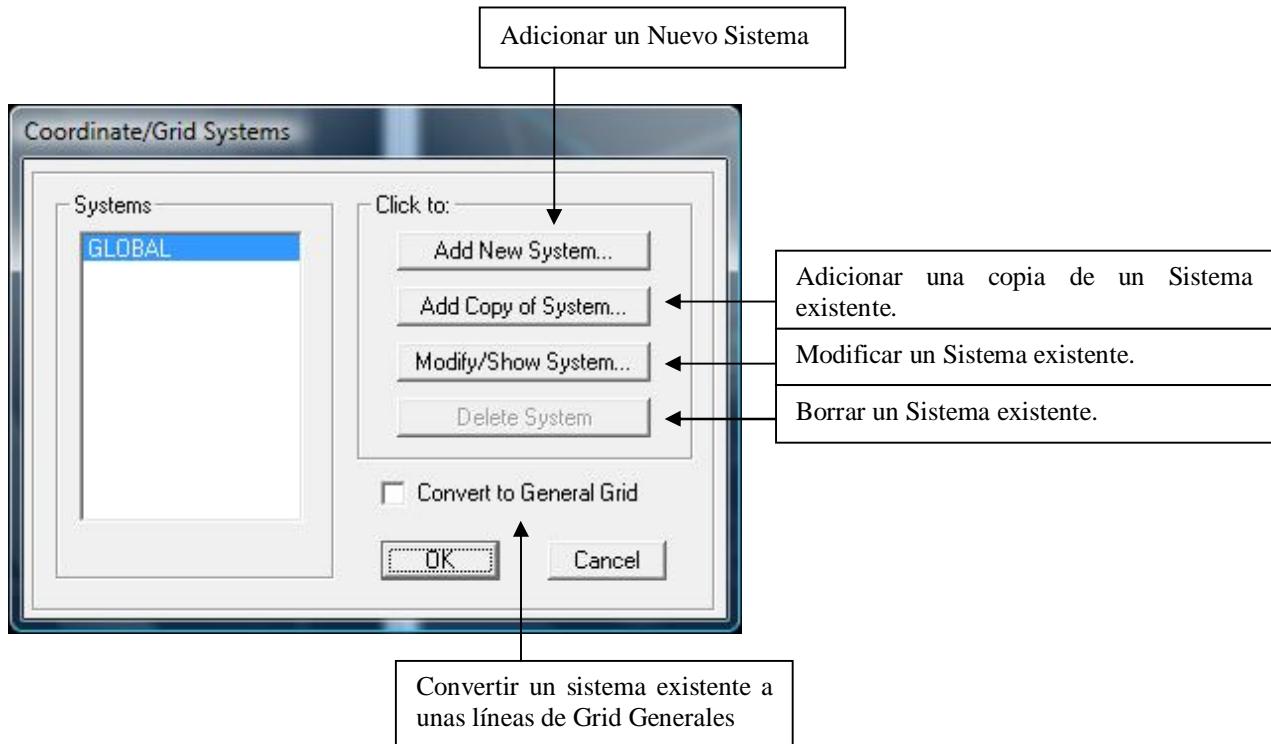
IMPORTANTE: Si se elige la tercera opción “**From Element and Additional Masses and Loads**”, No debe incluirse el caso de carga “**PP**” ya que esta tomado en cuenta de manera directa.

➤ **From Element and Additional Masses:** Define la Masa del peso propio de la estructura y de las masas adicionales agregadas al modelo.

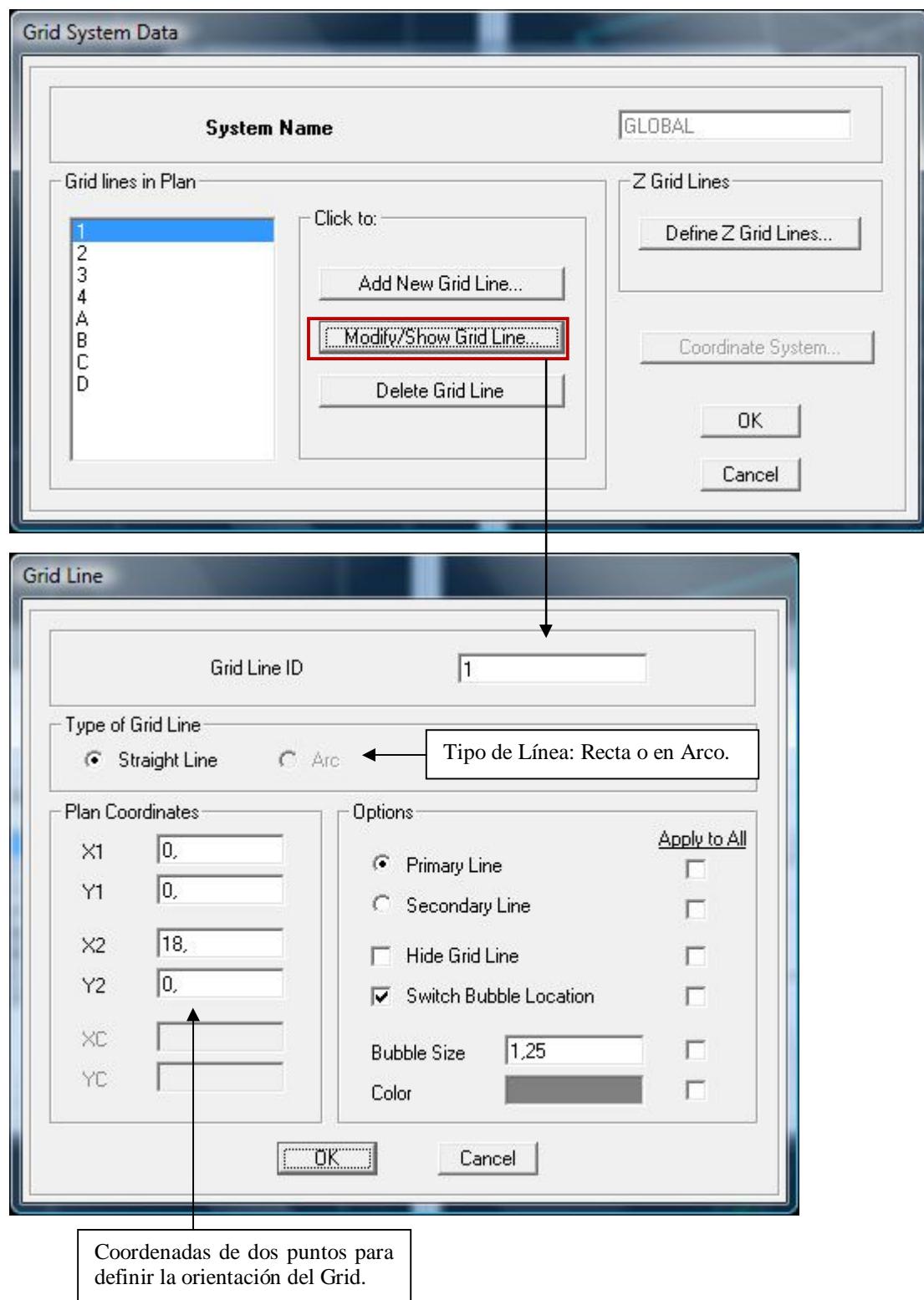
➤ **From Loads:** Define la masa de las cargas. En esta opción puedes especificar las cargas de las cuales se requiere obtener la masa de la estructura. Para cada caso de carga se establece un factor que va de 0 a 1. Es importante destacar que en esta opción se puede incorporar el peso propio “PP” como una carga para que participe como masa.

➤ **From Element and Additional Masses and Loads:** Define la masa debido al peso propio de la estructura, por las masas añadidas y por las cargas impuestas. Para cada caso de carga incorporado se debe establecer un factor que va de 0 a 1. Es importante destacar que en esta opción no se debe agregar el peso propio “PP” ya que la misma está incluida en la condición “From Element”.

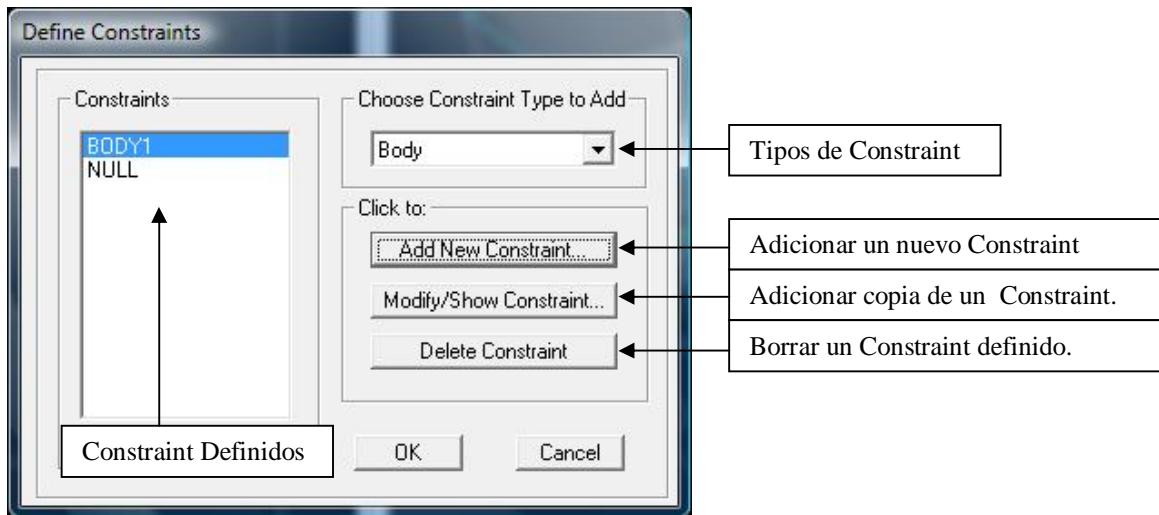
5.4. Coordinate System/Grids: Sistemas de Coordenadas y Líneas de Grid



Si seleccionamos la opción “Convert to general Grid” y hacemos click en “Modify/Show System” entramos a una ventana donde podemos redefinir las líneas de Grid o agregar otras a partir de coordenadas que dan la posibilidad de líneas en diagonal.



5.5. Joint Constraints: *Restricciones en Conjunto de Juntas. Tiene como aplicación establecer una Reducción de grados de libertad.*

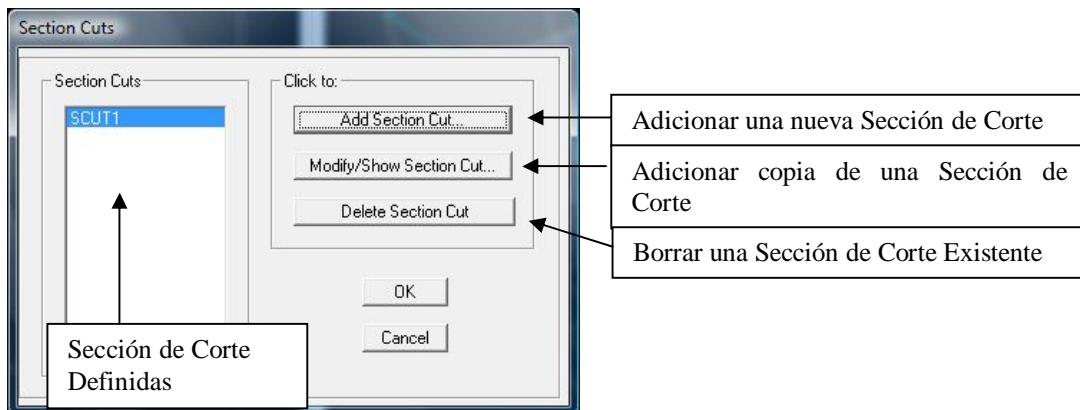


- **Constraint Body:** Genera que todas sus juntas incluidas se muevan juntas como un cuerpo rígido tridimensional. Por definición, todos los grados de libertad en cada junta conectada participan. Sin embargo, el usuario puede seleccionar un set de grados de libertad que serían sometidos al constraint.
- **Constraint Diaphragm:** Genera que todas las juntas incluidas se muevan juntas como un diafragma plano que es rígido contra deformaciones de membrana. Efectivamente, todas las juntas se conectan entre sí por vínculos que son rígidos en el plano, pero no afectan la deformación fuera del plano (placa). Se aplica cuando en un plano los elementos que conforman la estructura poseen en conjunto una rigidez muy significativa en términos del modelo que se está analizando, obteniéndose un comportamiento general como cuerpo rígido en el plano, referido a un centro de masas.
- **Constraint Plate:** Genera que todas las juntas incluidas se muevan juntas como una placa que es rígida contra deformación de flexión. Efectivamente, todas las juntas se conectan entre si por vínculos que son rígidos a flexión fuera del plano, pero que no afectan la deformación en el plano (membrana).
- **Constraint Rod:** Genera que todas las juntas incluidas se muevan juntas como una barra recta que es rígida contra deformación axial. Efectivamente, todas las juntas mantienen una distancia fija entre sí, en la dirección paralela al eje de la barra, pero la traslación normal al eje y todas las rotaciones no se ven afectadas.

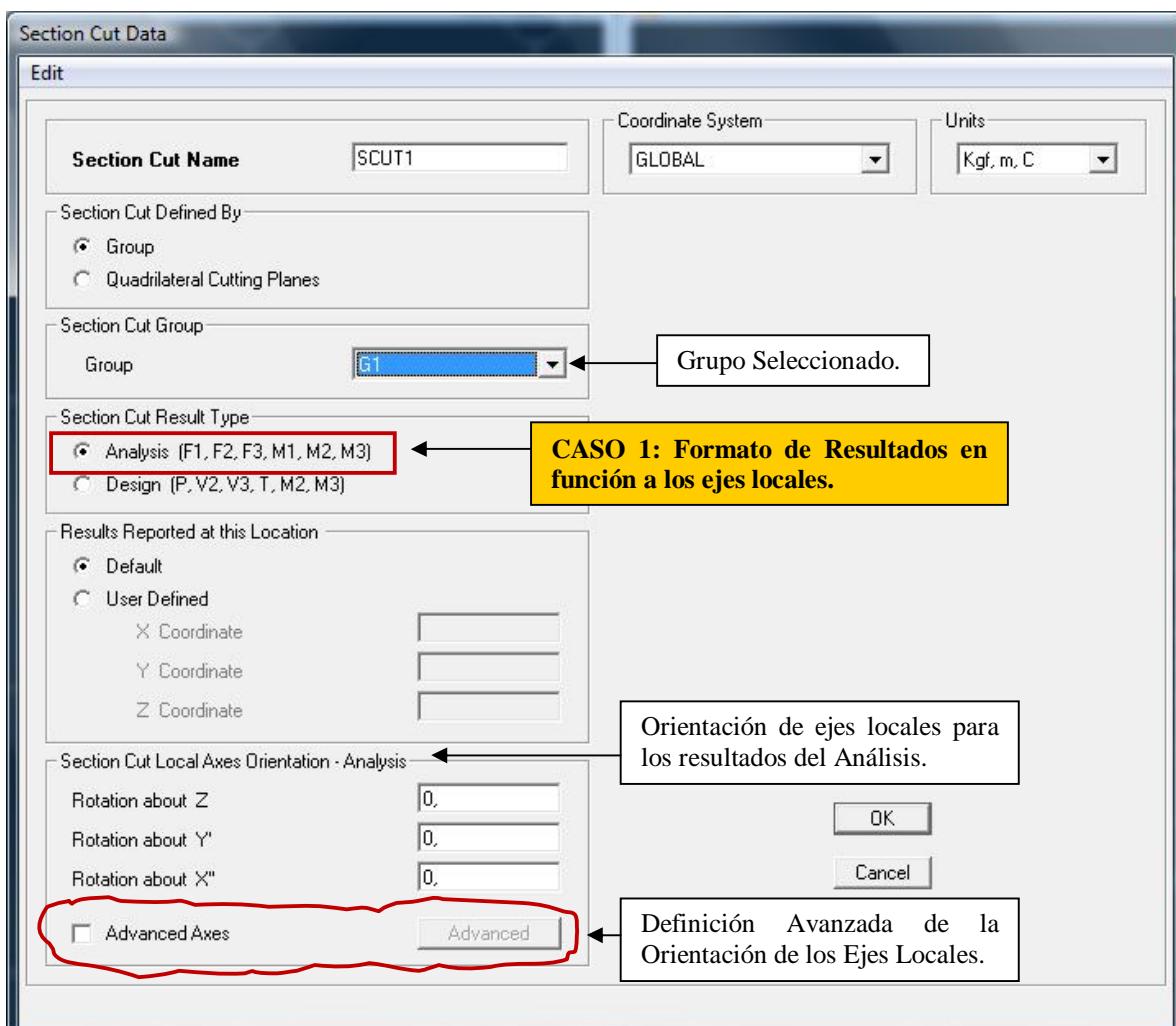
- **Constraint Beam:** Genera que todas las juntas incluidas se muevan juntas como una viga recta que es rígida contra deformación a flexión. Efectivamente, todas las juntas se conectan entre sí por vínculos que son rígidos para deformación fuera del eje, pero no afectan las traslaciones a lo largo o la rotación sobre el eje.
- **Constraint Equal:** Genera que todas las juntas incluidas se muevan juntas con el mismo desplazamiento para cada grado de libertad seleccionado, tomado en el sistema de coordenadas local del constraint. Los otros grados de libertad no son afectados.
- **Constraint Local:** Genera que todas las juntas incluidas se muevan juntas con el mismo desplazamiento para cada grado de libertad seleccionado, tomado en el sistema de coordenadas local separado de la junta. Los otros grados de libertad no son afectados.
- **Constraint Weld:** Permite conectar diferentes partes del modelo estructural que se define por separado utilizando mallas.

5.6. Section Cut: Secciones de corte.

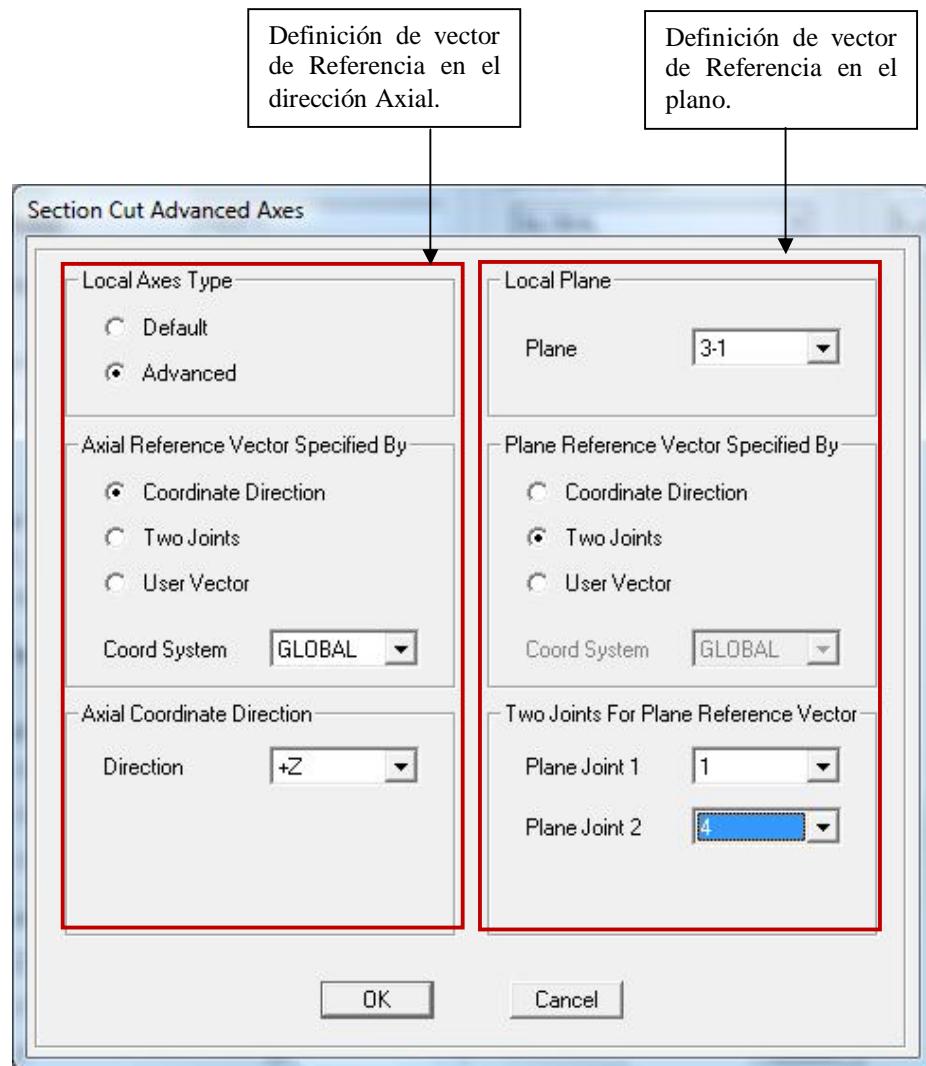
Cuando se aplica un “section cut” en un grupo determinado, se obtienen las resultantes para el régimen de cargas actuantes en dicho grupo

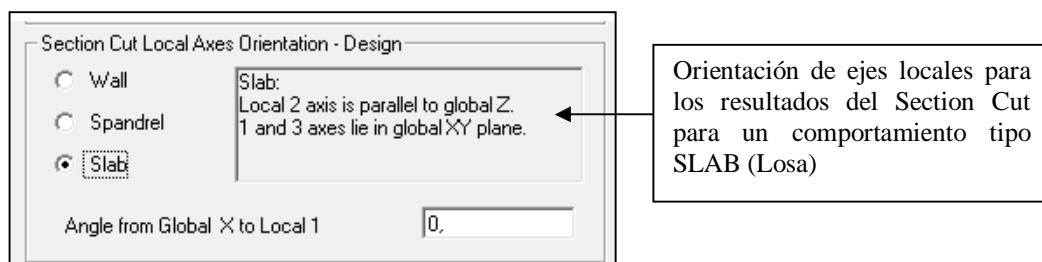
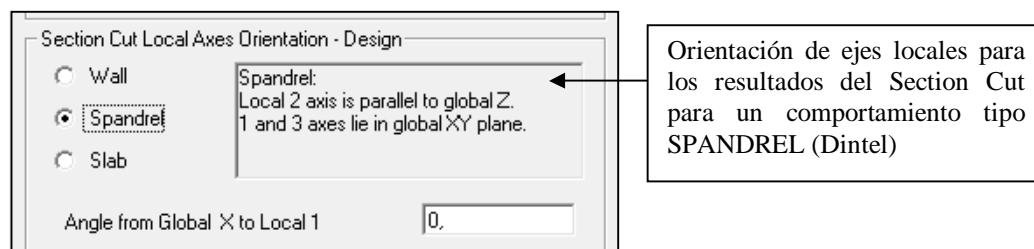
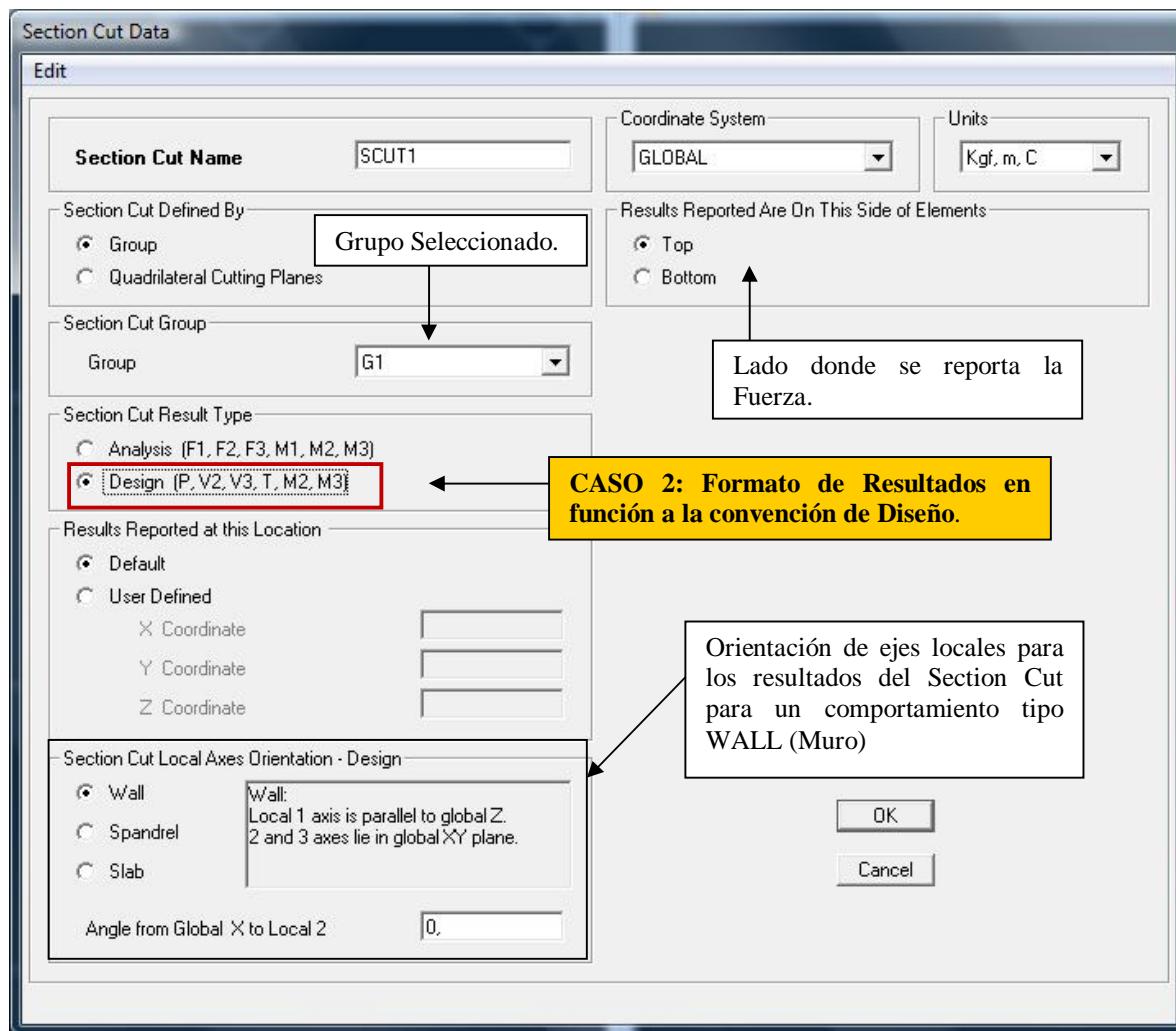


Una vez que adicionamos una Nuevo “Section Cut” tenemos lo siguiente:

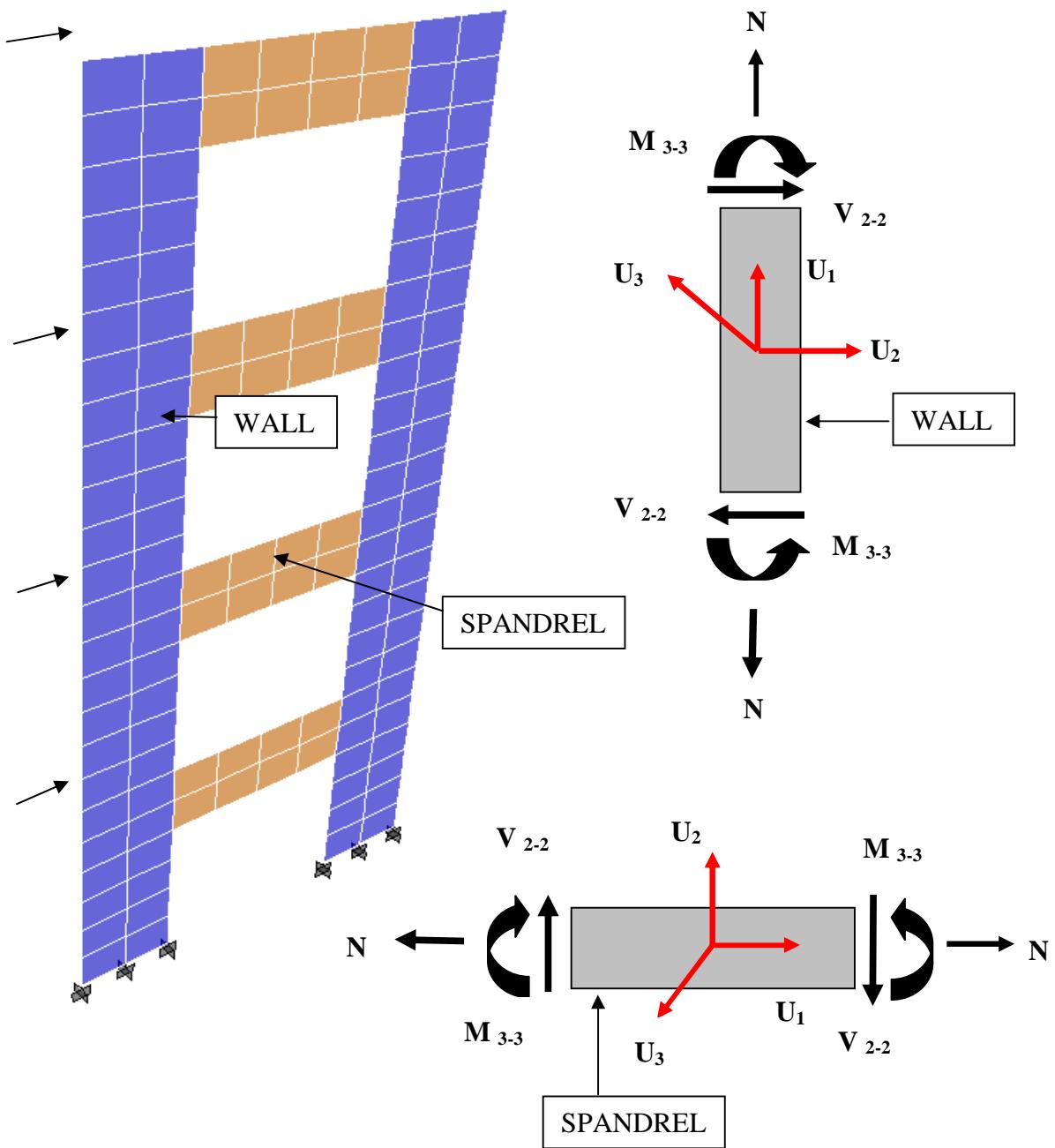


Si se hace marca la opción “Advanced Axes” y luego se hace click en “Advanced” se tiene lo siguiente:

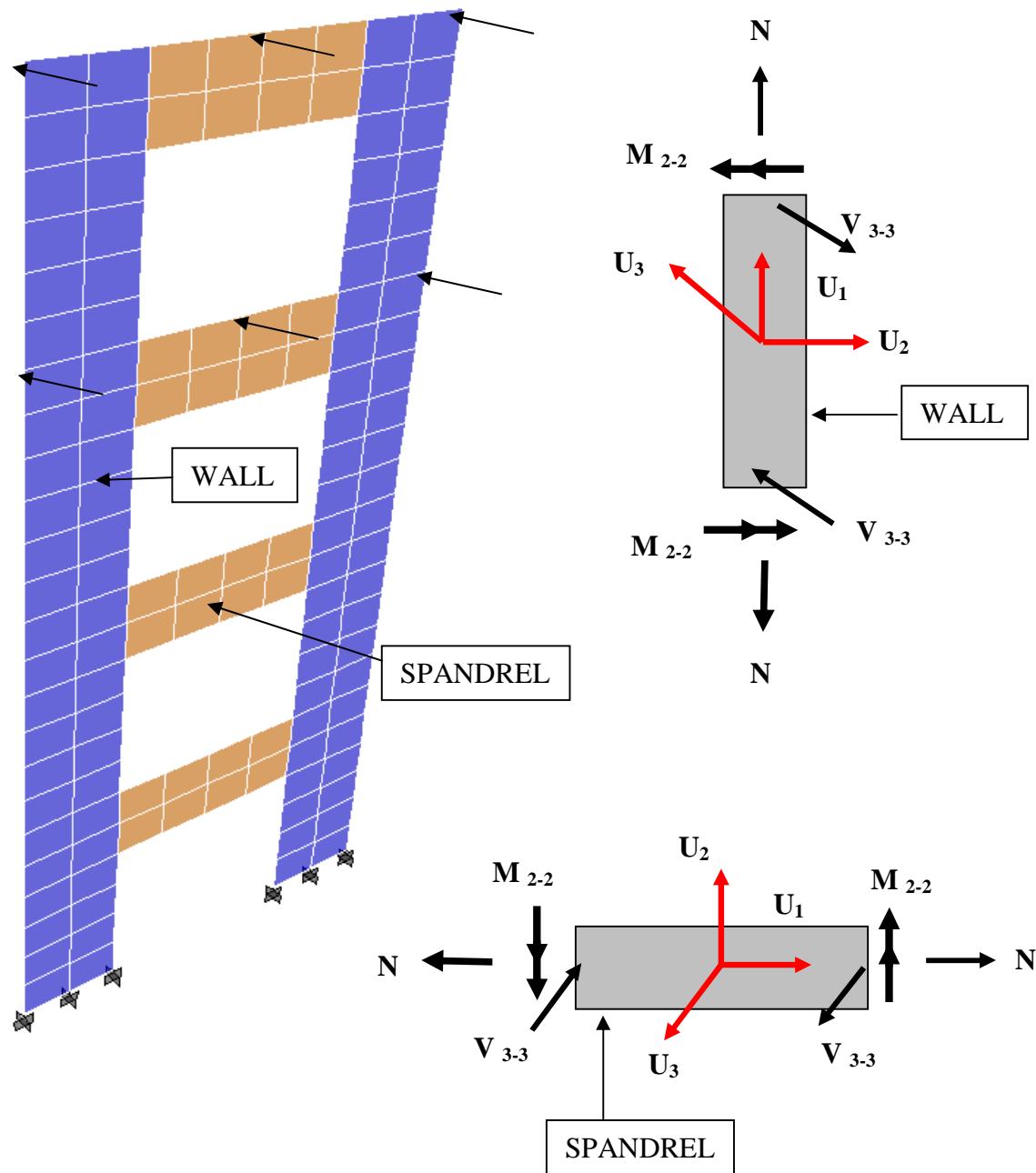




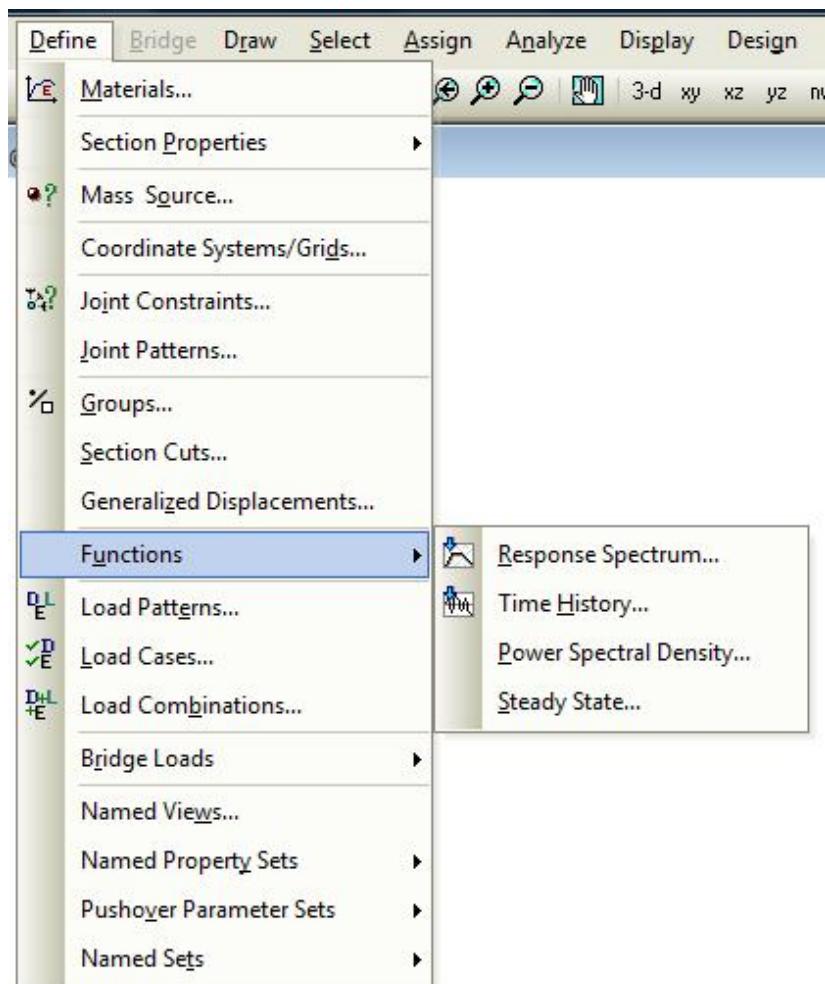
Convención de Signos y Distribución de Fuerzas para cargas en el Plano, para elementos de Area con comportamiento tipo WALL y SPANDREL



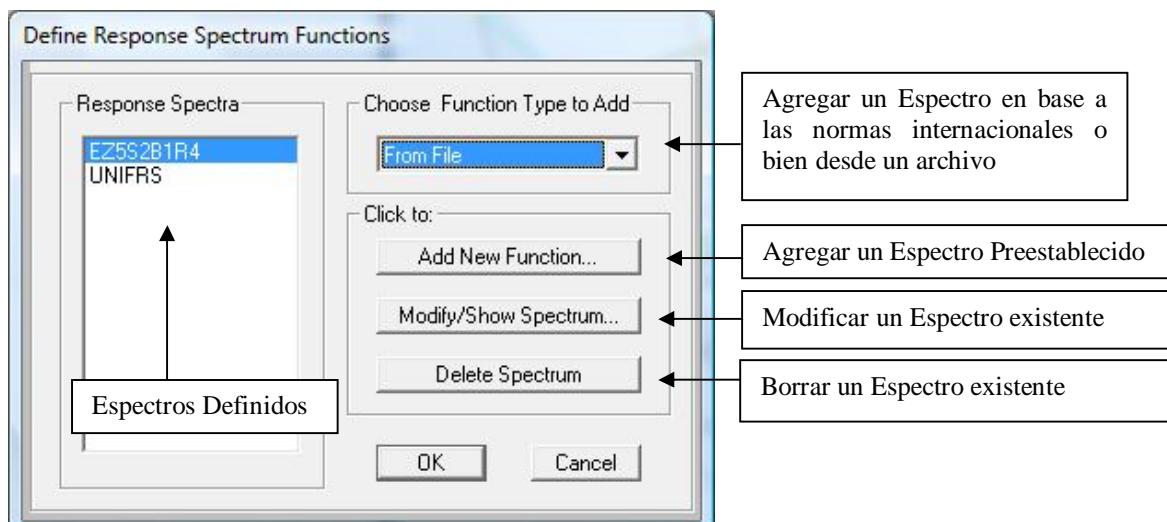
Convención de Signos y Distribución de Fuerzas para cargas Perpendiculares al Plano, para elementos de Area con comportamiento tipo WALL y SPANDREL



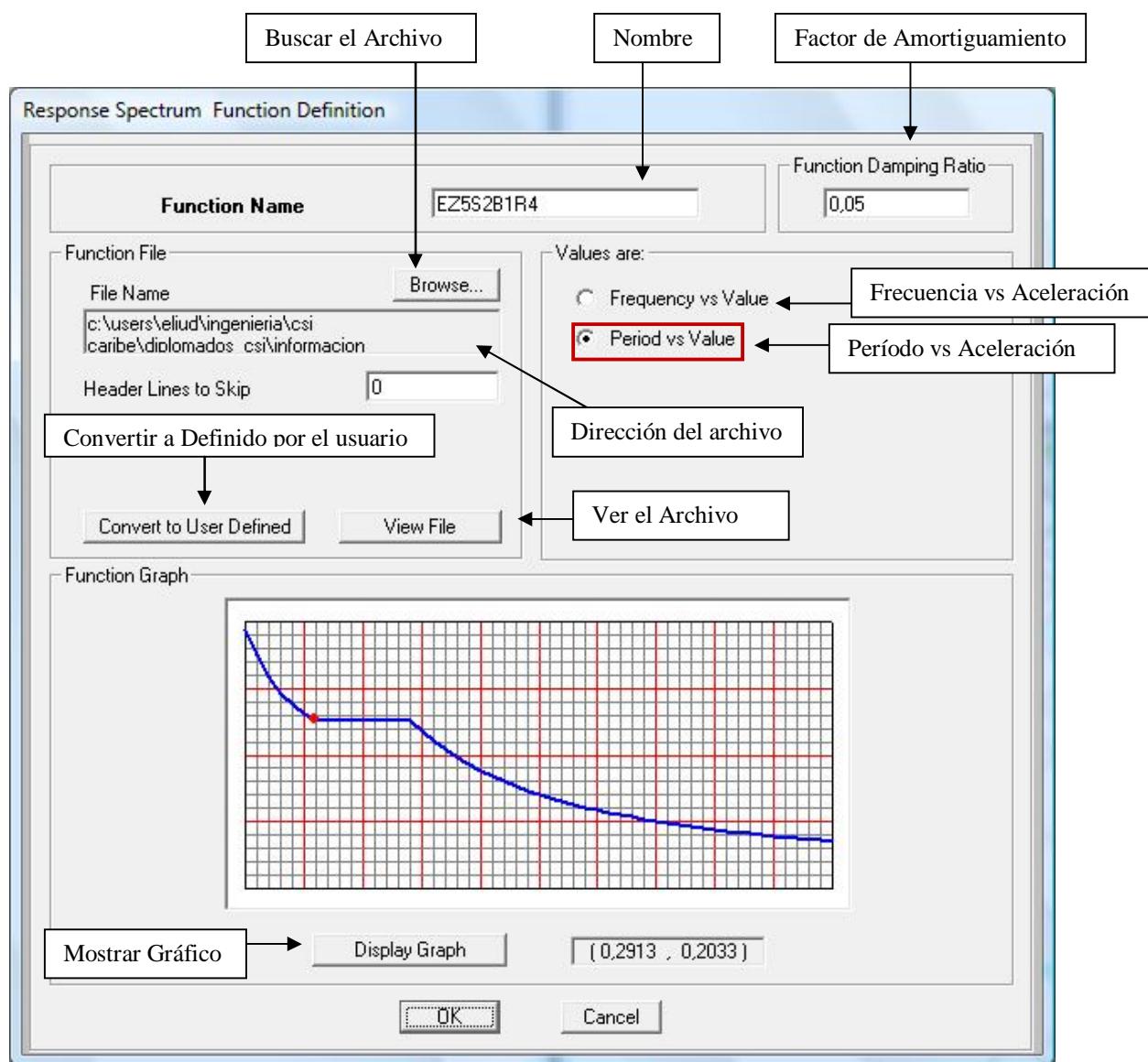
5.7. Functions: Funciones Espectrales y de Tiempo-Historia.



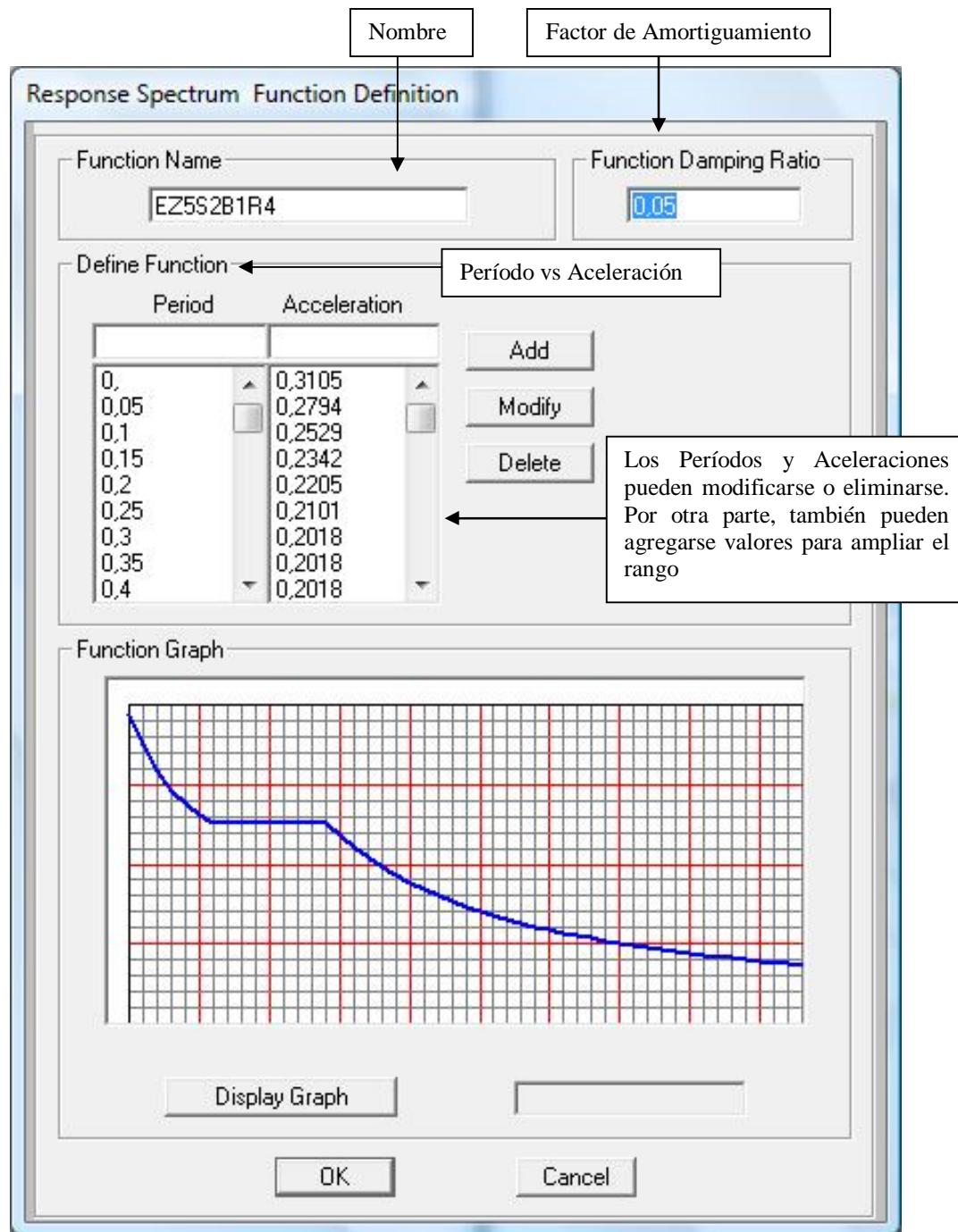
5.7.1. Response Spectrum: Funciones Espectrales.



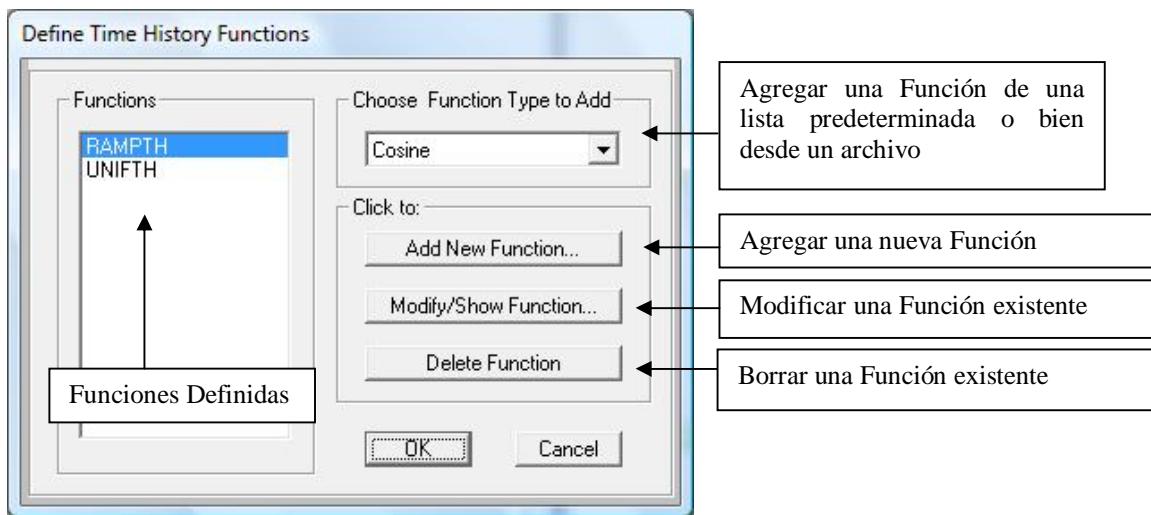
- **Tipo:** from File (Aregar un espectro desde un archivo.txt)



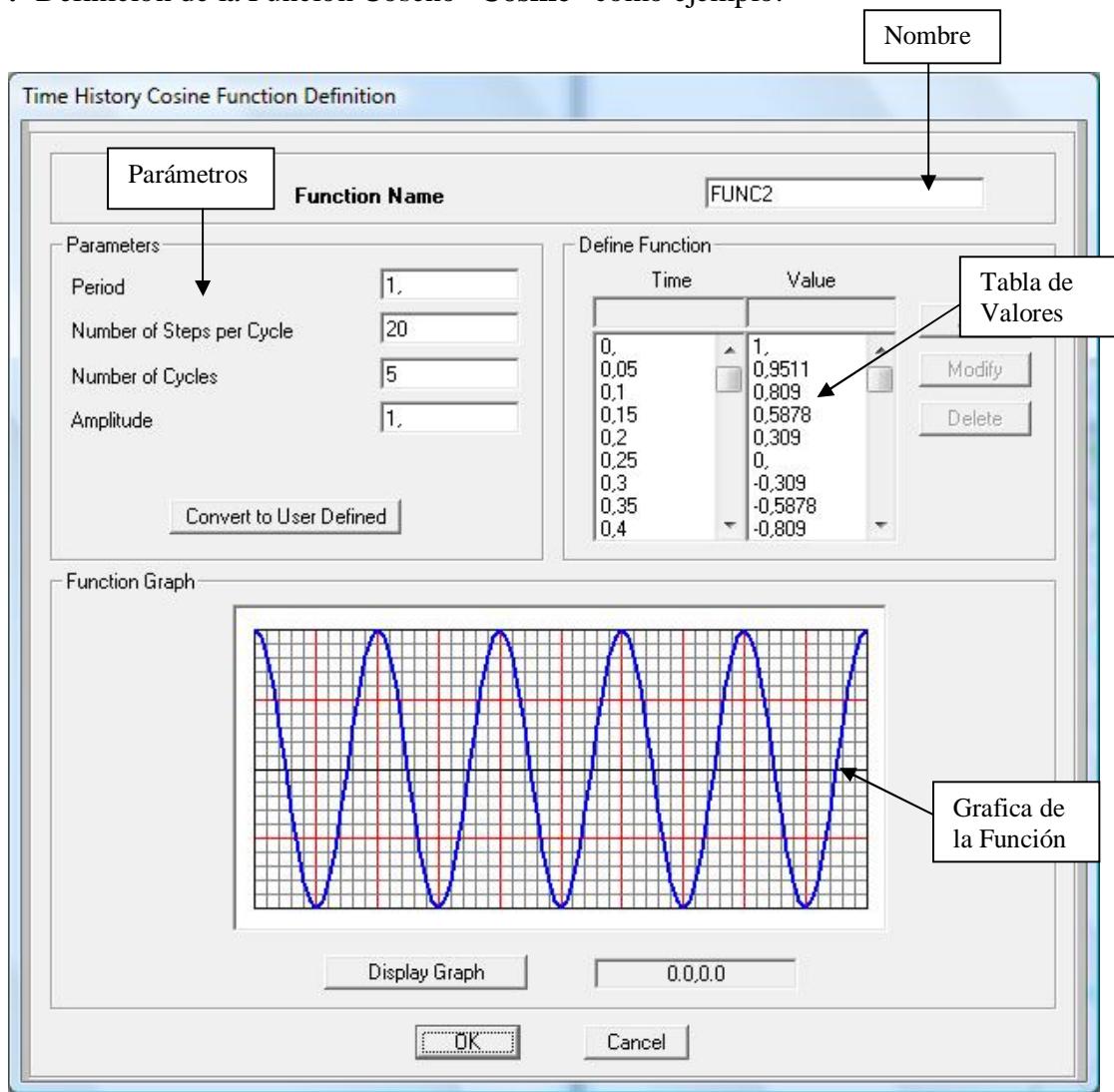
Si se escoge la opción “**Convert to User Defined**” los datos del **archivo.txt** se agregan de manera permanente al modelo, tal como se muestra a continuación.



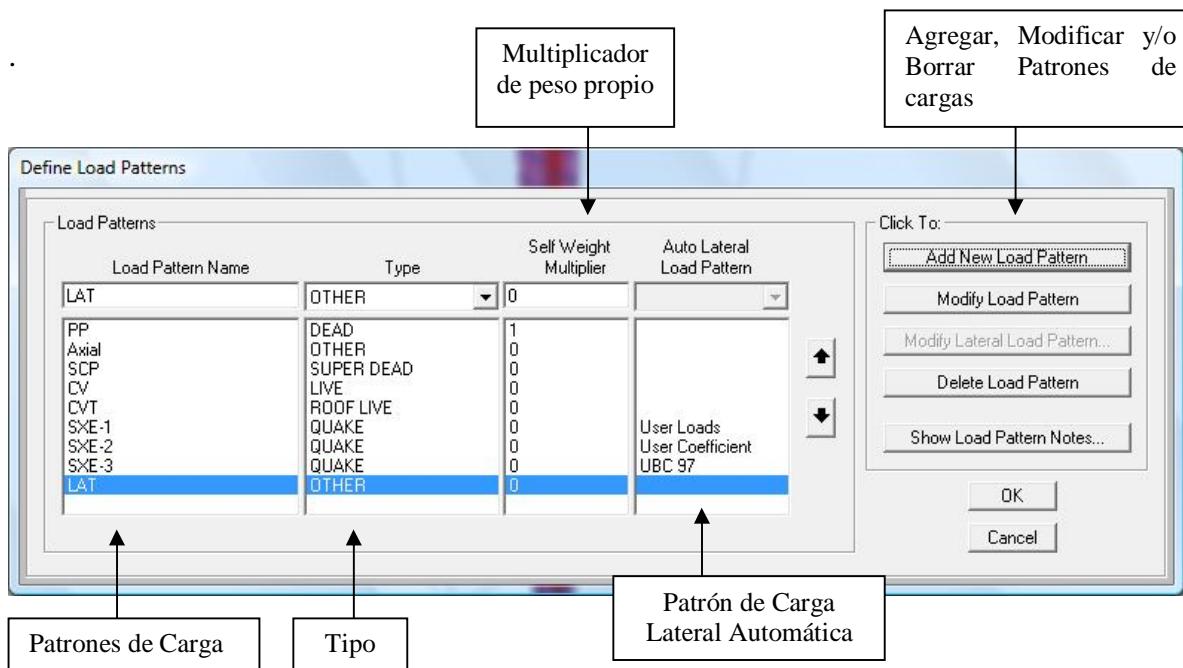
➤ **Time History: Funciones Tiempo-Historia**



.- Definición de la Función Coseno “Cosine” como ejemplo.



5.8. Load Patterns: Patrones de Carga.

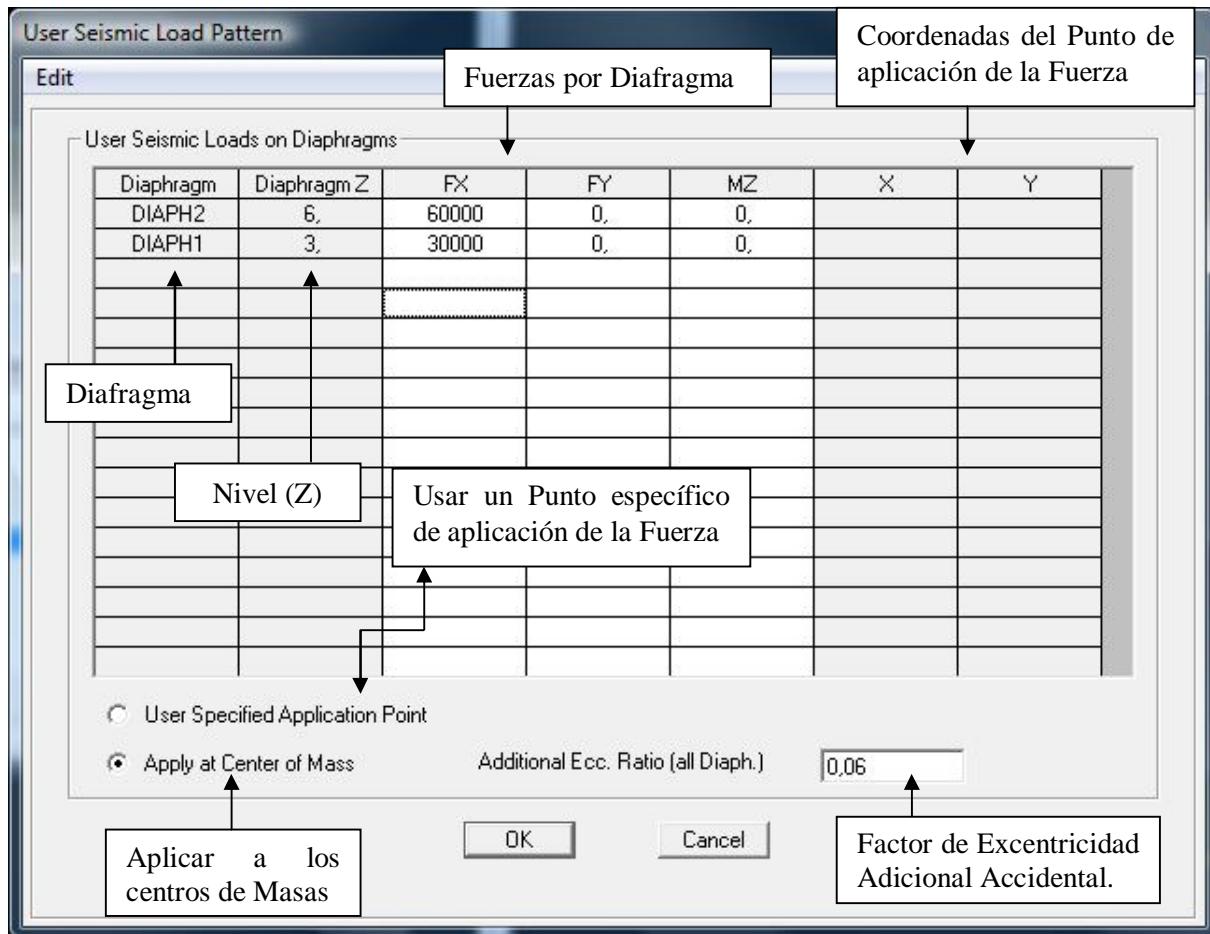


Nota: En este caso sólo se incorpora un factor multiplicador del peso propio igual o mayor a 1.00 en el caso “PP” tipo DEAD. Los demás casos deben tener “0” en el “**Self Weight Multiplier**” para no contemplar el peso propio otra vez.

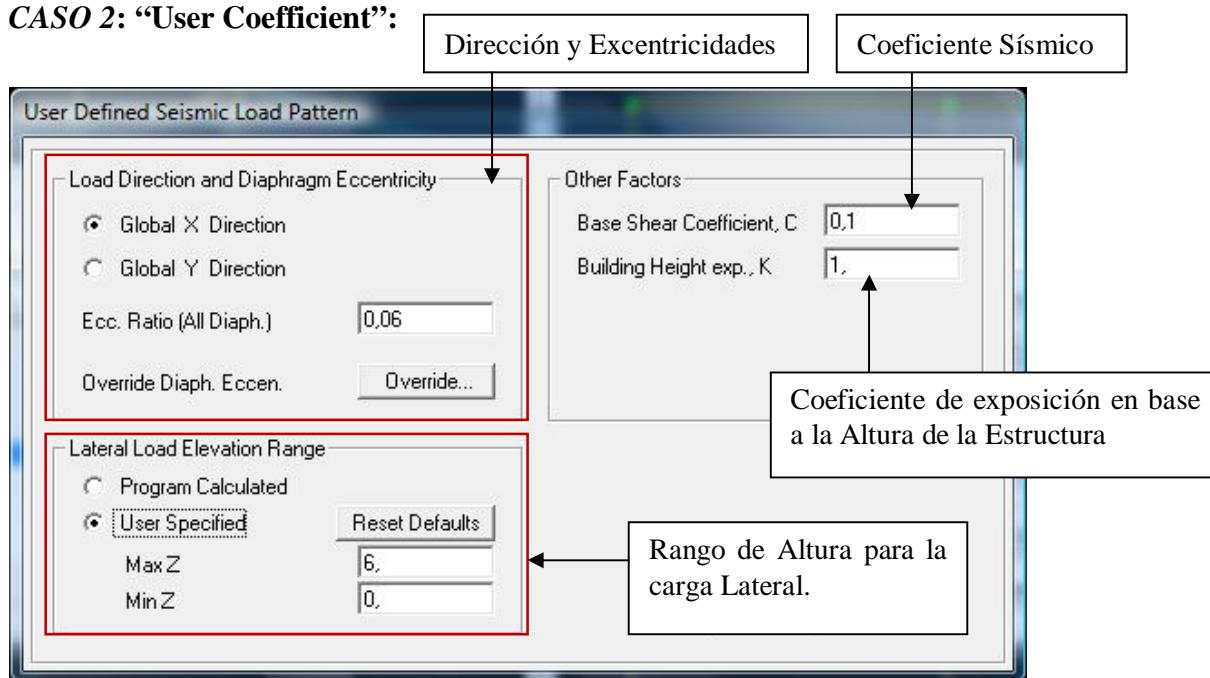
Para el caso de carga SXE tipo QUAKE “**Sismo Estático en X**”, se tienen diversas opciones:

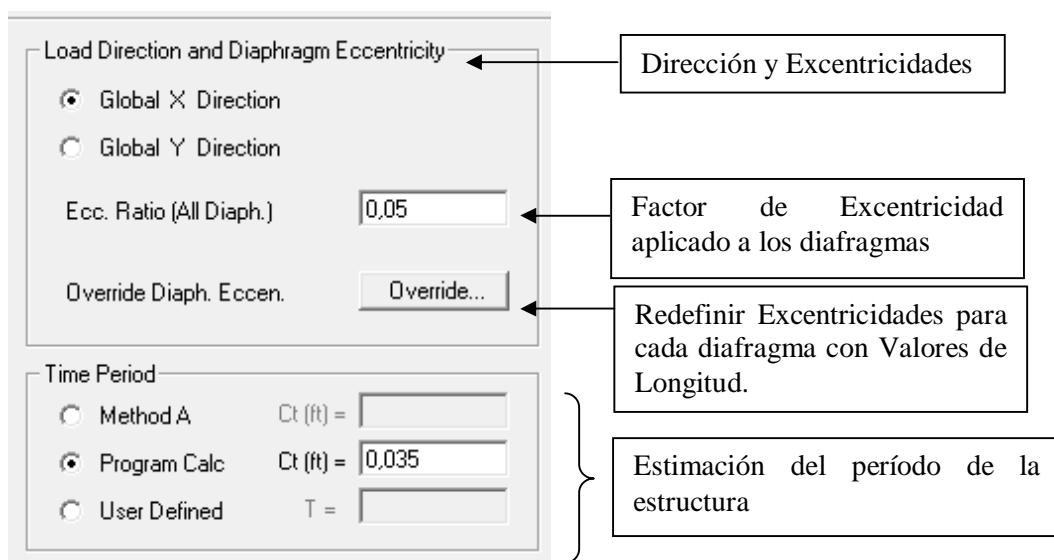
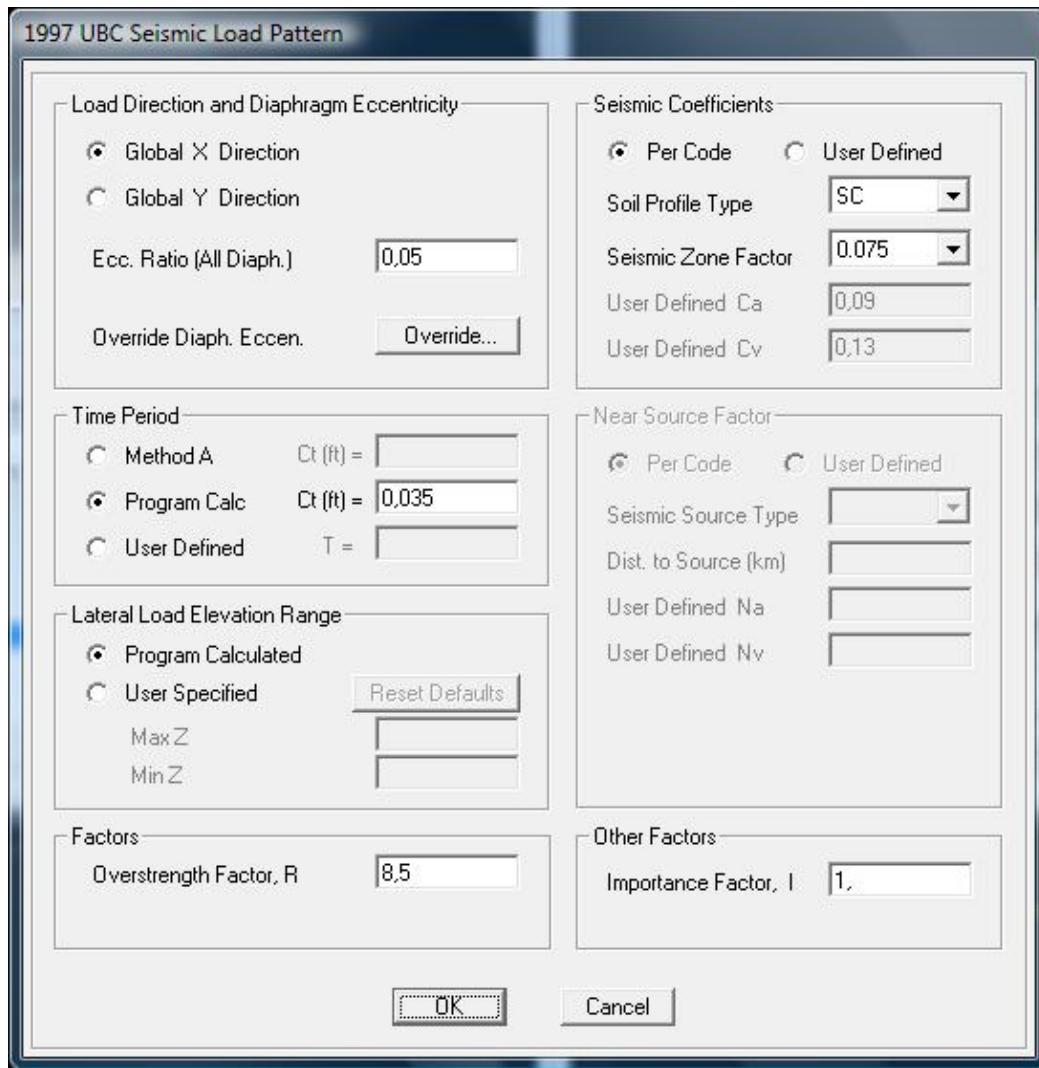
- User Loads (SXE-1): En esta opción se Aplican directamente las cargas por piso.
- User Coefficient (SXE-2): En esta opción se Aplican coeficientes para la carga sísmica estática
- (SXE-3): Seleccionar alguna de las Normas Preestablecidas (NBCC 2005, IBC2000, IBC2003, NEHRP 97, UBC 97, BOCA 96, ETC). En esta opción se Definen los parámetros de las normas para la aplicación de cargas sísmicas estáticas.

CASO 1: “User Loads”



CASO 2: “User Coefficient”:

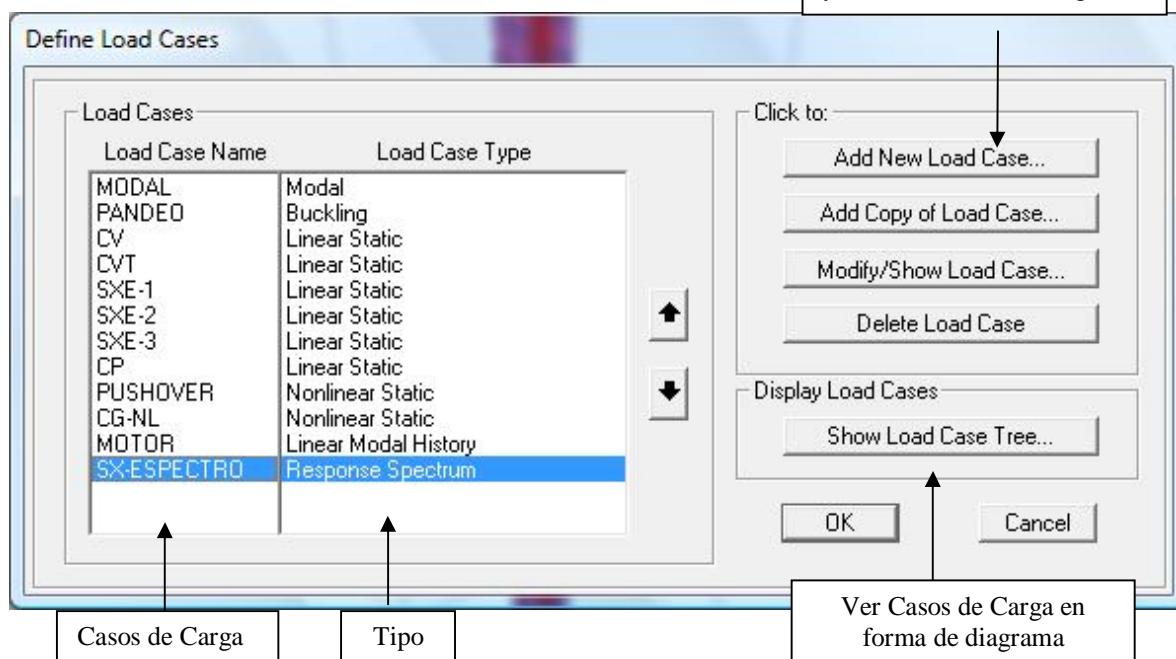


CASO 3: Para la Norma UBC-97 como ejemplo, Se tiene:

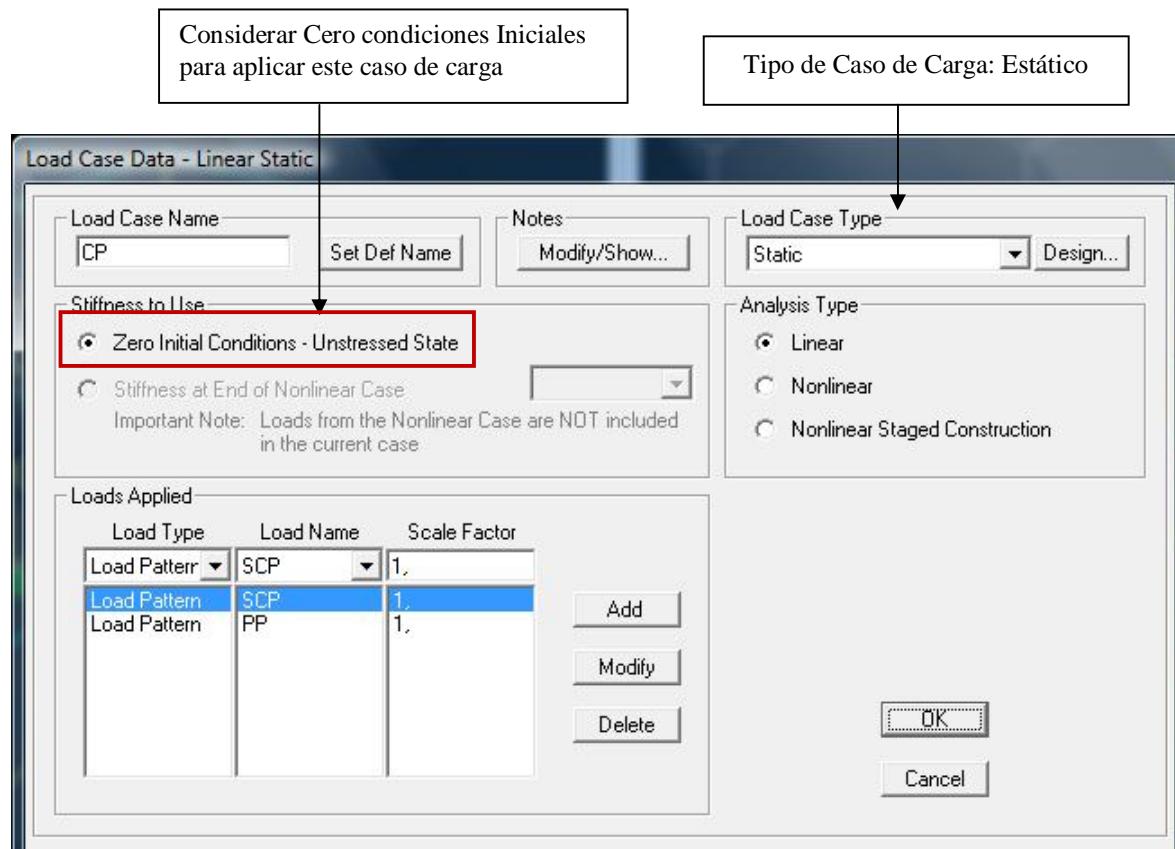
<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px;"> <p>Lateral Load Elevation Range</p> <p><input checked="" type="radio"/> Program Calculated <input type="radio"/> User Specified</p> <p><input type="button" value="Reset Defaults"/></p> <p>Max Z Min Z</p> </div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px;"> <p>Factors</p> <p>Overstrength Factor, R <input type="text" value="8.5"/></p> </div>	<p>Rango de elevación a considerar para la estimación de la altura de la estructura.</p> <p>Factor “R” de reducción de respuesta</p>
<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px;"> <p>Seismic Coefficients</p> <p><input checked="" type="radio"/> Per Code <input type="radio"/> User Defined</p> <p>Soil Profile Type <input type="button" value="SC"/></p> <p>Seismic Zone Factor <input type="button" value="0.075"/></p> <p>User Defined Ca <input type="text" value="0.09"/></p> <p>User Defined Cv <input type="text" value="0.13"/></p> </div>	
<p>Coeficientes Sísmicos</p> <p>Tipo de Suelo</p> <p>Factor de Zona Sísmica</p> <p>Factor “Ca”</p> <p>Factor “Cv”</p>	
<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px;"> <p>Near Source Factor</p> <p><input checked="" type="radio"/> Per Code <input type="radio"/> User Defined</p> <p>Seismic Source Type <input type="button" value=""/></p> <p>Dist. to Source (km) <input type="text"/></p> <p>User Defined Na <input type="text"/></p> <p>User Defined Nv <input type="text"/></p> </div>	
<p>Factor de la fuente Cercana.</p>	
<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px;"> <p>Other Factors</p> <p>Importance Factor I <input type="text" value="1."/></p> </div>	
<p>Factor de Importancia.</p>	

5.9. Load Cases: Casos de Carga.

Agregar, Copiar, Modificar
y/o Borrar Casos de cargas



Ejemplo: Caso de carga permanente “CP” En este caso se incluye el patrón de carga SCP y PP.



Ejemplo: Caso de Carga definido por un Espectro “SX-ESPECTRAL”.

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Nombre </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Métodos de Combinación Modal: CQC: Combinación Cuadrática Completa SRSS: Raíz Cuadrada de valores al Cuadrado </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Tipo: “Response Spectrum” </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Load Case Data - Response Spectrum </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Load Case Name: SX-ESPECTRAL Set Def Name Notes: Modify/Show... </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Modal Combination: <input checked="" type="radio"/> CQC GMC f1: 1. <input type="radio"/> SRSS GMC f2: 0. <input type="radio"/> Absolute <input type="radio"/> GMC <input type="radio"/> NRC 10 Percent <input type="radio"/> Double Sum </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Load Case Type: Response Spectrum Design... </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Directional Combination: <input checked="" type="radio"/> SRSS <input type="radio"/> Absolute Scale Factor: [empty] </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Métodos de Combinación Direccional: SRSS: Raíz Cuadrada de valores al Cuadrado Absolute: Valores Absolutos con un factor de Escala </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Modal Load Case: Use Modes from this Modal Load Case MODAL </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Usar Modos para el análisis </div>																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> U1: Dirección X U2: Dirección Y U3: Dirección Z </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Factor de Escala que incluye la aceleración de gravedad y el factor de Corrección del corte basal </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Angulo de Excitación </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Loads Applied </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Load Type</th> <th>Load Name</th> <th>Function</th> <th>Scale Factor</th> <th>Coord Sys</th> <th>Angle</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Accel</td> <td>U1</td> <td>EZ5S2B1R4</td> <td>9.81</td> <td>GLOBAL</td> <td>0</td> </tr> <tr style="background-color: #e0f2e0;"> <td>Accel</td> <td>U1</td> <td>EZ5S2B1R4</td> <td>9.81</td> <td>GLOBAL</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Aceleración Espectro </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Show Advanced Load Parameters Add Modify Delete </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Other Parameters </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Modal Damping: Constant at 0,05 Modify/Show... OK Cancel </div>	Load Type	Load Name	Function	Scale Factor	Coord Sys	Angle	Accel	U1	EZ5S2B1R4	9.81	GLOBAL	0	Accel	U1	EZ5S2B1R4	9.81	GLOBAL	0
Load Type	Load Name	Function	Scale Factor	Coord Sys	Angle														
Accel	U1	EZ5S2B1R4	9.81	GLOBAL	0														
Accel	U1	EZ5S2B1R4	9.81	GLOBAL	0														
Amortiguamiento Modal Típico de una Estructura.	Modificar el Amortiguamiento Modal																		

Método de Combinación Modal “CQC”: Combinación Cuadrática Completa

$$r^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \rho_{ij} r_i r_j, \text{ donde } \rho_{ij} = \frac{8\xi^2(1+a_{ij})a_{ij}^{3/2}}{(1-a_{ij}^2)^2 + 4\xi^2 a_{ij}(1+a_{ij})^2}, \quad a_{ij} = \omega_i / \omega_j$$

En esta expresión: r representa una determinada respuesta al movimiento sísmico en una dirección definida; r_i y r_j son las respuestas en cada modo i y j a ese movimiento sísmico, las cuales deben tomarse con el signo asociado a la forma modal; ω_i y ω_j son las frecuencias de los respectivos modos; ξ , es el coeficiente de amortiguamiento respecto del crítico, el cual debe tomarse igual a 5% (caso típico). Nótese que en la expresión anterior N está representando el número de modos utilizado en la combinación, y no el número de pisos de la edificación.

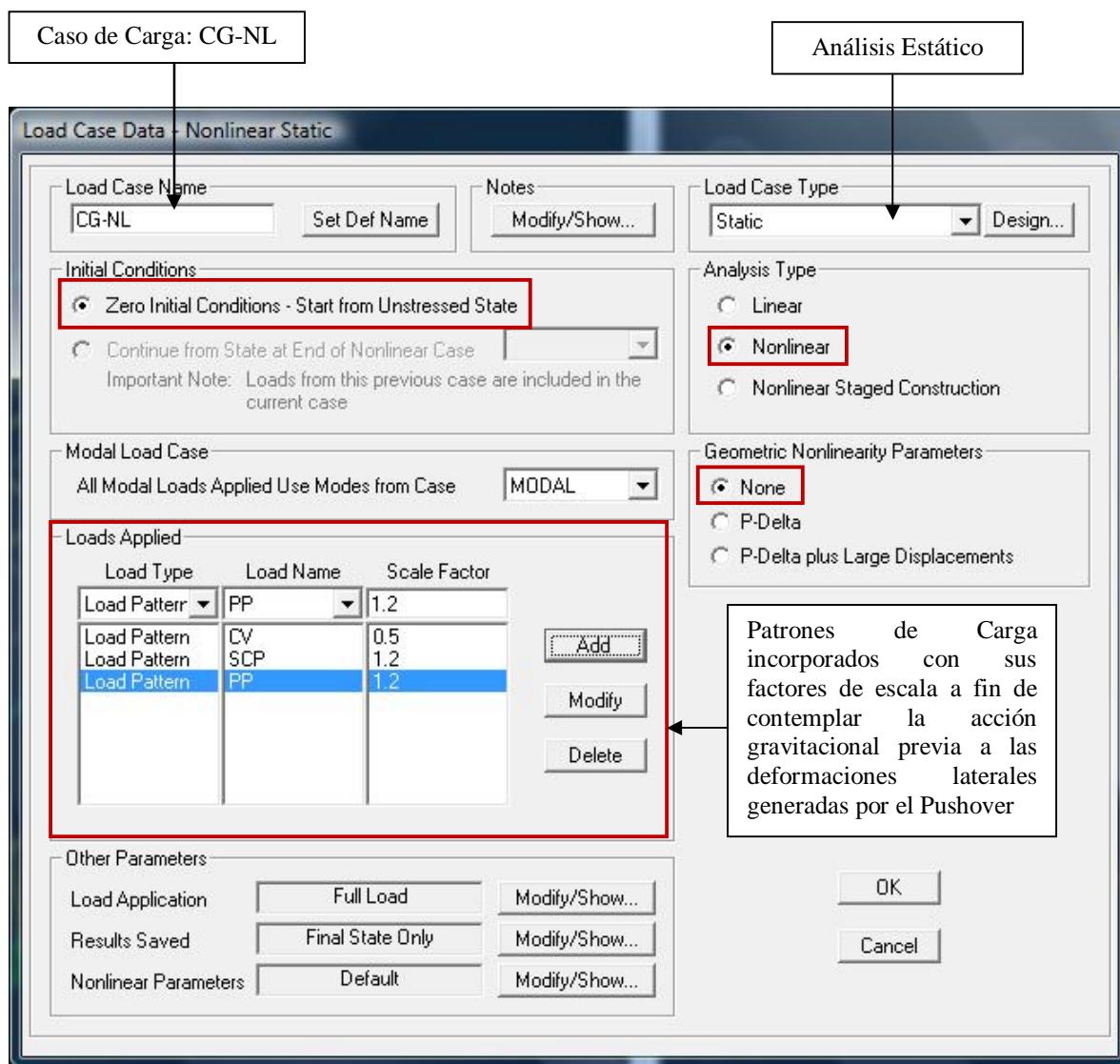
Para el caso de sistemas con frecuencias bien separadas entre sí, este criterio de combinación tiende al clásico dado por la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados “SRSS” de cada máximo modal.

Ejemplo: Análisis Estático Equivalente (Pushover)

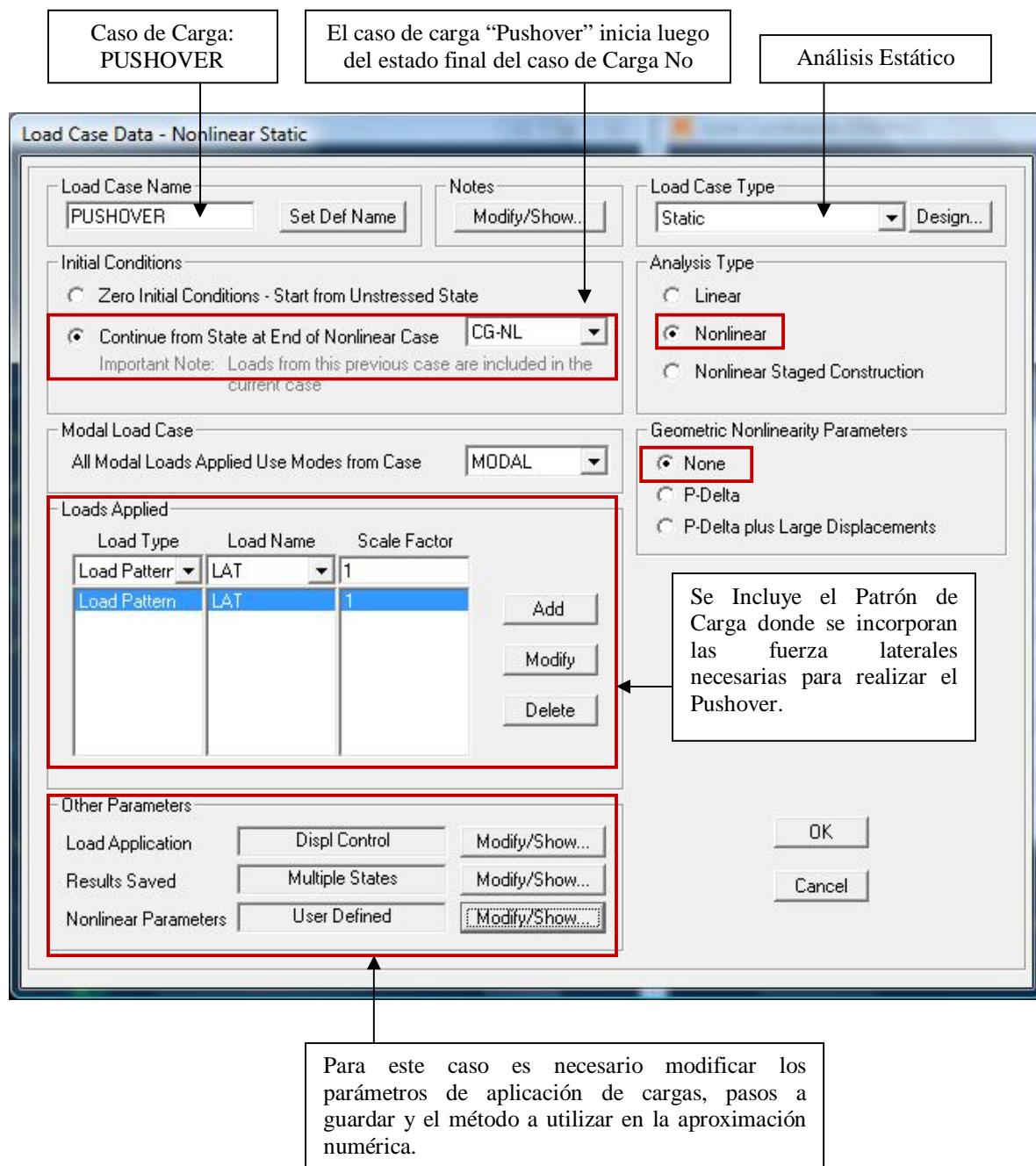
Consideremos el siguiente Pórtico en el plano XZ sometido ante cargas laterales (LAT) tal y ante cargas gravitacionales, como se muestra en la figura.



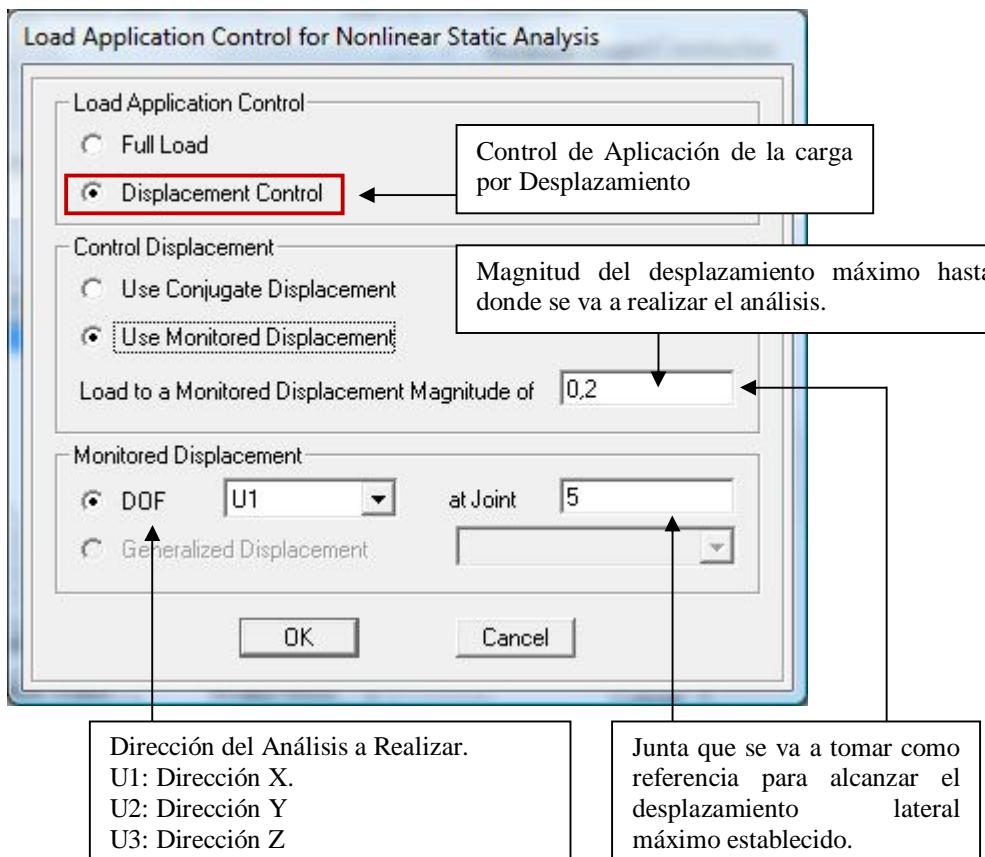
Primero se define un caso de Carga Gravitacional No Lineal “CG-NL”, tal como se muestra a continuación.



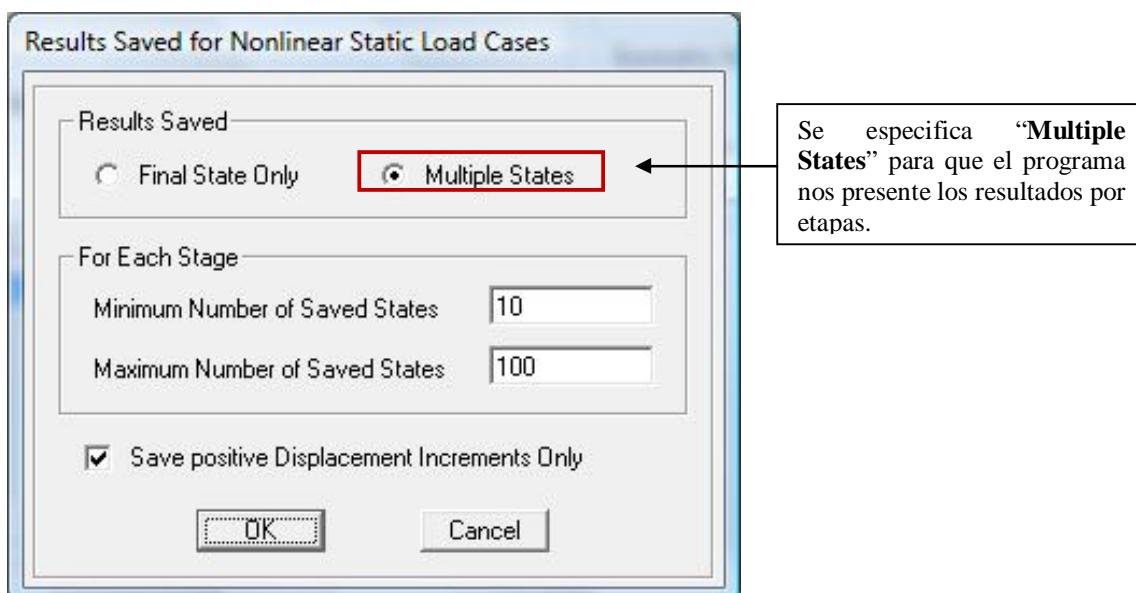
Luego, se define un caso de Carga Lateral No Lineal “Pushover”, que inicia en la deformada final del caso gravitacional No Lineal “CG-NL”, tal como se muestra a continuación.



➤ Configuración de “Load Application”.

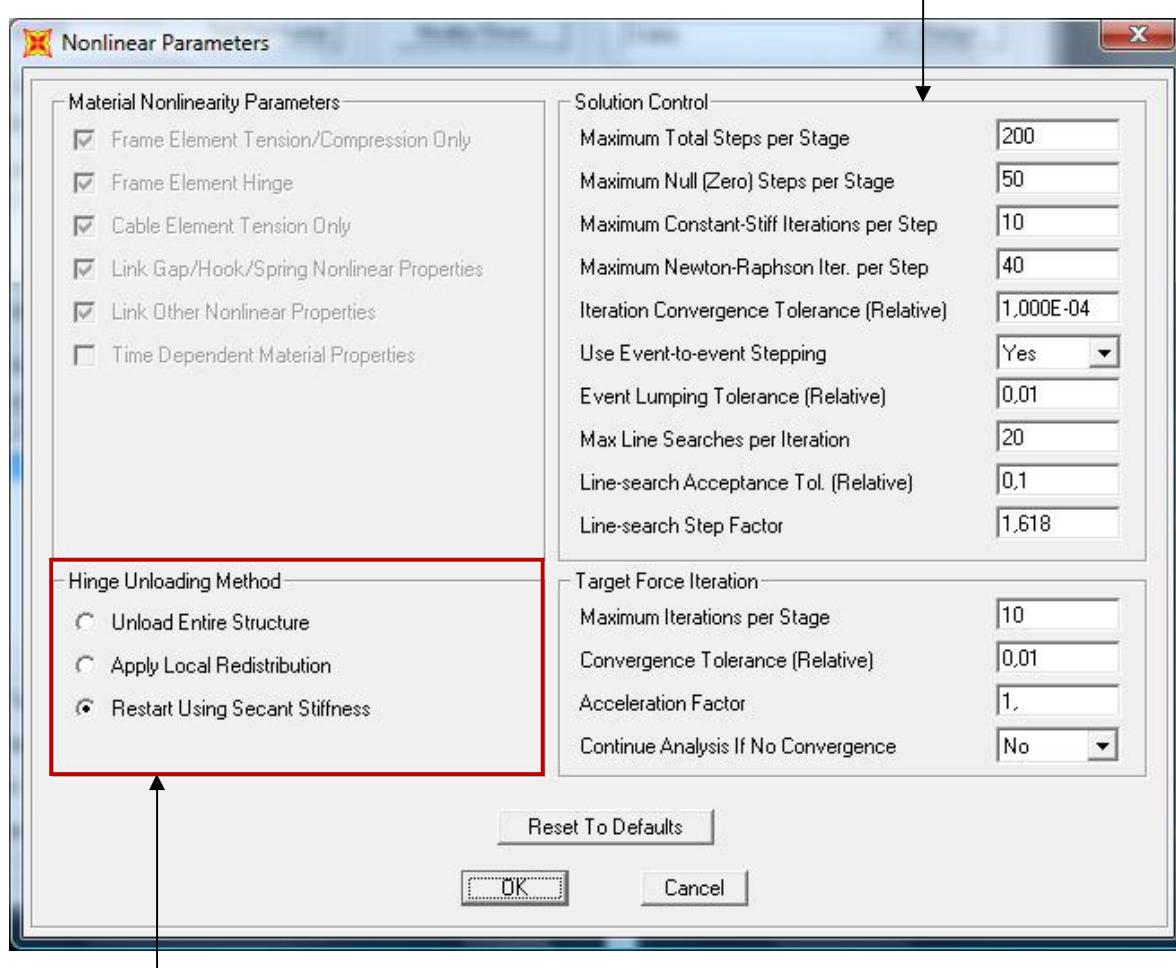


➤ Configuración de “Load Application”.



➤ Configuración de “Nonlinear Parameters”.

Parámetros para la solución Numérica.

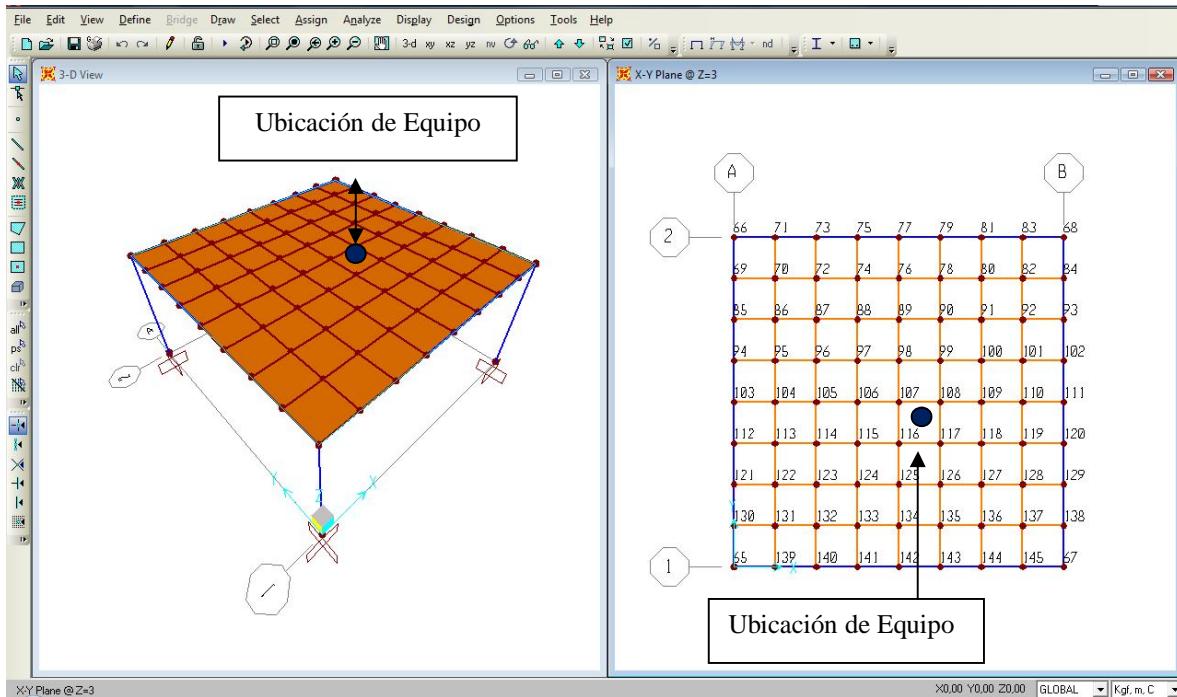


Método de Descarga en Rótulas.

- Unload Entire Structure: Descargar toda la estructura al encontrar un punto de falla
- Apply Local Redistribution: Aplicar Redistribución local al encontrar un punto de falla
- Restart Using Secant Stiffness: Reiniciar con la rigidez secante de la estructura al encontrar un punto de falla

Ejemplo: Análisis con una Función Tiempo-Historia (Time History)

Consideremos una estructura a base de columnas, vigas y una losa maciza de espesor 20 cms, idealizada con un elemento tipo Shell-Thin, sometido ante cargas gravitacionales. En la zona central de la losa se ubica un Motor que genera aceleraciones verticales de carácter armónico (forma sinusoidal).



NOTA: El equipo “Motor” debe tener un peso y masa conocida a fin de ingresar estos valores en el programa y con ello realizar el análisis dinámico conforme a su tipo de excitación respecto al tiempo.

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">Nombre</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">Condiciones Iniciales del Análisis.</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">Usar Modos para el análisis</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">Amortiguamiento Modal Típico de una Estructura.</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">Tip: "Time History"</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">Métodos de Análisis: Análisis Modal o por integración Directa.</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">Información de Ciclos</div>
--	---

U1: Dirección X
U2: Dirección Y
U3: Dirección Z

Factor de Escala que incluye la aceleración de gravedad.

Load Case Name: MOTOR

Notes: Modify>Show...

Load Case Type: Time History

Design...

Analysis Type: Linear

Time History Type: Modal

Nonlinear

Direct Integration

Time History Motion Type: Transient

Periodic

Modal Load Case: Use Modes from Case

MODAL

Loads Applied:

Load Type: Accel

Load Name: U3

Function: FUNC-SINE

Scale Factor: 9,81

Add

Modify

Delete

Accel

U3

FUNC-SINE

9,81

Show Advanced Load Parameters

Time Step Data:

Number of Output Time Steps: 100

Output Time Step Size: 0,1

Other Parameters:

Modal Damping: Constant at 0,05

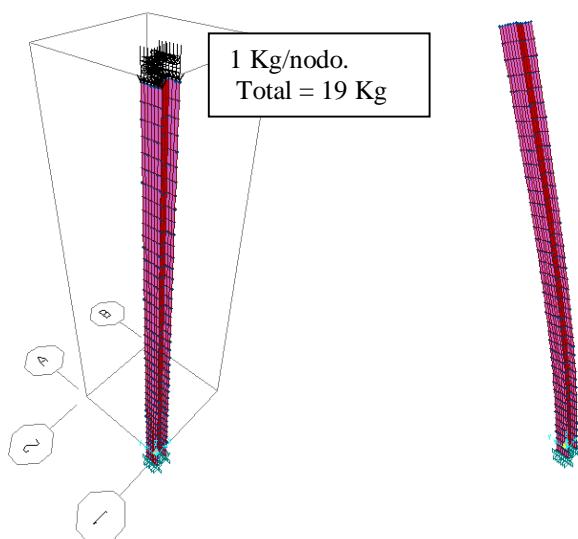
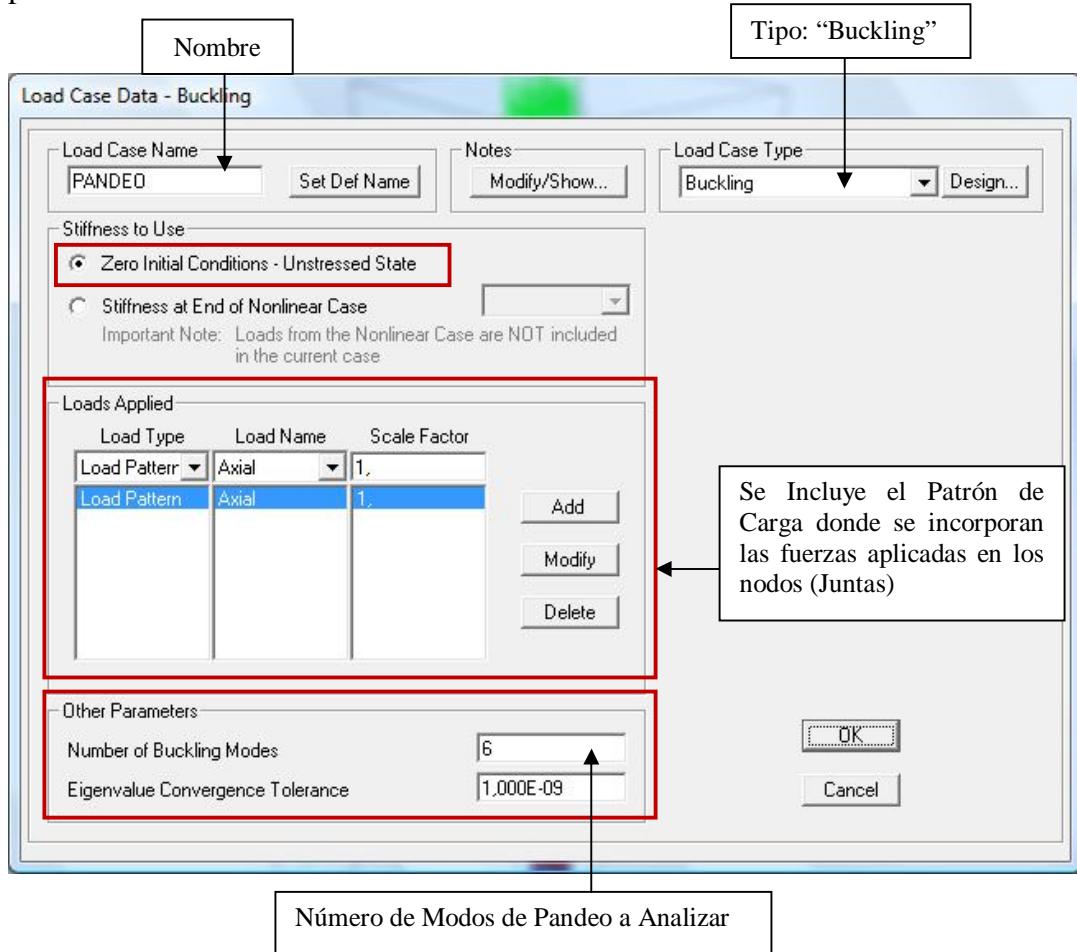
Modify>Show...

OK

Cancel

Ejemplo: Pandeo

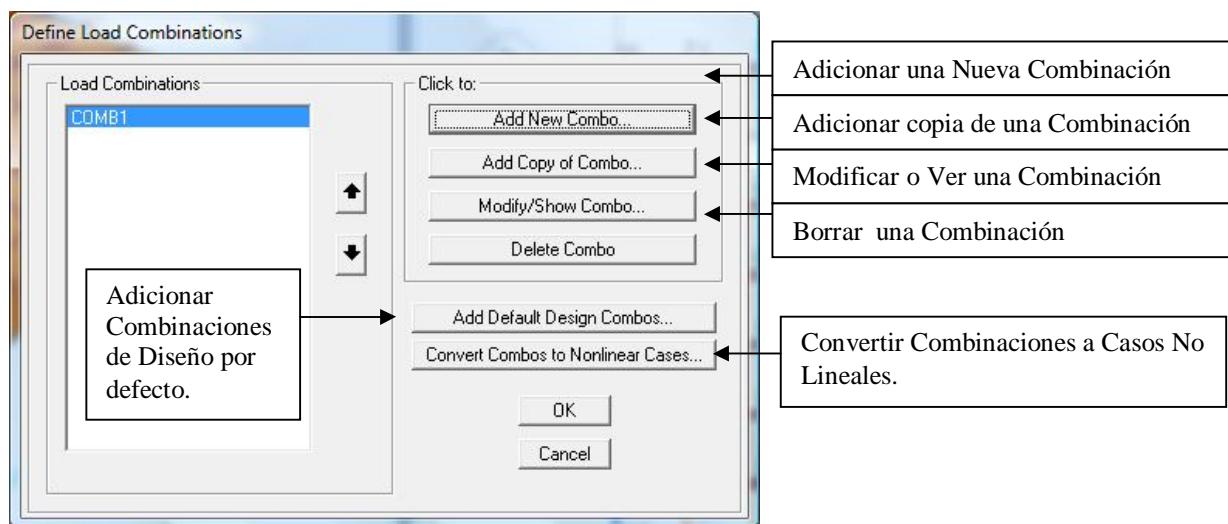
Consideremos una columna en Acero de sección Doble T modelada con elementos de área y empotrada en la base. Se aplica una carga unitaria a cada nodo de su extremo superior. Luego, se realiza un análisis de pandeo donde el programa nos reporta el factor de escala de la carga total introducida conforme a cada modo de pandeo, a fin obtener la carga crítica para cada caso.



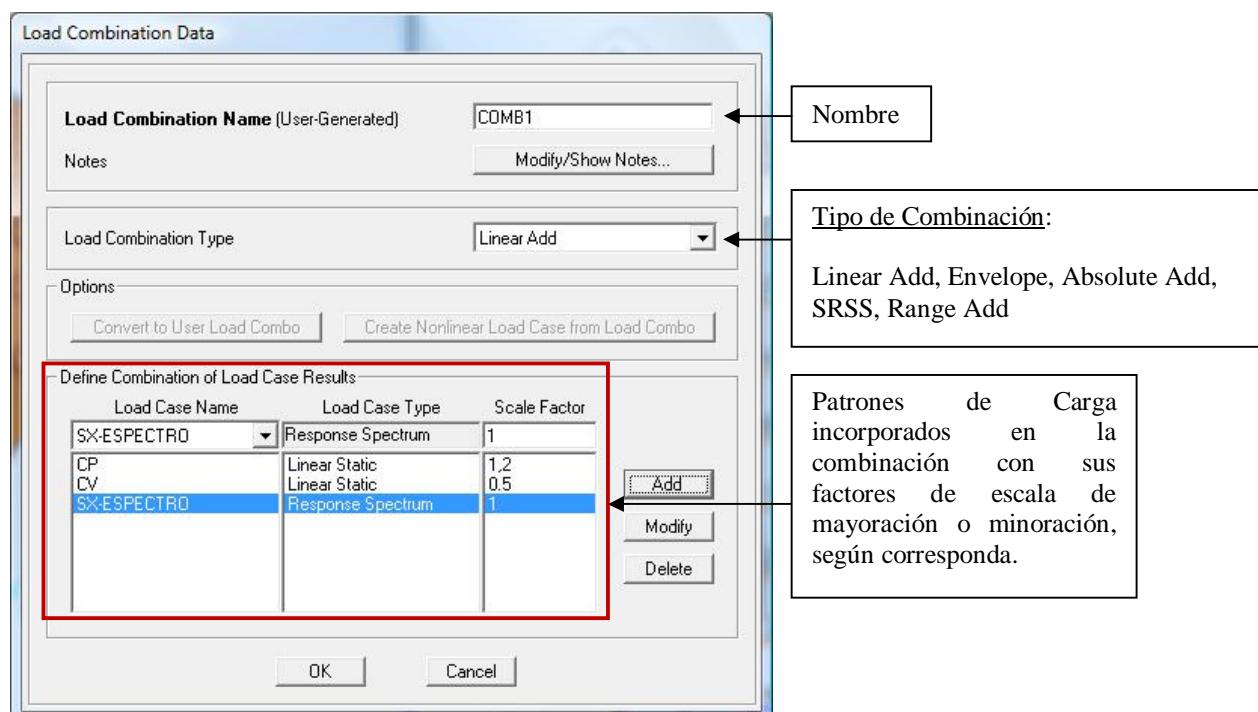
Factor del primer modo
de pandeo: 1978.72

Carga Crítica de Pandeo:
 $Q = 19 \text{ Kg} \times 1978.72 = 37595,68 \text{ Kg}$

5.10. Load Combinations: Combinaciones de Carga.



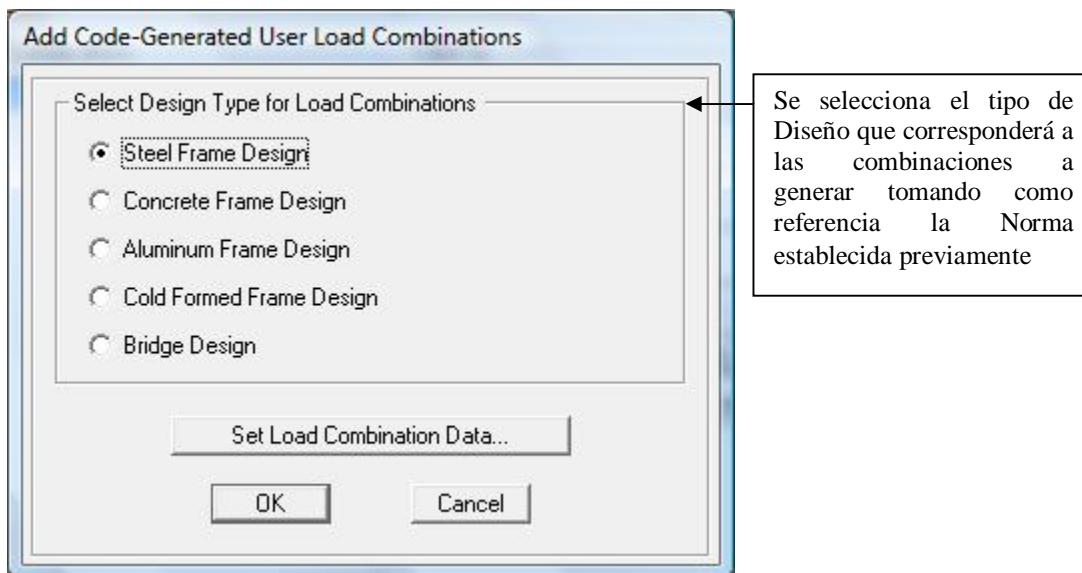
Si elegimos agregar una nueva combinación “**Add New Combo**”, obtenemos lo siguiente:



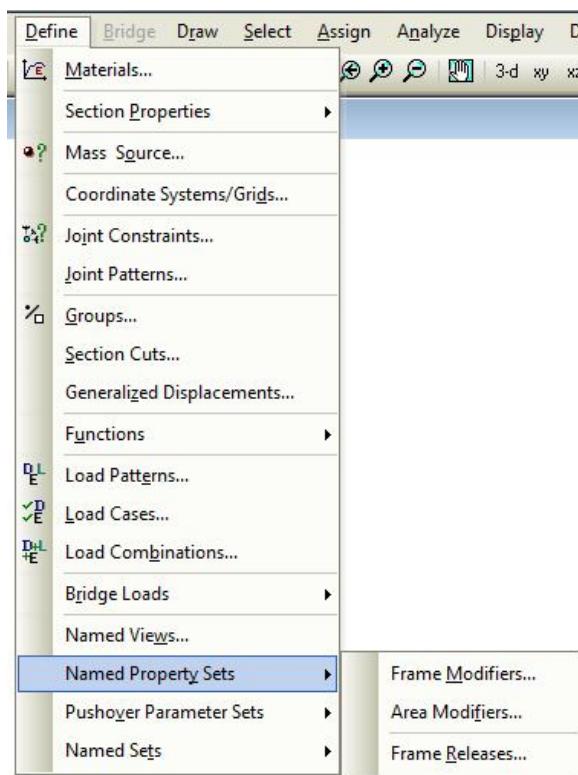
➤ **Tipos de Combinaciones:**

- **Linear Add:** Todos los resultados de los casos o combinaciones se multiplican por su factor y se suman incluyendo su signo. Este tipo de combinación se utiliza para contemplar cargas gravitacionales, viento o sísmicas (espectros).
- **Envelope:** Se evalúa una envolvente de máximos y mínimos de los casos de carga o combinaciones definidos para cada resultado de los elementos y puntos. Los casos de carga que dan los máximos y mínimos son usados para esta combinación, por lo que el combo de cargas tiene dos valores para cada resultado de los elementos y puntos. Este tipo de combinación puede usarse para cargas móviles y cualquier otro caso de carga donde se requiera que la carga produzca la fuerza o esfuerzo máximo o mínimo.
- **SRSS.** Todos los resultados de los casos o combinaciones se suman aplicando la raíz cuadrada de los valores al cuadrado.
- **Absolute Add.** Todos los resultados de los casos o combinaciones se suman siempre de manera positiva.
- **Range Add.** Presenta un reporte “Máximo” proveniente de la suma de los valores máximos positivos que contribuyen (un caso con un valor Máximo Negativo no Contribuye). Por otra parte, presenta a su vez un reporte Mínimo negativo proveniente de la suma de los valores mínimos negativos (un caso con un valor Máximo Positivo no Contribuye).

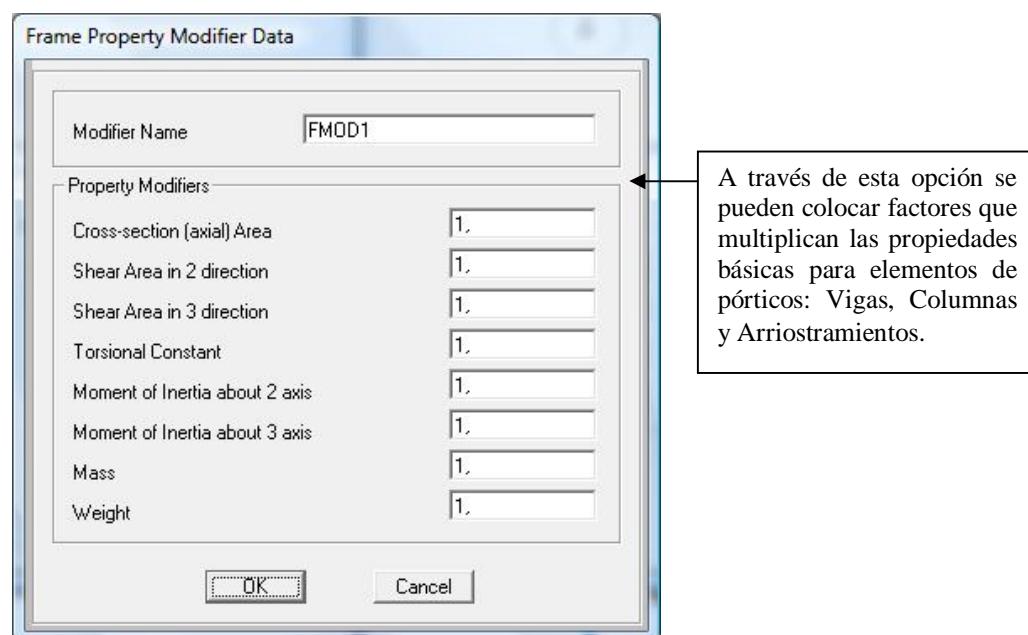
Si elegimos la Opción de “**Add Default Design Combos**” se nos presenta lo siguiente:



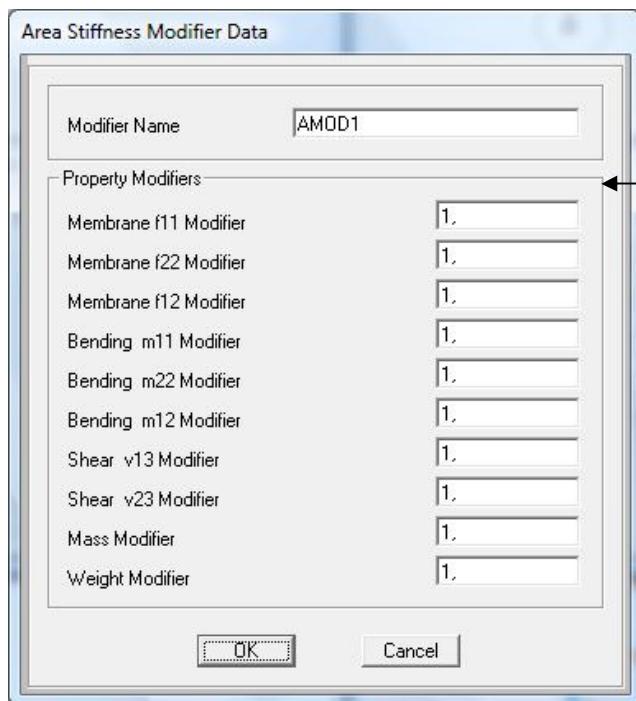
5.11. Named Property Sets:



5.11.1. Frame Modifiers: *Modificadores de Propiedades en elementos de pórtico “Frame”*

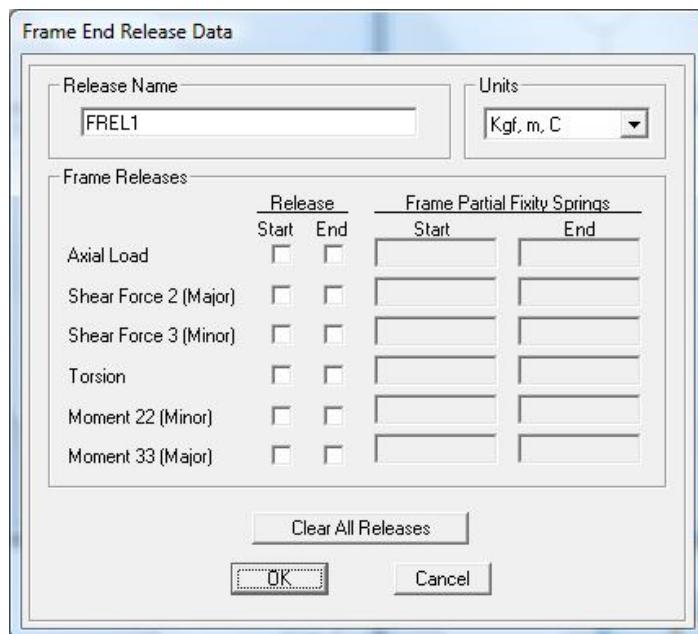


5.11.2. Area Modifiers: Modificadores de Propiedades en elementos de Area.

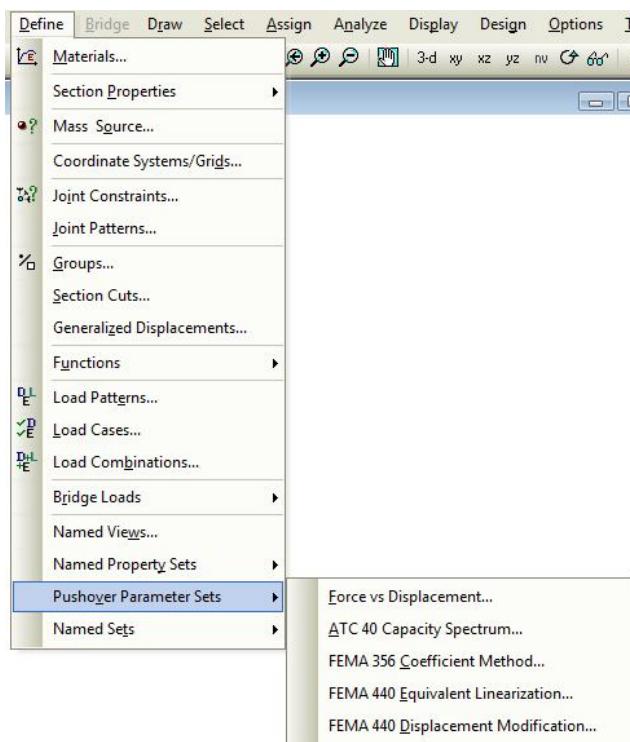


A través de esta opción se pueden colocar factores que multiplican las propiedades básicas para elementos de área: Shell, Membrane y Plate.

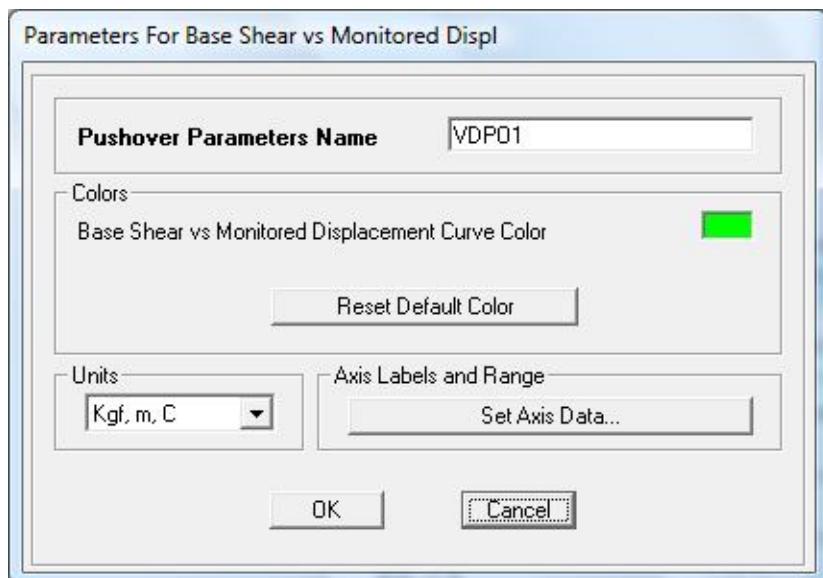
5.11.3. Frame Releases: Liberación de Fuerzas y/o Momentos en los extremos de elementos de Pórticos “Frame”.



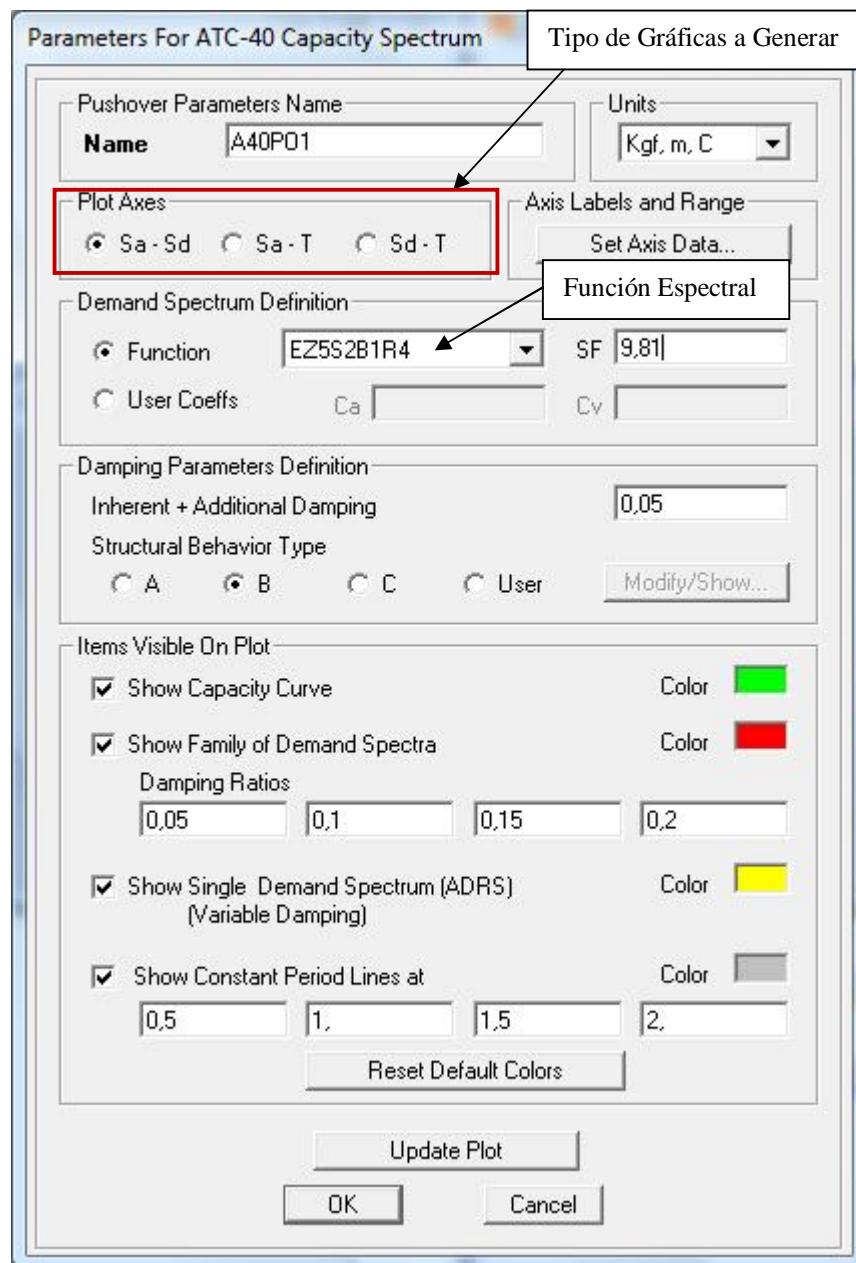
5.12. Pushover Parameters Sets: Parámetros para Definir el Pushover.



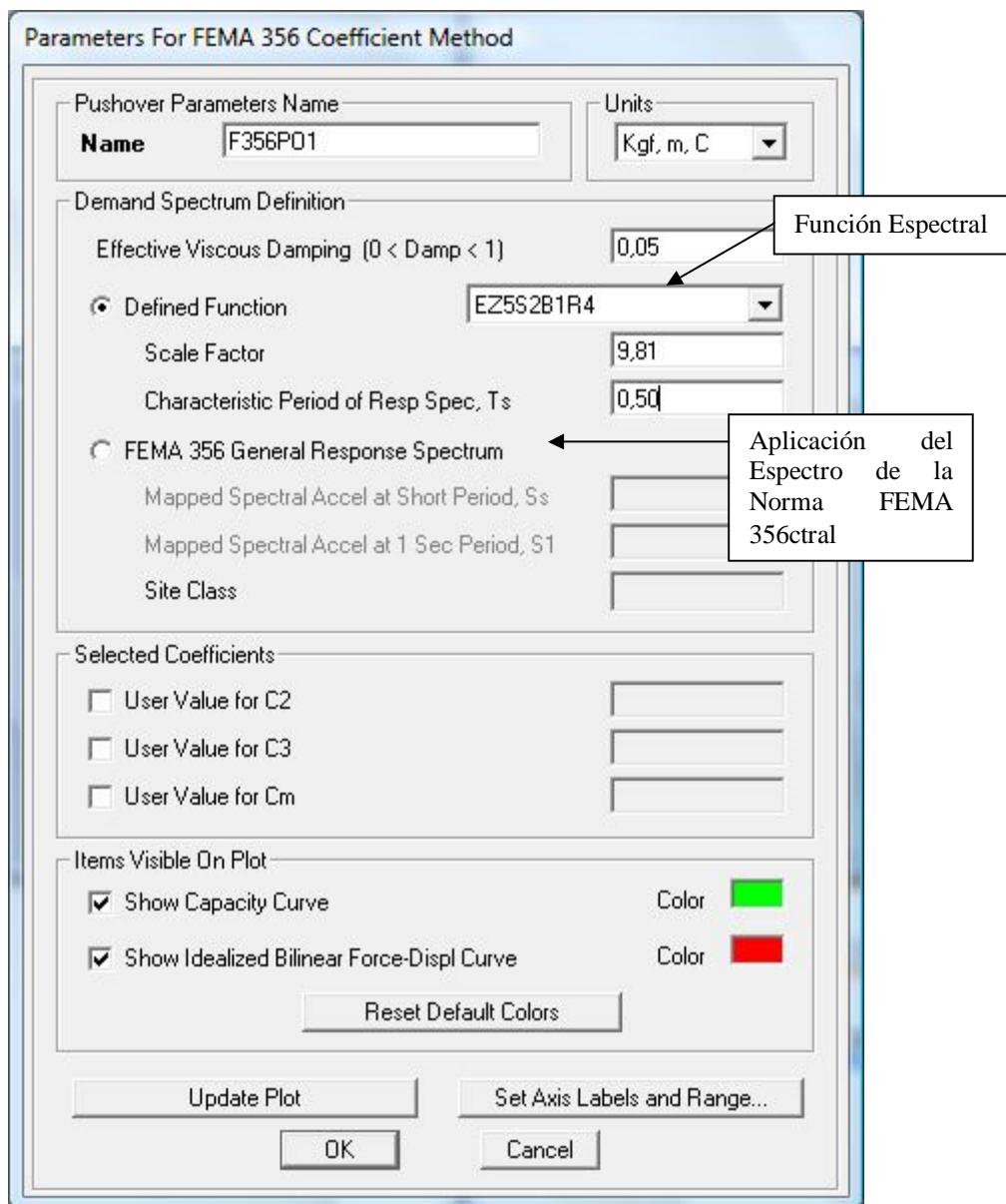
5.12.1. Force vs Displacement: Configuración de Identificación de la curva Corte Basal vs Desplazamiento a generar conforme al Pushover.



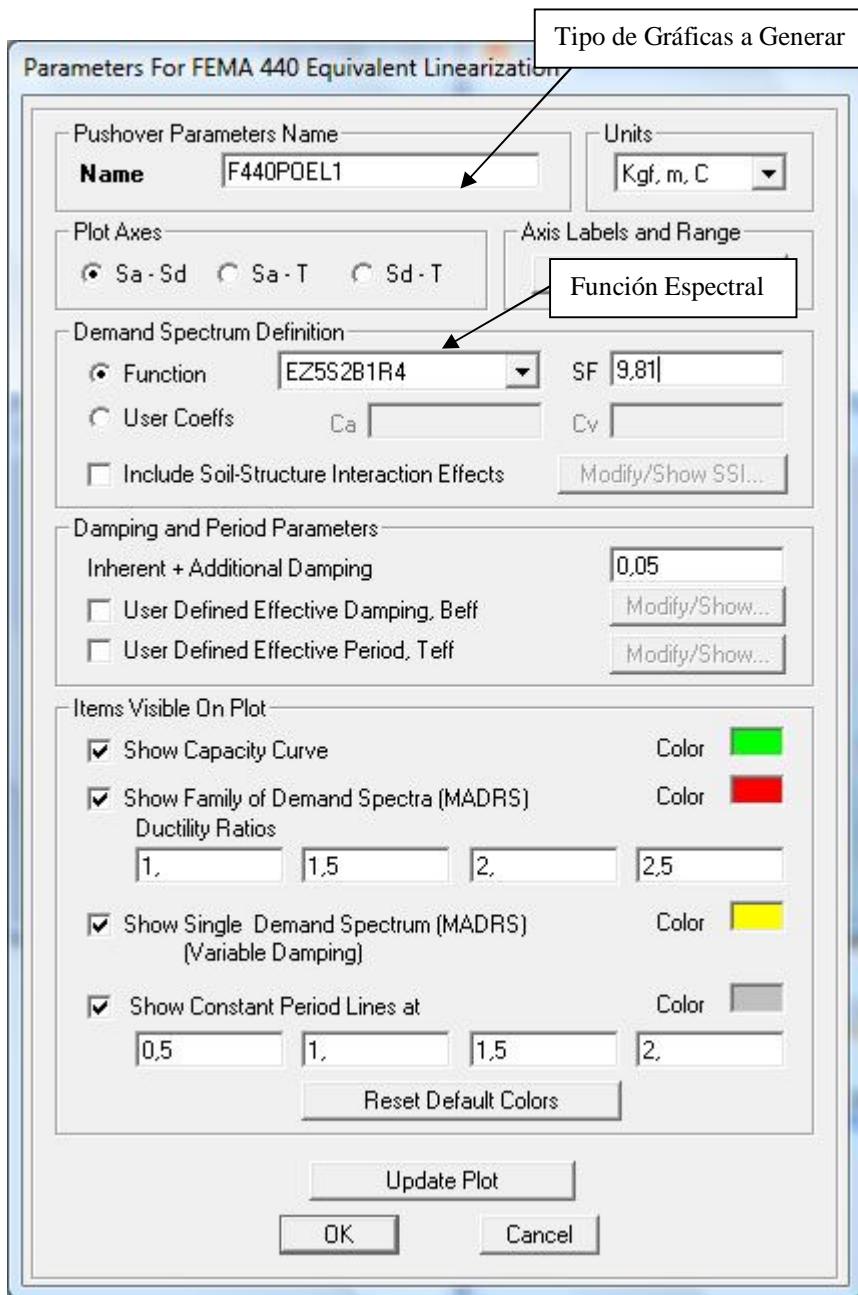
5.12.2. ATC 40 Capacity Spectrum: Configuración de parámetros para generar el Espectro de Capacidad y Demanda, conforme a la Norma ATC 40.



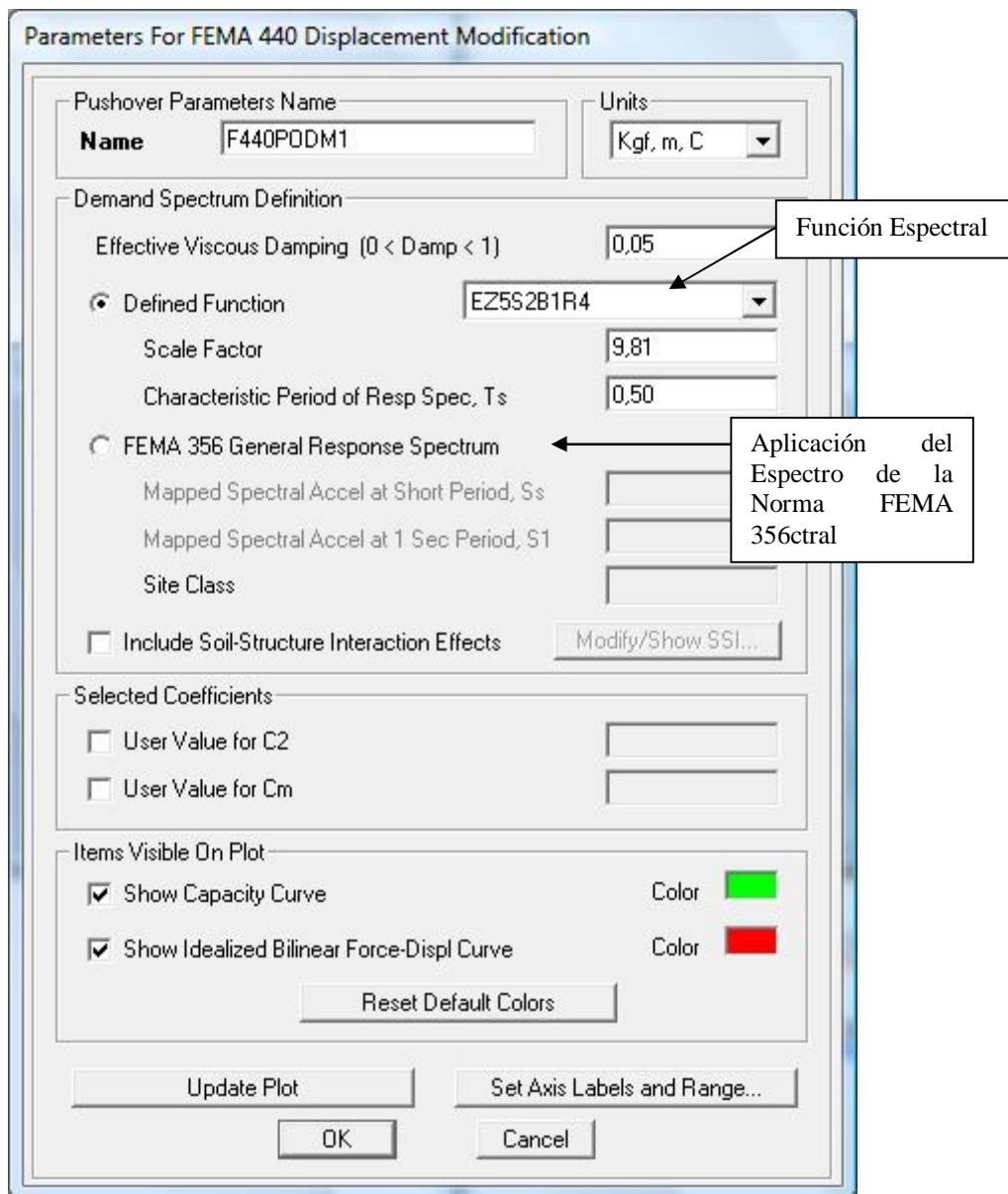
5.12.3. FEMA 356 Coefficient Method: *Configuración de parámetros para generar la demanda por el método de Coeficientes, conforme a la Norma FEMA 356.*



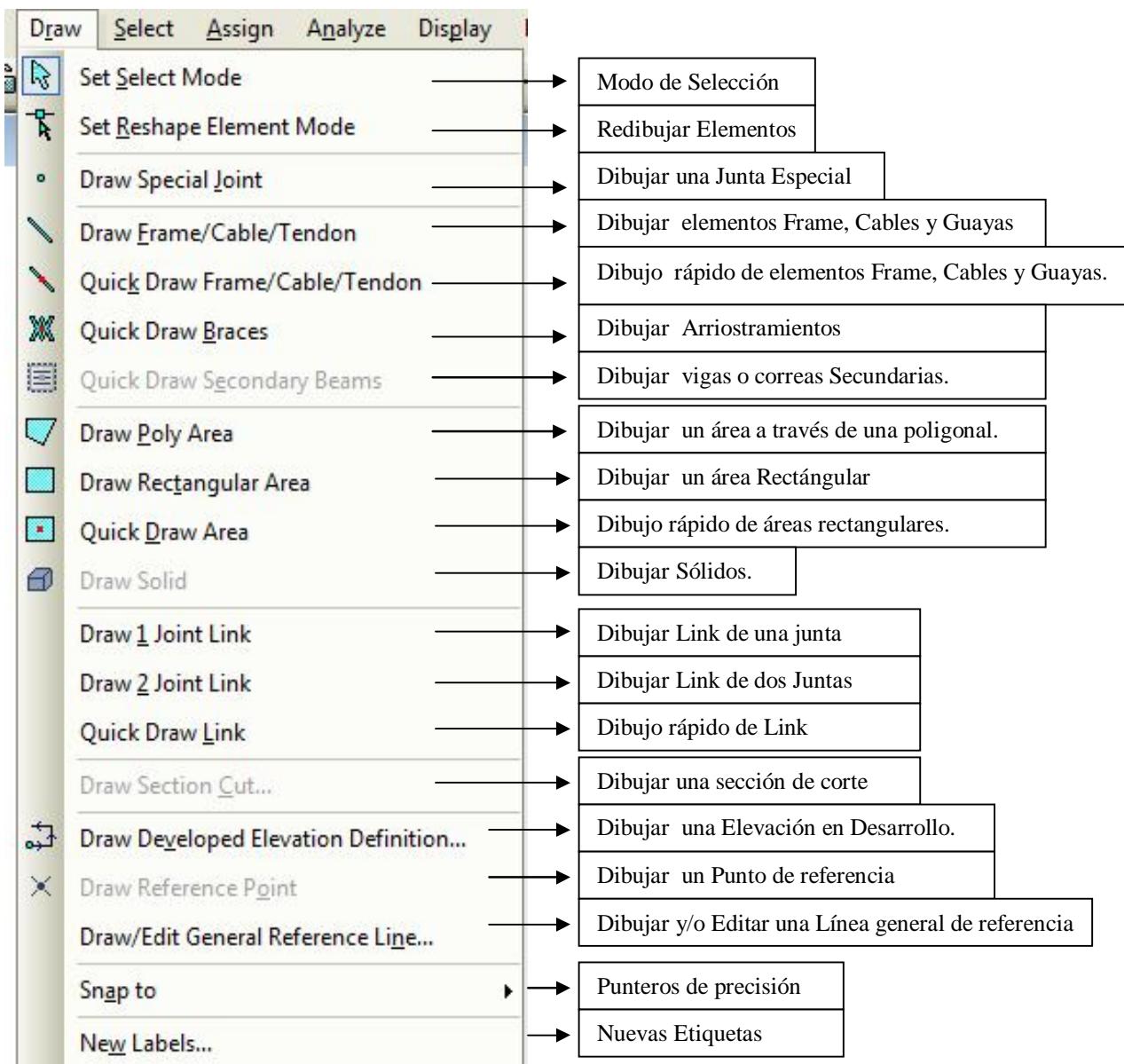
5.12.4. FEMA 440 Equivalent Linearization: Configuración de parámetros para generar las curvas de capacidad y demanda con una aproximación lineal equivalente, conforme a la Norma FEMA 440.



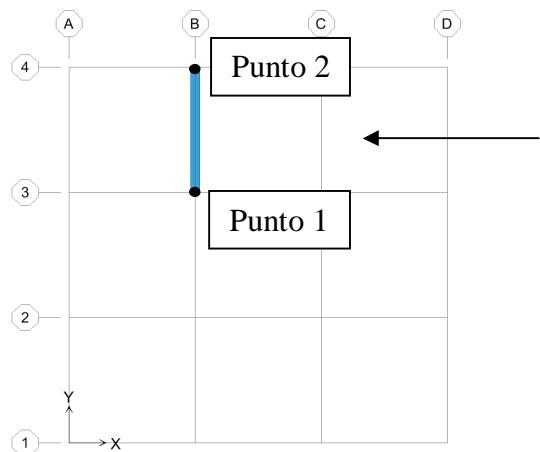
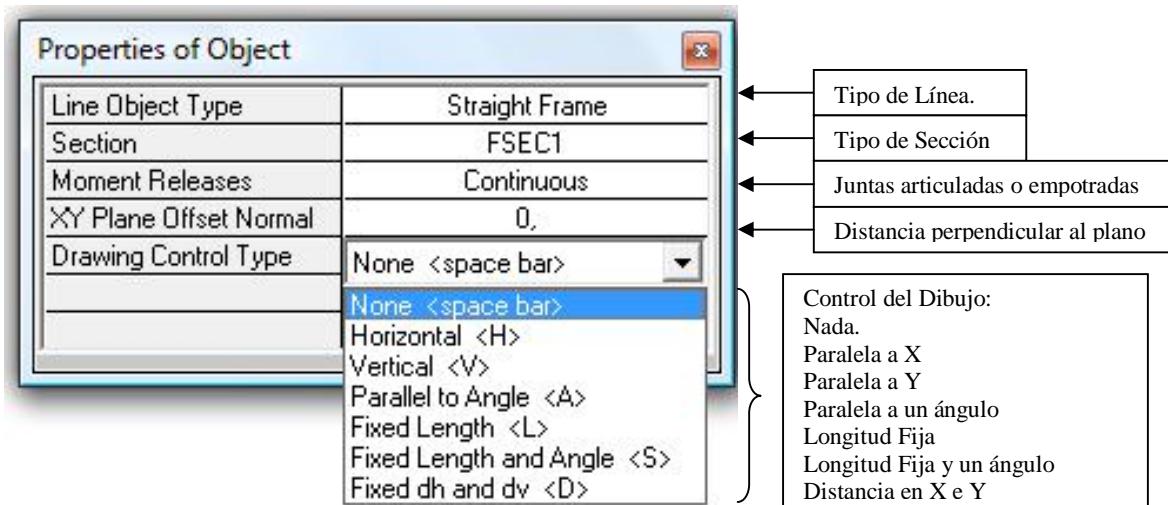
5.12.5. FEMA 440 Equivalent Displacement Modification: Configuración de parámetros para definir la Demanda con la modificación propuesta en la Norma FEMA 440.



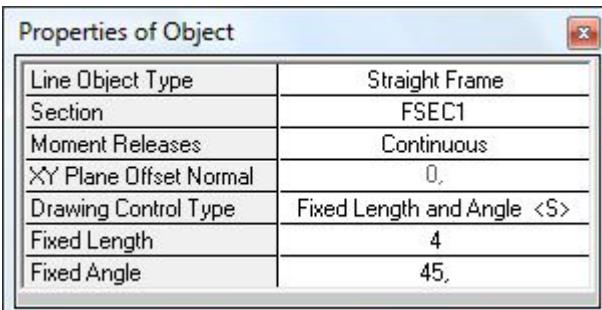
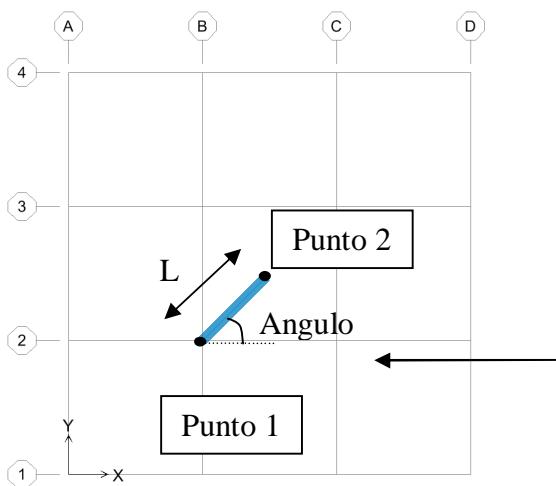
6. Menú Draw: Dibujar



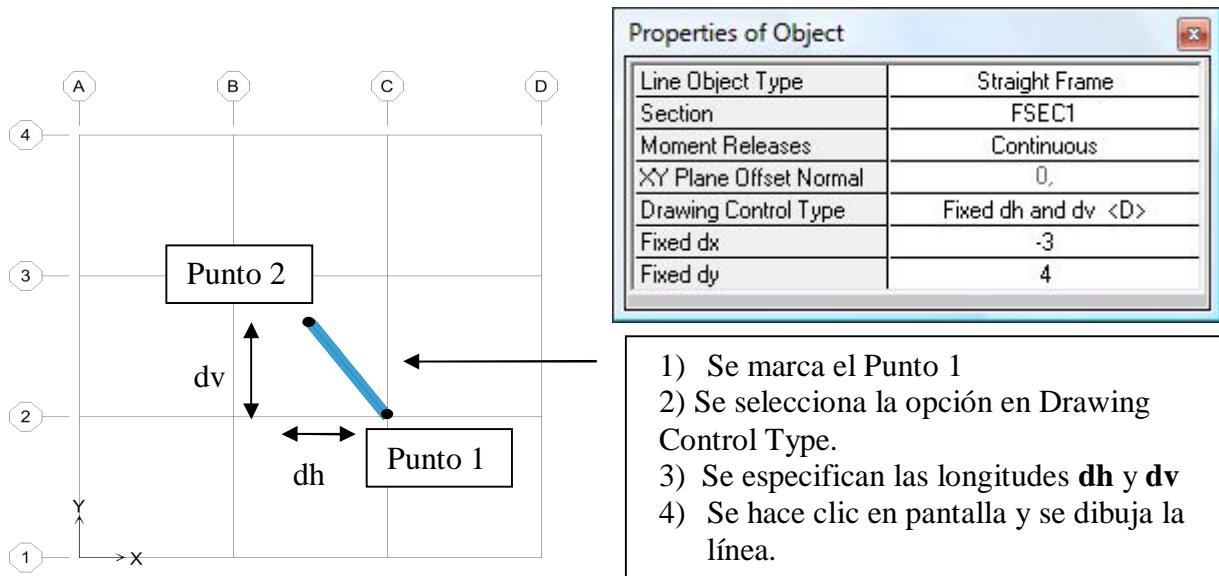
6.1. Draw Frame/Cable/Tendon: Dibujar elementos de pórtico “Frame”, cables y Guayas, a partir de dos puntos (Aplica para plantas, elevaciones y en 3D).



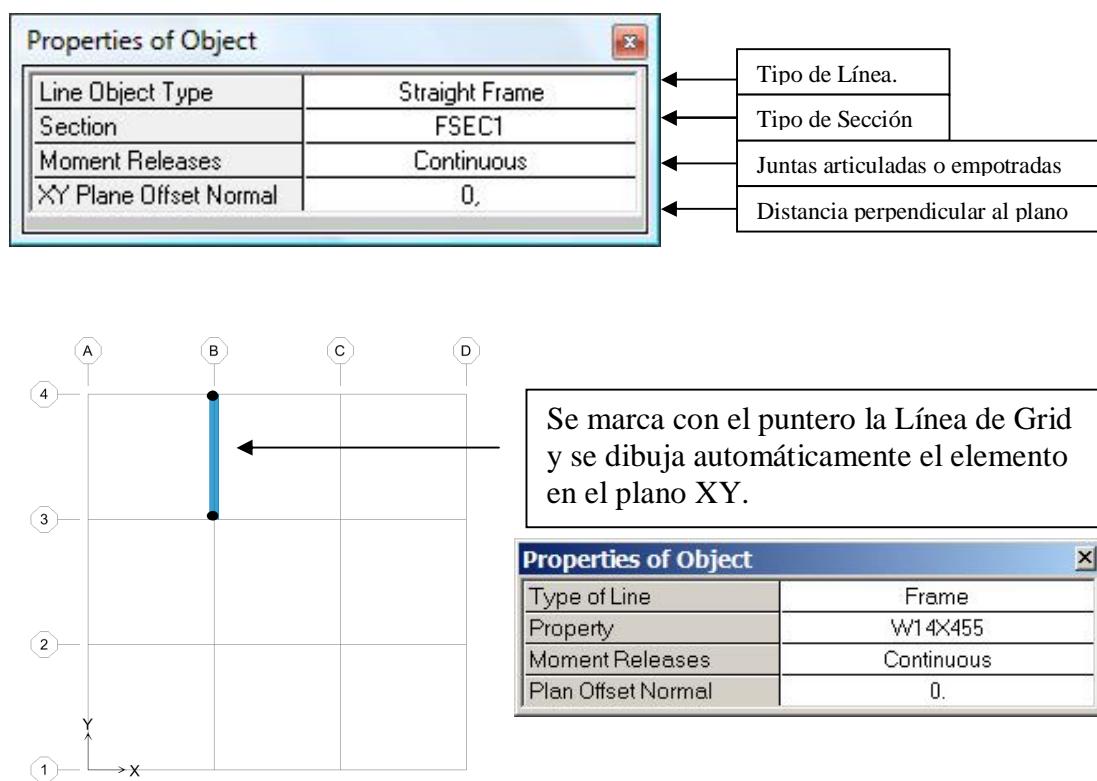
Se marca el Punto 1 y luego el punto 2.



- 1) Se marca el punto 1
- 2) Se selecciona la opción en Drawing Control Type.
- 3) Se especifica la longitud del elementos y el ángulo respecto a X
- 4) Se hace clic en pantalla y se dibuja la linea.

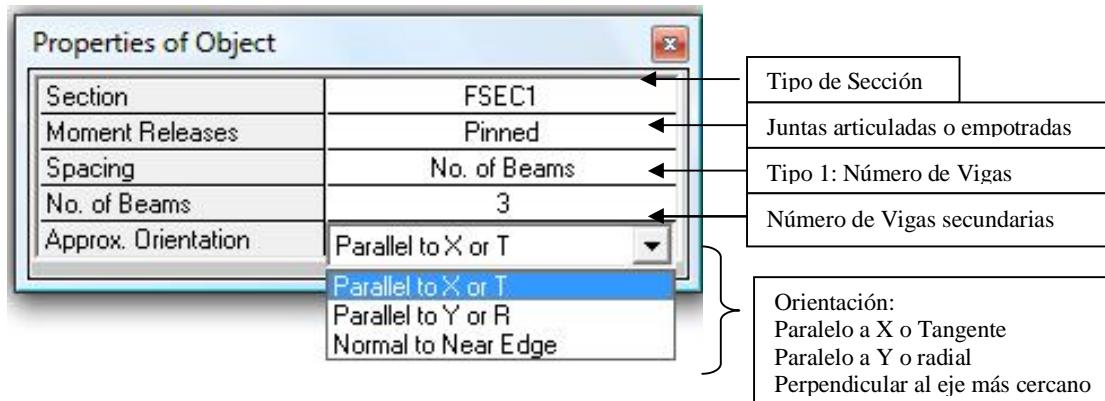


6.2. Quick Draw Frame/Cable/Tendon: *Dibujo rápido de elementos de pórtico “Frame”, cables y Guayas, en una región haciendo un click (Aplica para plantas, elevaciones y en 3D).*

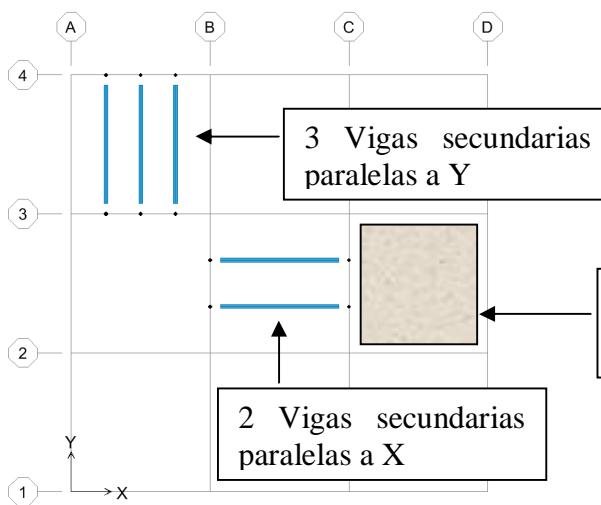
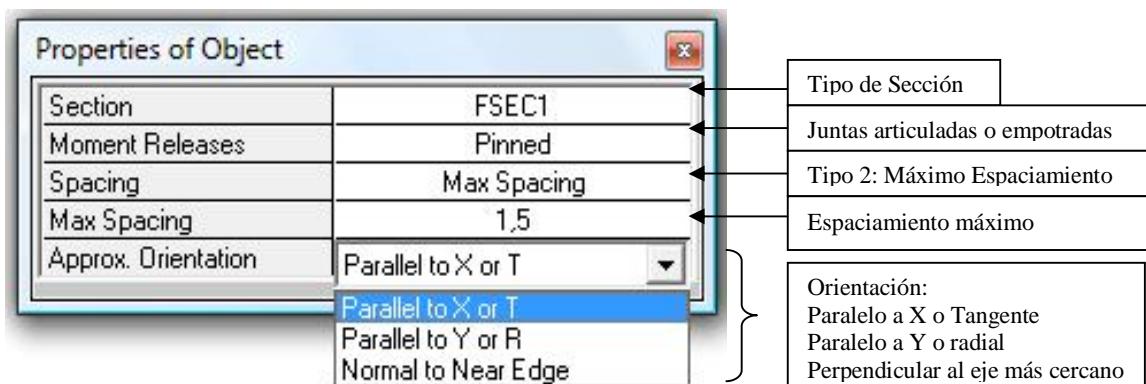


6.3. Quick Draw Secondary Beams: *Dibujo rápido de Vigas Secundarias en una región (grid) haciendo un click (Aplica sólo para el Plano XY).*

➤ **Opción 1:**



➤ **Opción 2:**

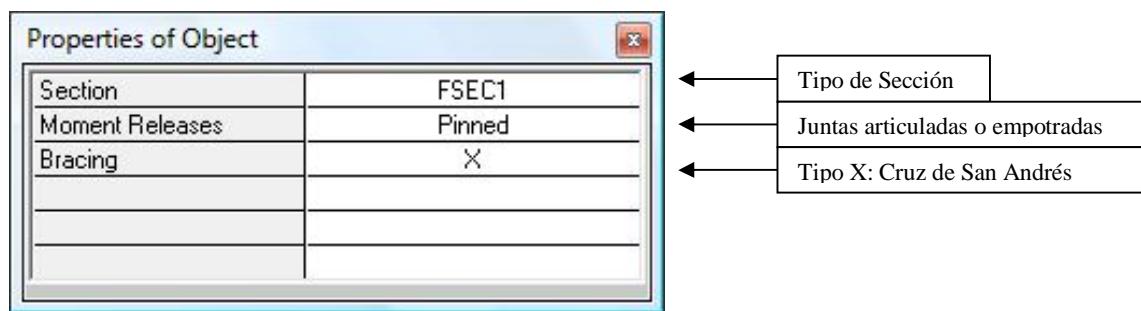


Se marca con el puntero en el espacio acotado por las líneas del Grid y se dibujan automáticamente las vigas secundarias en la dirección seleccionada.

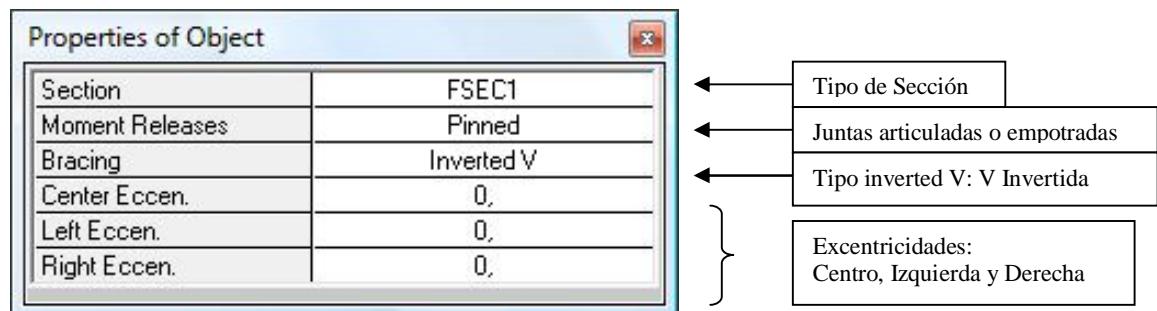
Ejemplo de un espacio acotado por las líneas del Grid.

6.4. Quick Draw Braces: Dibujo rápido de Arriostramientos en una región (grid) haciendo un click (Aplica sólo para planos XZ y YZ)

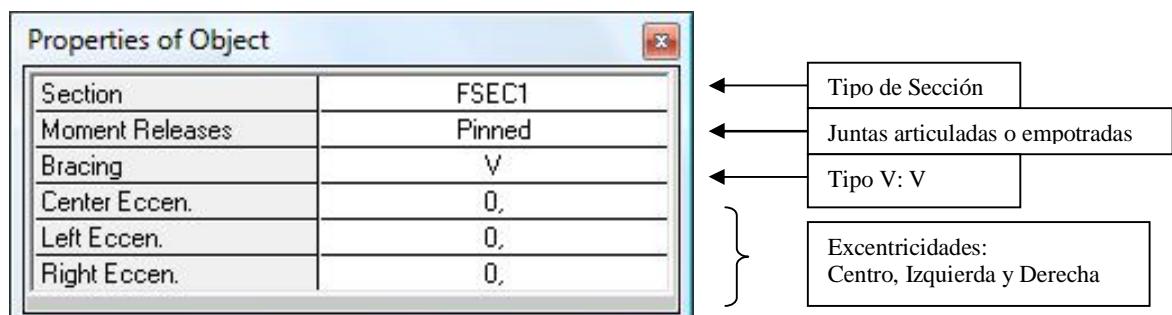
6.4.1. Bracing X: (Cruz de San Andrés)



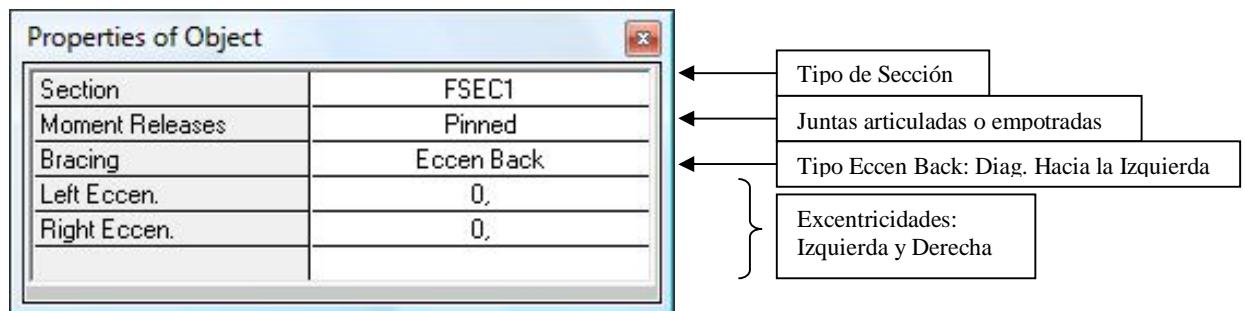
6.4.2. Bracing Inverted V: (V Invertida)



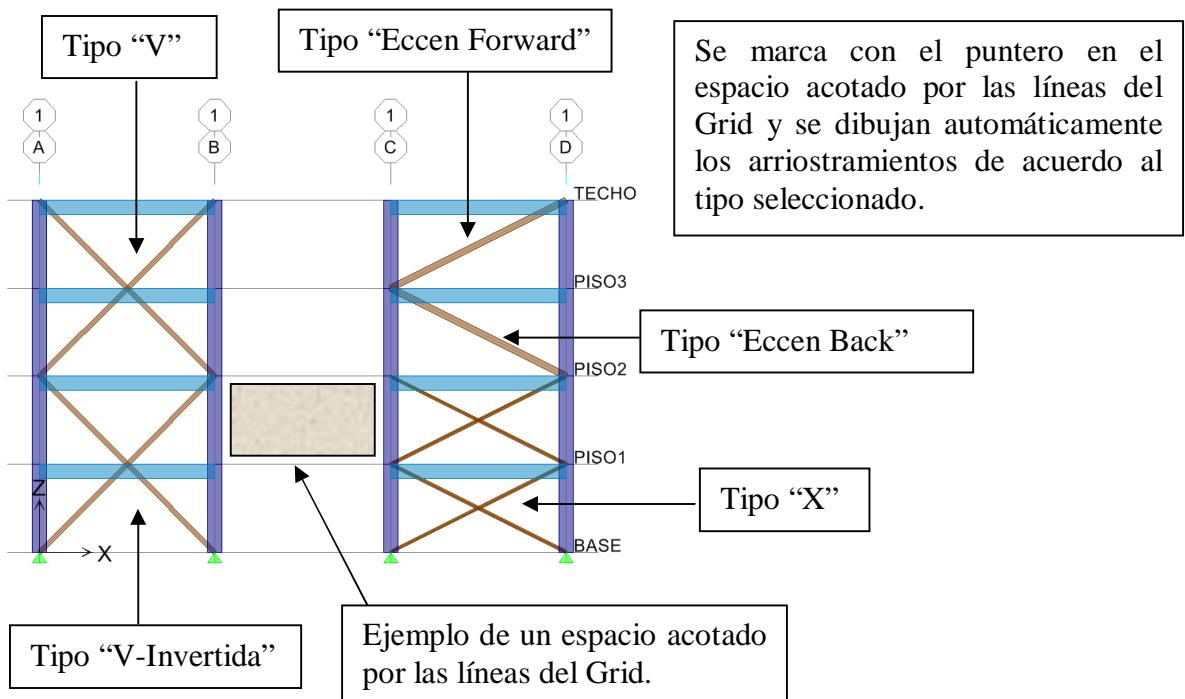
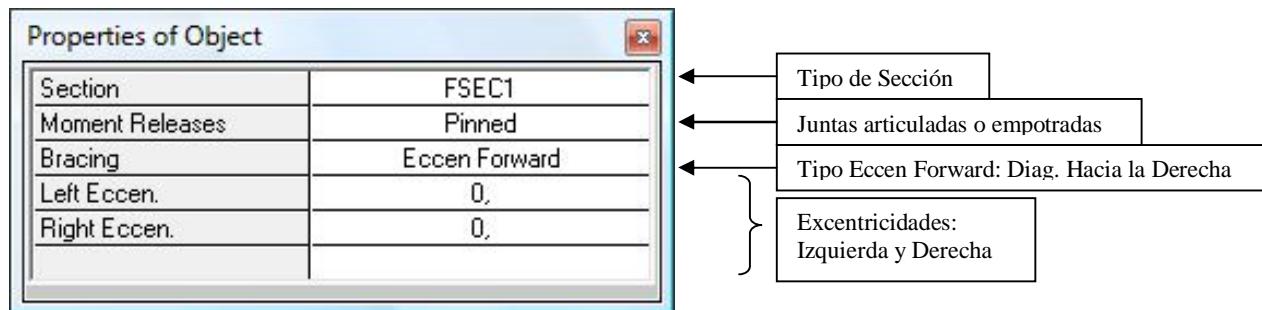
6.4.3. Bracing V: (V)



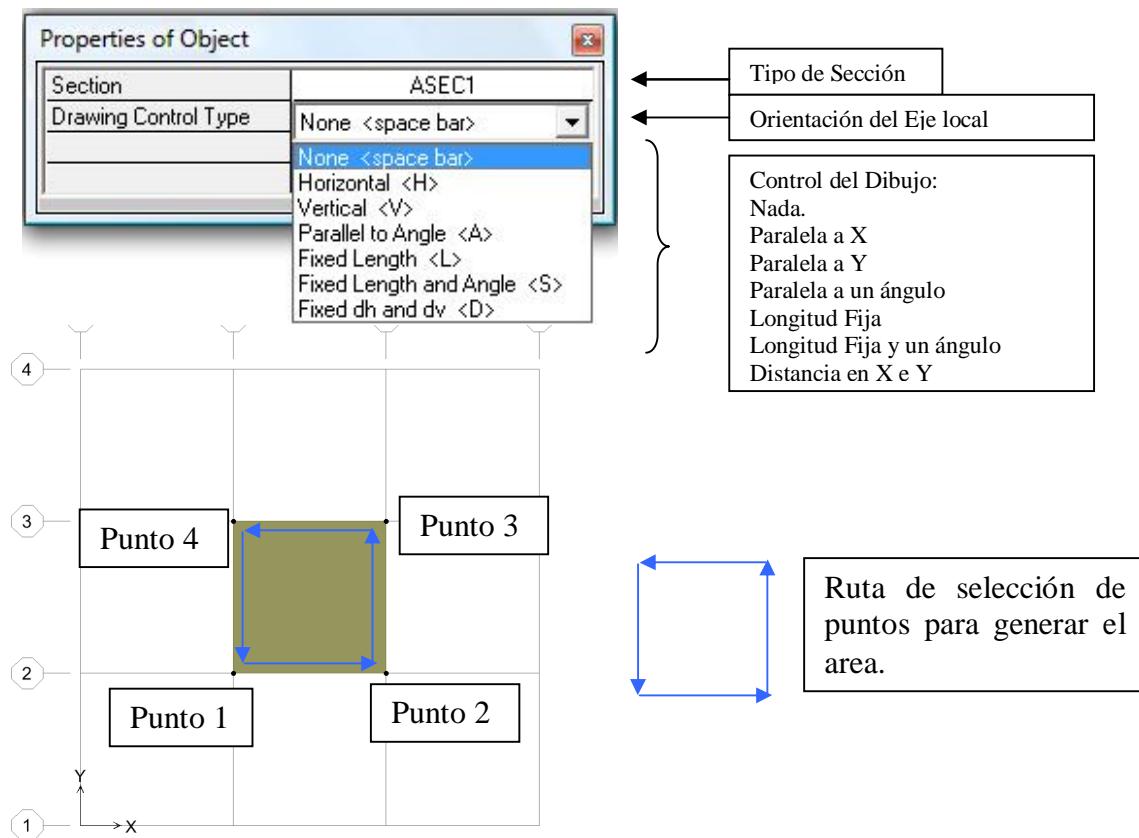
6.4.4. Bracing Eccen Back: (Diagonal hacia la Izquierda)



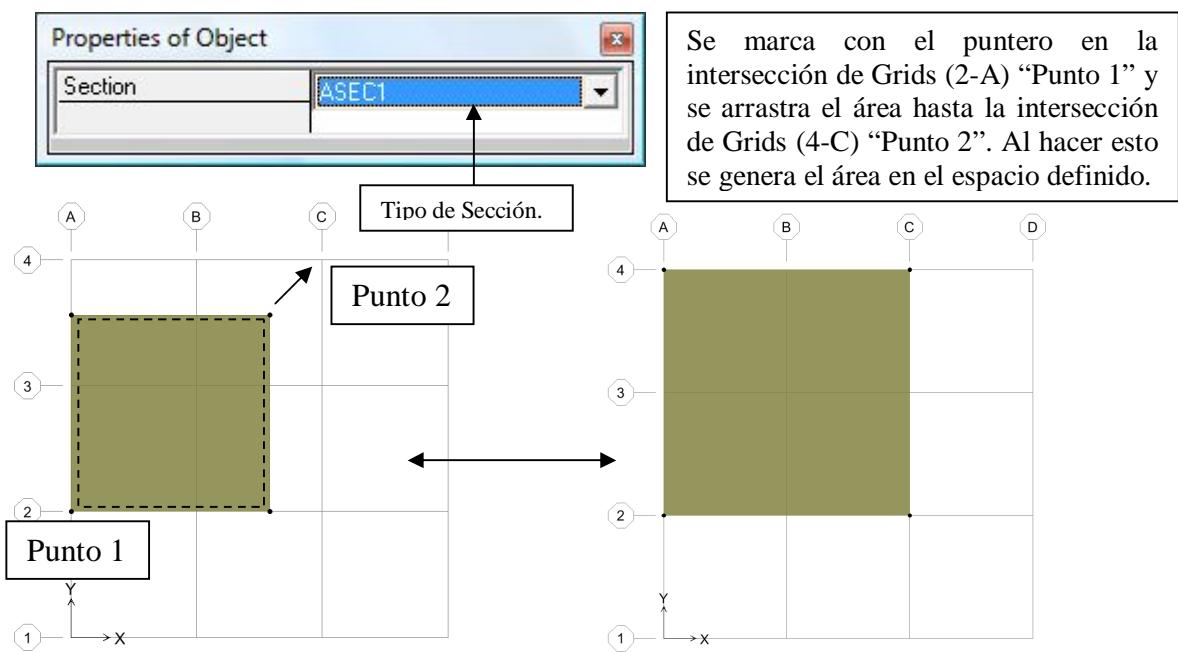
6.4.5. Bracing Eccen Forward: (Diagonal hacia la Derecha)



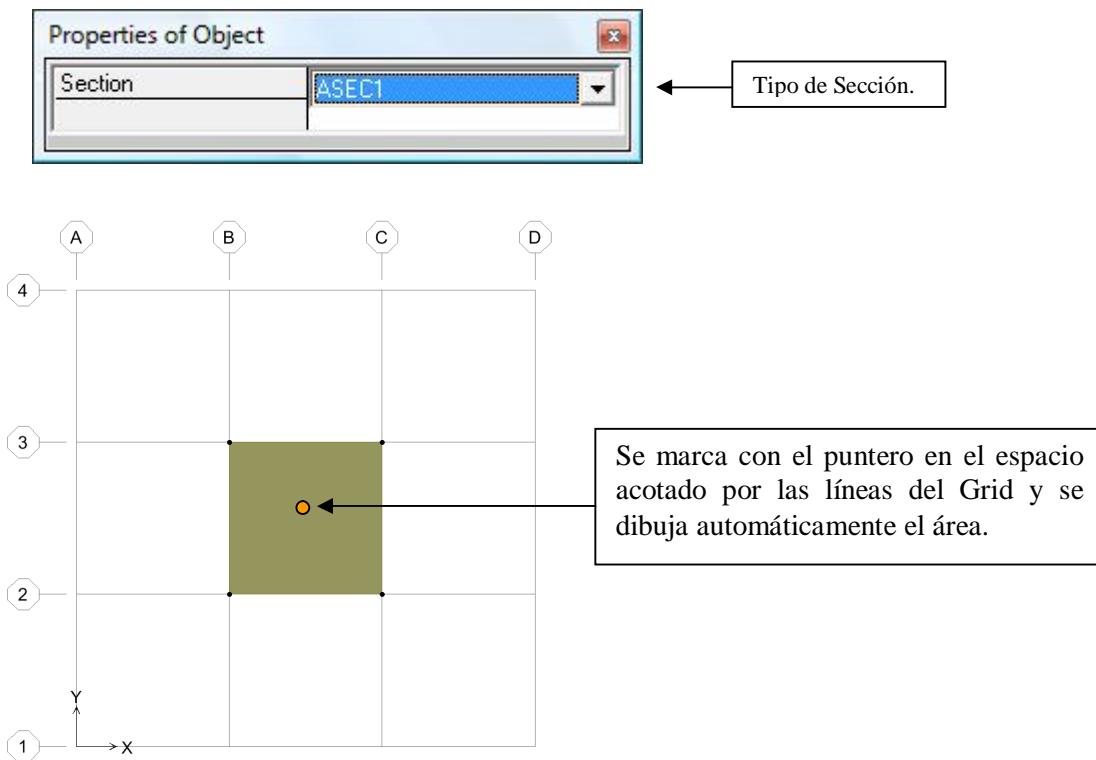
6.5. Draw Poly Areas: Dibujar Áreas en Plantas, Elevaciones y modelo 3D a partir de tres o más puntos.



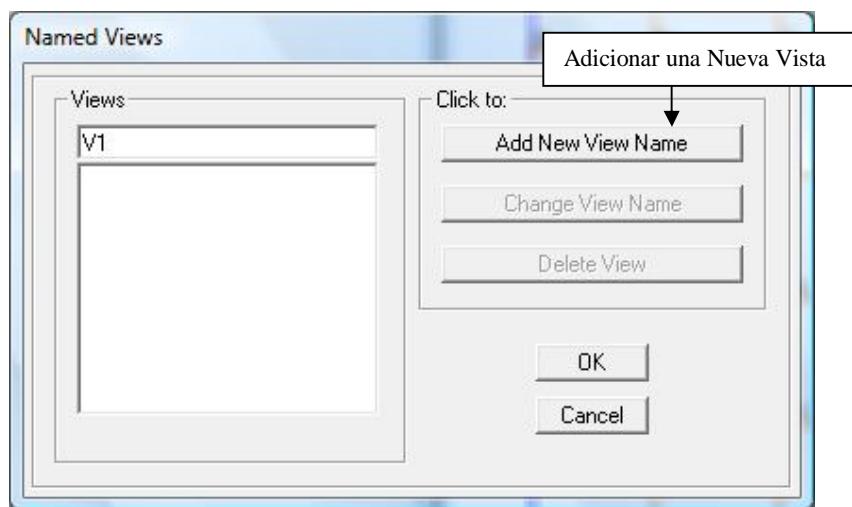
6.6. Draw Rectangular Areas: Dibujar Areas rectangulares (Aplica para Plantas, Elevaciones y en 3D) a través de un arrastre.



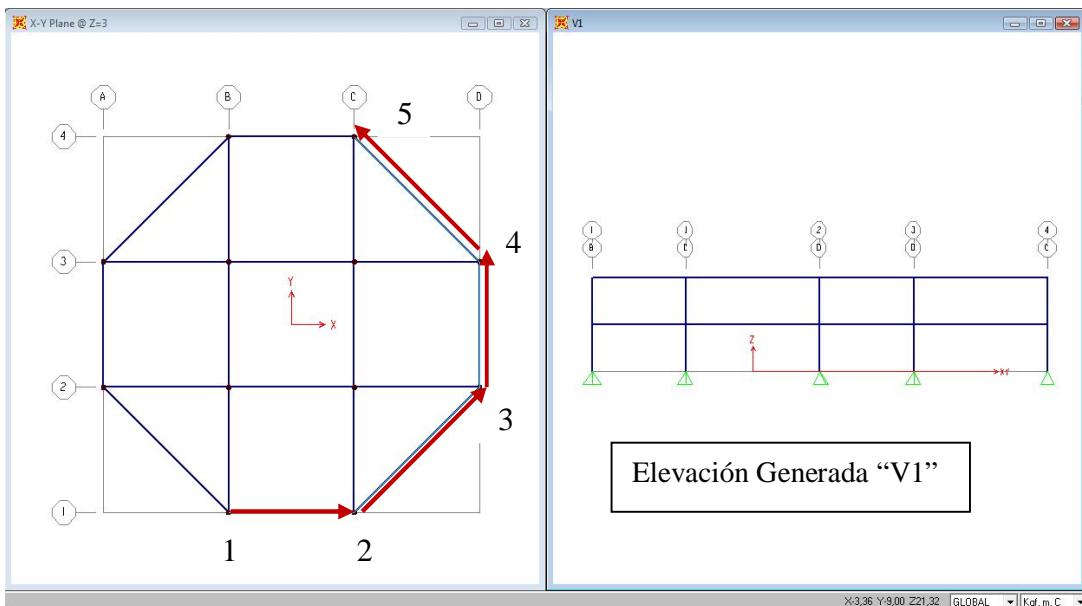
6.7. Quick Draw Areas *Dibujo rápido de Areas rectangulares haciendo un click en una región (grid).*



6.8. Draw Developed Elevation Definition: *Dibujar una elevación definida por el usuario. En esta opción se puede seleccionar una ruta en planta que permita obtener un pórtico de manera arbitraria*

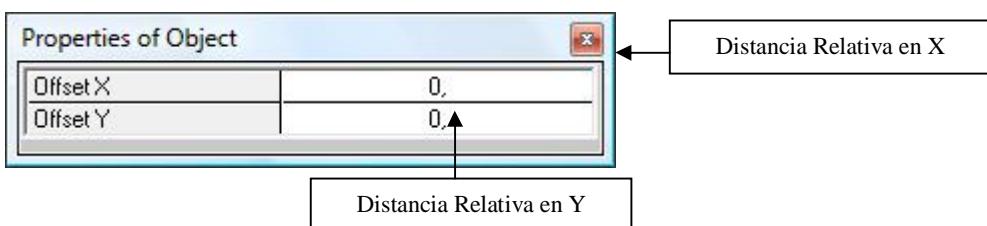


Una vez que se coloca la etiqueta que identifica la vista a generar, se procede a ir marcando punto a punto la ruta para definir una elevación de manera particular. Luego para seleccionar dicha vista se debe ir al Menú View / Set Named View.



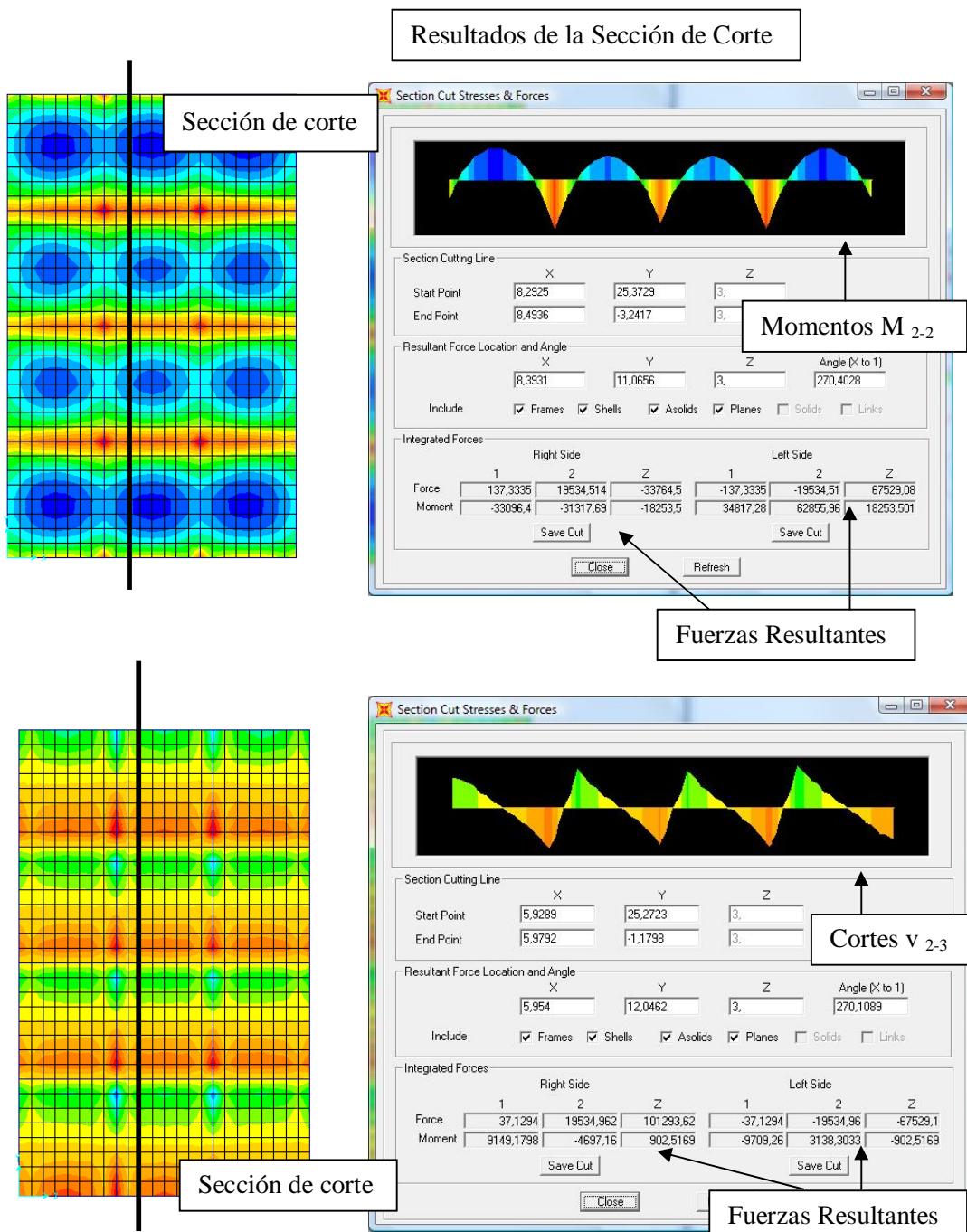
El Perímetro Rojo representa la ruta seleccionada para el desarrollo de la elevación

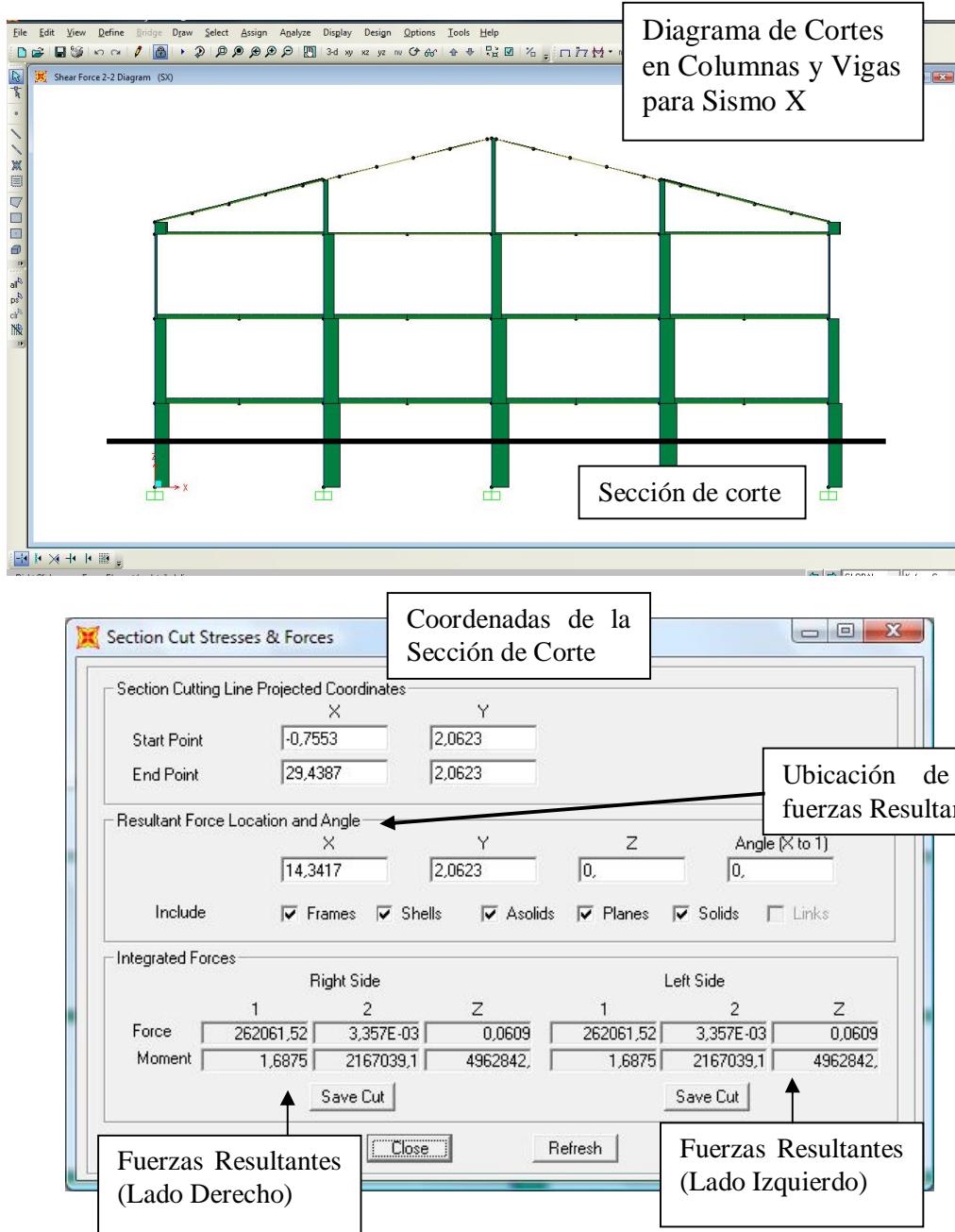
6.9. Draw Reference point: *Dibujar un punto de Referencia relativo a un punto (Junta).*



6.10. Draw Section Cut: Dibujar una sección de Corte.

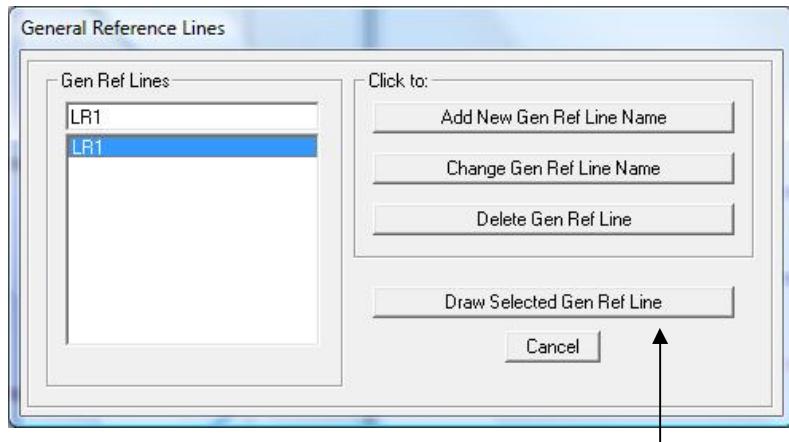
Esta opción permite obtener las fuerzas resultantes para los elementos seleccionados (Vigas, Columnas, Arriostramientos, Muros, Losas, etc), para una determinada carga o combinación de cargas. Para Obtener una sección de corte primero se debe ver en pantalla los diagramas de solicitudes (el que se requiera) para cualquier régimen de cargas, y luego, ir al menú Draw / Draw Section Cut y pasar una línea que corte los elementos involucrados.





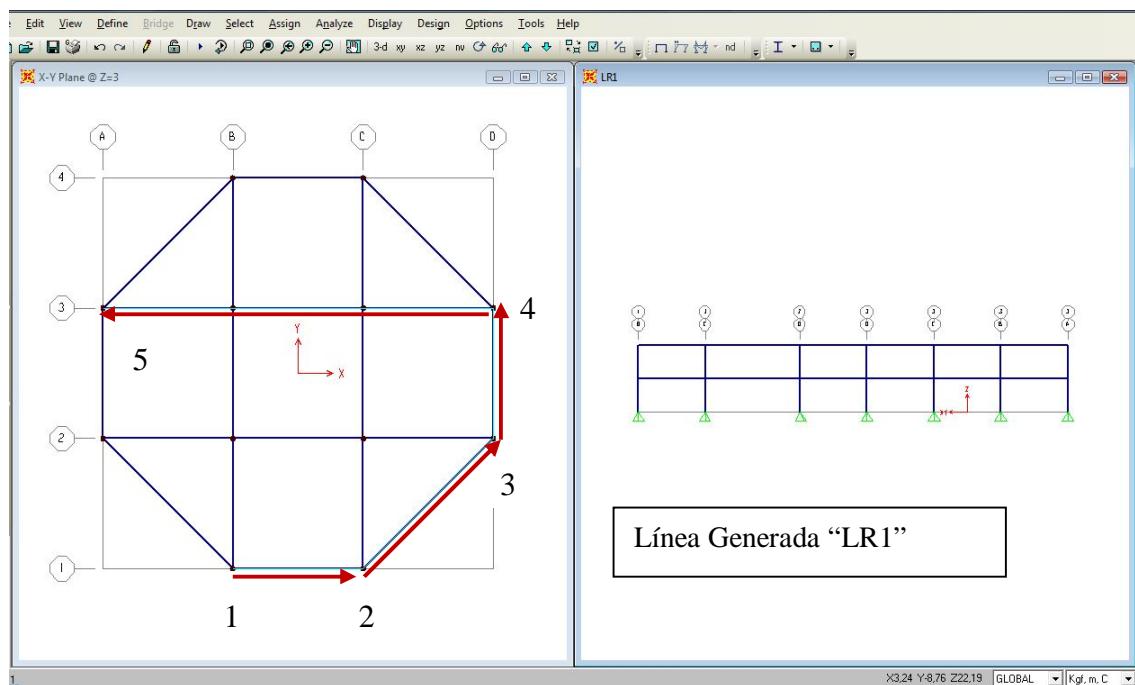
- **Force (1):** Fuerza Resultante en la dirección de la sección de Corte.
- **Force (2):** Fuerza Resultante en la dirección perpendicular al plano que contiene a la sección de Corte.
- **Force (Z):** Fuerza Resultante en Z.
- **Moment (1):** Momento Resultante alrededor del eje de la sección de Corte.
- **Moment (2):** Momento Resultante alrededor del eje perpendicular al plano que contiene a la sección de Corte
- **Moment (Z):** Momento Resultante alrededor del eje Z.

6.11. Draw General Reference Line: *Dibujar una Línea General de Referencia.*



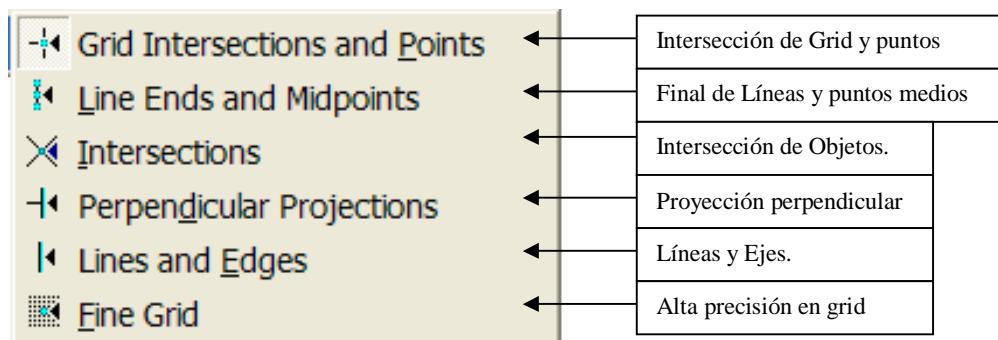
Dibujar una línea de referencia general

Una vez que se coloca la etiqueta que identifica la línea a generar, se procede a ir marcando punto a punto la ruta para definir la misma de manera particular. Luego para seleccionar dicha vista se debe ir al Menú View / Set Named View.

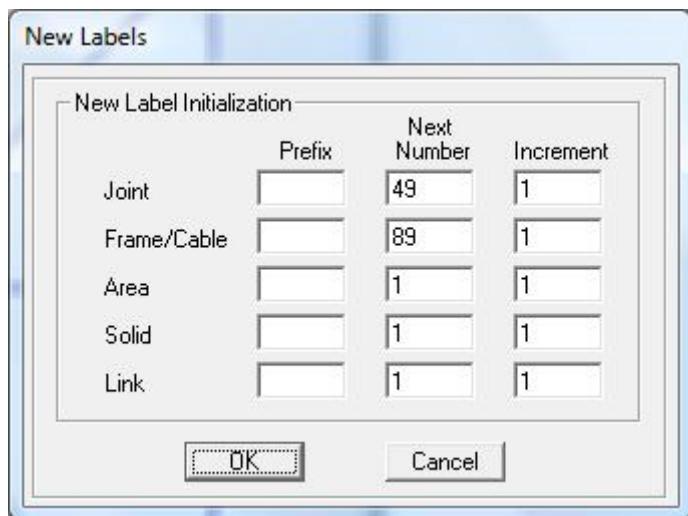


El Perímetro Rojo representa la ruta seleccionada para el desarrollo de la Línea general de referencia

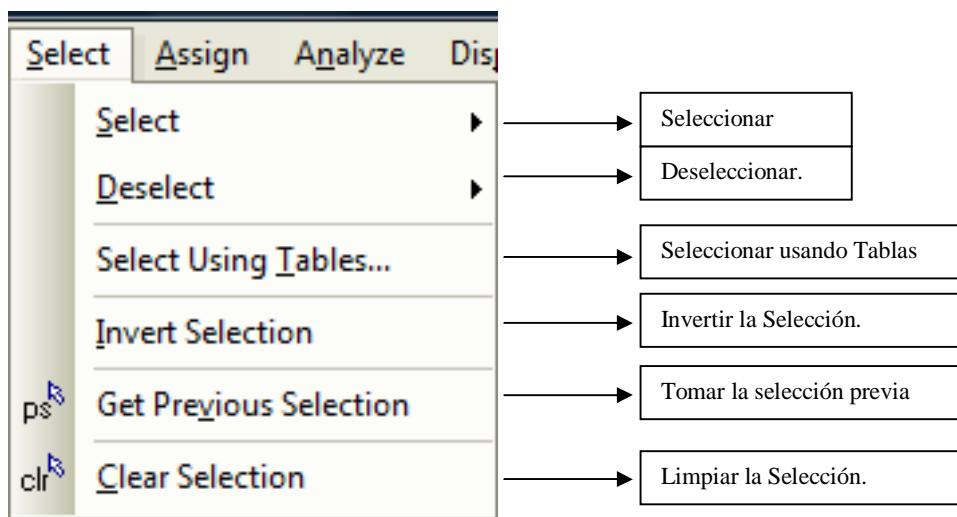
6.12. Snap To: Punteros de Precisión.



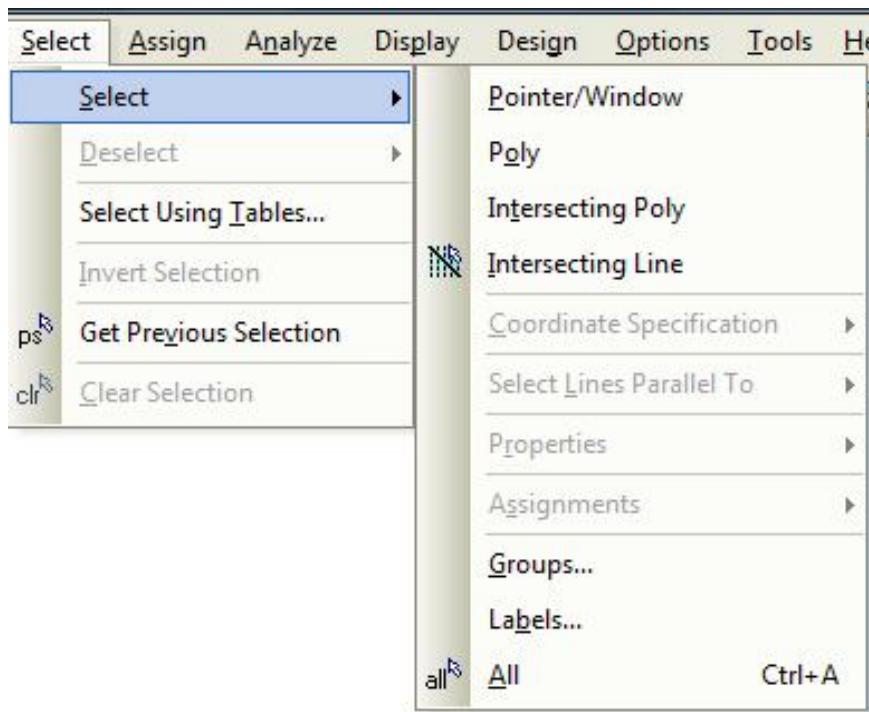
6.13. New Labels: Nuevas Etiquetas



7. Menú Select: *Seleccionar*

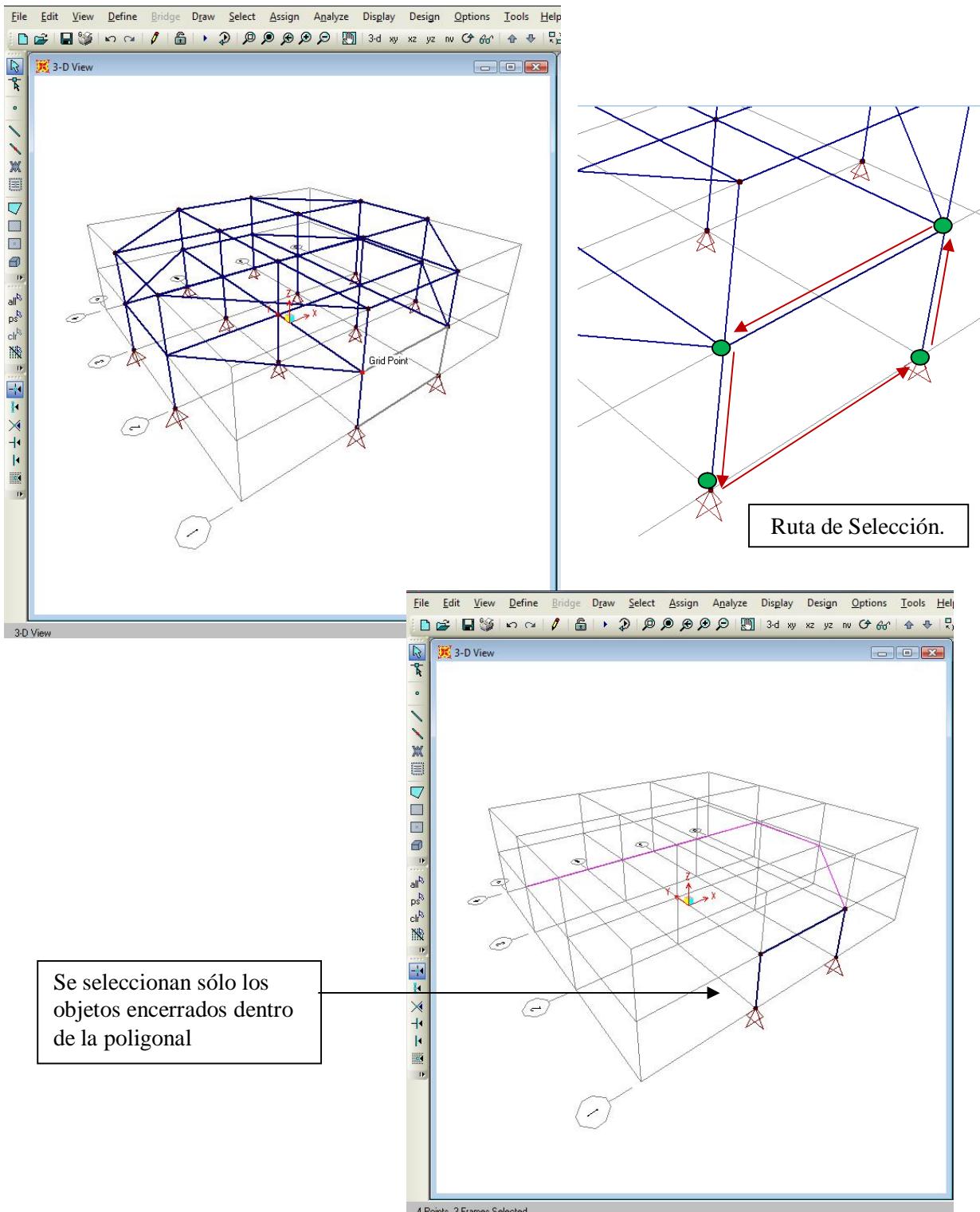


7.1. Select: *Seleccionar*.



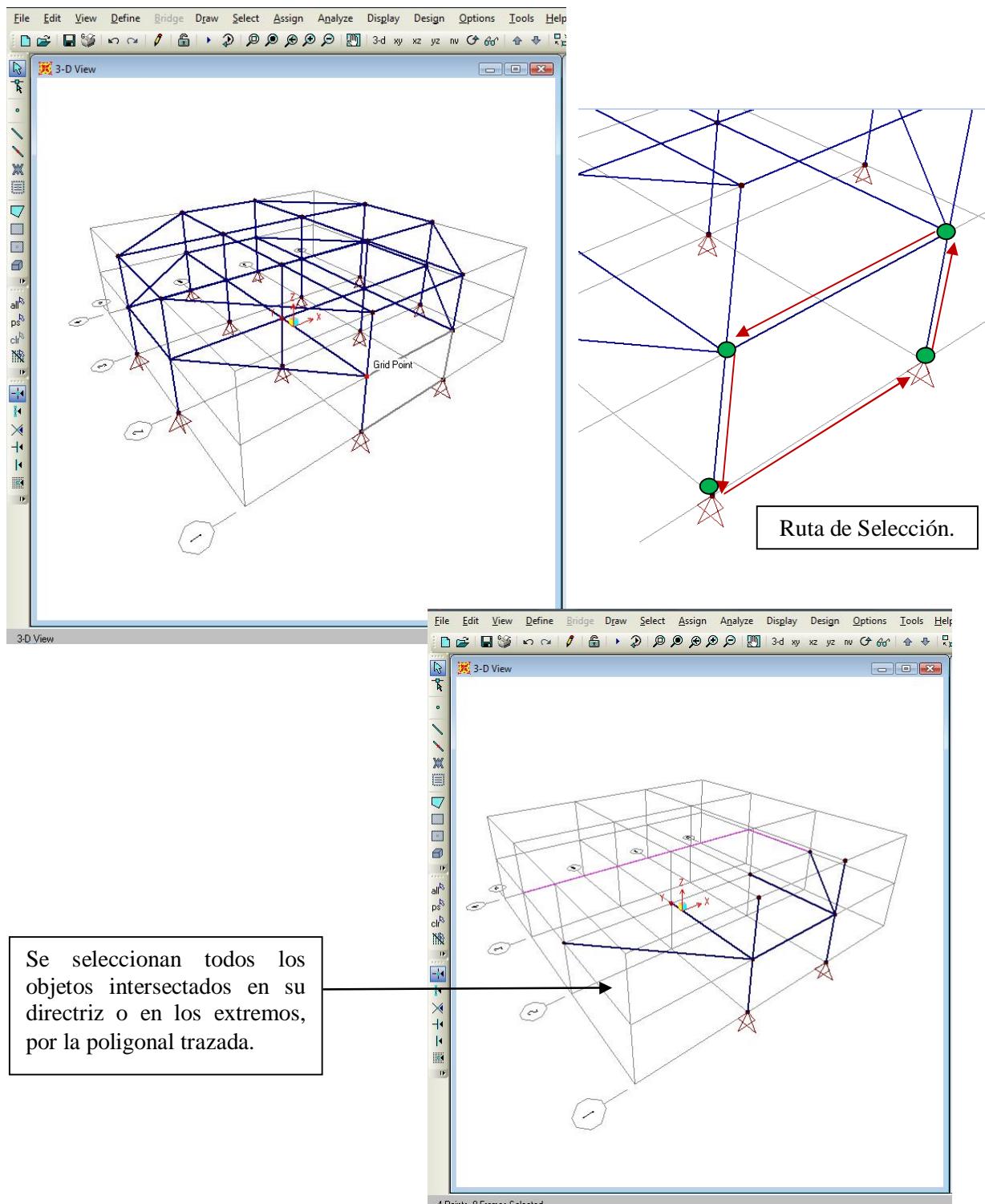
7.2. Poly: Selección a través de una Poligonal.

Ejemplo: Consideremos una Estructura en 3D formada por elementos Frame. Luego, trazamos una poligonal encerrando algunos objetos, tal como se muestra en la figura.



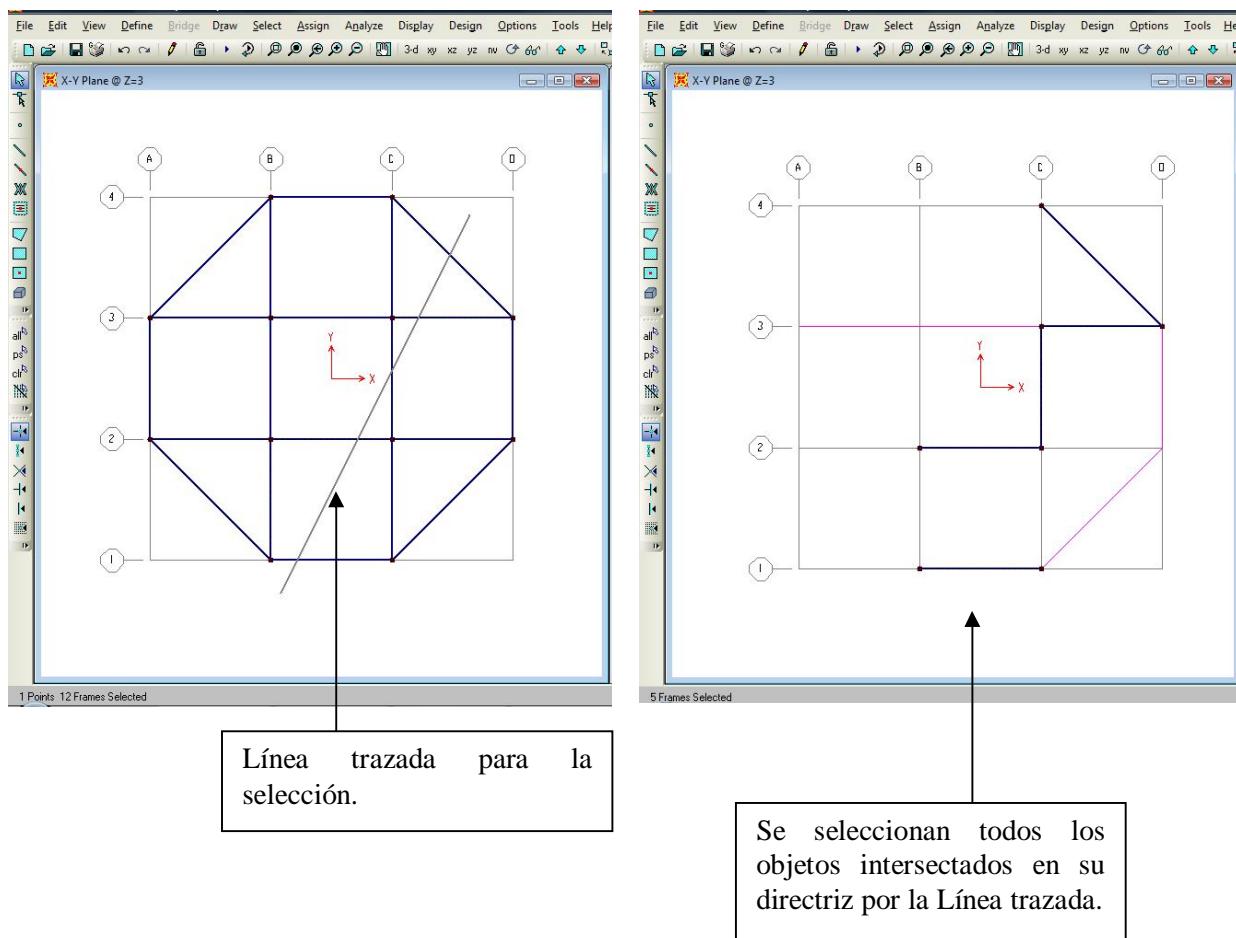
7.3. Intersecting Poly: Selección a través de la intersección con una Poligonal.

Ejemplo: Consideremos una Estructura en 3D formada por elementos Frame. Luego, trazamos una poligonal intersectando algunos objetos, tal como se muestra en la figura.

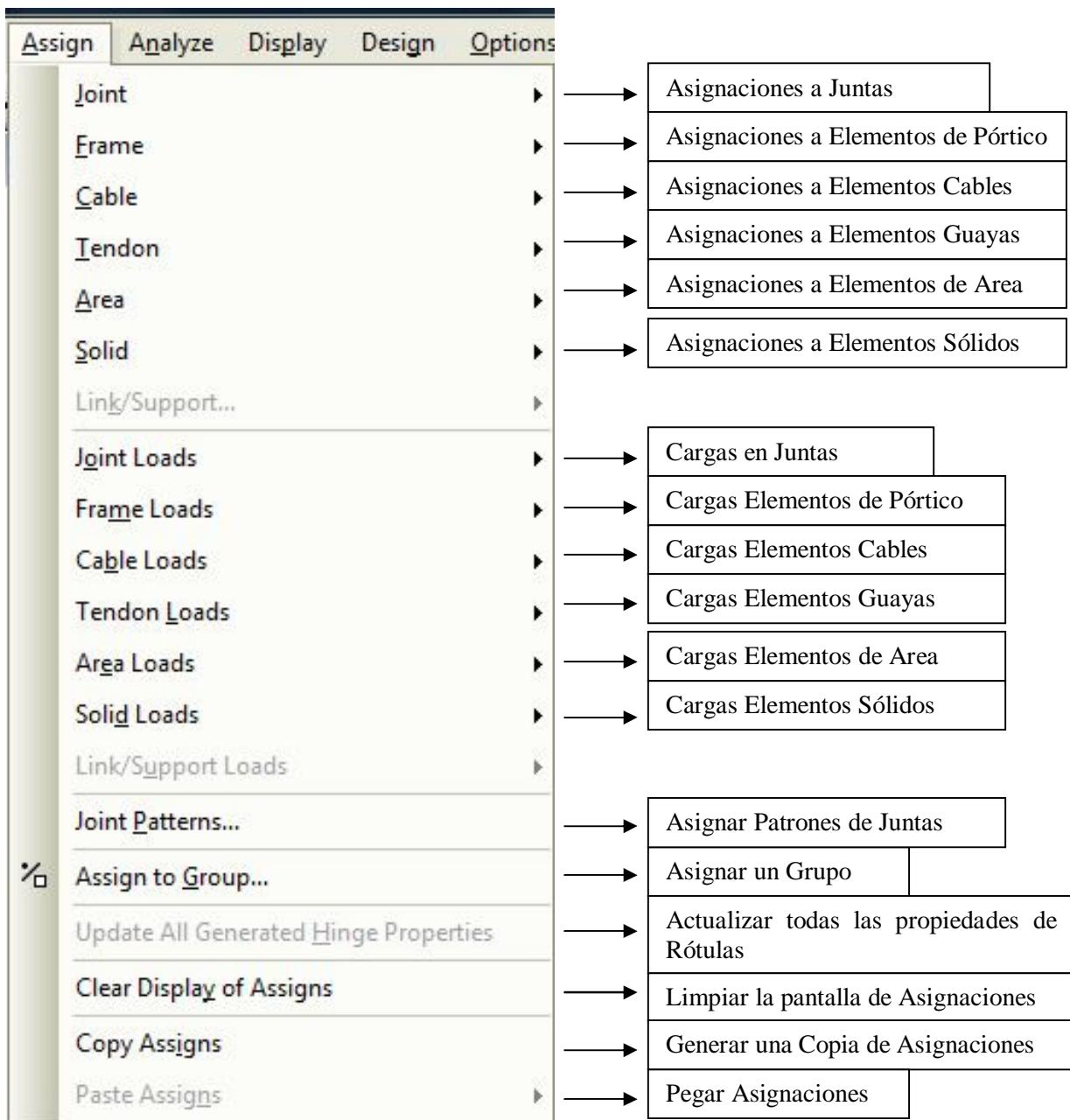


7.4. Intersecting Line: Selección a través de la intersección de una Línea.

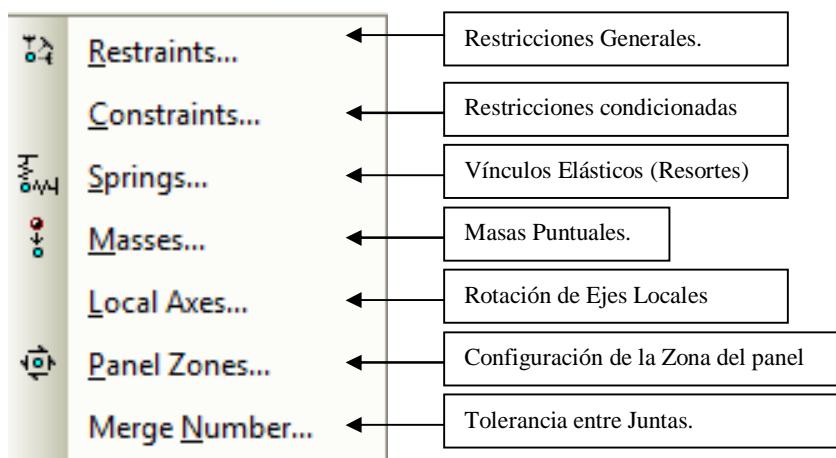
Ejemplo: Consideremos una Estructura en el Plano XY formada por elementos Frame. Luego trazamos una línea que intersecte algunos objetos.



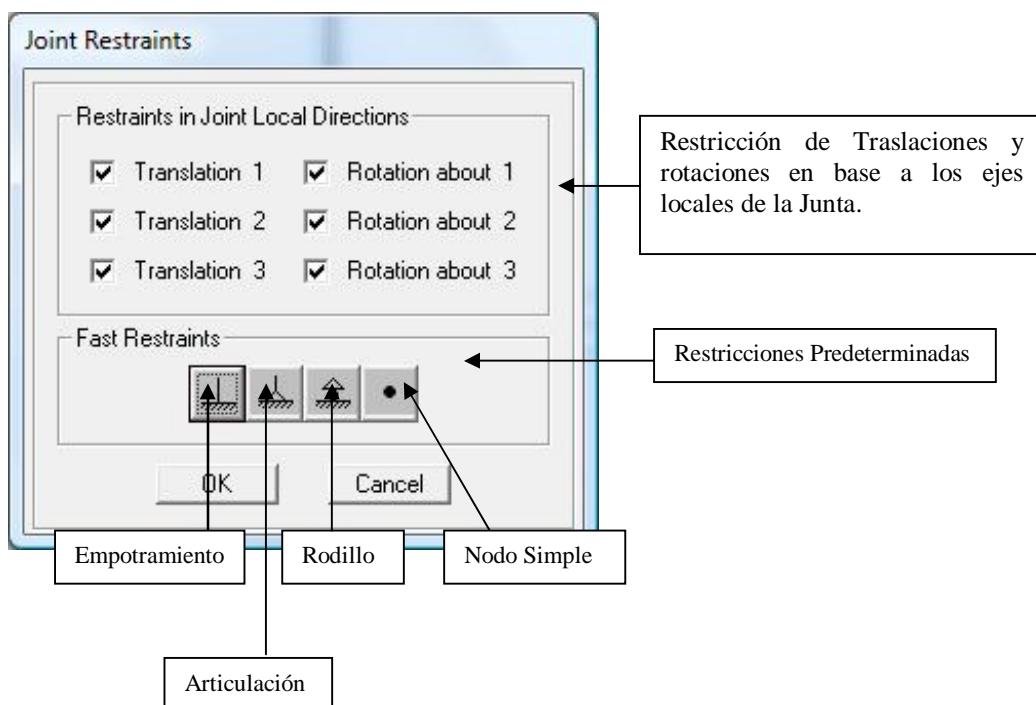
8. Menú Assign: Asignar.



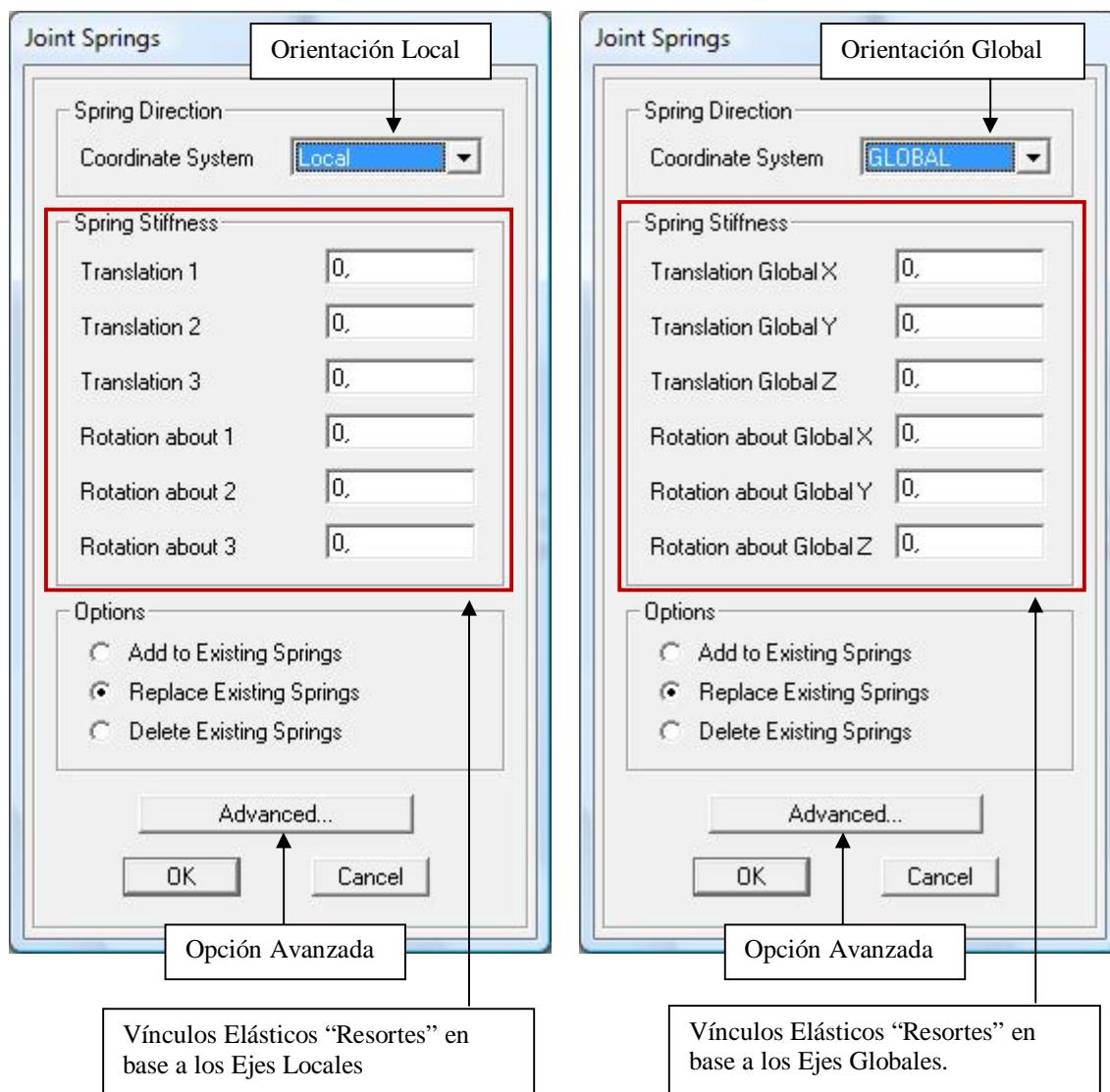
8.1. Joint: Asignar diferentes propiedades y tipos de restricciones a Juntas.



8.1.1. Restraints: Restricciones Generales.



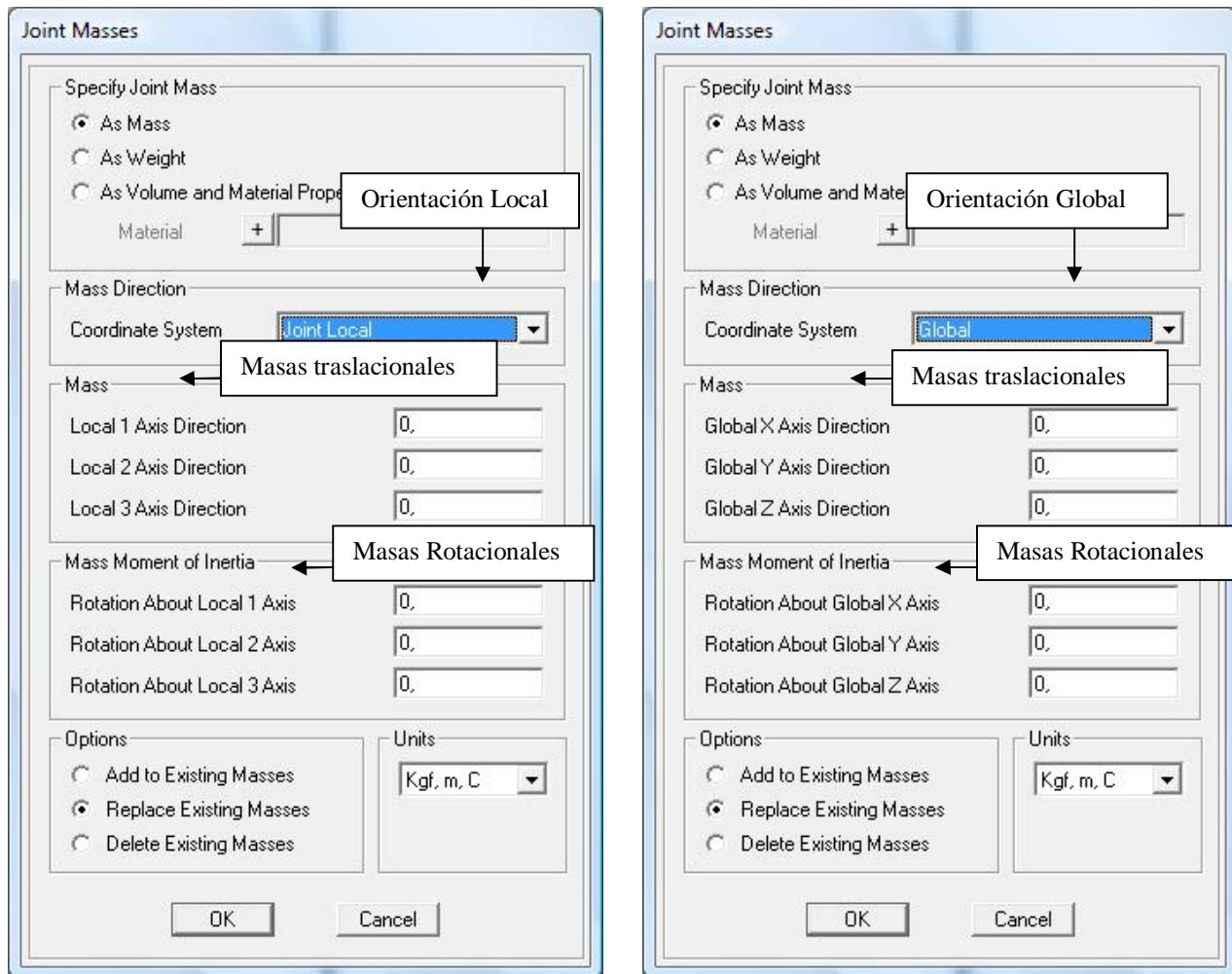
8.1.2. Springs: Vínculos Elásticos (Resortes).



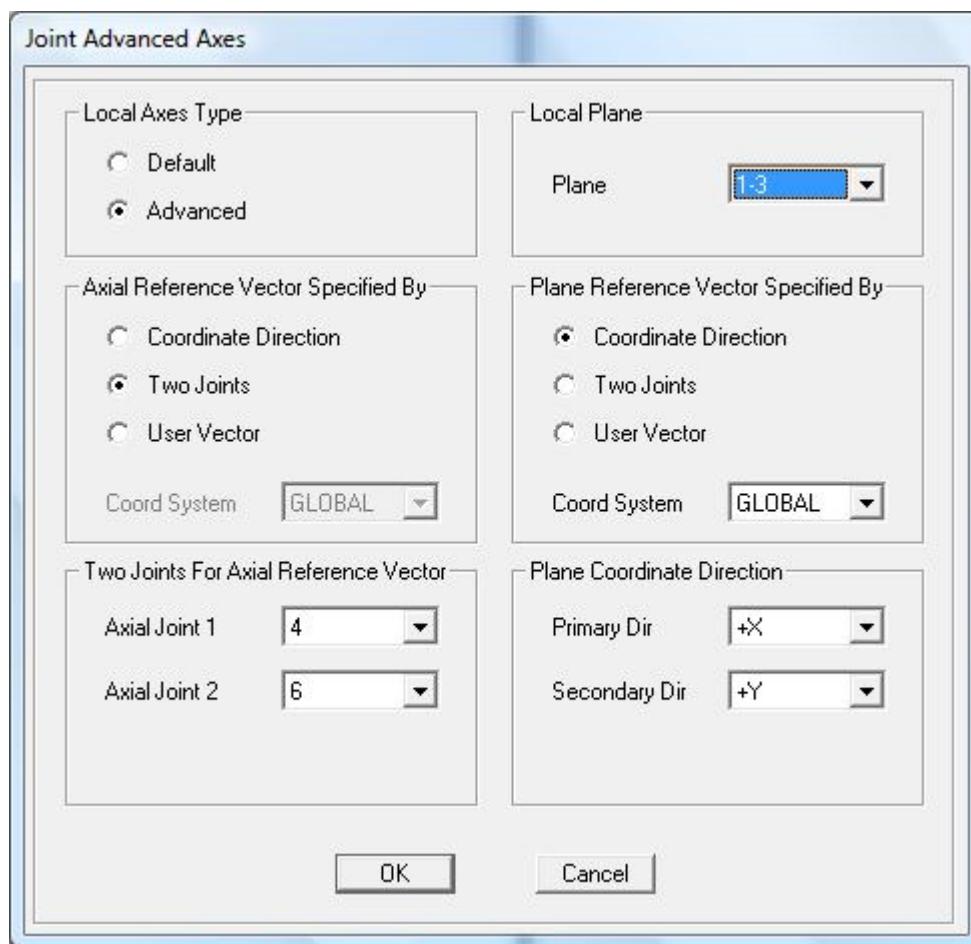
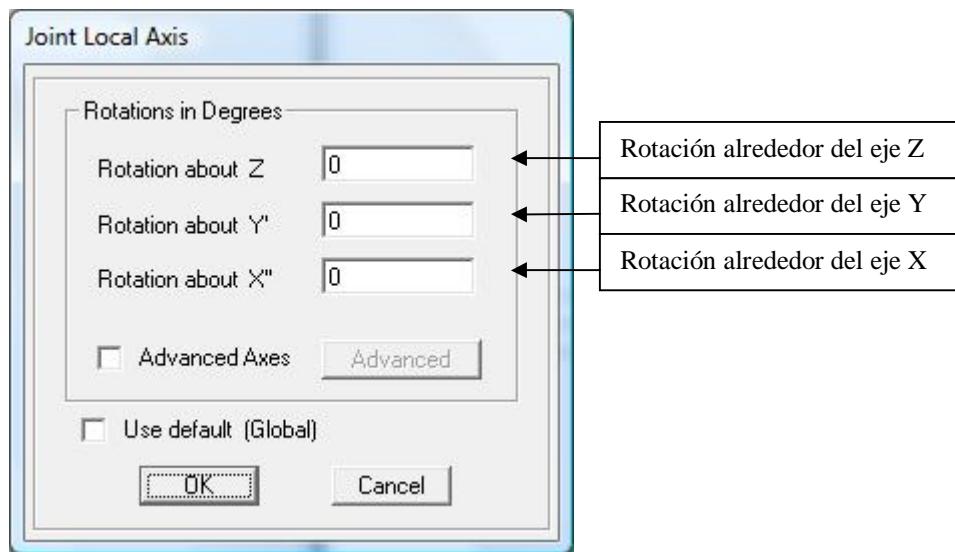
Translation 1: Rigidez en 1
 Translation 2: Rigidez en 2
 Translation 3: Rigidez en 3
 Rotation About 1: Rigidez alrededor de X
 Rotation About 2: Rigidez alrededor de Y
 Rotation About 3: Rigidez alrededor de Z

Translation X: Rigidez en X
 Translation Y: Rigidez en Y
 Translation Z: Rigidez en Z
 Rotation About X: Rigidez alrededor de X
 Rotation About Y: Rigidez alrededor de Y
 Rotation About Z: Rigidez alrededor de Z

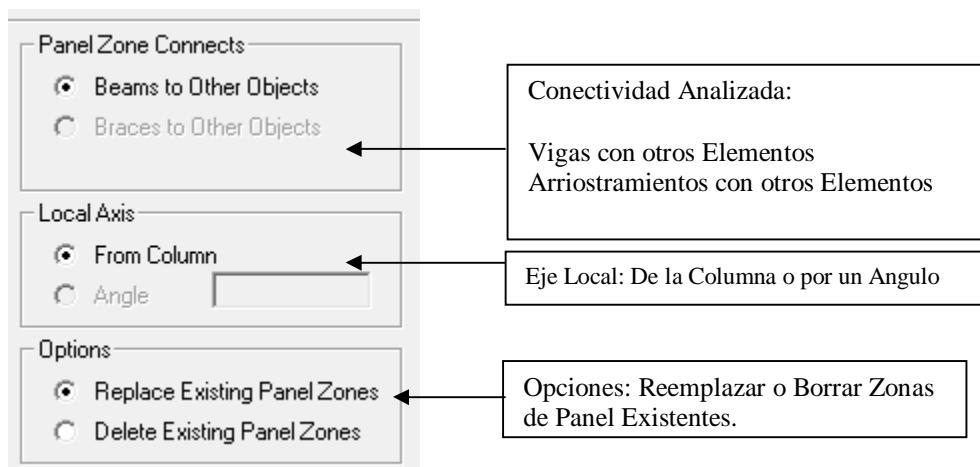
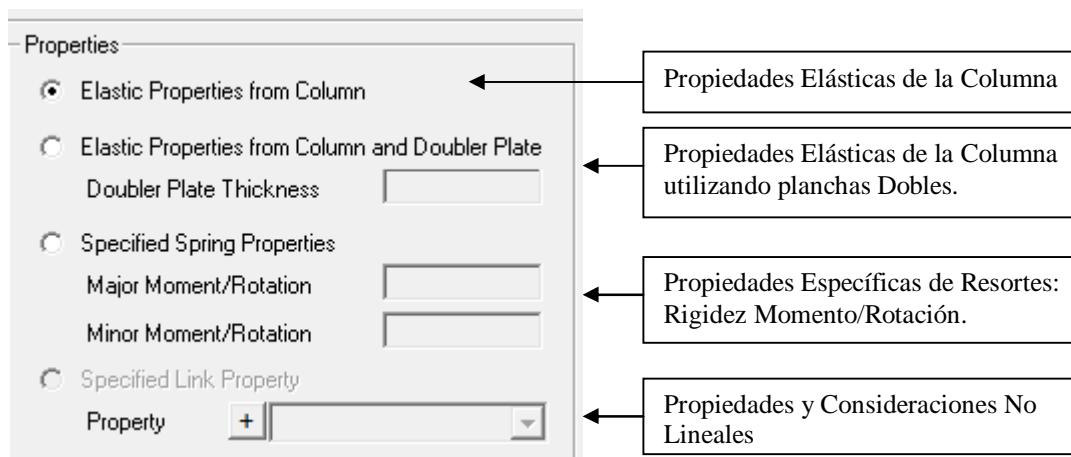
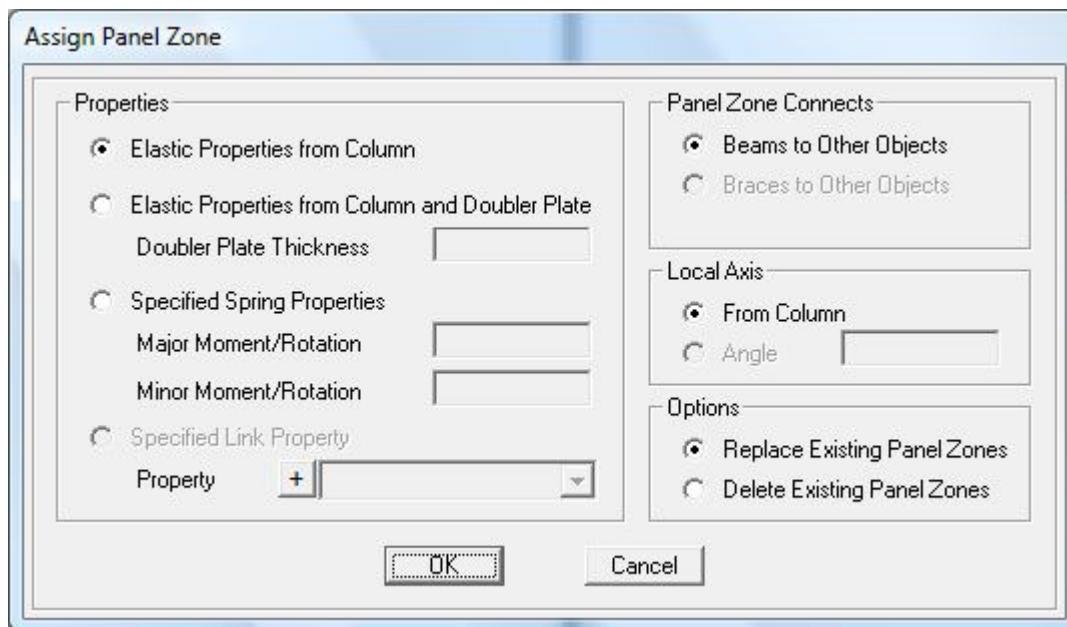
8.1.3. Mass: Masas a Puntos (Traslacionales y Rotacionales).



8.1.4. Local Axes: Rotación de Ejes Locales.



8.1.5. Panel Zone: Zona del Panel (Propiedades y Conectividad).

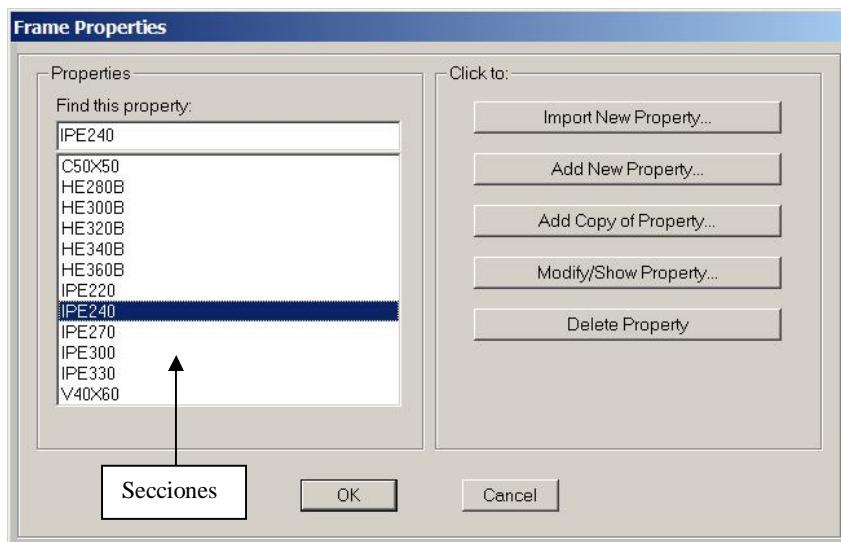


8.2. Frame: Asignar Propiedades a elementos de Pórtico “Frame”

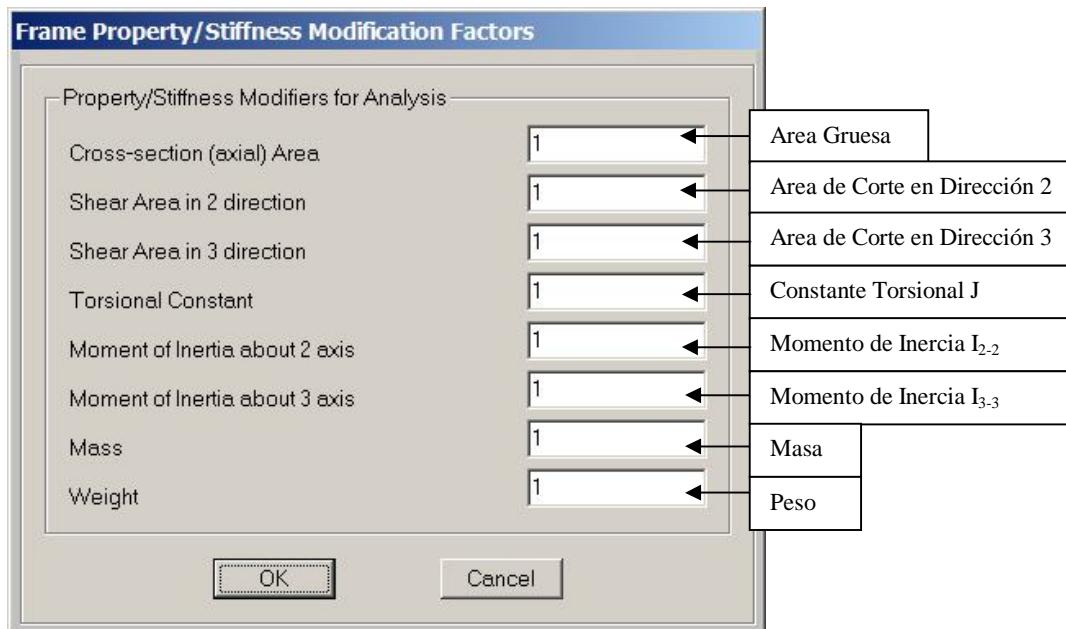
<u>Frame Sections...</u>	Asignar Secciones a Elementos “Frame”.
<u>Property Modifiers...</u>	Asignar Modificadores de Propiedades.
<u>Material Property Overwrites...</u>	Reescribir Propiedades del Material
<u>Releases/Partial Fixity...</u>	Restricción o Liberación de fuerzas en los extremos / Rigididad parcial con Resortes.
<u>Local Axes...</u>	Orientación de Ejes locales
<u>Reverse Connectivity...</u>	Revertir la Conectividad
<u>End (Length) Offsets...</u>	Asignar una Longitud Rígida en los Extremos
<u>Insertion Point...</u>	Insertar un Punto de Referencia (Excentricidades)
<u>End Skews...</u>	
<u>Fireproofing...</u>	Asignar Protección contra el Fuego
<u>Output Stations...</u>	Configurar puntos para la salida de Datos
<u>P-Delta Force...</u>	Fuerzas por Efecto P-Delta
<u>Lane...</u>	Asignar Líneas para cargas de Puentes
<u>Tension/Compression Limits...</u>	Establecer Límites de Compresión y Tracción.
<u>Hinges...</u>	Asignar Rótulas para Análisis Inelástico.
<u>Line Springs...</u>	Asignar Resortes por unidad de Longitud
<u>Line Mass...</u>	Asignar Masas por unidad de Longitud
<u>Material Temperatures...</u>	Asignar Cambios de Temperatura del Material
<u>Automatic Frame Mesh...</u>	Asignar una División Automática Interna

Nota: Para asignar propiedades a elementos “Frame” es necesario haber seleccionado previamente los objetos en pantalla.

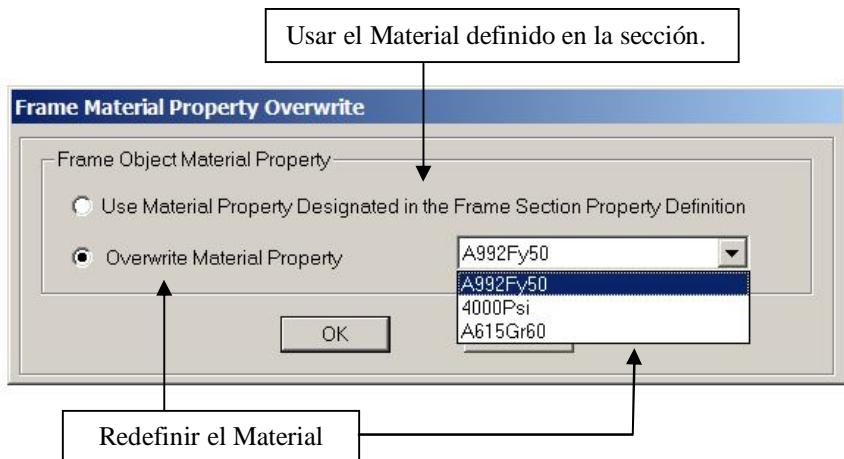
8.2.1. Frame Sections: Asignar Secciones a elementos de Pórtico “Frame”. Aplica directamente a Vigas, Columnas y Arriostramientos.



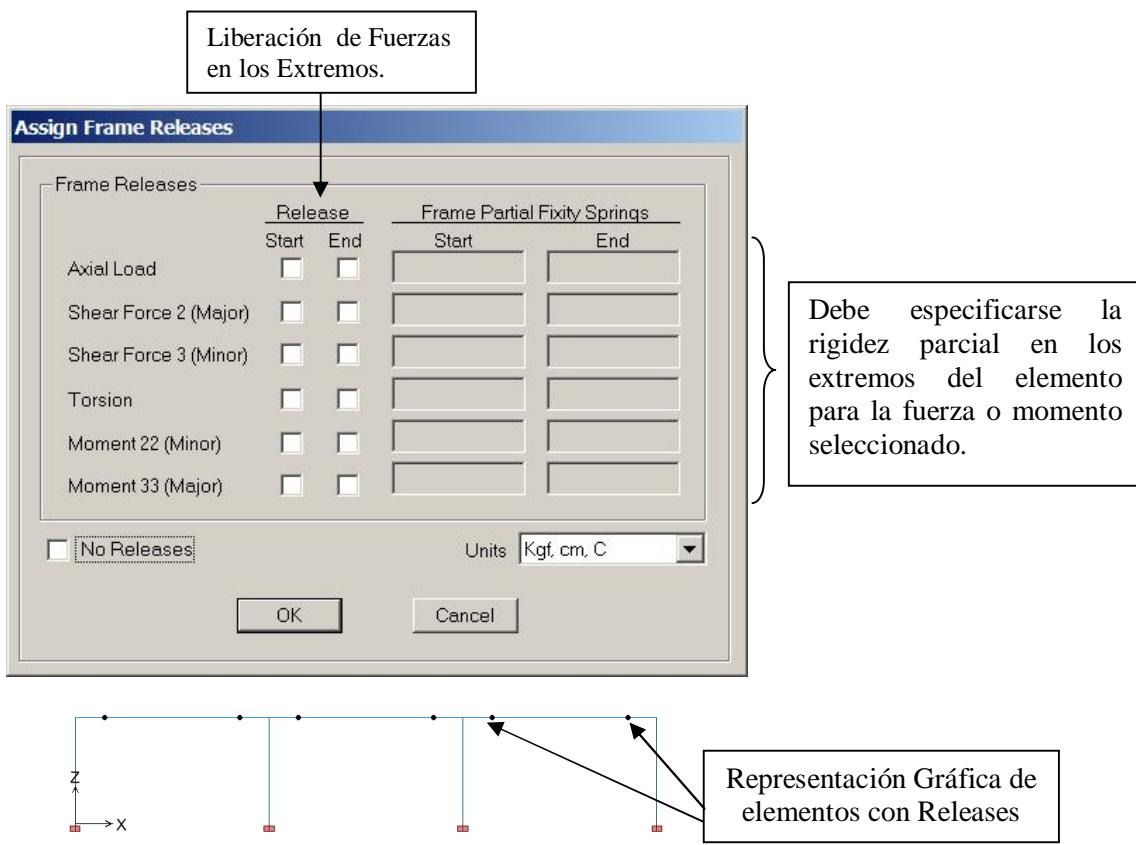
8.2.2. Property Modifiers: Asignar Modificadores de propiedades a elementos de Pórtico “Frame”. Aplica directamente a Vigas, Columnas y Arriostramientos.



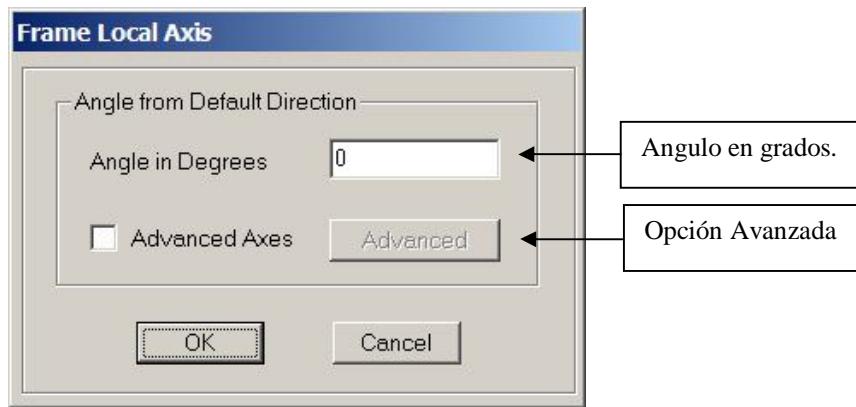
8.2.3. Material Property Overwrites: Permite Redefinir las propiedades a elementos de Pórtico “Frame”. Aplica directamente a Vigas, Columnas y Arriostramientos.



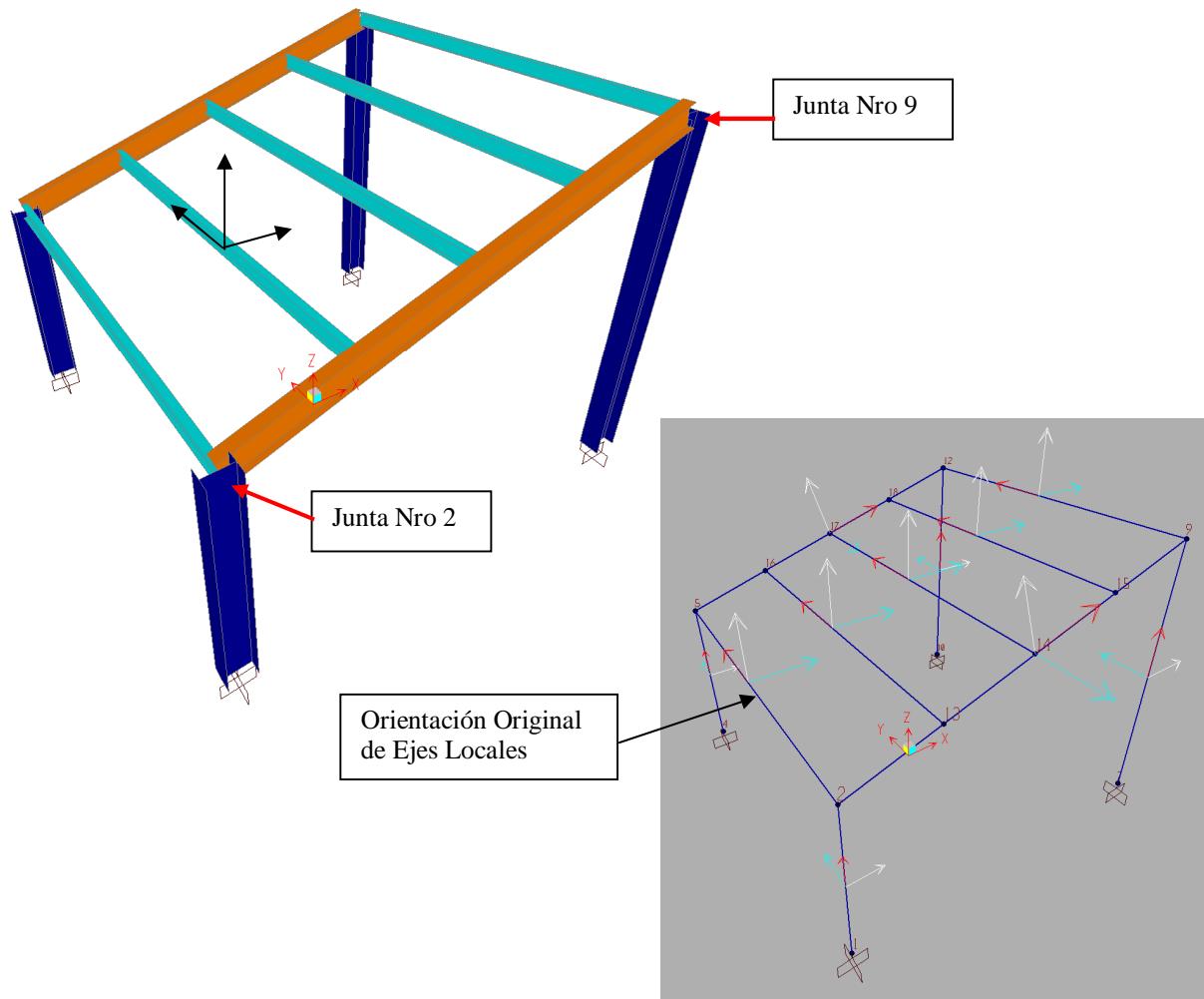
8.2.4. Releases: Restricción o Liberación de fuerzas en elementos de Pórtico “Frame”. Aplica directamente a Vigas, Columnas y Arriostramientos.



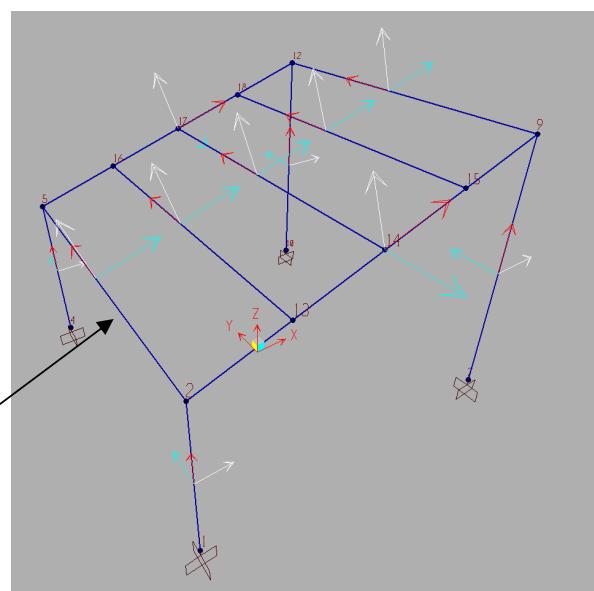
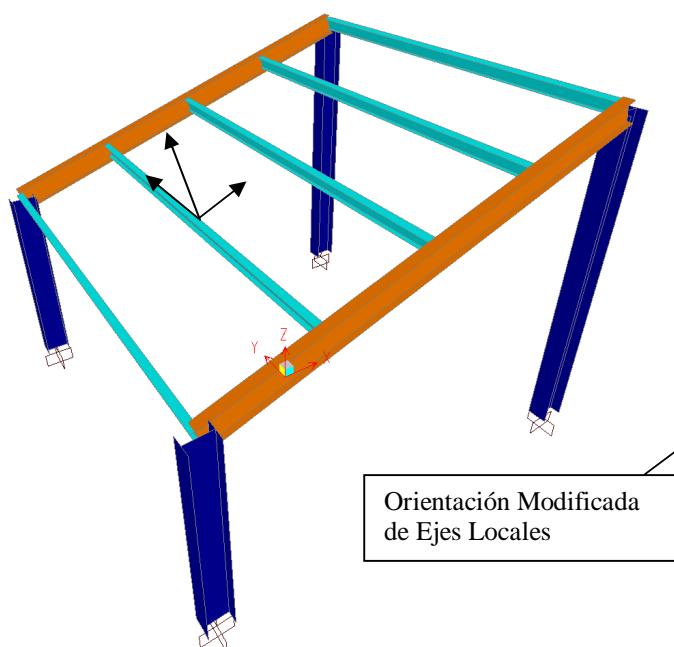
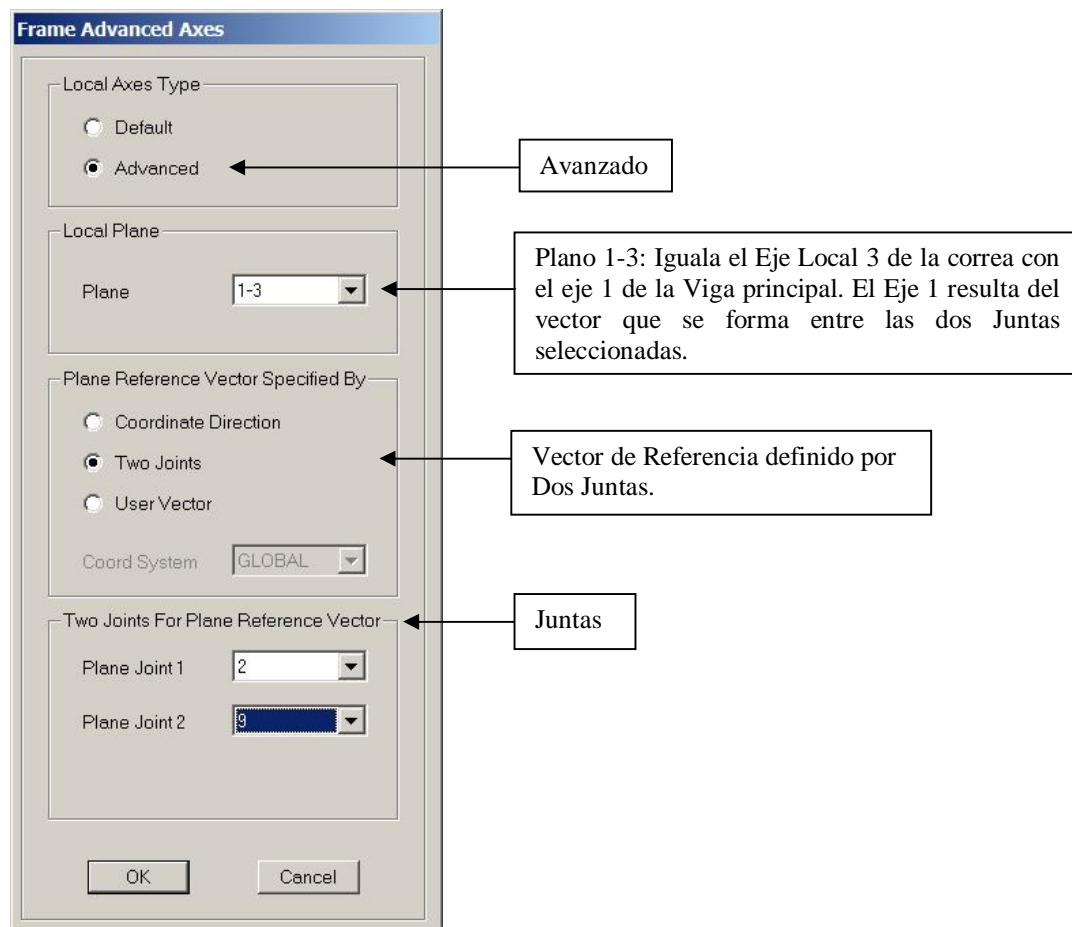
8.2.5. Local Axes: Modificación de Ejes Locales en elementos de Pórtico “Frame”. Aplica directamente a Vigas, Columnas y Arriostramientos.



Ejemplo para la Opción Avanzada: Consideremos una estructura en 3D con un techo inclinado. La idea es girar las correas para colocarlas con la orientación correcta.



Luego de Seleccionar las Correas elegimos la opción “Advanced” y se tiene lo siguiente:



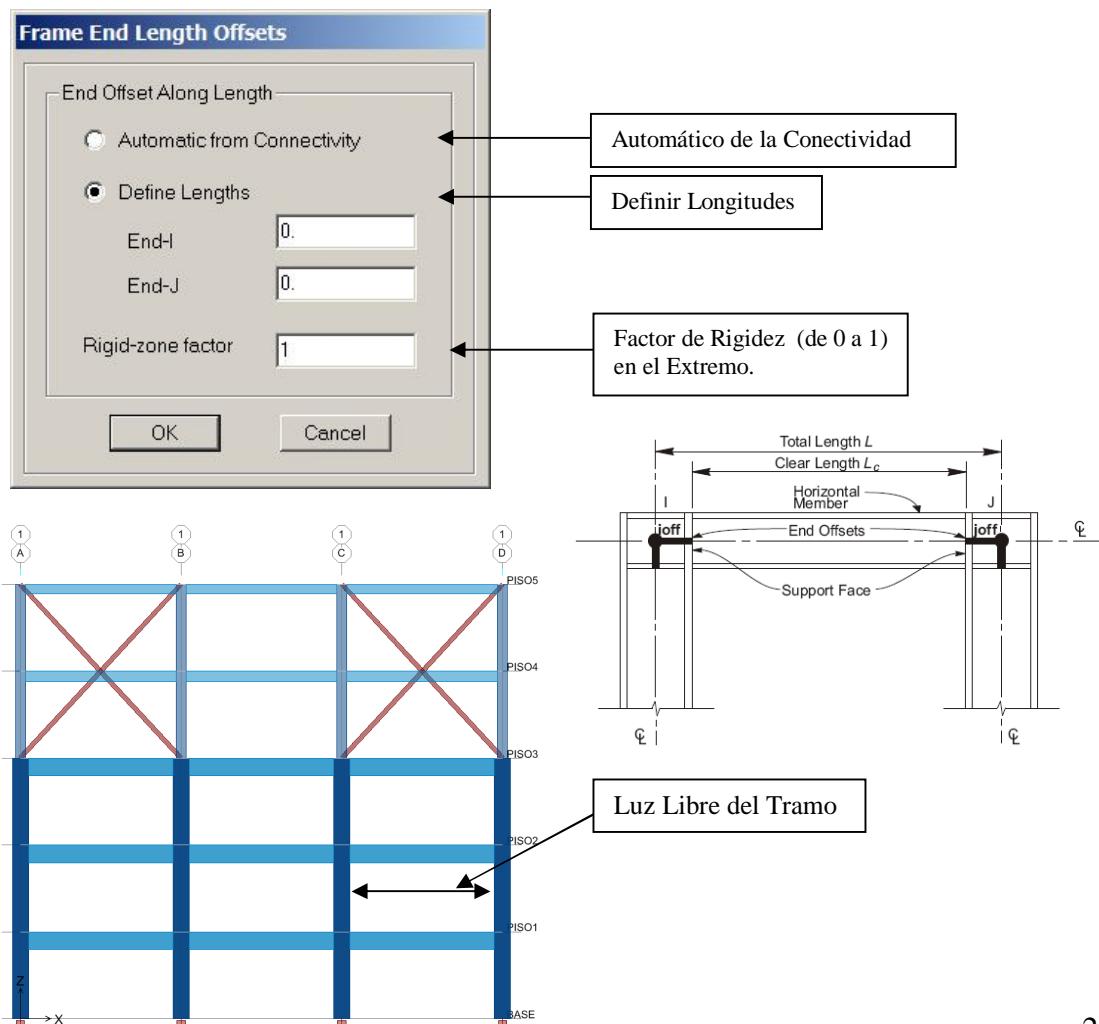
8.2.6. Reverse Connectivity:

Revertir la conectividad en elementos de Pórtico “Frame”, es decir, cambia el Nodo i por el Nodo J. Aplica directamente a Vigas, Columnas y Arriostramientos.



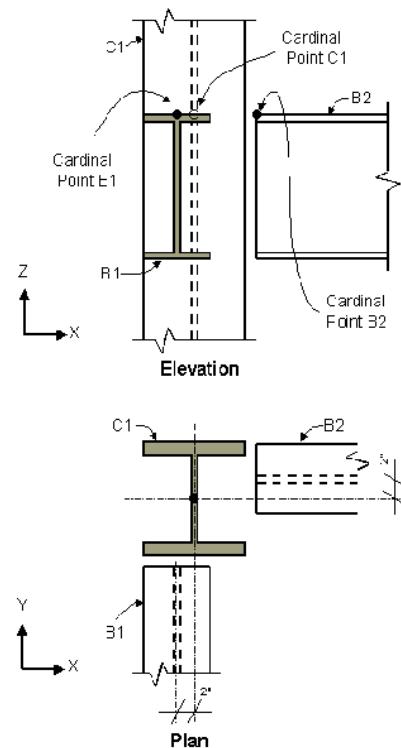
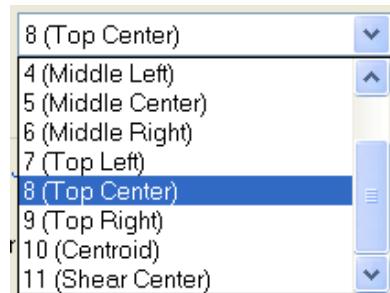
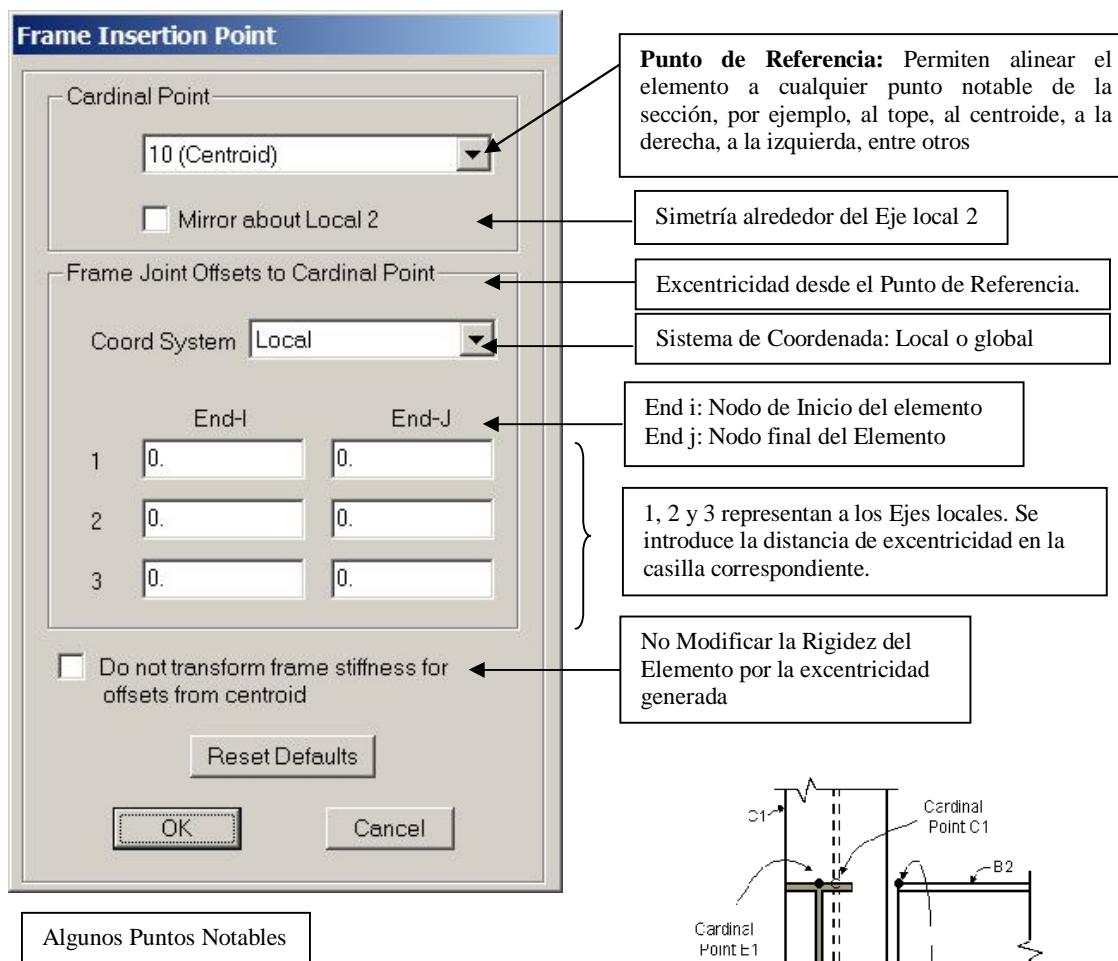
8.2.7. End (Length) Offset:

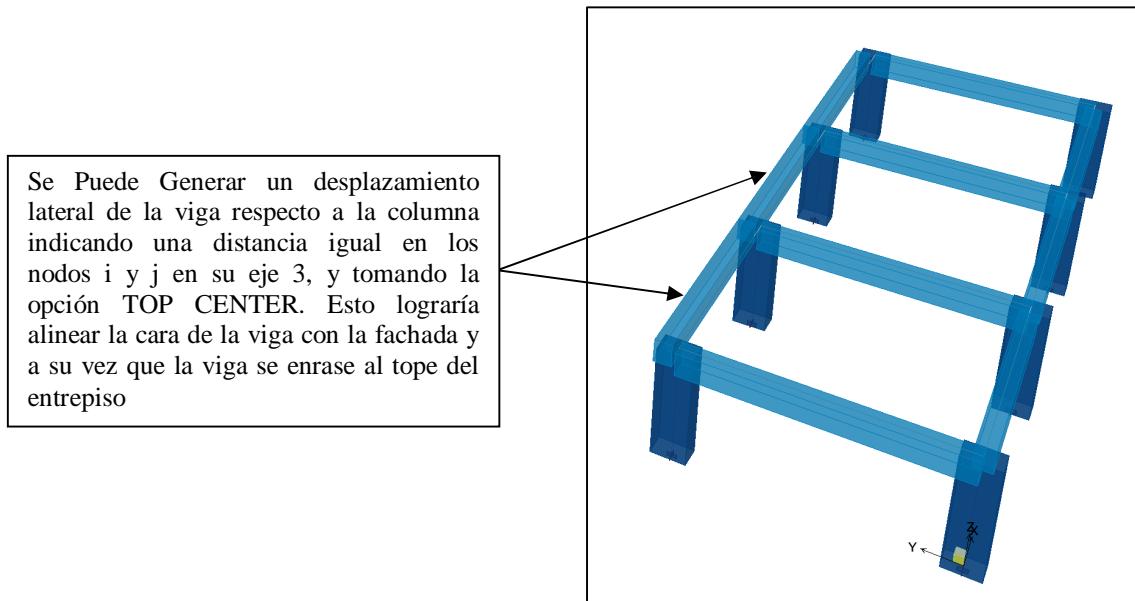
Longitud Rígida en los extremos de elementos de Pórtico “Frame” a fin de contemplar las dimensiones reales de los miembros a conectar y con ello analizar sobre la Luz Libre resultante. Aplica directamente a Vigas, Columnas y Arriostramientos.



8.2.8. Insertion Points:

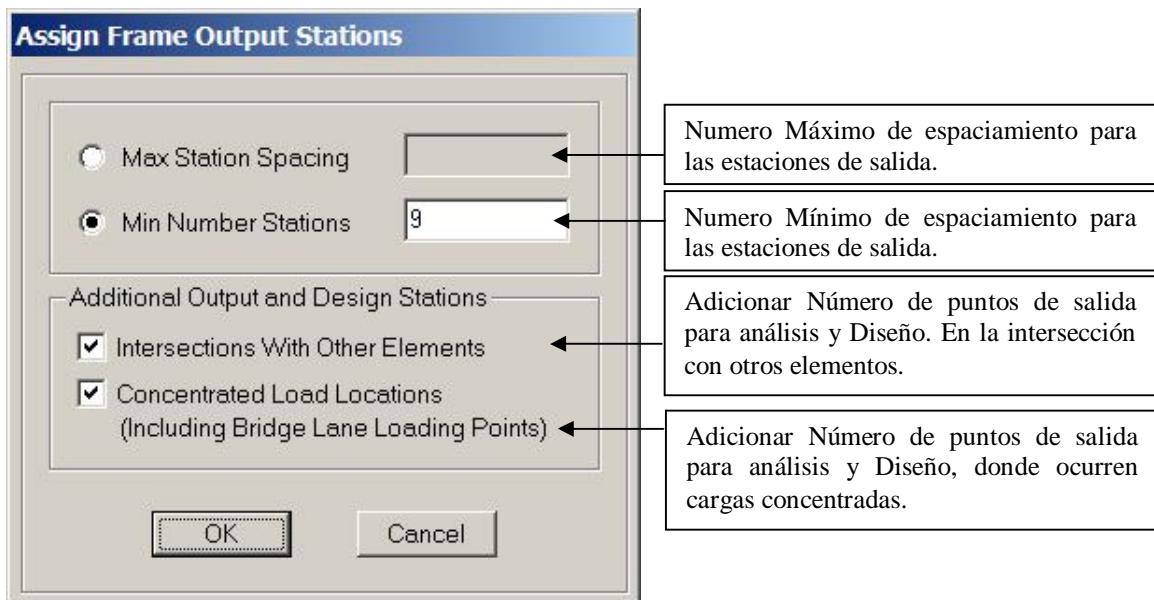
Permite Modificar la Orientación respecto a los ejes locales en los extremos de elementos de Pórtico “Frame” a fin de contemplar excentricidades en las uniones. Aplica directamente a Vigas, Columnas y Arriostramientos.





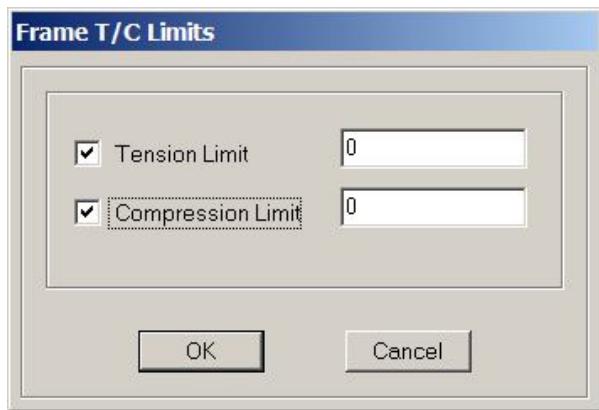
8.2.9. Output Station:

Permite establecer los puntos de salida/Análisis en elementos de Pórtico “Frame” a fin de obtener un mayor o menor número de resultados por objeto. Aplica directamente a Vigas, Columnas y Arriostramientos.

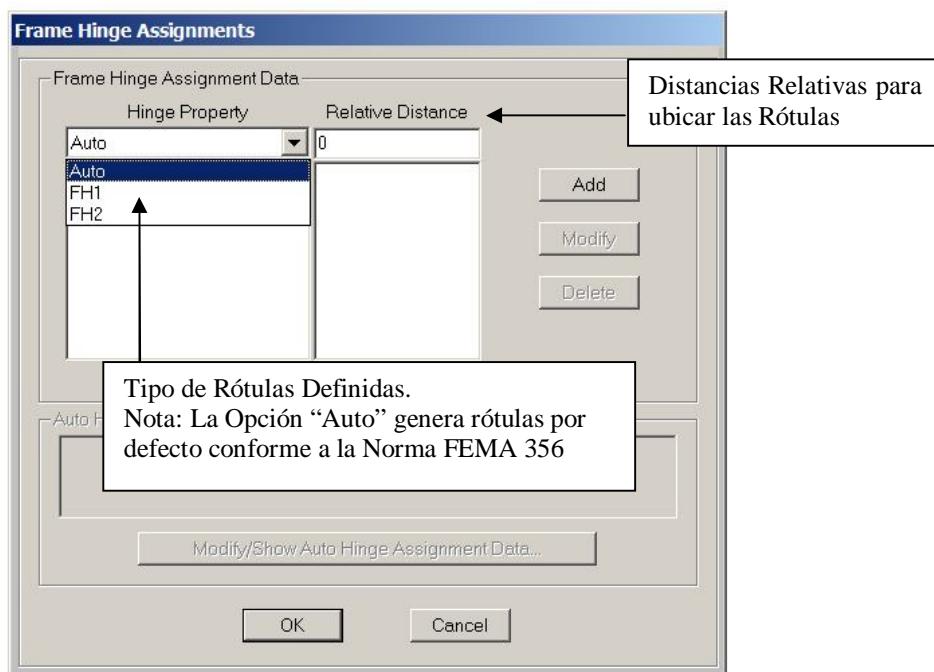


8.2.10. Tension/Compresion Limits:

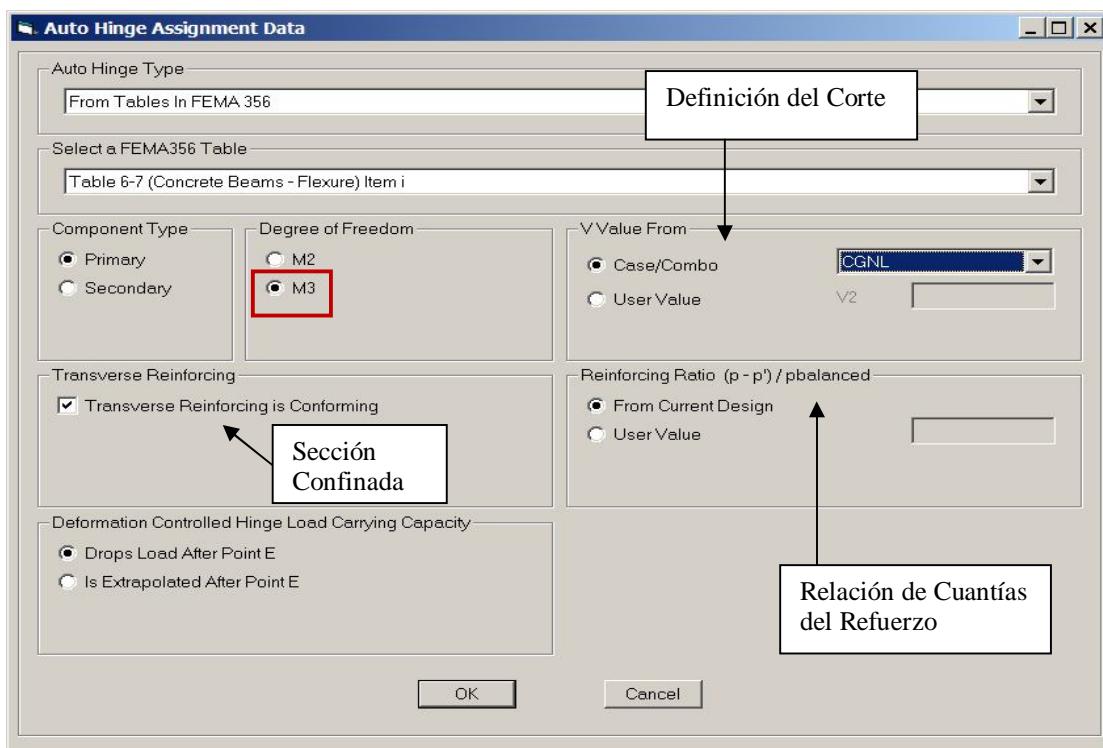
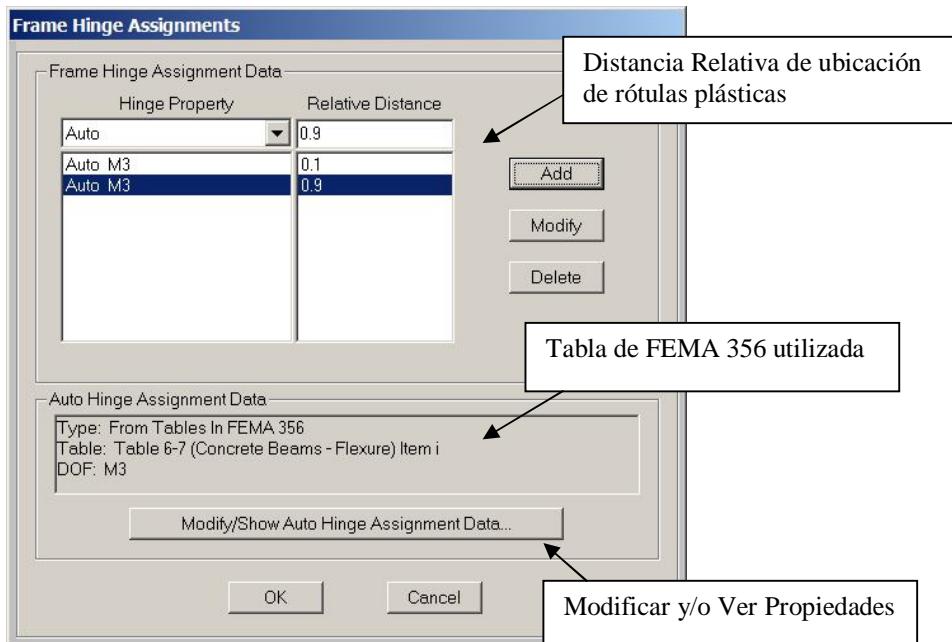
Permite establecer Límites de Compresión y Tracción en elementos de Pórtico “Frame”. Aplica directamente a Vigas, Columnas y Arriostramientos.

**8.2.11. Hinges:**

Permite asignar Rótulas a cualquier distancia en elementos de Pórtico “Frame”. Aplica directamente a Vigas, Columnas y Arriostramientos.



Ejemplo: Asignación de Una Rótula en Vigas de Concreto Armado a través de la Opción “Auto” conforme a la aplicación de la Norma FEMA 356.

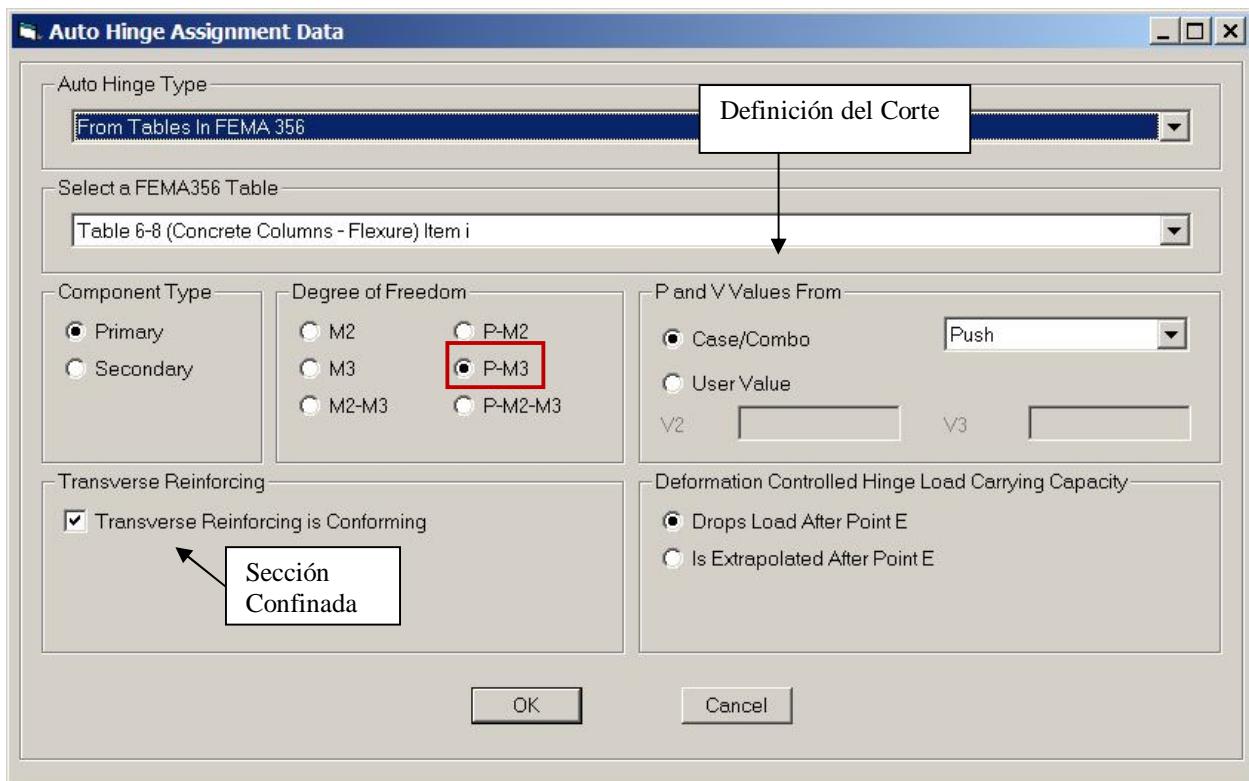
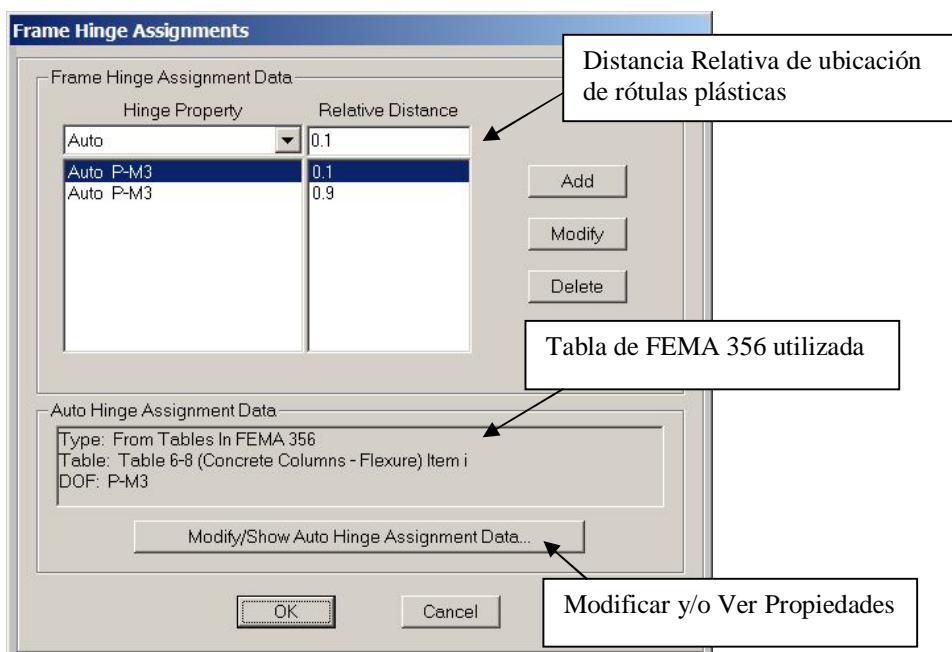


Parámetros para definir el Diagrama Momento/Rotación de la Rótula Plástica, según FEMA 356

Tabla 6-7 del FEMA 356

Conditions			Modeling Parameters ³			Acceptance Criteria ^{3,4}					
			Plastic Rotations Angle, radians		Residual Strength Ratio	Plastic Rotations Angle, radians					
						Performance Level					
			a	b	c	IO	Component Type		Primary		Secondary
i. Beams controlled by flexure¹							LS	CP	LS	CP	
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_{bal}}$	Trans. Reinf. ²	$\frac{V}{b_w d \sqrt{f'_c}}$									
≤ 0.0	C	≤ 3	0.025	0.05	0.2	0.010	0.02	0.025	0.02	0.05	
≤ 0.0	C	≥ 6	0.02	0.04	0.2	0.005	0.01	0.02	0.02	0.04	
≥ 0.5	C	≤ 3	0.02	0.03	0.2	0.005	0.01	0.02	0.02	0.03	
≥ 0.5	C	≥ 6	0.015	0.02	0.2	0.005	0.005	0.015	0.015	0.02	
≤ 0.0	NC	≤ 3	0.02	0.03	0.2	0.005	0.01	0.02	0.02	0.03	
≤ 0.0	NC	≥ 6	0.01	0.015	0.2	0.0015	0.005	0.01	0.01	0.015	
≥ 0.5	NC	≤ 3	0.01	0.015	0.2	0.005	0.01	0.01	0.01	0.015	
≥ 0.5	NC	≥ 6	0.005	0.01	0.2	0.0015	0.005	0.005	0.005	0.005	0.01

Ejemplo: Asignación de Una Rótula en Columnas de Concreto Armado a través de la Opción “Auto” conforme a la aplicación de la Norma FEMA 356.



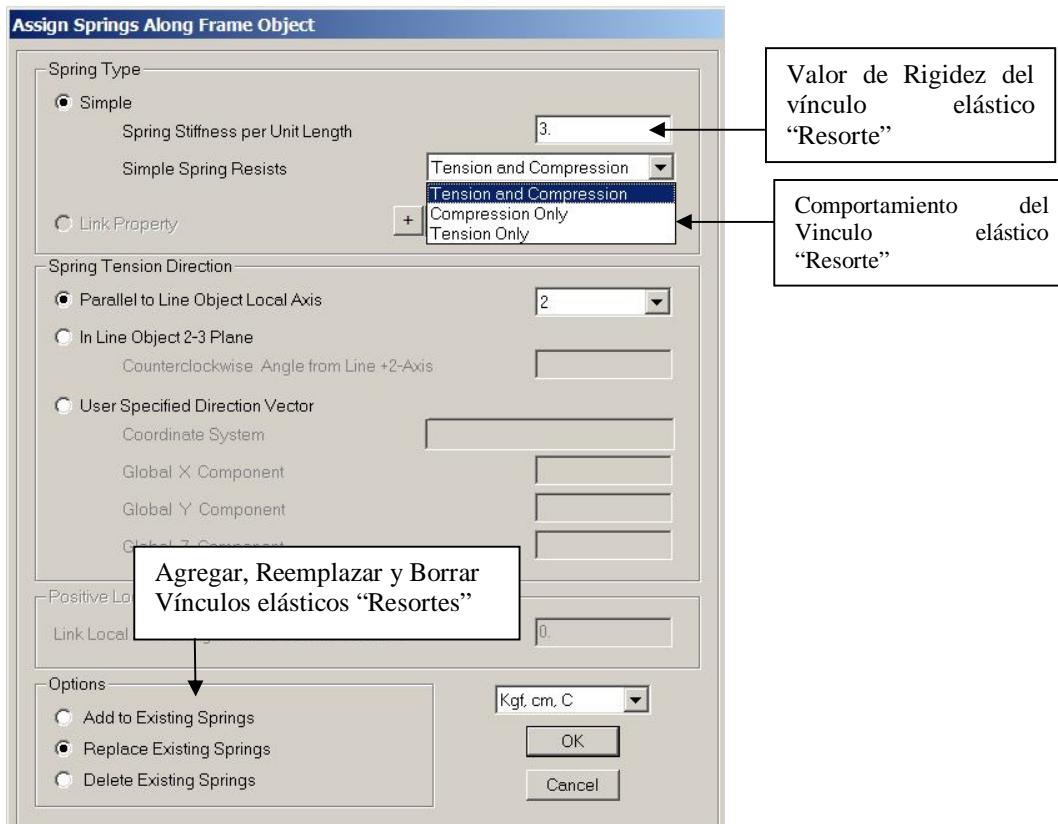
Parámetros para definir el Diagrama Momento/Rotación de la Rótula Plástica, según FEMA 356

Tabla 6-8 del FEMA 356

Table 6-8 Modeling Parameters and Numerical Acceptance Criteria for Nonlinear Procedures-Reinforced Concrete Columns										
Conditions	Modeling Parameters ³			Acceptance Criteria ^{3,4}						
	Plastic Rotations Angle, radians		Residual Strength Ratio	Plastic Rotations Angle, radians						
	a			Performance Level						
	b			Component Type		Primary		Secondary		
	c			IO	LS	CP	LS	CP		
Condition i¹										
$\frac{P}{A_s f_y}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$									
≤ 0.1	≥ 0.006		0.035	0.060	0.2	0.005	0.026	0.035	0.045	
≥ 0.6	≥ 0.006		0.010	0.010	0.0	0.003	0.008	0.009	0.010	
≤ 0.1	$= 0.002$		0.027	0.034	0.2	0.005	0.020	0.027	0.034	
≥ 0.6	$= 0.002$		0.005	0.005	0.0	0.002	0.003	0.004	0.005	

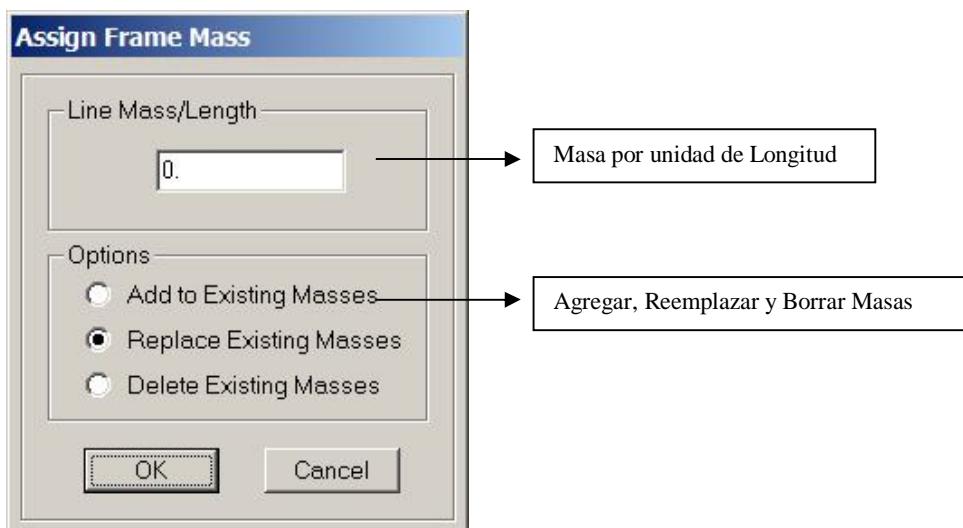
8.2.12. Line Springs:

Permite asignar Resortes por unidad de Longitud en elementos de Pórtico “Frame”. Aplica directamente a Vigas, Columnas y Arriostramientos.

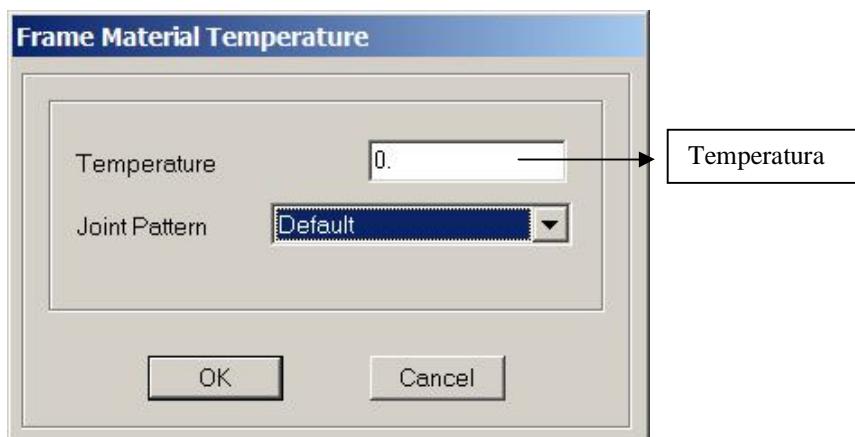


8.2.13. Line Mass:

Permite asignar Masas por unidad de Longitud en elementos de Pórtico “Frame”. Aplica directamente a Vigas, Columnas y Arriostramientos.

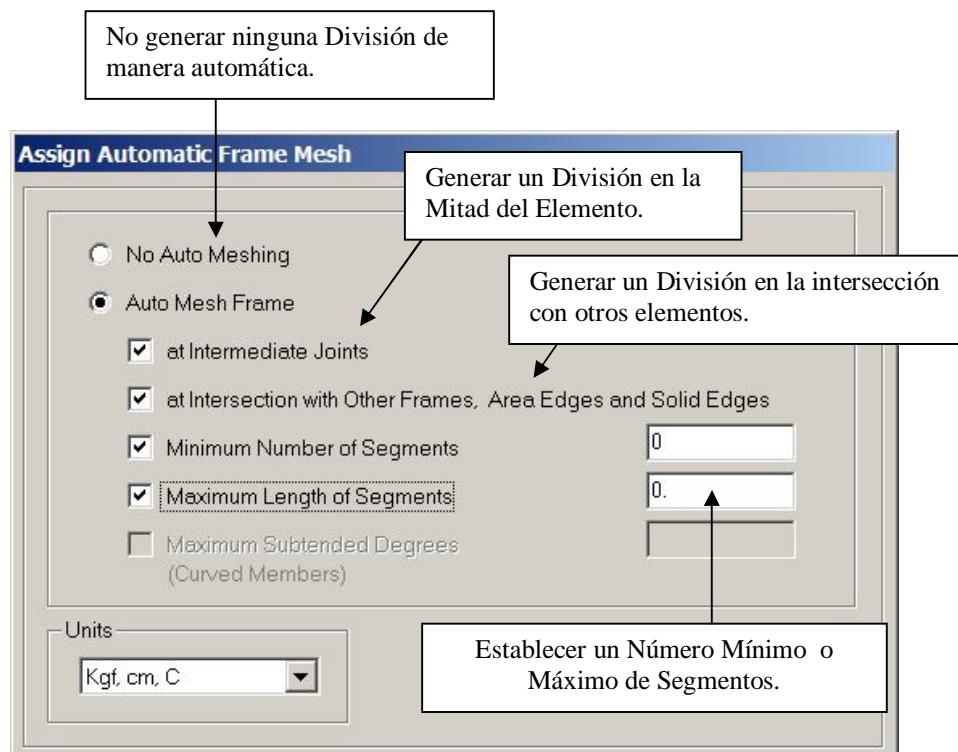
**8.2.14. Material Temperature:**

Permite asignar cambios de temperatura en elementos de Pórtico “Frame”. Aplica directamente a Vigas, Columnas y Arriostramientos.

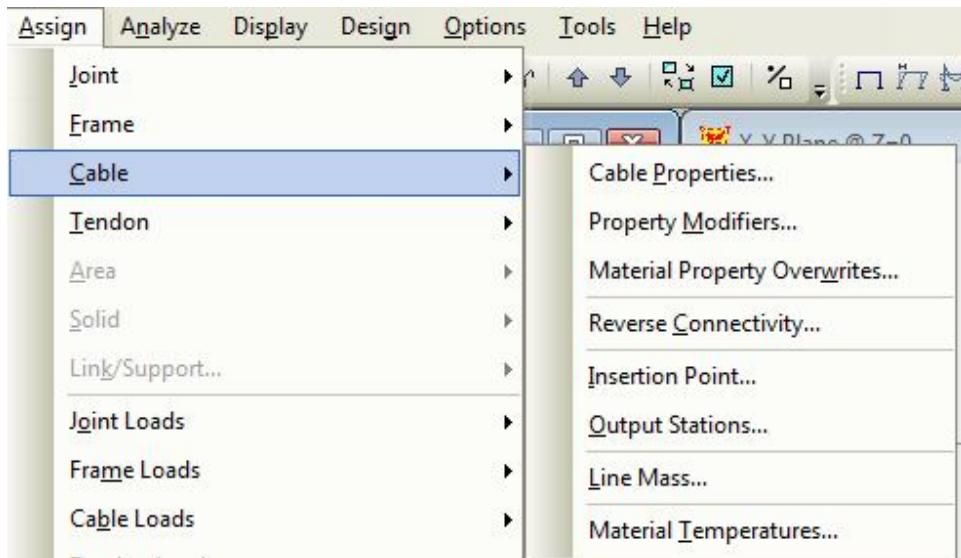


8.2.15. Automatic Frame Mesh:

Permite asignar una división interna (Mesh) de manera automática en elementos de Pórtico “Frame” para diferentes condiciones. Aplica directamente a Vigas, Columnas y Arriostramientos.

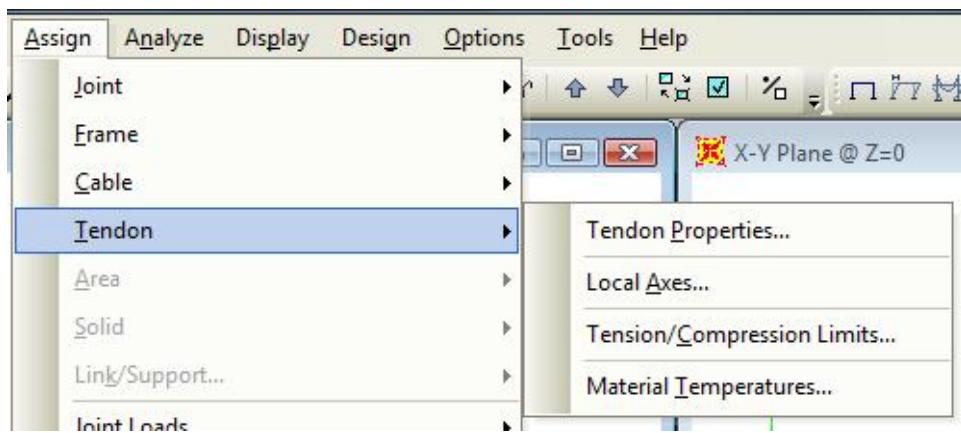


8.3. Cable: Asignar Propiedades a Cables.



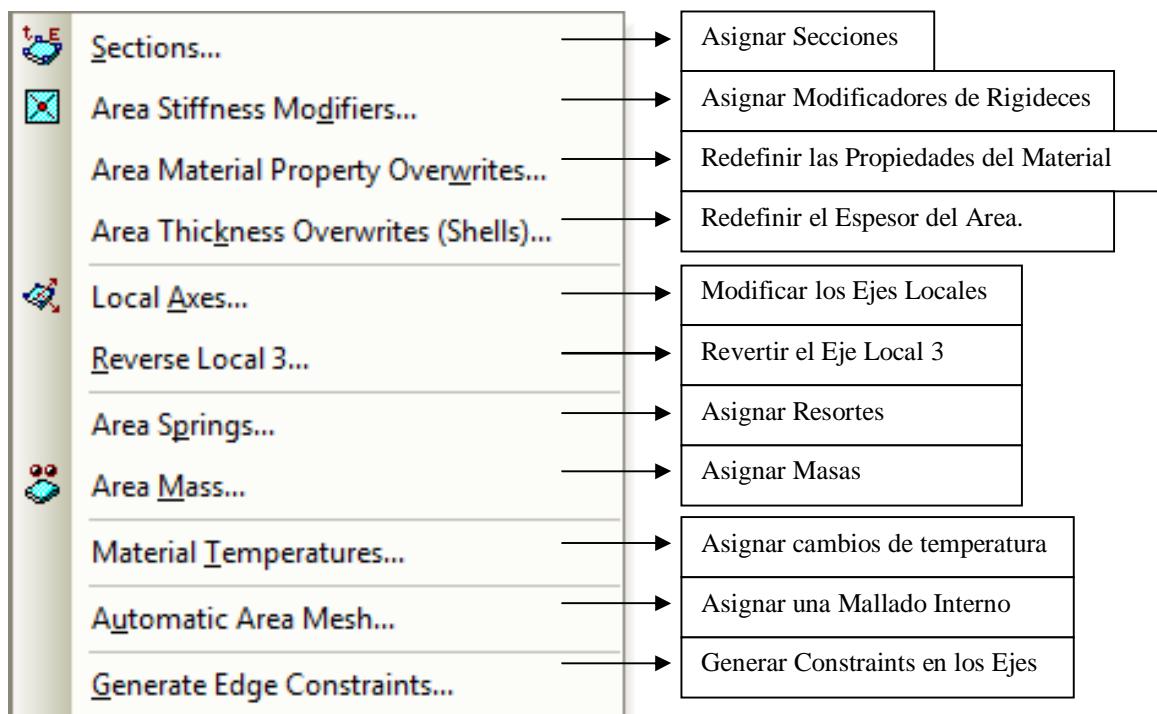
NOTA: Las aplicación de estas propiedades se realizan de la misma forma que para elementos de Pórtico “Frame” explicado anteriormente.

8.4. Tendon: Asignar Propiedades a Guayas.



NOTA: Las aplicación de estas propiedades se realizan de la misma forma que para elementos de Pórtico “Frame” explicado anteriormente.

8.5. Área: Asignar Propiedades a Elementos de Área.



8.5.1. Sections:

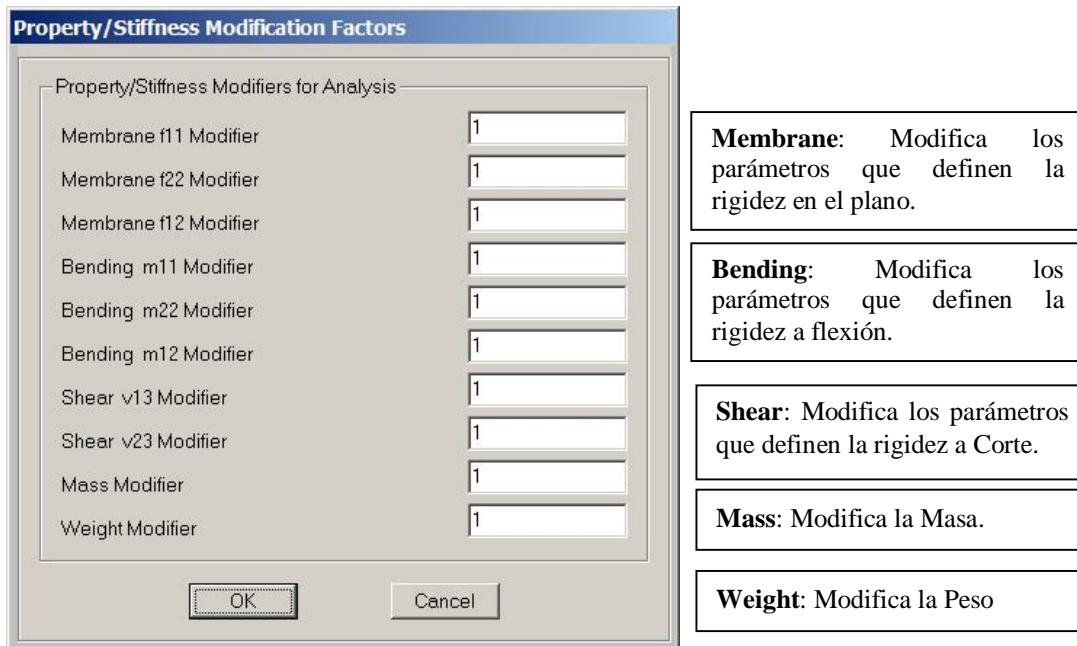
Permite asignar secciones a elementos de Área. Aplica directamente a Losas, Rampas y Muros.



Lista de Secciones Previamente Definidas

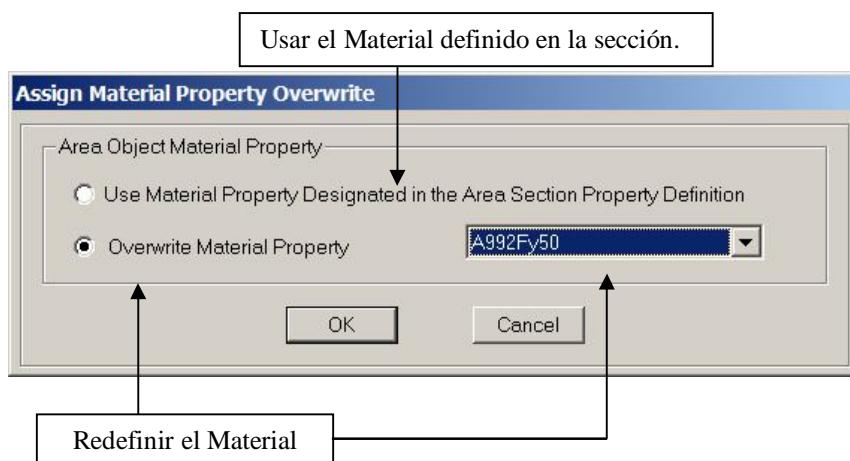
8.5.2. Area Stiffness Modifiers:

Permite asignar factores para modificar la rigidez en elementos de Area. Aplica directamente a Losas, Rampas y Muros.



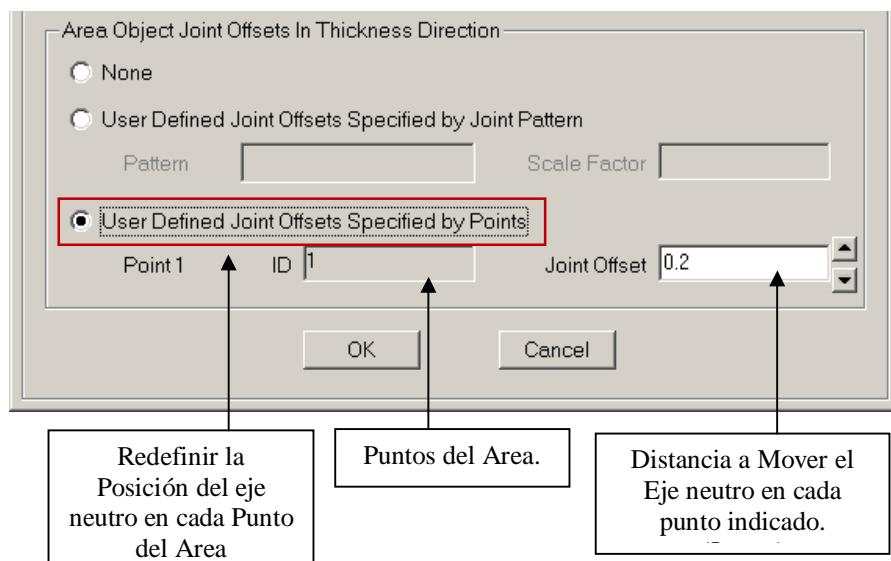
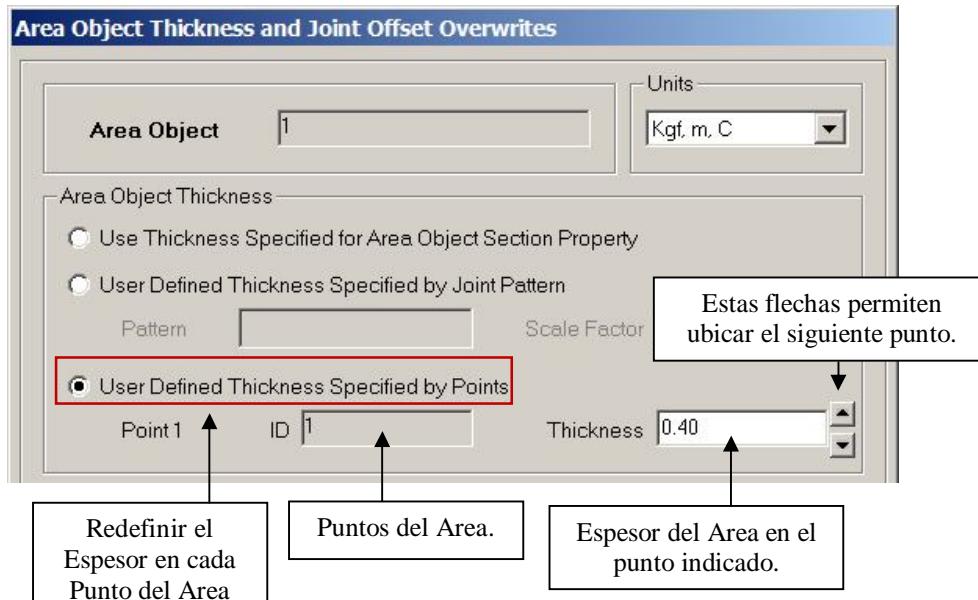
8.5.3. Area Material Property Overwrites:

Permite redefinir las propiedades del Material en elementos de Area. Aplica directamente a Losas, Rampas y Muros.

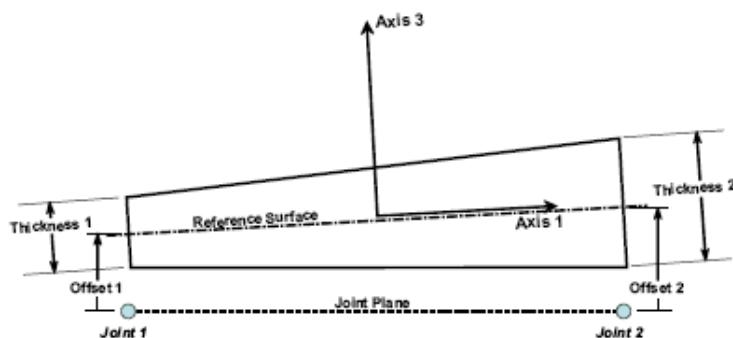
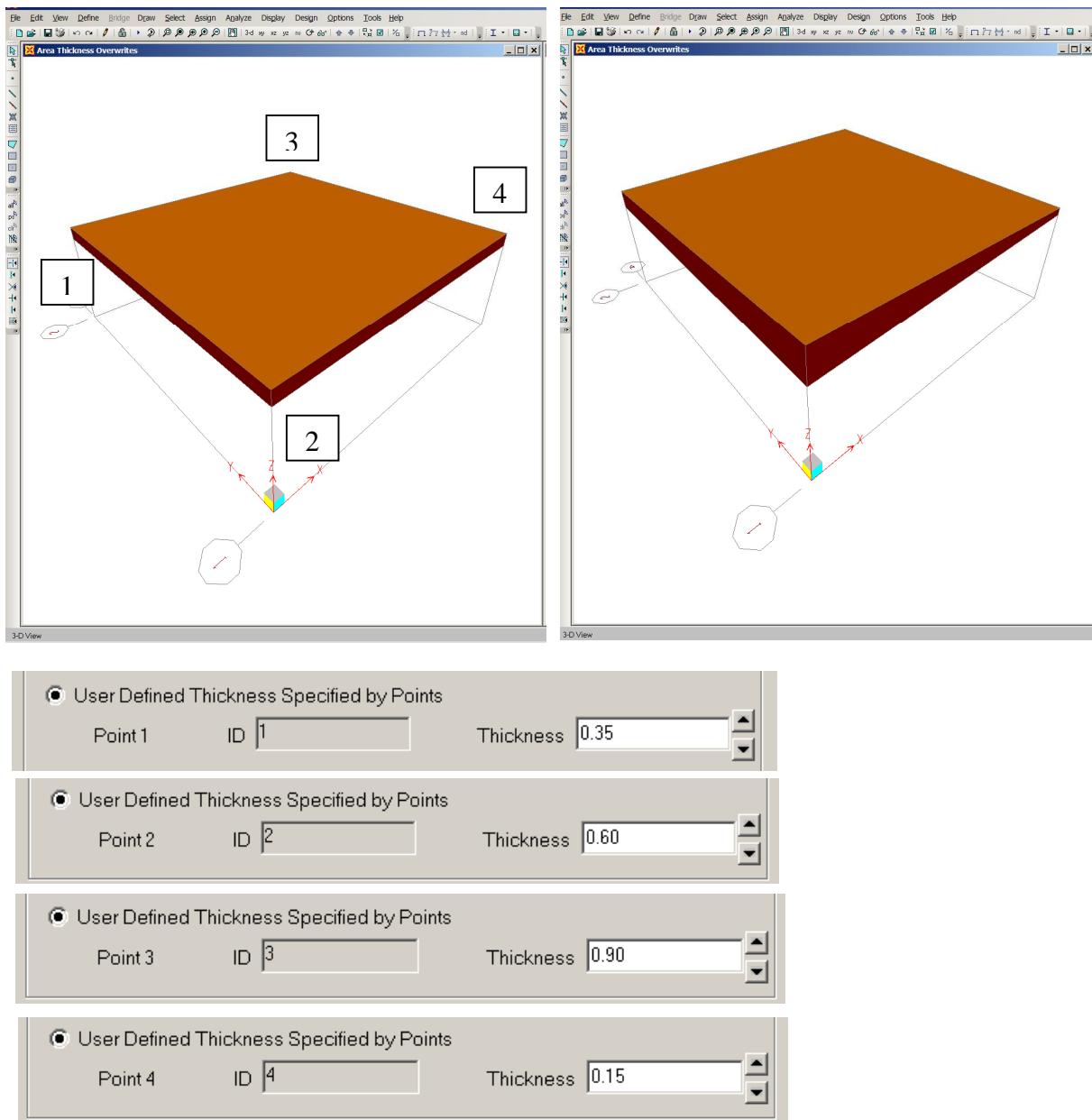


8.5.4. Area Thickness Overwrites:

Permite redefinir el espesor en cada junta en elementos de Area. Aplica directamente a Losas, Rampas y Muros.

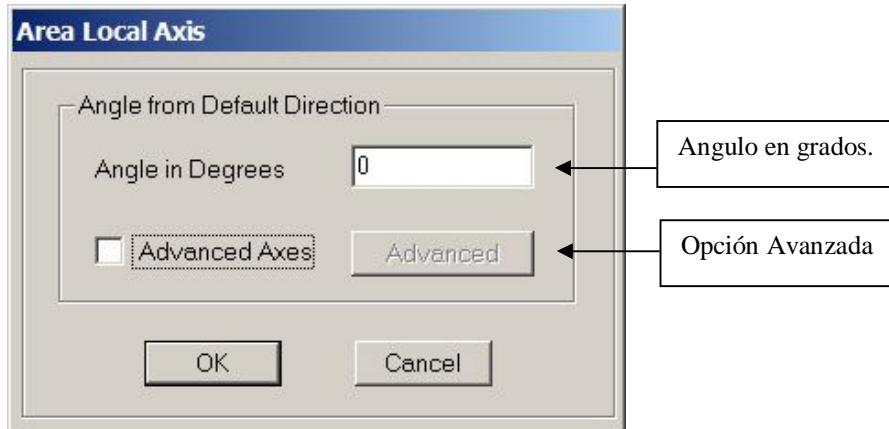


Ejemplo: Consideremos un Área de espesor 0.25 m de manera constante.



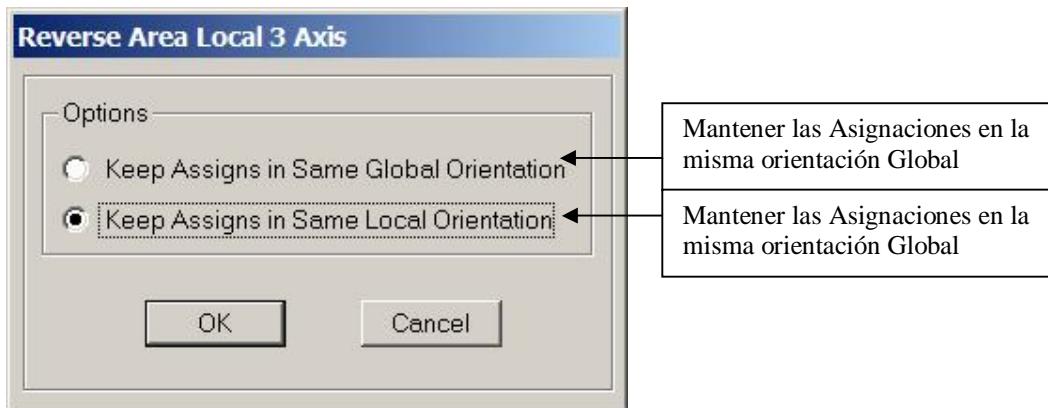
8.5.5. Local Axes:

Modificación de Ejes Locales en elementos de Area. Aplica directamente a Losas, Rampas y Muros.



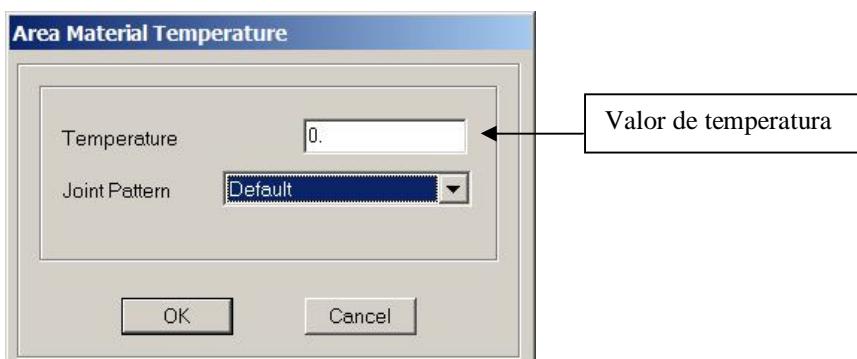
8.5.6. Reverse Local 3:

Revertir el eje local 3 en elementos de Area. Aplica directamente a Losas, Rampas y Muros.



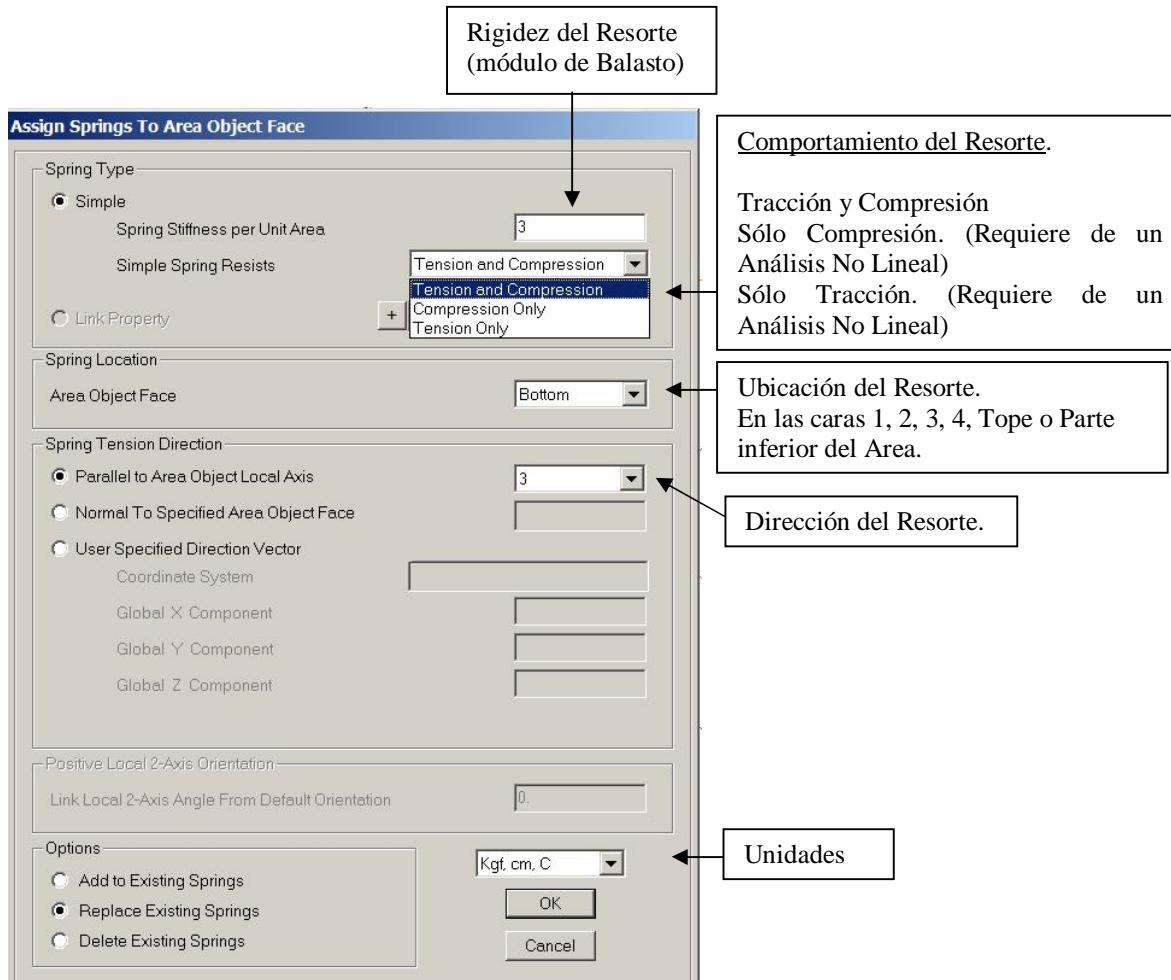
8.5.7. Material Temperatures:

Asignar Cambios de temperatura en elementos de Area. Aplica directamente a Losas, Rampas y Muros.



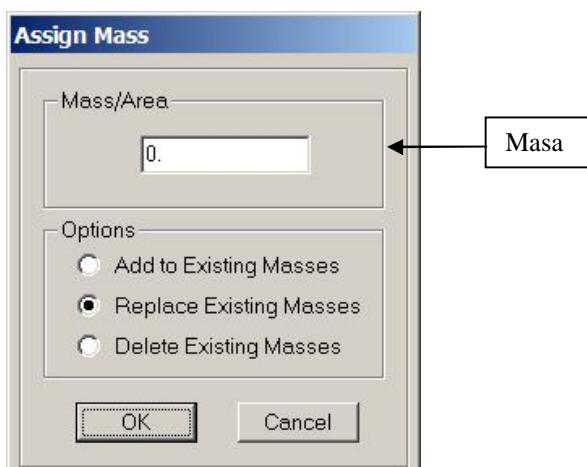
8.5.8. Area Springs:

Asignar Resortes a elementos de Area. Aplica directamente a Losas, Rampas y Muros.

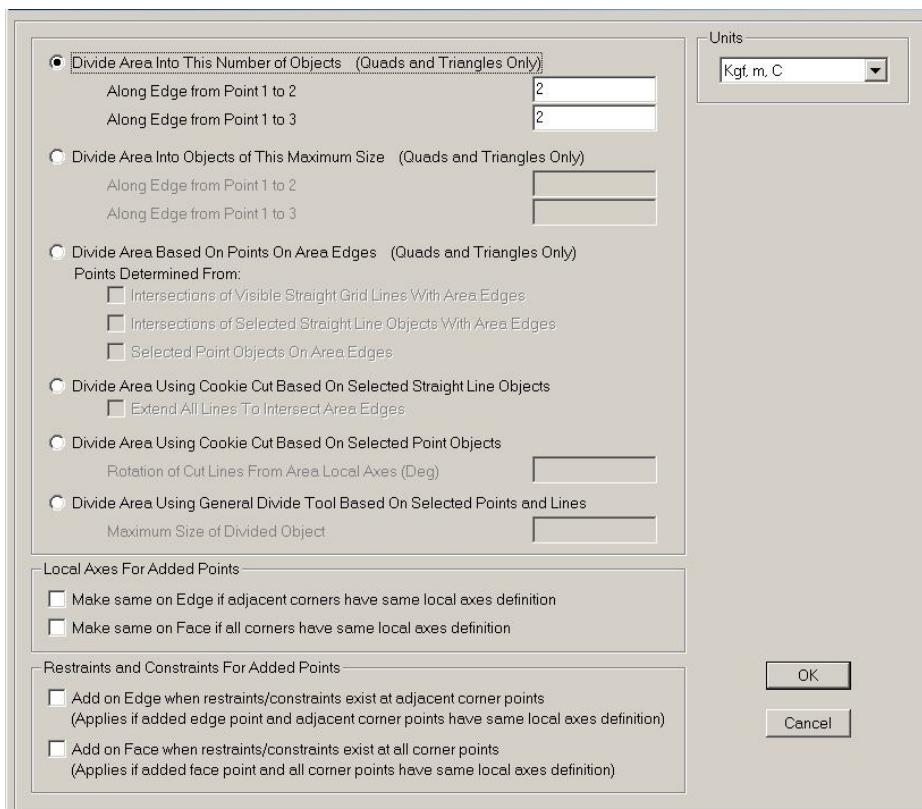


8.5.9. Area Mass:

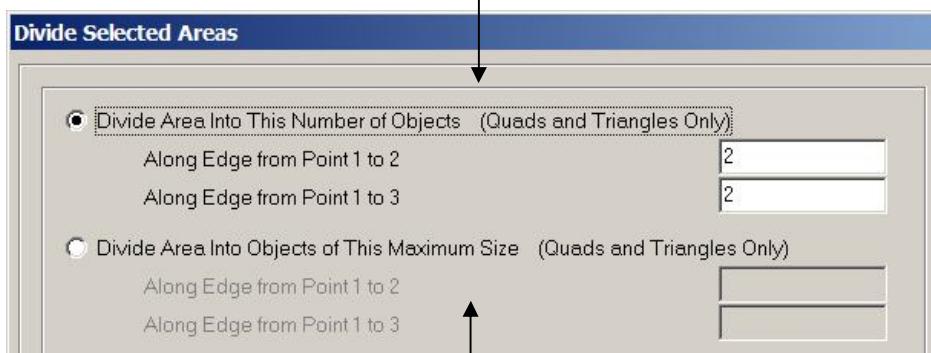
Asignar Masas a elementos de Area. Aplica directamente a Losas, Rampas y Muros.



8.5.10. Automatic Area Mesh: *Dividir Areas de forma Automática (Mallas Internas)*.



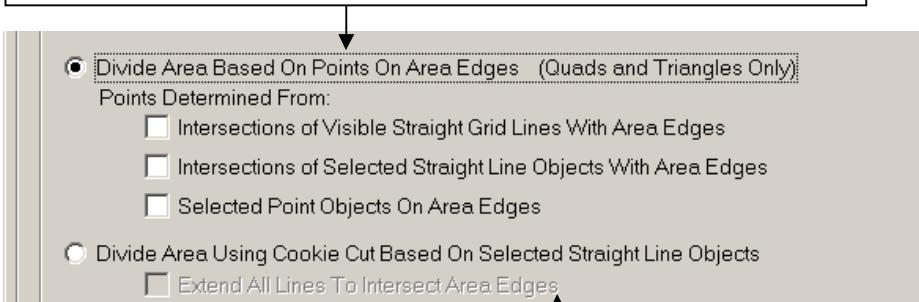
Dividir Areas indicando un número de objetos a generar en ambas direcciones locales entre los puntos 1-2 y 1-3.



Dividir Areas indicando un tamaño máximo de cada objeto a generar en ambas direcciones locales entre los puntos 1-2 y 1-3.

Dividir el área en cuadrados y triángulos tomando en cuenta:

- a) Intersección de las líneas de Grid Visibles con los ejes de las áreas.
- b) Intersección de los objetos lineales seleccionados con los ejes de las áreas
- c) Los Puntos seleccionados sobre las áreas.

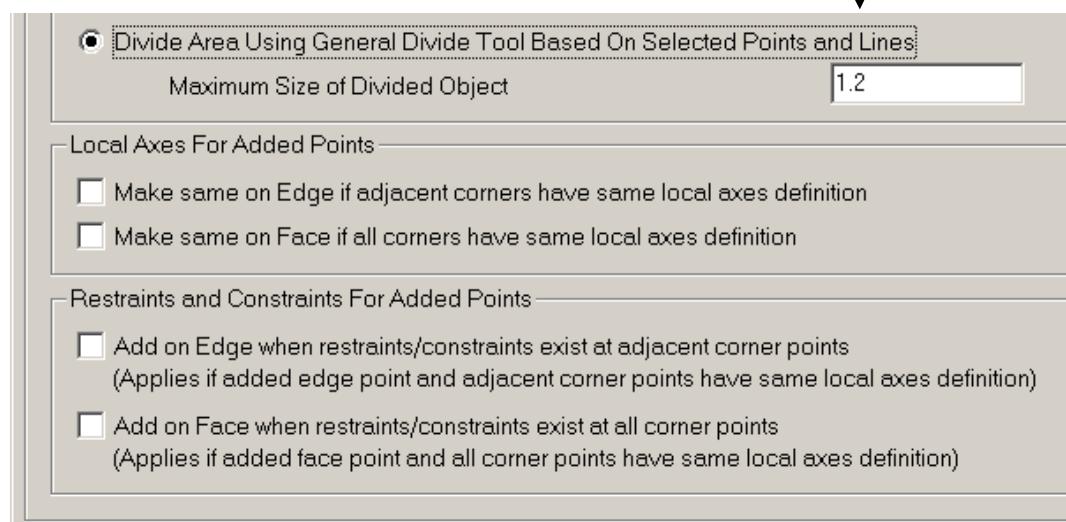


Dividir Areas a través de un corte basado en los objetos lineales seleccionados

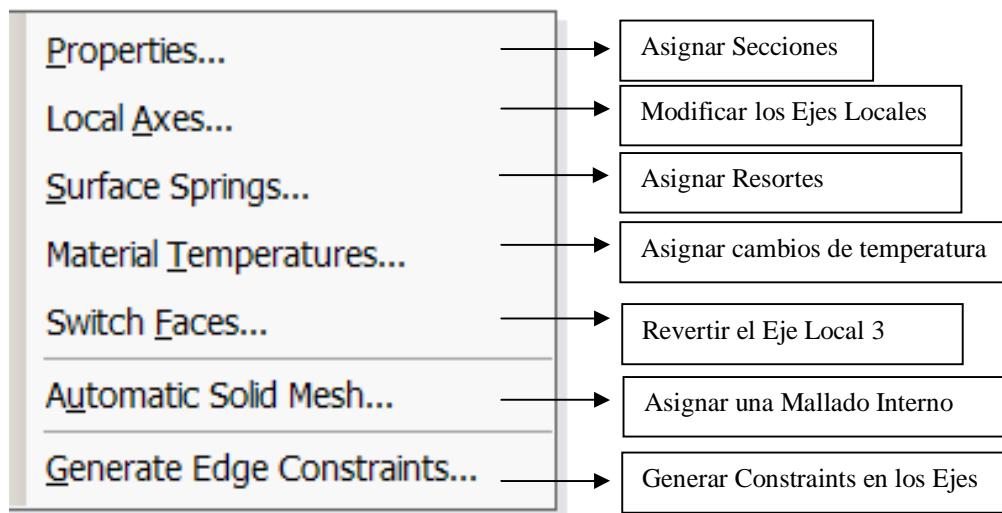


Dividir Areas a través de un corte basado en los puntos seleccionados aplicando un ángulo de rotación respecto a los ejes locales.

Dividir Areas usando un criterio general basado en la selección de puntos y líneas con un tamaño máximo de cada elemento de área a generar en la discretización.

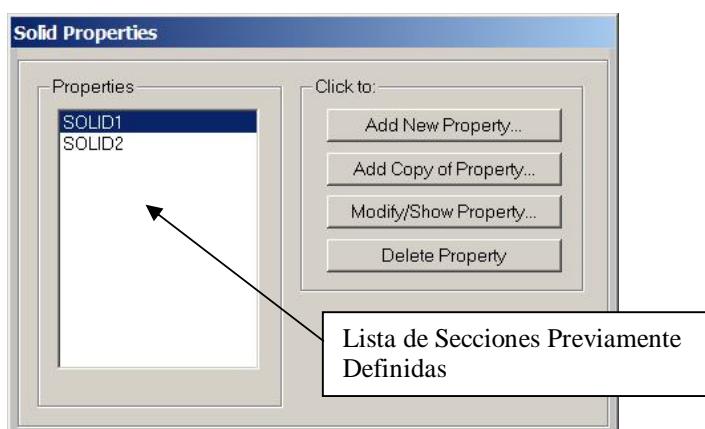


8.6. Solid: Asignar Propiedades a Elementos Sólidos.



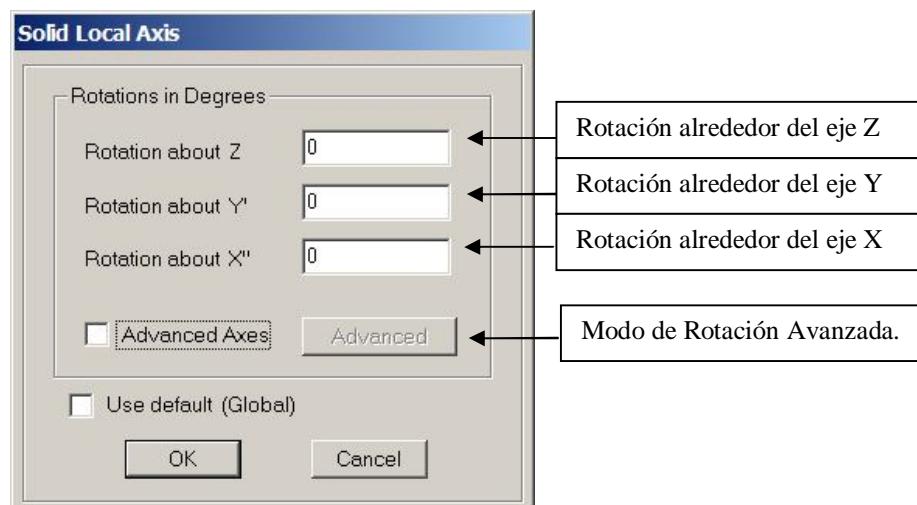
8.6.1. Properties:

Permite asignar secciones a elementos Sólidos.



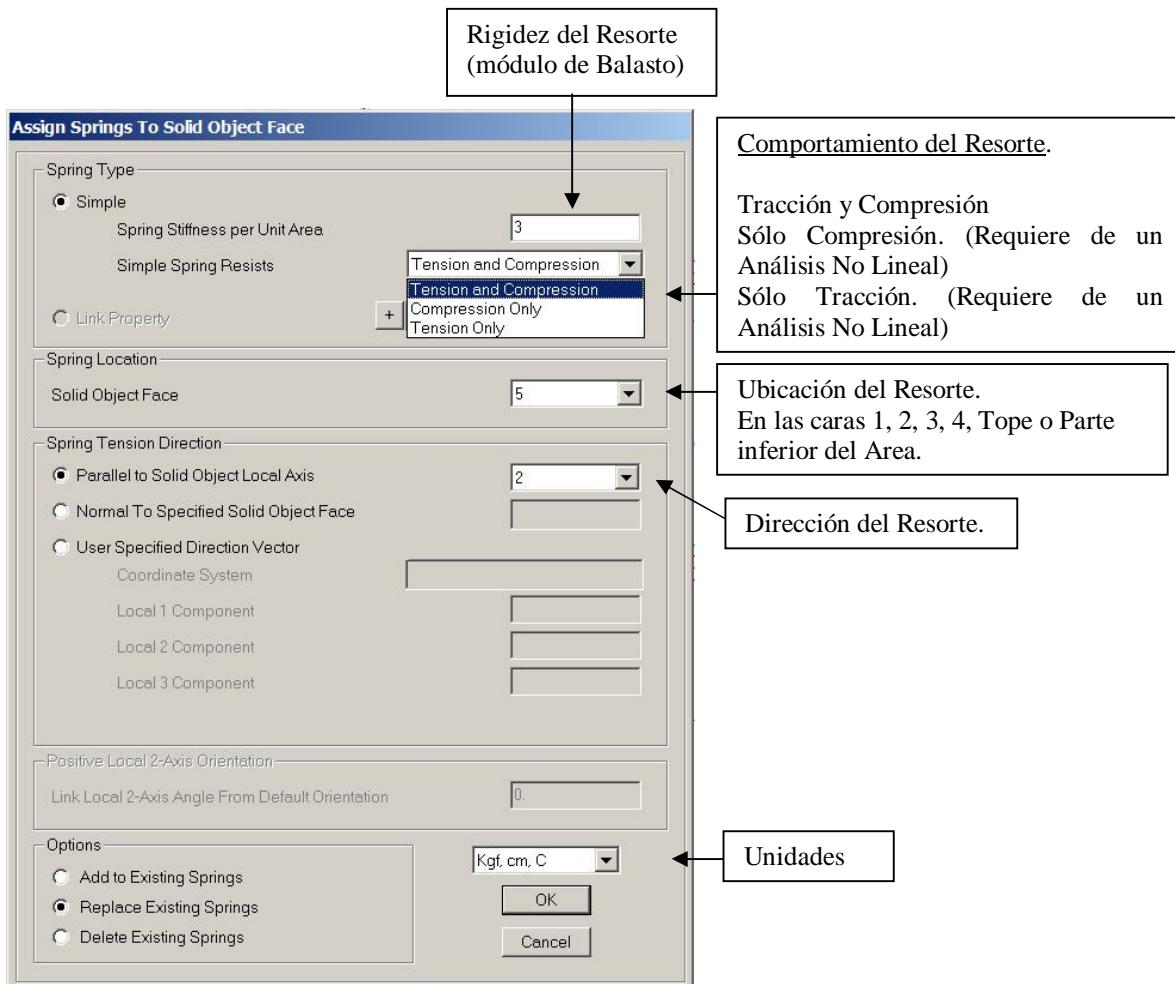
8.6.2. Local Axes:

Permite modificar los Ejes Locales a elementos Sólidos.



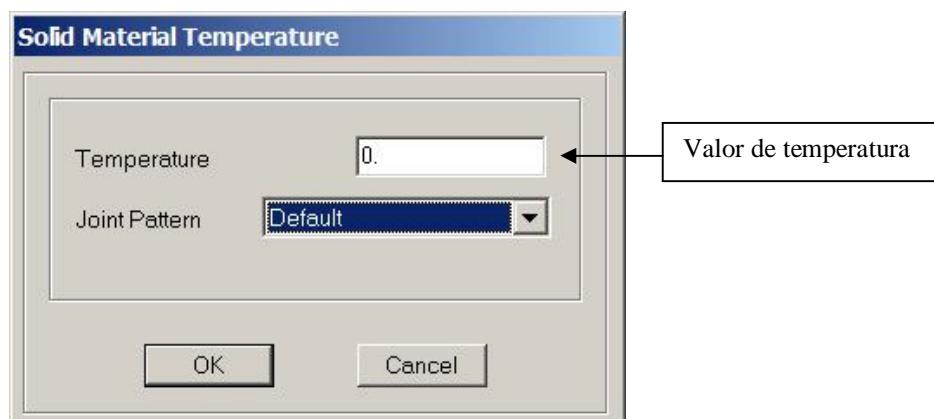
8.6.3. Surface Spring:

Permite asignar Resortes de superficie a elementos Sólidos.



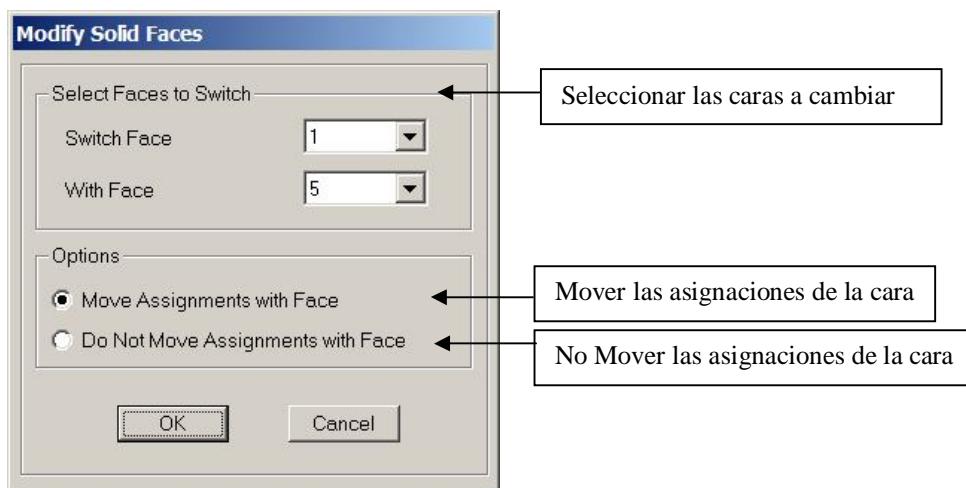
8.6.4. Material Temperatures:

Asignar Cambios de temperatura en elementos sólidos.



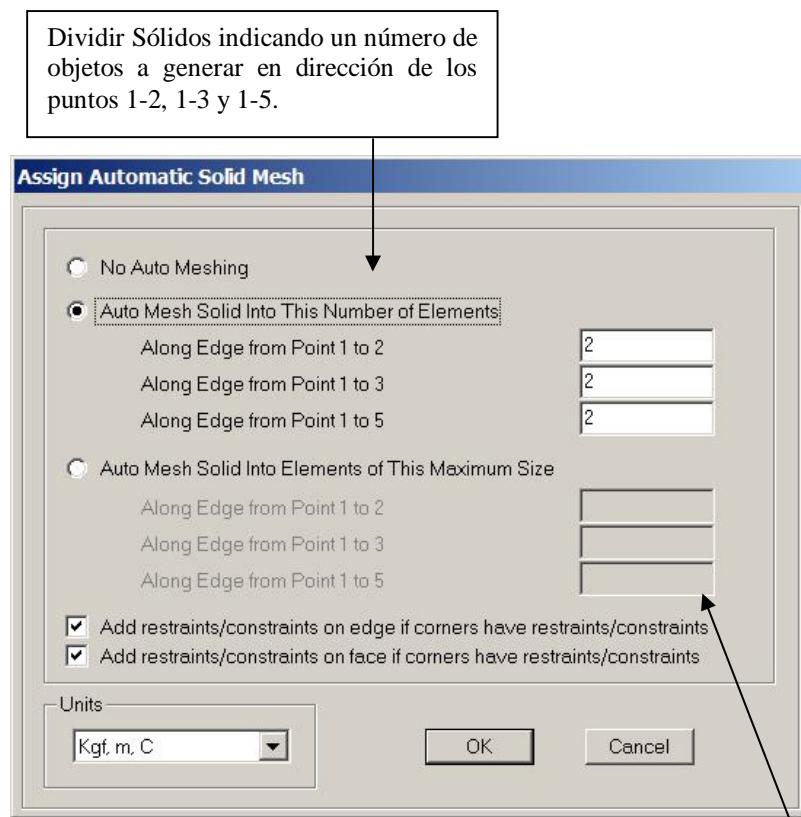
8.6.5. Switch Faces:

Asignar Cambios de temperatura en elementos sólidos.



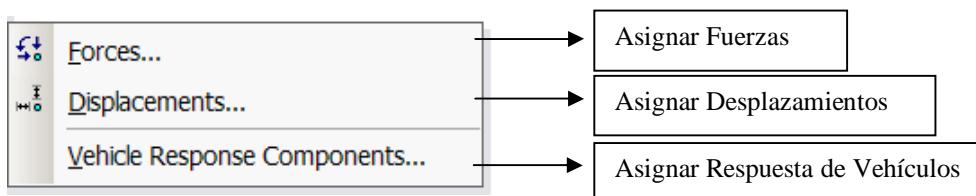
8.6.6. Automatic Solid Mesh:

Asignar Cambios de temperatura en elementos sólidos.

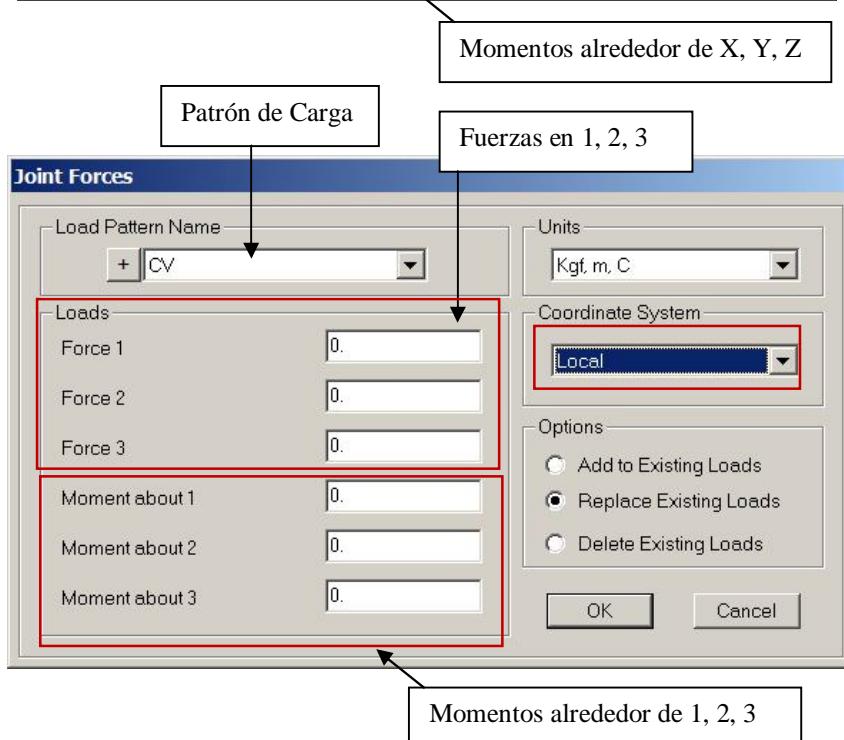
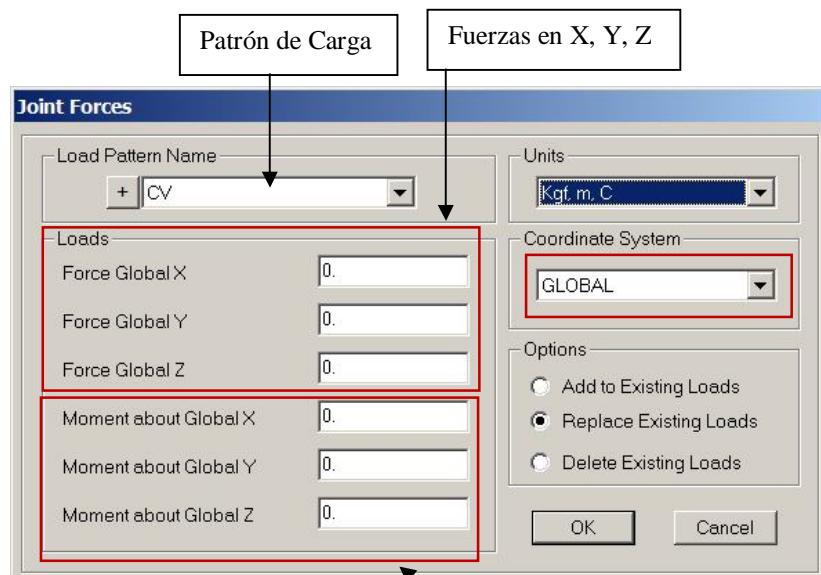


Dividir Sólidos indicando un tamaño máximo de los objetos a generar en dirección de los puntos 1-2, 1-3 y 1-5.

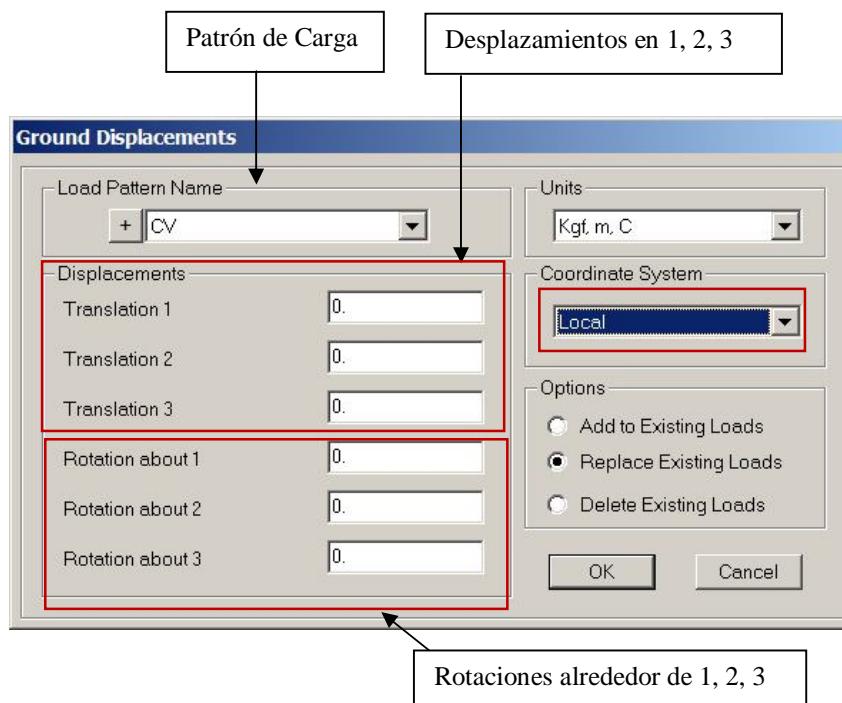
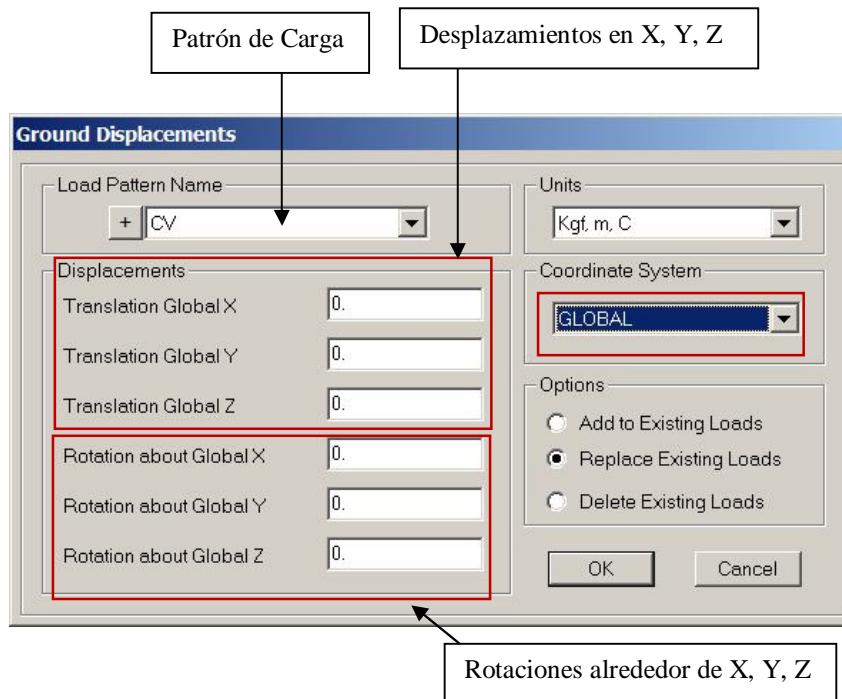
8.7. Joint Loads: Asignar Cargas a Juntas.



8.7.1. Forces: Asignar fuerzas en Juntas.



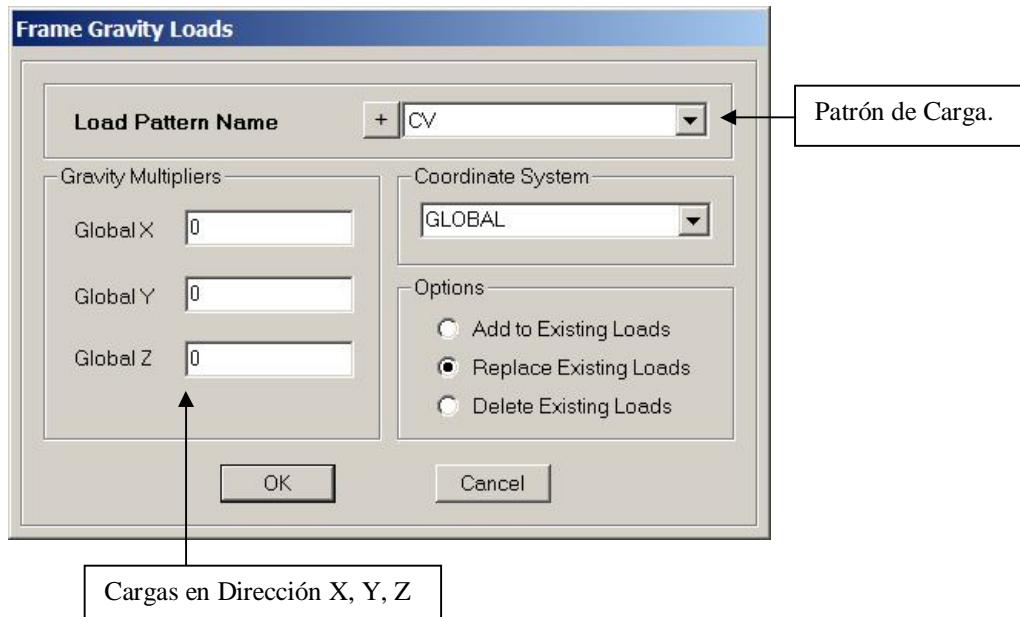
8.7.2. Displacement: Asignar Desplazamientos en Juntas.



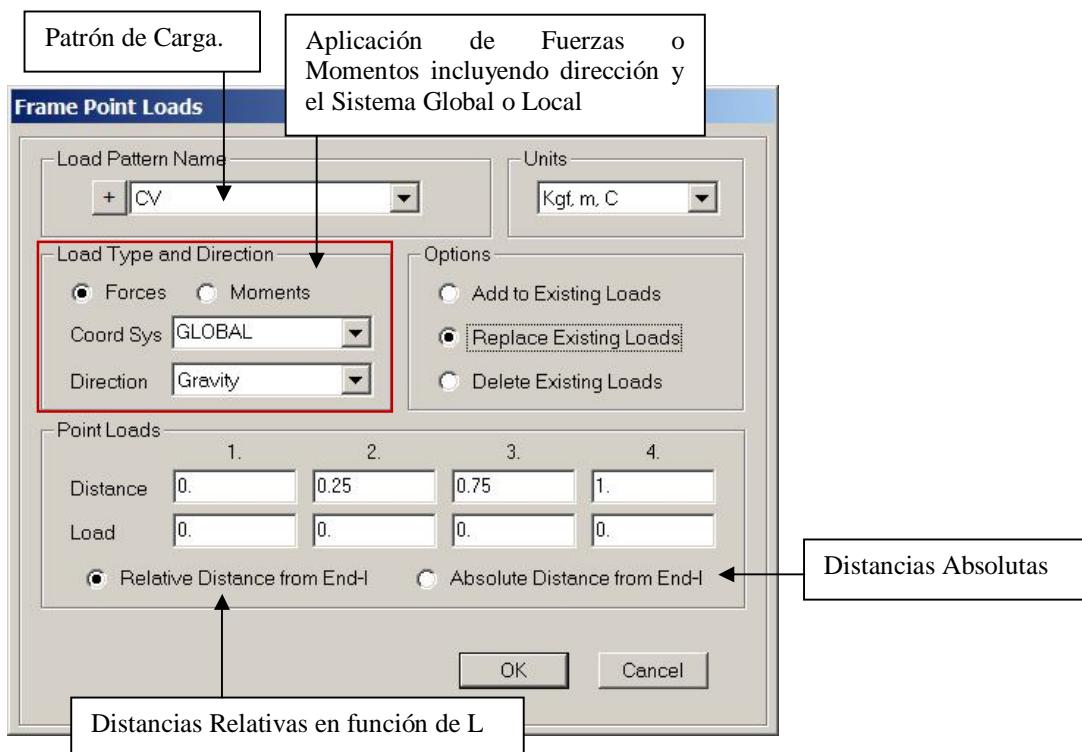
8.8. Frame Loads: Asignar Cargas a Elementos de Pórtico “Frames”

<u>Gravity...</u>	Asignar Cargas en Función a la Gravedad
<u>Point...</u>	Asignar Cargas Puntuales.
<u>Distributed...</u>	Asignar Cargas Distribuidas.
<u>Temperature...</u>	Asignar Cargas de Temperatura.
<u>Strain...</u>	Asignar Deformaciones generales.
<u>Deformation...</u>	Asignar Deformaciones Axiales.
<u>Target Force...</u>	Asignar Patrones de Carga “Axial ”
<u>Auto Wave Loading Parameters...</u>	Asignar parámetros de cargas por ondas.
<u>Open Structure Wind Parameters...</u>	Asignar parámetros del Viento.
<u>Vehicle Response Components...</u>	Asignar Componentes de Respuesta de Vehículos

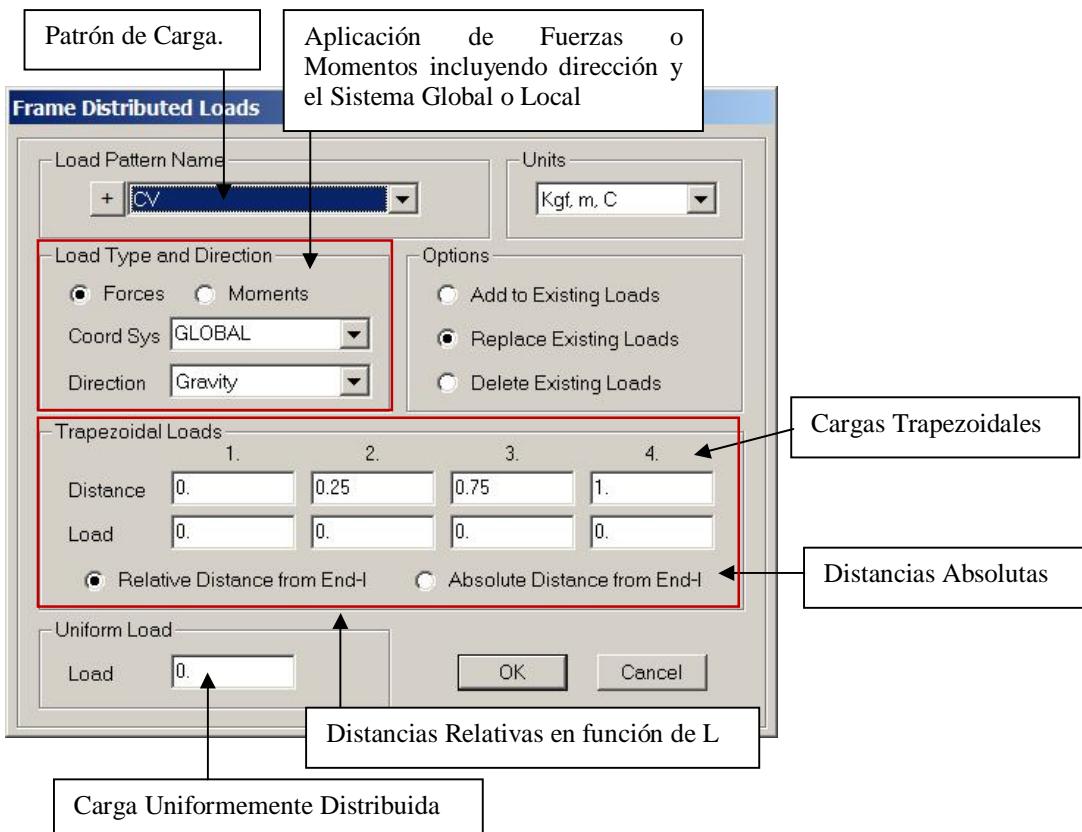
8.8.1. Gravity: Asignar Cargas en Función a la Gravedad.



8.8.2. Points: Asignar Cargas Puntuales.



8.8.3. Distributed: Asignar Cargas Distribuidas.



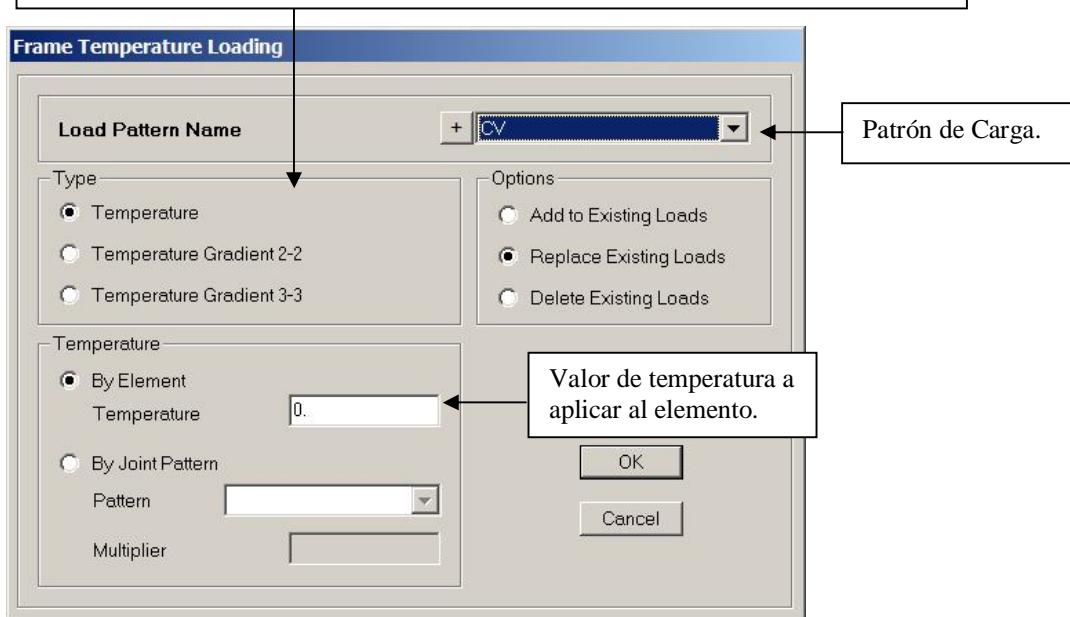
8.8.4. Temperature: Asignar Cargas de temperatura.

Tipo de Aplicación de la Carga.

Temperature: Cambio de Temperatura en forma General.

Temperature Gradient 2-2: Cambio de Temperatura respecto a los ejes locales 2-2

Temperature Gradient 3-3: Cambio de Temperatura respecto a los ejes locales 3-3



8.9. Cable Loads: Asignar Cargas a Cables.

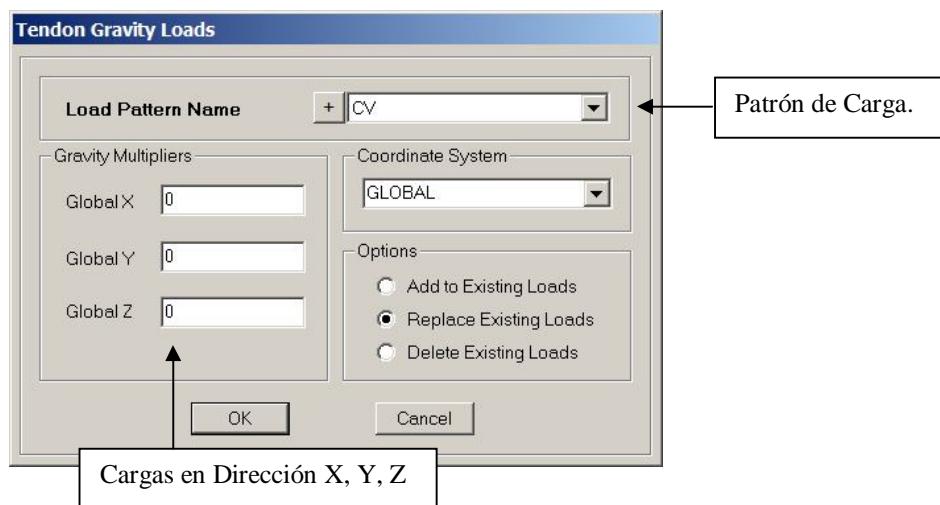
<u>Gravity...</u>	→ Asignar Cargas en Función a la Gravedad
<u>Distributed...</u>	→ Asignar Cargas Distribuidas.
<u>Temperature...</u>	→ Asignar Cargas de Temperatura.
<u>Strain...</u>	→ Asignar Deformaciones generales.
<u>Deformation...</u>	→ Asignar Deformaciones Axiales.
<u>Target Force...</u>	→ Asignar Patrones de Carga “Axial”
<u>Vehicle Response Components...</u>	→ Asignar Componentes de Respuesta de Vehículos

NOTA: La Aplicación de cargas en cables se hace de la misma forma que lo presentado para elementos de pórtico tipo “Frame”.

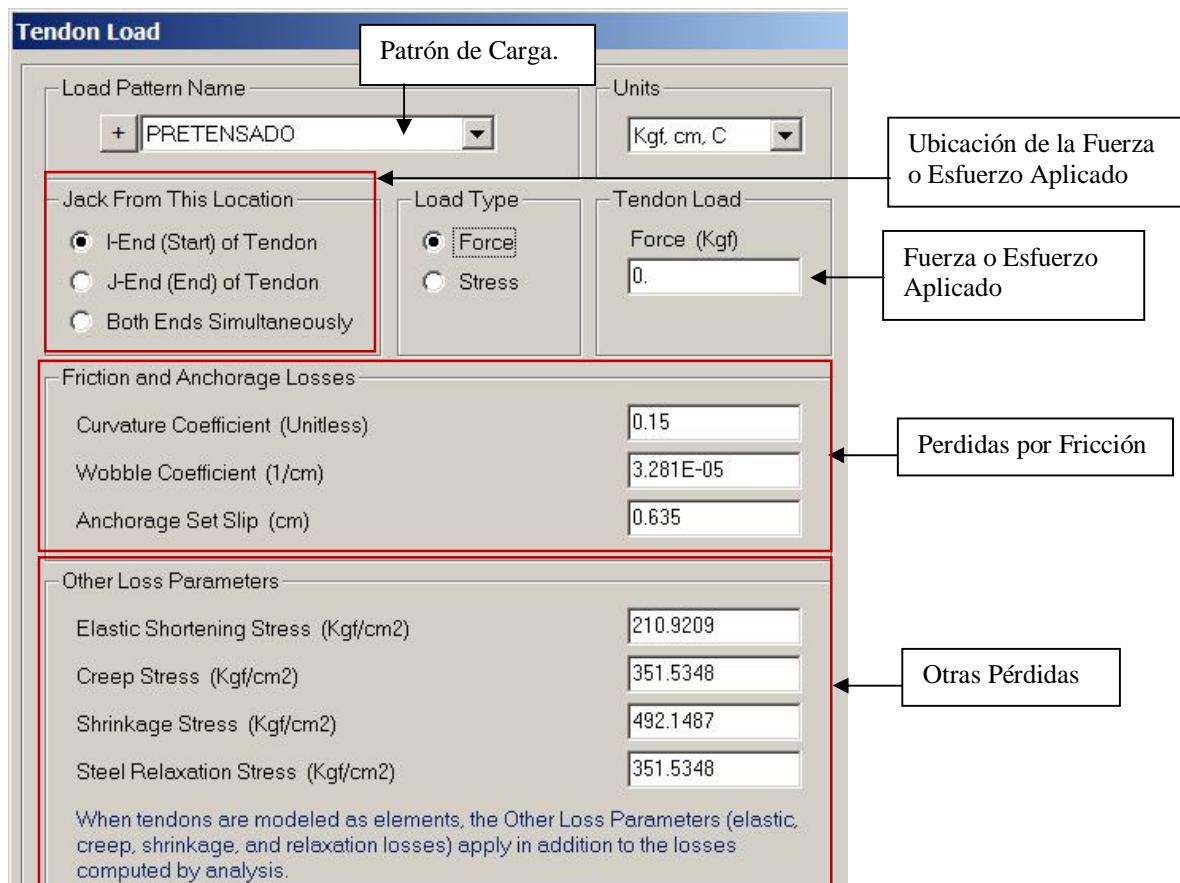
8.10. Tendon Loads: Asignar Cargas a Guayas.

<u>Gravity...</u>	→ Asignar Cargas en Función a la Gravedad
<u>Tendon Force/Stress...</u>	→ Asignar Fuerzas o Esfuerzos.
<u>Temperature...</u>	→ Asignar Cargas de Temperatura.
<u>Strain...</u>	→ Asignar Deformaciones generales.
<u>Deformation...</u>	→ Asignar Deformaciones Axiales.
<u>Target Force...</u>	→ Asignar Patrones de Carga “Axial”
<u>Vehicle Response Components...</u>	→ Asignar Componentes de Respuesta de Vehículos

8.10.1. Gravity: Asignar Cargas en Función a la Gravedad.



8.10.2. Tendon Forces/Stress: Asignar Cargas o Esfuerzos a Guayas.

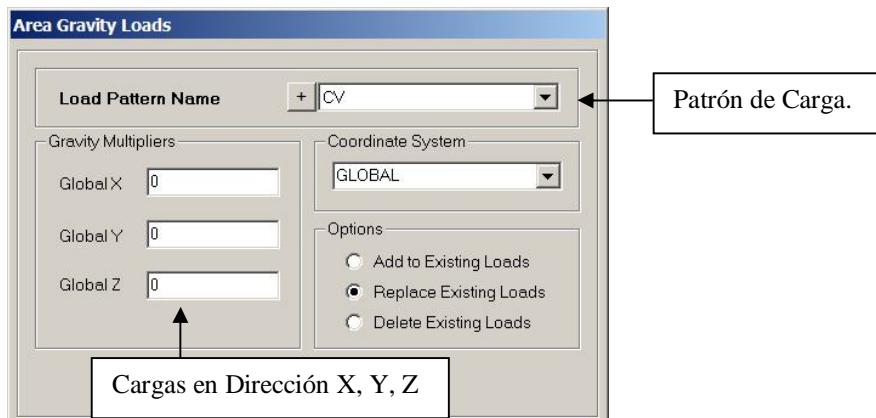


NOTA: La Aplicación de las demás cargas en Guayas se hace de la misma forma que lo presentado para elementos de pórtico tipo "Frame".

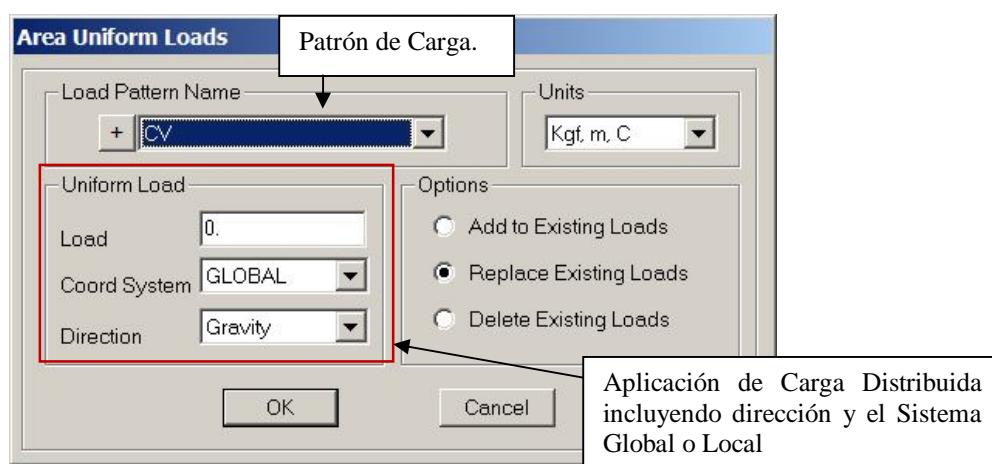
8.11. Area Loads: Asignar Cargas a Elementos de Área

<u>Gravity (All)...</u>	→ Asignar Cargas en Función a la Gravedad
<u>Uniform (Shell)...</u>	→ Asignar Uniformemente Distribuidas
<u>Uniform to Frame (Shell)...</u>	→ Asignar Cargas Distribuidas a elementos Frame
<u>Surface Pressure (All)...</u>	→ Asignar Cargas de presión superficial.
<u>Pore Pressure (Plane, Asolid)...</u>	→ Asignar Cargas por presión de Poros.
<u>Temperature (All)...</u>	→ Asignar Cargas de temperatura.
<u>Strain (All)...</u>	→ Asignar Deformaciones
<u>Rotate (Asolid)...</u>	→ Asignar cargas
<u>Wind Pressure Coefficients (Shell)...</u>	→ Asignar Coeficientes de presión de viento
<u>Vehicle Response Components (All)...</u>	→ Asignar Componentes de Respuesta de Vehículos

8.11.1. Gravity: Asignar Cargas en Función a la Gravedad.

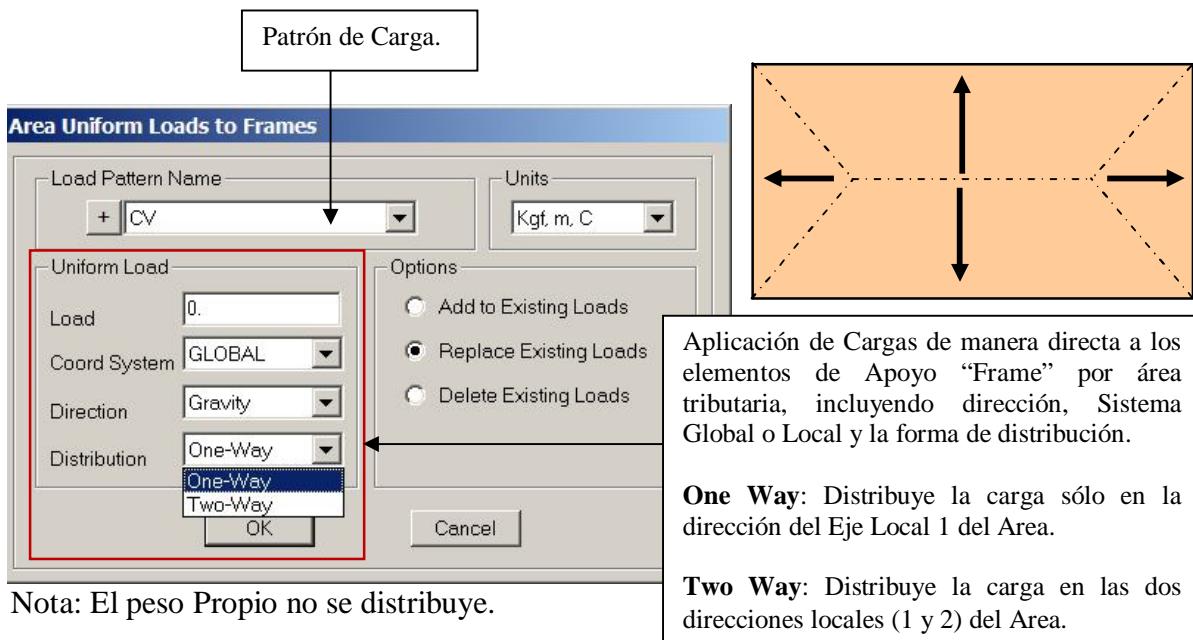


8.11.2. Uniform (Shell): Asignar Cargas uniformemente distribuidas.



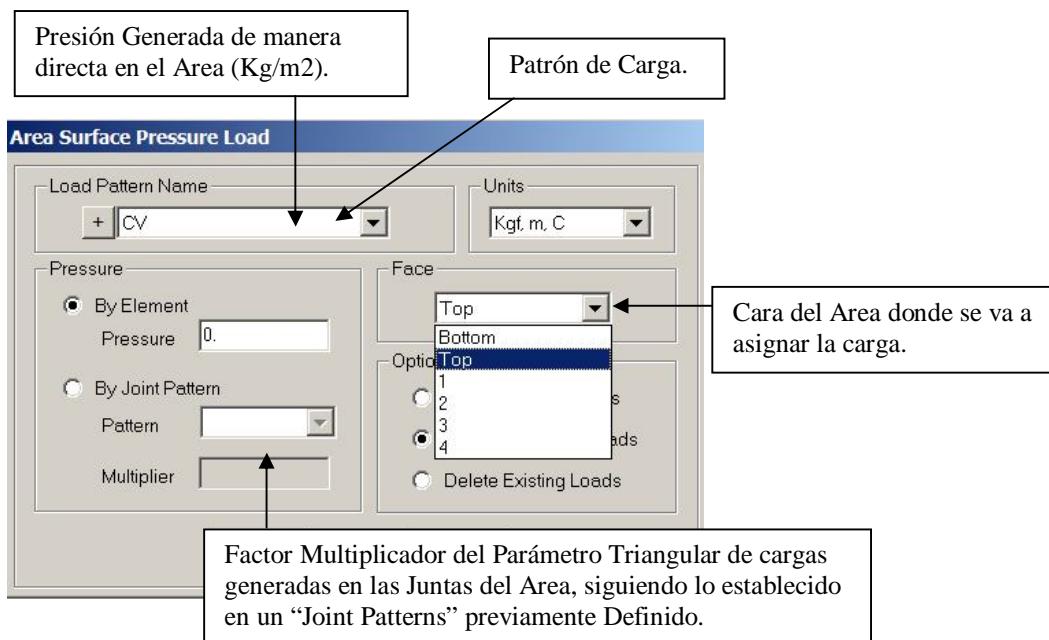
8.11.3. Uniform to Frame (Shell):

Asignar Cargas directamente a los elementos de Apoyo “Frames” por el método de Ancho Tributario a base rectángulos, triángulos y trapecios, según la forma del objeto de Area.



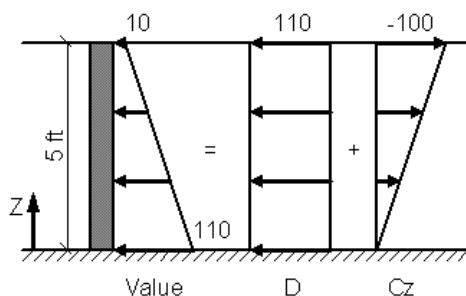
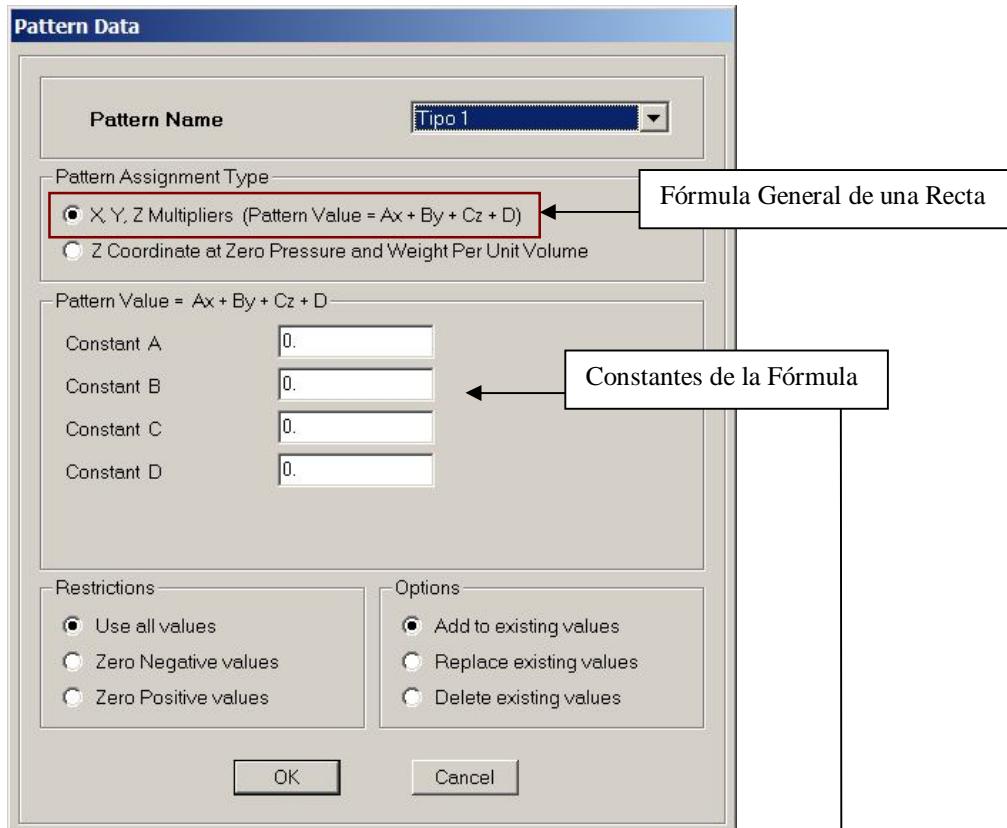
8.11.4. Surface Pressure (All):

Asignar Cargas directamente a los elementos de Apoyo “Frames” por el método de Ancho Tributario a base rectángulos, triángulos y trapecios según la forma del objeto de Area.



8.12. Joint Patterns: Patrón de Juntas. Permite Establecer una distribución de carga de forma Triangular para contemplar presión de líquidos y tierra.

Opción 1.

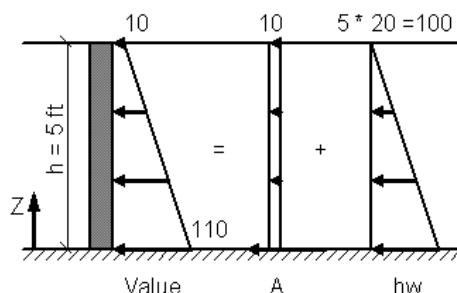
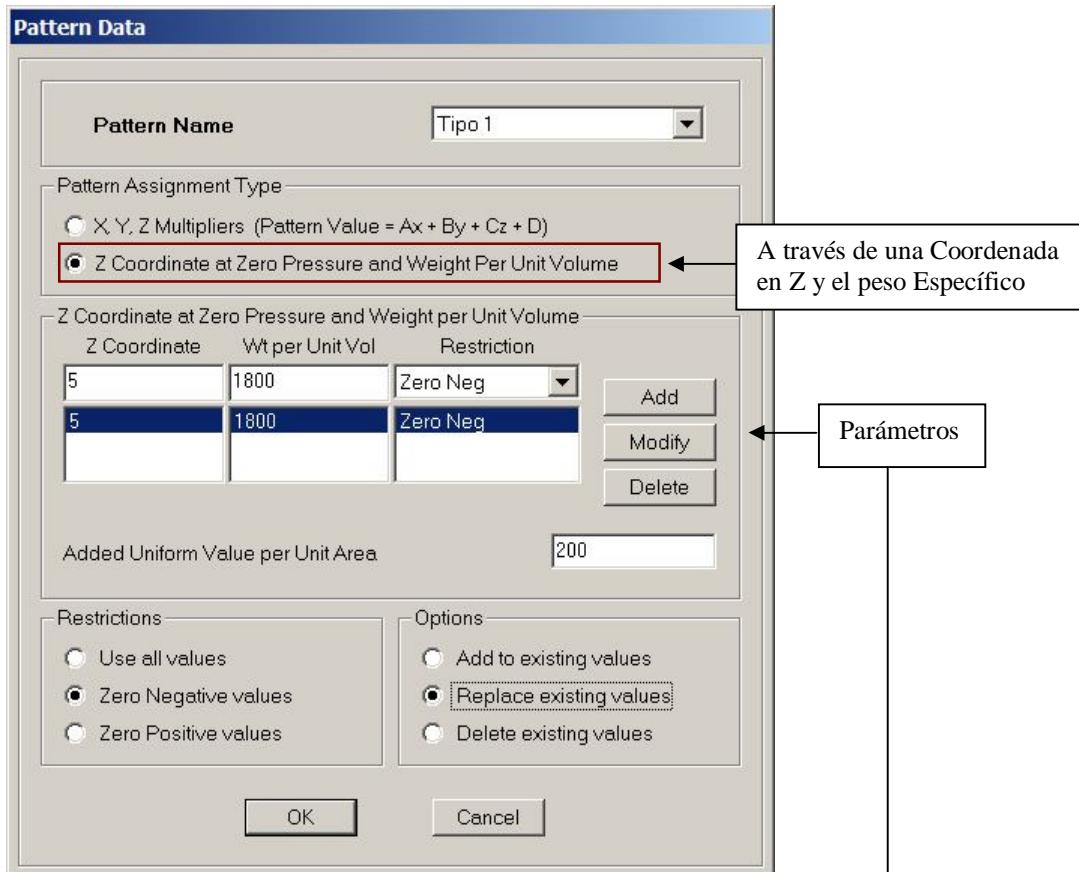


The dialog box shows the calculated values for the pattern:

Pattern Value = Ax + By + Cz + D

Constant A	0.
Constant B	0.
Constant C	-20
Constant D	110

Opción 2.



Z Coordinate at Zero Pressure and Weight per Unit Volume		
Z Coordinate	Wt per Unit Vol	Restriction
5	20	Zero Neg
5	20	Zero Neg

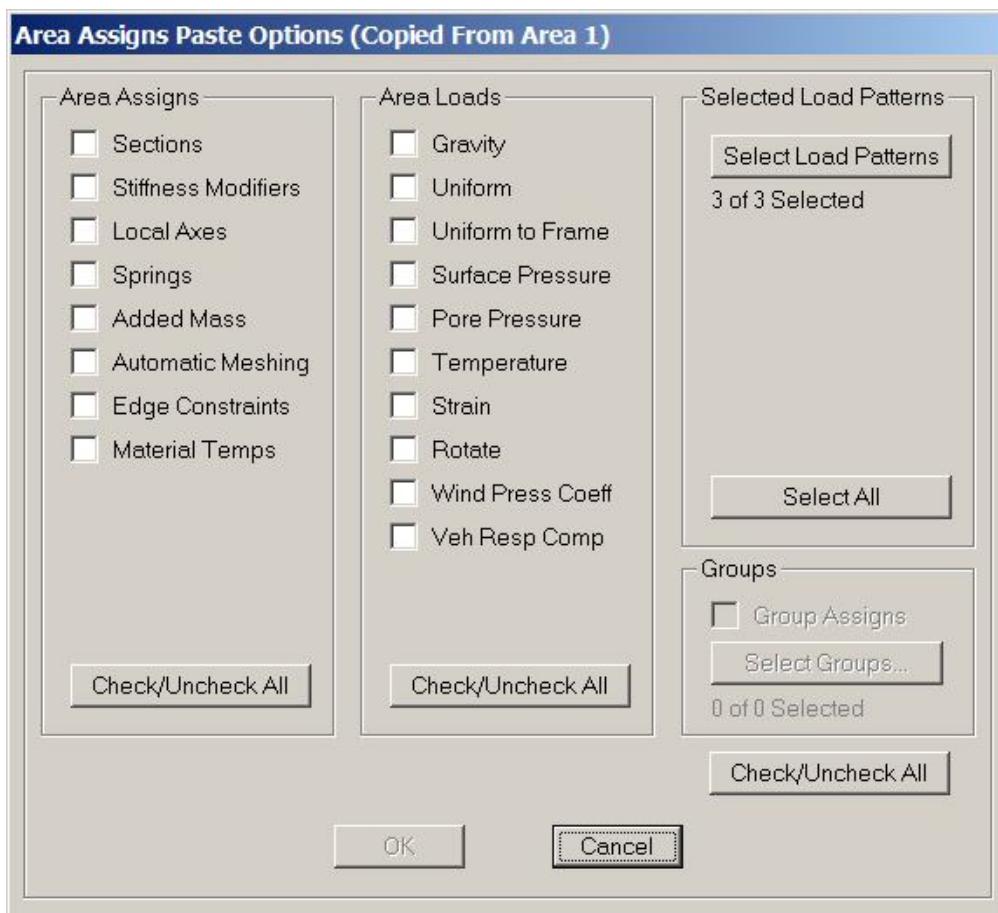
Added Uniform Value per Unit Area: 10

Coordenada Z de la Junta seleccionada de mayor altura.

Peso Específico o Valor Unitario para definir la carga Triangular

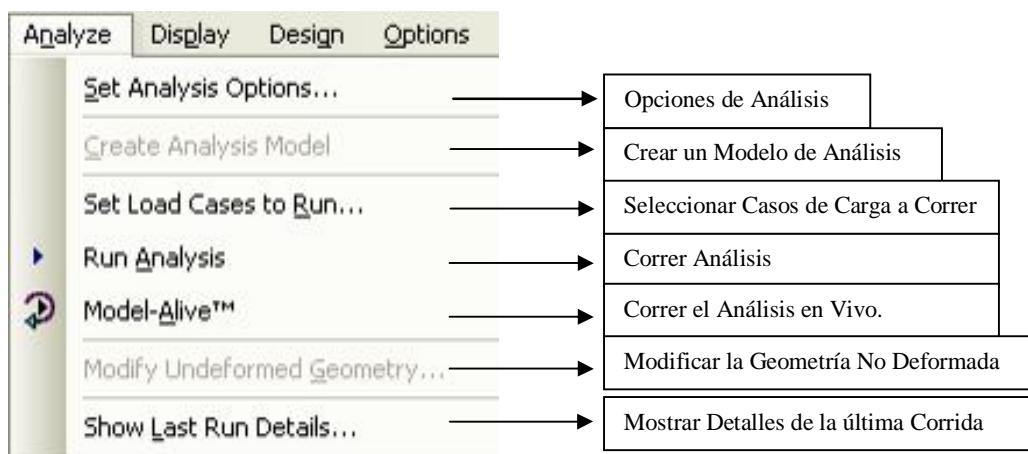
8.13. Copy And Paste Assign: Copiar y pegar Asignaciones en elementos.

Procedimiento: Se selecciona un determinado Elemento, luego se aplica “**Copy Assign**” y por último se aplica “**Paste Assign**”.

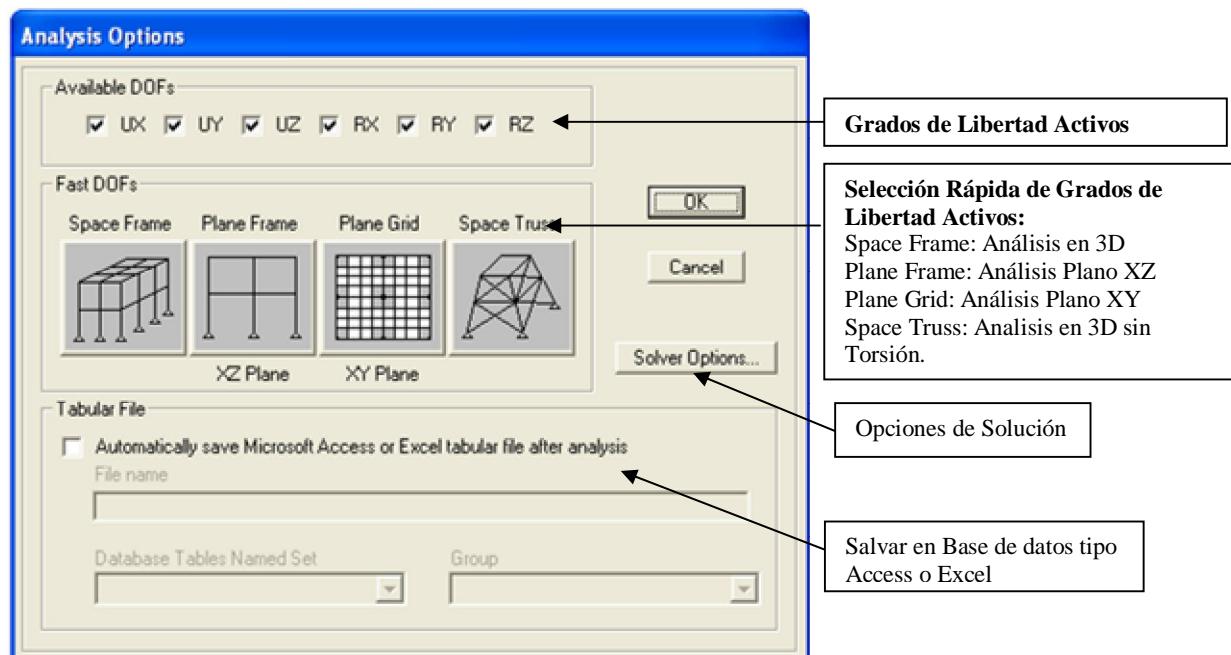


Nota: En este cuadro se selecciona lo que se quiere pegar a un nuevo elemento.

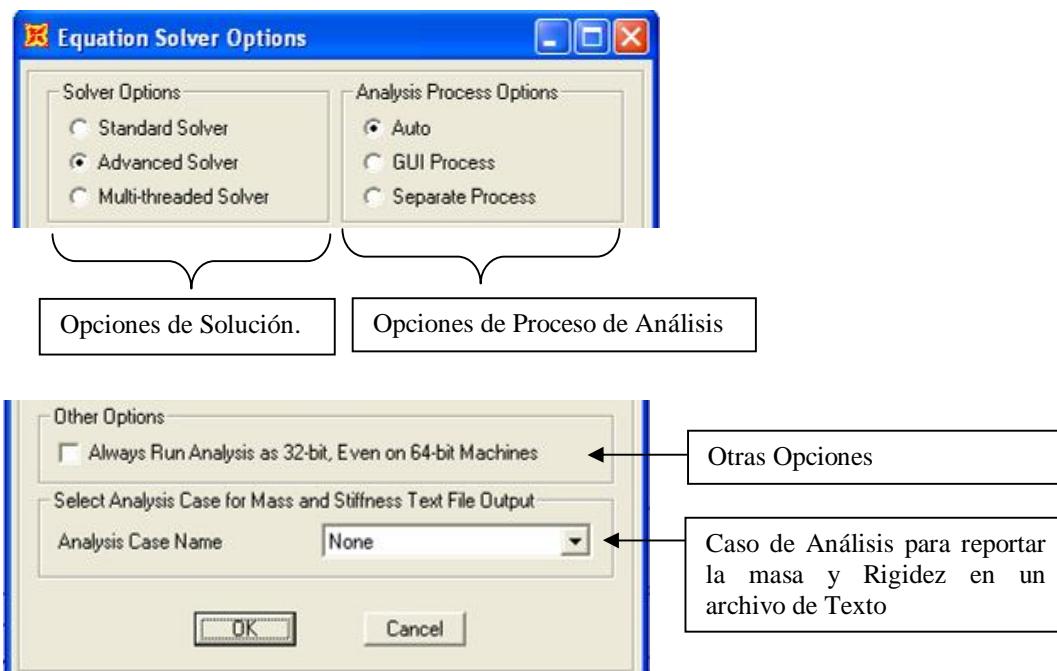
9. Menú Analyse: Analizar.



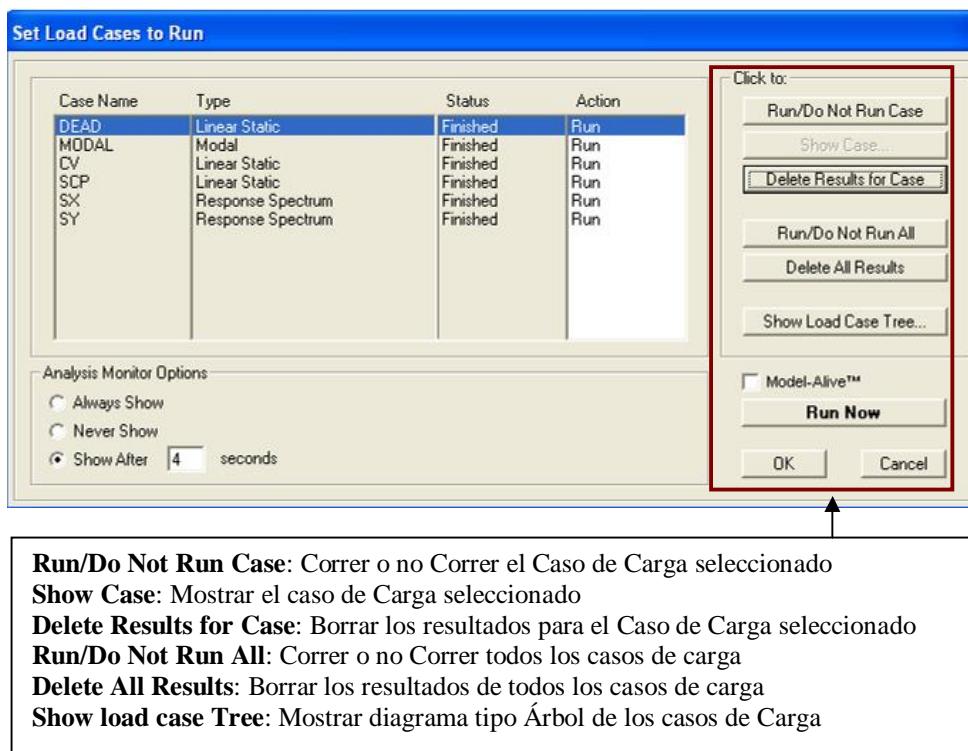
9.1. Set Analysis Options: Opciones de Análisis. Análisis Plano o Espacial. Análisis Dinámico, Efecto P-Delta.



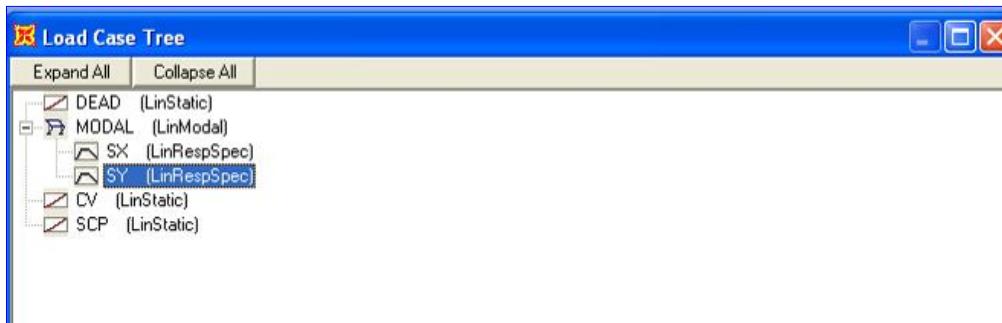
9.2. Solver Options: Opciones de Solución.



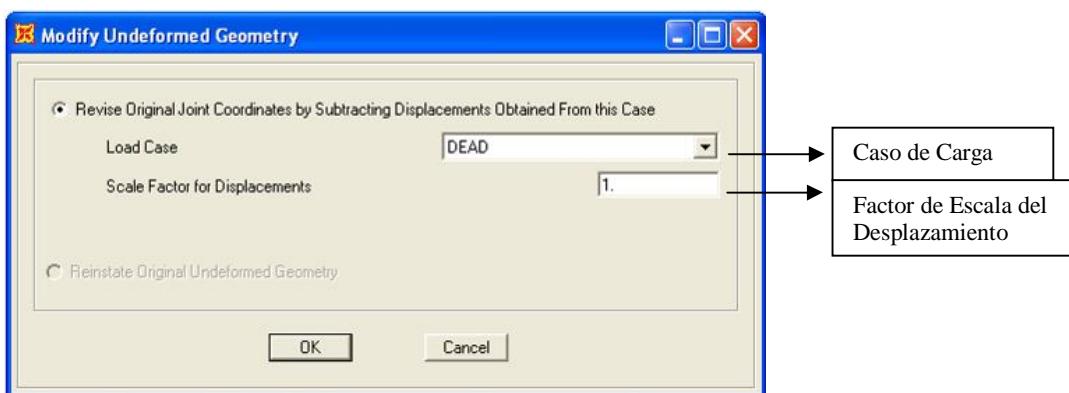
9.3. Set Load Cases to Run: Seleccionar los casos de cargas a correr.



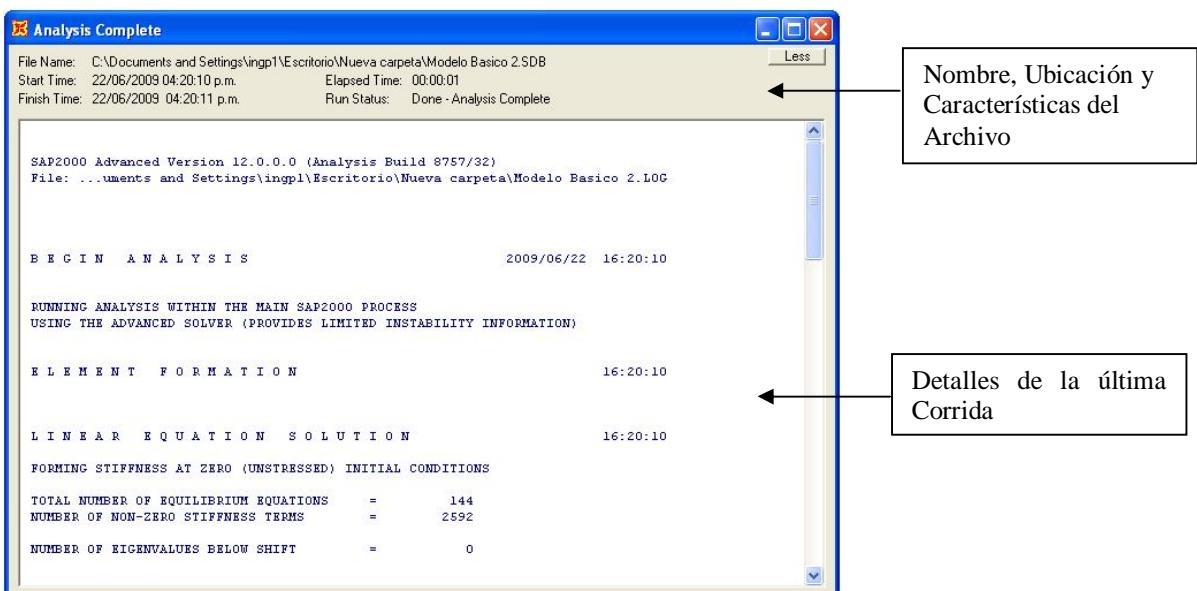
- **Show Load Case Tree:** Mostrar Diagrama Tipo Árbol de los Casos de Carga.



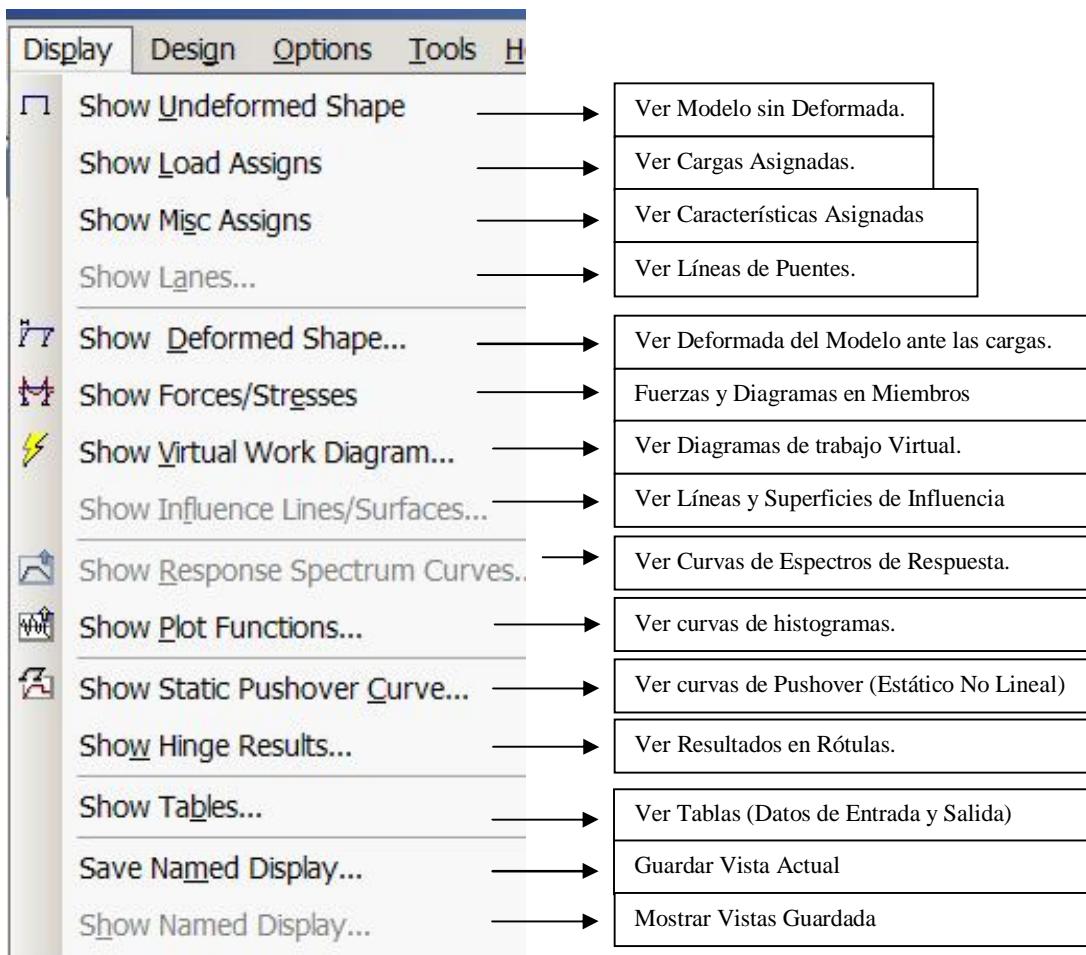
9.4. Modify Undeformed Geometry: Modificar la Geometría No Deformada.



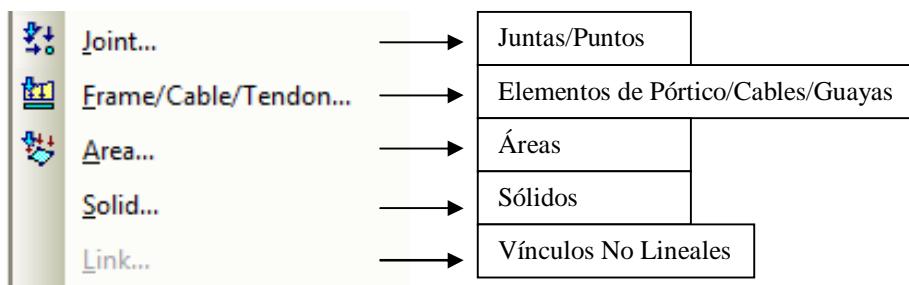
9.5. Show Last Run Detail: Mostrar Detalles de la última Corrida.

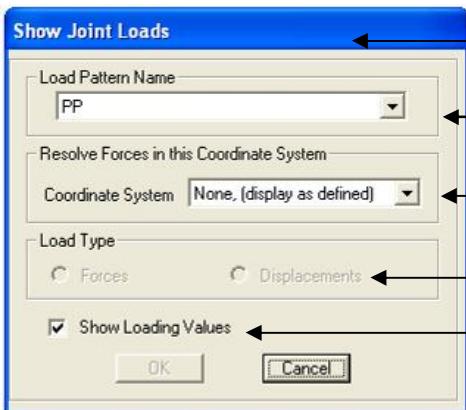
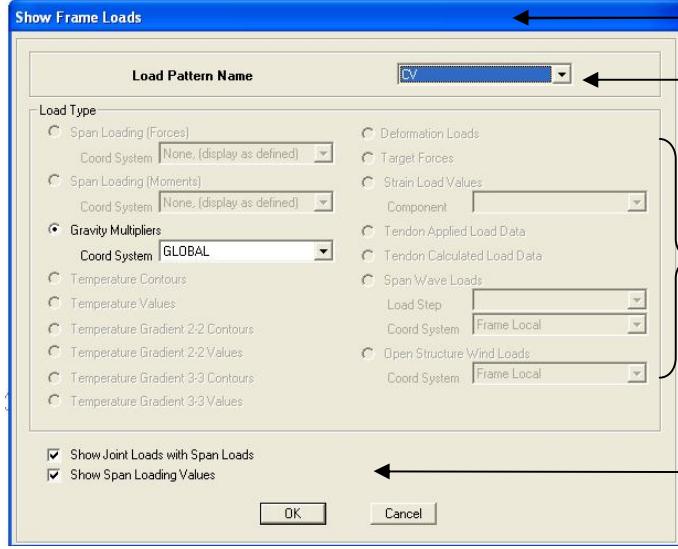
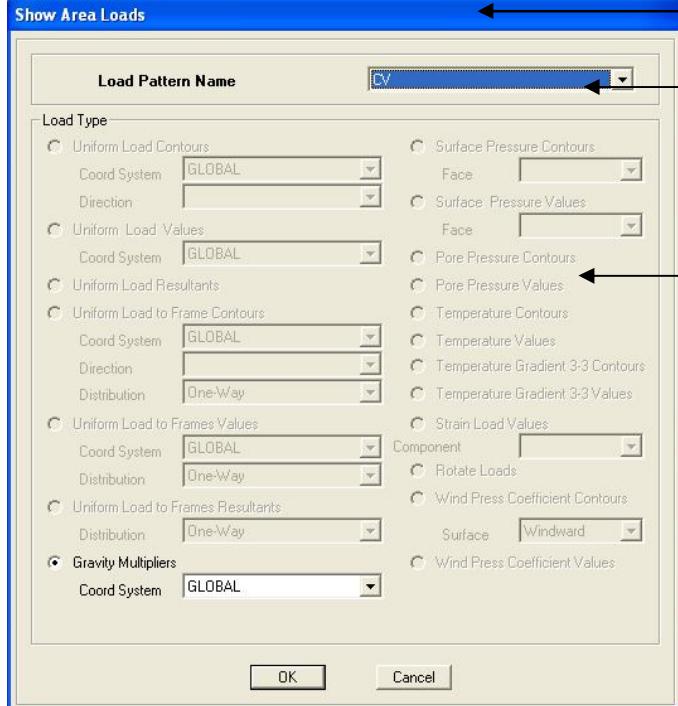


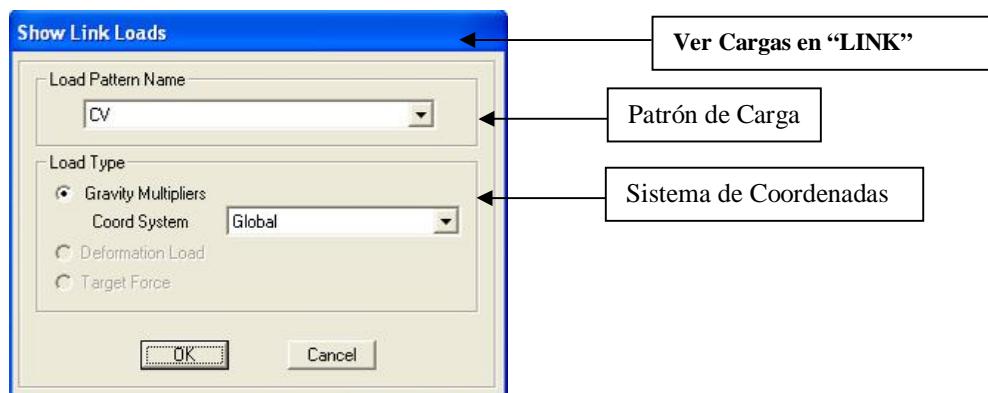
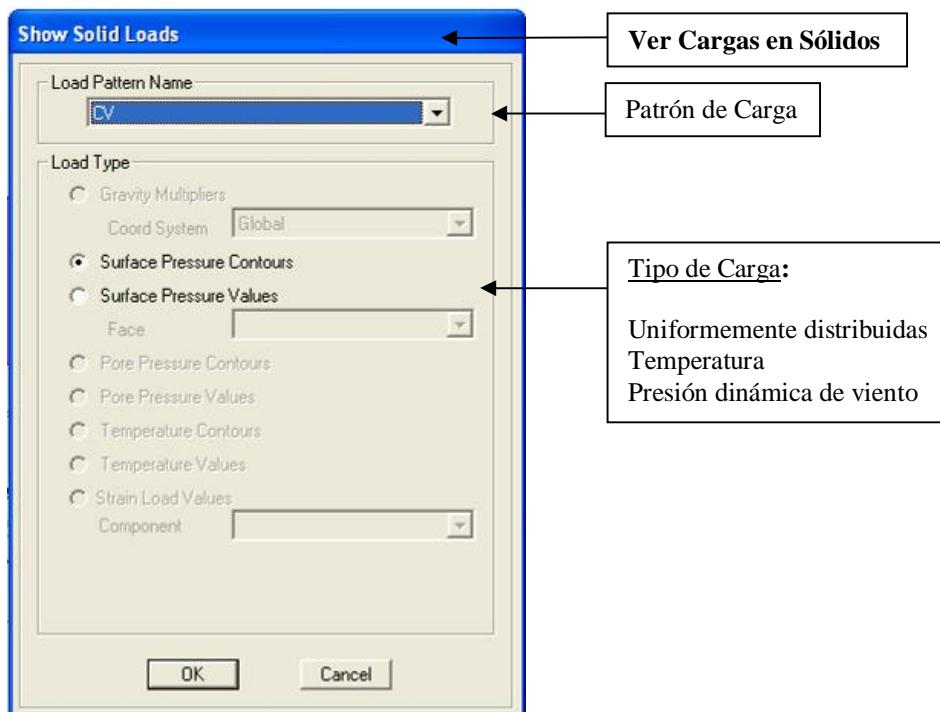
10. Menú Display: Mostrar.



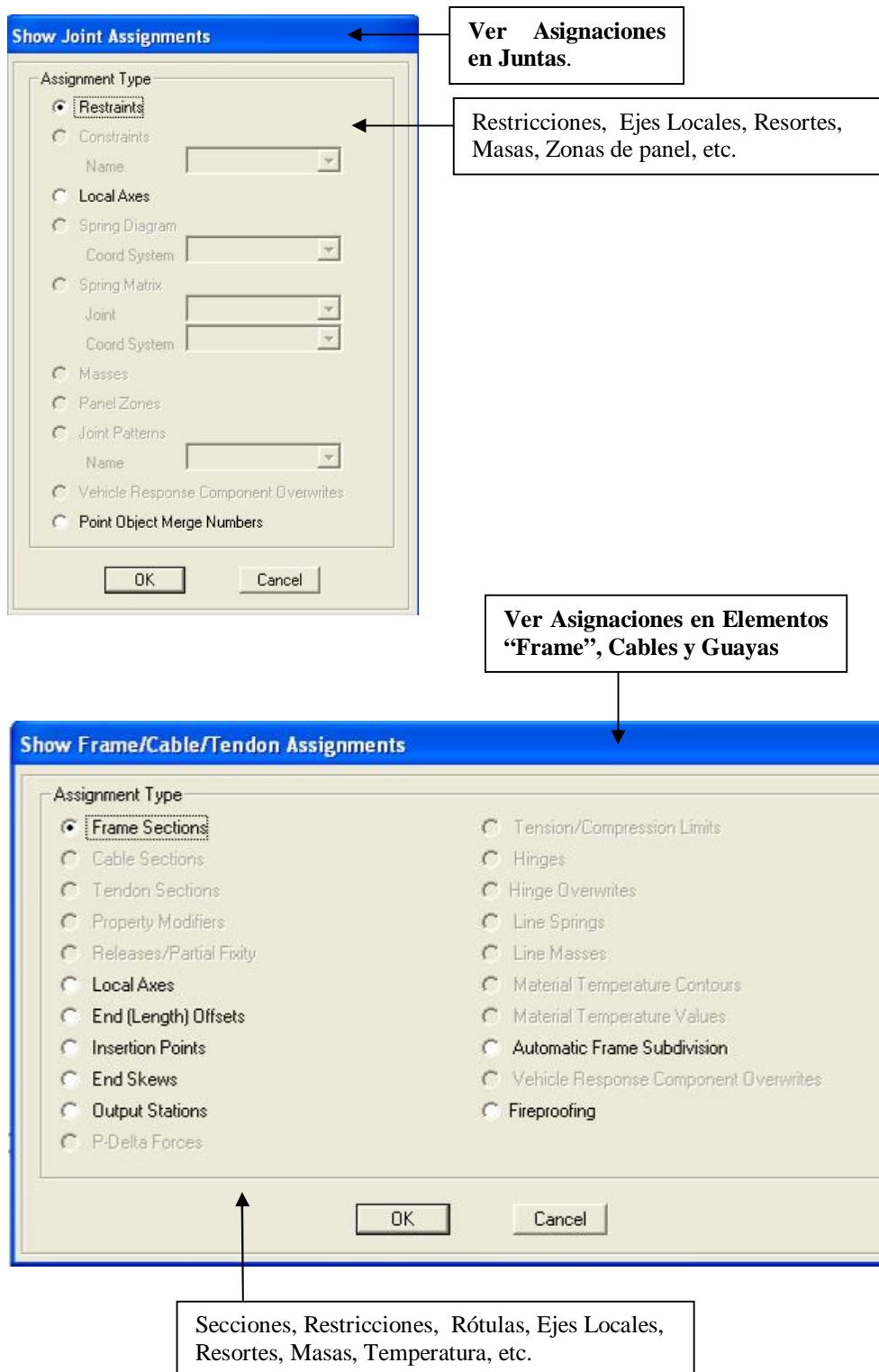
10.1. Show Loads Assigns: Ver Cargas Asignadas a Juntas, elementos de Pórtico, cables, Guayas, Areas y Sólidos.

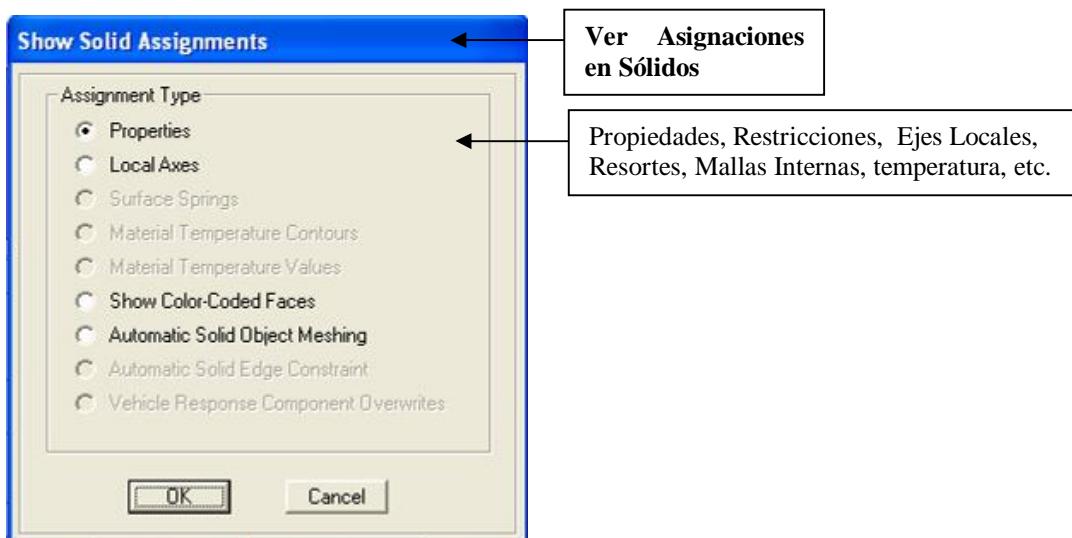
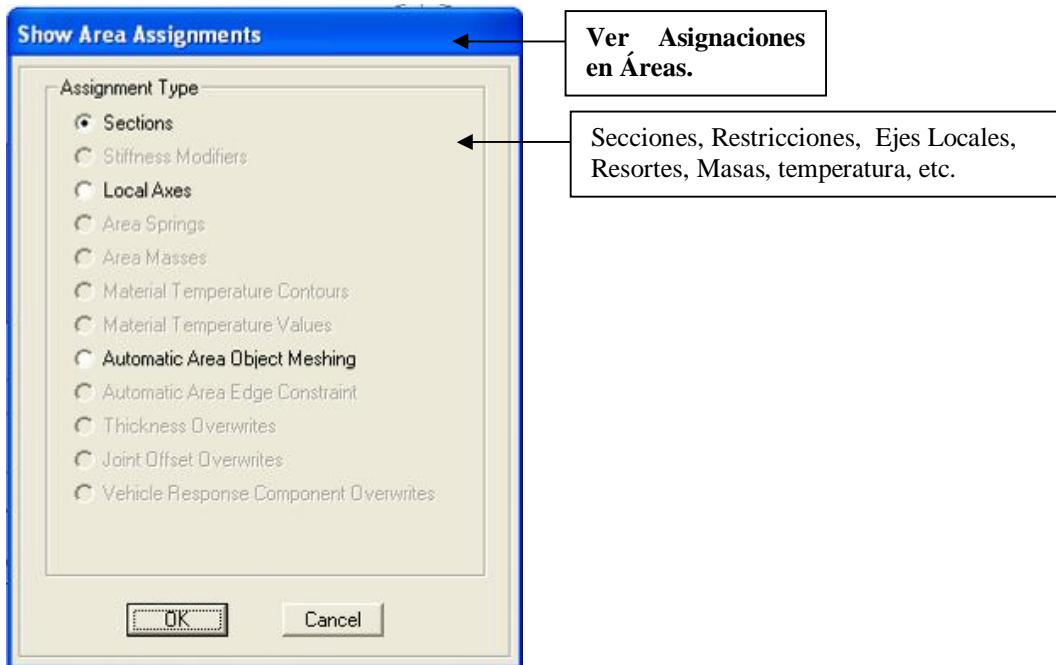


	<p>Ver Cargas en Juntas/Puntos</p> <p>Patrón de Carga</p> <p>Sistema de Coordenadas</p> <p>Tipo de Carga: Fuerzas, Desplazamientos</p> <p>Mostrar en pantalla las Cargas asignadas en</p>
	<p>Ver Cargas en Miembros/Líneas</p> <p>Patrón de Carga</p> <p>Tipo de Carga: Mostrar las Cargas o Momentos aplicados directamente a Elementos Lineales</p> <p>Incluir Cargas puntuales. Mostrar en Pantallas las Cargas asignadas.</p>
	<p>Ver Cargas en Objetos de Área</p> <p>Patrón de Carga</p> <p>Tipo de Carga: Uniformemente distribuidas Temperatura Presión dinámica de viento</p>

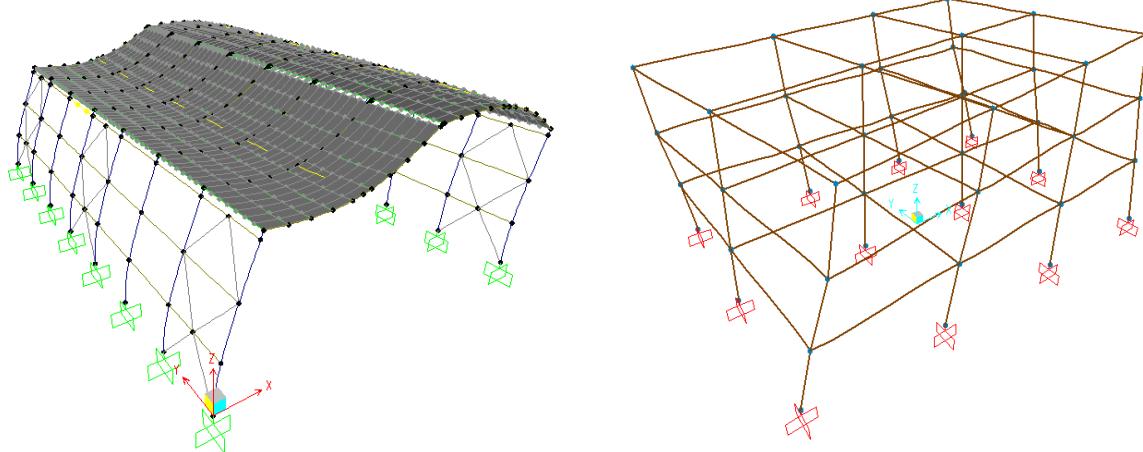
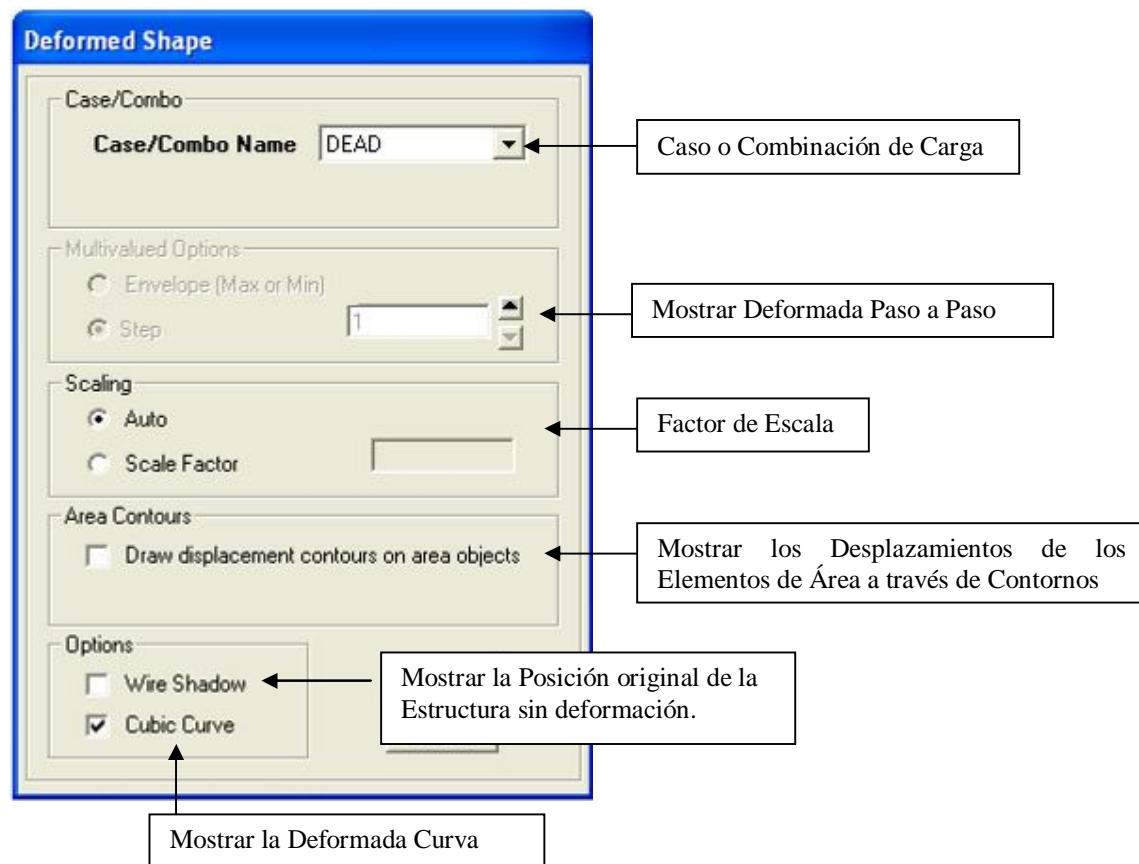


10.2. Show Misc Assigns: Ver asignaciones en Juntas, elementos de Pórtico, Cables, Guayas, Áreas y Sólidos.

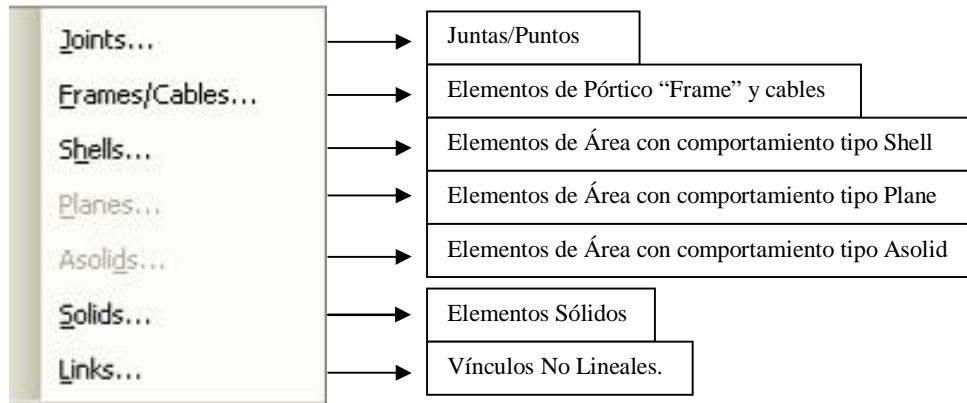




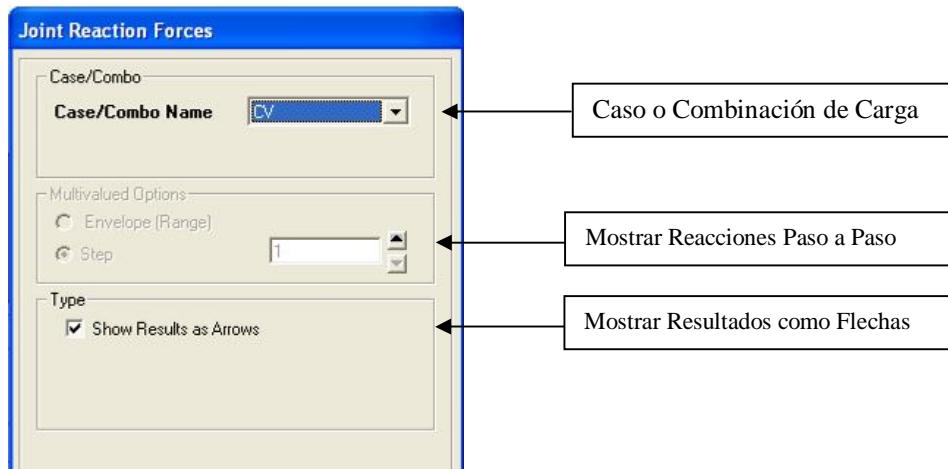
10.3. Show Deformed Shape: Ver Deformadas del Modelo.



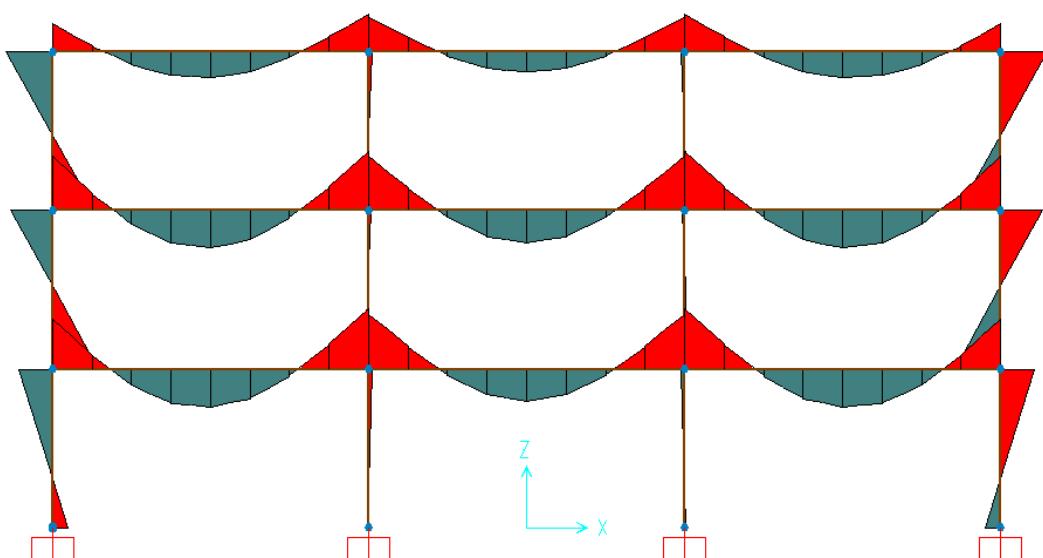
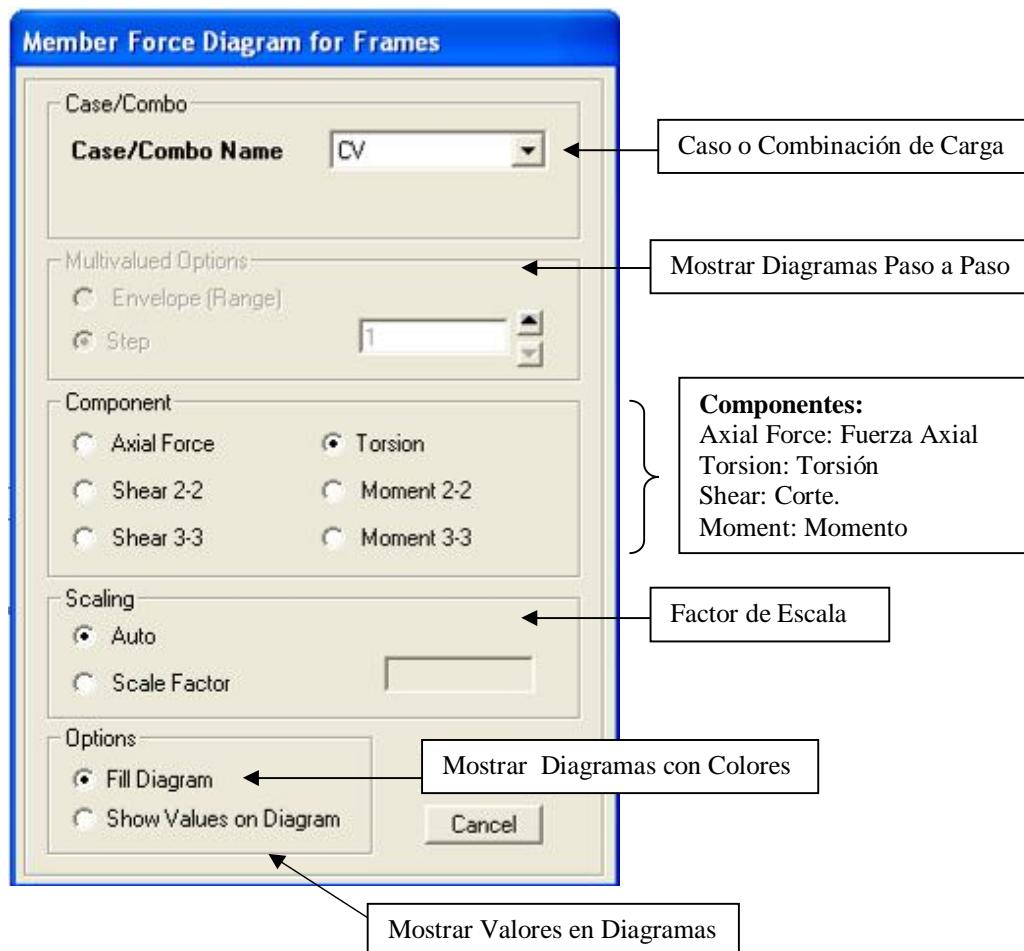
10.4. Show Forces/Stresses: Ver *Fuerzas y/o Esfuerzos en Juntas, Elementos de Pórtico “Frame”, Cables, Guayas, Áreas y Sólidos.*



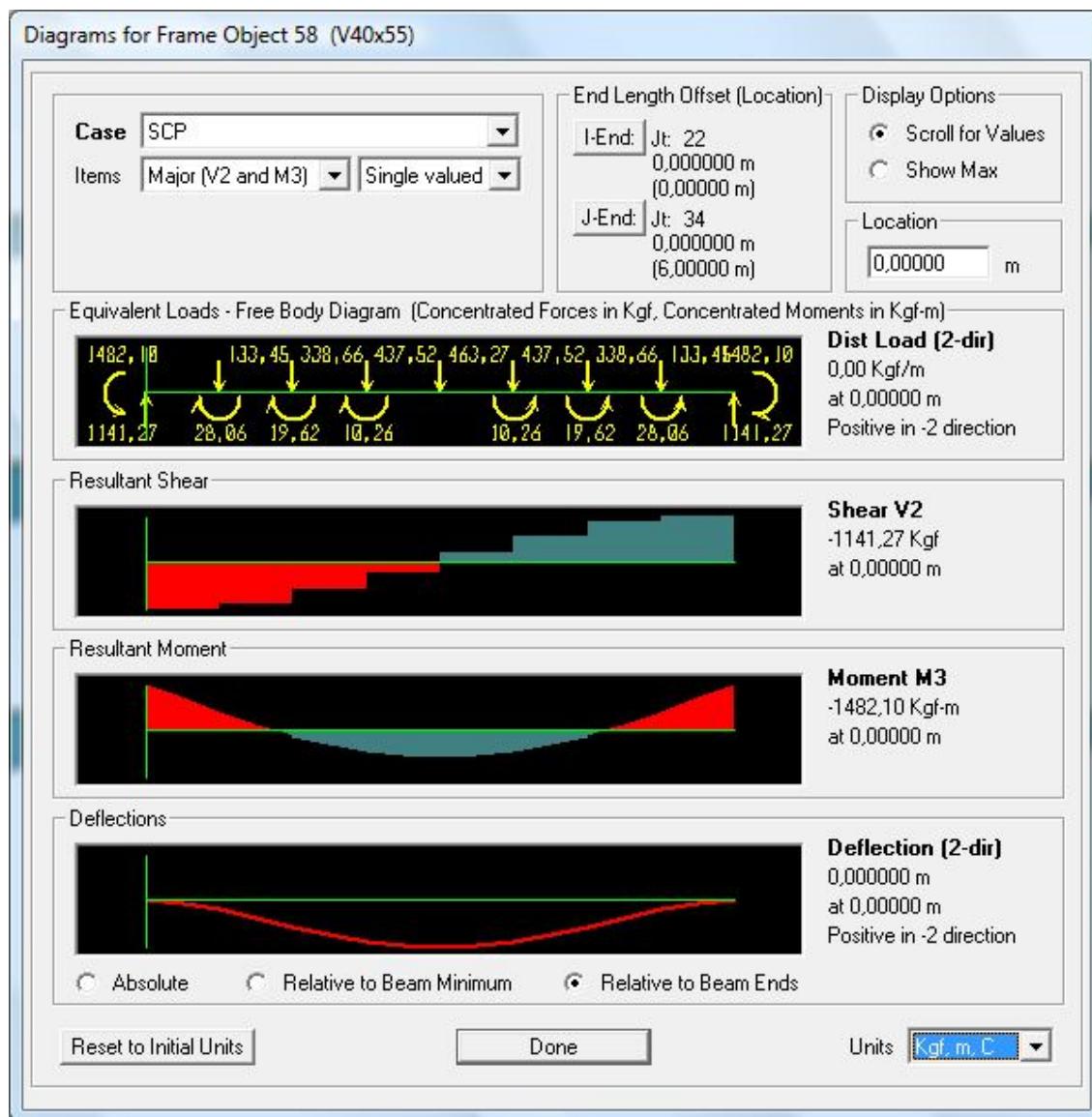
10.4.1. Joints: Reacciones en Juntas.



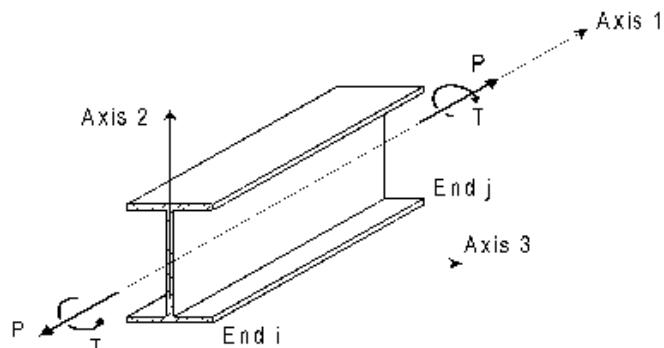
10.4.2. Frame/Cables: Fuerzas en elementos de Pórtico “Frame” y Cables.



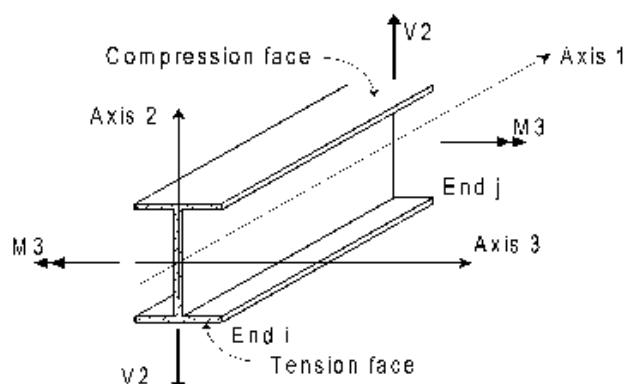
Si se selecciona un elemento y se hace click en el botón derecho de mouse, se tiene:



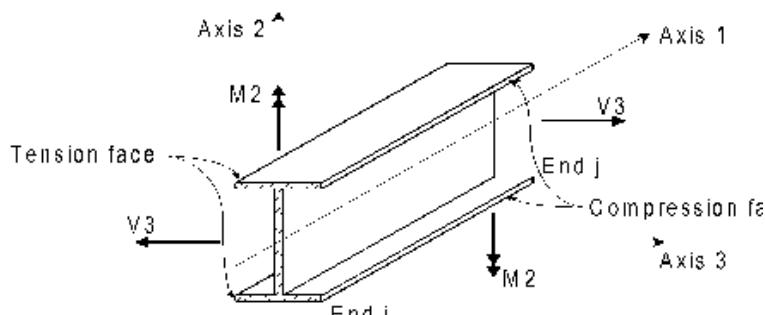
Convención de Signos en elementos Frame.-



a. Positive Axial Force and Torque

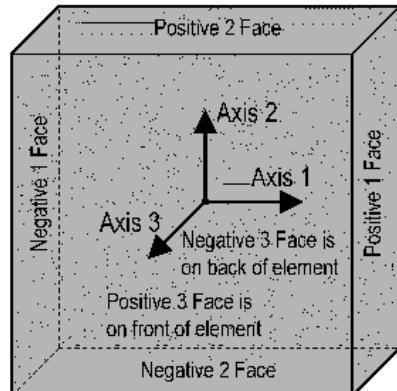
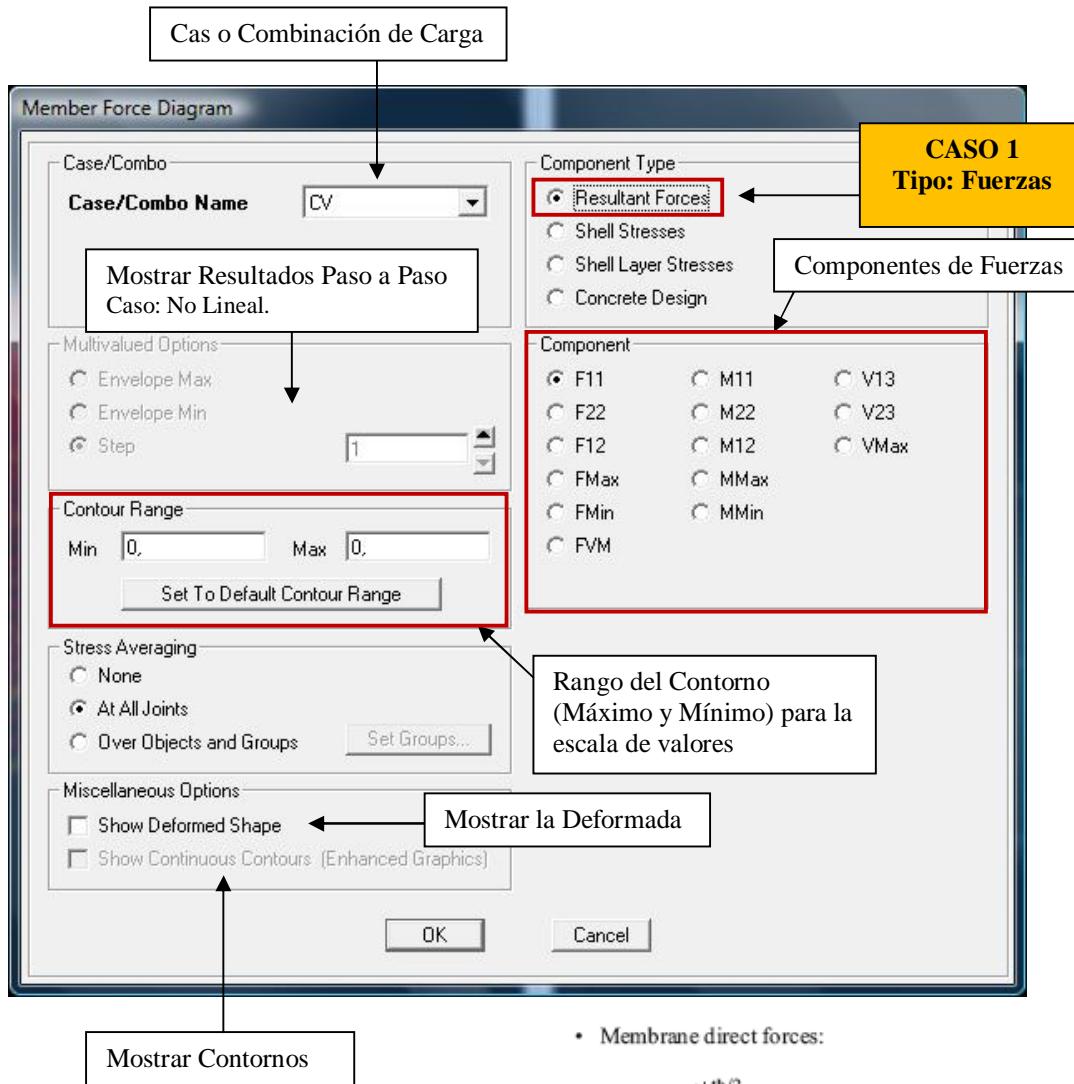


b. Positive Moment and Shear in the 1-2 Plane



c. Positive Moment and Shear in the 1-3 Plane

10.4.3. Shell: Fuerzas en elementos de área de Comportamiento Tipo Shell



- Membrane direct forces:

$$F_{11} = \int_{-\frac{th}{2}}^{+\frac{th}{2}} \sigma_{11} dx_3$$

$$F_{22} = \int_{-\frac{th}{2}}^{+\frac{th}{2}} \sigma_{22} dx_3$$

- Membrane shear force:

$$F_{12} = \int_{-\frac{th}{2}}^{+\frac{th}{2}} \sigma_{12} dx_3$$

- Plate bending moments:

$$M_{11} = - \int_{-\frac{th}{2}}^{+\frac{th}{2}} x_3 \sigma_{11} dx_3$$

$$M_{22} = - \int_{-\frac{th}{2}}^{+\frac{th}{2}} x_3 \sigma_{22} dx_3$$

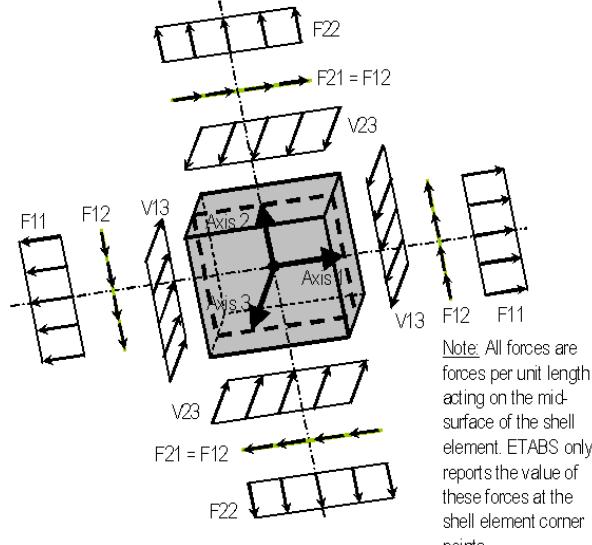
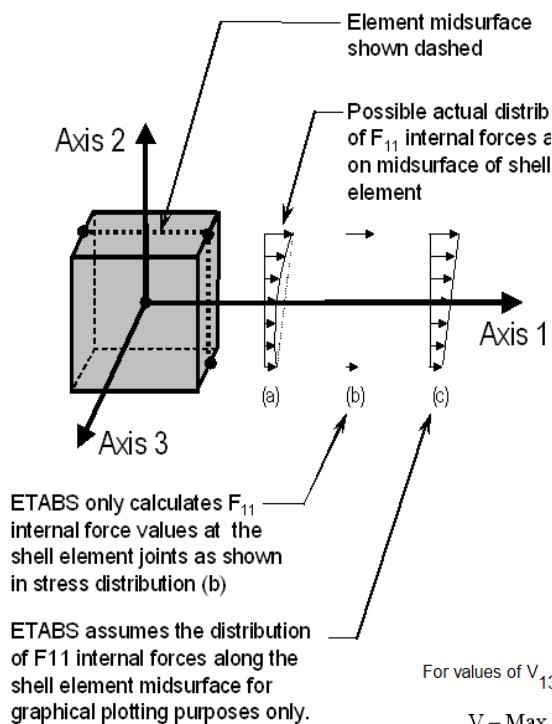
- Plate twisting moment:

$$M_{12} = - \int_{-\frac{th}{2}}^{+\frac{th}{2}} x_3 \sigma_{12} dx_3$$

- Plate transverse shear forces:

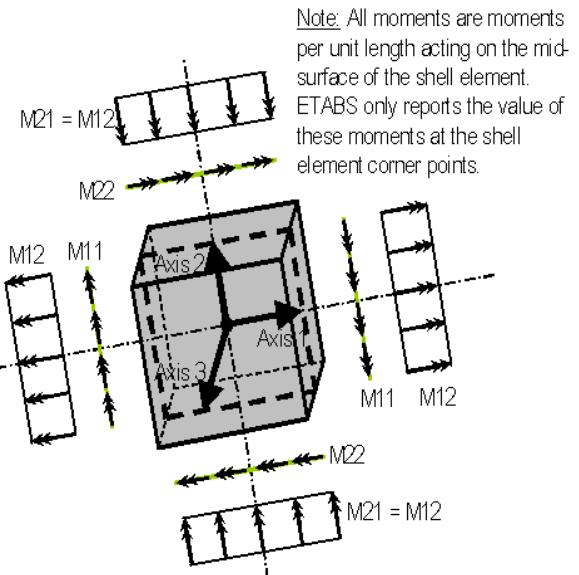
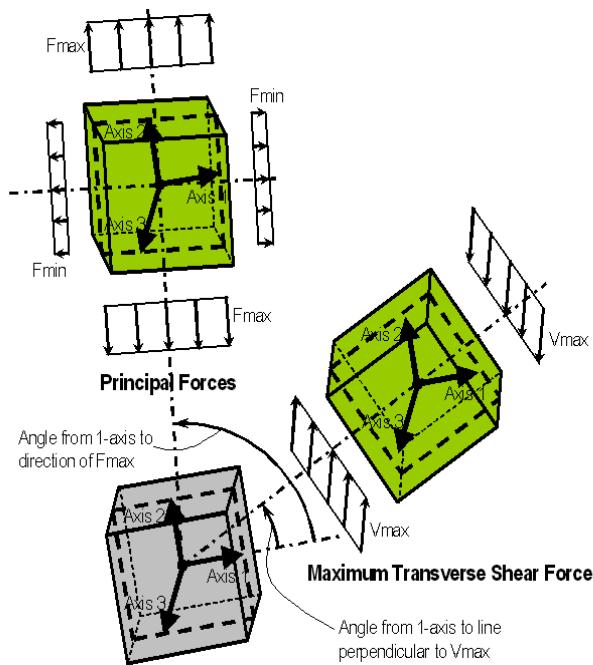
$$V_{13} = \int_{-\frac{th}{2}}^{+\frac{th}{2}} \sigma_{13} dx_3$$

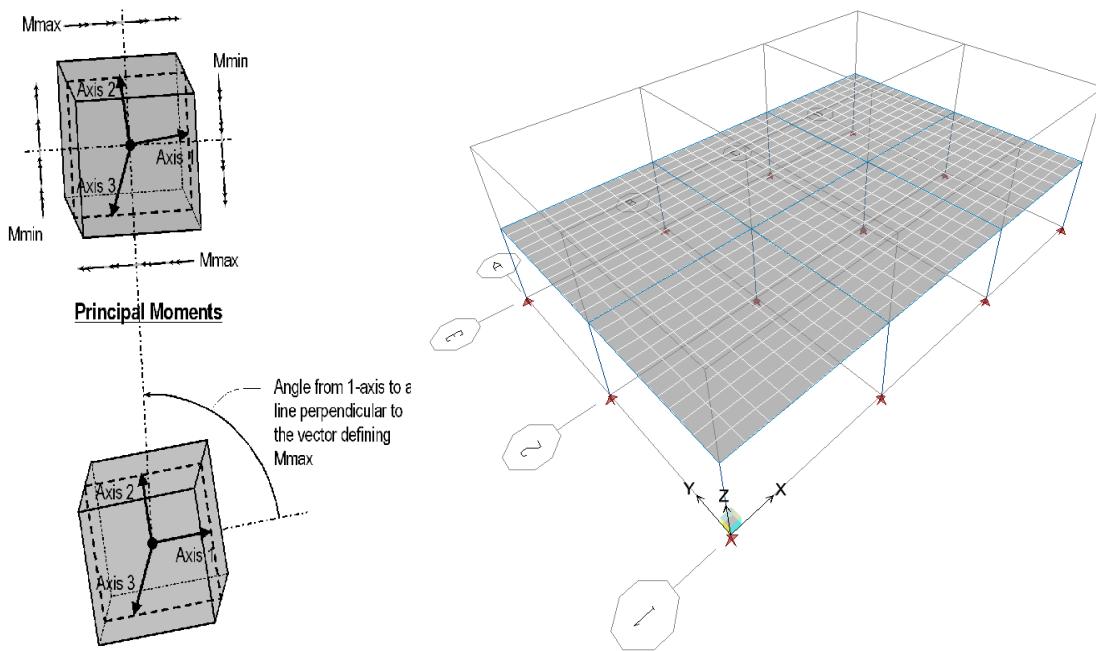
$$V_{23} = \int_{-\frac{th}{2}}^{+\frac{th}{2}} \sigma_{23} dx_3$$



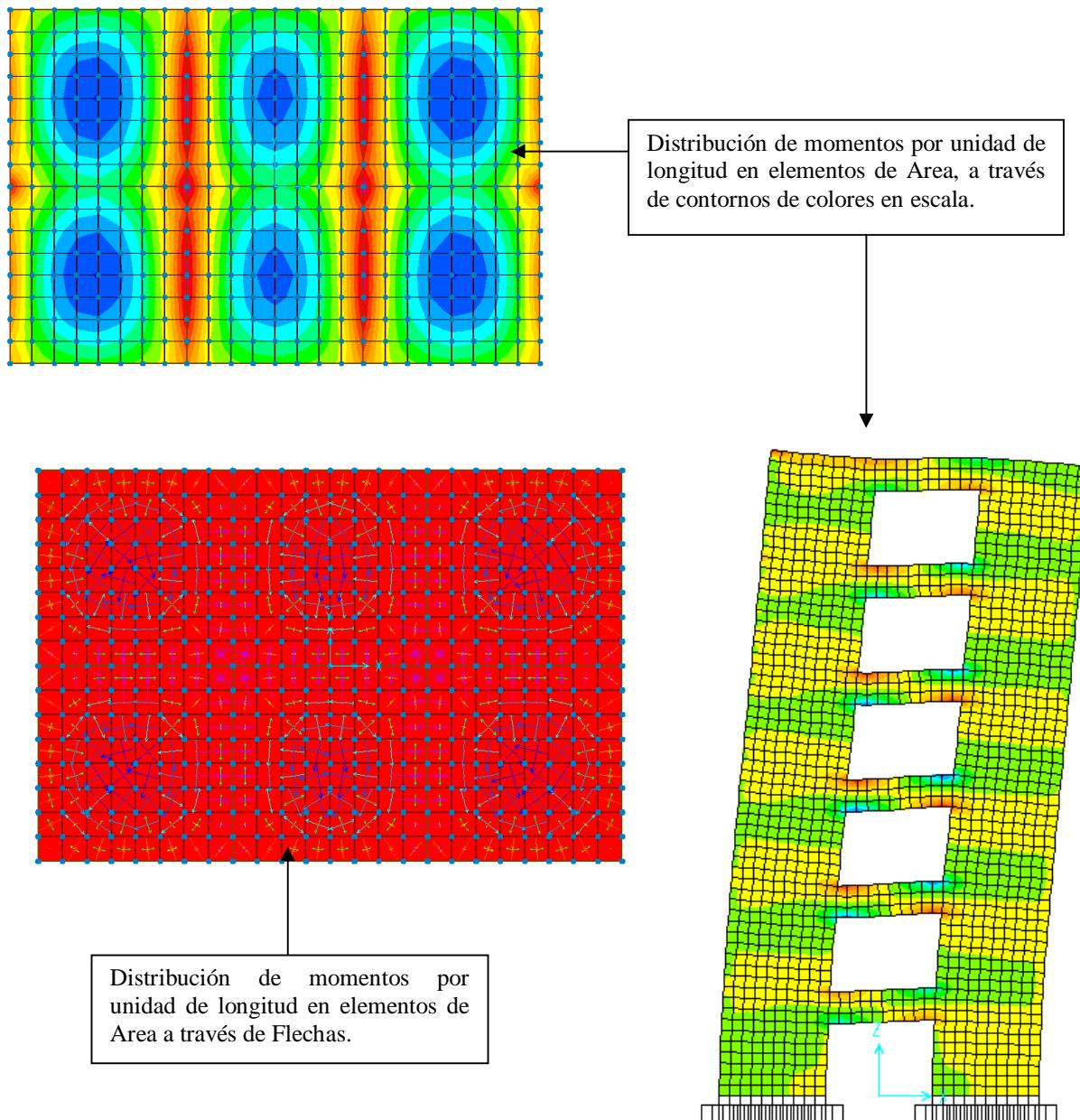
For values of V_{13} and V_{23} at any angle, the maximum transverse shear stress, $V\text{-Max}$, can be calculated as:

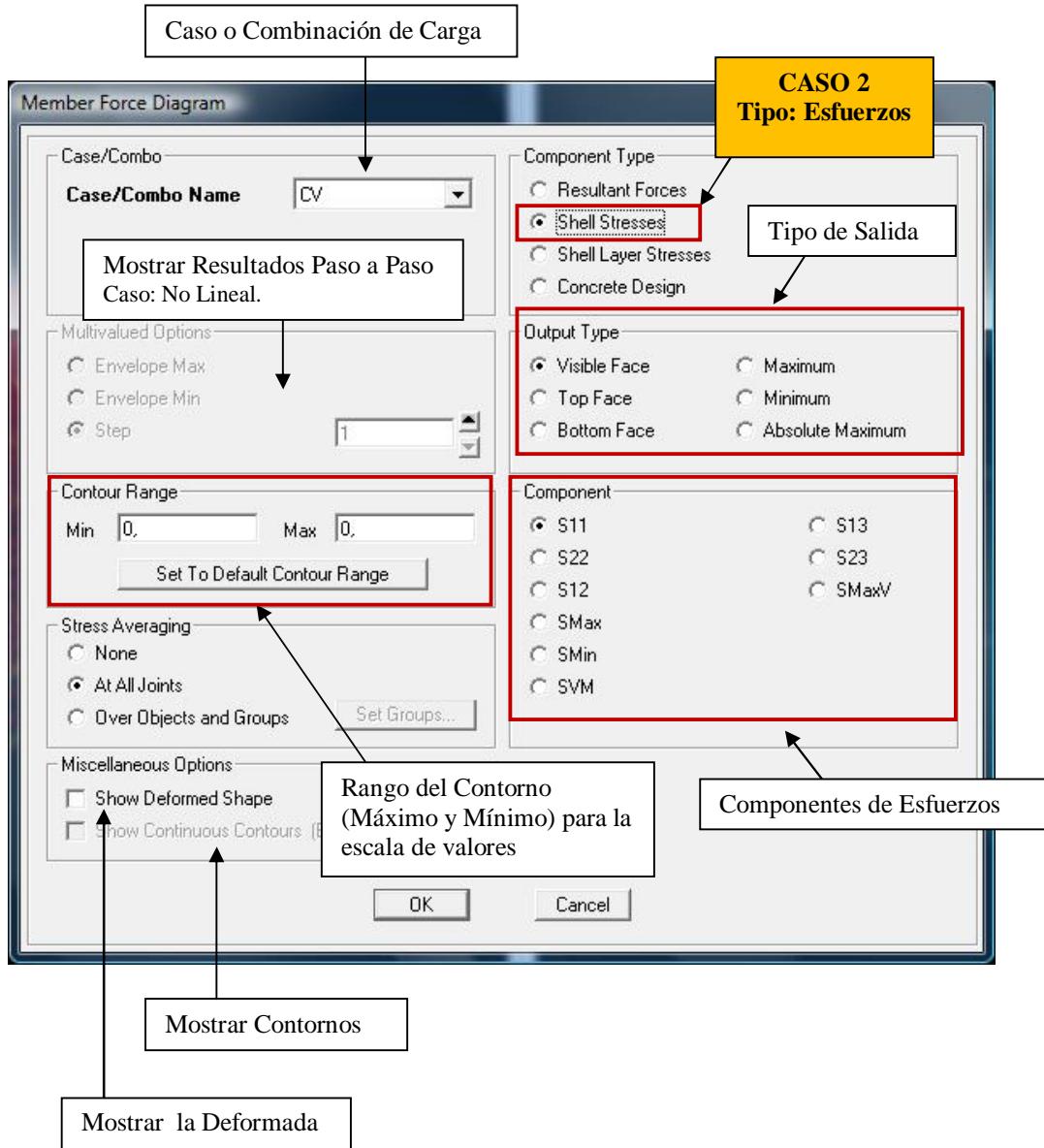
$$V\text{-Max} = \sqrt{V_{13}^2 + V_{23}^2}$$





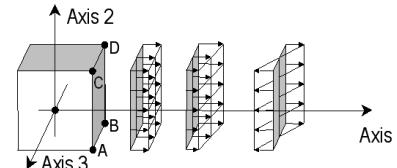
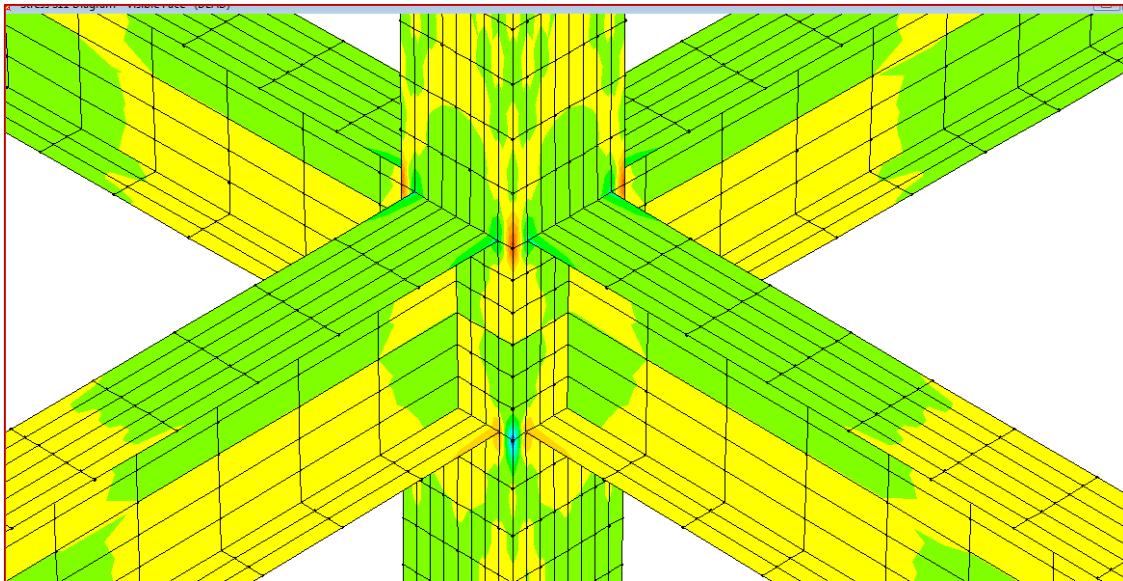
- **F11:** Fuerza por unidad de longitud actuando en la mitad de la superficie de las caras 1 (Positiva y negativa) alrededor del eje 1.
- **F22:** Fuerza por unidad de longitud actuando en la mitad de la superficie de las caras 2 (Positiva y negativa) alrededor del eje 2.
- **F12:** Fuerza por unidad de longitud actuando en la mitad de la superficie de las caras 1 (Positiva y negativa) alrededor del eje 2 y en las caras 2 (Positiva y negativa) alrededor del eje 1.
- **FMAX:** Fuerza Máxima principal por unidad de longitud actuando en la mitad de la superficie. Por definición se orienta donde la fuerza F12 se hace cero.
- **FMIN:** Fuerza Mínima principal por unidad de longitud actuando en la mitad de la superficie. Por definición se orienta donde la fuerza F12 se hace cero.
- **M11:** Momento por unidad de longitud actuando en la mitad de la superficie de las caras 1 (Positiva y negativa) alrededor del eje 2.
- **M22:** Momento por unidad de longitud actuando en la mitad de la superficie de las caras 2 (Positiva y negativa) alrededor del eje 1.
- **M12:** Momento Torsor por unidad de longitud actuando en la mitad de la superficie de las caras 1 (Positiva y negativa) alrededor del eje 1 y en las caras 2 (Positiva y negativa) alrededor del eje 2.
- **MMAX:** Momento Máximo principal por unidad de longitud actuando en la mitad de la superficie. Por definición se orienta donde el momento M12 se hace cero.
- **MMIN:** Momento Mínimo principal por unidad de longitud actuando en la mitad de la superficie. Por definición se orienta donde el momento M12 se hace cero.
- **V13:** Corte por unidad de longitud fuera del plano del Shell actuando en la mitad de la superficie de las caras 1 (Positiva y negativa) en dirección 3.
- **V23:** Corte por unidad de longitud fuera del plano del Shell actuando en la mitad de la superficie de las caras 2 (Positiva y negativa) en dirección 3.
- **VMAX:** Corte Máximo por unidad de longitud fuera del plano del Shell actuando en la mitad de la superficie en dirección 3.



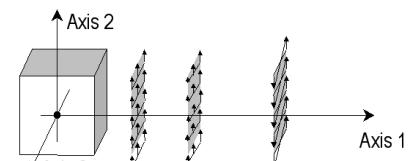


- **Visible Face:** Muestra los Resultados en la cara Visible del Área.
- **Top Face:** Muestra los Resultados en la cara superior (6) del Área.
- **Bottom Face:** Muestra los Resultados en la cara inferior (5) del Área.
- **Maximum:** Muestra los Resultados con Valores Positivos.
- **Minimum:** Muestra los Resultados con Valores Negativos.
- **Absolute Maximum:** Muestra todos los resultados positivos y negativos.

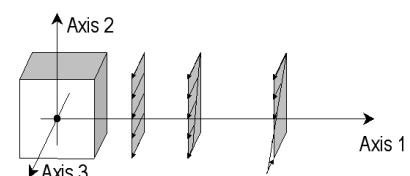
Distribución de Esfuerzos en una Conexión Viga-Columna en Acero.



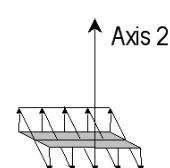
a. Examples of membrane direct stresses, S_{11}



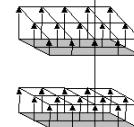
b. Examples of membrane shear stresses, S_{12} (S_{21} stresses similar)



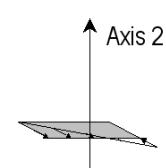
c. Examples of plate transverse shear stresses, S_{13}



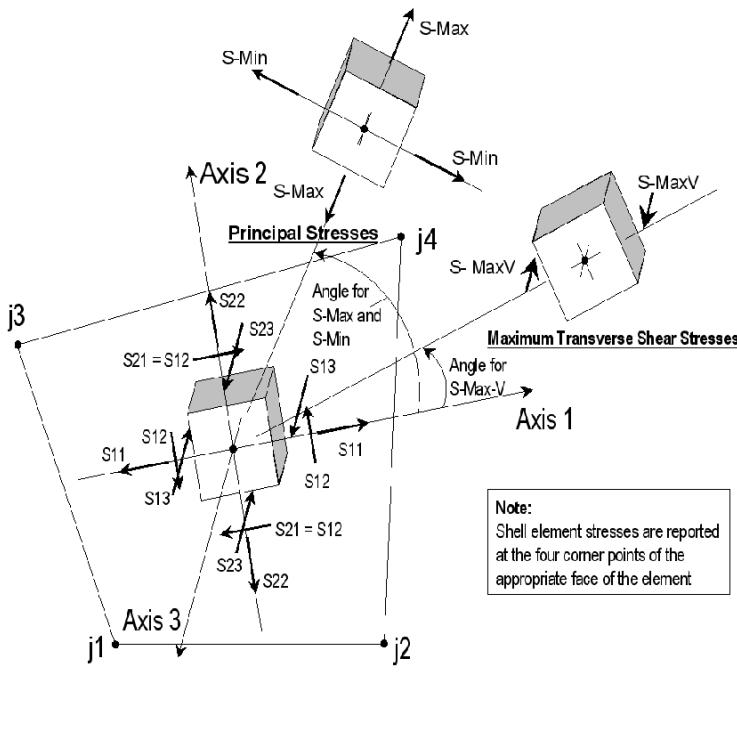
d. Examples of membrane direct stresses, S_{22}



e. Examples of membrane shear stresses, S_{21}



e. Examples of plate - transverse shear stresses, S_{23}



For values of S_{13} and S_{23} at any angle, the maximum transverse shear stress, $S\text{-MaxV}$, can be calculated from:

$$S\text{-MaxV} = \sqrt{S_{13}^2 + S_{23}^2}$$

- **S11:** Esfuerzo por unidad de área actuando en la mitad de la superficie de las caras 1 (Positiva y negativa) alrededor del eje 1.
- **S22:** Esfuerzo por unidad de área actuando en la mitad de la superficie de las caras 2 (Positiva y negativa) alrededor del eje 2.
- **S12:** Esfuerzo por unidad de área actuando en la mitad de la superficie de las caras 1 (Positiva y negativa) alrededor del eje 2 y en las caras 2 (Positiva y negativa) alrededor del eje 1.
- **SMAX:** Esfuerzo Máximo principal por unidad de longitud actuando en la mitad de la superficie. Por definición se orienta donde la esfuerzo S12 se hace cero.
- **SMIN:** Esfuerzo Mínimo principal por unidad de longitud actuando en la mitad de la superficie. Por definición se orienta donde la esfuerzo S12 se hace cero.
- **S13:** Esfuerzo de Corte por unidad de área fuera del plano del Shell actuando en la mitad de la superficie de las caras 1 (Positiva y negativa) en dirección 3.
- **S23:** Esfuerzo de corte por unidad de área fuera del plano del Shell actuando en la mitad de la superficie de las caras 2 (Positiva y negativa) en dirección 3.
- **SMAX:** Esfuerzo de Corte Máximo por unidad de área fuera del plano del Shell actuando en la mitad de la superficie en dirección 3.

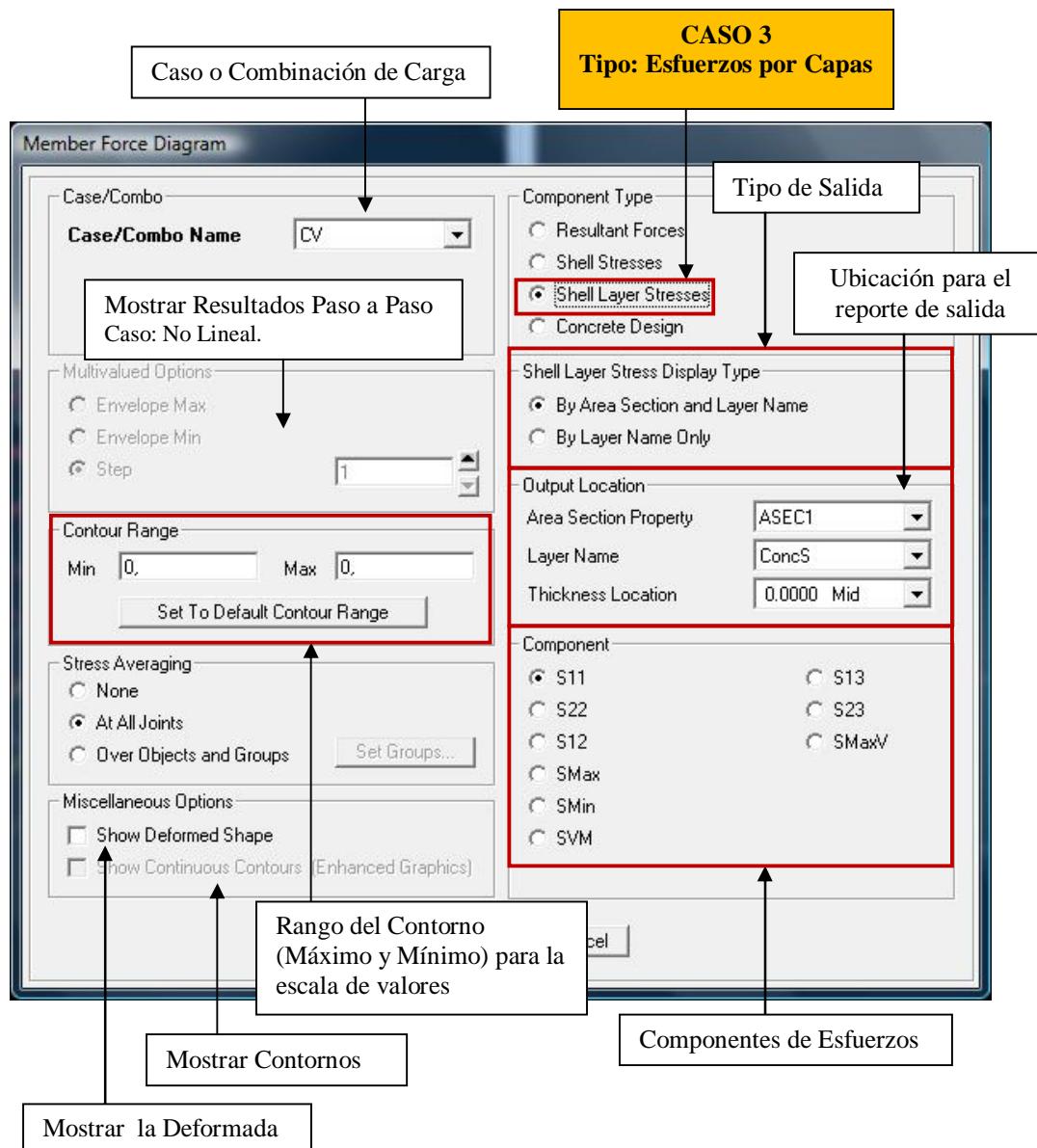
$$\sigma_{11} = \frac{F_{11}}{th} - \frac{12 M_{11}}{thb^3} x_3$$

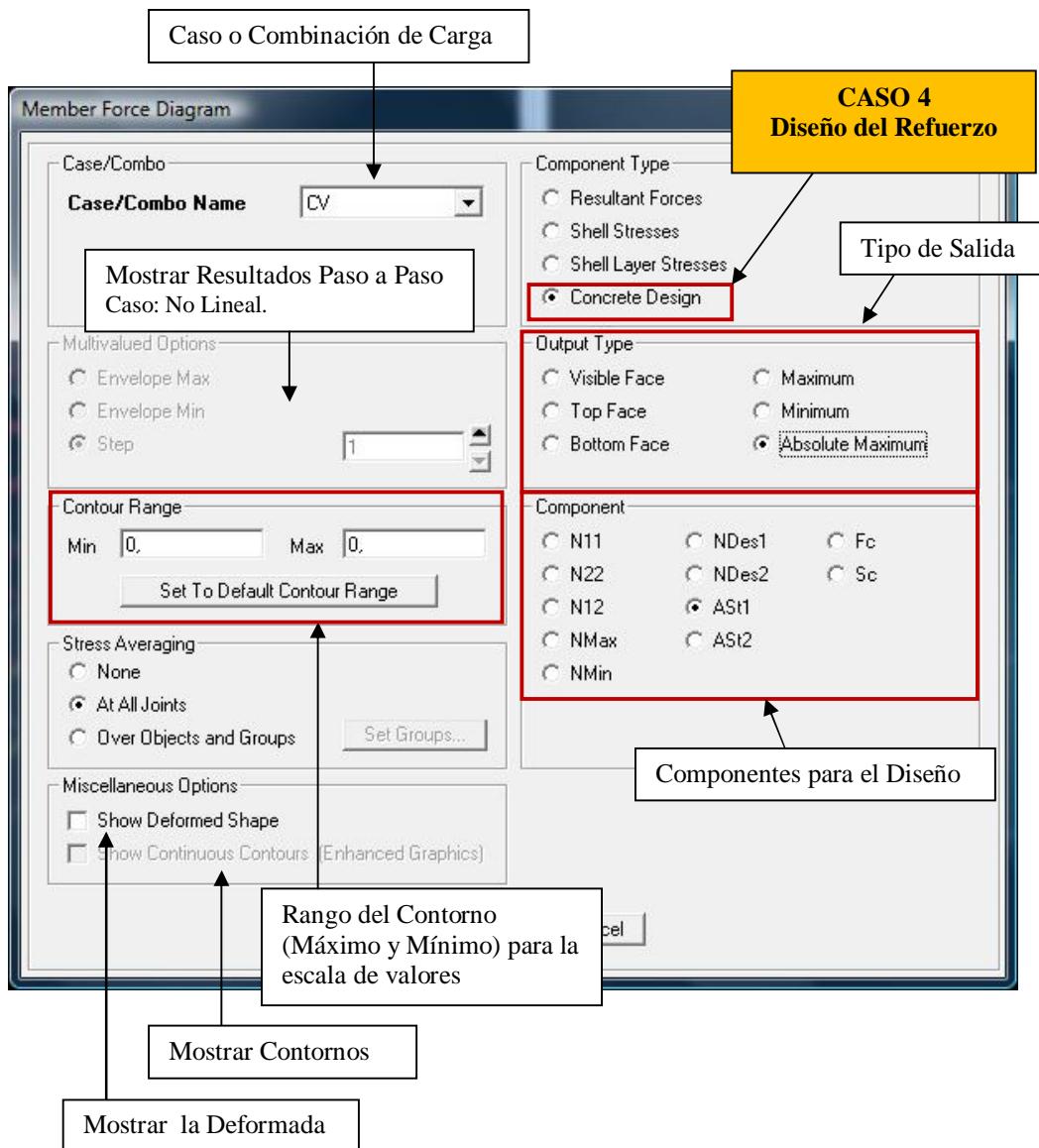
$$\sigma_{22} = \frac{F_{22}}{th} - \frac{12 M_{22}}{thb^3} x_3$$

$$\sigma_{12} = \frac{F_{12}}{th} - \frac{12 M_{12}}{thb^3} x_3$$

$$\sigma_{13} = \frac{V_{13}}{thb}$$

$$\sigma_{23} = \frac{V_{23}}{thb}$$

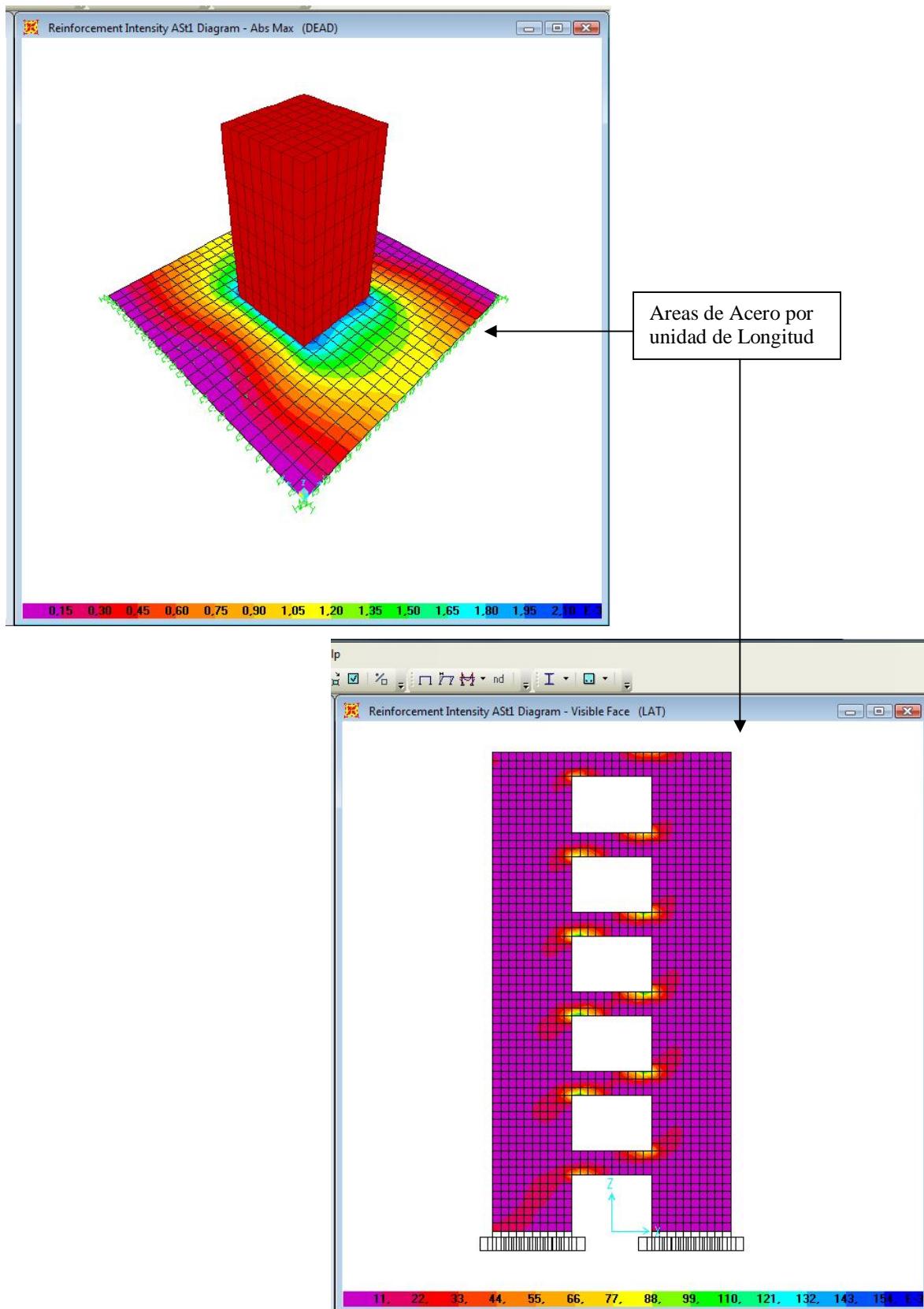




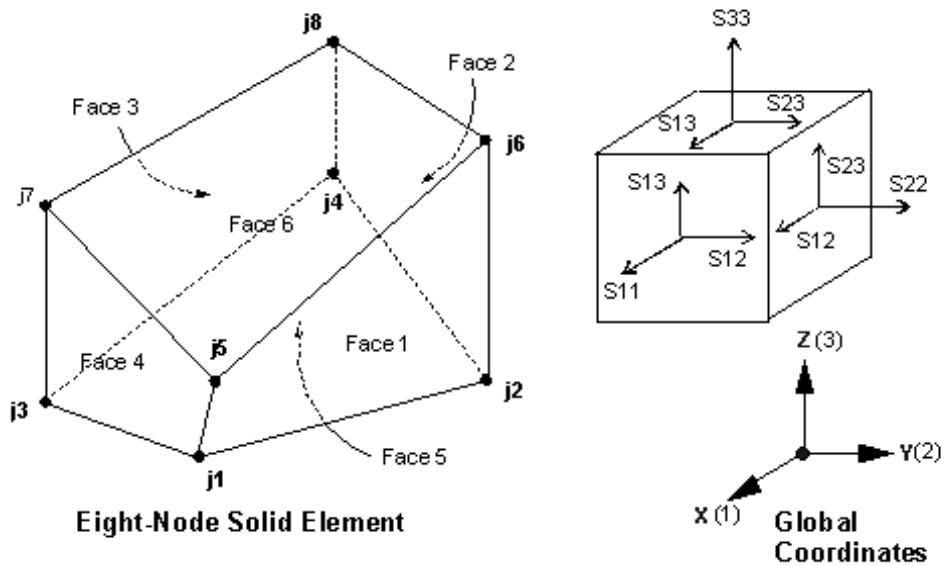
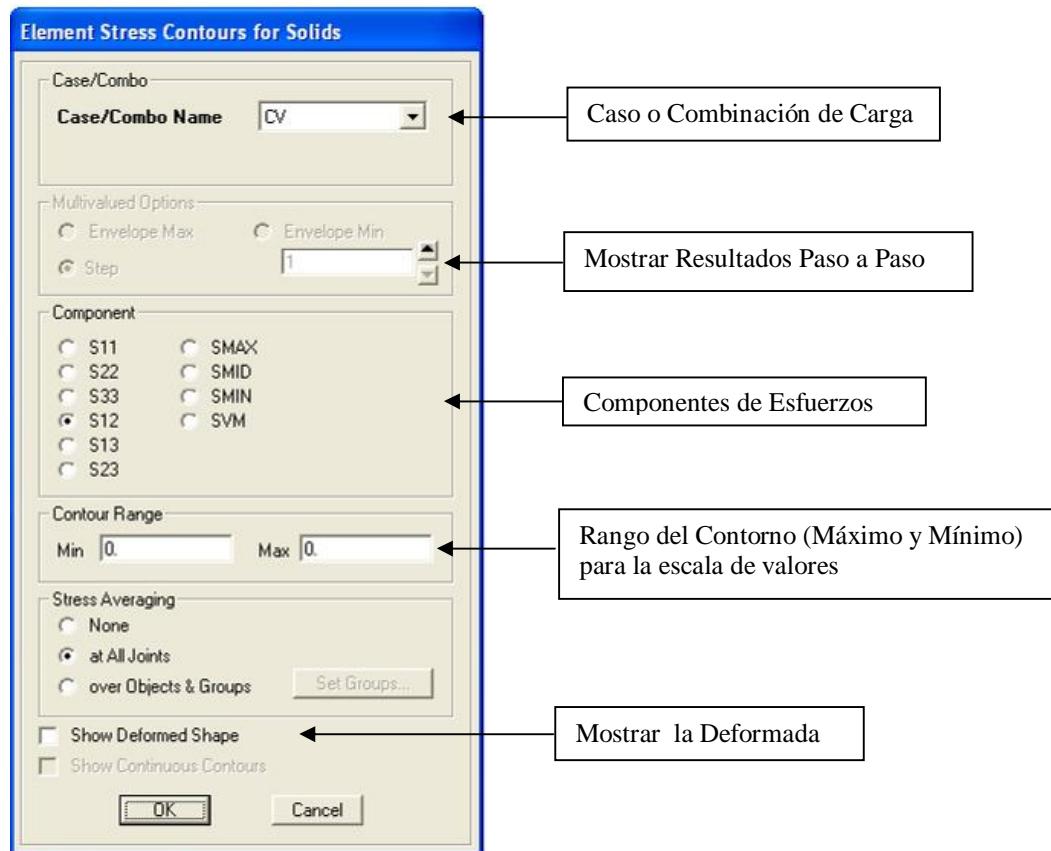
El Programa **SAP2000 v14** lo que hace es obtener las áreas de acero requeridas para las solicitudes actuantes (Axial, Cortes, Momentos, etc.) en cada uno de los diferenciales de área generados de la discretización (Malla).

ASt1: Indica el área de acero requerida en el eje local 1 de las áreas por flexión.
ASt2: Indica el área de acero requerida en el eje local 2 de las áreas por flexión.

Estas áreas (ASt1 y ASt2) se reportan en pantalla por unidad de longitud, es decir, en cm²/cm o m²/m. Por ejemplo, si se obtiene que el área de acero requerida es 0.085 cm²/cm, entonces podemos multiplicar por 100 cms y obtendríamos un valor de 8.5 cm²/m.



10.4.4. Solids: Fuerzas en elementos de área de Comportamiento Tipo Shell



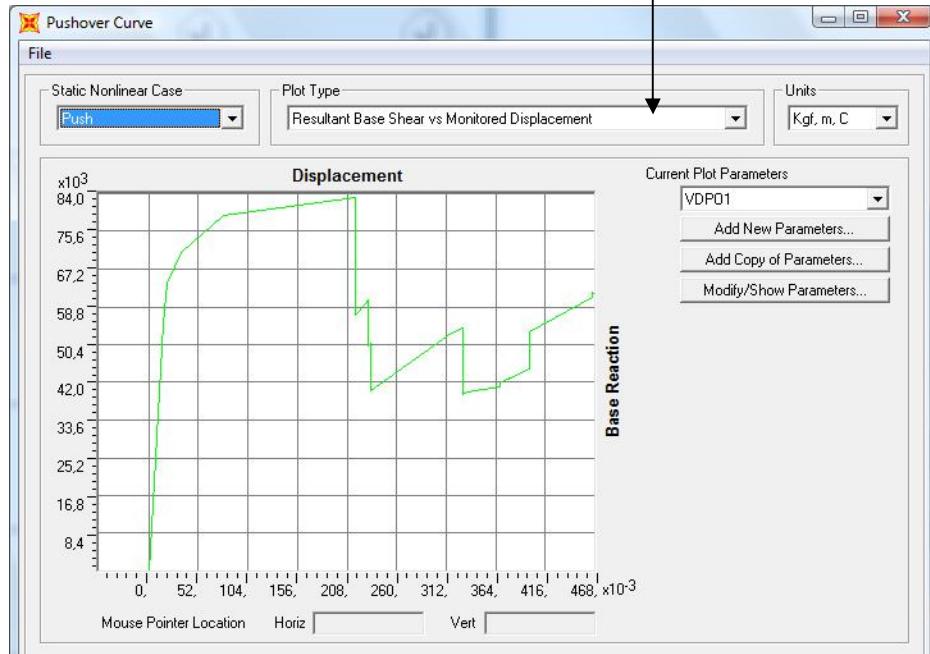
- **S11:** Esfuerzo (Fuerza por unidad de área) actuando en las caras 1 (Positiva y Negativa) en la dirección del eje local 1.
- **S22:** Esfuerzo (Fuerza por unidad de área) actuando en las caras 2 (Positiva y Negativa) en la dirección del eje local 2.
- **S33:** Esfuerzo (Fuerza por unidad de área) actuando en las caras 3 (Positiva y Negativa) en la dirección del eje local 3.
- **S12:** Esfuerzo de Corte (Fuerza por unidad de área) actuando en las caras 1 (Positiva y Negativa) en la dirección del eje local 2. y también, actuando en las caras 2 (Positiva y Negativa) en la dirección del eje local 1.
- **S13:** Esfuerzo de Corte fuera del Plano (Fuerza por unidad de área) actuando en las 1 (Positiva y Negativa) en la dirección del eje local 3.
- **S23:** Esfuerzo de Corte fuera del Plano (Fuerza por unidad de área) actuando en las 2 (Positiva y Negativa) en la dirección del eje local 3.
- **SMAX:** Esfuerzo Principal Máximo (Fuerza por unidad de área). Por Definición este esfuerzo está orientado donde los esfuerzos por corte son Nulos.
- **SMIN:** Esfuerzo Principal Mínimo (Fuerza por unidad de área). Por Definición este esfuerzo está orientado donde los esfuerzos por corte son Nulos.
- **SVM:** **Esfuerzo Von Mises** (Fuerza por unidad de área).

Esfuerzo Von Mises.

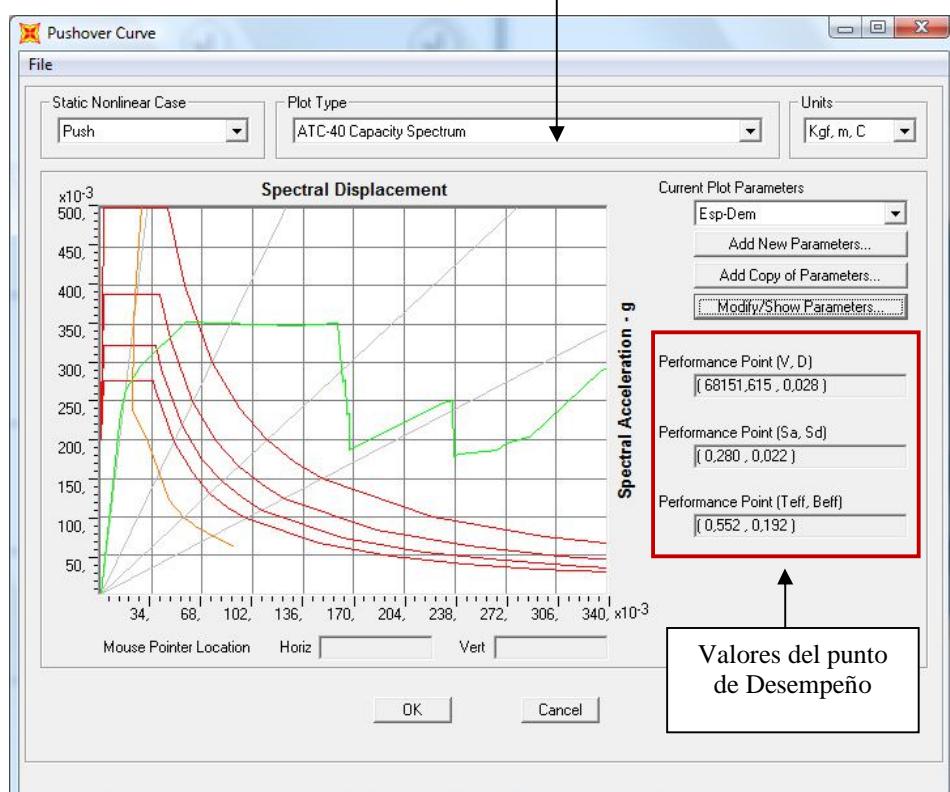
$$\sigma_{vm} = \sqrt{1/2[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2]}.$$

10.4.5. Show Static Pushover Curve: Mostrar la Gráfica del Pushover.

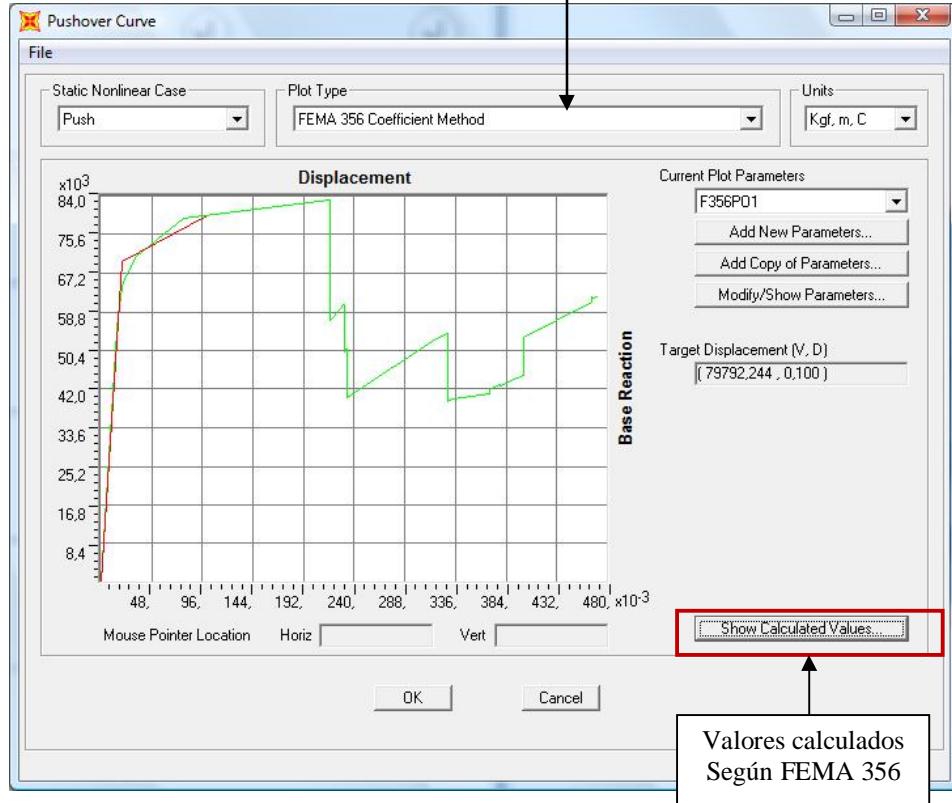
Gráfica del Corte Basal vs Desplazamiento de la Junta Monitoreada



Gráfica del Espectro de Capacidad y Demanda según ATC-40



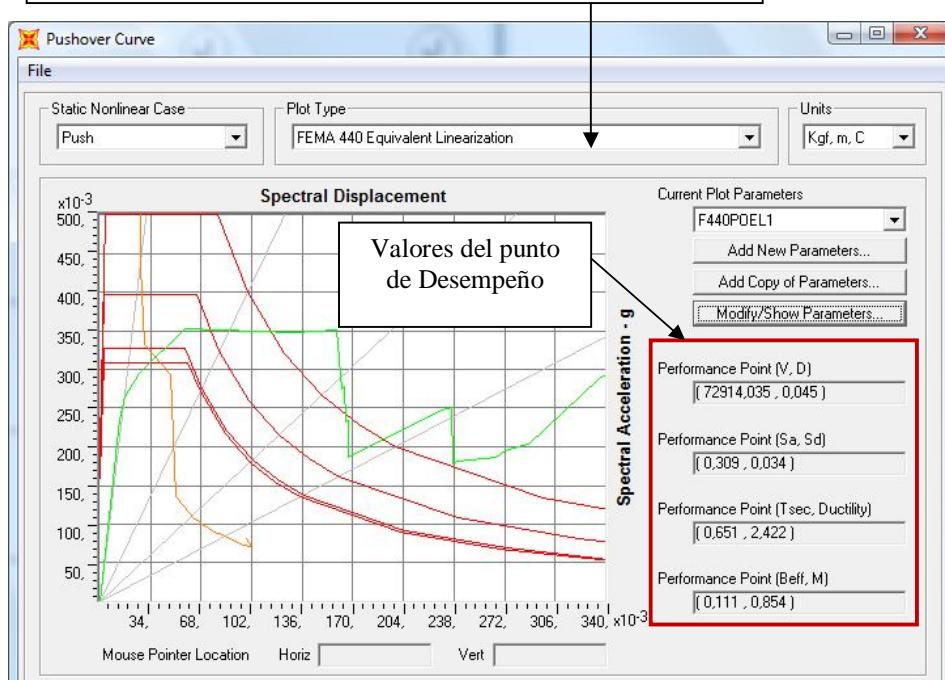
Gráfica de Capacidad por el Método de Coeficientes según FEMA 356



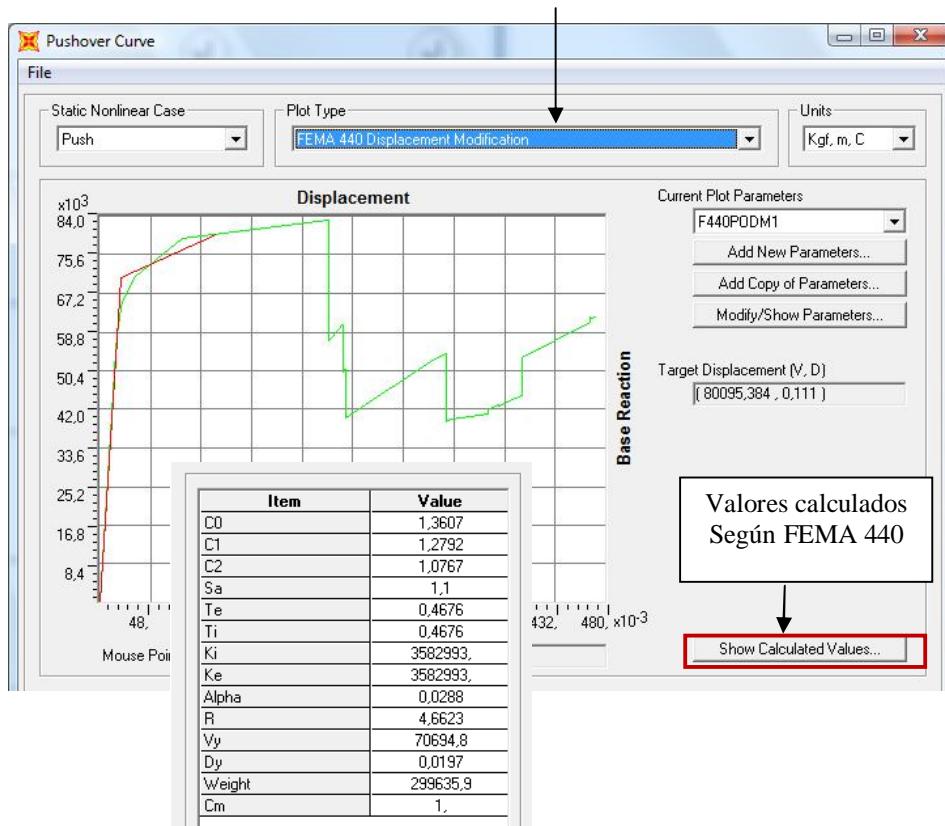
Item	Value
C0	1,3599
C1	1,
C2	1,
C3	1,
Sa	1,3687
T _e	0,4676
T _i	0,4676
K _i	3582993,
K _e	3582993,
Alpha	0,0346
R	5,8782
V _y	69768,46
Weight	299635,9
C _m	1,

Valores calculados
Según FEMA 356

Gráfica del Espectro de Capacidad y Demanda según FEMA 440
(Aproximación Lineal Equivalente)



Gráfica de Capacidad por incluyendo la modificación de desplazamientos según FEMA 440



Evaluación Sísmica de Edificaciones

Obj. Verificar la capacidad que tiene la edificación para satisfacer el nivel de desempeño esperado de acuerdo con los niveles de sismicidad local.

Fase Conceptual → Fase Numérica → Fase de Implementación



Procedimientos analíticos para la evaluación sísmica de edificaciones



Basados en el comportamiento Elástico-Lineal:

- Se definen estados de fuerzas laterales estáticas o dinámicas y procedimientos elásticos para determinar las relaciones capacidad-demanda de los elementos.
- Proporcionan buena aproximación de la capacidad elástica y primera cedencia.
- No pueden predecir mecanismos de falla ni son toman en cuenta las redistribuciones de fuerzas durante la cedencia.

Basados en el comportamiento Inelástico-No lineal:

- Implica algún grado de complicación adicional.
- Es posible aproximarse a lo que realmente se espera ocurrir en la edificación.
- Es posible identificar modos de falla y el potencial de un colapso progresivo.

Principales estrategias utilizadas para la evaluación sísmica de edificaciones

1. Estimar la sobre-resistencia local y global de una edificación.

La respuesta inelástica y la demanda de ductilidad de una edificación depende en gran medida de su resistencia actual, la cual normalmente es mayor y en algunos casos mucho mayor que la considerada en el diseño. La relación entre la resistencia actual y la supuesta en el código de diseño define la sobre-resistencia estructural, de manera que un factor mayor que la unidad implica seguridad y viceversa, un factor menor que la unidad implica daño, fallo o colapso.

Entre los principales factores responsables de esta sobre-resistencia estructural destacan; los factores de magnificación o mayoración de las cargas, los factores de reducción o minoración de resistencia, el uso de esfuerzos admisibles en el diseño, las diferencias entre las resistencias reales y nominales de los materiales, el endurecimiento por deformación, los diseños gobernados por otros estados de cargas diferentes al sísmico o controlados por los desplazamientos, los requerimientos torsionales, los efectos tridimensionales no considerados, la contribución de elementos no estructurales, la uniformidad de la construcción, la contribución de los entrepisos, etc.

2. Comparar las previsiones estructurales con las demandas sísmicas.

Las previsiones estructurales, se refieren a parámetros o características estructurales tales como la resistencia cedente, la resistencia máxima, la capacidad de disipación de energía, la ductilidad, las deformaciones cedentes y máximas, etc., mientras que las demandas sísmicas, se refieren a parámetros de la respuesta de la edificación sujeta a movimientos sísmicos, entre los que destacan la demanda de resistencia elástica e inelástica, la demanda de desplazamientos, la demanda de ductilidad local y global, la demanda de energía histerética, etc. De manera que, tanto a nivel local como a nivel global, las previsiones estructurales deben ser mayores que las demandas sísmicas.

Principales estrategias utilizadas para la evaluación sísmica de edificaciones

1. Estimar la sobre-resistencia local y global de una edificación.

La respuesta inelástica y la demanda de ductilidad de una edificación depende en gran medida de su resistencia actual, la cual normalmente es mayor y en algunos casos mucho mayor que la considerada en el diseño. La relación entre la resistencia actual y la supuesta en el código de diseño define la sobre-resistencia estructural, de manera que un factor mayor que la unidad implica seguridad y viceversa, un factor menor que la unidad implica daño, fallo o colapso.

Entre los principales factores responsables de esta sobre-resistencia estructural destacan; los factores de magnificación o mayoración de las cargas, los factores de reducción o minoración de resistencia, el uso de esfuerzos admisibles en el diseño, las diferencias entre las resistencias reales y nominales de los materiales, el endurecimiento por deformación, los diseños gobernados por otros estados de cargas diferentes al sísmico o controlados por los desplazamientos, los requerimientos torsionales, los efectos tridimensionales no considerados, la contribución de elementos no estructurales, la uniformidad de la construcción, la contribución de los entrepisos, etc.

2. Comparar las previsiones estructurales con las demandas sísmicas.

Las previsiones estructurales, se refieren a parámetros o características estructurales tales como la resistencia cedente, la resistencia máxima, la capacidad de disipación de energía, la ductilidad, las deformaciones cedentes y máximas, etc., mientras que las demandas sísmicas, se refieren a parámetros de la respuesta de la edificación sujeta a movimientos sísmicos, entre los que destacan la demanda de resistencia elástica e inelástica, la demanda de desplazamientos, la demanda de ductilidad local y global, la demanda de energía histerética, etc. De manera que, tanto a nivel local como a nivel global, las previsiones estructurales deben ser mayores que las demandas sísmicas.

Método del Espectro Capacidad-Demanda

Se fundamenta en una representación aproximada de las características globales no lineales de la estructura, obtenida mediante el reemplazo del sistema no lineal por un sistema lineal equivalente usando como base los procedimientos del análisis modal.

Consiste en comparar el *espectro de capacidad* de la estructura con el *espectro de la demanda* sísmica para identificar el desplazamiento máximo ó punto de desempeño, donde la capacidad y la demanda se igualan, permitiendo estimar la respuesta máxima de la edificación, la cual servirá de base para compararla con el nivel de desempeño esperado.

Es importante destacar que la capacidad de una edificación y la demanda impuesta por un sismo, no son independientes. Cuando se incrementa la demanda, la estructura eventualmente entra en cedencia, la rigidez disminuye y los períodos de vibración se alargan. Adicionalmente, aumenta la energía disipada por ciclo, debido a la degradación de resistencia y rigidez, sobre todo cuando la edificación está en capacidad de experimentar ciclos histeréticos grandes y estables, incidiendo directamente en el amortiguamiento efectivo. La determinación del desplazamiento donde la capacidad y la demanda se igualan, exige un proceso iterativo en el cual, inicialmente se compara el espectro de capacidad con el espectro de demanda, descrito a través del espectro de respuesta elástico usando 5% de amortiguamiento, que será sucesivamente ajustado por un factor de reducción, que tome en cuenta de manera compatible, la disipación histerética de energía o amortiguamiento efectivo asociado al punto de desplazamiento obtenido en cada fase. Una vez identificado el punto de desempeño asociado a la respuesta sísmica máxima que experimentará la edificación durante el movimiento sísmico especificado, se podrá decidir en función del nivel de desempeño esperado, la aceptabilidad o necesidad de intervención en una edificación.

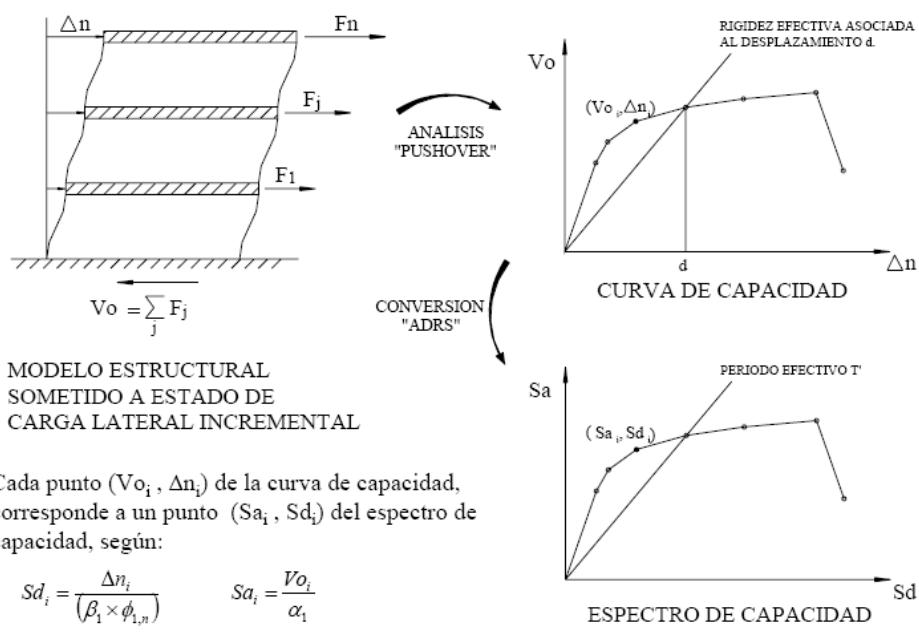
Espectro de Capacidad

A través de un análisis estático no lineal incremental de un modelo representativo de la estructura se obtiene una curva de capacidad, la cual generalmente se representa como el corte basal (V_o), obtenido para varios incrementos del estado de carga lateral, respecto al desplazamiento lateral del último nivel de la edificación (Δn).

Esta curva consiste en una serie de segmentos de rectas de pendiente decreciente, asociados a la progresiva degradación de la rigidez, la cedencia en elementos y en general, al daño. A este tipo de evaluación se conoce como un análisis “pushover” y su resultado está fuertemente influenciado por el esquema de distribución de carga lateral supuesto; sin embargo, existen recomendaciones sobre como establecerlos de manera racional, por ejemplo, que la misma sea consistente con la distribución de fuerzas iniciales o con la forma de vibración del modo considerado. Además, la pendiente de la línea trazada desde el origen de coordenadas hasta un punto de la curva definido por un desplazamiento (d) representa la rigidez efectiva o secante de la estructura asociada a dicho desplazamiento.

Usando propiedades modales asociadas al modo fundamental de vibración, es posible transformar la curva de capacidad a un nuevo formato ADRS (“Acceleration-Displacement Response Spectrum” donde se representa la aceleración espectral (S_a), respecto al desplazamiento espectral (S_d), denominado *espectro de capacidad*.

En esta representación, cada línea trazada desde el punto origen hasta la curva, tiene una pendiente (ω')², donde ω' es la frecuencia circular asociada a la respuesta efectiva de la estructura cuando la misma es deformada hasta dicho desplazamiento espectral. De manera que el período efectivo de la estructura (T') asociado a dicho desplazamiento espectral puede determinarse como $T' = 2\pi/\omega'$.



α_1 ... masa modal asociada al modo fundamental o primer modo de vibración.
 β_1 ... factor de participación asociado al modo fundamental.
 $\phi_{1,n}$... amplitud en el nivel n , de la forma de vibración del modo fundamental.

α_1 ... masa modal asociada al modo fundamental o primer modo de vibración.

β_1 ... factor de participación asociado al modo fundamental.

$\phi_{1,n}$... amplitud en el nivel n , de la forma de vibración del modo fundamental.

Espectro de demanda

La demanda sísmica inicialmente se caracteriza usando el espectro de respuesta elástico de aceleración típicamente definido para un amortiguamiento del 5% , el cual debe ser transformado a un formato ADRS, es decir, de aceleración espectral (Sa como una fracción de la aceleración de gravedad g) respecto el desplazamiento espectral (Sd). Para dicha conversión, cada punto (Sa_i , T_i) del espectro de respuesta donde T_i es el período, corresponde a un punto (Sa_i , Sd_i) del espectro de demanda;

$$Sd_i = \frac{T_i^2}{4\pi^2} Sa_i \times g$$

El *espectro de demanda* es una representación gráfica de la aceleración máxima de respuesta respecto el correspondiente desplazamiento máximo, para un período y nivel de amortiguamiento dado.

El espectro de respuesta elástico debe ser sucesivamente ajustado para un factor de amortiguamiento compatible con el nivel de deformaciones esperado. De hecho, para altos niveles de deformación se esperan importantes incrementos en la capacidad de disipar energía, más aún, si la estructura cuenta con dispositivos de dissipación, en cuyo caso, la demanda sísmica inicial debe ser reducida en proporción al incremento del amortiguamiento efectivo.

Existen diversas recomendaciones que proponen valores de amortiguamiento característico para diferentes sistemas estructurales y factores de modificación de la respuesta elástica dependientes del amortiguamiento, los cuales deben aplicarse de manera consistente para cada nivel de movimiento del terreno especificado.

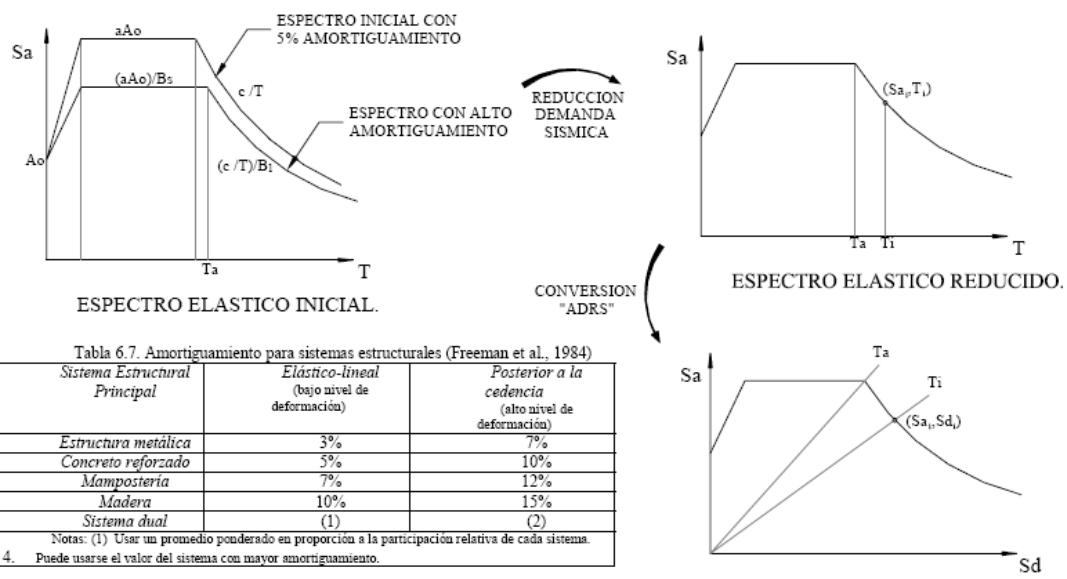


Tabla 6.7. Amortiguamiento para sistemas estructurales (Freeman et al., 1984)

Sistema Estructural Principal	Elástico-lineal (bajo nivel de deformación)	Posterior a la cedencia (alto nivel de deformación)
Estructura metálica	3%	7%
Concreto reforzado	5%	10%
Mampostería	7%	12%
Madera	10%	15%
Sistema dual	(1)	(2)

Notas: (1) Usar un promedio ponderado en proporción a la participación relativa de cada sistema.
4. Puede usarse el valor del sistema con mayor amortiguamiento.

Tabla 6.8. Factor de modificación de la respuesta elástica (FEMA, 1996)

Factor de amortiguamiento	Factor B_s (Rango de cortos períodos)	Factor B_l (Rango de largos períodos)
$\leq 2\%$	0.8	0.8
5%	1.0	1.0
10%	1.3	1.2
20%	1.8	1.5
30%	2.3	1.7
40%	2.7	1.9
$\geq 50\%$	3.0	2.0

ESPECTRO DE DEMANDA.

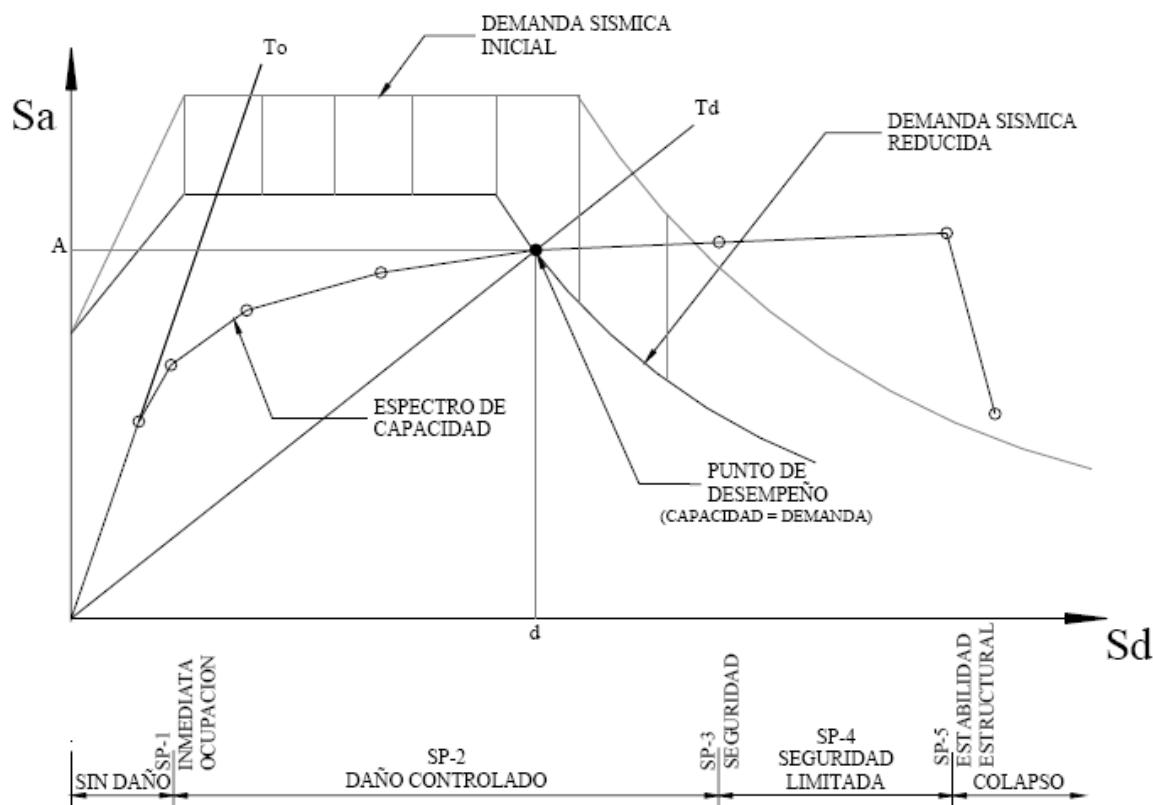
Estimación de la respuesta sismica máxima

Superponiendo el *espectro de capacidad* con el *espectro de la demanda sismica* es posible identificar la intersección de las curvas, definiendo así el *punto de desempeño* (A,d), donde se igualan la demanda y la capacidad. Este punto representa la respuesta estructural correspondiente al modo fundamental de vibración en términos de pseudo-aceleración y pseudo-desplazamiento espectral asociado al máximo desplazamiento, que permiten la determinación del desplazamiento Δn y corte basal V_o , usando procedimientos de análisis modal.

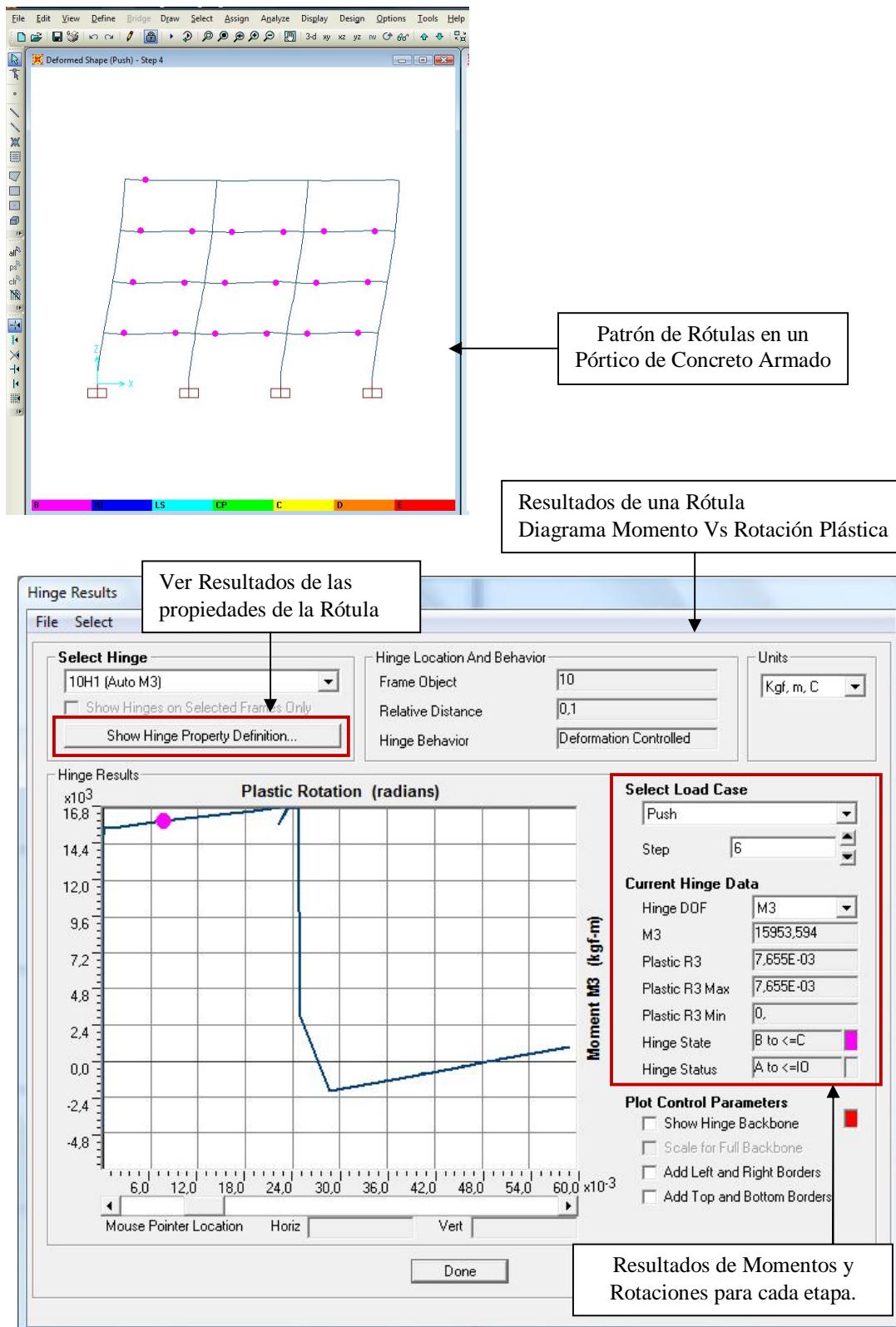
$$V_o = A \times \alpha_1 \quad \Delta n = d \times \beta_1 \times \phi_{1,n}$$

Si el desplazamiento Δn está asociado a un nivel de deformaciones que no es compatible con el nivel de amortiguamiento implícito en la reducción de la demanda sismica supuesta, es necesario repetir el proceso hasta lograr compatibilizar estos parámetros. De manera similar, utilizando los parámetros modales asociados a los modos superiores de vibración puede obtenerse la respuesta estructural para otros modos de vibración.

Espectro Capacidad-Demanda



10.4.6. Show Hinge Results: Mostrar Resultados en Rótulas.



Frame Hinge Property Data

Hinge Property Name	10H1
Hinge Type	<input type="radio"/> Force Controlled (Brittle) <input checked="" type="radio"/> Deformation Controlled (Ductile) Moment M3
<input style="border: 2px solid red;" type="button" value="Modify/Show Hinge Property..."/>	
OK	Cancel

Frame Hinge Property Data for 10H1 - Moment M3

Resultados de las propiedades de la Rótula.
Diagrama Momento vs Rotación definido según FEMA 356.

Point	Moment/SF	Rotation/SF
E-	-0.2	-0.0483
D-	-0.2	-0.0246
C-	-1.1	-0.0246
B-	-1,	0,
A	0,	0,
B+	1,	0,
C+	1.1	0.025
D+	0.2	0.025
E+	0.2	0.05

Type

Moment - Rotation
 Moment - Curvature
 Hinge Length
 Relative Length

Symmetric

Load Carrying Capacity Beyond Point E

Drops To Zero
 Is Extrapolated

Momentos Cedentes calculados a partir de las propiedades de la sección incluyendo el acero de refuerzo.

Scaling for Moment and Rotation

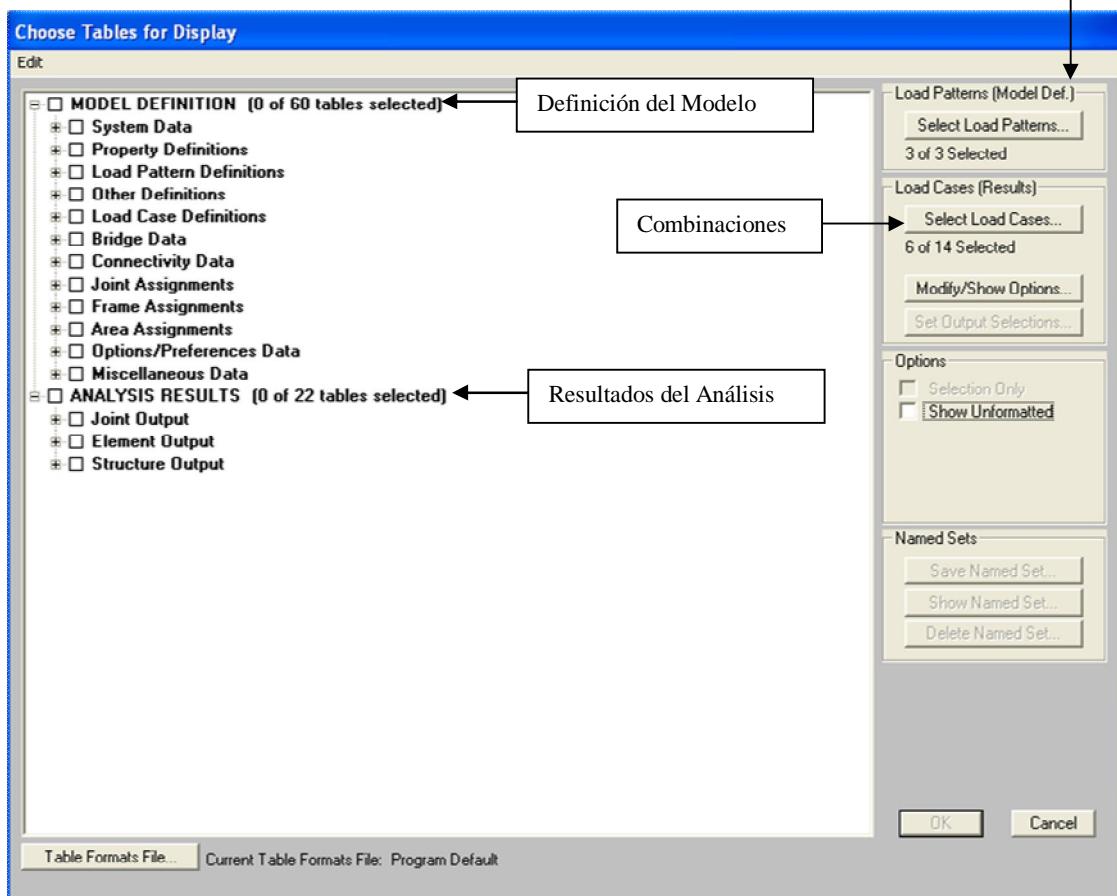
<input type="checkbox"/> Use Yield Moment <input type="checkbox"/> Use Yield Rotation (Steel Objects Only)	Positive	Negative
	Moment SF <input type="text" value="15479,615"/>	<input type="text" value="20697,328"/>
<input type="checkbox"/> Show Acceptance Criteria on Plot	Rotation SF <input type="text" value="1,"/>	<input type="text" value="1,"/>

Acceptance Criteria (Plastic Rotation/SF)

	Positive	Negative
Immediate Occupancy	<input type="text" value="0,01"/>	<input type="text" value="9,566E-03"/>
Life Safety	<input type="text" value="0,02"/>	<input type="text" value="-0,0191"/>
Collapse Prevention	<input type="text" value="0,025"/>	<input type="text" value="-0,0246"/>

OK Cancel

10.4.7. Tables: Mostrar Tablas.



Modal Participating Mass Ratios

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

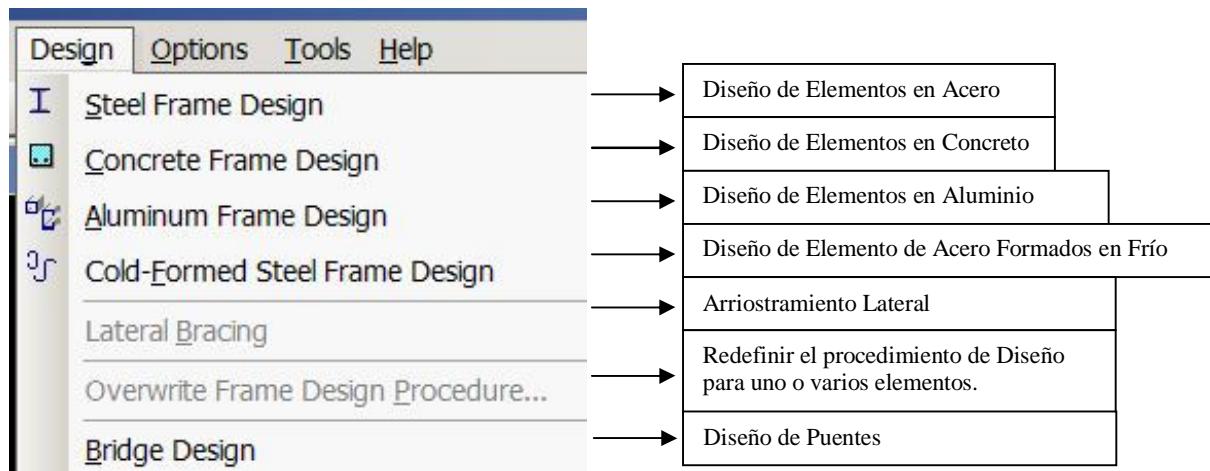
Modal Participating Mass Ratios

	OutputCase Text	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	UX Unitless	UY Unitless	UZ Unitless	SumUX Unitless	SumUY Unitless	
►	MODAL	Mode	1	0.430224	1.71E-20	0.86	1.164E-18	1.71E-20	0.86	
	MODAL	Mode	2	0.385338	0.85	7.813E-20	9.354E-18	0.85	0.86	
	MODAL	Mode	3	0.348772	1.216E-20	0	0	0	0.85	0.86
	MODAL	Mode	4	0.137465	2.467E-13	0.11	1.836E-13	0.85	0.97	
	MODAL	Mode	5	0.121331	0.12	7.815E-16	2.119E-15	0.97	0.97	
	MODAL	Mode	6	0.112356	1.765E-18	3.086E-18	8.789E-18	0.97	0.97	
	MODAL	Mode	7	0.097786	7.191E-17	0.0001004	4.241E-16	0.97	0.97	
	MODAL	Mode	8	0.096581	2.531E-17	2.347E-15	0.006556	0.97	0.97	
	MODAL	Mode	9	0.095958	2.204E-18	5.188E-17	1.251E-17	0.97	0.97	
	MODAL	Mode	10	0.094388	3.148E-16	0.0009859	1.958E-15	0.97	0.97	
	MODAL	Mode	11	0.093789	0.000003009	1.219E-16	5.294E-19	0.97	0.97	
	MODAL	Mode	12	0.09368	1.442E-16	2.2E-15	0.28	0.97	0.97	

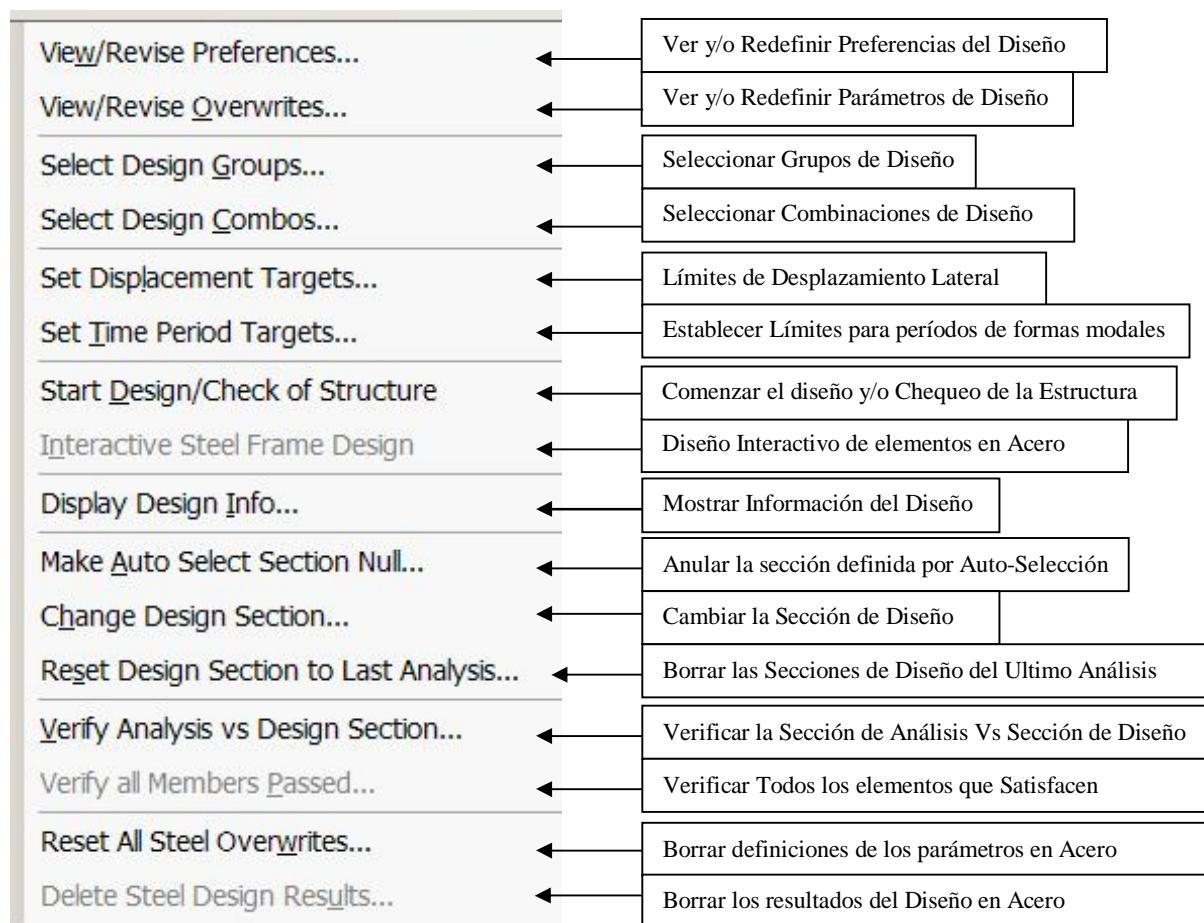
Record: [◀◀] [◀▶] [▶▶] of 12 Add Tables... Done

La suma de la masa participativa modal en ambas direcciones debe ser mayor a 0,90.

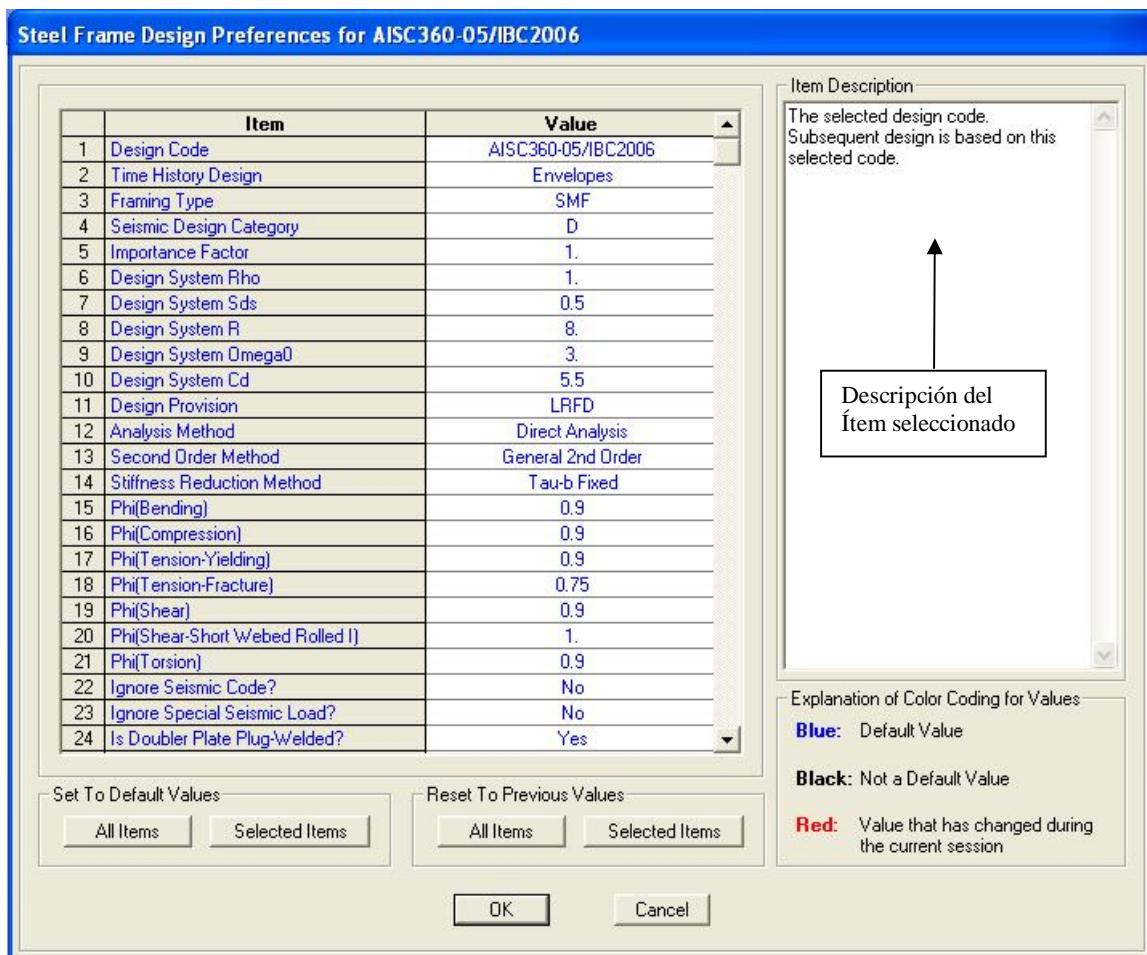
11. Menú Design: *Diseñar*



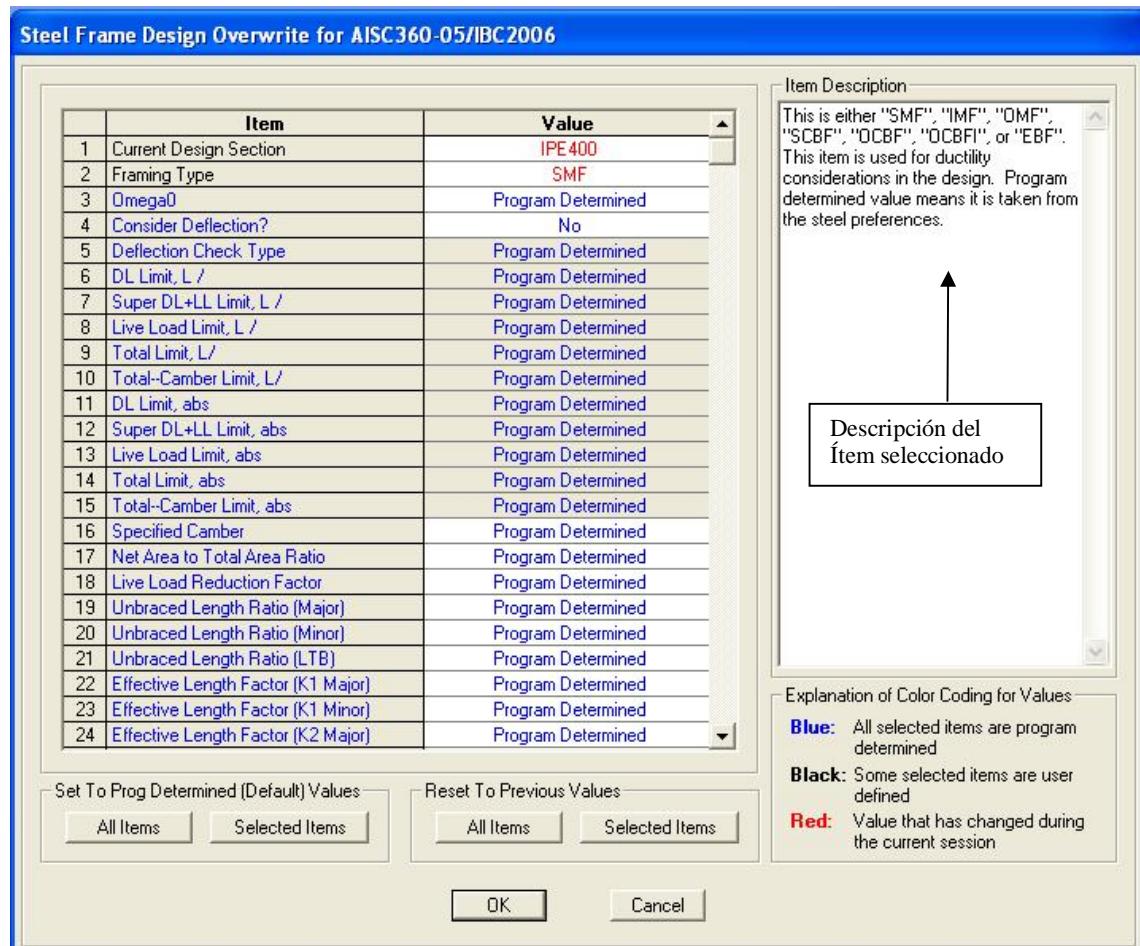
11.1. Steel Frame Design: *Diseño de Elementos de Pórtico “Frame”, en Acero.*



11.2. View/Revise Preferences: Ver y/o Redefinir Preferencias de Diseño.

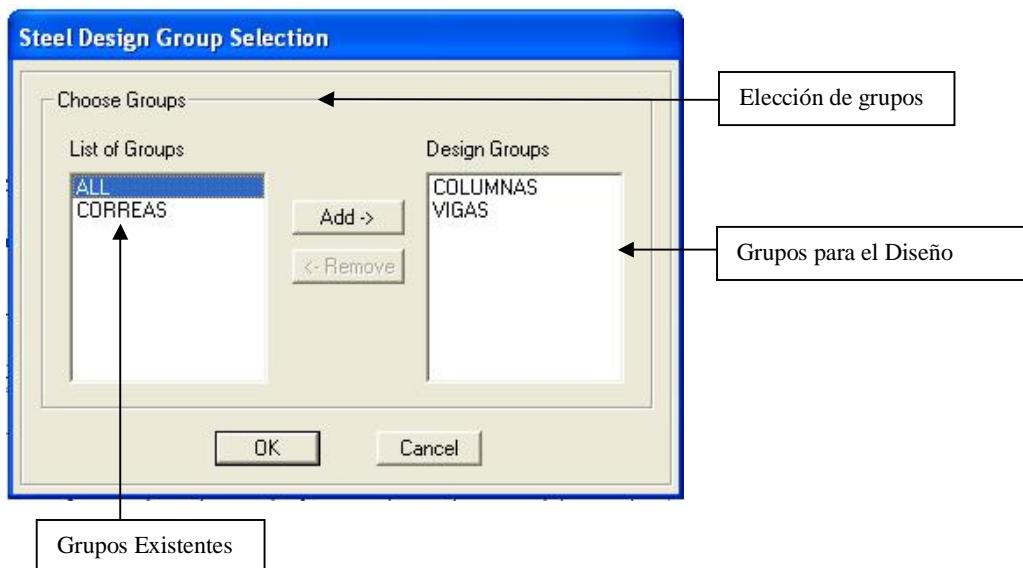


En este Formulario se puede especificar o redefinir en la casilla correspondiente, el Código de Diseño a usar, Tipo de Estructuras, Factores Sísmicos, Tipo de Análisis (LRFD o ASD), Factores de Minoración de Resistencia, Máximo valor de Relación Demanda / Capacidad, Coeficientes, y varios detalles del Código de Diseño en Acero seleccionado. Los Ítems mencionados anteriormente dependerán de la Norma o Código seleccionado.

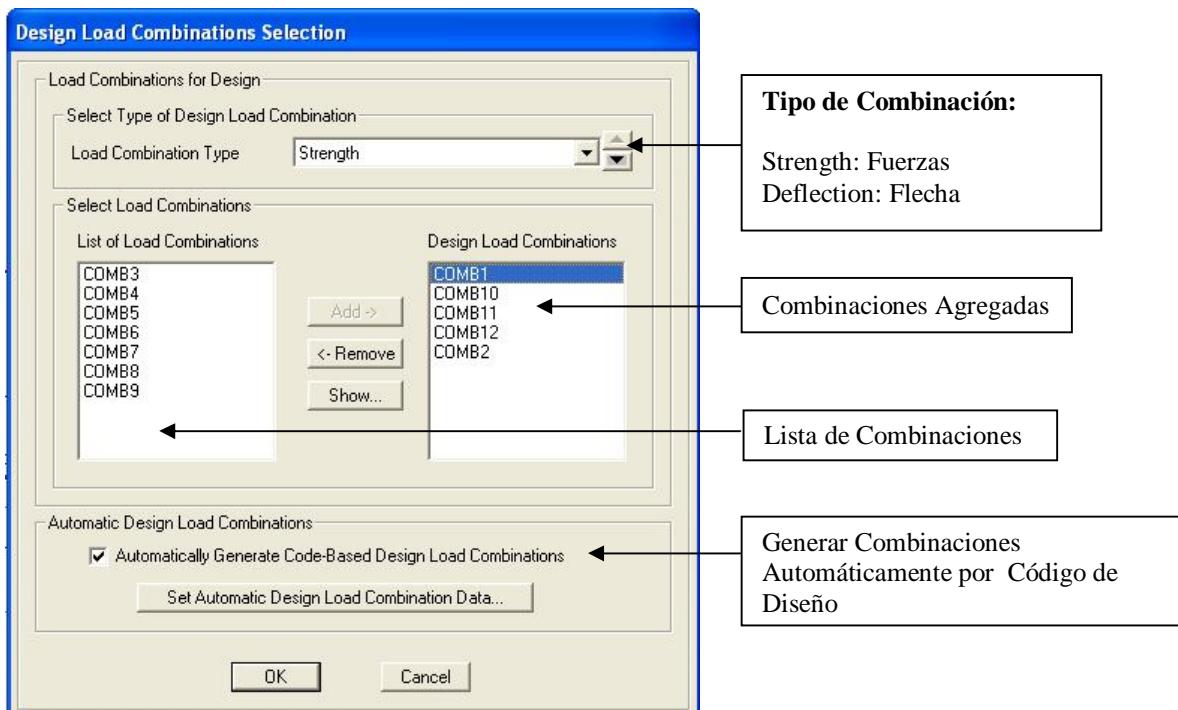
11.2.1. View/Revise Overwrites: Ver y/o Redefinir Parámetros de Diseño.


En este Formulario se puede especificar o redefinir en la casilla correspondiente, la Sección de diseño, Tipo de Elemento, Flechas máximas permitidas, Factores de longitud No arriostrada, Factores de longitud efectiva, Coeficientes, esfuerzo cedente, resistencia a compresión, tracción, flexión, entre otros., tanto para uno o varios elementos de Acero. Si se coloca cero “0” el programa determina el valor por defecto.

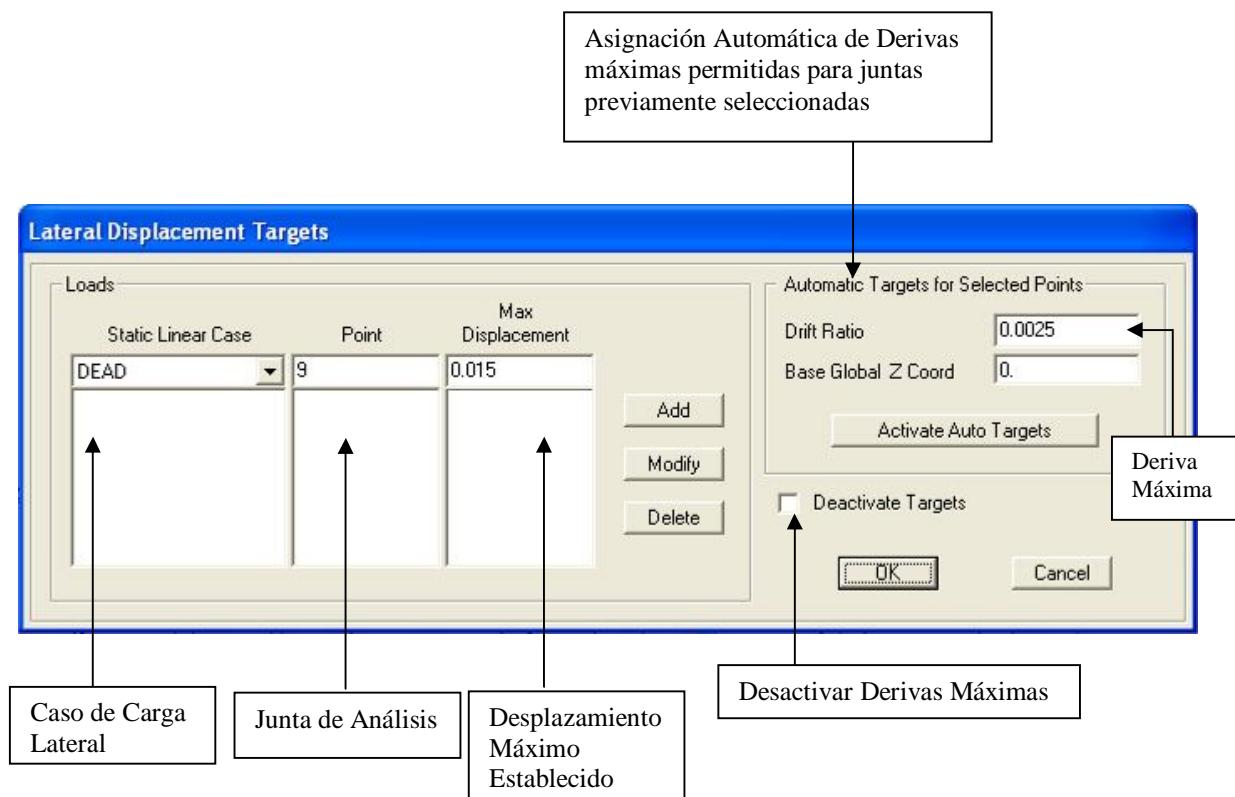
11.2.2. Select Design Group: *Seleccionar Grupos de Diseño.*



11.2.3. Select Design Combinations: *Seleccionar Grupos de Diseño*

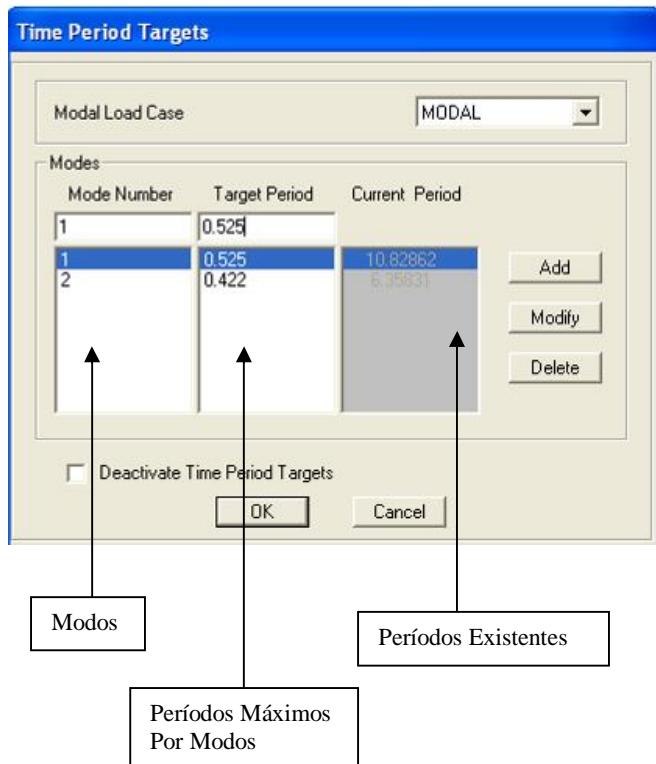


11.2.4. Set Lateral Displacement Targets: *Límite de Desplazamiento Lateral.*



A través de este formulario el programa diseña toda la estructura utilizando un parámetro de autoselección en los diferentes elementos de la misma, considerando las derivas o desplazamientos máximos previamente establecidos en las juntas correspondientes, y a su vez cumpliendo con los criterios de resistencia y flechas permitidas. Es decir, La estructura queda diseñada para cumplir con la Resistencia requerida, Flechas máximas permitidas y la Desplazabilidad máxima establecida.

11.2.5. Set Time Period Targets: Establecer Límites de períodos de formas modales.

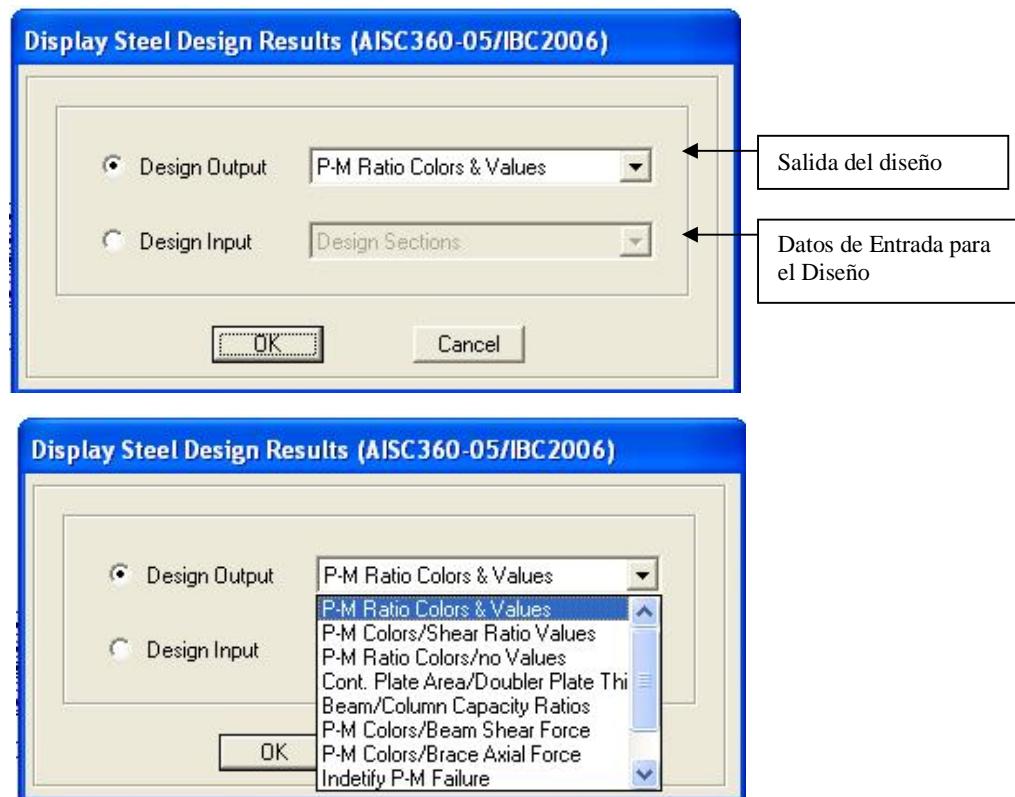


A través de este formulario el programa diseña toda la estructura utilizando un parámetro de autoselección en los diferentes elementos de la misma, considerando los Modos de Vibración previamente establecidos para cada forma modal, y a su vez cumpliendo con los criterios de resistencia y flechas permitidas. Es decir, La estructura queda diseñada para cumplir con la Resistencia requerida, Flechas máximas permitidas y los períodos Máximos Establecidos para cada forma modal.

11.2.6. Start Design/Check of Structure: I

Iniciar el Diseño y/o revisar la estructura contemplando los grupos, combinaciones, coeficientes y definiciones particulares realizadas previamente en la misma siguiendo los lineamientos normativos establecidos.

11.2.7. Display Design Info: Mostrar la información del Diseño de acuerdo a la Norma Aplicada.



P-M Ratio Colors & Values: Valores de Relación Demanda/Capacidad a Fuerza Axial y Flexión, con indicación de colores.

P-M Colors / Shear Ratio Values: Colores de Relación Demanda/Capacidad a Fuerza Axial y Flexión. Valores de Relación Demanda/Capacidad a Corte.

P-M Ratio Colors / No Values: Colores de Relación Demanda/Capacidad a Fuerza Axial y Flexión (sin valores)

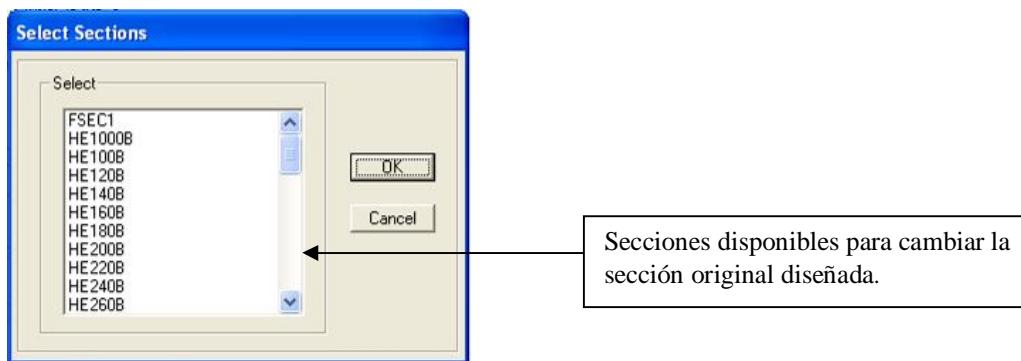
Cont. Plate Area / Doubler Plate Thickness: Área requerida de planchas de Continuidad y Espesor requerido de planchas (dobles) adosadas al alma.

Beam/Column Capacity Ratios: Relación de capacidad dada por la sumatoria de Momentos Resistentes en Vigas / Momentos Resistentes en Columnas que concurren a un Nodo, en cada plano.

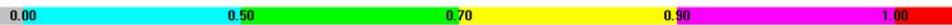
P-M Colors / Beam Shear Forces: Colores de Relación Demanda/Capacidad a Fuerza Axial y Flexión. Valores de fuerzas de Corte en Vigas.

P-M Colors / Brace Axial Forces: Colores de Relación Demanda/Capacidad a Fuerza Axial y Flexión. Valores de fuerzas Axiales en Arriostramientos.

11.2.8. Change Design Section: Cambiar la sección del Diseño



Es importante destacar que **SAP2000** determina el coeficiente de Suficiencia (C.S) de cada uno de los elementos (Correas, Vigas, Arriostramientos y Columnas) que pertenecen a la estructura de conformidad con las combinaciones y la Norma Establecida. El Coeficiente de Suficiencia expresa la relación crítica de Demanda/Capacidad en la Interacción de la fuerza axial y los momentos actuando simultáneamente, así como las flechas máximas permitidas, debido a ello, en cualquier caso debe ser igual o menor a 1.00.



Para el Caso de un Sistema tipo “**SMF**” “Special Moment Frames” el programa Verifica si:

- 1) Los perfiles para las Vigas y Columnas son **compactos Sísmicos**
- 2) Las vigas posean adecuado **soporte lateral**.
- 3) El criterio **Columna Fuerte-Viga Débil** en cada Junta, de una manera simplificada considerando un valor de sobre-resistencia (R_y).
- 4) Las planchas de refuerzo en la Zona del Panel.

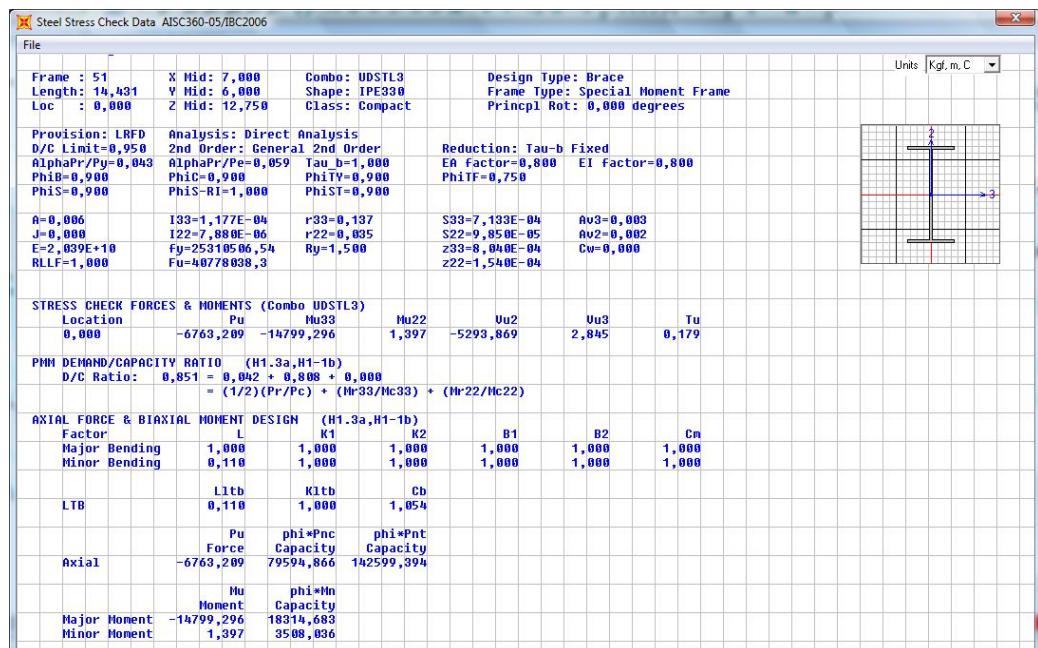
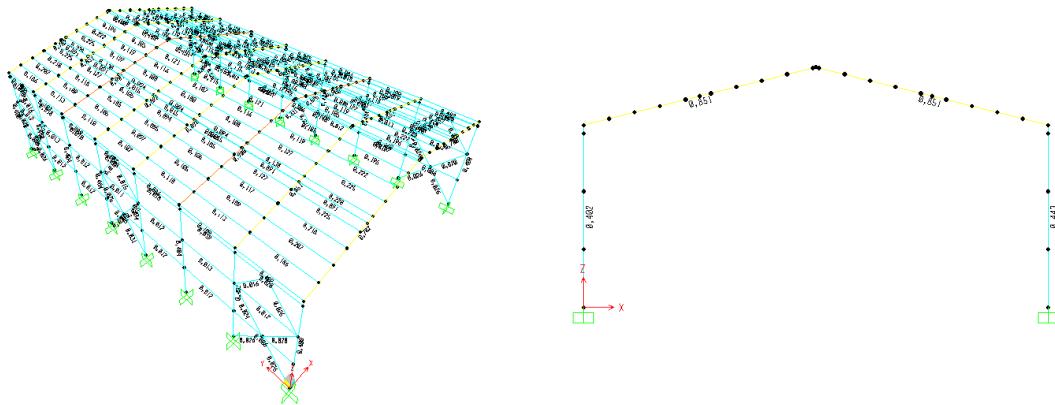
Para el Caso de un sistema resistente a sismo tipo “**SCBF**” “Special Concentrically Braced frames” el programa Verifica si:

- 1) Los perfiles para los arriostramientos y Columnas son **compactos Sísmicos**
- 2) Los arriostramientos cumplen con la esbeltez máxima permitida igual a $4*(E/F_y)^{1/2}$

Para el Caso de un sistema resistente a sismo tipo “EBF” “Excentrically Braced frames” el programa Verifica si:

- 1) Los perfiles para las Vigas-Eslabones son **compactos Sísmicos**
- 2) Los perfiles para las Columnas son **compactos Sísmicos**
- 3) Los perfiles para los Arriostramientos son **compactos**.
- 4) La resistencia de los Arriostramientos bajo la condición de que en los eslabones se produzca un corte Máximo Probable igual a 1.25 Ry Vn.
- 5) La resistencia de las Vigas fuera de la zona de eslabones bajo la condición de que en los mismos se produzca un corte Máximo Probable igual a 1.10 Ry Vn.

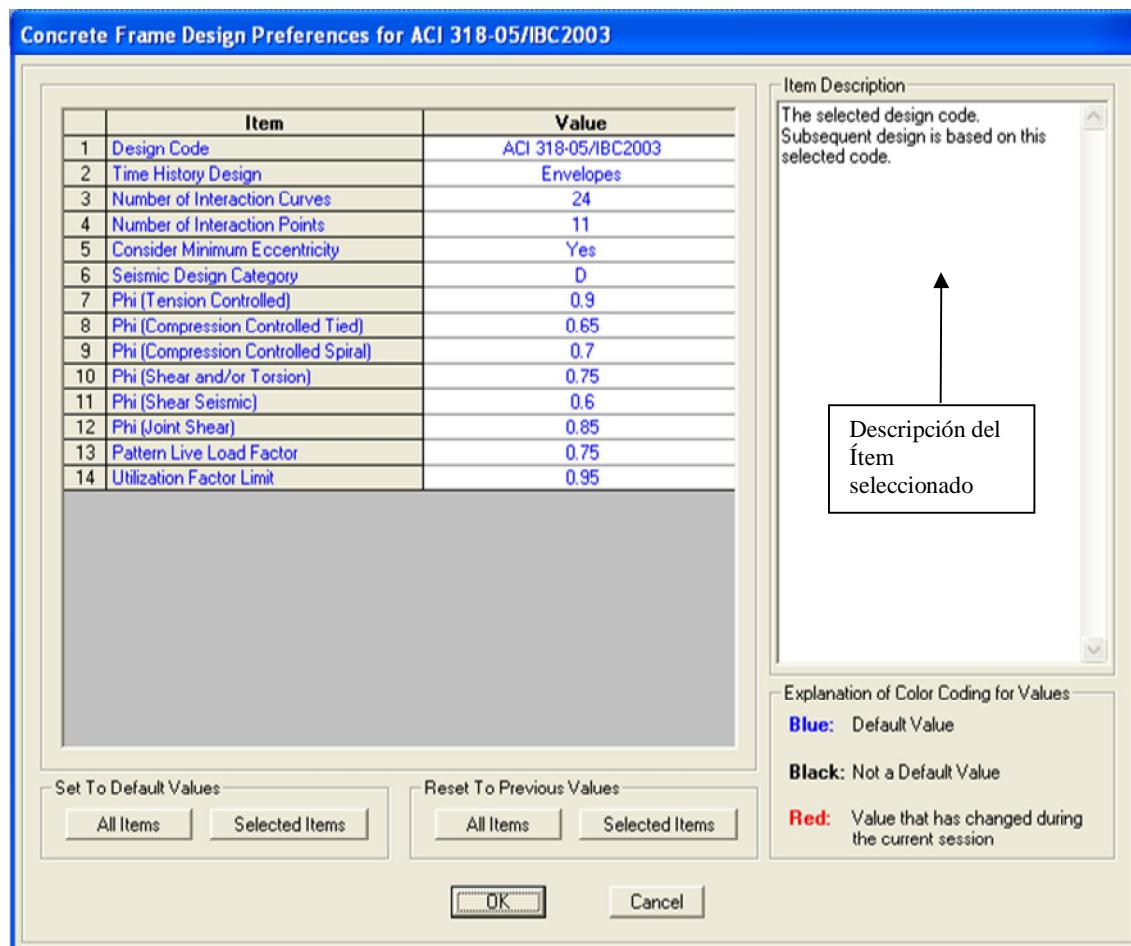
Nota: Estos Criterios son de acuerdo a la Norma AISC 341-05 “Sesimic Provisions”.



11.3. Concrete Frame Design: Diseño de Elementos en Concreto.

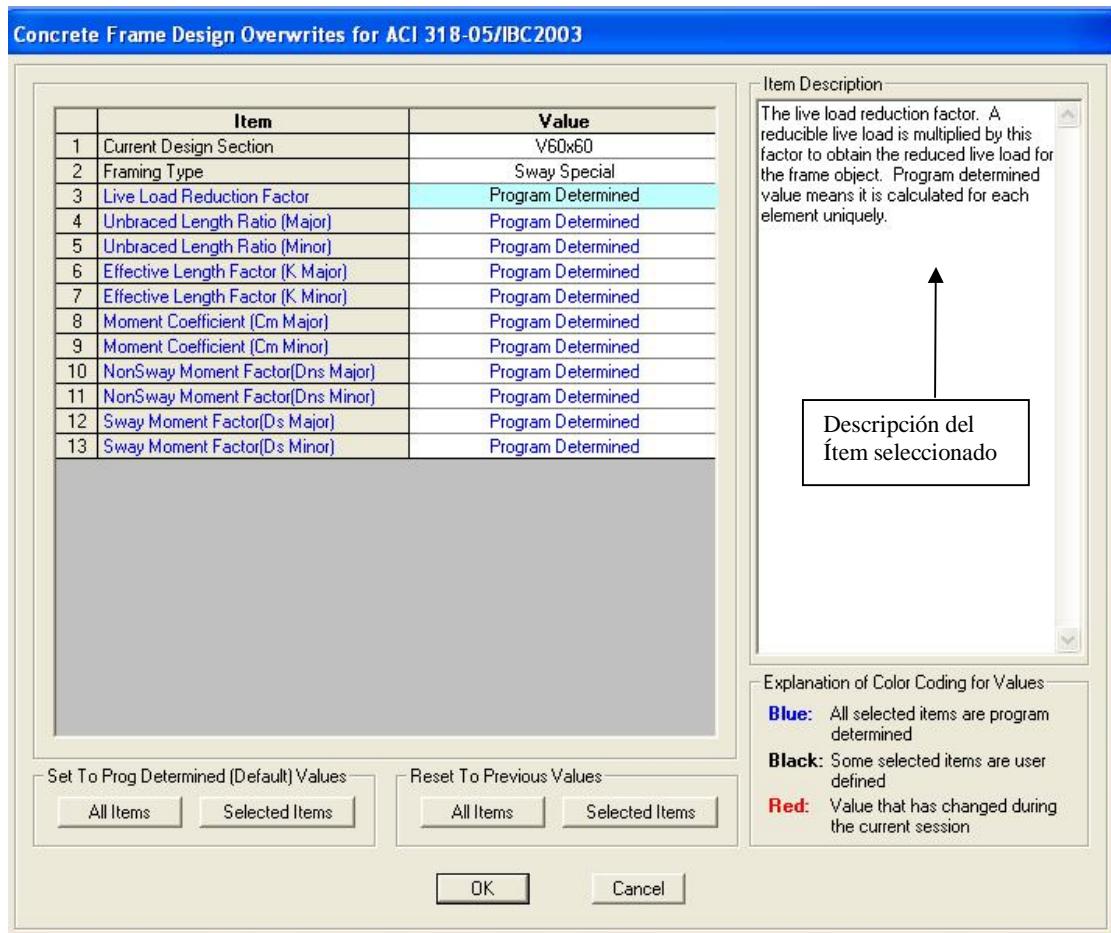
[View/Revise Preferences...](#)
[View/Revise Overwrites...](#)
Select Design Combos...
Start Design/Check of Structure
[Interactive Concrete Frame Design](#)
[Display Design Info...](#)
[Change Design Section...](#)
[Reset Design Section to Last Analysis...](#)
[Verify Analysis vs Design Section...](#)
[Verify all Members Passed...](#)
Reset All Concrete Overwrites...
[Delete Concrete Design Results...](#)

Ver y/o Redefinir Preferencias del Diseño
Ver y/o Redefinir Parámetros de Diseño
Seleccionar Combinaciones de Diseño
Comenzar el diseño y/o Chequeo de la Estructura
Diseño Interactivo de elementos en Concreto
Mostrar Información del Diseño
Cambiar la Sección de Diseño
Borrar las Secciones de Diseño del Ultimo Análisis
Verificar la Sección de Análisis Vs Sección de Diseño
Verificar Todos los elementos que Satisfacen
Borrar definiciones de los parámetros en Concreto
Borrar los resultados del Diseño en Concreto

11.3.1. View/Revise Preferences: Ver y/o Redefinir Preferencias de Diseño.


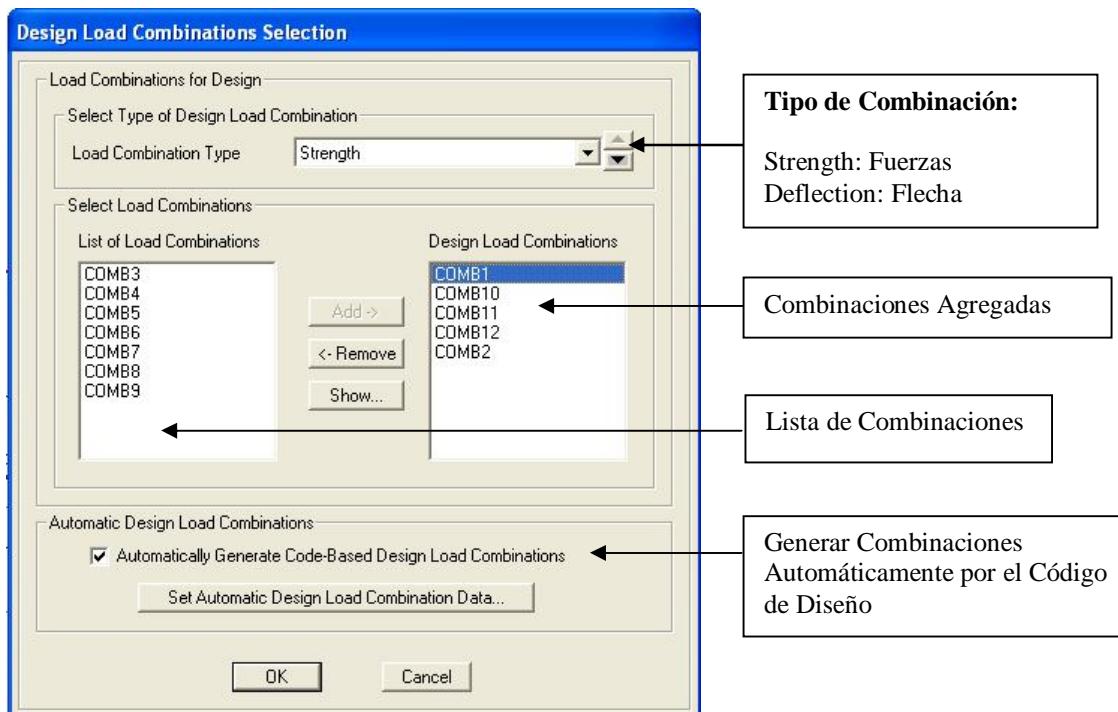
En Este Formulario se puede especificar o redefinir en la casilla correspondiente, el Código de Diseño a usar, Factores Sísmicos, Factores de Minoración de Resistencia, Máximo valor de Factor de Utilización, Coeficientes, y varios detalles del Código de Diseño en Concreto seleccionado. Los Ítems mencionados anteriormente dependerán de la Norma o Código seleccionado.

11.3.2. View/Revise Overwrites: Ver y/o Redefinir Parámetros de Diseño.



En este Formulario se puede especificar o redefinir en la casilla correspondiente, la Sección de diseño, Tipo de Elemento, Factores de longitud No arriostrada, Factores de longitud efectiva, Coeficientes, tanto para uno o varios elementos de Concreto. Si se coloca cero “0” el programa determina el valor por defecto.

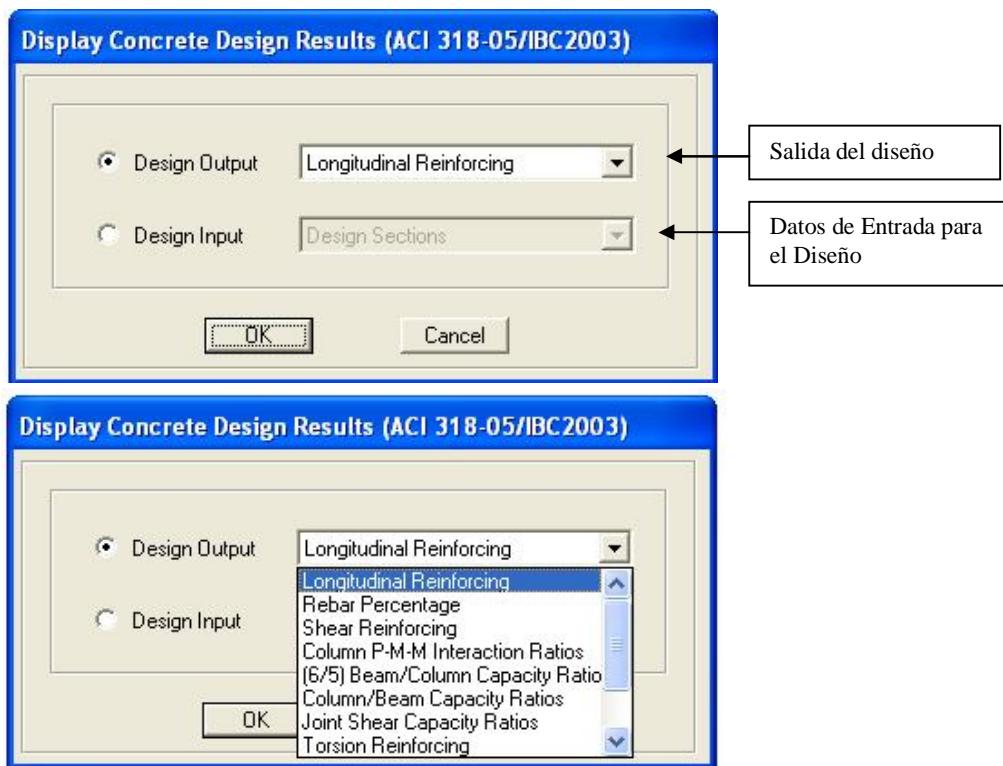
11.3.3. Select Design Combo: Seleccionar Combinaciones para el Diseño.



11.3.4. Start Design/Check of Structure:

Iniciar el Diseño y/o revisar la estructura contemplando las combinaciones, coeficientes y definiciones particulares realizadas previamente en la misma siguiendo los lineamientos normativos establecidos.

11.3.5. Display Design Info: Mostrar la información del Diseño de acuerdo a la Norma Aplicada.



Longitudinal Reinforcing: Refuerzo Longitudinal

Rebar Porcentaje: Cuantía del acero de refuerzo longitudinal

Shear Reinforcing: Refuerzo de acero por Corte.

Column P-M-M Interaction Ratios: Relación Demanda/ Capacidad a flexo-compresión en Columnas.

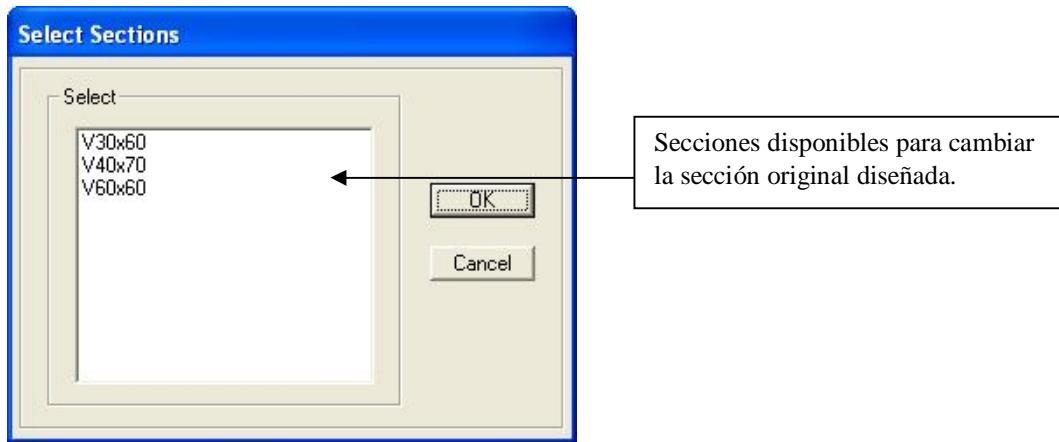
(6/5) Beam/Column Capacity Ratios: Relación de capacidad dada por la sumatoria de (6/5) Momentos resistentes en Vigas / Momentos Resistentes en Columnas, que concurren a un nodo, en cada plano.

Column/Beam Capacity Ratios: Relación de capacidad dada por la sumatoria de Momentos Resistentes en Columnas / Momentos Resistentes en Vigas que concurren a un Nodo, en cada plano.

Joint Shear Capacity Ratios: Relación Demanda/Capacidad a Corte en las Juntas

Torsión Reinforcing: Refuerzo de acero por Torsión.

11.3.6. Change Design Section: Cambiar la sección del Diseño.



.- En el caso del acero por corte de la viga, el programa lo determina según el nivel de diseño del elemento. Por ejemplo, si se escoge “**Sway Special**” se diseña por capacidad, es decir, el área de acero por corte es función de la carga gravitacional mayorada mas el corte proveniente de suponer que en los extremos de la viga se generan las rótulas plásticas a flexión.

ACI 318-05/IBC 2003 BEAM SECTION DESIGN				Type:	Sway Special	Units:	Kgf-cm (Shear Details)
Level : PIS01	L=500.000						
Element : B25	D=55.000	B=40.000			bF=40.000		
Station Loc : 475.000	ds=0.000	dct=5.000			dcb=5.000		
Section ID : U40X55	E=253105.065	fc=250.000			Lt.Wt. Fac.=1.000		
Combo ID : UDCON3	fy=4200.000	fys=4200.000					
Phi(Bending): 0.900							
Phi(Shear): 0.750							
Phi(Seis Shear): 0.600							
Phi(Torsion): 0.750							
							
Cortes por Capacidad con el acero de cálculo							
SHEAR/TORSION DESIGN FOR U2 and T				Rebar A1	Design Uu	Design Tu	Design Mu
Rebar Au	Rebar At			8.395	16627.817	93990.8401024199.737	0.000
0.132	0.012						
Design Forces	Factored	Factored	Capacity Up	Gravity Ug			
	Uu	Mu	10333.901	7402.494			
16627.817-2169851.40							
Corte por Gravedad							
Capacidad Momento (Izquierda) con el acero de cálculo.							
Capacity Moment (Left)	Long.Rebar As(Bot)	Long.Rebar As(Top)	Cap.Moment Mpos	Cap.Moment Mneg			
	6.696	12.1941684981.8742959778.222					
Capacidad Momento (Derecha) con el acero de cálculo							
Capacity Moment (Right)	Long.Rebar As(Bot)	Long.Rebar As(Top)	Cap.Moment Mpos	Cap.Moment Mneg			
	6.696	12.2181684981.8742965273.607					
Si el Corte por capacidad es superior al corte gravitacional implica que $\phi V_c = 0$							
Design Basis				Strength Fys	Strength Fcs	Strength LtWt.Reduc Factor	
Design Uu	Conc.Area Ac	Area Ag	Tensn.Rein Ast				
16627.817	2000.000	2200.000	6.696	4200.000	250.000	1.000	
Shear Rebar Design				Shear Phi×Uc 0.000	Shear Phi×Us 16627.817	Shear Phi×Un 16627.817	
Stress U	Conc.Cpcty UC	Uppr.Limit Umax	RebarArea Av				
8.314	5.031	33.540	0.132				
Torsion Capacity				Conc.Area Ob	Conc.Area Ob	Perimeter Pcn	Perimeter Ph
Torsion Tu	Critical Phi×Ter	Conc.Area Obn	Conc.Area Obh				

Es importante destacar que el corte, La relación Columna Fuerte/Viga Débil y el chequeo del Nodo debe revisarse para los **aceros reales** colocados y no los calculados, por tanto vamos a proceder a indicar los aceros superiores e inferiores finales a la izquierda y la derecha de las vigas. Esto implica, quitar el análisis y luego ir al menú Define / Frame

Manual de Aplicación del Programa SAP2000 v14

Ing. Eliud Hernández / eliudh5@gmail.com / 58-412-2390553



Rectangular Section

Section Name

Properties

Property Modifiers

Dimensions
 Depth (t3)
 Width (t2)

Concrete

Display Color █

Reinforcement Data

Column

Beam

Concrete Cover to Rebar Center

Top
 Bottom

Reinforcement Overrides for Ductile Beams

Left	Right
Top <input type="text" value="14"/>	<input type="text" value="14"/>
Bottom <input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="9"/>

↑

Aceros Reales

ACI 318-05/IBC 2003 BEAM SECTION DESIGN				Type:	Sway Special	Units:	Kgf-cm (Shear Details)
Level : PIS01	L=500.000			B=40.000			
Element : B25	D=55.000			ds=0.000	b=40.000		
Station Loc : 475.000				dct=5.000			
Section ID : U40X55	E=253105.065			fc=250.000			
Combo ID : UDCON3				fys=4200.000			
Phi(Bending): 0.900							
Phi(Shear): 0.750							
Phi(Seis Shear): 0.600							
Phi(Torsion): 0.750							
SHEAR/TORSION DESIGN FOR U2 and T							
Rebar Au	Rebar At	Rebar A1	Design Uu	Design Tu	Design Mu	Design Pu	
0.132	0.012	8.395	16627.817	93990.8401024199.737		0.000	
Design Forces Factored Uu Factored Mu							
16627.817-2169851.40		Capacity Up 12418.652	Gravity Ug 7402.494				
Capacity Moment (Left)				Capacity Moment (Right)			
Long. Rebar As(Bot)	Long. Rebar As(Top)	Cap. Moment Mpos	Cap. Moment Mneg	Long. Rebar As(Bot)	Long. Rebar As(Top)	Cap. Moment Mpos	Cap. Moment Mneg
9.000	14.000	2231172.794	3357220.59	9.000	14.000	2231172.794	3357220.59
Design Basis							
Design Uu	Conc. Area Ac	Area Ag	Tensn. Rein Ast	Strength Fys	Strength Fcs	LtWt. Reduc Factor	
16627.817	2000.000	2200.000	9.000	4200.000	250.000	1.000	
Shear Rebar Design							
Stress U	Conc. Cptcy vc	Uppr. Limit umax	RebarArea	Shear Phi×Uc 0.000	Shear Phi×Us 16627.817	Shear Phi×Un 16627.817	
8.314	5.031	33.540	0.132				
Torsion Capacity							
Torsion Tu	Critical PhixTcr	Conc. Area Acb	Conc. Area Aoh	Conc. Area Ao	Perimeter Pcb	Perimeter Ph	

Cortes por Capacidad con el acero Real a colocar en planos. El valor es mayor al obtenido inicialmente.

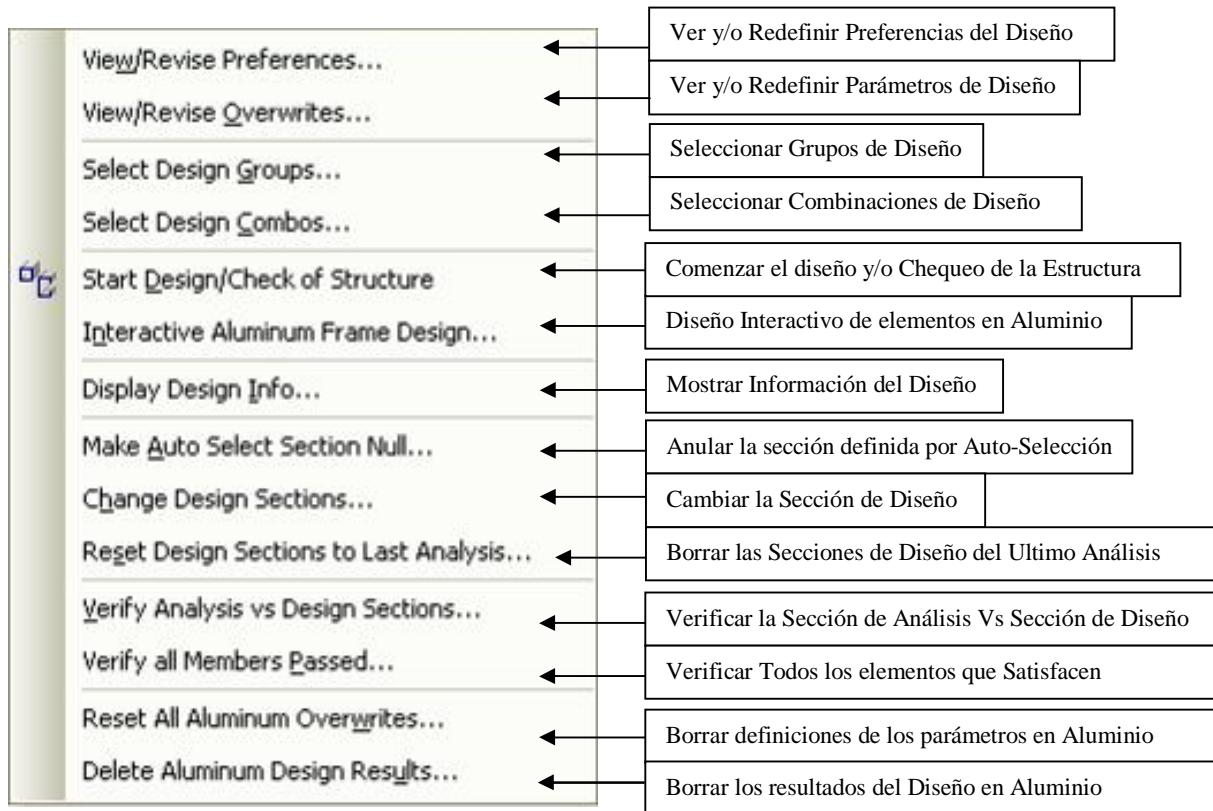
Corte por Gravedad

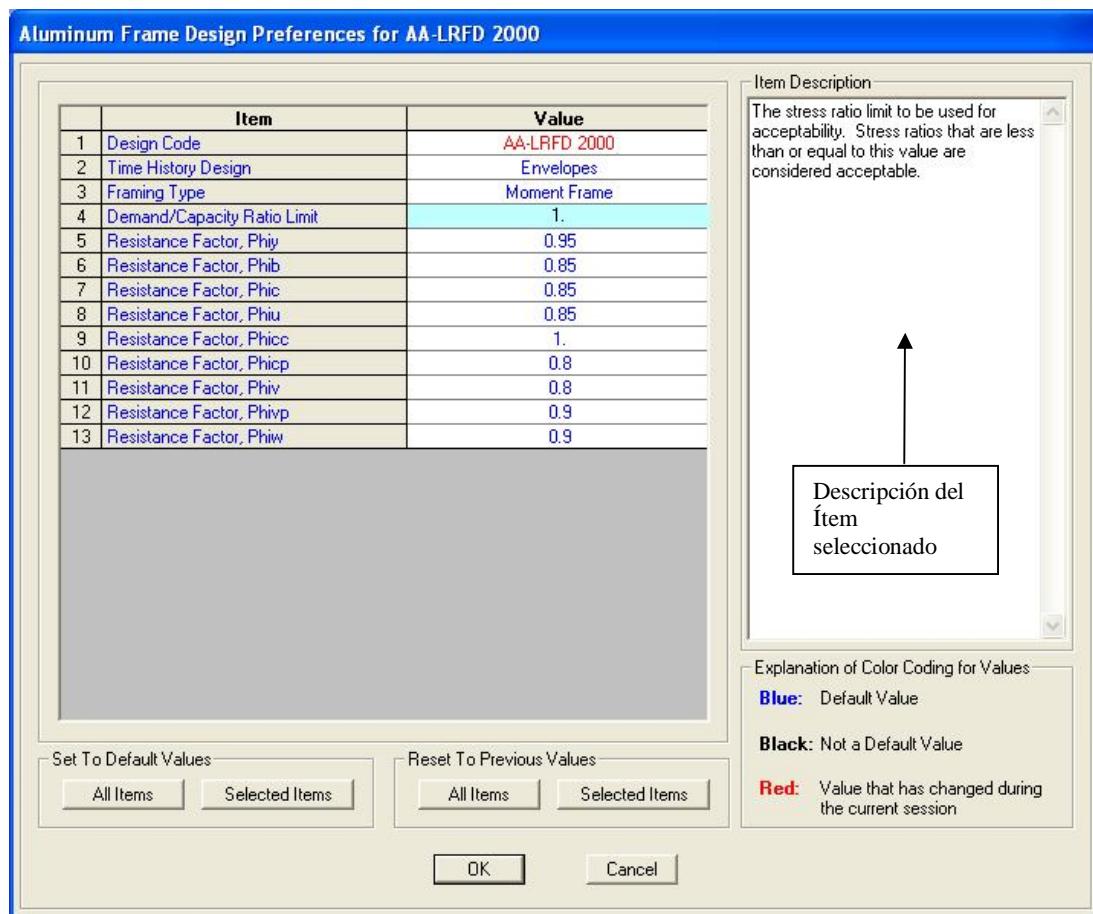
Capacidad Momento (Izquierda) con el acero real a colocar en Planos

Capacidad Momento (Derecha) con el acero real a colocar en planos.

Si el Corte por capacidad es superior al corte gravitacional implica que $\phi V_c = 0$

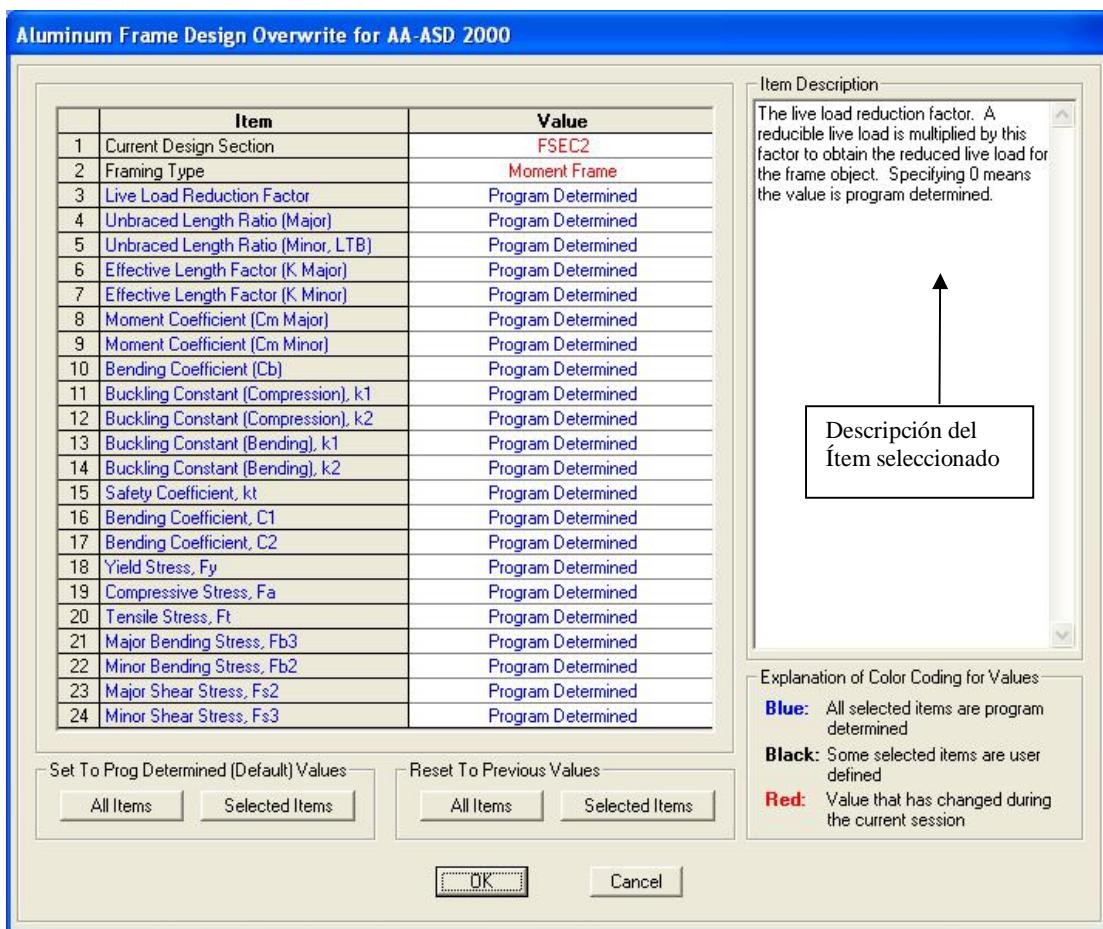
11.4. Aluminium Frame Design: Diseño de Elementos en Aluminio.



11.4.1. View/Revise Preferences: Ver y/o Redefinir Preferencias de Diseño.


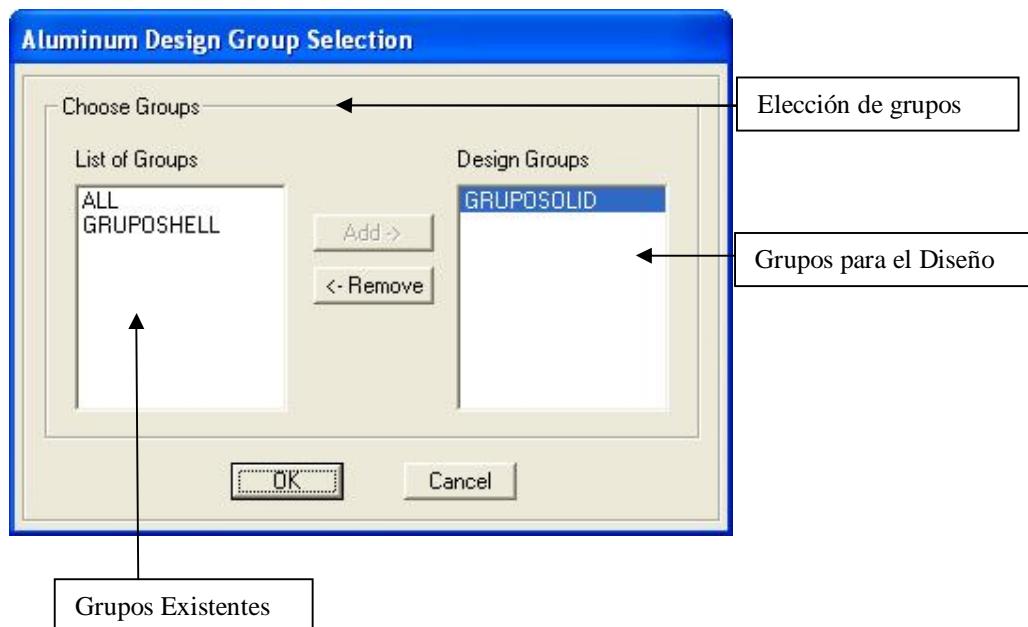
En Este Formulario se puede especificar o redefinir en la casilla correspondiente, el Código de Diseño a usar, Tipo de Estructuras, Tipo de Análisis (LRFD o ASD), Factores de Minoración de Resistencia, Máximo valor de Relación Demanda / Capacidad, Coeficientes, y varios detalles del Código de Diseño en Aluminio seleccionado. Los Ítems mencionados anteriormente dependerán de la Norma o Código seleccionado.

11.4.2. View/Revise Overwrites: Ver y/o Redefinir Parámetros de Diseño.

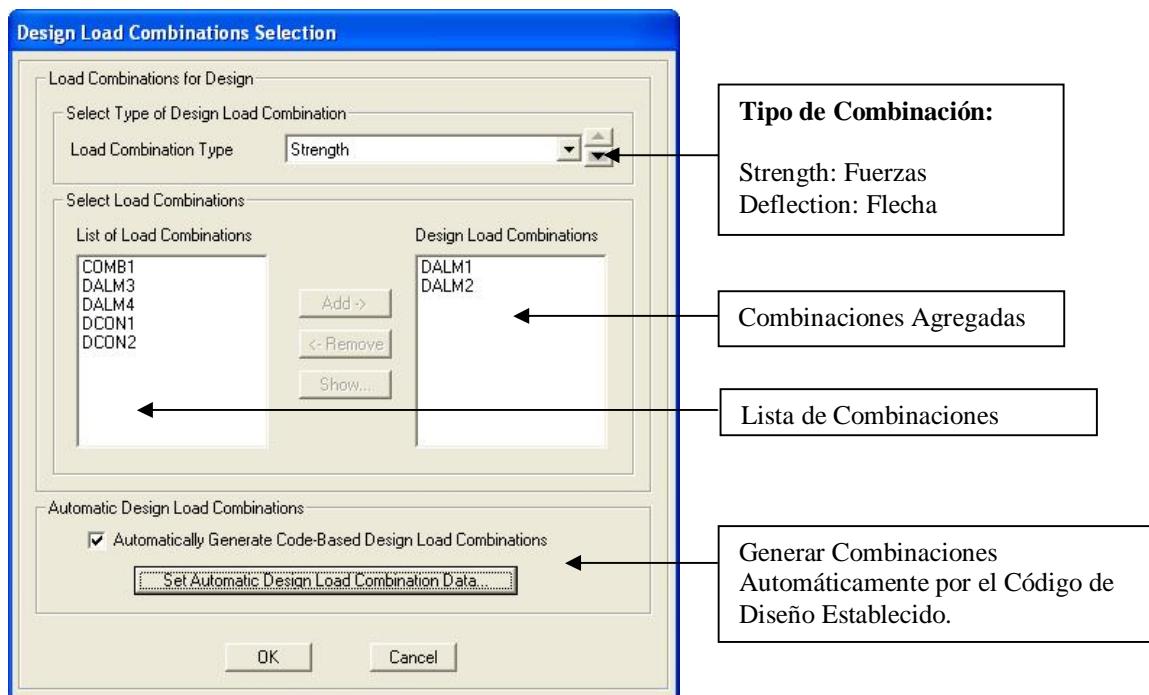


En este Formulario se puede especificar o redefinir en la casilla correspondiente, la Sección de diseño, Tipo de Elemento, Flechas máximas permitidas, Factores de longitud No arriostrada, Factores de longitud efectiva, Coeficientes, esfuerzo cedente, resistencia a compresión, tracción, flexión, entre otros., tanto para uno o varios elementos de Aluminio. Si se coloca cero “0” el programa determina el valor por defecto.

11.4.3. Select Design Group: *Seleccionar grupos de Diseño*



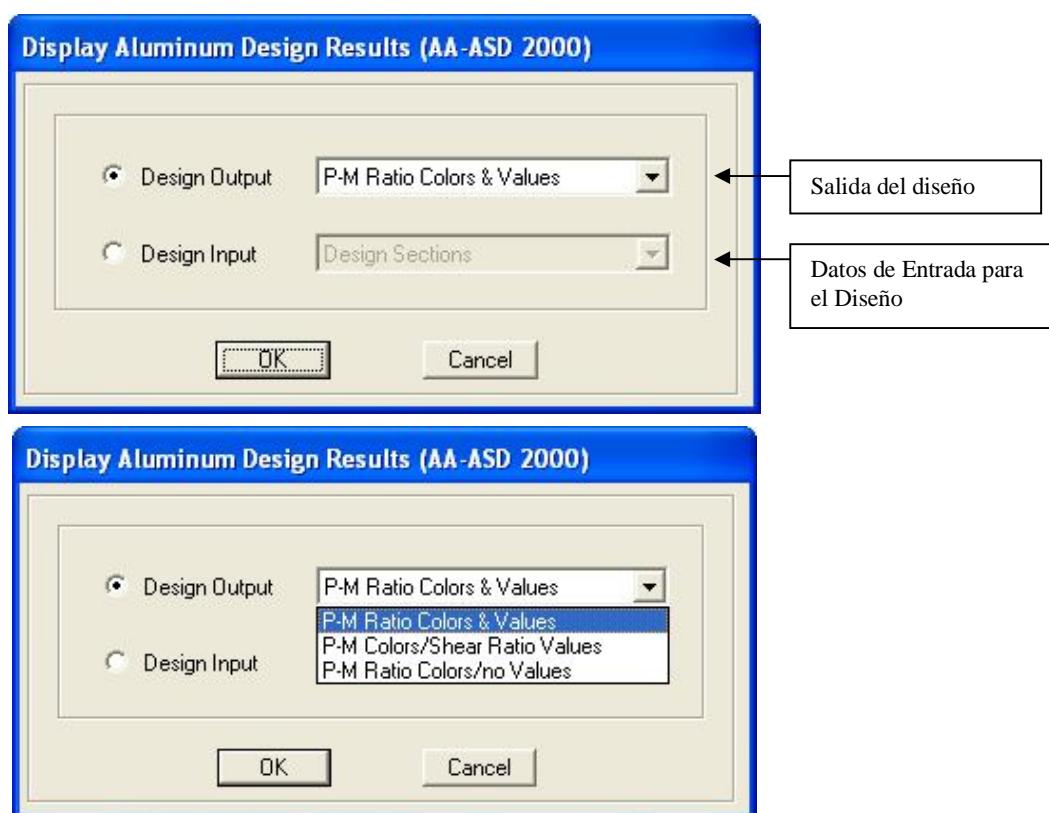
11.4.4. Select Design Combinations: *Seleccionar combinaciones de Diseño.*



11.4.5. Start Design/Check of Structure:

Iniciar el Diseño y/o revisar la estructura contemplando los grupos, combinaciones, coeficientes y definiciones particulares realizadas previamente en la misma siguiendo los lineamientos normativos establecidos.

11.4.6. Display Design Info: Mostrar la información del Diseño de acuerdo a la Norma Aplicada.

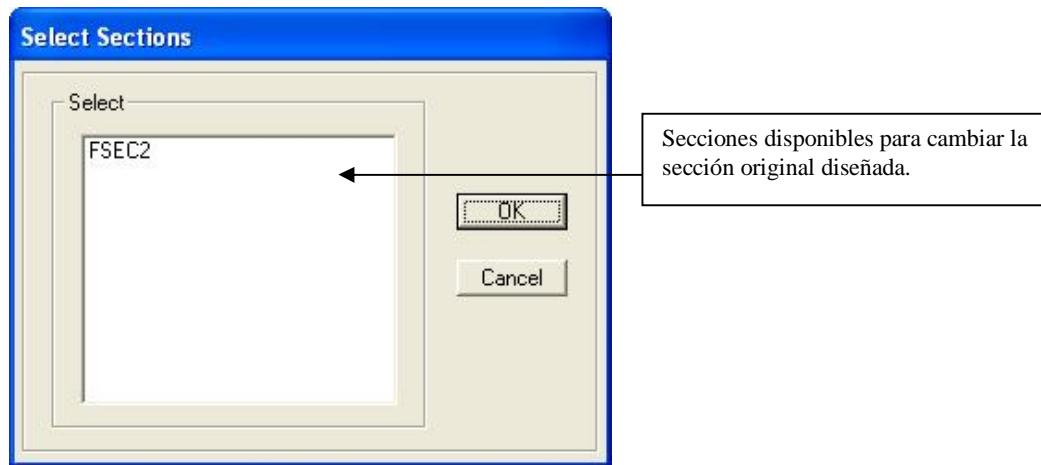


P-M Ratio Colors & Values: Valores de Relación Demanda/Capacidad a Fuerza Axial y Flexión, con indicación de colores.

P-M Colors / Shear Ratio Values: Colores de Relación Demanda/Capacidad a Fuerza Axial y Flexión. Valores de Relación Demanda/Capacidad a Corte.

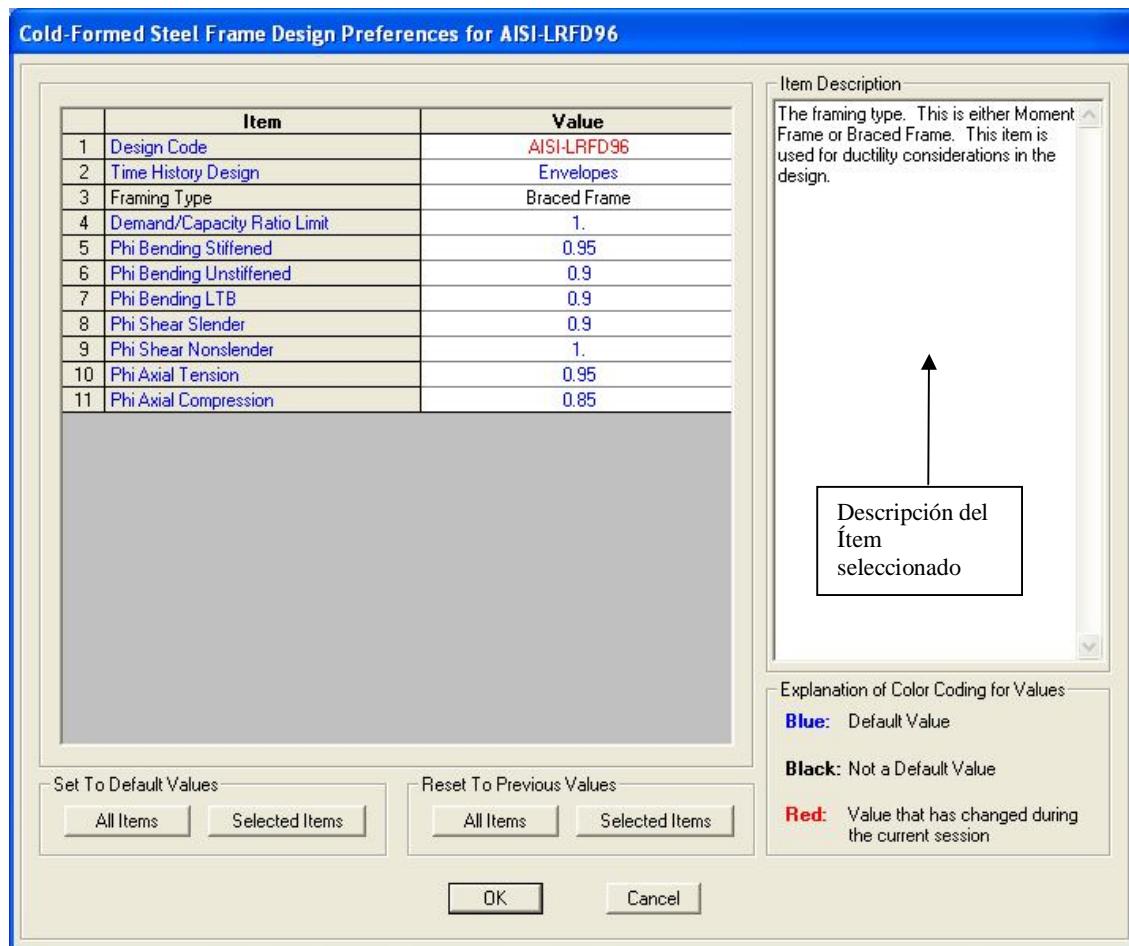
P-M Ratio Colors / No Values: Colores de Relación Demanda/Capacidad a Fuerza Axial y Flexión (sin valores)

11.4.7. Change Design Section: Cambiar la sección del Diseño.



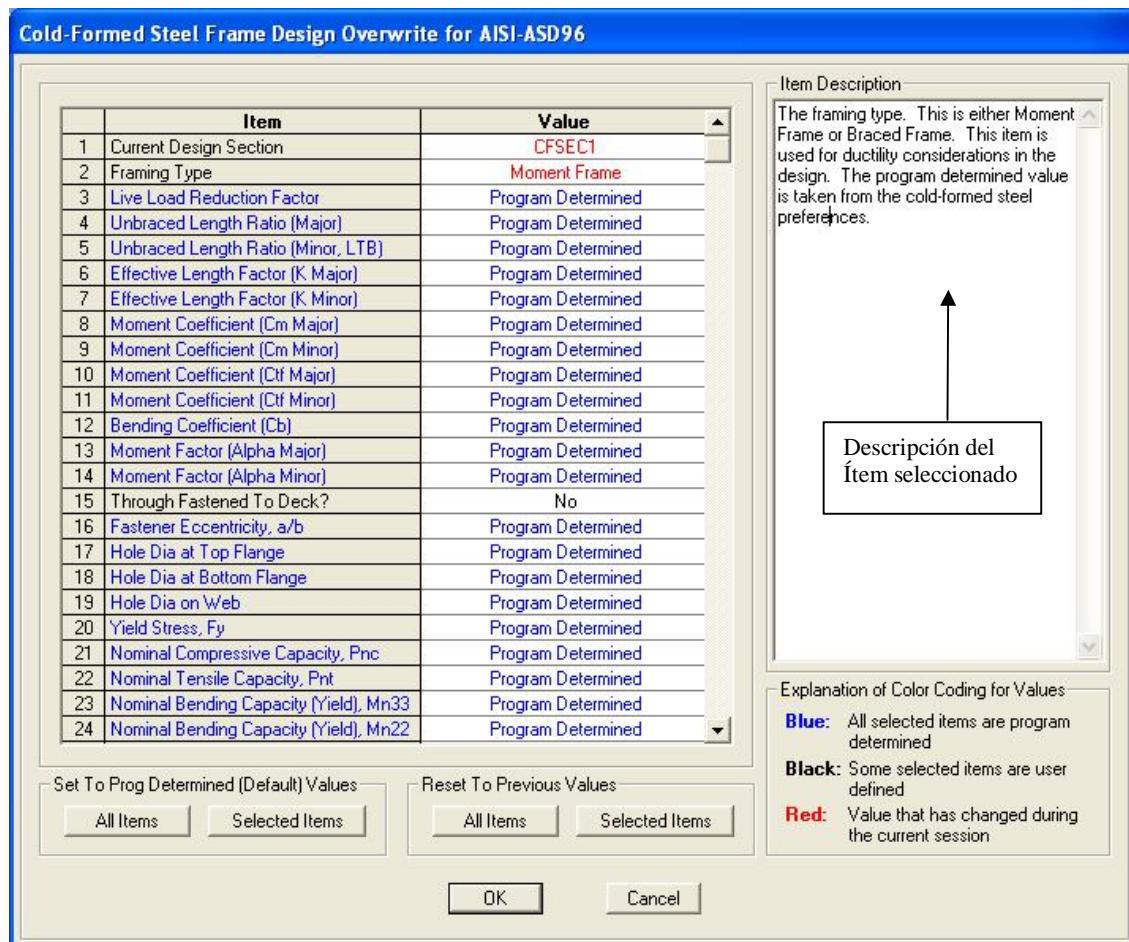
11.5. Cold Formed Steel Frame Design: Diseño de Elementos en Acero Formado al Frío.

<u>View/Revise Preferences...</u>	Ver y/o Redefinir Preferencias del Diseño
<u>View/Revise Overwrites...</u>	Ver y/o Redefinir Parámetros de Diseño
<u>Select Design Groups...</u>	Seleccionar Grupos de Diseño
<u>Select Design Combos...</u>	Seleccionar Combinaciones de Diseño
<u>Start Design/Check of Structure</u>	Comenzar el diseño y/o Chequeo de la Estructura
<u>Interactive Cold Formed Steel Frame Design...</u>	Diseño Interactivo de elementos en acero formado al frio.
<u>Display Design Info...</u>	Mostrar Información del Diseño
<u>Make Auto Select Section Null...</u>	Anular la sección definida por Auto-Selección
<u>Change Design Sections...</u>	Cambiar la Sección de Diseño
<u>Reset Design Sections to Last Analysis...</u>	Borrar las Secciones de Diseño del Ultimo Análisis
<u>Verify Analysis vs Design Sections...</u>	Verificar la Sección de Análisis Vs Sección de Diseño
<u>Verify All Members Passed...</u>	Verificar Todos los elementos que Satisfacen
<u>Reset All Cold Formed Steel Overwrites...</u>	Borrar definiciones de los parámetros en Aluminio
<u>Delete Cold Formed Steel Design Results...</u>	Borrar los resultados del Diseño en Aluminio

11.5.1. View/Revise Preferences: Ver y/o Redefinir Preferencias de Diseño.


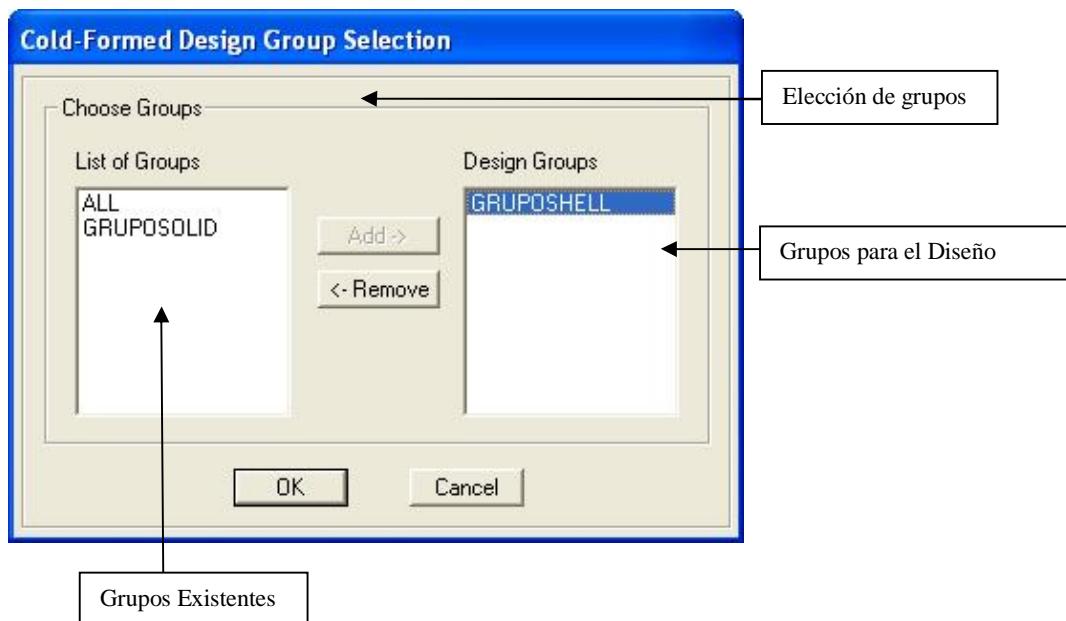
En Este Formulario se puede especificar o redefinir en la casilla correspondiente, el Código de Diseño a usar, Tipo de Estructura, Tipo de Análisis (LRFD o ASD), Factores de Minoración de Resistencia, Máximo valor de Relación Demanda / Capacidad, Coeficientes, y varios detalles del Código de Diseño de elementos de acero formado en frío. Los Ítems mencionados anteriormente dependerán de la Norma o Código seleccionado.

11.5.2. View/Revise Overwrites: Ver y/o Redefinir Parámetros de Diseño.

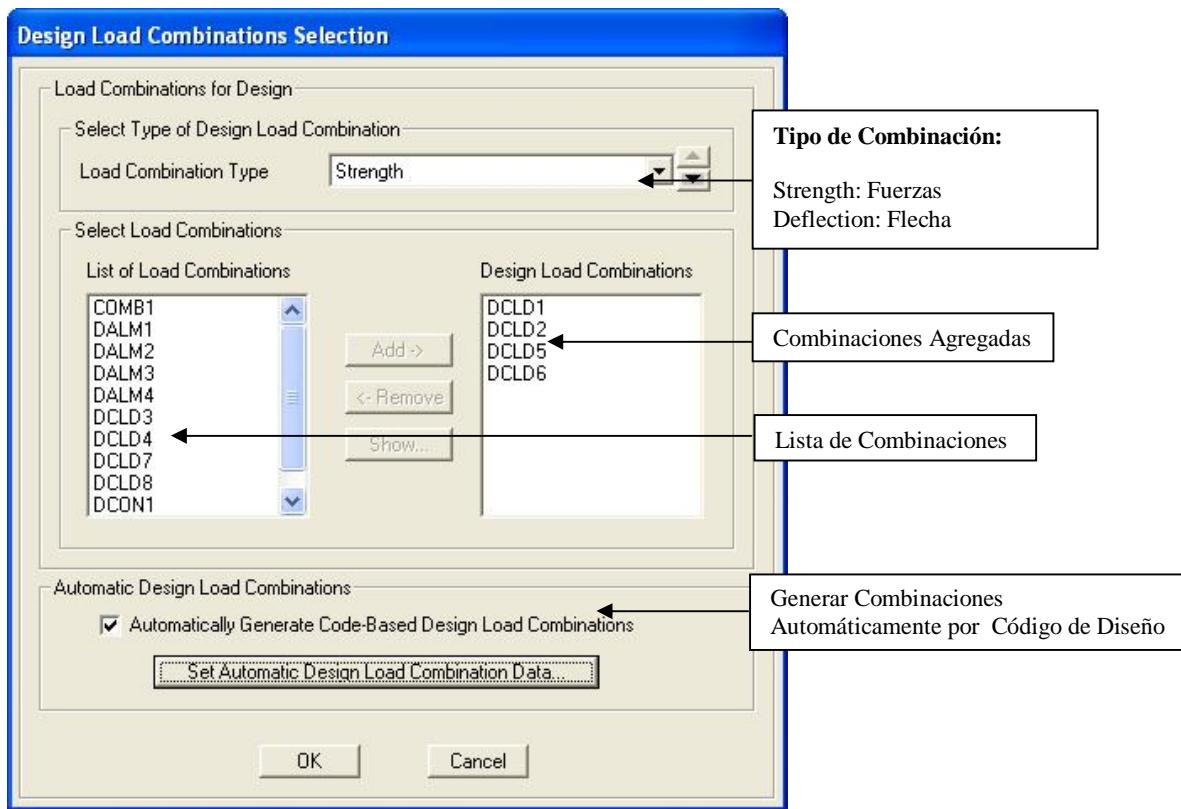


En Este Formulario se puede especificar o redefinir en la casilla correspondiente, la Sección de diseño, Tipo de Elemento, Flechas máximas permitidas, Factores de longitud No arriostrada, Factores de longitud efectiva, Coeficientes, esfuerzo cedente, resistencia a compresión, tracción, flexión, entre otros., tanto para uno o elementos de acero formado en frío. Si se coloca cero "0" el programa determina el valor por defecto.

11.5.3. Select Design Group: *Seleccionar grupos de Diseño.*



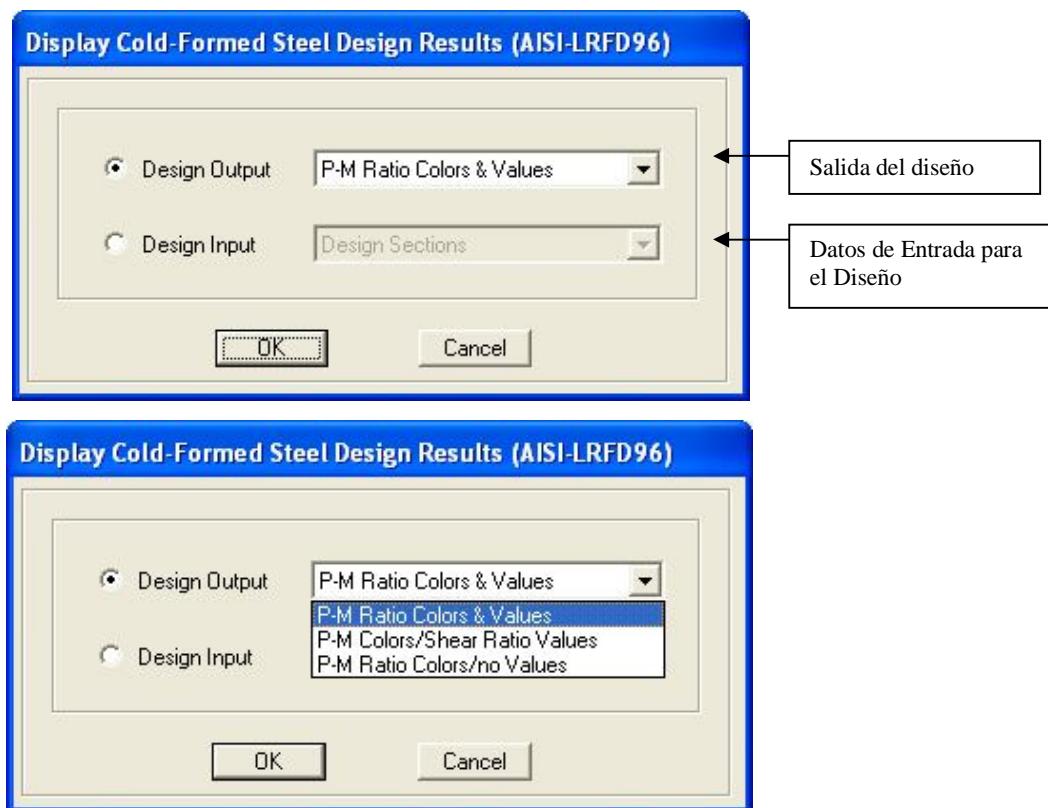
11.5.4. Select Design Combinations: *Seleccionar combinaciones de Diseño.*



11.5.5. Start Design/Check of Structure:

Iniciar el Diseño y/o revisar la estructura contemplando los grupos, combinaciones, coeficientes y definiciones particulares realizadas previamente en la misma siguiendo los lineamientos normativos establecidos.

11.5.6. Display Design Info: Mostrar la información del Diseño de acuerdo a la Norma Aplicada.

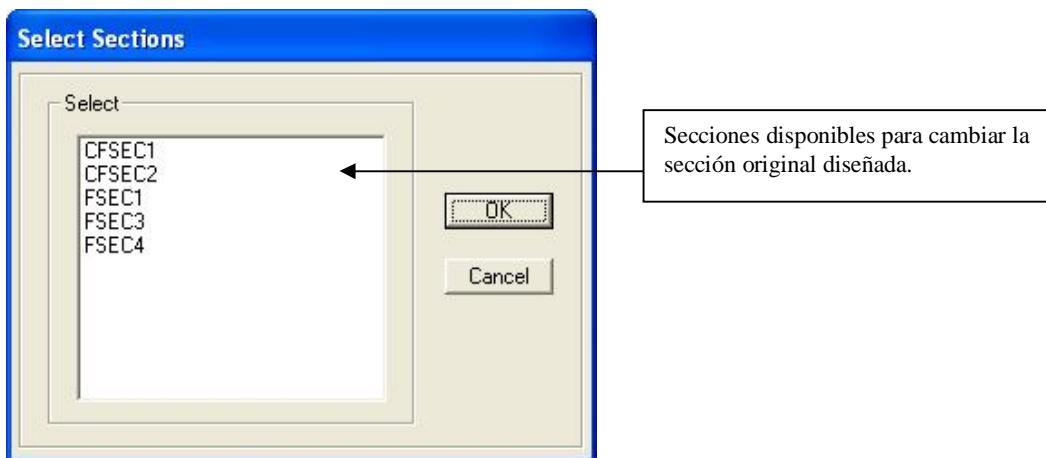


P-M Ratio Colors & Values: Valores de Relación Demanda/Capacidad a Fuerza Axial y Flexión, con indicación de colores.

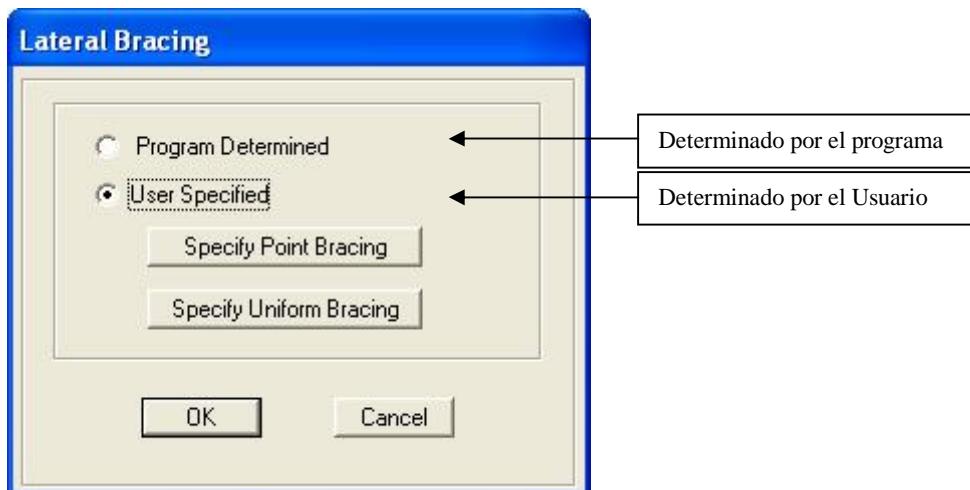
P-M Colors / Shear Ratio Values: Colores de Relación Demanda/Capacidad a Fuerza Axial y Flexión. Valores de Relación Demanda/Capacidad a Corte.

P-M Ratio Colors / No Values: Colores de Relación Demanda/Capacidad a Fuerza Axial y Flexión (sin valores)

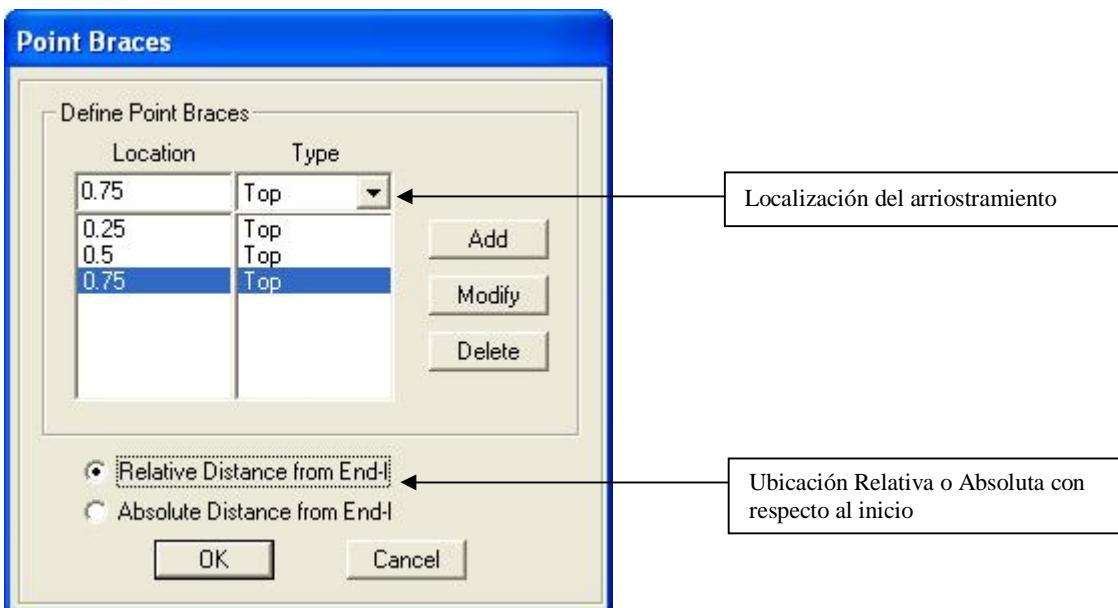
11.5.7. Change Design Section: Cambiar la sección del Diseño.



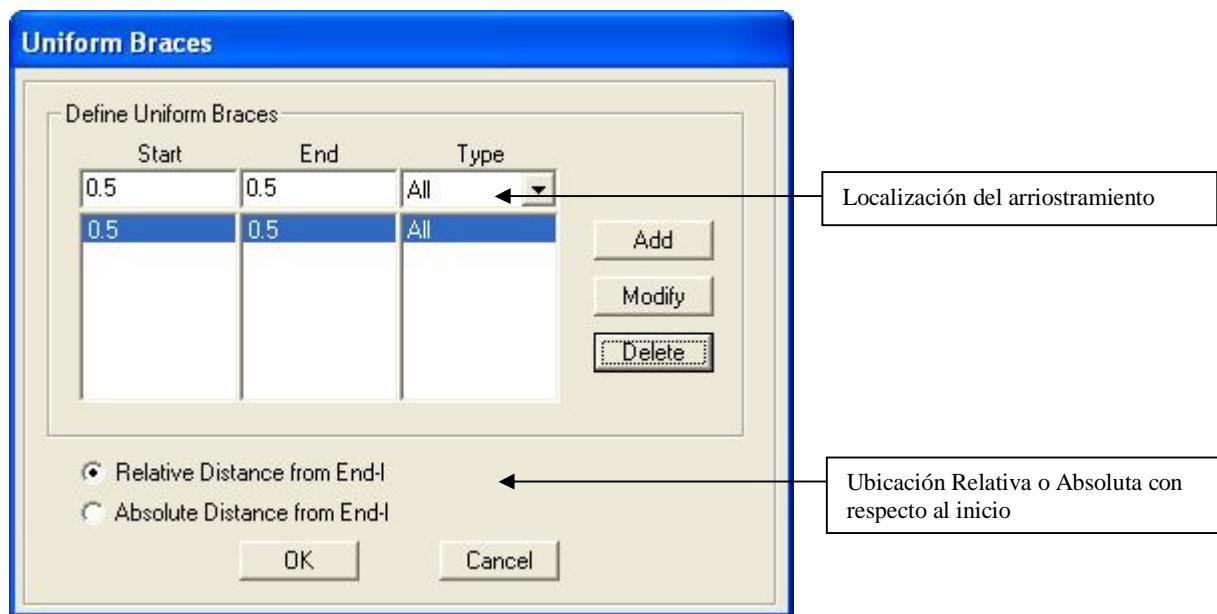
11.6. Lateral Bracing: Arriostramiento Lateral.



11.6.1. Specify Point Bracing: Especificar Puntos de Arriostramiento.



11.6.2. Uniform Bracing: Distancia Uniforme entre Arriostramientos.



11.7. Overwrite Frame Design Procedure: Redefinir Procedimiento de Diseño del Elemento.

