



FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M. DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

A LOS ASISTENTES A LOS CURSOS

Las autoridades de la Facultad de Ingeniería, por conducto del jefe de la División de Educación Continua, otorgan una constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso.

El control de asistencia se llevará a cabo a través de la persona que le entregó las notas. Las inasistencias serán computadas por las autoridades de la División, con el fin de entregarle constancia solamente a los alumnos que tengan un mínimo de 80% de asistencias.

Pedimos a los asistentes recoger su constancia el día de la clausura. Estas se retendrán por el periodo de un año, pasado este tiempo la DECFI no se hará responsable de este documento.

Se recomienda a los asistentes participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece la División están planeados para que los profesores expongan una tesis, pero sobre todo, para que coordinen las opiniones de todos los interesados, constituyendo verdaderos seminarios.

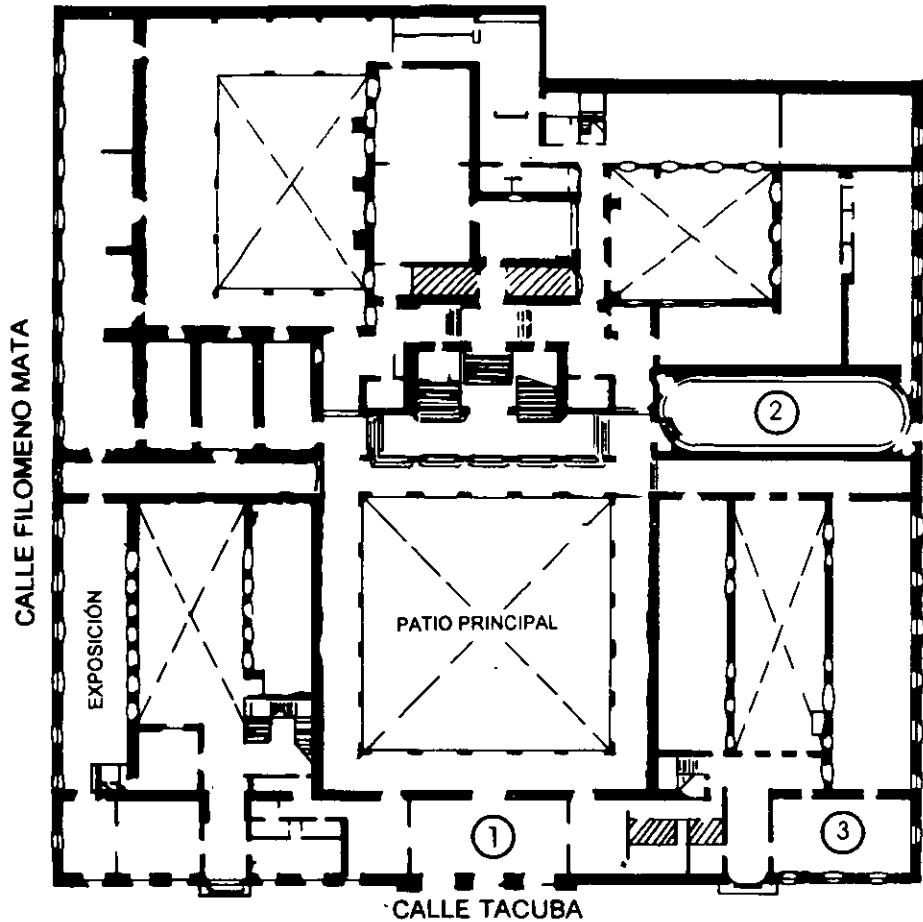
Es muy importante que todos los asistentes llenen y entreguen su hoja de inscripción al inicio del curso, información que servirá para integrar un directorio de asistentes, que se entregará oportunamente.

Con el objeto de mejorar los servicios que la División de Educación Continua ofrece, al final del curso deberán entregar la evaluación a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos.

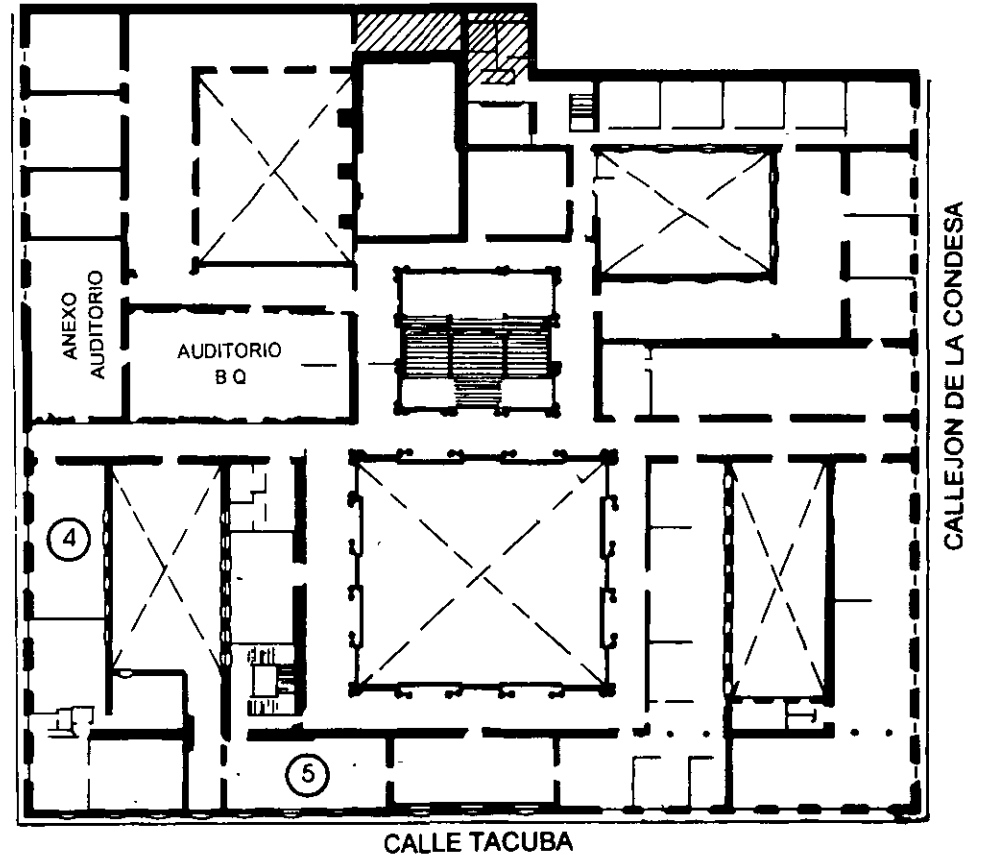
Se recomienda llenar dicha evaluación conforme los profesores impartan sus clases, a efecto de no llenar en la última sesión las evaluaciones y con esto sean más fehacientes sus apreciaciones.

**Atentamente
División de Educación Continua.**

PALACIO DE MINERIA

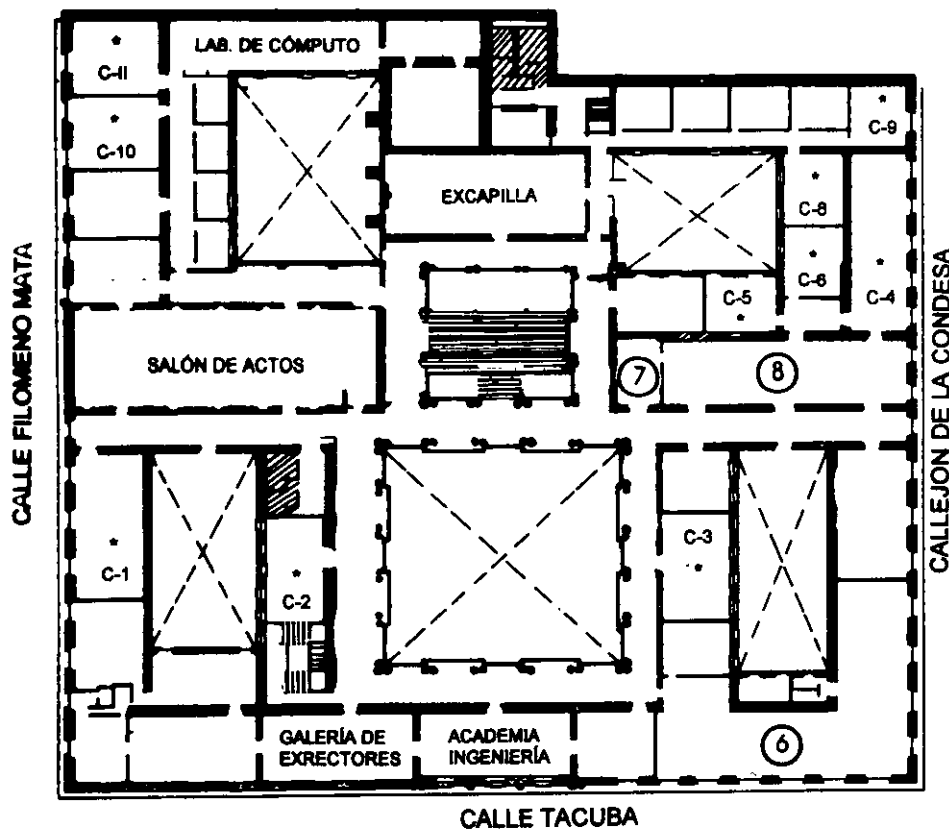


PLANTA BAJA



MEZZANINNE

PALACIO DE MINERÍA



GUÍA DE LOCALIZACIÓN

1. ACCESO
2. BIBLIOTECA HISTÓRICA
3. LIBRERÍA UNAM
4. CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN "ING. BRUNO MASCANZONI"
5. PROGRAMA DE APOYO A LA TITULACIÓN
6. OFICINAS GENERALES
7. ENTREGA DE MATERIAL Y CONTROL DE ASISTENCIA
8. SALA DE DESCANSO

SANITARIOS

* AULAS

1er. PISO



DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERÍA U.N.A.M.
CURSOS ABIERTOS

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA



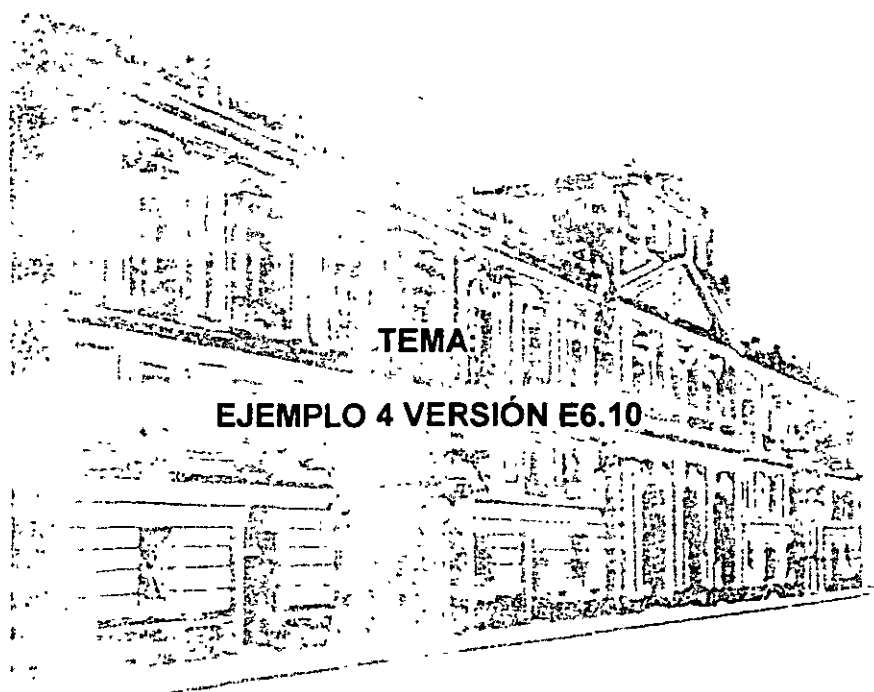


**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

PROGRAMA

SAP 2000



TEMA:

EJEMPLO 4 VERSIÓN E6.10

**ING. FERNANDO MONROY MIRANDA
PALACIO DE MINERÍA
ABRIL 2000**



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

SAP 2000

TEMA:

NOTAS DEL CURSO

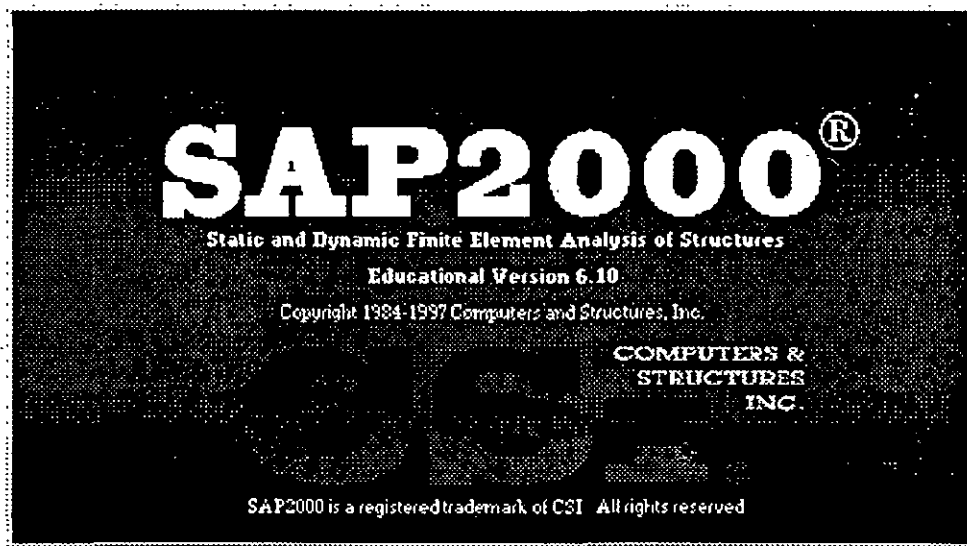
**ING. FERNANDO MONROY MIRANDA
PALACIO DE MINERÍA
ABRIL 2000**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

SAP-2000

(STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAM

Análisis y Diseño Integrado de Estructuras por el Método de Elementos
Finitos)



INSTRUCTIVO PARA LA UTILIZACION DEL PROGRAMA DE COMPUTADORA SAP 2000

FERNANDO MONROY MIRANDA
DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL, TOPOGRÁFICA Y GEODÉSICA
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

***INSTRUCTIVO PARA LA UTILIZACION DEL
PROGRAMA DE COMPUTADORA SAP 2000***

*Análisis y Diseño Integrado de Estructuras por el Método de Elementos
Finitos*

FERNANDO MONROY MIRANDA

DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL, TOPOGRÁFICA Y GEODÉSICA
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS
LABORATORIO DE CÓMPUTO ESTRUCTURAL.

PRÓLOGO

La serie de programas SAP son quizá los programas más conocidos, probados y utilizados en el campo de la Ingeniería Estructural, particularmente en el Análisis Estructural, desde las primeras versiones SOLIDSAP, SAP 3, SAP IV, etc., hasta la más reciente **SAP 2000**, han sido utilizadas por un gran número de ingenieros en nuestro país y en muchas partes del mundo, cuenta con respaldo y soporte técnico al que tiene derecho el usuario autorizado así como a los manuales respectivos

Por lo anterior, desde hace algunos años el Departamento de Estructuras de la División de Ingeniería Civil Topográfica y Geodesia de la Facultad de Ingeniería de la UNAM consideró conveniente impartir una serie de cursos para enseñar a manejar el programa, para ello el contar con un instructivo que permita introducir al usuario de una manera fácil al programa facilitará el objetivo anterior, por lo que se sugiere que el lector asista a los cursos que organiza del Departamento de Estructuras o la División de Educación Continua de la FI de la UNAM.

En este instructivo se describen algunos de los principales elementos que intervienen en el uso del programa de computadora para Análisis y Diseño Estructural **SAP-2000**, cuya principal utilización será para los alumnos de la materia “Diseño Estructural” de la carrera de Ingeniero Civil que se imparte en la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

Se ha procurado realizar este instructivo de una manera sencilla y resumida para que el usuario no emplee demasiado tiempo en leerlo y pueda resolver su problema en lo que respecta al Análisis y Diseño de Estructuras utilizando el programa **SAP-2000**.

Se recomienda que si algunos de los elementos no son descritos ampliamente se consulten los manuales respectivos o la ayuda en línea incluida en el programa y se observen los ejemplos que se desarrollan al final del instructivo. Se supone que el usuario está familiarizado con la nomenclatura y terminología utilizada en el Análisis y Diseño Estructural y que cuenta con conocimientos básicos de computación en lo que respecta a manejo de información (archivos) y ejecución de programas en ambiente Windows 95, 98.

El autor agradece al Ing. Miguel Ángel Rodríguez Vega, Jefe del Departamento de Estructuras el apoyo para el desarrollo de este tipo de actividades, por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo así como la revisión del presente instructivo.

FERNANDO MONROY MIRANDA

Cd. Universitaria, Marzo del 2000

CONTENIDO

PRÓLOGO

CAPÍTULO 1 EL PROGRAMA SAP 2000

1.1 Introducción al programa SAP 2000

CAPÍTULO 2 RECOMENDACIONES PARA EL USO DEL PROGRAMA

2.1 Paso 1. Tipo de estructura

2.2 Paso 2. Definición de la geometría

2.3 Paso 3 Definición de las propiedades elásticas de los materiales

2.4 Paso 4. Definición de las propiedades geométricas de los elementos

2.5 Paso 5. Definición las características de las fuerzas y de las combinaciones

2.6 Paso 6. Elección del tipo de análisis y resultados

2.7 Paso 7. Diseño de elementos

CAPÍTULO 3 MÓDULOS DEL PROGRAMA DESCRIPCION GENERAL

3.1 Ejecución del programa, módulos que lo componen

3.2 Descripción general

CAPÍTULO 4 OPCIONES PARA LA GENERACIÓN DE LA ESTRUCTURA

4.1 Introducción

4.2 Descripción General

4.3 Generación de la Geometría

4.4 Definición y asignación de propiedades geométricas

4.5 Definición y Asignación materiales

4.6 Condiciones de Frontera, tipos de apoyo

4.7 Asignación de Fuerzas y combinaciones

4.8 Opciones de Análisis y Diseño, selección de resultados

CAPÍTULO 5 ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA

5.1 Verificando algunos elementos del proceso de análisis

CAPÍTULO 6 SELECCIÓN E INTERPRETACION DE RESULTADOS

6.1 Introducción

6.2 Ver la estructura deformada

6.3 Ver los diagramas de elementos mecánicos

6.4 Ver los resultados de diseño

6.5 Otras características

CAPÍTULO 7 OPCIONES ADICIONALES

7.1 Introducción

7.2 Ver el archivo de entrada

7.3 Ver el archivo de salida

7.4 Relación con AUTO CAD

CAPÍTULO 8 EJEMPLOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Ejemplo No 1

Ejemplo No. 2

Ejemplo No. 3

Ejemplo No. 4

Ejemplo No. 5

CAPÍTULO 9 COMENTARIOS FINALES

EL PROGRAMA SAP 2000

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el desarrollo de los equipos y sistemas de computo ha permitido una comunicación mucho más rápida, directa y sencilla entre el usuario y la computadora logrando la posibilidad de desarrollar programas que, utilizando las características de las computadoras de hoy en día, nos permitan usarlas mas eficientemente y entre otras cosas facilitándonos la posibilidad de explorar varias alternativas de solución de problemas estructurales o bien considerar más variables en el comportamiento de las estructuras con el objeto de lograr un mejor modelo de la estructura.

Tomando en cuenta lo anterior, **SAP 2000** es el resultado de un trabajo desarrollado en los Estados Unidos de Norteamérica cuyo principal objetivo fue desarrollar un programa para Análisis y Diseño de Estructuras en donde el usuario tenga gran versatilidad en el manejo del mismo a través de una interacción directa en la mayor parte de la ejecución de los módulos que componen el programa y junto con la sencillez y facilidad de uso son algunas de sus principales características.

El Sistema **SAP 2000** es un programa escrito para computadoras personales IBM o compatibles mediante el cual puede realizarse el Análisis y Diseño de Estructuras bajo uno o varios sistemas de carga formados por un conjunto de fuerzas estáticas y/o dinámicas aplicadas a la estructura.

SAP 2000 fue desarrollado bajo la hipótesis de que la estructura está formada por barras prismáticas (aunque también maneja cierto tipo de barras de sección variable) de eje recto, considerando también la posibilidad de modelar elementos placa y sólido (Elementos finitos).

Consta básicamente de una serie de menús (Véase Figura 1) que se despliegan en la pantalla al inicio del programa y por lo general después de terminada la ejecución de cada una de las opciones, con ellas, el usuario puede introducir y/o modificar datos, o bien almacenarlos para su procesamiento posterior, analizar la estructura, ver resultados en la pantalla o imprimirlos, ver resultados de diseño, etc.

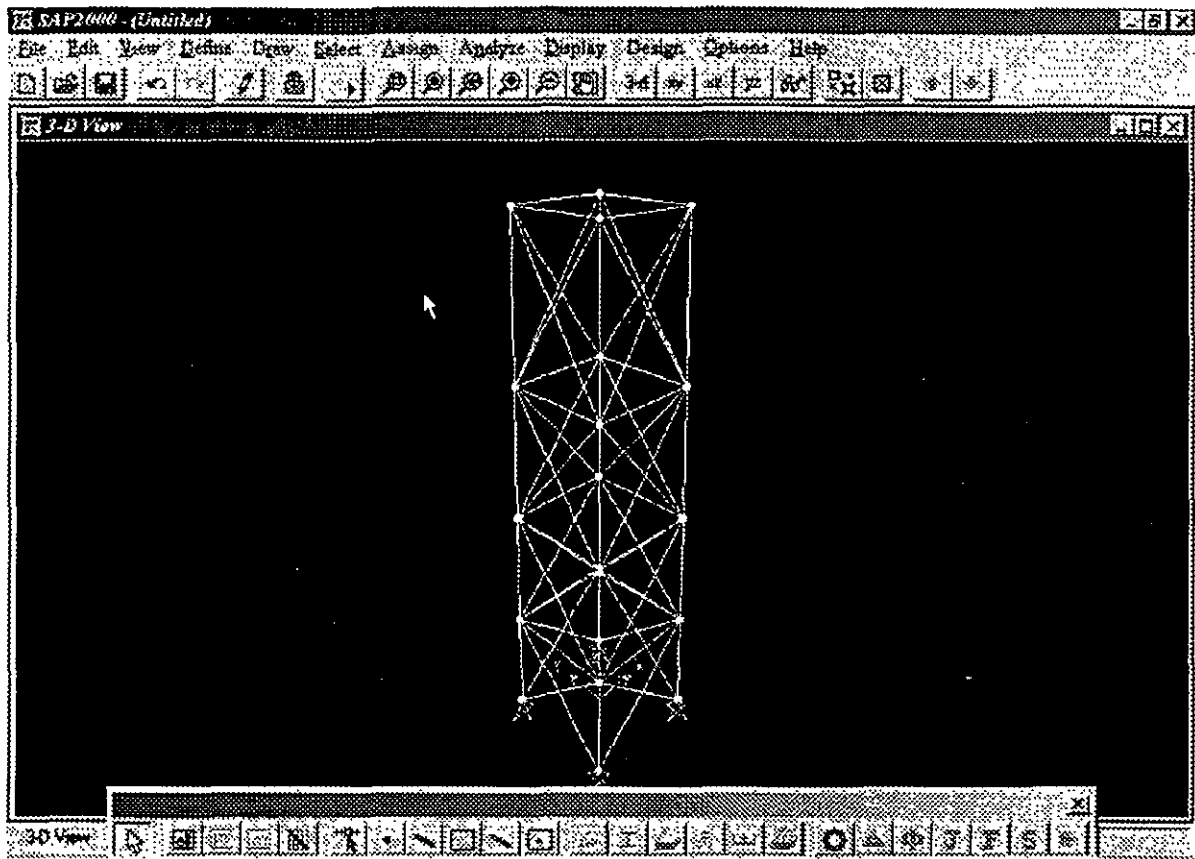


Figura 1.1 SAP 2000, menú principal.

Una de las principales características del programa es la interacción que se puede establecer entre éste y el usuario, y debido al número de opciones que el usuario puede activar, se requiere aprender su lenguaje específico para poder utilizarlo, ya que, el usuario puede seleccionar varias opciones y la ejecución de cada una de ellas genera otras más, **SAP 2000** es un programa orientado a eventos (seleccionar un elemento con el ratón, elegir una opción, activar/desactivar sucesos, etc.) y no siempre solicita textualmente los elementos (datos) que se vayan requiriendo para la ejecución completa de ese módulo, por otro lado además es necesario saber las convenciones de signos empleadas, los sistemas de referencia utilizados así como algunas recomendaciones para su uso, éstas y algunas características más son descritas en los capítulos posteriores.

En el capítulo 2 se dan las recomendaciones necesarias para facilitar la preparación e introducción de datos, en el capítulo 3 se comentan los módulos que componen el programa, el capítulo 4 describe el módulo para crear la estructura, en el capítulo 5 se presenta el módulo de análisis, en el capítulo 6 se presentan las opciones para ver resultados del Análisis y Diseño, en el capítulo 7 se describen algunas opciones adicionales o complementarias, el capítulo 8 contiene algunos ejemplos con la correspondiente interpretación de los resultados obtenidos por el programa **SAP 2000**, por último en el capítulo 9 se incluyen algunos comentarios y sugerencias finales.

RECOMENDACIONES PARA EL USO DEL PROGRAMA

CAPÍTULO 2

2.1 INTRODUCCION

El programa **SAP 2000** posee una interfase gráfica como una opción que le permite al usuario modelar, analizar, diseñar y desplegar tanto datos como resultados de una estructura, una vez que se cuenta con los datos de geometría, propiedades de los materiales de los cuales están hechos los elementos estructurales así como las cargas y desde luego un completo y correcto entendimiento del problema, se esta en condiciones de utilizar el programa, para ello habrá necesidad de modelar a los elementos anteriores, una vez definido el modelo que se utilizará para esos elementos se introducirá el modelo completo utilizando por ejemplo la interfase gráfica.

La estructura idealizada estará formada por:

- Elementos barra (**FRAME**) usados para representar a las vigas, columnas, diagonales, etc
- Elementos placa (**SHELL**) usados para representar muros, losas, rampas, etc.
- Elementos sólidos (**SOLID**) usados para modelar estructuras continuas tridimensionales.
- Nudos (**JOINTS**) que representan la conexión entre los elementos barra, placa y sólido.
- Propiedades físicas y elásticas de los materiales
- Apoyos y resortes que representan las restricciones de desplazamiento del nudo
- Cargas (concentradas, uniformes, etc.) que representan a las acciones (peso propio, viento, sismo, ocupación, etc.).

2.1 PASO 1. TIPO DE ESTRUCTURA

SAP 2000 permite manejar a la estructura en un sistema coordinado tridimensional, sin embargo, antes de realizar el análisis se pueden seleccionar determinados grados de libertad (ver figura 2.1) y así aunque la estructura este referida a un sistema tridimensional se pueden analizar:

Marcos y vigas en un plano vertical
Retículas (en un plano horizontal)

Desde luego se permite modelar y analizar Armaduras y marcos tridimensionales.

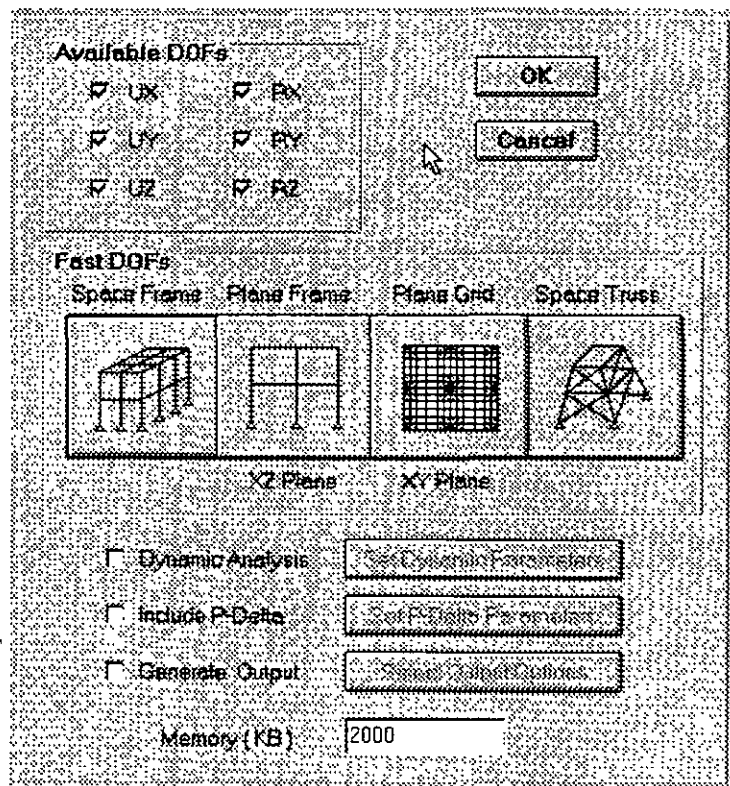


Figura 2.1. Selección de grados de libertad de acuerdo al tipo de estructura

Para el caso de las estructuras tipo armadura sólo se considerará el efecto axial en el análisis.

En las estructuras planas se consideran cortante y axial en el plano de la estructura y flexión perpendicular a ese plano.

El tipo retícula permite analizar estructuras con acciones perpendiculares a su plano considerando flexión en el plano, torsión y cortante.

El caso general lo constituye el tipo marco tridimensional en donde se consideran flexión y cortante en dos direcciones, torsión y axial con seis grados de libertad por nudo, desde luego que se pueden liberar extremos de las barras a algún elemento mecánico y suprimir o ligar grados de libertad (diafragma rígido por ejemplo).

2.2 PASO 2. DEFINICIÓN DE LA GEOMETRÍA

Antes de iniciar la ejecución del programa SAP 2000 es conveniente como segundo paso definir completamente la geometría del modelo. La estructura real se idealizará mediante una serie de elementos estructurales conectados entre sí, los cuales, de acuerdo a sus características se podrán modelar como elementos barra (trabes, columnas, diagonales), elementos placa (losas, muros) o elementos sólidos tridimensionales (elementos continuos), estos elementos estarán unidos en puntos

comunes (nudos), algunos nudos estarán completamente o parcialmente restringidos (apoyos), en uno o varios grados de libertad.

La definición de los elementos (barra, placa, sólido, etc.) se logra localizando sus nudos extremos (incidencias) en un sistema coordenado cartesiano proporcionando las coordenadas de esos nudos.

No es necesario numerar en ningún orden a los nudos que forman parte de la estructura ya que el programa los numera. Es conveniente localizar nudos en donde se tenga cambio de propiedades geométricas o elásticas, recordando que el elemento barra requiere de dos nudos para localizarlo, el elemento placa 3 ó 4 y el sólido comunmente 8 nudos.

Como se verá posteriormente el editor gráfico permite introducir la geometría de la estructura de una manera bastante sencilla y directa, ya que con la ayuda del “ratón” (dispositivo tipo puntero o *mouse*) simple y sencillamente por ejemplo haciendo clic en las coordenadas de los puntos extremos de la barra automáticamente se definen sus incidencias así como las coordenadas de esos nudos.

2.3 PASO 3. DEFINICIÓN DE LAS PROPIEDADES GEOMÉTRICAS DE LOS ELEMENTOS

SAP 2000 permite manejar una gran variedad de formas predefinidas para la sección transversal de las barras que componen la estructura (ver figura 2.2), como por ejemplo:

- Secciones I, canal, T, ángulos, ángulos dobles, cajón, tubos, etc.
- Secciones rectangulares, circulares.
- Secciones cualquiera (proporcionando sus propiedades)
- Sección no prismáticas (propiedades variables).

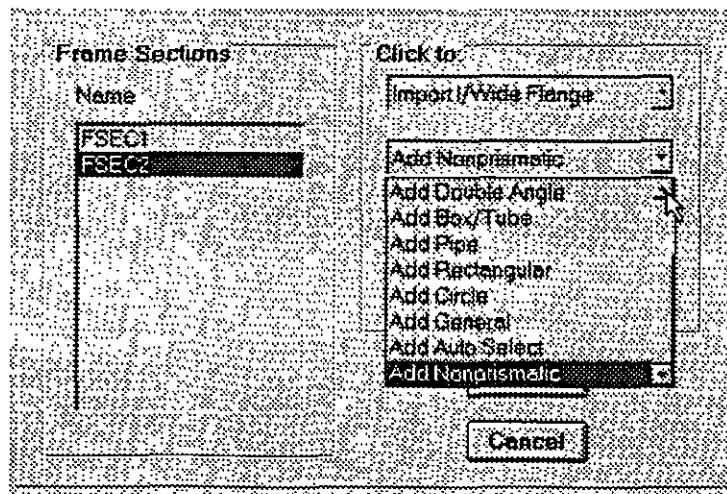


Figura 2.2. Algunas formas para la sección transversal de las barras

Una vez elegida la forma de la sección transversal será necesario introducir los datos relativos a las dimensiones (tamaño) de la forma seleccionada (ver figura 2.3).

Section Name FSEC3

Properties

Section Properties Modification Factors Material: STEEL

Dimensions

Outside depth (D)	0.1524
Outside width (B)	0.1016
Flange thickness (T)	6.350E-03
Web thickness (tw)	6.350E-03

OK Cancel

Figura 2.3. Dimensiones de una forma de sección transversal específica.

Para los elementos barra prismáticos (general) de una estructura tridimensional se requiere proporcionar las siguientes propiedades referidas a ejes locales, centroidales y principales de la barra (ver figura 2.4).

Section Name FSEC3

Properties

Cross-section (axis) area	1.	Section modulus about 3 axis	1.
Torsional constant	1.	Section modulus about 2 axis	1.
Moment of inertia about 3 axis	1.	Plastic modulus about 3 axis	1.
Moment of inertia about 2 axis	1.	Plastic modulus about 2 axis	1.
Shear area in 2 direction	1.	Radius of Gyration about 3 axis	1.
Shear area in 3 direction	1.	Radius of Gyration about 2 axis	1.

OK Cancel

Figura 2.4 Características del tipo de sección transversal "general".

Dependiendo del tipo de estructura, en la tabla 2.1 se muestran las propiedades geométricas mínimas que es necesario proporcionar para que el análisis se pueda realizar.

Tipo de estructura	Propiedad requerida
TRUSS	AX
PLANE	AX, IZ ó IY
FLOOR	IX, IZ ó IY
SPACE	AX, IX, IY, IZ

Tabla 2.1 Propiedades geométricas mínimas requeridas.

El programa **SAP 2000** permite asignar las propiedades de los elementos barra de acuerdo a una tabla de perfiles de acero estándar (P. ej. tabla AISC, ver figura 2.5) o tomarlas de una tabla definida por el usuario.

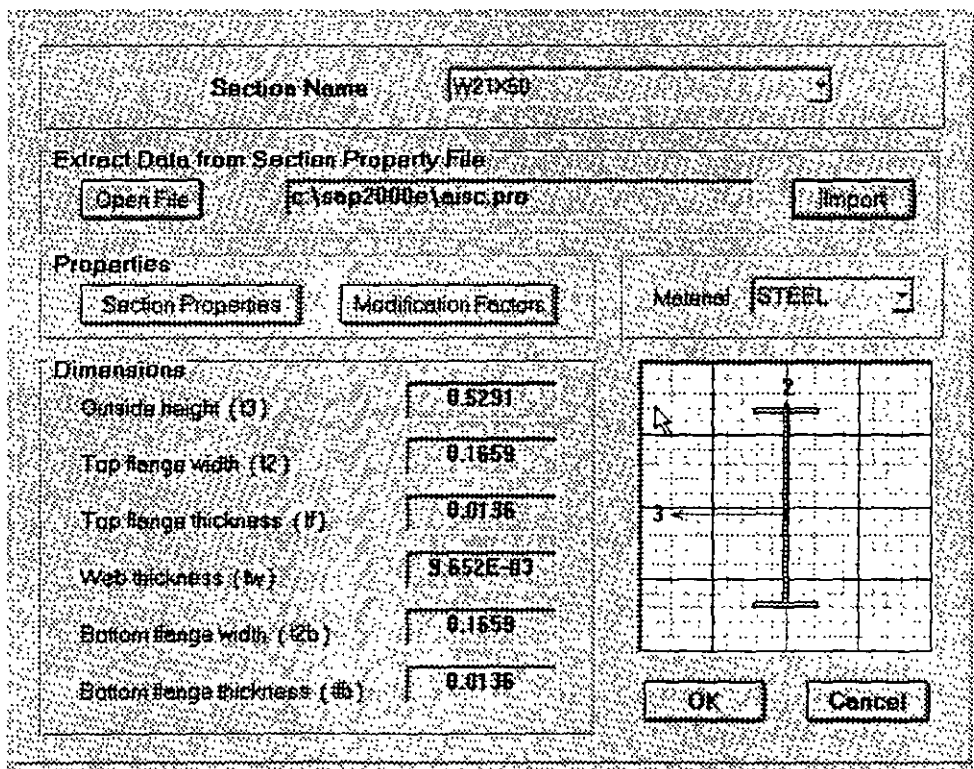


Figura 2.5. forma y propiedades geométricas tomadas de una tabla de perfiles.

Para el caso de los elementos placa será necesario proporcionar el espesor de la placa y seleccionar el tipo de trabajo de esta ("Shell", "Membrane" o "Plate", ver figura 2.6), para el sólido no es necesario proporcionar propiedades geométricas, sólo constantes elásticas.

Section Name	SSEC1
Material	CONC
Thickness:	
Membrane	1.
Bending	1.
Type	<input type="radio"/> Shell <input type="radio"/> Membrane <input checked="" type="radio"/> Plate
OK Cancel	

Figura 2.6. Datos para los elementos placa.

2.4 PASO 4. DEFINICIÓN DE LAS PROPIEDADES ELÁSTICAS DE LOS MATERIALES

Para realizar el análisis se requiere tener definidas las constantes del material del cual están o estarán hechos los elementos (barra, placa, sólido) como son E (Módulo elástico), y ν (relación de Poisson). Para incluir el peso propio es necesario proporcionar el peso volumétrico, si se desea emplear alguna opción de análisis dinámico entonces es necesario proporcionar la masa por unidad de longitud (en un modelo de masas distribuidas), masas en los nudos (modelo de masas concentradas), si quiere que se considere efectos de temperatura será necesario especificar el coeficiente lineal de dilatación térmica (ver figura 2.7).

Material Name	MAT1	Design Type	Concrete
Analysis Property Data		Design Property Data	
Mass per unit Volume	0.7981	Reinforcing yield stress, fy	60.
Weight per unit Volume	7.8334	Concrete strength, fc	4.
Modulus of elasticity	20389020	Shear steel yield stress, fyv	40.
Poisson's ratio	0.3	Concrete shear strength, fcv	4.
Coeff of thermal expansion	1.170E-05		
OK		Cancel	

Figura 2.7. Datos para las propiedades de un material

2.5 PASO 5. TIPOS DE FUERZAS Y COMBINACIONES

Es necesario tener completamente identificados comunmente los sistemas o conjuntos de fuerzas (condiciones de carga) bajo los que se realizará el análisis (P. ej. peso propio, carga viva, sismo, viento, etc.) y para cada condición de carga las características de las fuerzas (tipo, magnitud, dirección, etc) que forman parte de ese sistema de fuerzas.

Por ejemplo una condición de carga puede ser la carga muerta que puede estar formada por ejemplo por: fuerzas uniformes en algunas barras simulando el peso de los muros divisorios, fuerzas concentradas simulando el peso de tanques, etc.

Otra condición de carga puede ser el sismo, que por ejemplo pudiera ser representado por una serie de fuerzas estáticas (sismo estático) aplicadas en determinados nudos.

Una condición más puede ser la carga viva, idealizada como una fuerza por unidad de área actuando en una determinada zona de la estructura (P. ej. azotea, entrepiso, escaleras, etc.).

Los sistemas de carga independientes pueden ser utilizados para formar sistemas de carga dependientes es decir combinaciones, si lo anterior se desea, es necesario saber de antemano el número de combinaciones a incluir en el análisis y para cada combinación las condiciones de carga que se incluirán así como su participación respectiva (factor de carga), por ejemplo teniendo como marco al Reglamento de Construcciones para el D.F. pensando en una estructura del grupo A, localizada en el D. F. una combinación es 1.5 de la carga muerta + 1.5 de la carga viva máxima, por lo que el factor de carga (o de participación) de las condiciones anteriores (1 y 2) es 1.5, siendo 1 y 2 las condiciones de carga respectivas.

2.6 PASO 6. ELECCIÓN DEL TIPO DE ANÁLISIS Y RESULTADOS

SAP 2000 permite realizar un análisis elástico lineal de 1er. orden, también se pueden incluir efectos $P-\Delta$ o bien un análisis dinámico, por lo anterior habrá que decidir sobre el tipo de análisis a efectuar por el programa.

En cuanto a los resultados que el programa puede proporcionar, será necesario saber cuales se requerirán, por ejemplo: desplazamientos, elementos mecánicos, gráficas y diseño, y de que elementos se requieren; por ejemplo: de algunos o de todos los nudos, de algunos o de todas las barras, gráficas de la deformada, de algún marco o de toda la estructura, etc., lo anterior se tendrá que definir para una, algunas o todas las condiciones de carga y/o combinaciones. Si el usuario no selecciona o define los elementos (nudos, barras, etc.), condiciones y/o combinaciones la impresión la realiza para todos los elementos y todos los sistemas de fuerzas existentes.

2.7 PASO 7. DISEÑO DE ELEMENTOS

SAP 2000 permite diseñar elementos de acero y concreto por lo que será necesario definir un código o especificaciones a utilizar (ACI, AISC, LRFD, ASSTHO, etc.) y proporcionar los valores de los parámetros a utilizar (f'_c , f_y , etc.), así como especificar los elementos que se diseñarán y el criterio a seguir para su diseño (viga, columna, etc.).

DESCRIPCION GENERAL

CAPÍTULO 3

3.1 INTRODUCCION

Una vez que se ha modelado la estructura (previo al uso del programa), es decir, seleccionada la forma de la sección transversal de las barras, definidas las características físicas y mecánicas de los materiales estructurales, especificados los sistemas de fuerzas (definidas cada una de las fuerzas que componen a cada sistema o condición de carga y combinaciones) bajo las cuales se analizará el modelo estructural, seleccionado el tipo de análisis así como el tipo de resultados, entonces se esta en condiciones de introducir los datos antes mencionados utilizando la interface gráfica que ofrece el programa con la cual es posible:

Manejar (Definir, mover, copiar, borrar) elementos estructurales (barra, placa, etc.).

Definir Tipos de apoyo (fijo o con grados de libertad, resortes).

Definir y asignar propiedades geométricas a los elementos barra de acuerdo a una tabla de perfiles estándar (AISC por ejemplo) o usar secciones prismáticas (circular, rectangular, Te, etc.), también es posible la utilización de secciones no prismáticas o de sección variable.

Definir el espesor de los elementos placa.

Definir y asignar propiedades a uno o varios elementos o grupo de elementos (barra, placas), las propiedades pueden ser densidad, módulo elástico, relación de Poisson, coeficiente de dilatación térmica, etc. Así como definir la posición de la sección dentro de la estructura (posición de ejes locales con respecto a los globales). Algunas de las propiedades se tienen predefinidas para ciertos materiales (acero y concreto) o se pueden introducir valores particulares.

Es posible seleccionar barras para liberarlos de algunos elementos mecánicos en sus extremos, también se pueden definir diafragmas rígidos.

Desde luego se permite introducir fuerzas estáticas aplicadas a los nudos, desplazamientos prescritos en ellos, en el caso de barras se puede incluir el peso propio, fuerzas uniformes, concentradas, con variación lineal, de presfuerzo y debidas a incrementos de temperatura, a ajustes en la longitud inicial de los elementos y algunas otras.

Además de las fuerzas de tipo estático, se puede incluir cargas variables (móviles), de acuerdo a AASHTO (HS20, HS15, H20, HI5, etc.), o al UBC, o bien especificadas por el usuario. Una buena variedad de fuerzas dinámicas (fuerza-tiempo o aceleración-tiempo) pueden

incluirse como sistemas de fuerzas, especificadas de acuerdo a sus características dinámicas (amplitud y frecuencia), definiendo el lapso de tiempo de actuación de la fuerza.

Una vez introducida la geometría, propiedades y fuerzas que actúan sobre la estructura, **SAP 2000** permite la realización del Análisis operando sobre el contenido del archivo que se ha seleccionado o definido previamente el cual desde luego debe contener los datos de la estructura en estudio, el módulo de análisis interpreta cada una de las ordenes o definiciones indicadas en el archivo de datos en el orden en que se encuentran, el contenido del archivo de datos e instrucciones puede introducirse manualmente vía algún editor previo a la ejecución de **SAP 2000** o bien mediante la instrucción **Save** al estar creando la estructura a través del editor gráfico característico del programa, ambas opciones se describirán posteriormente.

Después de ejecutada la opción de análisis, **SAP 2000** genera archivos conteniendo los resultados de la fase de análisis, si este concluye satisfactoriamente se desplegará la configuración deformada de la estructura. Enseguida se podrán seleccionar opciones y elementos para que de ellos se muestren en el monitor los resultados numéricos y gráficos obtenidos por el programa como resultado del análisis.

3.2 EJECUCIÓN DEL PROGRAMA, MENU DE OPCIONES

Para iniciar el programa se puede hacer doble clic en el icono del programa o bien desde el menú de inicio hacer clic en la carpeta programas **SAP 2000 educacional** (versión educativa) o **SAP 2000 NonLinear** (versión profesional), enseguida se ejecuta el programa presentándose la imagen mostrada en la figura 3.1, una vez haciendo clic en la caja OK de la ventana en la parte central ("*Tip of the day*") desaparece esta dejando lugar a la ventana principal del programa **SAP 2000**.

En el "renglón" superior de esta ventana se encuentra en su extremo izquierdo el nombre del programa (**SAP2000**) seguido del nombre de archivo en donde se almacenarán los datos o de donde han sido tomados, en el extremo derecho se encuentran los iconos de minimizar, restaurar la ventana y cerrarla (una forma de finalizar la ejecución del programa es haciendo clic en este icono), debajo de lo anterior se localiza la barra de menú conteniendo las opciones que el programa tiene disponibles (**F**ile, **E**dit, **V**iew, etc.) las cuales se describirán posteriormente, debajo de esas opciones se encuentran una serie de iconos que realizan acciones de uso frecuente (seleccionar elementos, cambiar alguna opción de presentación, elegir algún tipo de resultado, etc.), se recomiendo al lector consultar las tablas que se presentan al final de este trabajo en donde se describe cada uno de esos iconos (incluyendo los de la barra flotante que también forma parte de la ventana de **SAP 2000**).

Debajo de los iconos está el área de presentación (con fondo negro) en la que se muestra gráficamente el modelo de la estructura por analizar así como diversa información en forma de ventanas que serán desplegadas por el programa después de que el usuario seleccione alguna de las opciones disponibles de **SAP 2000**.

Por último, en la parte inferior debajo de la barra flotante de iconos se muestra información acerca de las características del área de dibujo (vista o plano de presentación, coordenadas de algún nudo, etc.) y un poco a la derecha esta el cuadro de selección de unidades en las que se introducirá la

información, antes de este cuadro se muestra información acerca del estado que guarda alguna instrucción o del programa.

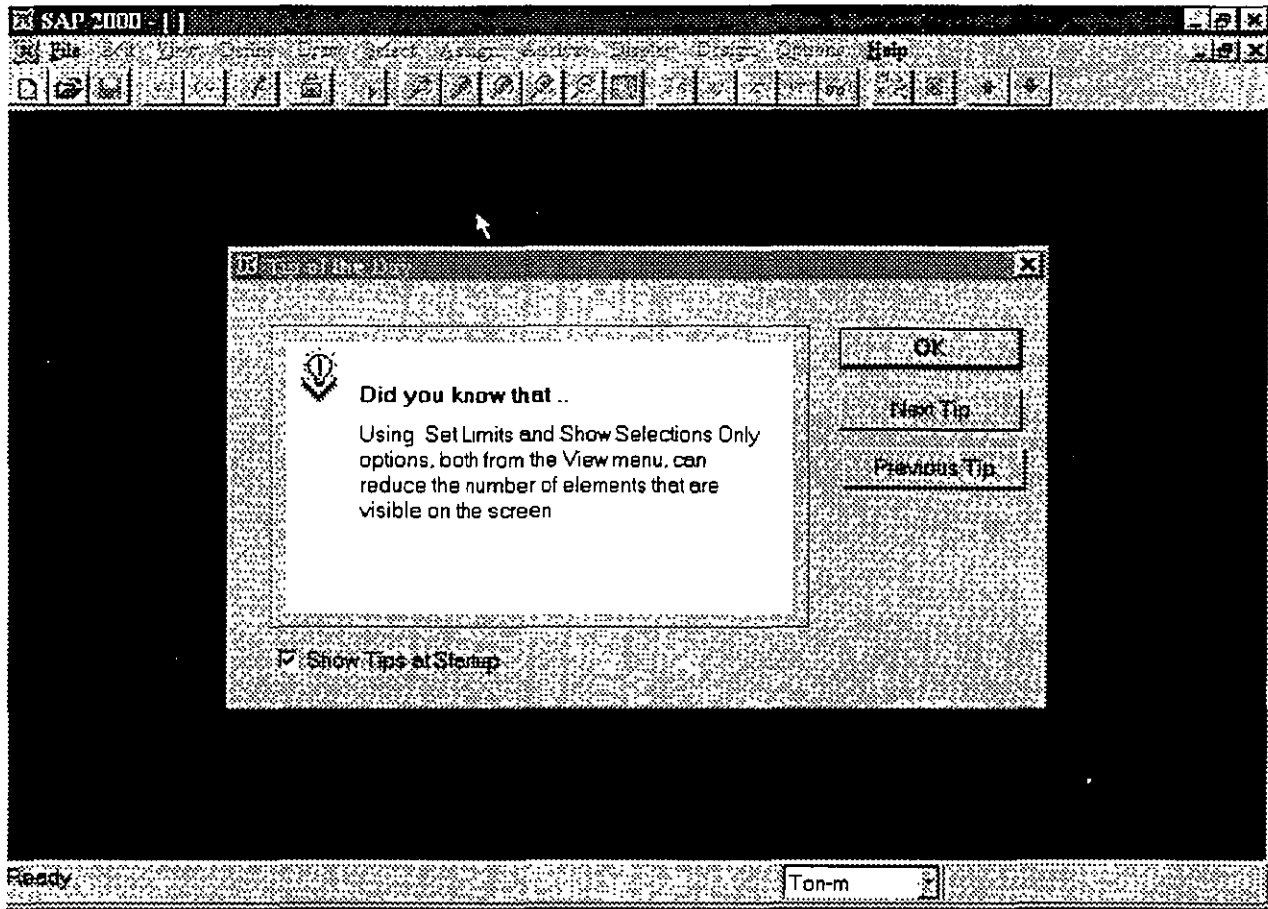


Figura 3.1 Iniciando el programa SAP 2000

En la versión 6.1 del programa SAP 2000 se pueden seleccionar varias opciones, las que se describen a continuación pueden ser las de uso más frecuente.

3.3 El menú File

EL menú File (ver figura 3.2) permite entre otras opciones manejar la información de alguna estructura contenida en un archivo, esa información pudo haberse generado previamente a la ejecución del programa o durante su uso, las opciones de este menú permiten:

- | | |
|---------------------------------------|--|
| <u>N</u>ew Model | Iniciar un problema nuevo. |
| <u>N</u>ew Model from template | Iniciar un problema nuevo, seleccionando una geometría típica de algunas formas estructurales como las mostradas en la figura 3.3. |
| <u>O</u>pen... | Abrir un archivo existente con datos de alguna estructura. |

- Save** Guarda los datos de la estructura.
- Save As** Guarda los datos de la estructura en otro archivo.
- Import** Permite ingresar los datos de un archivo generado con AutoCad, o bien para SAP90.
- Export** Proporciona la flexibilidad de poder enviar los datos de la estructura existente a una archivo para **SAP2000** con extensión .S2K el cual puede ser modificado por ciertos procesadores de texto (p.ej. WordPad) y poder ser utilizado nuevamente por **SAP2000**, o bien enviarlos a un archivo .DXF y poder ser interpretado por AutoCad por ejemplo
- Print...** Nos permite configurar características de impresión, imprimir el contenido del área de dibujo así como una lista de datos y resultados.
- Exit** Cerrar el programa y regresar a Windows.

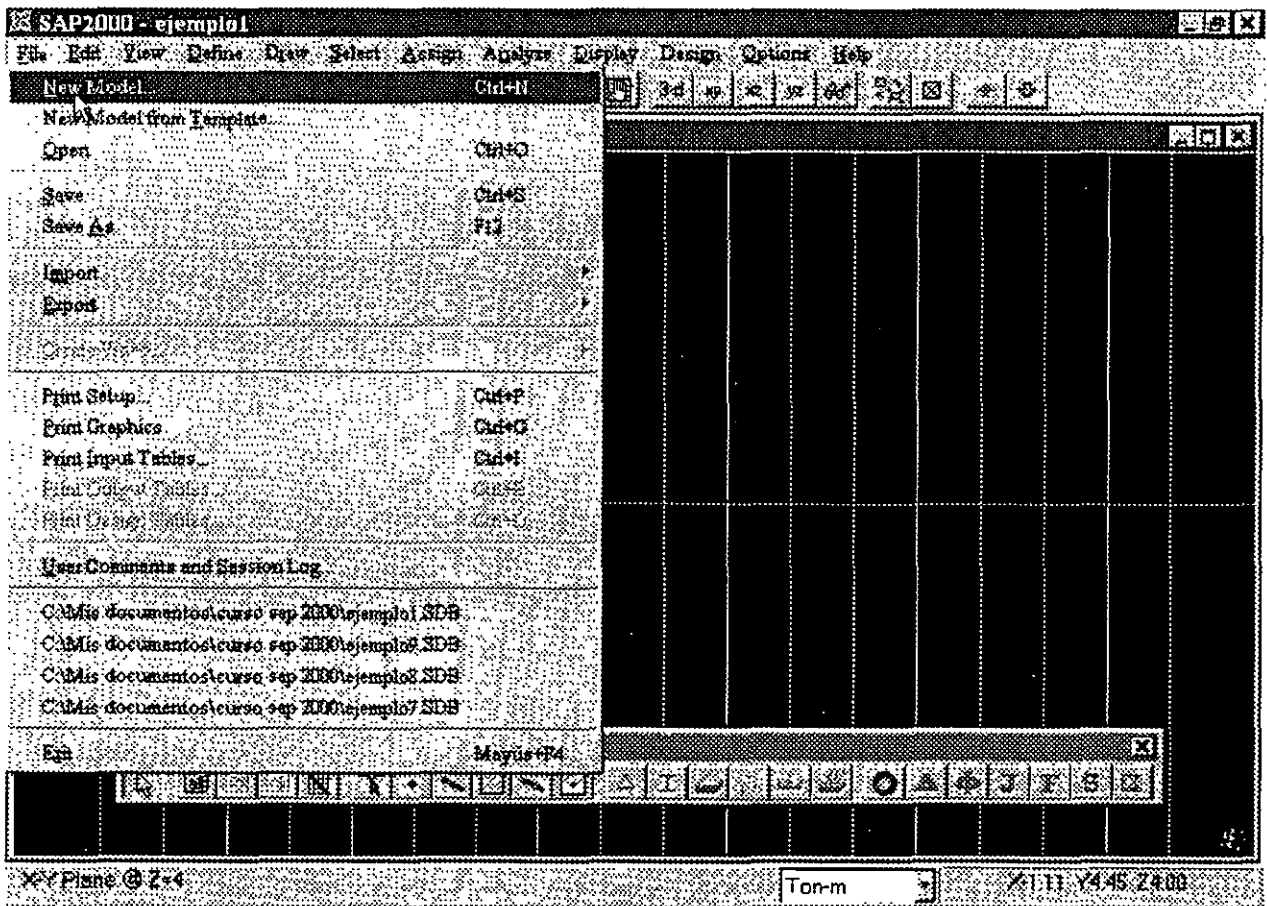


Figura 3.2 Módulos principales del menú **File**.

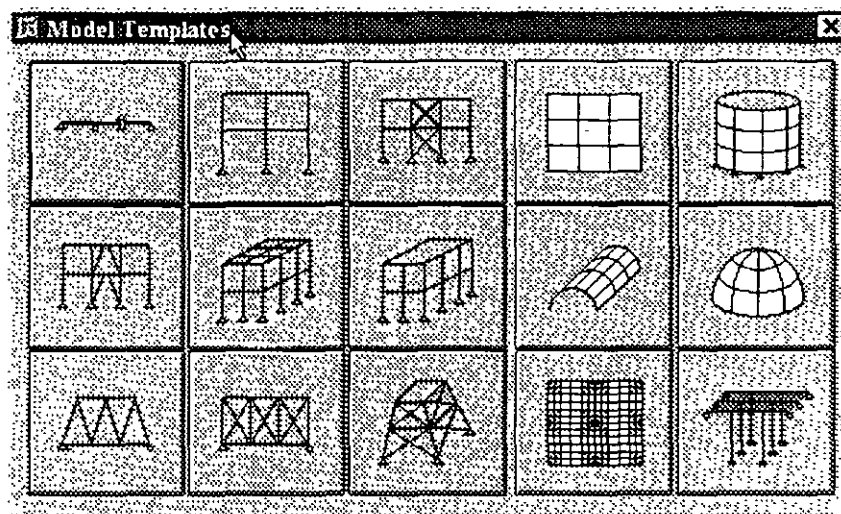


Figura 3.3. Geometrías predefinidas en la opción **New Model from Template**

Existen dentro de este menú otras opciones de uso no muy frecuente. Al iniciar **SAP 2000** se recomienda seleccionar las unidades en las que se van a introducir los datos de la estructura a analizar, por ejemplo si estas fueron ton-m (toneladas y metros) los valores de las fuerzas uniformes se deben proporcionar en ton/m, de las inercias en m⁴, para el módulo elástico en ton/m², etc , es decir los valores deben ser consistentes.

3.3 El menú **Edit**

EL menú **Edit** (ver figura 3.4) permite desde introducir y hacer cambios a la geometría del modelo hasta suprimir algunos de sus elementos muchas de las opciones contenidas en este menú operan en conjunto con las del menú **Select** (ver siguiente sección), las opciones de este menú permiten:

- Cut** Suprimir los elementos seleccionados, guardándolos en la memoria temporal.
- Copy** Copiar sin borrar los elementos seleccionados a la memoria temporal.
- Paste** Insertar los elementos contenidos en la memoria temporal especificando nuevas posiciones.
- Delete** Suprimir los elementos seleccionados.

- Merge Joints** Juntar los nudos que tengan una separación menor que un cierto valor (dejando uno solo y suprimiendo los demás es decir los nudos duplicados).

- Move** Mueve los nudos seleccionados especificando el incremento en sus coordenadas, moviendo también los elementos que estén conectados a esos nudos.

- Replicate** Realiza una copia (réplica) de los elementos seleccionados especificando el incremento en las coordenadas de sus nudos extremos.

- Divide frames** Divide a las barras seleccionadas en un número especificado por el usuario.

- Join frames** Junta varias barras seleccionadas en una sola (operación inversa de Divide frames).

- Change Labels** Cambia la numeración de los elementos seleccionados (renumera).

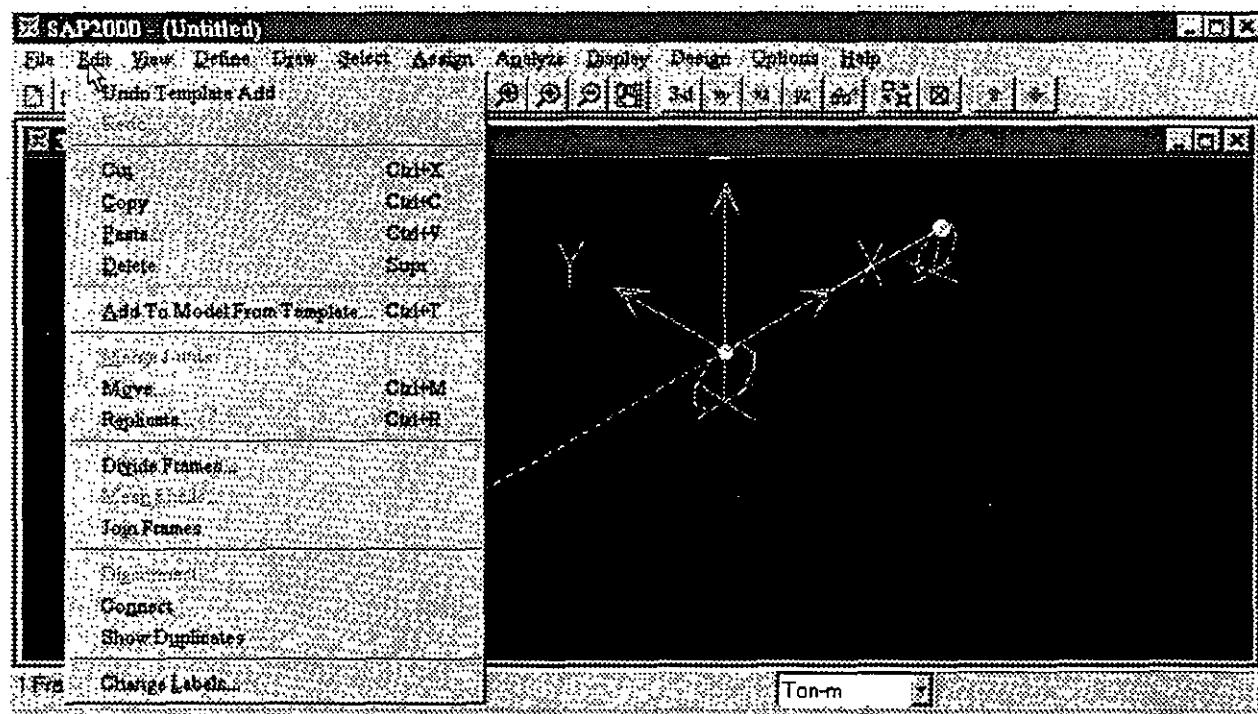


Figura 3.4. Opciones del menú Edit.

3.4 El menú View

EL menú View (ver figura 3.5) permite cambiar la presentación del área de dibujo de la estructura, algunas opciones que resultan de uso cotidiano son:

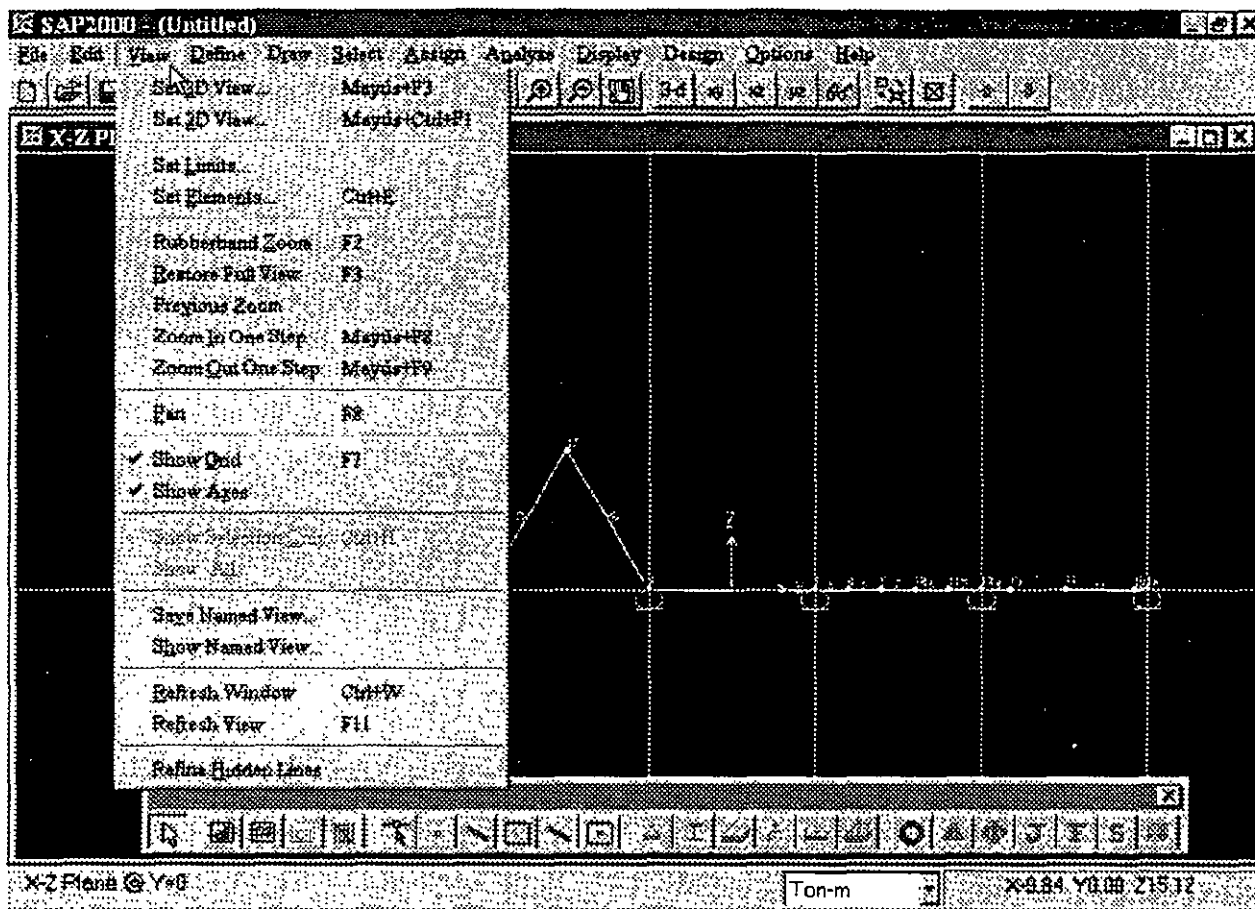


Figura 3.5. Opciones del menú View.

Set Elements

Permite seleccionar la información a ser incluida dentro del área de dibujo (numeración de nudos, barras, ejes, etc.), ver figura 3.6.

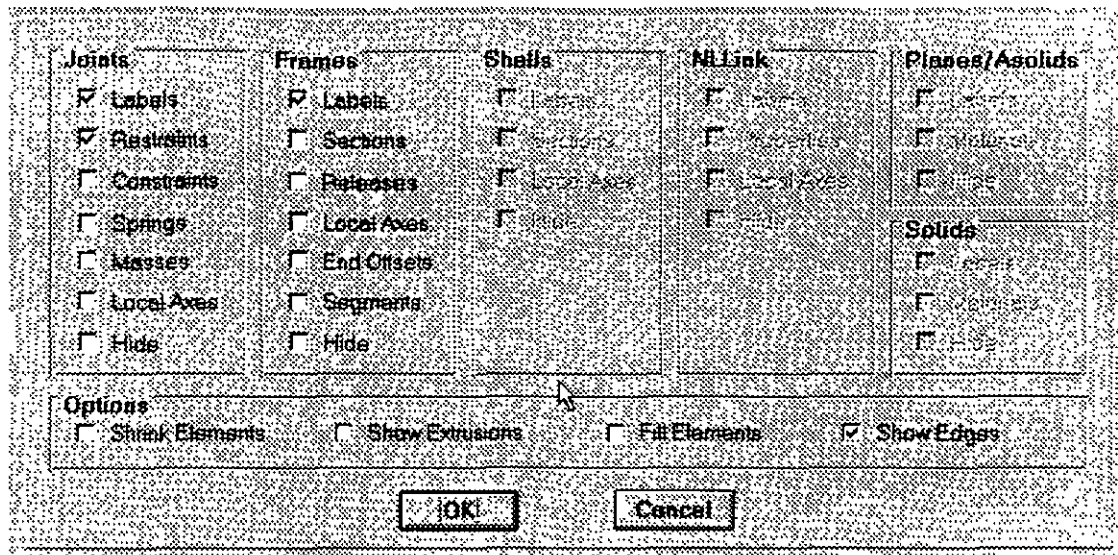


Figura 3.6. Opciones de Set Elements.

Show Grid Permite Activar (mostrar) o desactivar la malla auxiliar para dibujo de elementos.

Show Axes Dibuja o suprime los ejes globales de la estructura.

Se deja al lector que pruebe el efecto de las otras opciones, las características de algunas de ellas se verán posteriormente en el desarrollo paso a paso de algún ejemplo.

3.5 El menú Define

El menú Define (ver figura 3.7) permite especificar propiedades de los materiales (Materials...), características geométricas como forma, dimensiones, material, etc. para las barras del modelo (Frame Sections..) y algunas características para los elementos placa (Shell Sections...). También permite definir características generales de las condiciones de carga estática como su título o identificación, el tipo de carga (de acuerdo a su origen) y si se incluirá el peso propio en la condición de carga.

En este menú se podrá seleccionar o introducir un espectro de respuesta así como funciones de excitación para análisis dinámico, también se podrán definir las combinaciones de carga (Load Combinations...) seleccionando las condiciones de carga que se incluirán en cada combinación con sus respectivos factores de carga.

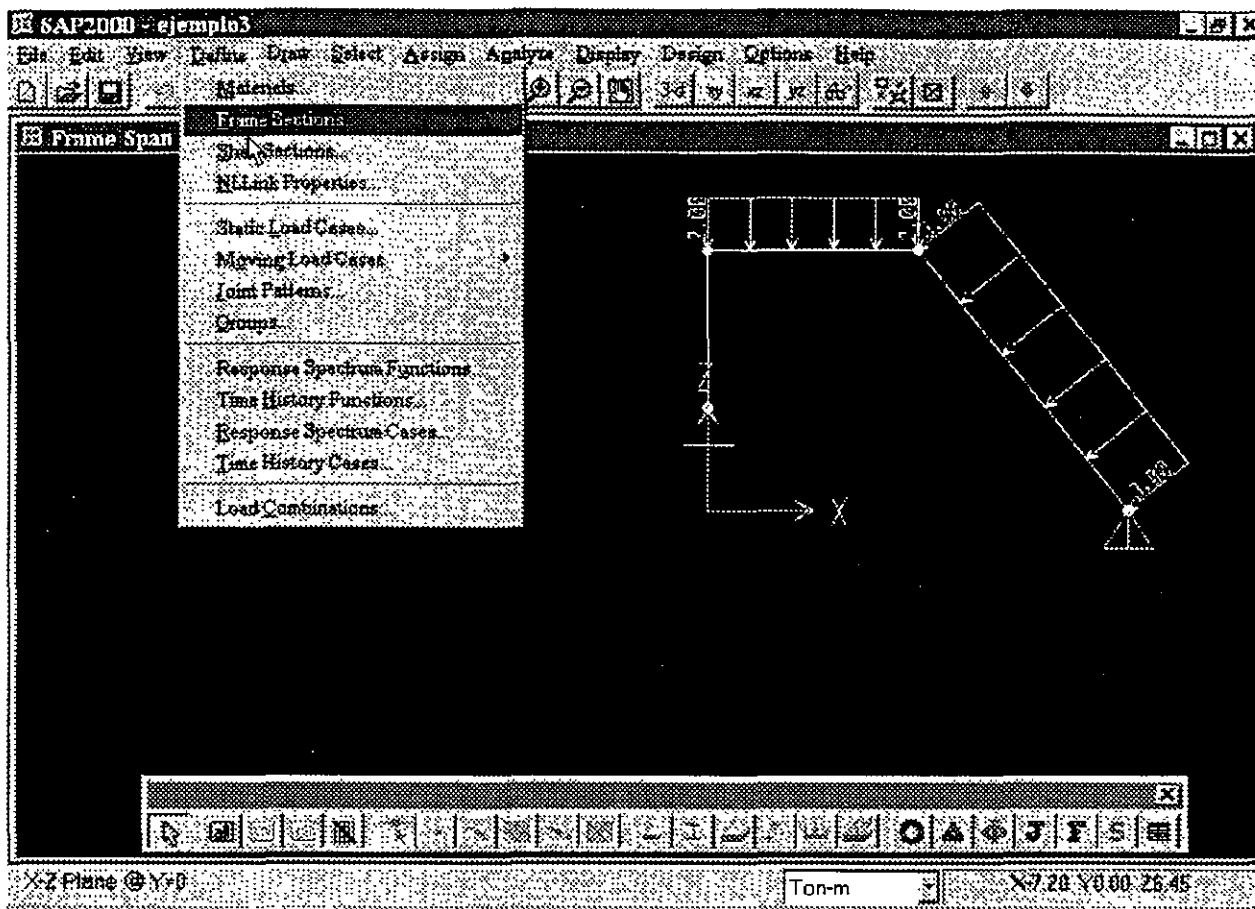


Figura 3.7. Opciones del menú **Define**.

3.5 El menú Draw

Algunas de las opciones del menú Draw (ver figura 3.8) permiten dibujar esquemáticamente a los elementos barra, placa, etc. con los que se irá construyendo el modelo estructural por analizar, algunas opciones de uso frecuente son:

Edit Grid

Permite adicionar, modificar, suprimir, etc. las líneas que forman la malla auxiliar para dibujo de elementos.

Draw Frame Element

Permite iniciar el dibujo (con la ayuda del ratón) de elementos barra, después de seleccionar esta opción se hace clic izquierdo del ratón en el nudo donde inicia la barra (en caso de que este no halla sido creado se hace clic en sus coordenadas), luego se desplaza el puntero (sin arrastrar) hacia el nudo final de la barra haciendo clic izquierdo en el nudo con lo que queda especificada esa barra (se recomienda utilizar la malla auxiliar cambiando la separación de las líneas de la malla para que algunas de las intersecciones de esas líneas coincidan con la mayoría de los nudos de la estructura), la secuencia de dibujo de

barras se puede interrumpir con un doble clic del botón derecho en cualquier parte del área de dibujo (con lo que es posible dibujar barras en otras posiciones), para terminar el dibujo de barras se hace clic en el icono de puntero de la barra flotante de iconos, posteriormente se puede dibujar más barras volviendo a seleccionar esta opción, lo anterior se puede hacer tantas veces como se requiera.

Draw Shell Element

Permite iniciar el dibujo (con la ayuda del ratón) de elementos placa, funciona de manera muy similar a la opción anterior solo que en este caso se seleccionaran tres o cuatro nudos dependiendo del tipo de elemento finito que se quiera dibujar, la selección de nudos se hará en sentido horario o antihorario.

Quick Draw Frame Element y **Quick Draw Shell Element** permiten el dibujo de barras y placas respectivamente con un solo clic izquierdo cerca de alguna de las líneas de la malla auxiliar (para el caso de barras) y en algún punto dentro de un área delimitada por líneas de la malla auxiliar de dibujo (para el dibujo de placas), se deja al lector la práctica con estas opciones antes de abordar los ejemplos que se presentan en el capítulo correspondiente.

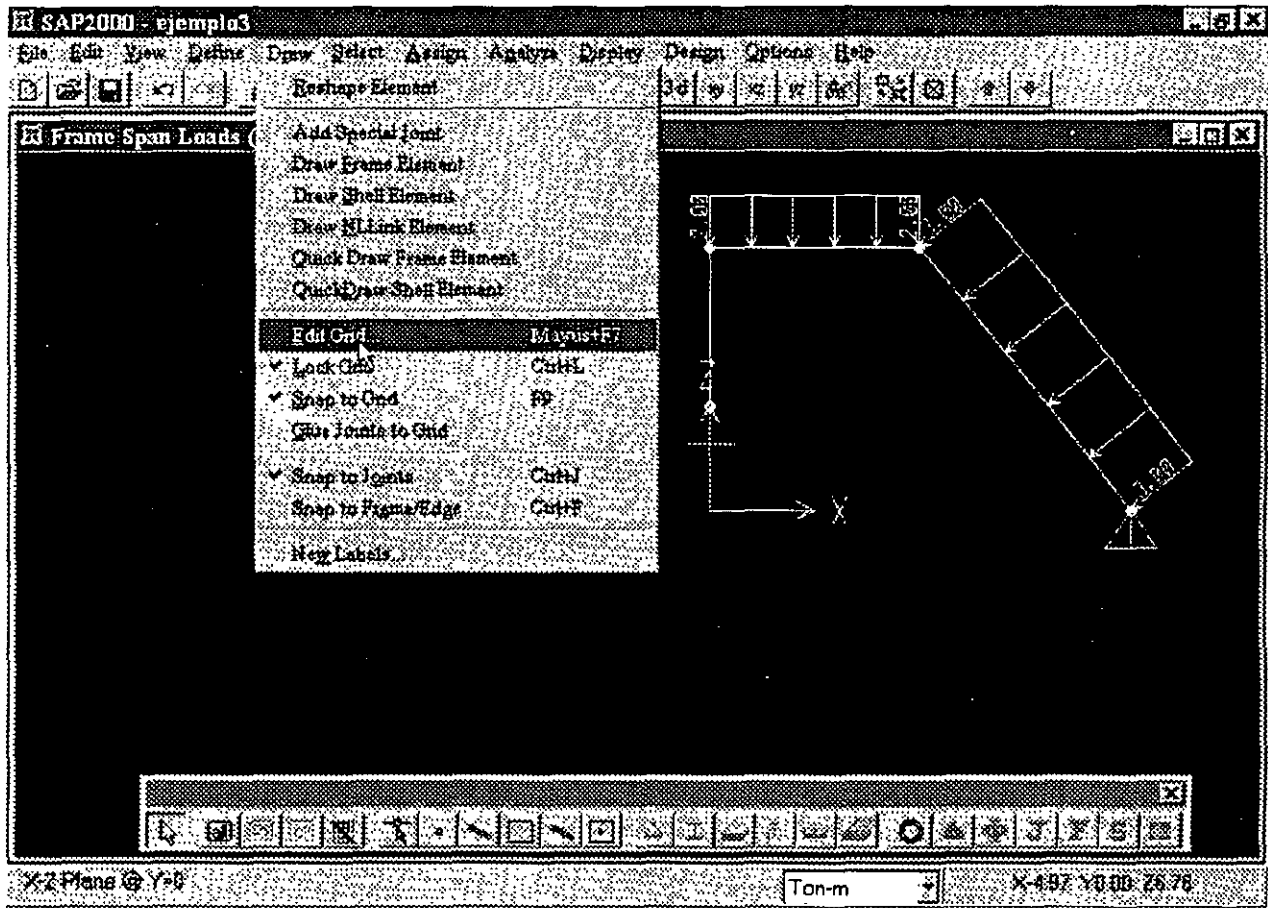


Figura 3.8. Opciones del menú Draw.

3.6 El menú Select

Algunas de las opciones del menú Select (ver figura 3.9) nos permitirán seleccionar elementos ya existentes dentro del modelo, la selección de elementos es necesaria para poder asignar (ver menú Assign) algunas características a los mismos, por ejemplo si se seleccionan barras se les podrá asignar secciones, cargas, etc. las siguientes son algunas opciones que resultan de uso frecuente:

Pointer/Window

Permite seleccionar a los elementos que quedan contenidos dentro de un área rectangular que se define haciendo clic izquierdo en una de las esquinas del área y arrastrando el puntero del ratón hasta la esquina opuesta y soltando el botón del ratón en esa esquina, los elementos seleccionados cambian su aspecto de línea continua a línea interrumpida (punteada).

Intersecting Line

Con esta opción se seleccionan a aquellos elementos que son intersectados por una línea que se define haciendo clic izquierdo en uno de los extremos de la misma y arrastrando el puntero del ratón hasta el otro extremo de la línea y soltándolo ahí mismo

Las otras opciones de Select permiten seleccionar elementos que tienen alguna característica en común.

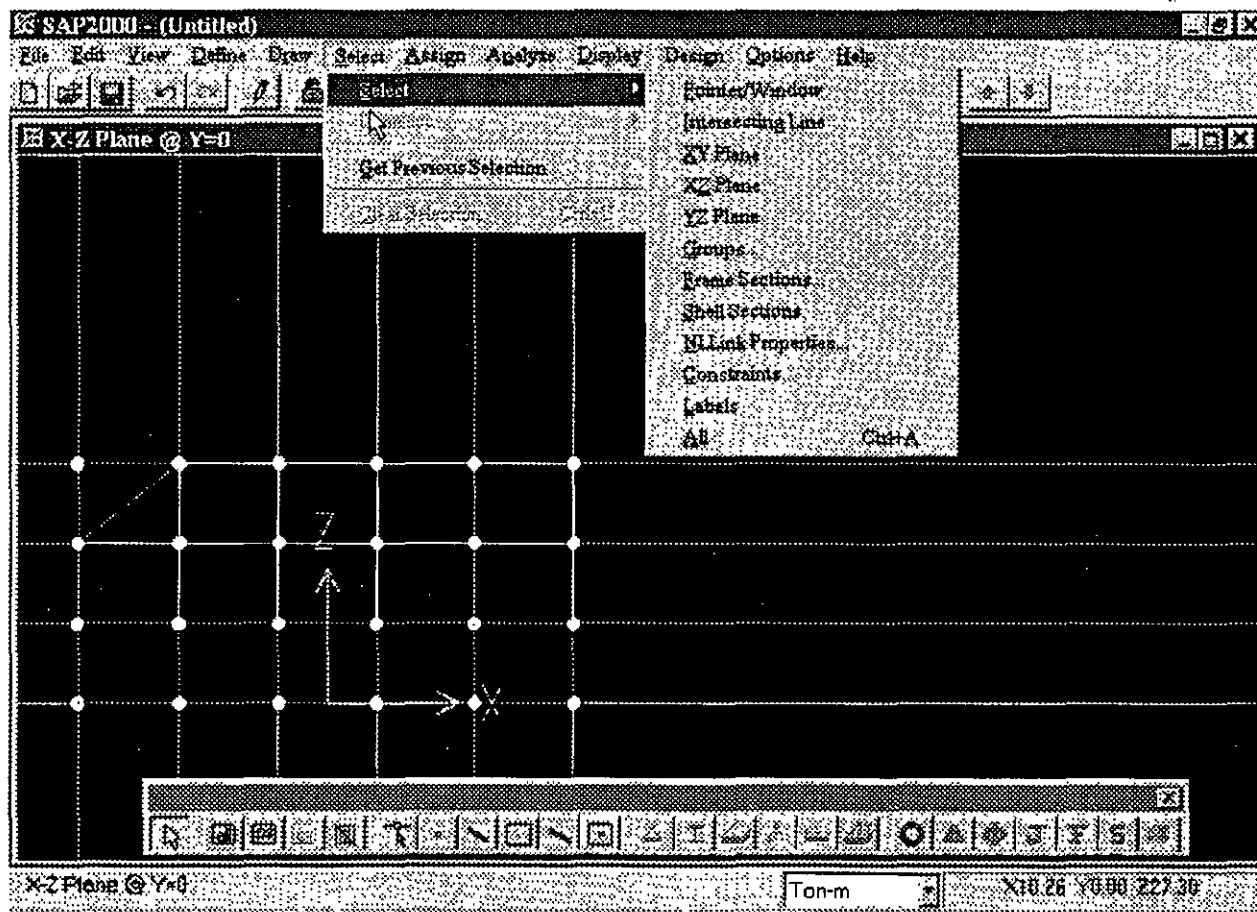


Figura 3.9. Algunas opciones del menú Select.

El menú Select dispone de las mismas opciones para excluir elementos ya seleccionados, lo anterior se realiza con la opción Unselect, otra manera de quitar elementos de la selección es haciendo clic en el icono de flecha de la barra flotante de iconos y luego hacer clic en cada uno de los elementos que han sido previamente seleccionados y que se quieren excluir, inclusive si se hace clic en un elemento no seleccionado este se selecciona y viceversa

3.7 El menú Assign

Una vez seleccionados algunos elementos (nudos, barras, etc.) podemos asignarles alguna característica propia del elemento (restricciones, fuerzas, secciones, etc.), el menú Assign (ver figura 3 10) junto con sus opciones nos permitirán realizar esa actividad, enseguida una breve descripción de algunas opciones del menú assign.

Joint	Permite asignar a los nudos seleccionados restricciones o apoyos (restraints), asignar el mismo desplazamiento (constraints), asignar resortes (springs), etc.
Joint Static Loads	Con esta opción se asignan a los nudos seleccionados fuerzas (Forces) o desplazamientos prescritos (Displacements).
Frame	Permite asignar a las barras seleccionadas propiedades (Sections), liberarlas de algún elemento mecánico (Releases), especificar sus ejes locales (Local Axes), etc.
Frame Static Loads	Con esta opción se asignan fuerzas estáticas de gravedad (Gravity), puntuales y/o uniformes (Point and Uniform), con variación lineal (Trapezoidal), efectos de temperatura (Temperature), y efectos de presfuerzo (Prestress)

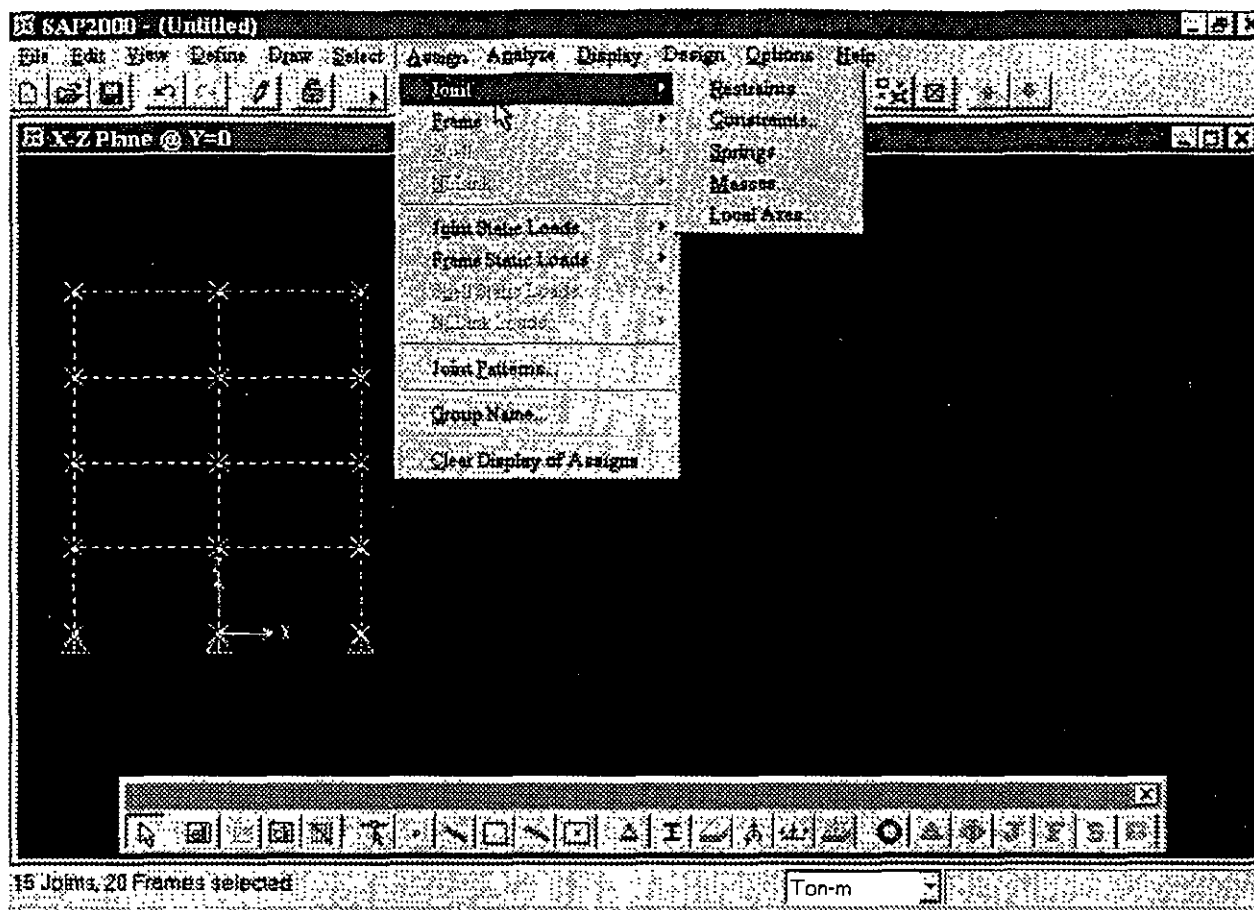


Figura 3.10. Algunas opciones del menú Assign.

3.8 El menú Analyze.

El menú **Analyze** (ver figura 3.11) permite seleccionar algunas opciones de análisis (**Set Options...**), o bien se puede solicitar que el programa **SAP 2000** realice el análisis (**Run**) con los resultados desplegados en una ventana normal o bien en una ventana minimizada (**Run Minimized**), se recomienda guardar el archivo de trabajo antes de solicitar el análisis (inclusive guardarlo en disco flexible y luego en el disco duro).

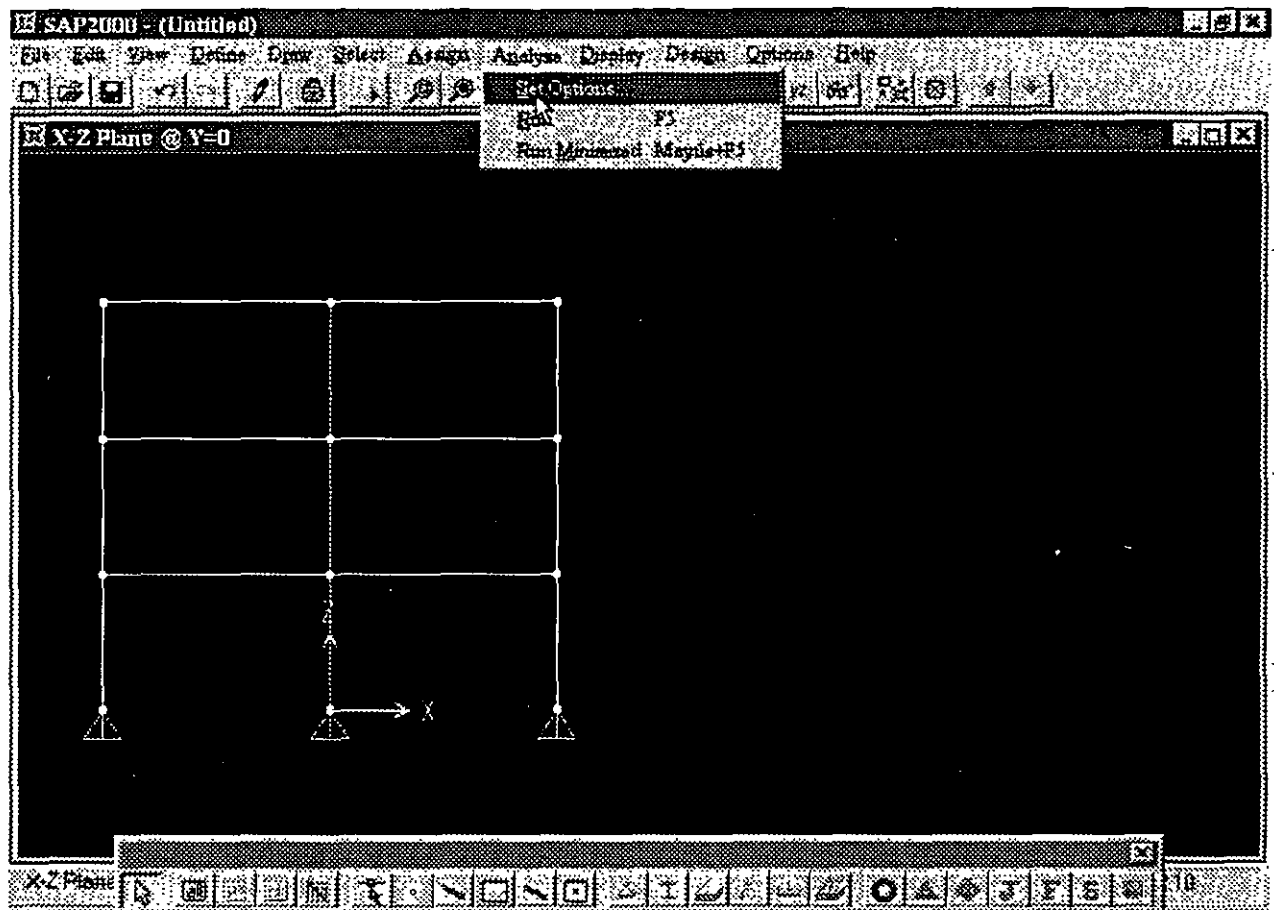


Figura 3.11 Opciones en el menú **Analyze**.

Las opciones de **Set Options...** (ver figura 3.12) permiten seleccionar los grados de libertad activos (**Available DOFs**) dependiendo del tipo de estructura que se analizará, será necesario identificar y seleccionar haciendo clic en los cuadros respectivos del área correspondiente (un cuadro en blanco significa que ese grado de libertad no está activo), otra manera de seleccionar los grados de libertad es utilizando la opción de selección rápida (**Fast DOFs**), lo anterior se realiza haciendo clic en alguna de las figuras que corresponda a nuestra estructura, la selección inadecuada de los grados de libertad puede generar resultados incorrectos o estructura inestable (división entre cero) durante la fase de análisis.

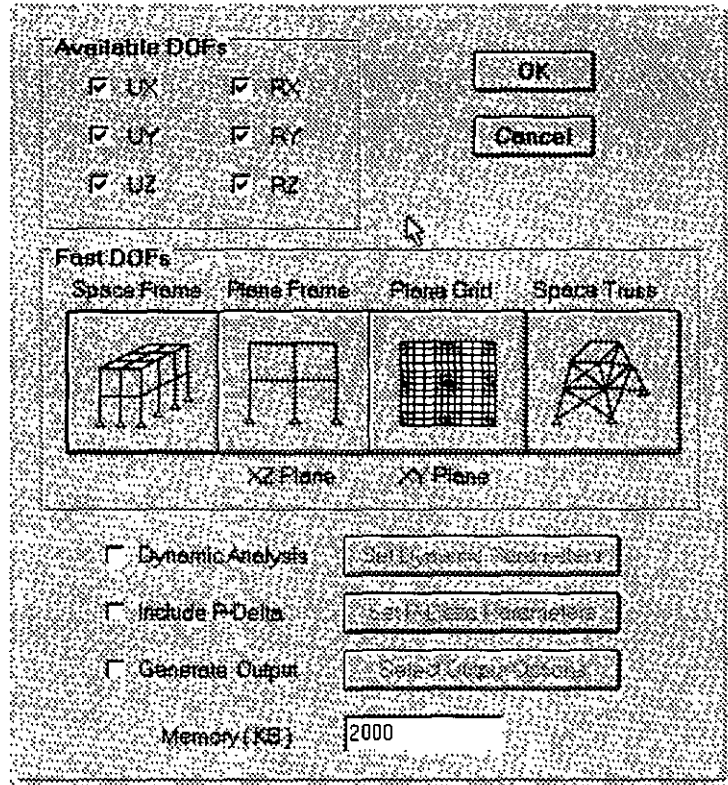


Figura 3.12. Opciones de Set Options... del menú **Analyze**.

Al final de la caja de selección se puede indicar que se realice un Análisis Dinámico (**Dynamic Analysis**), que se incluyan efectos P- Δ (**Include P-Delta**) y que se generen archivos de salida (**Generate Output**), para estas ultimas opciones es conveniente indicar algunos parámetros y seleccionar algunas opciones específicas.

Cuando se selecciona la opción de Análisis (**Run**), y algunos resultados del proceso se van desplegando en la pantalla (ventana) quedando al final algo similar a lo que se muestra en la figura 3.13.

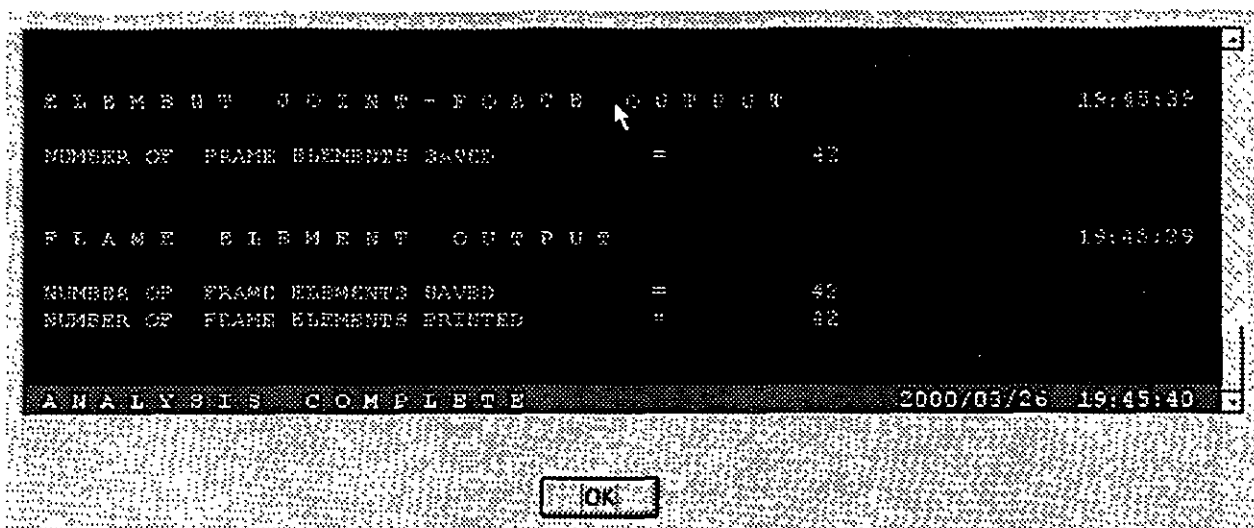


Figura 3.13. Ventana al finalizar el análisis.

Al hacer clic en el botón OK de la ventana que se muestra al final del análisis, se despliega en el área de dibujo la configuración deformada de la estructura para determinada condición de carga, en esta parte del programa se podrán seleccionar los resultados del análisis por ejemplo desplazamientos de los nudos, reacciones, elementos mecánicos, diagramas de elementos mecánicos, configuraciones deformadas, etc.

3.9 El menú Display

Este menú permite solicitarle al programa que muestre la geometría no deformada del modelo (**Show Undeformed Shape**), las cargas en los nudos (**Show Loads**), en las barras, en los elementos placa o no mostrarlas.

Mediante la opción **Show Input Tables** (ver figura 3.14) se solicita al programa que muestre en una ventana conteniendo una lista con los datos numéricos de la geometría en lo que respecta a nudos (coordenadas, restricciones, etc.), barras (incidencias, tipo de sección, etc.) y cargas (en los nudos, en las barras y en las placas), produciendo una salida parecida a la de la figura 3.15, la tabla mostrada puede imprimirse o grabarse en un archivo.

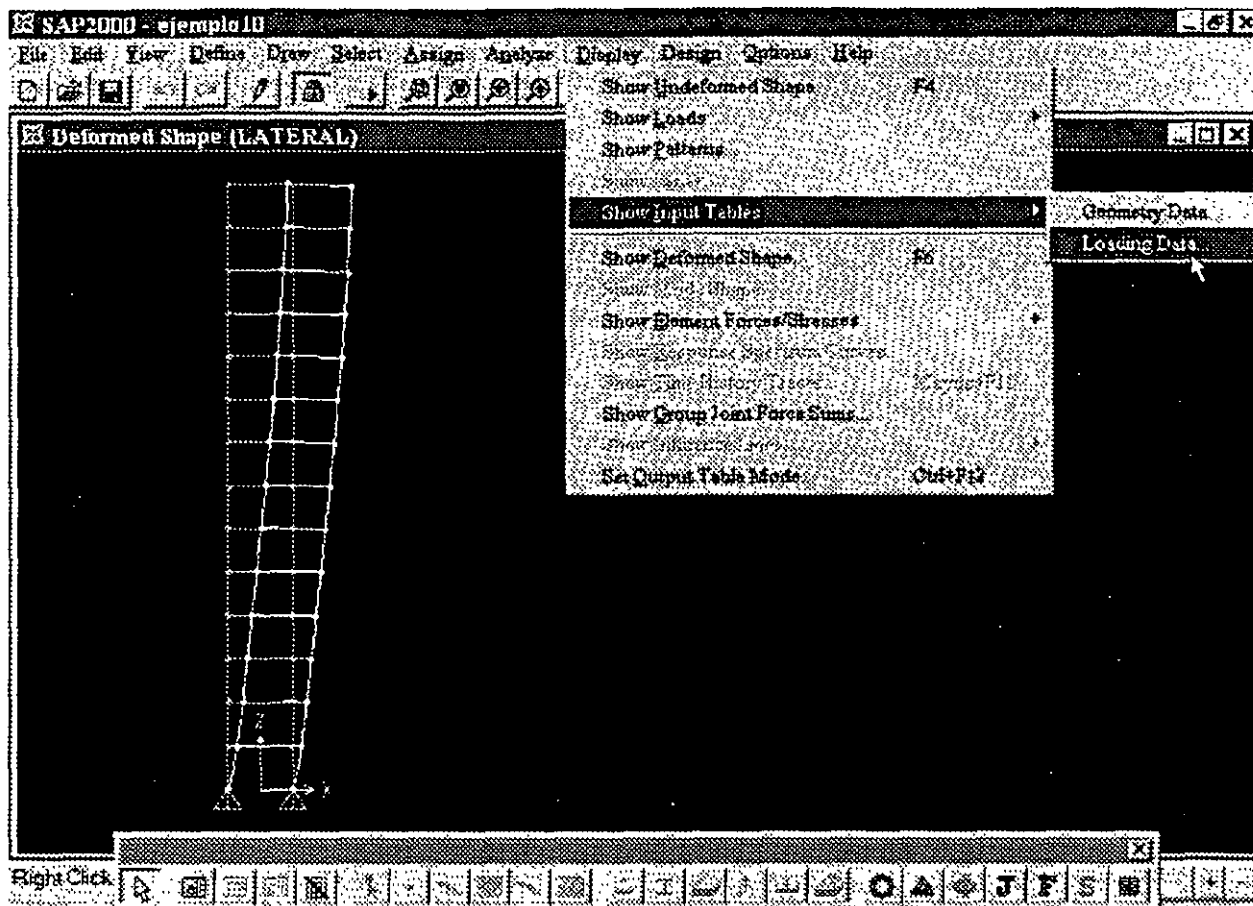


Figura 3.14. Opciones del menú Display.

JOINT	GLOBAL-X	GLOBAL-Y	GLOBAL-Z	RESTRAINTS	ANGLE-A
1	-3.00000	0.00000	0.00000	1 1 1 1 0 1	0.000
2	-3.00000	0.00000	4.00000	0 0 0 0 0 0	0.000
3	-3.00000	0.00000	8.00000	0 0 0 0 0 0	0.000
4	-3.00000	0.00000	12.00000	0 0 0 0 0 0	0.000
5	-3.00000	0.00000	16.00000	0 0 0 0 0 0	0.000
6	-3.00000	0.00000	20.00000	0 0 0 0 0 0	0.000
7	-3.00000	0.00000	24.00000	0 0 0 0 0 0	0.000
8	-3.00000	0.00000	28.00000	0 0 0 0 0 0	0.000
9	-3.00000	0.00000	32.00000	0 0 0 0 0 0	0.000
10	-3.00000	0.00000	36.00000	0 0 0 0 0 0	0.000

Figura 3.15. Salida típica a partir de Show Input tables del menú Display.

Mediante la opción **Show Deformed Shape** y después de seleccionar la condición de carga, SAP 2000 muestra la configuración deformada correspondiente (ver figura 3.16).

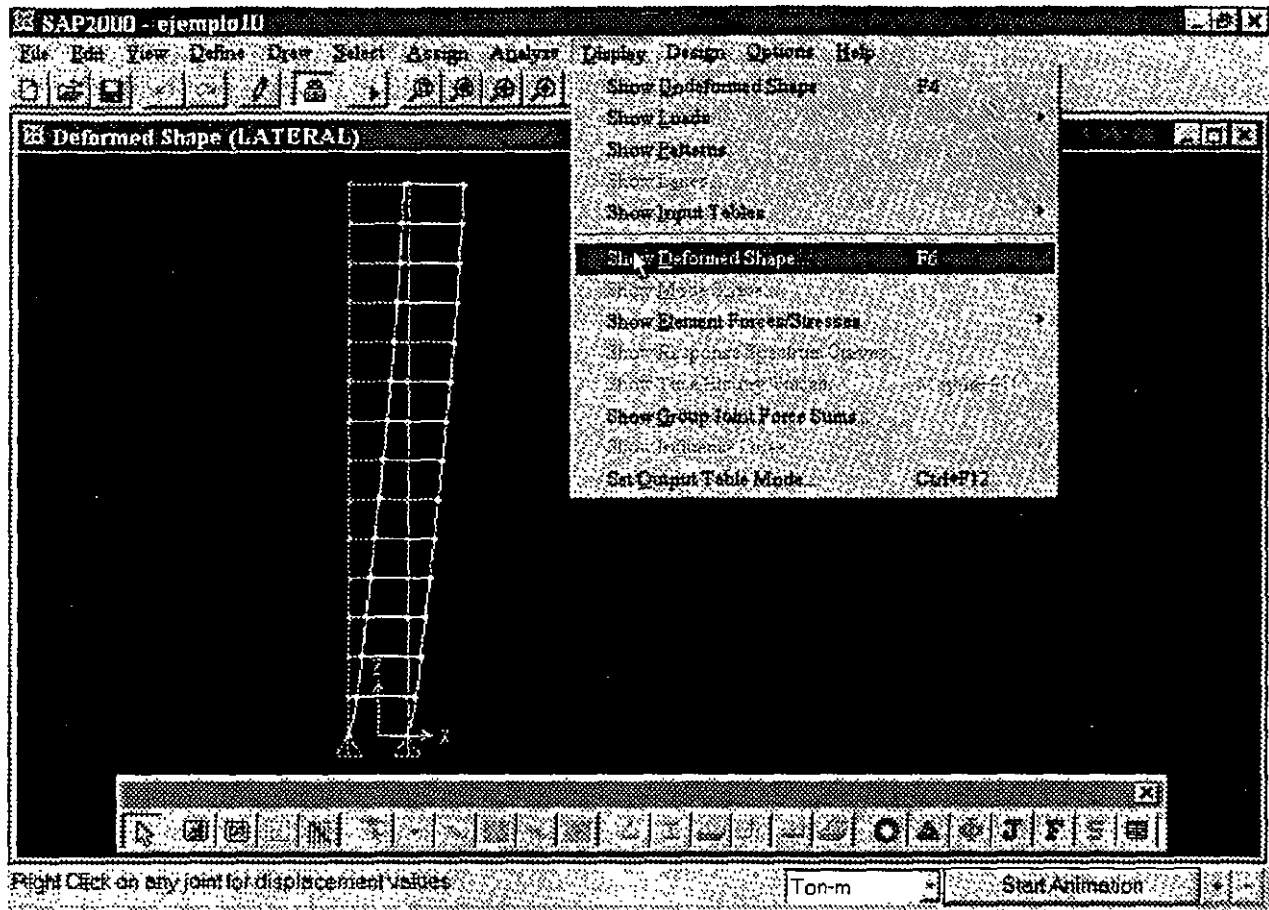


Figura 3.16. Salida típica a partir de Show Deformed Shape del menú Display

La opción **Show Element Forces/Stresses** y dependiendo de la selección que se haga SAP 2000 puede mostrar elementos mecánicos, esfuerzos, reacciones, etc. produciendo una salida similar a la que se muestra en la figura 3.17.

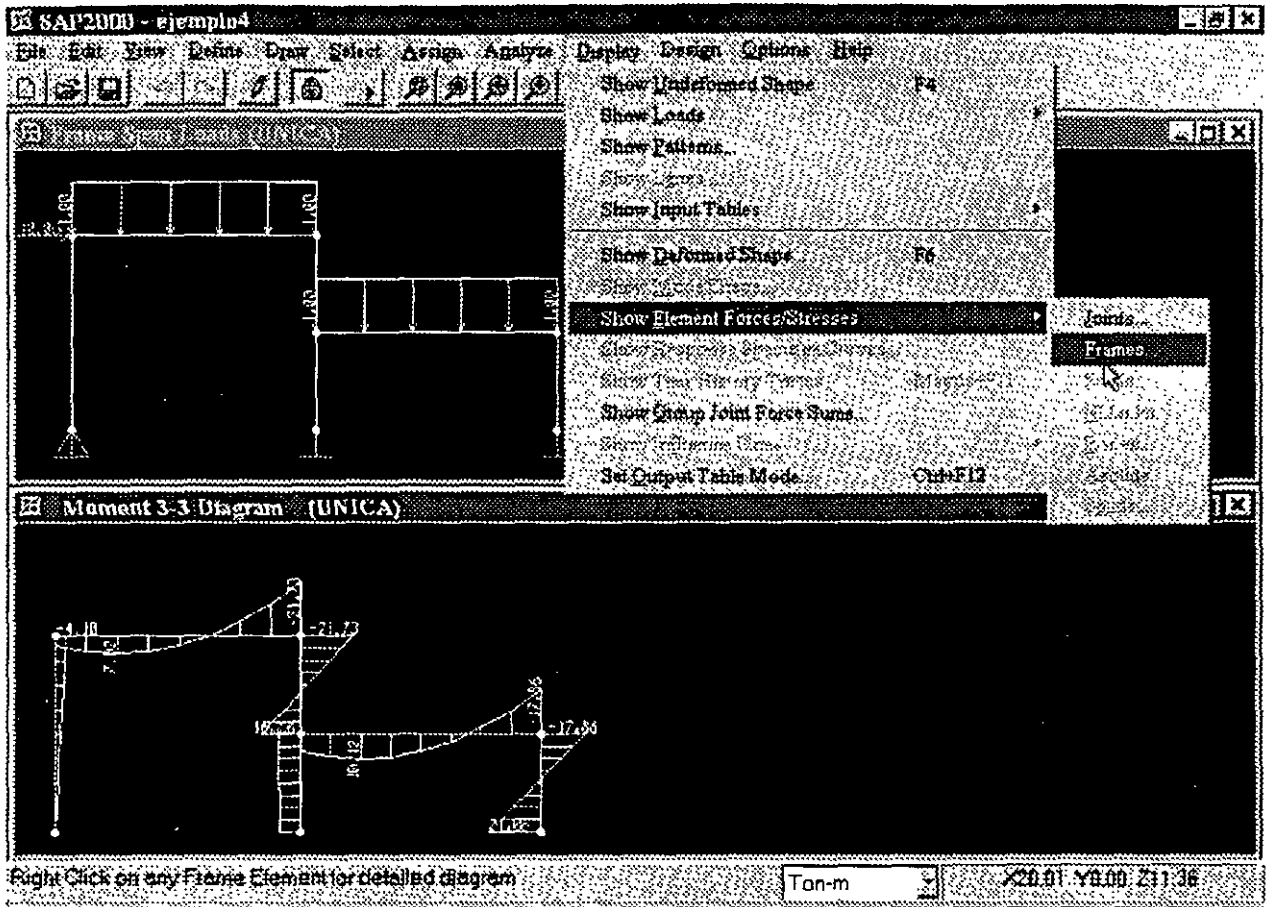


Figura 3.17. Salida obtenida con Show Element Forces/Stresses del menú Display

3.10 El menú Design

EL menú **Design** (ver figura 3.18) permite seleccionar algunas opciones de diseño, realizar el diseño (verificación) de elementos con la posibilidad de optimizar secciones, con la característica de producir salidas similares a las mostradas en las figuras 3.19 y 3.20 de entre otras.

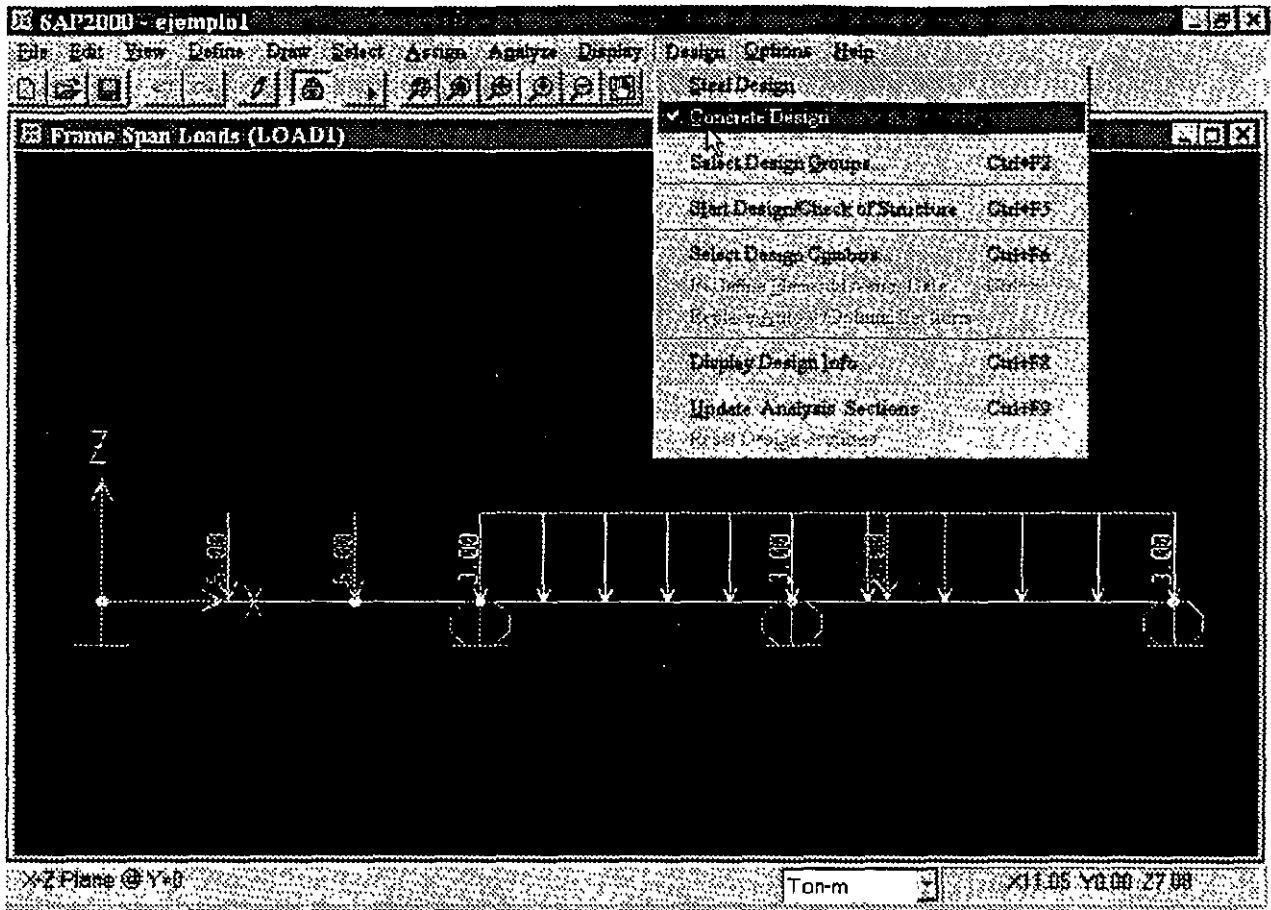


Figura 3.18. Opciones del menú Design.

Frame ID: 2
 Section ID: REC25X30

Interaction Details ReDesign

COMBO ID	STATION LOC	LONGITUDINAL REINFORCEMENT	MAJOR SHEAR REINFORCEMENT	MINOR SHEAR REINFORCEMENT
DCON1	1.25	0.007	O/S #3	0.000
DCON1	2.50	O/S #2	O/S #3	0.000
DCON1	3.75	O/S #2	O/S #3	0.000
DCON1	5.00	O/S #2	O/S #3	0.000
DCON2	0.00	O/S #2	O/S #7	0.000
DCON2	1.25	0.007	O/S #7	0.000
DCON2	2.50	O/S #2	O/S #7	0.000
DCON2	3.75	O/S #2	O/S #7	0.000
DCON2	5.00	O/S #2	O/S #7	0.000

OK Cancel

Figura 3.19. Algunos resultados del menú Design.

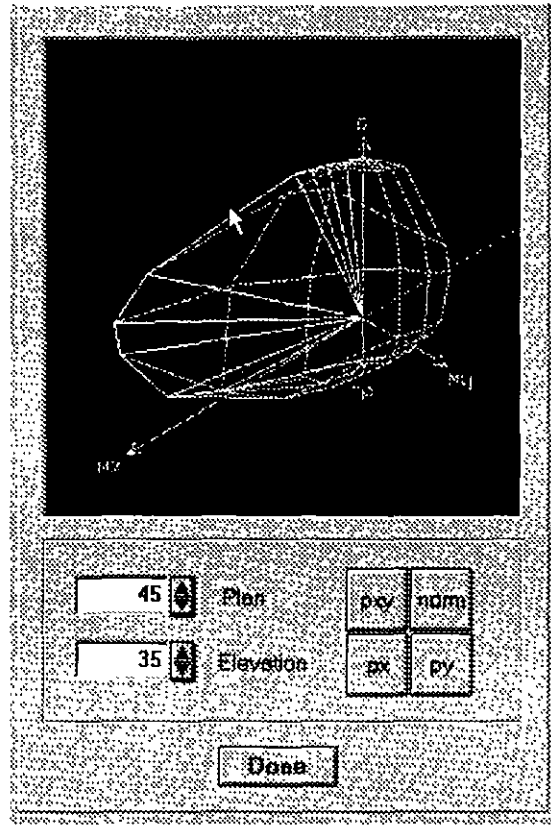


Figura 3.20. Algunos resultados del menú Design.

COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: Ton-m

Frame ID 2
 Station Loc 5.00
 Section ID REC25X50
 Combo ID DCON2

L=5.000
 B=0.250 D=0.500 dc=0.050
 E=2200000.000 fy=60.000 fc=4.000 fcs=4.000

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN FOR PU, M2, M3

Rebar Area	Design Pu	Design M2	Design M3	Minimum M2
O/S #2	0.000	0.000	20.793	0.000

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT FACTORS

	Cm Factor	Delta_ns Factor	Delta_s Factor	K Factor
Major Bending(M3)	1.000	1.000	1.000	1.000
Minor Bending(M2)	1.000	1.000	1.000	1.000

Figura 3.21. Algunos resultados del menú Design.

3.11 Los menús Options y Help

El menú **Options** (ver figura 3.22) permite por así decirlo controlar el tipo y características de la información que será mostrada en las diferentes áreas de presentación (colores, número de ventanas, etc.).

En este punto podemos mencionar que una vez que se realiza el análisis **SAP 2000** “bloquea” al modelo no permitiendo realizarle ninguna modificación por lo que solo es posible manejar los resultados (ver valores numéricos, gráficas, imprimirlos, etc.), para desbloquear al modelo y poder hacerle cambios se selecciona la opción **Lock Model** con esto ahora los resultados ya no están disponibles para poder tener acceso a ellos una vez realizados los cambios será necesario solicitar nuevamente la realización del análisis.

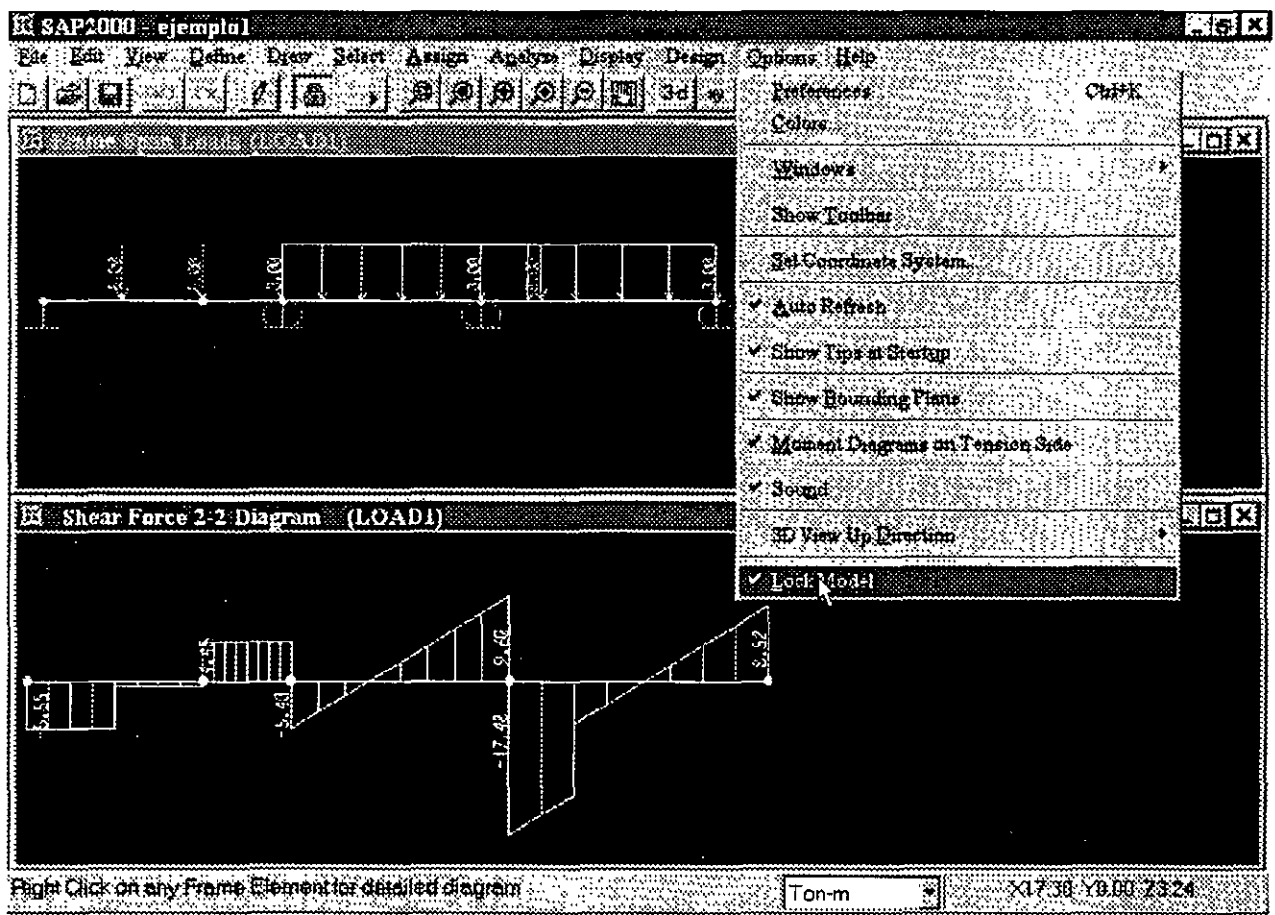


Figura 3.21. Opciones en el menú **Options** y desbloqueo del modelo.

Se deja al lector que pruebe el efecto de las otras opciones del menú **Options** así como las del menú **Help**, las características de algunas de ellas se verán posteriormente en el desarrollo de algunos ejemplos.

GENERACION DE LA ESTRUCTURA

CAPÍTULO 4

4.1 INTRODUCCIÓN

En **SAP 2000** la generación de la estructura se entiende como la ubicación con respecto a un sistema de coordenadas (global) de los elementos barra, placa y sólido, la asignación de propiedades geométricas y elásticas a los elementos ya localizados, la introducción de apoyos, la definición y asignación de fuerzas a los nudos, barras y placas, la selección del tipo de análisis y resultados, por último, el dimensionamiento o revisión de elementos.

La forma de iniciar el programa **SAP 2000** ha sido descrita con anterioridad (ver inciso 3.2 del capítulo anterior), enseguida se recomienda elegir las unidades en que se introducirán los datos haciendo clic en la pestaña que se encuentra a la derecha del cuadro de unidades y seleccionándolas de la caja que muestra el programa (ver figura 4.1).

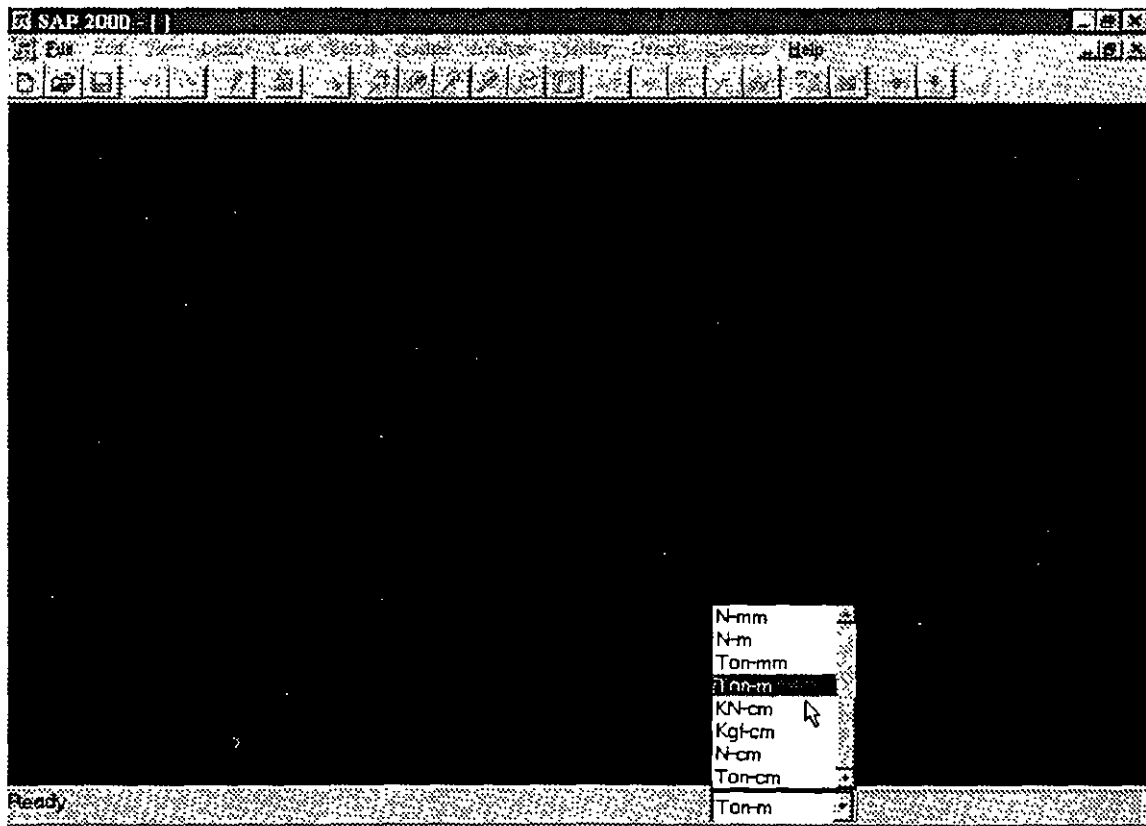


Figura 4.1 Selección de unidades.

SAP 2000 ofrece varias alternativas para introducir la topología de la estructura, aquí empezaremos por una de las más comunes que es introduciendo elemento por elemento, para ello se recomienda auxiliarnos de la malla (**grid**) que el programa nos proporciona por lo que se tendrá que ajustar la separación de las líneas que forman esa malla, seleccionemos **New Model** del menú **File**, enseguida el programa mostrará un cuadro en donde se especificarán las características de la malla como el número de espacios en cada dirección así como su separación los cuales se pueden modificar introduciendo valores particulares en los cuadros en fondo blanco haciendo clic en el que se quiera modificar (ver figura 4.2)

Cartesian		Cylindrical	
System Name	Grid 01001		
Number of Grid Spaces			
X direction	3		
Y direction	0		
Z direction	3		
Grid Spacing			
X direction	5		
Y direction	1		
Z direction	3.5		
OK		Cancel	

Figura 4.2 Ventana para definir las características de la malla auxiliar.

Una vez que se ha hecho clic en el botón OK el programa muestra la malla resultante en el área de dibujo (con fondo negro) dividiéndola en 2 cuadros mostrando en ellos una vista diferente de la malla (3 D y en el plano X-Y en Z=10.5), también puede observarse los ejes coordenados globales (ver figura 4.3).

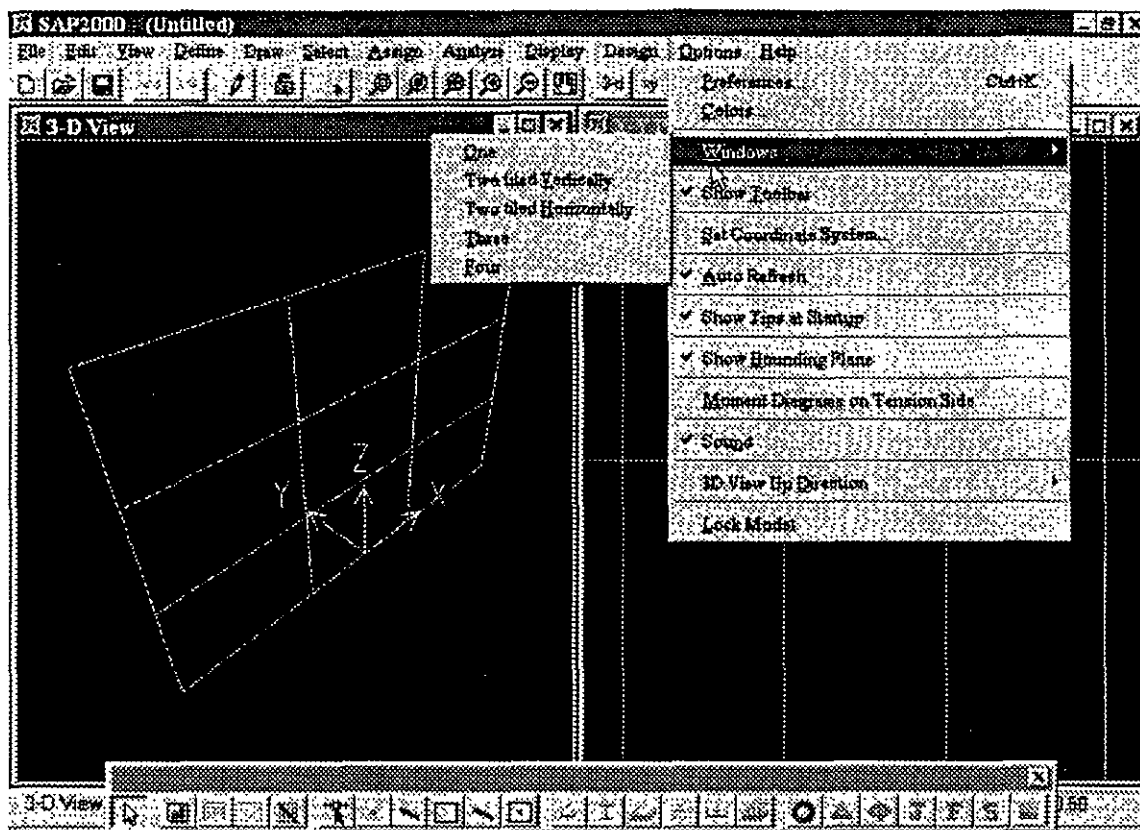


Figura 4.3 Imagen típica después de definir las características de la malla auxiliar.

Cada una de esas ventanas tiene en su extremo superior derecho los botones de minimizar, ventana completa y cerrar, el número y tipo de ventanas a mostrarse en la pantalla puede seleccionarse a través de la opción Windows del menú **Options**.

De las ventanas que se muestran, la ventana activa o en la que se muestran los resultados de los comandos que se elijan es aquella cuya barra de título está en color (generalmente diferente del gris), se activa una ventana haciendo clic en su interior.

La malla así creada tiene separación constante entre las líneas de una misma dirección, existen varias maneras de cambiar la separación entre cada línea de la malla, una de ellas es, después de seleccionar una vista en planta hacer dos clics seguidos en una de las líneas de la malla (con el botón izquierdo del ratón), enseguida se mostrará una ventana conteniendo información acerca de la posición de esas líneas con la opción de seleccionar la dirección de las líneas de la malla así como adicionar, mover y borrar líneas.

Haciendo clic en el cuadro en blanco e introduciendo el valor de la nueva posición de la línea y después de hacer clic en la opción **Add grid line** se ha introducido una nueva línea a la malla. Para modificar el valor de una línea se selecciona de la caja en gris haciendo clic izquierdo en la línea a modificar con lo cual se muestra en la caja en blanco y haciendo clic en esa caja se puede cambiar su valor, para que el cambio resulte efectivo después de modificar el valor de la caja en blanco se necesita hacer clic en el botón **Move**, las demás opciones complementan la modificación de la malla

(ver figura 4.4). Desde luego que para que todos los cambios produzcan efecto es necesario hacer clic en el botón OK.

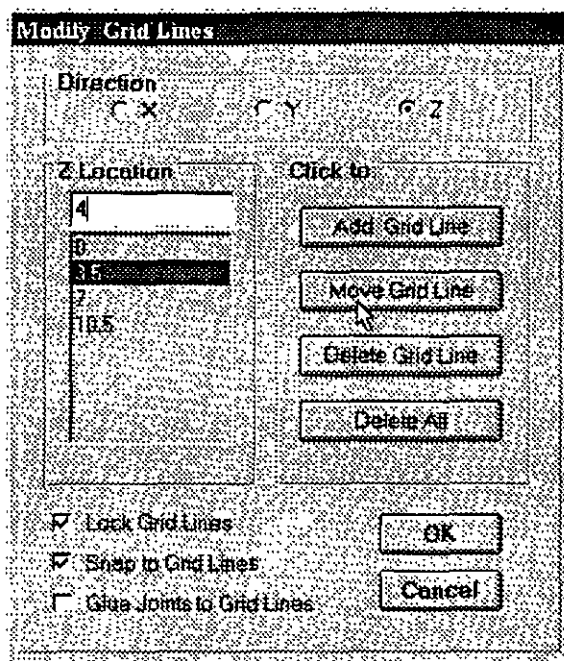


Figura 4.4 Modificación de la separación individual entre las líneas de la malla.

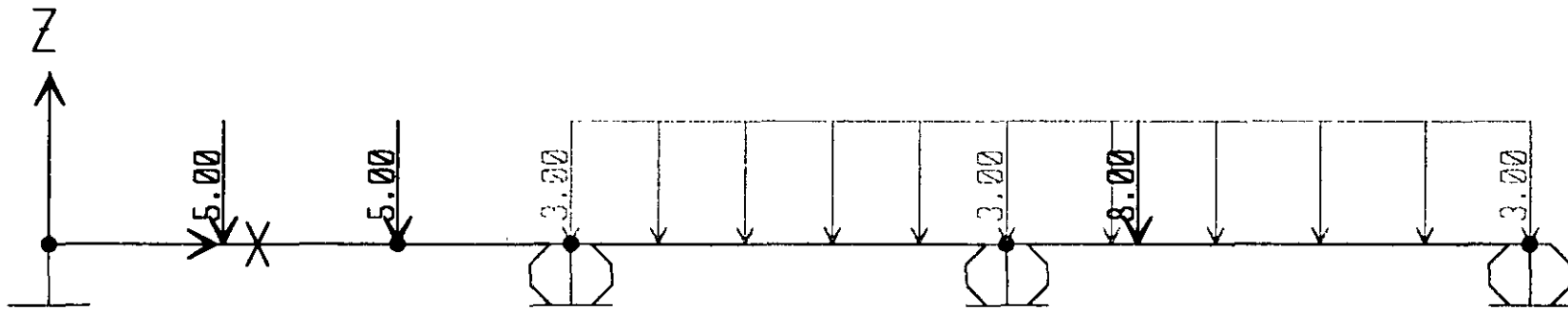
Otra manera para que se muestre el cuadro de la figura 4.4 es seleccionando **Edit Grid** del menú **Draw**, otro comando que resulta útil es la opción **Show Grid** del menú **View** con el cual se suprime o activa la aparición de la malla en área de dibujo.

Los datos de la estructura que se vayan introduciendo son almacenados en memoria volátil (RAM) por tal motivo se recomienda que con cierta frecuencia se graben en el disco duro (o en disco flexible), para ello se puede utilizar la opción **Save** o **Save As** del menú **File**, el programa asignará al nombre del archivo proporcionado por el usuario la extensión **.SDB**.

Ahora podemos introducir todos los elementos que componen a la estructura, a continuación se presenta una breve descripción lógica de las opciones de uso común así como de los comandos que nos permitirán la generación de la estructura en el orden mencionado al inicio de este capítulo, varios de los comandos fueron descritos en el capítulo anterior.

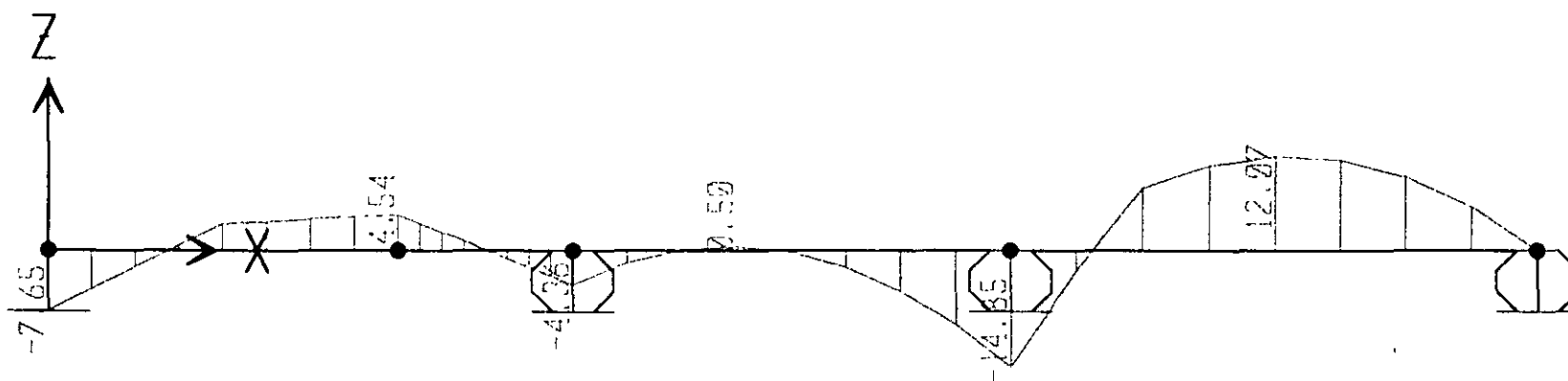
4.2 DESCRIPCIÓN GENERAL

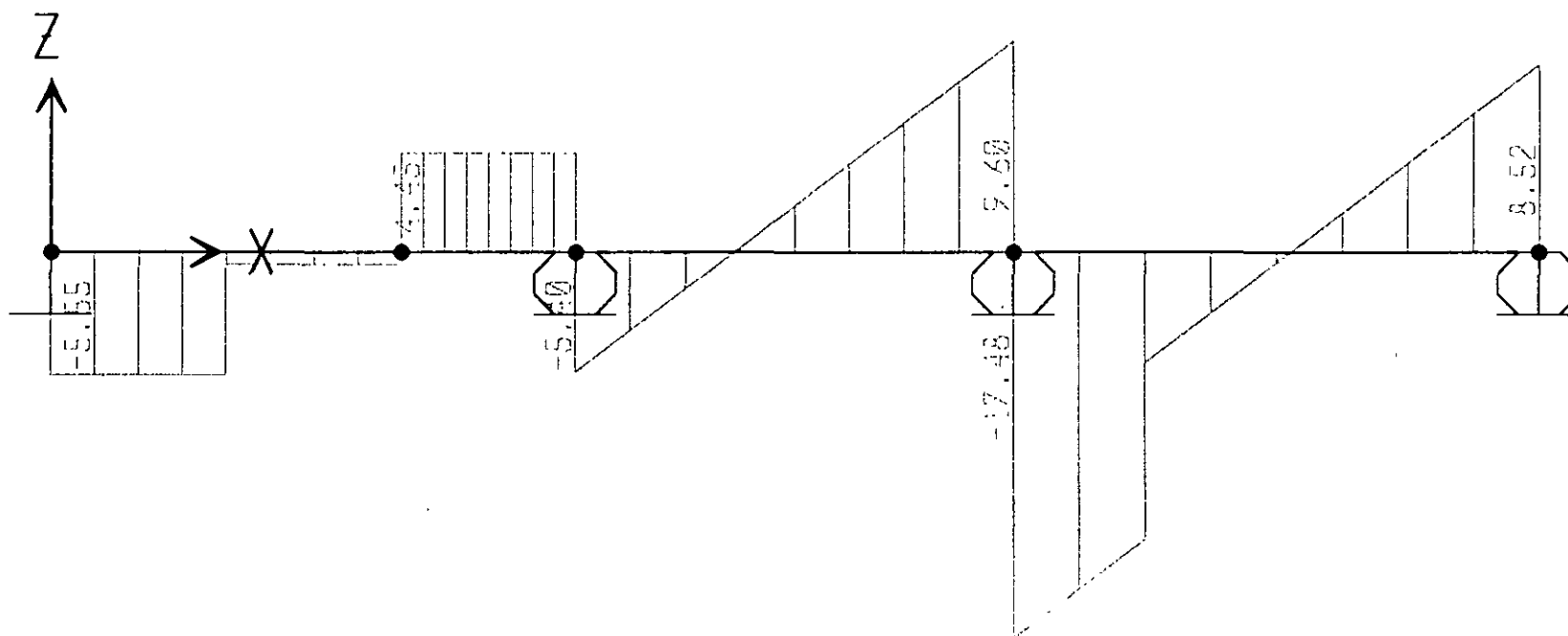
La parte del proceso de modelación que consume más recursos (tiempo y esfuerzo) es la que concierne a la introducción de elementos (barra, placa, etc.), es por ello que el uso eficiente de los comandos del menú **Draw** y en combinación con algunos otros nos permitirá la generación de la topología (forma) de la estructura lo más pronto posible, como recomendaciones generales, se pueden mencionar las que se indican en los párrafos siguientes.



1 2 3

4







```

; File C:\Mis documentos\curso sap 2000\ejempl01.s2k saved 3/12/00 20:38:00 in Ton-m
SYSTEM
DOF=UX,UZ,RY LENGTH=m FORCE=Ton PAGE=SECTIONS
JOINT
1 X=0 Y=0 Z=0
2 X=6 Y=0 Z=0
3 X=11 Y=0 Z=0
4 X=17 Y=0 Z=0
5 X=4 Y=0 Z=0
RESTRAINT
ADD=1 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3
ADD=2 DOF=U3
ADD=3 DOF=U3
ADD=4 DOF=U3
PATTERN
NAME=DEFAULT
MATERIAL
NAME=STEEL IDES=S M=.798142 W=7.833413
T=0 E=2.038902E+07 U=.3 A=.0000117
NAME=CONC IDES=C M=.2448012 W=2.402616
T=0 E=2531051 U=.2 A=.0000099
NAME=OTHER IDES=N M=.2448012 W=2.402616
T=0 E=2531051 U=.2 A=.0000099
NAME=MAT2 IDES=N M=.7981 W=7.8334
T=0 E=2200000 U=.25 A=.0000117
FRAME SECTION
NAME=FS1 MAT=STEEL SH=R T=.5,.3 A=.15 J=2.817371E-03 I=.003125,.001125 AS=.125,.125
NAME=FS2 MAT=MAT2 SH=R T=.5,.25 A=.125 J=1.789127E-03 I=2.604167E-03,6.510417E-04 AS=.1041667,.1041667
NAME=FS3 MAT=MAT2 SH=R T=.5,.5 A=.25 J=8.802084E-03 I=5.208333E-03,5.208333E-03 AS=.2083333,.2083333
FRAME
2 J=2,3 SEC=FS1 NSEG=4 ANG=0
3 J=3,4 SEC=FS1 NSEG=4 ANG=0
4 J=1,5 SEC=FS1 NSEG=4 ANG=0
5 J=5,2 SEC=FS2 NSEG=4 ANG=0
LOAD
NAME=LOAD1
TYPE=FORCE
ADD=5 UZ=-5
TYPE=CONCENTRATED SPAN
ADD=4 RD=.5 UZ=-5
ADD=3 RD=.25 UZ=-8
TYPE=DISTRIBUTED SPAN
ADD=2 RD=0,1 UZ=-3,-3
ADD=3 RD=0,1 UZ=-3,-3
OUTPUT
; No Output Requested
END
; The following data is not required for analysis. It is written here as a backup.
; This data will be used for graphics and design if this file is imported.
; If changes are made to the analysis data above, then the following data
; should be checked for consistency.
; Any errors in importing the following data are ignored without warning.
SAP2000 V6.10 SUPPLEMENTAL DATA
GRID GLOBAL X "1" 0
GRID GLOBAL X "2" 1
GRID GLOBAL X "3" 2
GRID GLOBAL X "4" 3
GRID GLOBAL X "5" 4
GRID GLOBAL X "6" 5
GRID GLOBAL X "7" 6
GRID GLOBAL X "8" 7
GRID GLOBAL X "9" 8
GRID GLOBAL X "10" 9
GRID GLOBAL X "11" 10
GRID GLOBAL X "12" 11
GRID GLOBAL X "13" 12
GRID GLOBAL X "14" 13
GRID GLOBAL X "15" 14
GRID GLOBAL X "16" 15
GRID GLOBAL X "17" 16
GRID GLOBAL X "18" 17
GRID GLOBAL Y "19" 0
GRID GLOBAL Z "20" 0
GRID GLOBAL Z "21" 1
GRID GLOBAL Z "22" 2
GRID GLOBAL Z "23" 3
GRID GLOBAL Z "24" 4
MATERIAL STEEL FY 25310.5
MATERIAL CONC FYREBAR 42184.18 FYSHEAR 28122.78 FC 2812.278 FCSHEAR 2812.278
FRAMESECTION FS1 NAME REC25X50
FRAMESECTION FS2 NAME REC50X50
STATICLOAD LOAD1 TYPE DEAD
END SUPPLEMENTAL DATA

```

; File C:\Mis documentos\curso sap 2000\ejemplol.2k saved 3/12/00 20:38:00 in Ton-m

SYSTEM

DOF=UX,UZ,RY LENGTH=m FORCE=Ton PAGE=SECTIONS

JOINT

1 X=0 Y=0 Z=0
2 X=6 Y=0 Z=0
3 X=11 Y=0 Z=0
4 X=17 Y=0 Z=0
5 X=4 Y=0 Z=0

RESTRAINT

ADD=1 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3
ADD=2 DOF=U3
ADD=3 DOF=U3
ADD=4 DOF=U3

PATTERN

NAME=DEFAULT

MATERIAL

NAME=STEEL IDES=S M=.798142 W=7.833413
T=0 E=2.038902E+07 U=.3 A=.0000117
NAME=CONC IDES=C M=.2448012 W=2.402616
T=0 E=2531051 U=.2 A=.0000099
NAME=OTHEK IDES=N M=.2448012 W=2.402616
T=0 E=2531051 U=.2 A=.0000099
NAME=MAT2 IDES=N M=.7981 W=7.8334
T=0 E=2200000 U=.25 A=.0000117

FRAME SECTION

NAME=FSEC1 MAT=STEEL SH=R T=.5, .3 A=.15 J=2.817371E-03 I=.003125, .001125 AS=.125, .125
NAME=FS1 MAT=MAT2 SH=R T=.5, .25 A=.125 J=1.788127E-03 I=2.604167E-03, 6.510417E-04 AS=.1041667, .1041667
NAME=FS2 MAT=MAT2 SH=R T=.5, .5 A=.25 J=8.602084E-03 I=5.208333E-03, 5.208333E-03 AS=.2083333, .2083333

FRAME

2 J=2,3 SEC=FS1 NSEG=4 ANG=0
3 J=3,4 SEC=FS1 NSEG=4 ANG=0
4 J=1,5 SEC=FS1 NSEG=4 ANG=0
5 J=5,2 SEC=FS2 NSEG=4 ANG=0

LOAD

NAME=LOAD1

TYPE=FORCE

ADD=5 UZ=-5
TYPE=CONCENTRATED SPAN
ADD=4 RD=.5 UZ=-5
ADD=3 RD=.25 UZ=-8
TYPE=DISTRIBUTED SPAN
ADD=2 RD=0,1 UZ=-3,-3
ADD=3 RD=0,1 UZ=-3,-3

OUTPUT

; No Output Requested

END

; The following data is not required for analysis. It is written here as a backup.

; This data will be used for graphics and design if this file is imported.

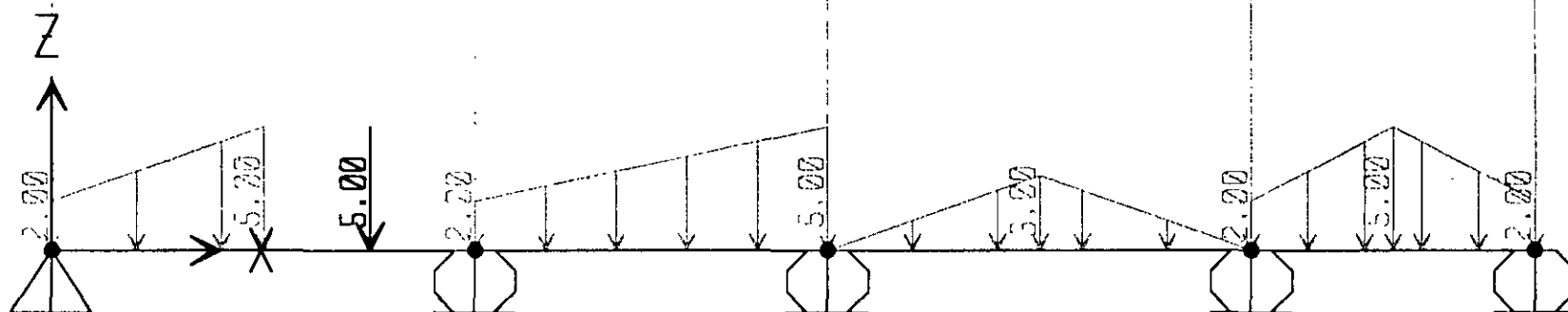
; If changes are made to the analysis data above, then the following data

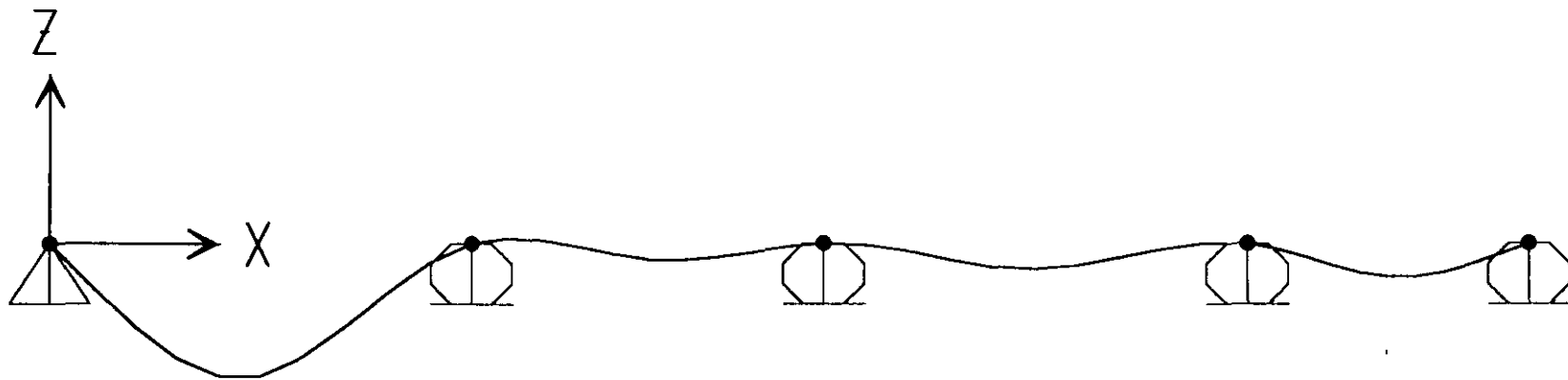
; should be checked for consistency.

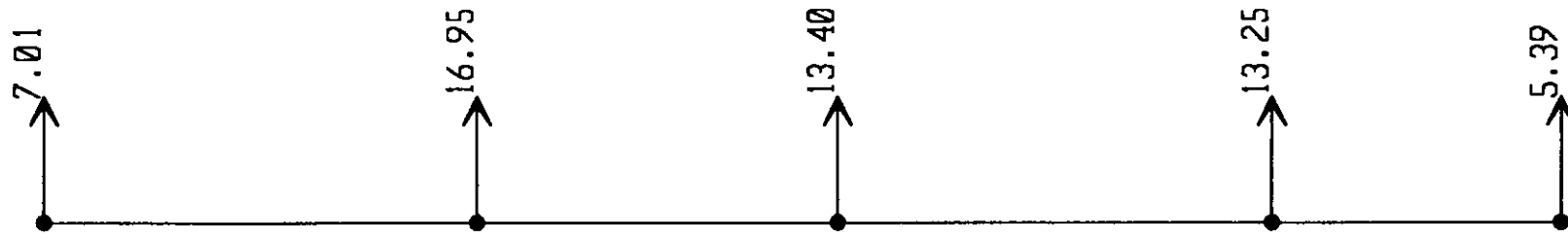
; Any errors in importing the following data are ignored without warning.

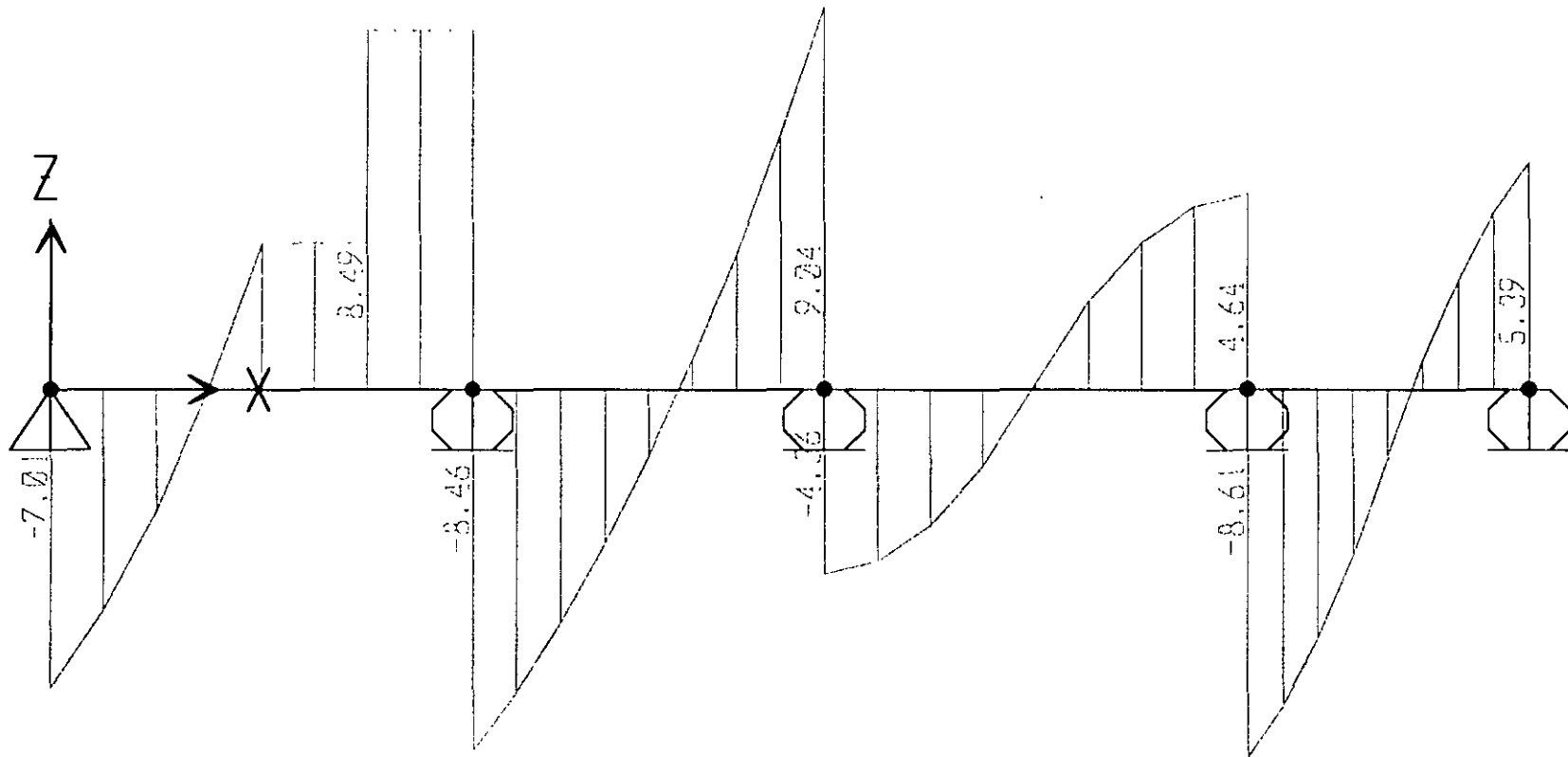
SAP2000 V6.10 SUPPLEMENTAL DATA

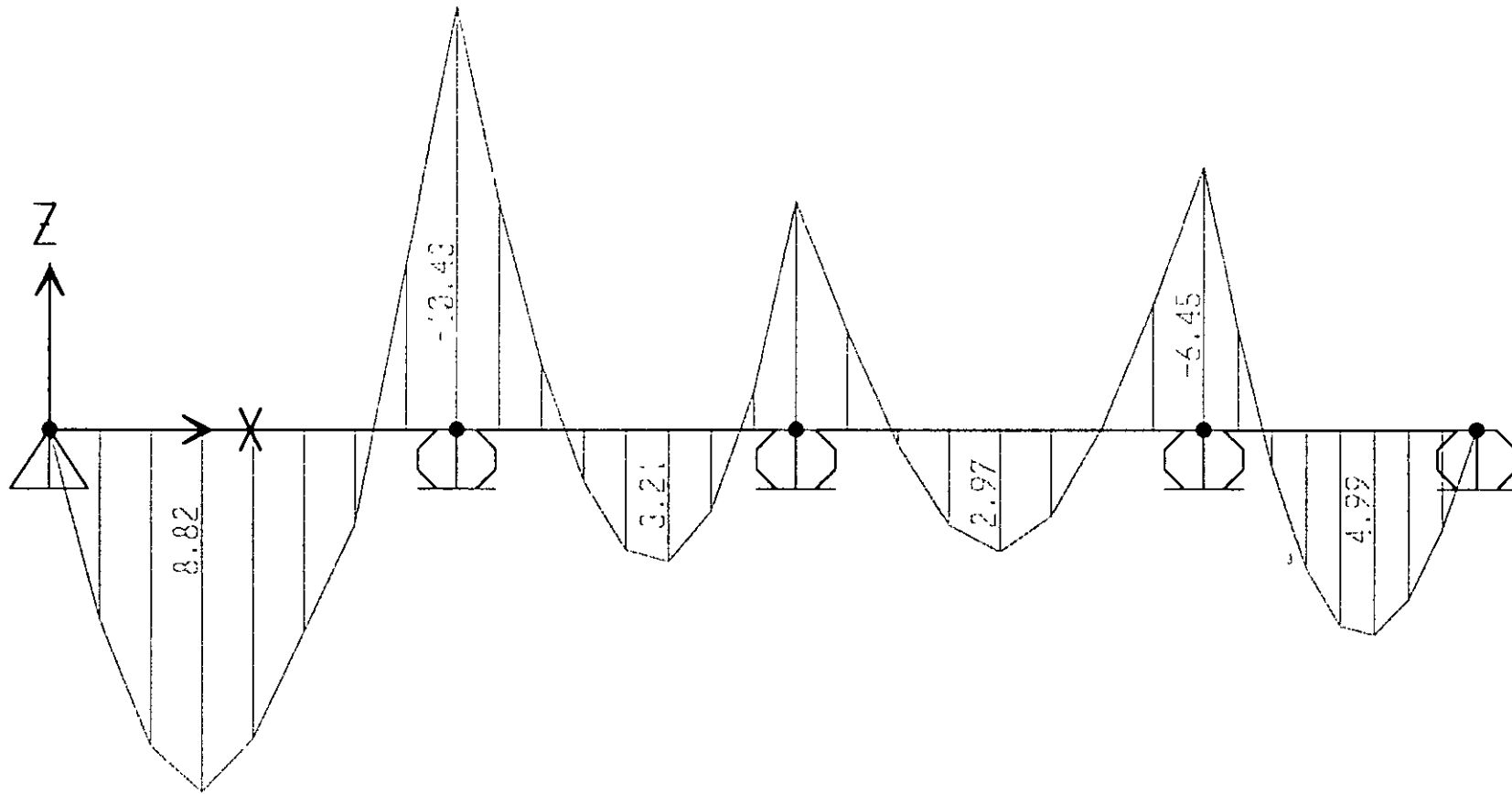
GRID GLOBAL X "1" 0
GRID GLOBAL X "2" 1
GRID GLOBAL X "3" 2
GRID GLOBAL X "4" 3
GRID GLOBAL X "5" 4
GRID GLOBAL X "6" 5
GRID GLOBAL X "7" 6
GRID GLOBAL X "8" 7
GRID GLOBAL X "9" 8
GRID GLOBAL X "10" 9
GRID GLOBAL X "11" 10
GRID GLOBAL X "12" 11
GRID GLOBAL X "13" 12
GRID GLOBAL X "14" 13
GRID GLOBAL X "15" 14
GRID GLOBAL X "16" 15
GRID GLOBAL X "17" 16
GRID GLOBAL Y "18" 17
GRID GLOBAL Y "19" 0
GRID GLOBAL Z "20" 0
GRID GLOBAL Z "21" 1
GRID GLOBAL Z "22" 2
GRID GLOBAL Z "23" 3
GRID GLOBAL Z "24" 4
MATERIAL STEEL FY 25310.5
MATERIAL CONC FYREBAR 42184.18 FYSHEAR 28122.78 FC 2812.278 FCSHEAR 2812.278
FRAMESECTION FS1 NAME REC25X50
FRAMESECTION FS2 NAME REC50X50
STATICLOAD LOAD1 TYPE DEAD
END SUPPLEMENTAL DATA











Ejemplo 2

; File C:\Mis documentos\curso sap 2000\ejemplo2.s2k saved 3/18/00 8:59:59 in Ton-m

SYSTEM

DOF=UX,UZ,RY LENGTH=m FORCE=Ton LINES=59

JOINT

5 X=0 Y=0 Z=0
6 X=6 Y=0 Z=0
7 X=11 Y=0 Z=0
8 X=17 Y=0 Z=0
9 X=21 Y=0 Z=0

RESTRAINT

ADD=5 DOF=U1,U2,U3
ADD=6 DOF=U3
ADD=7 DOF=U3
ADD=8 DOF=U3
ADD=9 DOF=U3

PATTERN

NAME=DEFAULT

MATERIAL

NAME=STEEL IDES=S M=.798142 W=7.833413
T=0 E=2.038902E+07 U=.3 A=.0000117
NAME=CONC IDES=C M=.2448012 W=2.402616
T=0 E=2531051 U=.2 A=.0000099
NAME=OTHER IDES=N M=.2448012 W=2.402616
T=0 E=2531051 U=.2 A=.0000099
NAME=MATD IDES=C M=.7981 W=7.8334
T=0 E=1800000 U=.25 A=.0000117

FRAME SECTION

NAME=FS1 MAT=MATD SH=R T=.5,.25 A=.125 J=1.788127E-03 I=2.604167E-03,6.510417E-04 AS=.1041667,.1041667

FRAME

3 J=5,6 SEC=FS1 NSEG=4 ANG=0
4 J=6,7 SEC=FS1 NSEG=4 ANG=0
5 J=7,8 SEC=FS1 NSEG=4 ANG=0
6 J=8,9 SEC=FS1 NSEG=4 ANG=0

LOAD

NAME=VERTICAL

TYPE=CONCENTRATED SPAN

ADD=3 RD=.75 UZ=-5

TYPE=DISTRIBUTED SPAN

ADD=3 RD=0,.5 UZ=-2,-5

ADD=4 RD=0,1 UZ=-2,-5

ADD=5 RD=0,.5 UZ=0,-3

ADD=5 RD=.5,1 UZ=-3,0

ADD=6 RD=0,.5 UZ=-2,-5

ADD=6 RD=.5,1 UZ=-5,-2

OUTPUT

; No Output Requested

END

; The following data is not required for analysis. It is written here as a backup.

; This data will be used for graphics and design if this file is imported.

; If changes are made to the analysis data above, then the following data

; should be checked for consistency.

; Any errors in importing the following data are ignored without warning.

SAP2000 V6.10 SUPPLEMENTAL DATA

GRID GLOBAL X "1" 0

GRID GLOBAL X "2" 6

GRID GLOBAL X "3" 11

GRID GLOBAL X "4" 17

GRID GLOBAL X "5" 21

GRID GLOBAL Y "6" 0

GRID GLOBAL Z "7" 0

GRID GLOBAL Z "8" 1

GRID GLOBAL Z "9" 2

GRID GLOBAL Z "10" 3

GRID GLOBAL Z "11" 4

MATERIAL STEEL FY 25310.5

MATERIAL CONC FYREBAR 42184.18 FYSHEAR 28122.78 FC 2812.278 FCSHEAR 2812.278

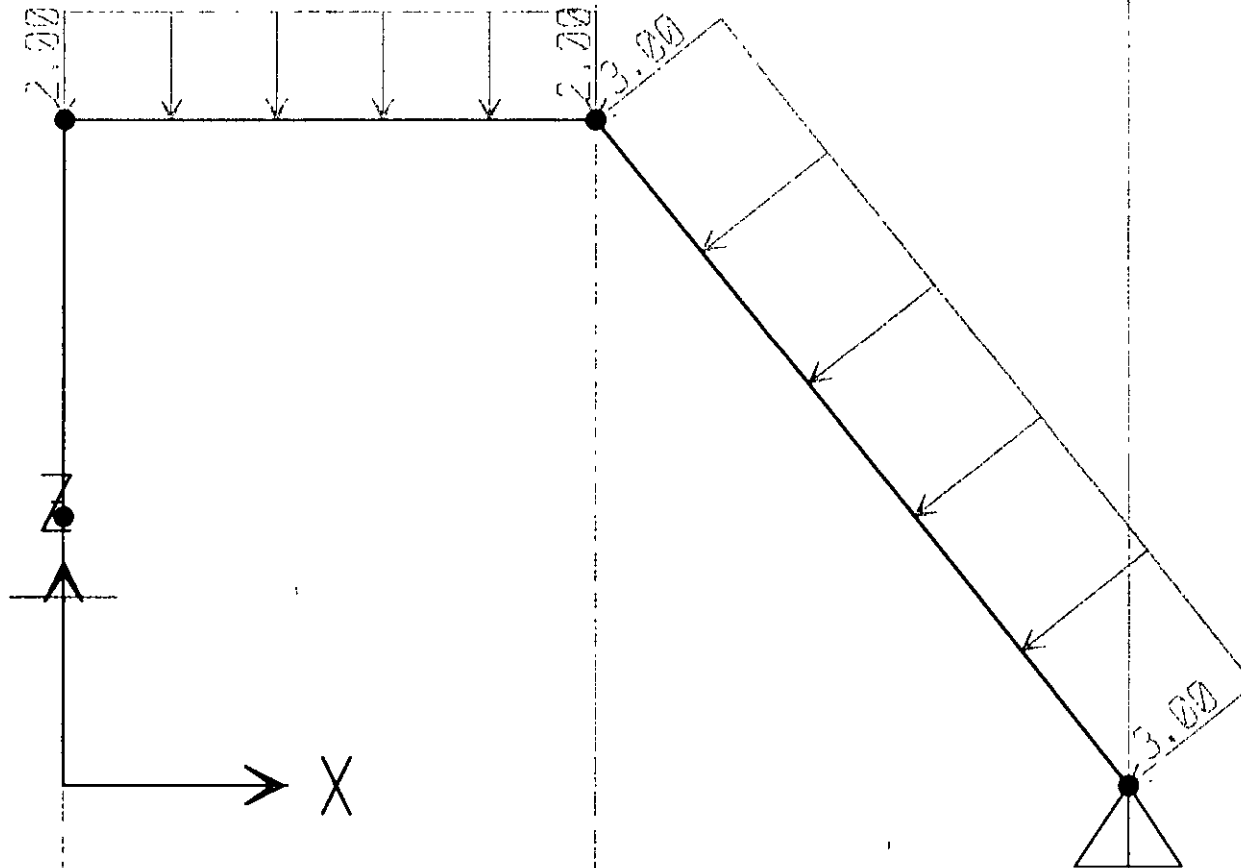
MATERIAL MATD FYREBAR 60 FYSHEAR 40 FC 4 FCSHEAR 4

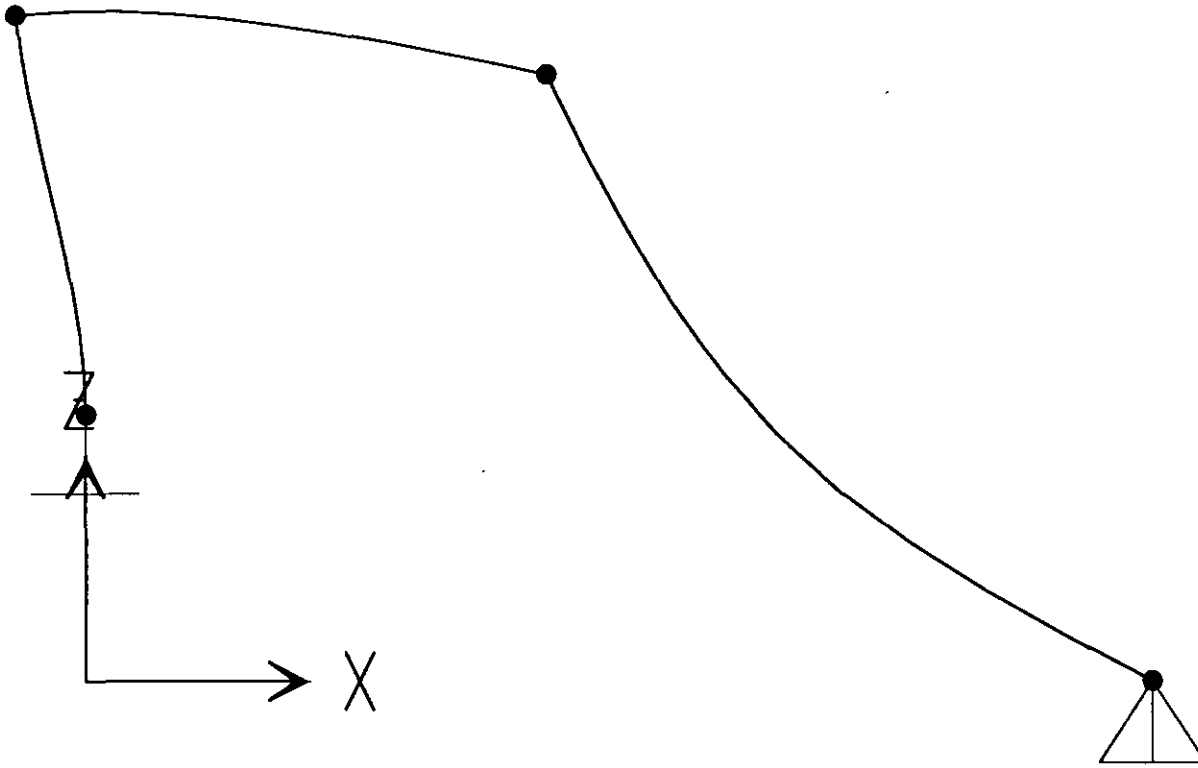
FRAMESECTION FS1 NAME REC25X50

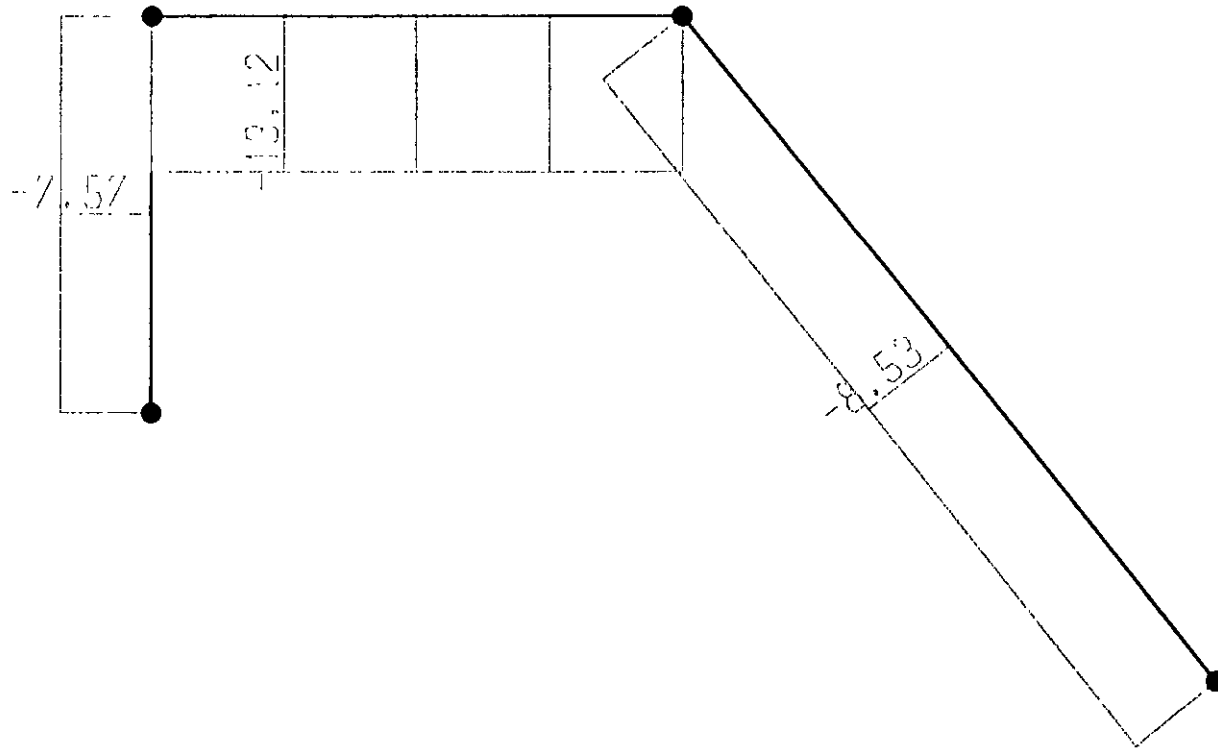
CONCRETESECTION REC25X50 BEAM COVERTOP .05 COVERBOTTOM .05

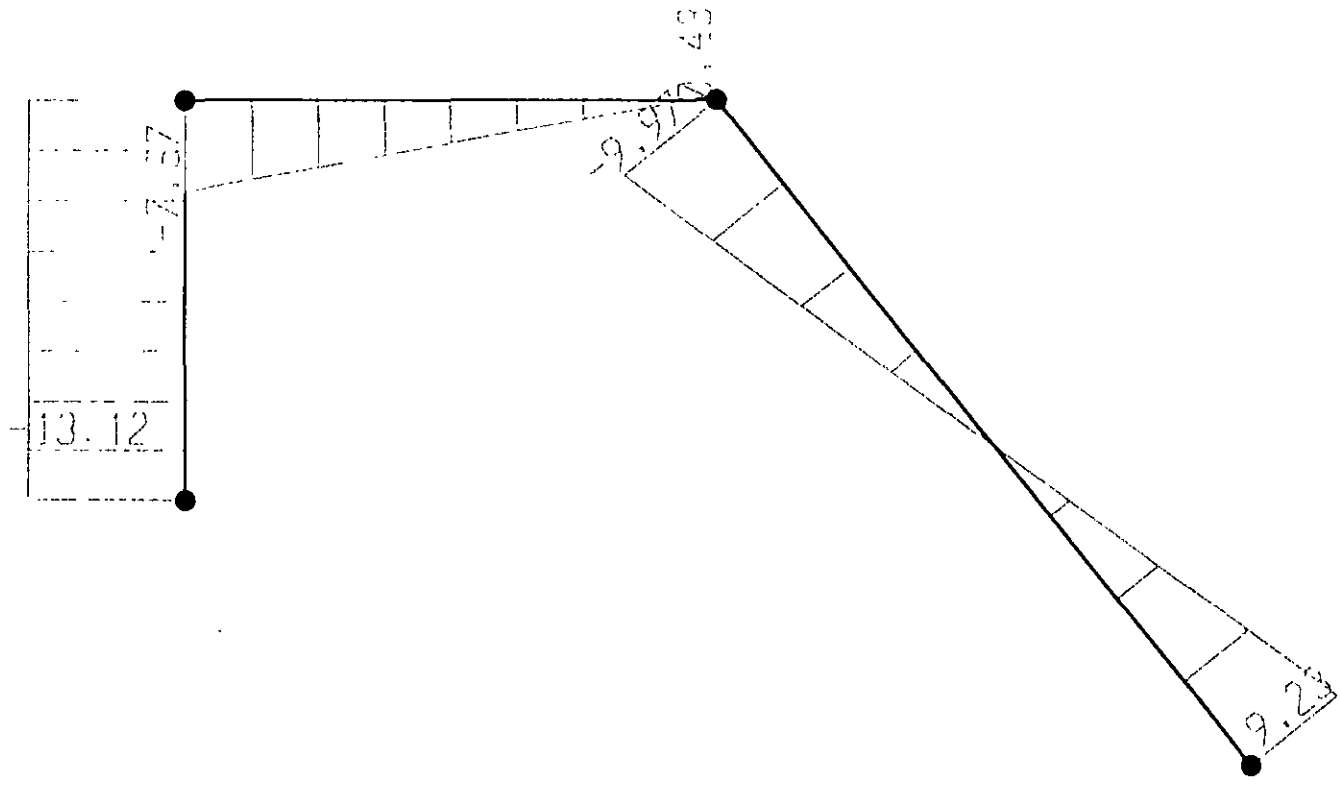
STATICLOAD VERTICAL TYPE DEAD

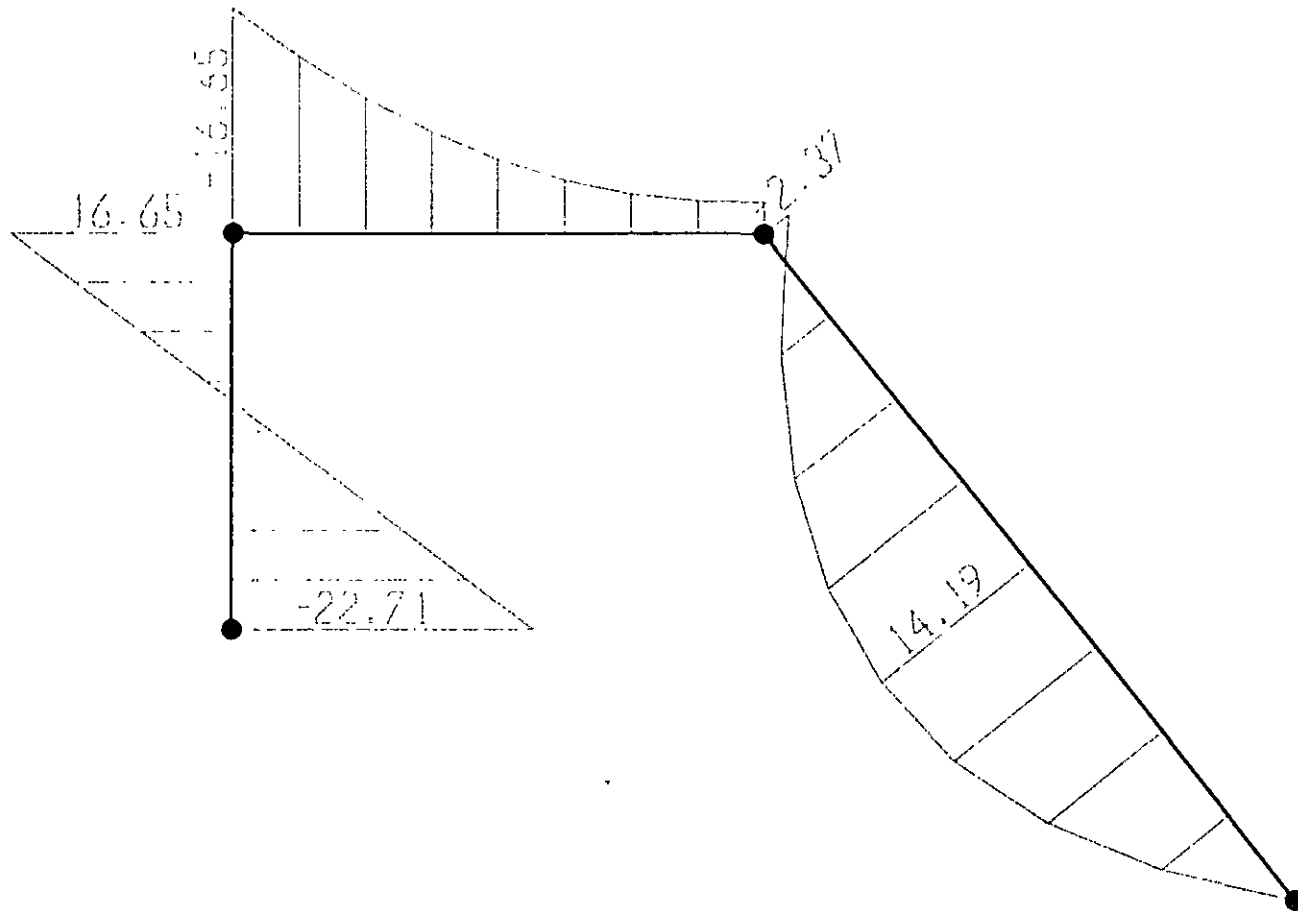
END SUPPLEMENTAL DATA

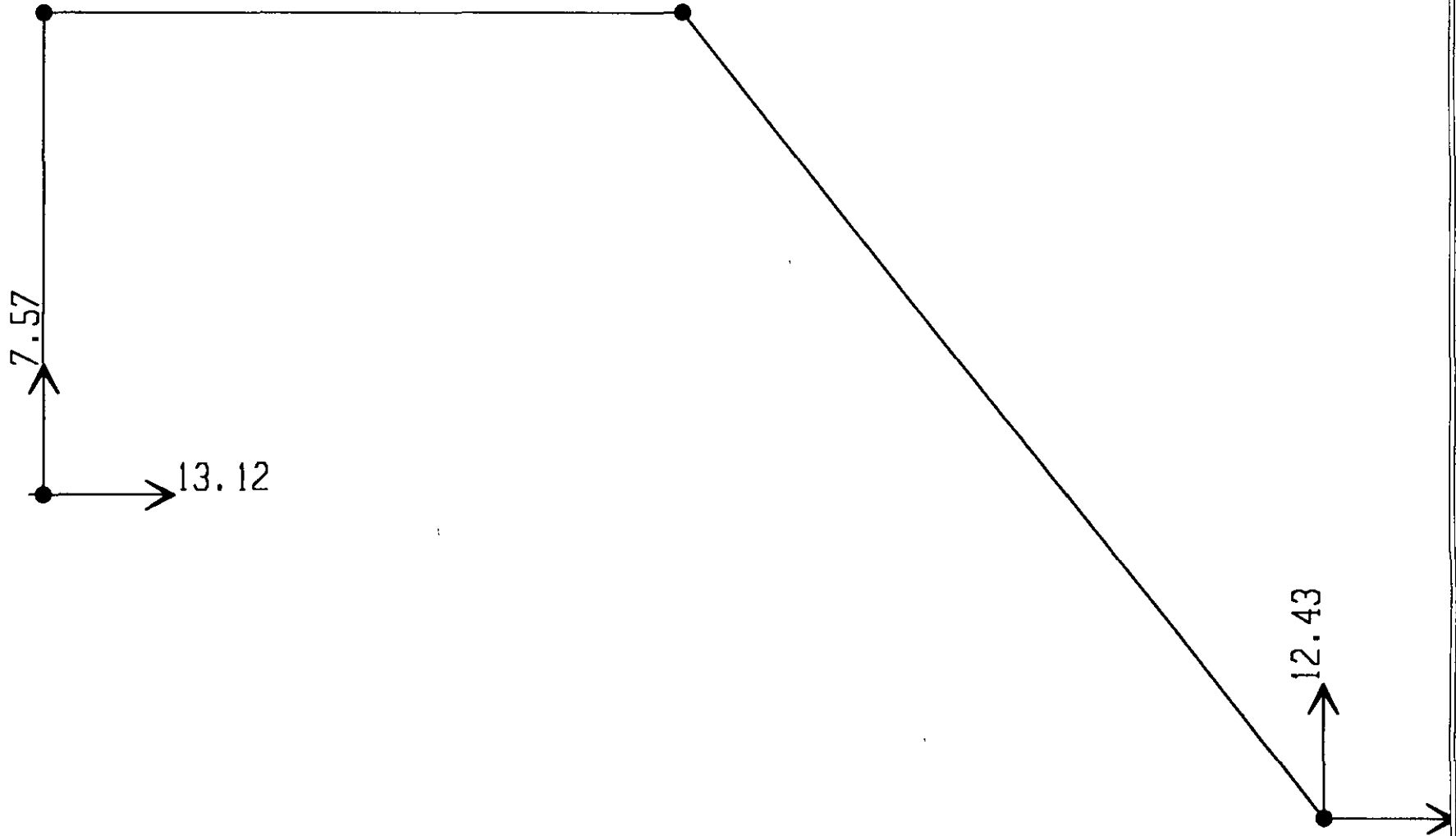


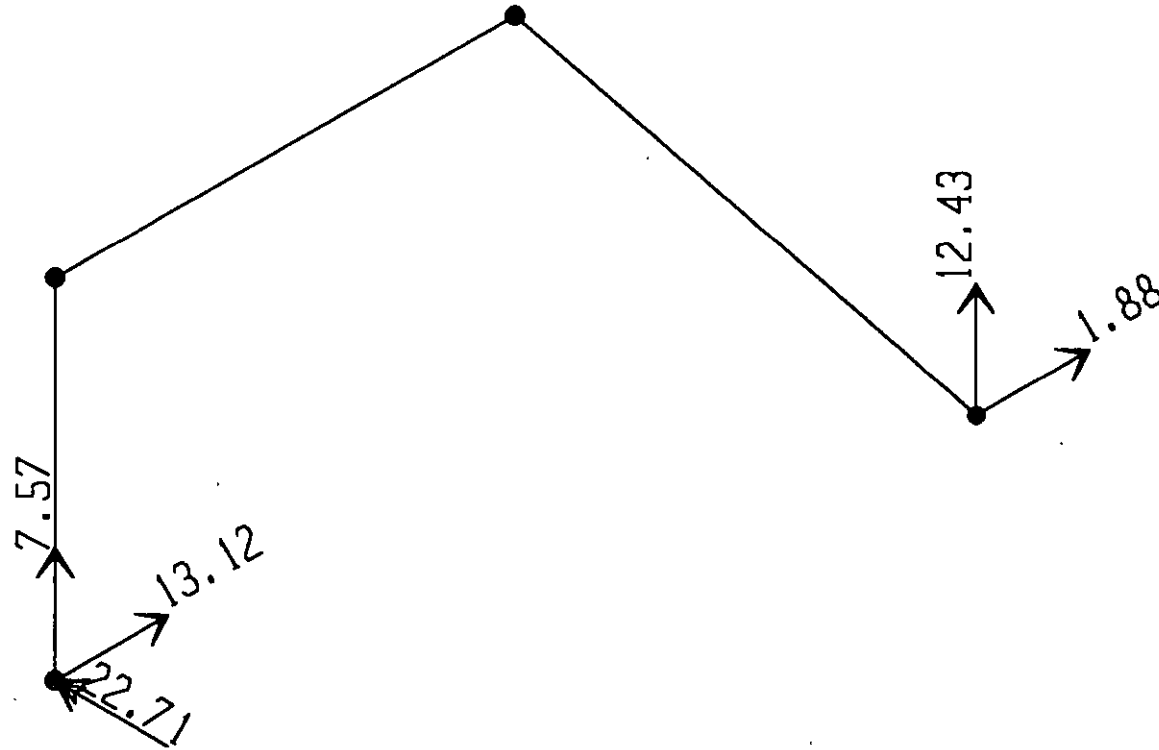


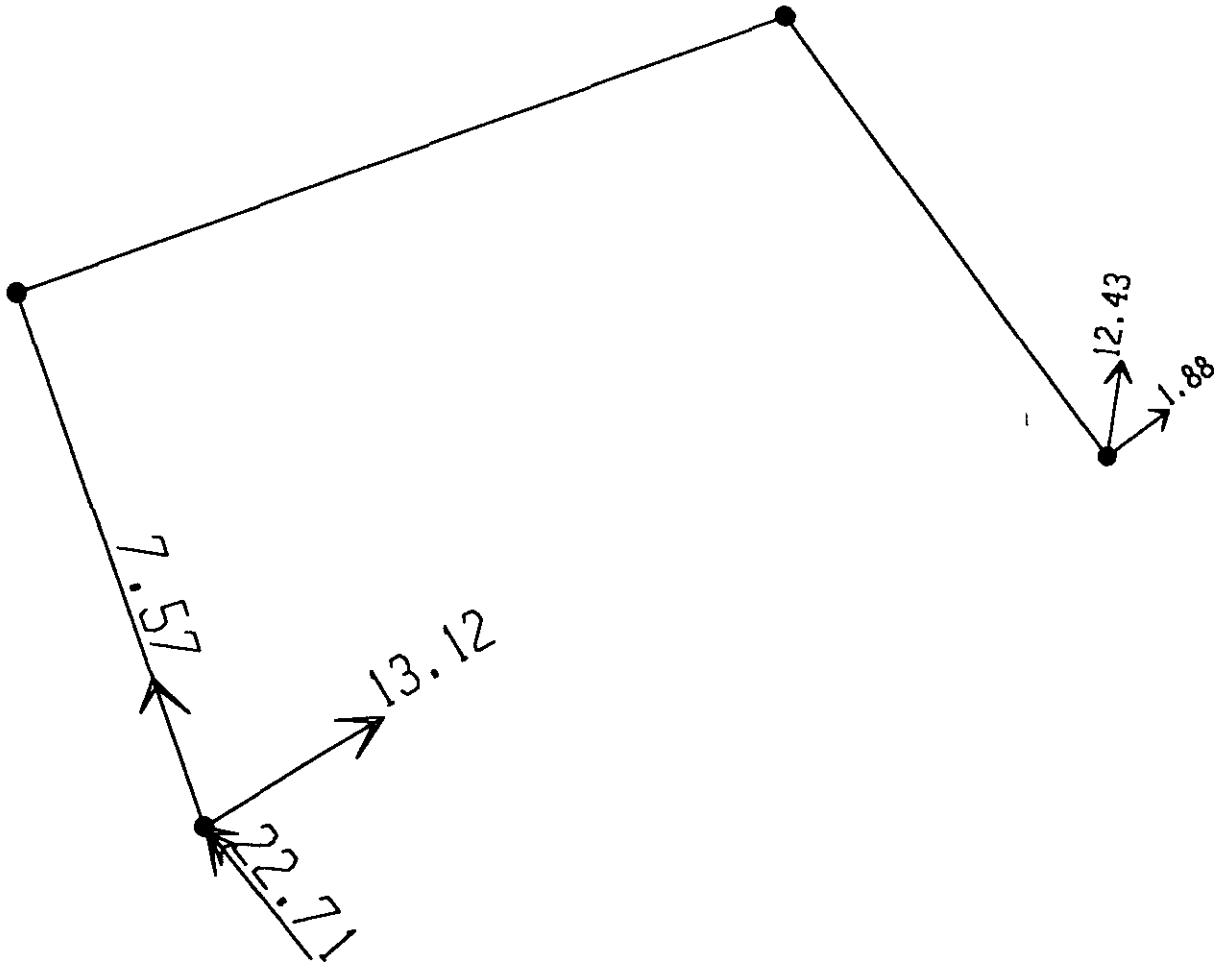












57

; File C:\Mis documentos\curso sap 2000\ejemplo3.s2k saved 3/18/00 9:28:09 in Ton-m

SYSTEM

DOF=UX,UZ,RY LENGTH=m FORCE=Ton LINES=59

JOINT

1 X=0 Y=0 Z=2
2 X=0 Y=0 Z=5
3 X=4 Y=0 Z=5
4 X=8 Y=0 Z=0

RESTRAINT

ADD=1 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3
ADD=4 DOF=U1,U2,U3

PATTERN

NAME=DEFAULT

MATERIAL

NAME=STEEL IDES=S M=.798142 W=7.833413
T=0 E=2.038902E+07 U=.3 A=.0000117
NAME=CONC IDES=C M=.2448012 W=2.402616
T=0 E=2531051 U=.2 A=.0000099
NAME=MAT1 IDES=N M=.2448 W=2.4026
T=0 E=1000000 U=.2 A=.0000099

FRAME SECTION

NAME=FS1 MAT=MAT1 SH=R T=.5,.25 A=.125 J=1.788127E-03 I=2.604167E-03,6.510417E-04 AS=.1041667,.1041667

FRAME

1 J=1,2 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
2 J=2,3 SEC=FS1 NSEG=4 ANG=0
3 J=3,4 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0

LOAD

NAME=UNICA
TYPE=DISTRIBUTED SPAN
ADD=2 RD=0,1 UZ=-2,-2
ADD=3 RD=0,1 UZ=-3,-3

OUTPUT

ELEM=JOINT TYPE=DISP LOAD=UNICA
ELEM=JOINT TYPE=APPL LOAD=UNICA
ELEM=FRAME TYPE=FORCE LOAD=UNICA
ELEM=FRAME TYPE=JOINTF LOAD=UNICA

END

; The following data is not required for analysis. It is written here as a backup.
; This data will be used for graphics and design if this file is imported.
; If changes are made to the analysis data above, then the following data
; should be checked for consistency.
; Any errors in importing the following data are ignored without warning.

SAP2000 V6.10 SUPPLEMENTAL DATA

GRID GLOBAL X "1" 0
GRID GLOBAL X "2" 4
GRID GLOBAL X "3" 8
GRID GLOBAL Y "4" 0
GRID GLOBAL Z "5" 0
GRID GLOBAL Z "6" 2
GRID GLOBAL Z "7" 5
MATERIAL STEEL FY 25310.5
MATERIAL CONC FYREBAR 42184.18 FYSHEAR 28122.78 FC 2812.278 FCSHEAR 2812.278
FRAMESECTION FS1 NAME REC25X50
STATICLOAD UNICA TYPE OTHER
END SUPPLEMENTAL DATA

STATIC LOAD CASES

STATIC CASE	CASE TYPE	SELF WT FACTOR
UNICA	OTHER	0.0000

MATERIAL PROPERTY DATA

MAT LABEL	MODULUS OF ELASTICITY	POISSON'S RATIO	THERMAL COEFF	WEIGHT PER UNIT VOL	MASS PER UNIT VOL
STEEL	20389020	0.300	1.170E-05	7.833	0.798
CONC	2531051	0.200	9.900E-06	2.403	0.245
MAT1	1000000.000	0.200	9.900E-06	2.403	0.245

MATERIAL DESIGN DATA

MAT LABEL	DESIGN CODE	STEEL FY	CONCRETE FC	REBAR FY	CONCRETE FCS	REBAR FYS
STEEL	S	25310.500				
CONC	C		2812.278	42184.180	2812.278	28122.779
MAT1	N					

FRAME SECTION PROPERTY DATA

SECTION LABEL	MAT LABEL	SECTION TYPE	DEPTH	FLANGE WIDTH TOP	FLANGE THICK TOP	WEB THICK	FLANGE WIDTH BOTTOM	FLANGE THICK BOTTOM
REC25X50	MAT1		0.500	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000

FRAME SECTION PROPERTY DATA

SECTION LABEL	AREA	TORSIONAL INERTIA	MOMENTS OF INERTIA I33	MOMENTS OF INERTIA I22	SHEAR AREAS A2	SHEAR AREAS A3
REC25X50	0.125	1.788E-03	2.604E-03	6.510E-04	0.104	0.104

FRAME SECTION PROPERTY DATA

SECTION LABEL	SECTION S33	MODULII S22	PLASTIC MODULII Z33	PLASTIC MODULII Z22	RADII OF GYRATION R33	RADII OF GYRATION R22
REC25X50	1.042E-02	5.208E-03	1.563E-02	7.813E-03	0.144	7.217E-02

FRAME SECTION PROPERTY DATA

SECTION LABEL	TOTAL WEIGHT	TOTAL MASS
REC25X50	4.025	0.410

S H E L L S E C T I O N P R O P E R T Y D A T A

SECTION LABEL	TOTAL WEIGHT	TOTAL MASS
SSEC1	0.000	0.000

F R A M E S P A N D I S T R I B U T E D L O A D S Load Case UNICA

FRAME	TYPE	DIRECTION	DISTANCE-A	VALUE-A	DISTANCE-B	VALUE-B
2	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-2.0000	1.0000	-2.0000
3	FORCE	LOCAL-2	0.0000	-3.0000	1.0000	-3.0000

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

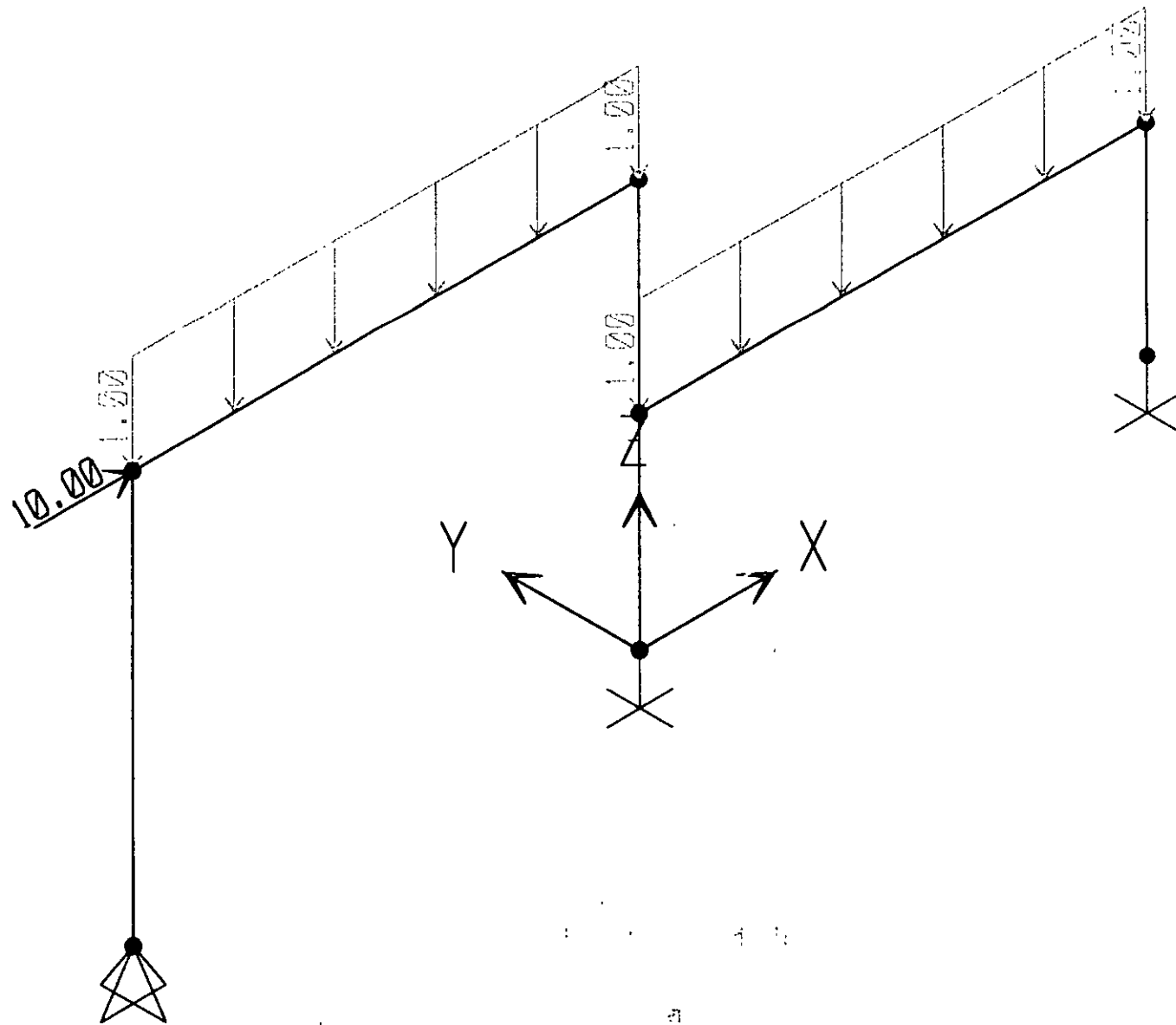
JOINT	LOAD	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
1	UNICA	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	UNICA	-0.0175	0.0000	-1.817E-04	0.0000	-3.490E-03	0.0000
3	UNICA	-0.0179	0.0000	-0.0149	0.0000	7.018E-03	0.0000
4	UNICA	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0153	0.0000

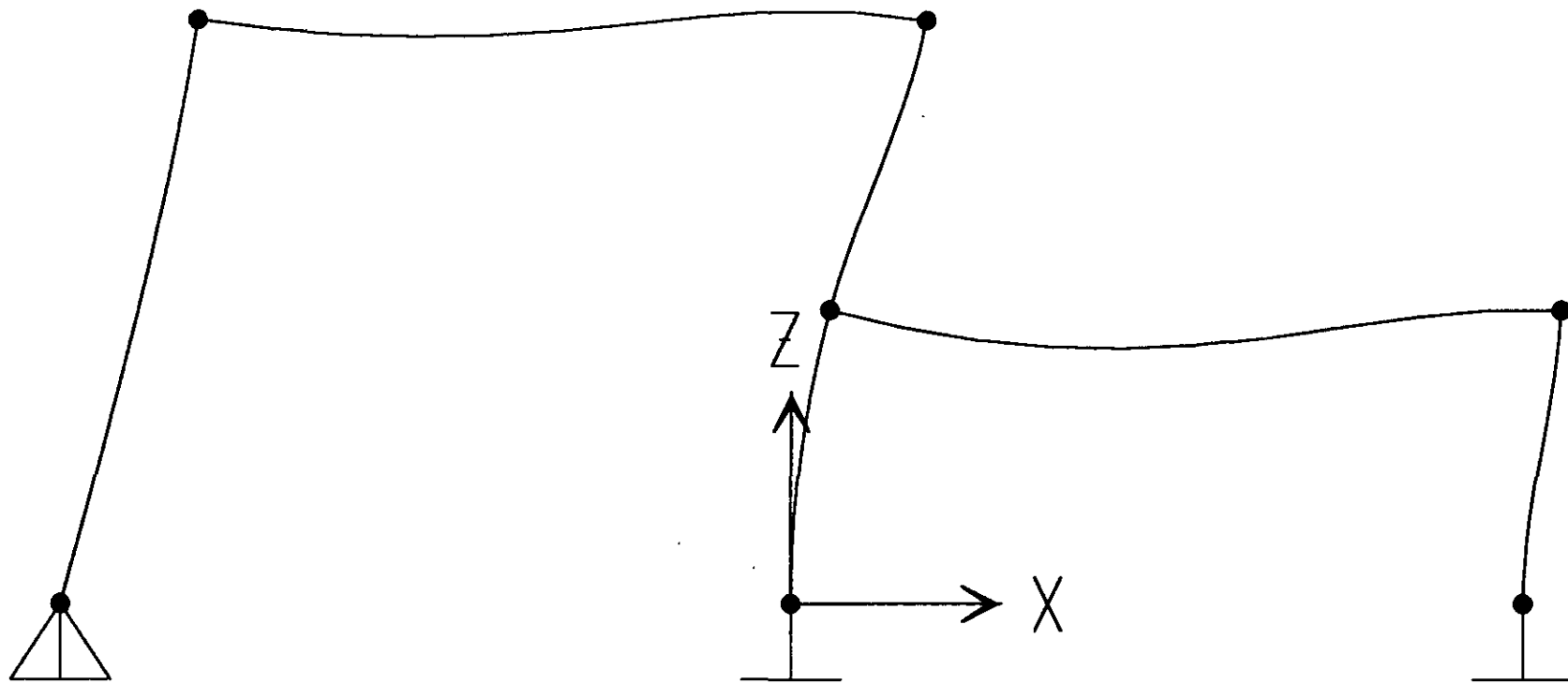
J O I N T R E A C T I O N S

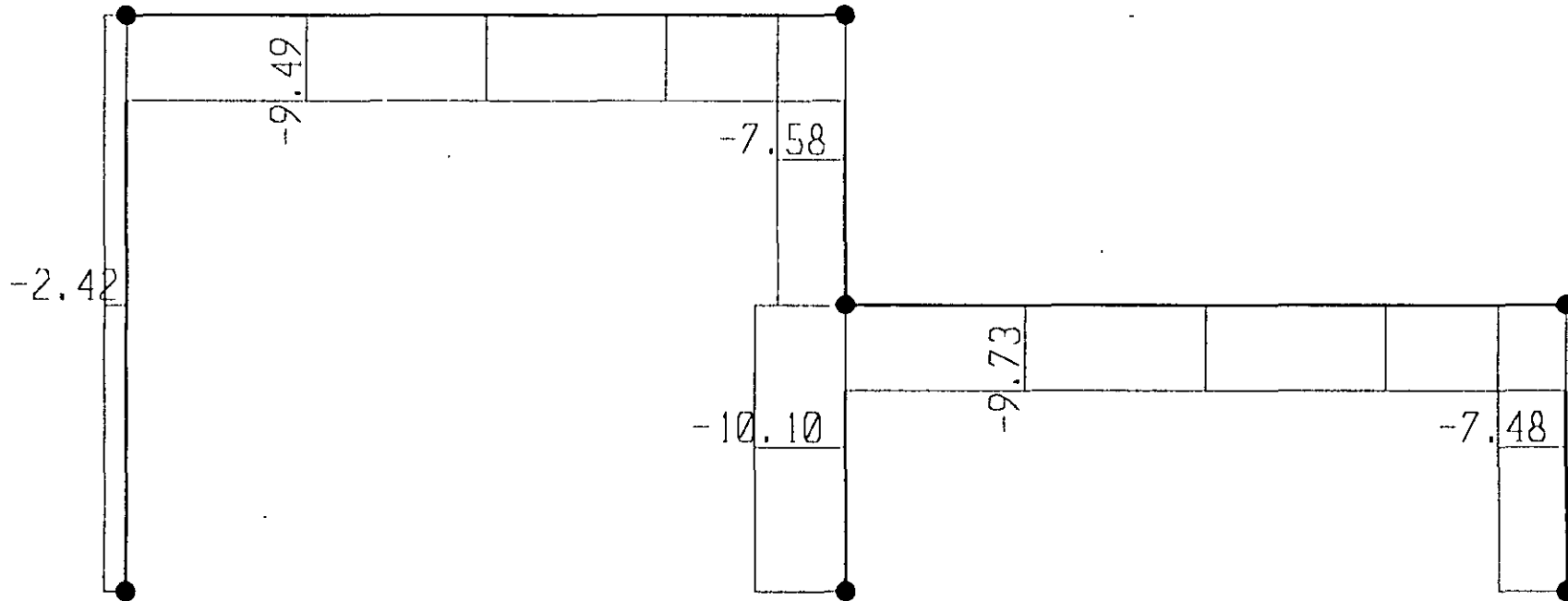
JOINT	LOAD	F1	F2	F3	M1	M2	M3
1	UNICA	13.1180	0.0000	7.5697	0.0000	22.7067	0.0000
4	UNICA	1.8820	0.0000	12.4303	0.0000	0.0000	0.0000

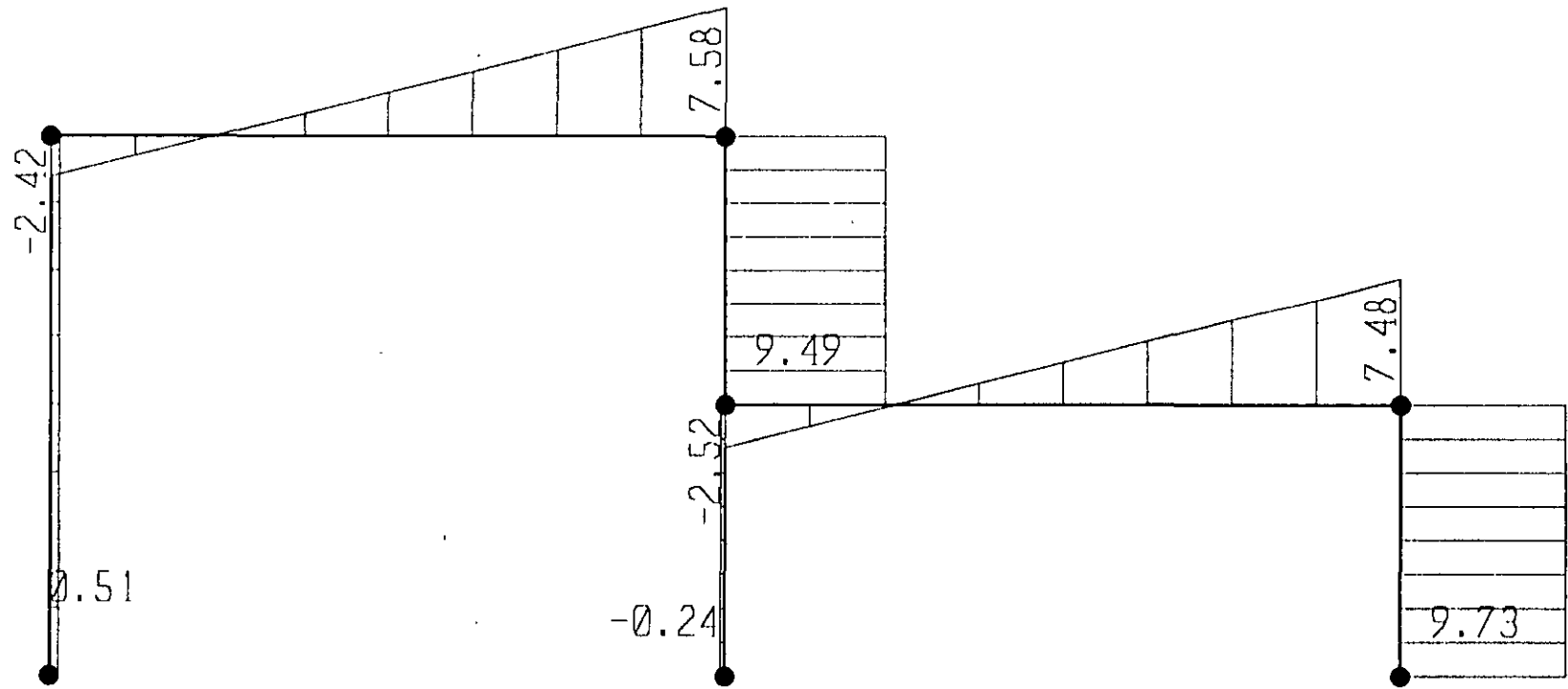
F R A M E E L E M E N T F O R C E S

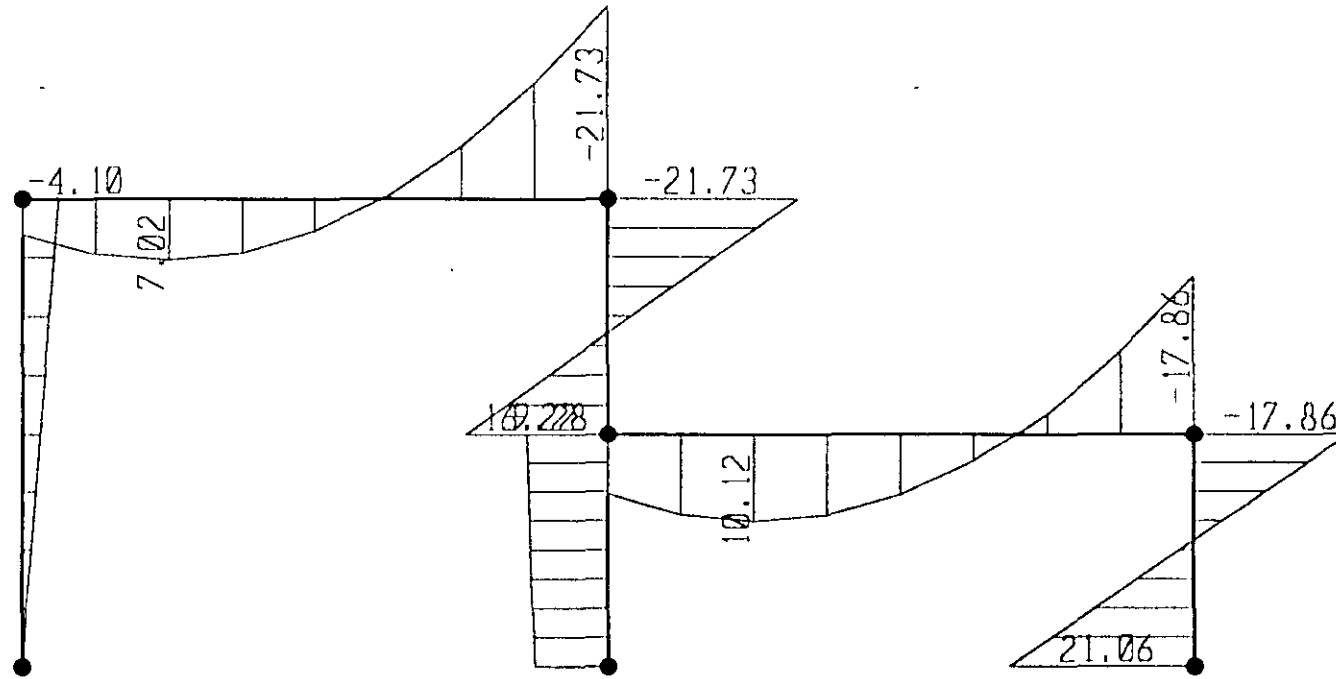
FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
1	UNICA	0.00	-7.57	-13.12	0.00	0.00	0.00	-22.71
		1.50	-7.57	-13.12	0.00	0.00	0.00	-3.03
		3.00	-7.57	-13.12	0.00	0.00	0.00	16.65
2	UNICA	0.00	-13.12	-7.57	0.00	0.00	0.00	-16.65
		1.00	-13.12	-5.57	0.00	0.00	0.00	-10.08
		2.00	-13.12	-3.57	0.00	0.00	0.00	-5.51
		3.00	-13.12	-1.57	0.00	0.00	0.00	-2.94
		4.00	-13.12	4.303E-01	0.00	0.00	0.00	-2.37
3	UNICA	0.00	-8.53	-9.97	0.00	0.00	0.00	-2.37
		3.20	-8.53	-3.699E-01	0.00	0.00	0.00	14.19
		6.40	-8.53	9.23	0.00	0.00	0.00	0.00

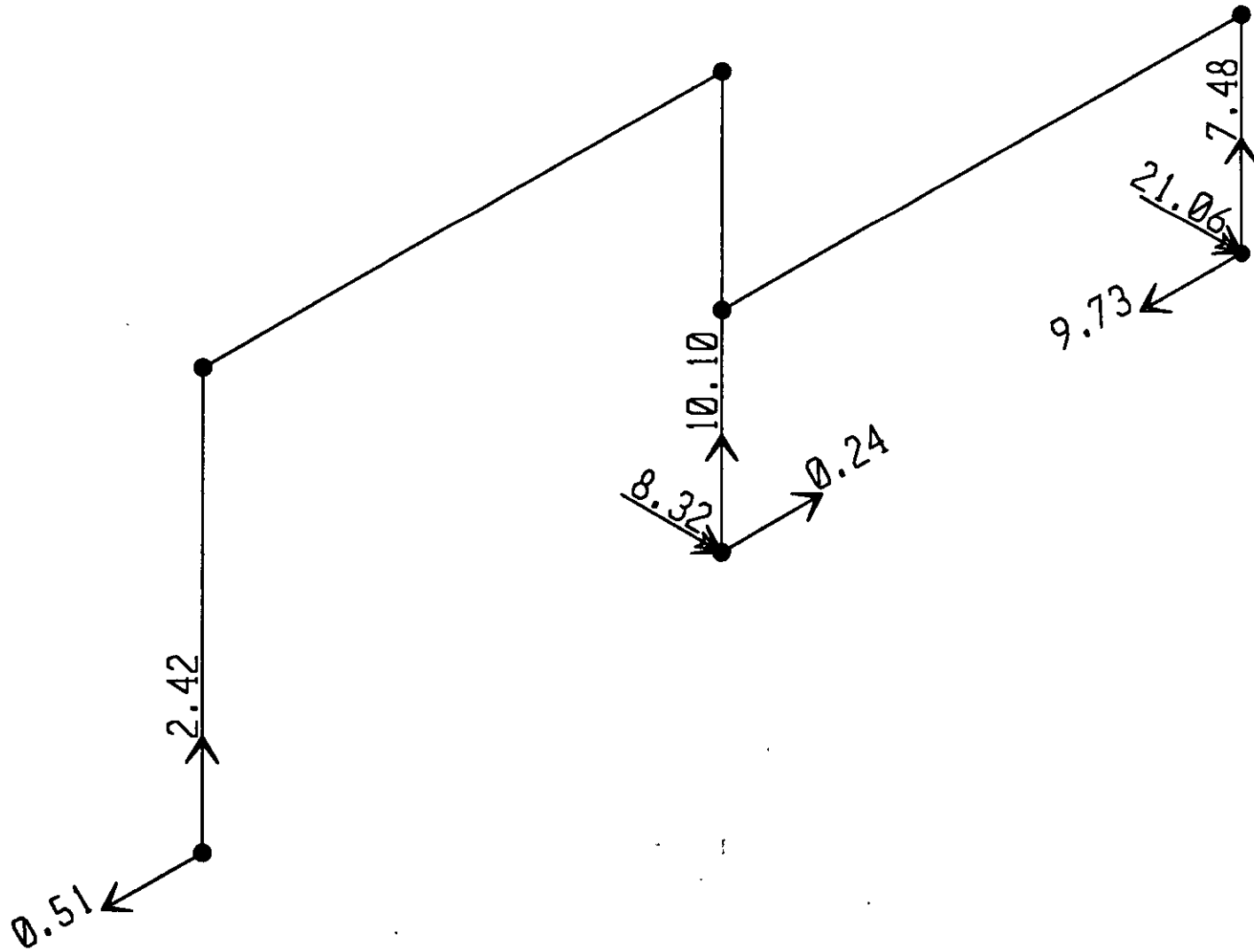












; File C:\Mis documentos\curso sap 2000\ejemplo4.s2k saved 3/18/00 11:57:20 in Ton-m

SYSTEM

DOF=UX,UZ,RY LENGTH=m FORCE=Ton LINES=59

JOINT

1 X=-10 Y=0 Z=0
3 X=-10 Y=0 Z=8
4 X=0 Y=0 Z=0
5 X=0 Y=0 Z=4
6 X=0 Y=0 Z=8
7 X=10 Y=0 Z=0
8 X=10 Y=0 Z=4

RESTRAINT

ADD=1 DOF=U1,U2,U3
ADD=4 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3
ADD=7 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3

PATTERN

NAME=DEFAULT

MATERIAL

NAME=STEEL IDES=S M=.798142 W=7.833413
T=0 E=2.038902E+07 U=.3 A=.0000117
NAME=CONC IDES=C M=.2448012 W=2.402616
T=0 E=2531051 U=.2 A=.0000099
NAME=OTRO IDES=N M=.2448 W=2.4026
T=0 E=1000000 U=.2 A=.0000099

FRAME SECTION

NAME=FS1 MAT=OTRO SH=R T=.5,.25 A=.125 J=1.788127E-03 I=2.604167E-03,6.510417E-04 AS=.1041667,.1041667

FRAME

1 J=1,3 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
3 J=4,5 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
4 J=5,6 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
5 J=7,8 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
8 J=3,6 SEC=FS1 NSEG=4 ANG=0
9 J=5,8 SEC=FS1 NSEG=4 ANG=0

LOAD

NAME=UNICA
TYPE=FORCE
ADD=3 UX=10
TYPE=DISTRIBUTED SPAN
ADD=8 RD=0,1 UZ=-1,-1
ADD=9 RD=0,1 UZ=-1,-1

OUTPUT

ELEM=JOINT TYPE=DISP LOAD=UNICA
ELEM=JOINT TYPE=APPL LOAD=UNICA
ELEM=FRAME TYPE=FORCE LOAD=UNICA
ELEM=FRAME TYPE=JOINTF LOAD=UNICA

END

; The following data is not required for analysis. It is written here as a backup.
; This data will be used for graphics and design if this file is imported.
; If changes are made to the analysis data above, then the following data
; should be checked for consistency.
; Any errors in importing the following data are ignored without warning.

SAP2000 V6.10 SUPPLEMENTAL DATA

GRID GLOBAL X "1" -10
GRID GLOBAL X "2" 0
GRID GLOBAL X "3" 10
GRID GLOBAL Y "4" 0
GRID GLOBAL Z "5" 0
GRID GLOBAL Z "6" 4
GRID GLOBAL Z "7" 8
MATERIAL STEEL FY 25310.5
MATERIAL CONC FYREBAR 42184.18 FYSHEAR 28122.78 FC 2812.278 FCSHEAR 2812.278
FRAMESECTION FS1 NAME REC25X50
STATICLOAD UNICA TYPE OTHER
END SUPPLEMENTAL DATA

SAP2000 v6.10 File: EJEMPLO4 Ton-m Units PAGE 1
 Marzo 18, 2000 11:58

STATIC LOAD CASES

STATIC CASE	CASE TYPE	SELF WT FACTOR
UNICA	OTHER	0.0000

SAP2000 v6.10 File: EJEMPLO4 Ton-m Units PAGE 2
 Marzo 18, 2000 11:58

MATERIAL PROPERTY DATA

MAT LABEL	MODULUS OF ELASTICITY	POISSON'S RATIO	THERMAL COEFF	WEIGHT PER UNIT VOL	MASS PER UNIT VOL
STEEL	20389020	0.300	1.170E-05	7.833	0.798
CONC	2531051	0.200	9.900E-06	2.403	0.245
OTRO	1000000.000	0.200	9.900E-06	2.403	0.245

SAP2000 v6.10 File: EJEMPLO4 Ton-m Units PAGE 3
 Marzo 18, 2000 11:58

MATERIAL DESIGN DATA

MAT LABEL	DESIGN CODE	STEEL FY	CONCRETE FC	REBAR FY	CONCRETE FCS	REBAR FYS
STEEL	S	25310.500				
CONC	C		2812.278	42184.180	2812.278	28122.779
OTRO	N					

SAP2000 v6.10 File: EJEMPLO4 Ton-m Units PAGE 4
 Marzo 18, 2000 11:58

FRAME SECTION PROPERTY DATA

SECTION LABEL	MAT LABEL	SECTION TYPE	DEPTH	FLANGE WIDTH TOP	FLANGE THICK TOP	WEB THICK	FLANGE WIDTH BOTTOM	FLANGE THICK BOTTOM
REC25X50	OTRO		0.500	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000

SAP2000 v6.10 File: EJEMPLO4 Ton-m Units PAGE 5
 Marzo 18, 2000 11:58

FRAME SECTION PROPERTY DATA

SECTION LABEL	AREA	TORSIONAL INERTIA	MOMENTS OF INERTIA I33	MOMENTS OF INERTIA I22	SHEAR AREAS A2	SHEAR AREAS A3
REC25X50	0.125	1.788E-03	2.604E-03	6.510E-04	0.104	0.104

SAP2000 v6.10 File: EJEMPLO4 Ton-m Units PAGE 6
 Marzo 18, 2000 11:58

FRAME SECTION PROPERTY DATA

SECTION LABEL	SECTION S33	MODULII S22	PLASTIC Z33	MODULII Z22	RADII OF GYRATION R33	RADII OF GYRATION R22
REC25X50	1.042E-02	5.208E-03	1.563E-02	7.813E-03	0.144	7.217E-02

SAP2000 v6.10 File: EJEMPLO4 Ton-m Units PAGE 7
 Marzo 18, 2000 11:58

FRAME SECTION PROPERTY DATA

SECTION LABEL	TOTAL WEIGHT	TOTAL MASS
REC25X50	12.013	1.224

SECTION LABEL	MAT LABEL	SHELL TYPE	MEMBRANE THICK	BENDING THICK	MATERIAL ANGLE
SSEC1	CONC	1	1.000	1.000	0.000

SAP2000 v6.10 File: EJEMPLO4 Ton-m Units PAGE 9
 Marzo 18, 2000 11:58

S H E L L S E C T I O N P R O P E R T Y D A T A

SECTION LABEL	TOTAL WEIGHT	TOTAL MASS
SSEC1	0.000	0.000

SAP2000 v6.10 File: EJEMPLO4 Ton-m Units PAGE 10
 Marzo 18, 2000 11:58

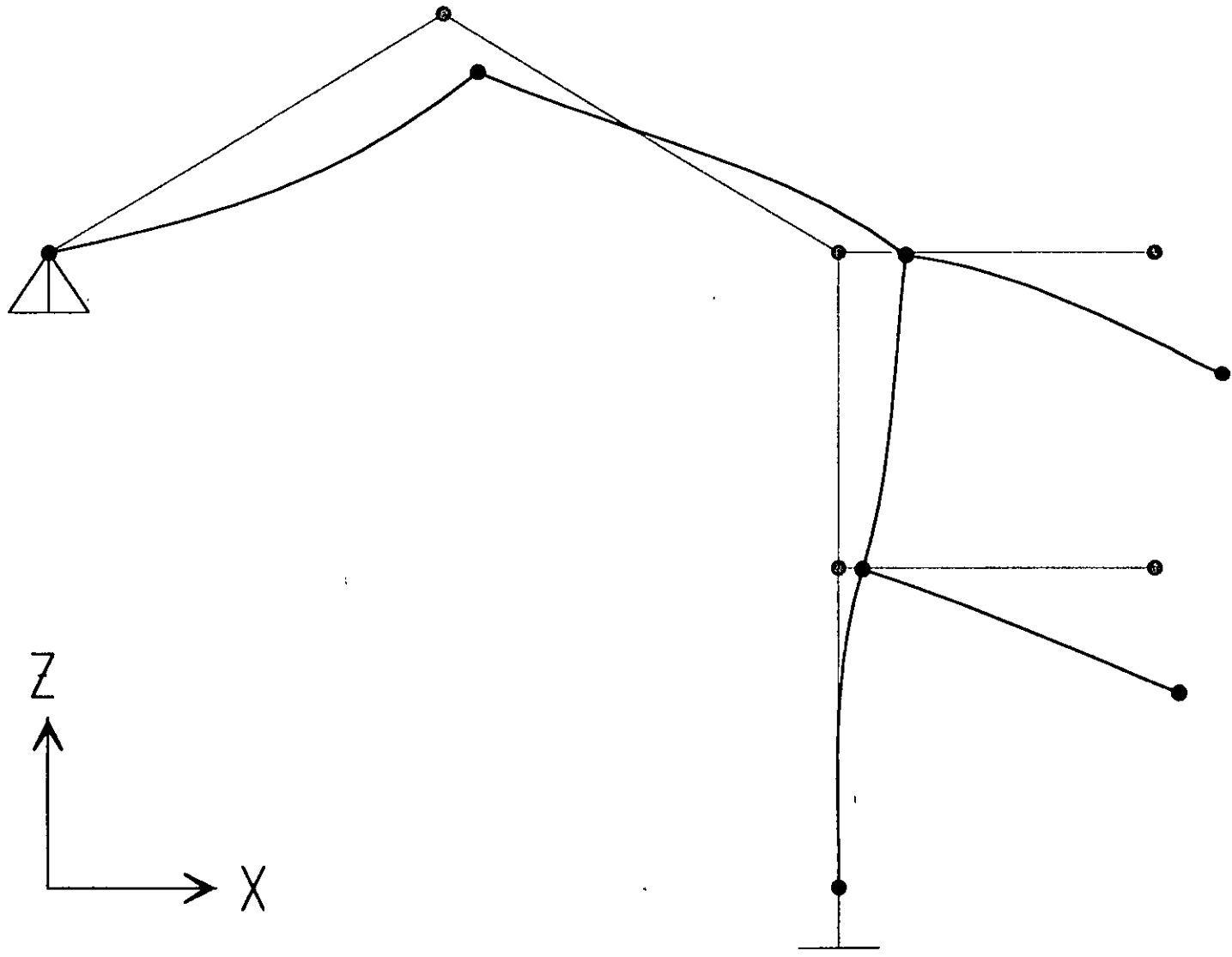
J O I N T F O R C E S Load Case UNICA

JOINT	GLOBAL-X	GLOBAL-Y	GLOBAL-Z	GLOBAL-XX	GLOBAL-YY	GLOBAL-ZZ
3	10.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

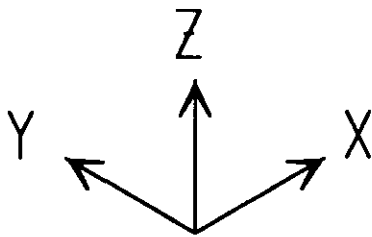
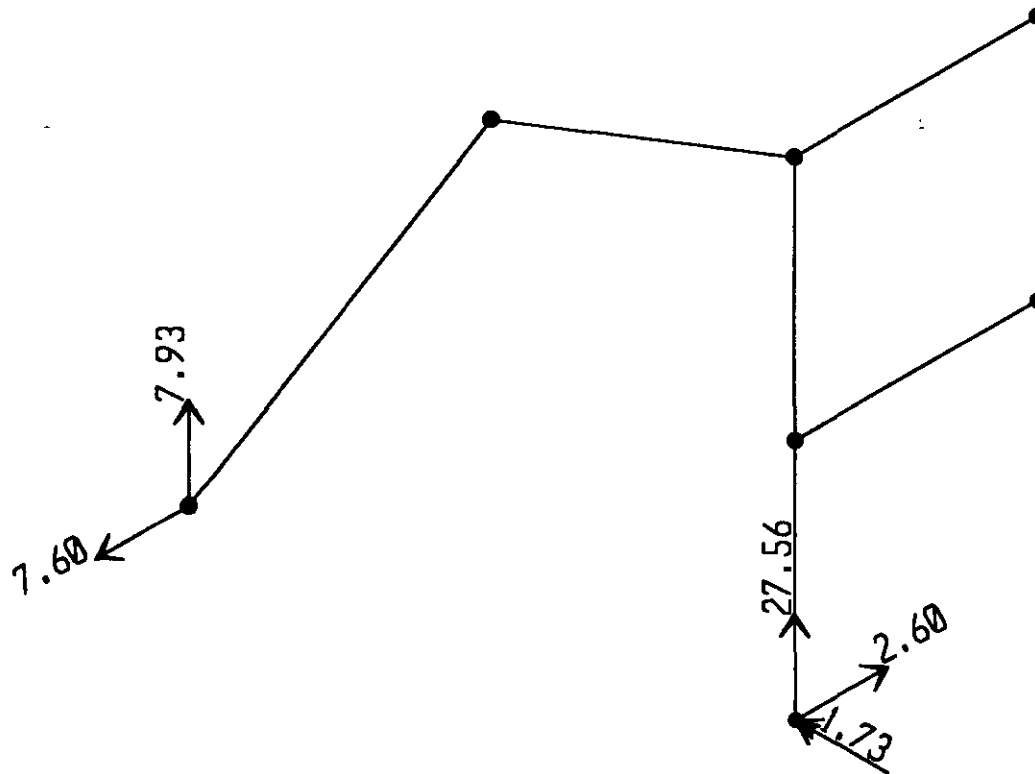
SAP2000 v6.10 File: EJEMPLO4 Ton-m Units PAGE 11
 Marzo 18, 2000 11:58

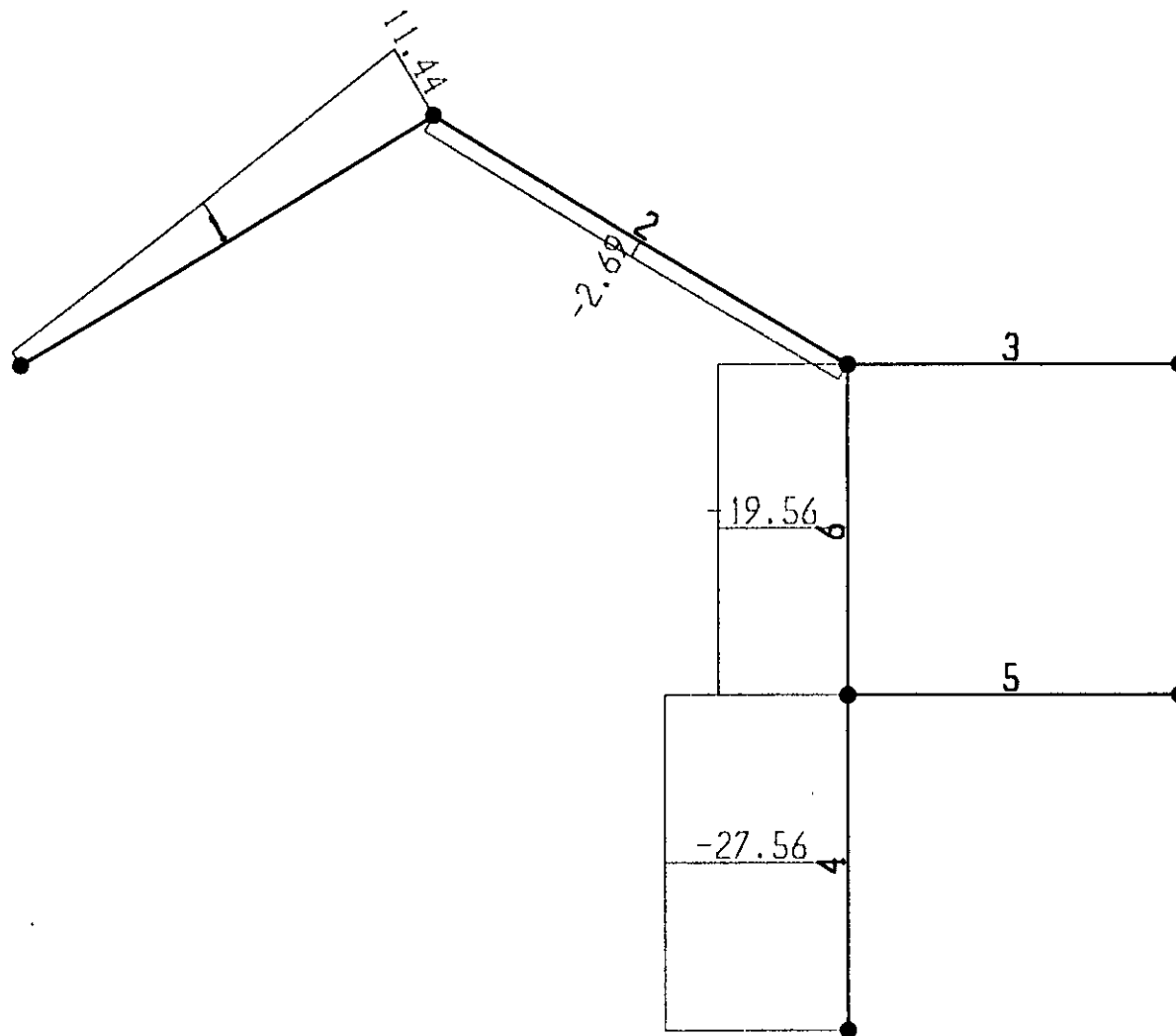
F R A M E S P A N D I S T R I B U T E D L O A D S Load Case UNICA

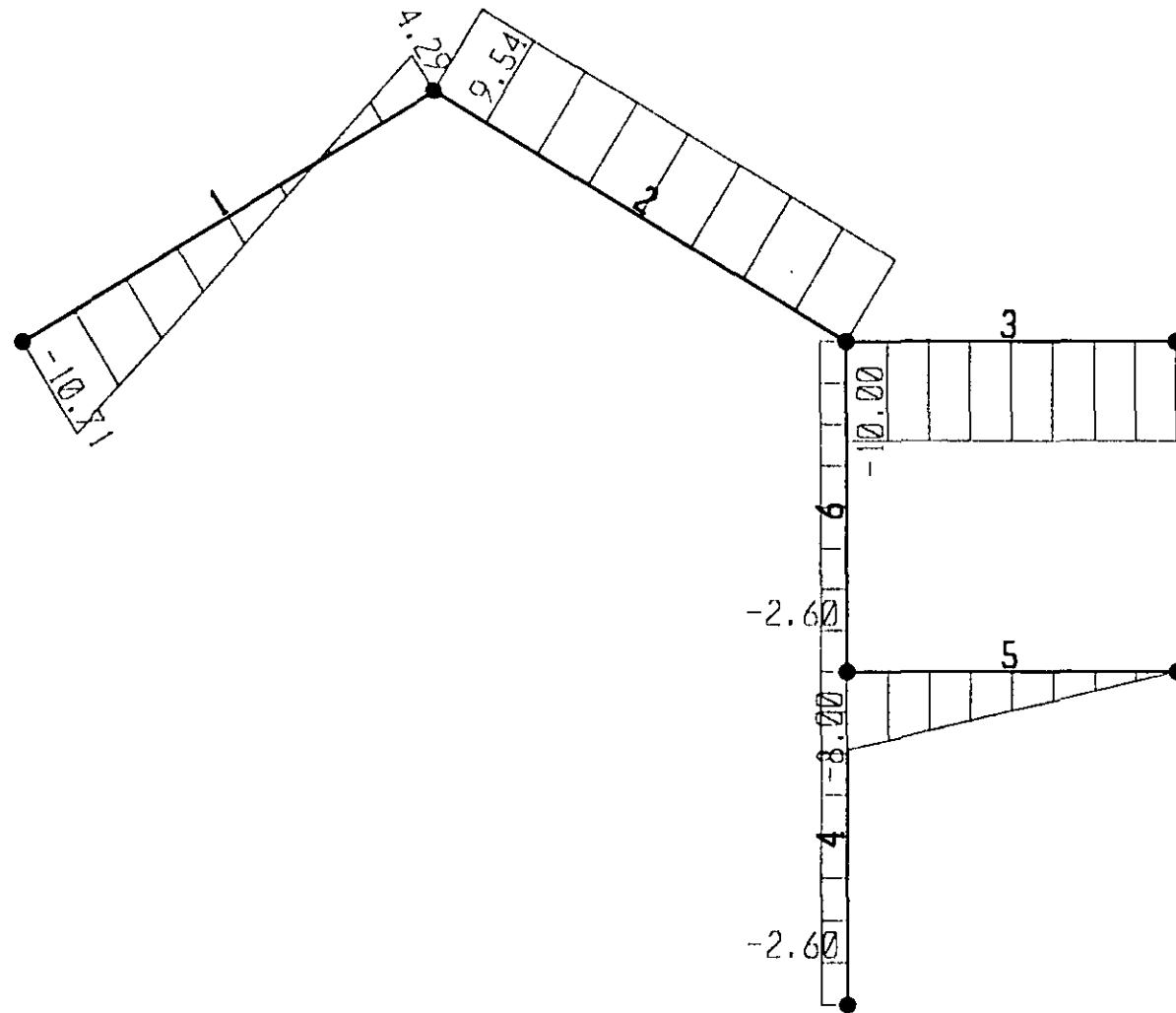
FRAME	TYPE	DIRECTION	DISTANCE-A	VALUE-A	DISTANCE-B	VALUE-B
8	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-1.0000	1.0000	-1.0000
9	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-1.0000	1.0000	-1.0000

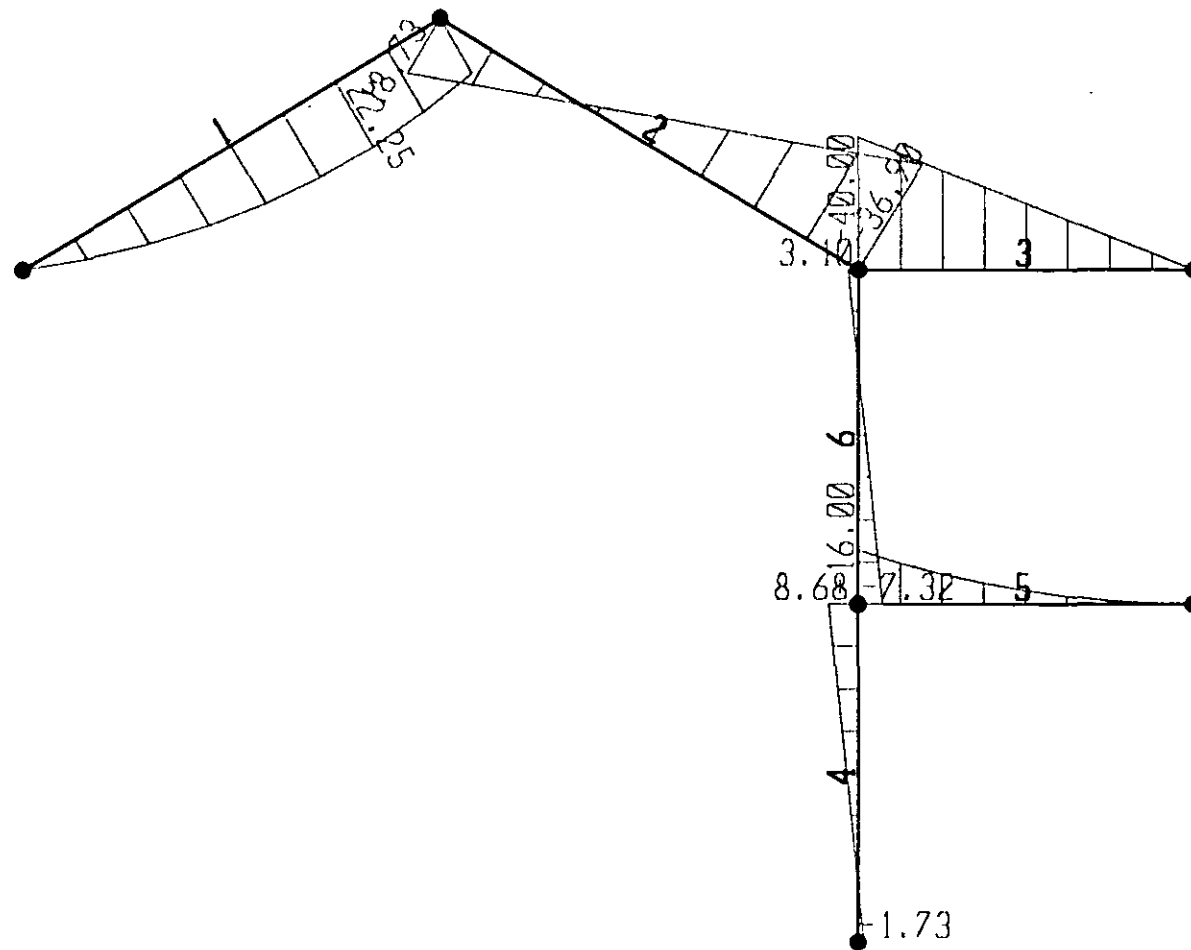


71









75

; File C:\Mis documentos\curso sap 2000\ejemplo5.s2k saved 3/18/00 13:43:48 in Ton-m

SYSTEM

DOF=UX,UZ,RY LENGTH=m FORCE=Ton LINES=59

JOINT

1 X=0 Y=0 Z=8
2 X=5 Y=0 Z=11
3 X=10 Y=0 Z=8
4 X=14 Y=0 Z=8
5 X=10 Y=0 Z=0
6 X=10 Y=0 Z=4
7 X=14 Y=0 Z=4

RESTRAINT

ADD=1 DOF=U1,U2,U3
ADD=5 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3

PATTERN

NAME=DEFAULT

MATERIAL

NAME=STEEL IDES=S M=.798142 W=7.833413
T=0 E=2.038902E+07 U=.3 A=.0000117
NAME=CONC IDES=C M=.2448012 W=2.402616
T=0 E=2531051 U=.2 A=.0000099
NAME=OTRO IDES=N M=.2448 W=2.4026
T=0 E=1000000 U=.2 A=.0000099

FRAME SECTION

NAME=FS1 MAT=OTRO SH=R T=.3,.3 A=.09 J=1.14075E-03 I=6.750001E-04,6.750001E-04 AS=7.500001E-02,7.500001E-02
NAME=FS2 MAT=OTRO SH=R T=.5,.3 A=.15 J=2.817371E-03 I=.003125,.001125 AS=.125,.125

FRAME

1 J=1,2 SEC=FS2 NSEG=2 ANG=0
2 J=2,3 SEC=FS2 NSEG=2 ANG=0
3 J=3,4 SEC=FS2 NSEG=4 ANG=0
4 J=5,6 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
5 J=6,7 SEC=FS2 NSEG=4 ANG=0
6 J=6,3 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0

LOAD

NAME=UNICA
TYPE=FORCE
ADD=2 UX=5
ADD=4 UZ=-10
TYPE=DISTRIBUTED SPAN
ADD=1 RD=0,1 UZ=-3,-3
ADD=5 RD=0,1 UZ=-2,-2

OUTPUT

ELEM=JOINT TYPE=DISP LOAD=UNICA
ELEM=JOINT TYPE=APPL LOAD=UNICA
ELEM=FRAME TYPE=FORCE LOAD=UNICA
ELEM=FRAME TYPE=JOINTF LOAD=UNICA

END

; The following data is not required for analysis. It is written here as a backup.
; This data will be used for graphics and design if this file is imported.
; If changes are made to the analysis data above, then the following data
; should be checked for consistency.
; Any errors in importing the following data are ignored without warning.

SAP2000 V6.10 SUPPLEMENTAL DATA

GRID GLOBAL X "1" 0
GRID GLOBAL X "2" 5
GRID GLOBAL X "3" 10
GRID GLOBAL X "4" 14
GRID GLOBAL Y "5" 0
GRID GLOBAL Z "6" 0
GRID GLOBAL Z "7" 4
GRID GLOBAL Z "8" 8
GRID GLOBAL Z "9" 11
MATERIAL STEEL FY 25310.5
MATERIAL CONC FYREBAR 42184.18 FYSHEAR 28122.78 FC 2812.278 FCSHEAR 2812.278
FRAMESECTION FS1 NAME COL30X30
FRAMESECTION FS2 NAME REC30X50
STATICLOAD UNICA TYPE OTHER
END SUPPLEMENTAL DATA

S A P 2 0 0 0
 Structural Analysis Programs
 Version 6.10
 Copyright (C) 1978-1997
 COMPUTERS AND STRUCTURES, INC.
 All rights reserved

This copy of SAP2000 is for the exclusive use of
 THE LICENSEE

Unauthorized use is in violation of Federal copyright laws

It is the responsibility of the user to verify all
 results produced by this program

18 Mar 2000 13:19:35

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 1
 PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo5.EKO

S Y S T E M D A T A

STEADY STATE LOAD FREQUENCY - - - - - 0.0000E+00
 LENGTH UNITS - - - - - M
 FORCE UNITS - - - - - TON
 UP DIRECTION - - - - - +Z
 GLOBAL DEGREES OF FREEDOM - - - - - UX
 - - - - - UZ
 - - - - - RY
 PAGINATION BY - - - - - LINES
 NUMBER OF LINES PER PAGE - - - - - 59
 INCLUDE WARNING MESSAGES IN OUTPUT FILE - - - - - Y

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 2
 PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo5.EKO

G E N E R A T E D J O I N T C O O R D I N A T E S

JOINT	X	Y	Z
1	0.000	0.000	8.000
2	5.000	0.000	11.000
3	10.000	0.000	8.000
4	14.000	0.000	8.000
5	10.000	0.000	0.000
6	10.000	0.000	4.000
7	14.000	0.000	4.000

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 3
 PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo5.EKO

P A T T E R N S

PATTERN JOINT VALUE
 DEFAULT

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 4
 PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo5.EKO

R E S T R A I N T D A T A

JOINT	U1	U2	U3	R1	R2	R3
1						
5	U1	U2	U3	R1	R2	R3

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 5
 PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo5.EKO

M A T E R I A L P R O P E R T Y D A T A

MAT LABEL	NUMBER TEMPS	WEIGHT PER UNIT VOL	MASS PER UNIT VOL	DESIGN CODE
STEEL	1	0.7833E+01	0.7981E+00	S
CONC	1	0.2403E+01	0.2448E+00	C
OTRO	1	0.2403E+01	0.2448E+00	N

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 6
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo5.EKO

TEMPERATURE DEPENDENT DATA

MATERIAL PROPERTIES

MAT LABEL	TEMP	MODULUS OF ELASTICITY			SHEAR MODULII		
		E1	E2	E3	G12	G13	G23
STEEL	0.00	0.204E+08	0.204E+08	0.204E+08	0.784E+07	0.784E+07	0.784E+07
CONC	0.00	0.253E+07	0.253E+07	0.253E+07	0.105E+07	0.105E+07	0.105E+07
OTRO	0.00	0.100E+07	0.100E+07	0.100E+07	0.417E+06	0.417E+06	0.417E+06

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 7
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo5.EKO

TEMPERATURE DEPENDENT DATA

THERMAL EXPANSION COEFFICIENTS

MAT LABEL	TEMP	COEFFICIENTS OF THERMAL EXPANSION					
		A1	A2	A3	A12	A13	A23
STEEL	0.00	0.117E-04	0.117E-04	0.117E-04	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
CONC	0.00	0.990E-05	0.990E-05	0.990E-05	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
OTRO	0.00	0.990E-05	0.990E-05	0.990E-05	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 8
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo5.EKO

TEMPERATURE DEPENDENT DATA

MATERIAL PROPERTIES

MAT LABEL	TEMP	POISSONS RATIO														
		U12	U13	U23	U14	U24	U34	U15	U25	U35	U45	U16	U26	U36	U46	U56
STEEL	0.00	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CONC	0.00	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
OTRO	0.00	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 9
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo5.EKO

MATERIAL PROPERTIES

MAT LABEL	TEMP	YIELD FY
CONC	0.00	36.00

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 10
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo5.EKO

FRAME SECTION PROPERTY DATA - PRISMATIC

SECTION LABEL	SHAPE TYPE	DEPTH	FLANGE	FLANGE	WEB	FLANGE	FLANGE
			WIDTH TOP	THICK TOP	THICK	WIDTH BOTTOM	THICK BOTTOM
FS1	R	0.300	0.300				
FS2	R	0.500	0.300				

FRAME SECTION PROPERTY DATA - PRISMATIC

SECTION LABEL	AXIAL AREA	TORSIONAL CONSTANT	MOMENTS OF INERTIA		SHEAR A2	AREAS A3
			I33	I22		
FS1	0.900E-01	0.114E-02	0.675E-03	0.675E-03	0.750E-01	0.750E-01
FS2	0.150E+00	0.282E-02	0.313E-02	0.113E-02	0.125E+00	0.125E+00

FRAME SECTION PROPERTY DATA - PRISMATIC

SECTION LABEL	MAT LABEL	ADDITIONAL MASS PER LENGTH	ADDITIONAL WEIGHT PER LENGTH
FS1	OTRO	0.000E+00	0.000E+00
FS2	OTRO	0.000E+00	0.000E+00

FRAME ELEMENT DATA

ELEMENT LABEL	JOINT END-I	JOINT END-J	ELEMENT LENGTH	END-OFFSET-LENGTHS		RIGID-END FACTOR	NUMBER OF SEGMENTS
				END-I	END-J		
1	1	2	5.831	0.000	0.000	0.0000	2
2	2	3	5.831	0.000	0.000	0.0000	2
3	3	4	4.000	0.000	0.000	0.0000	4
4	5	6	4.000	0.000	0.000	0.0000	2
5	6	7	4.000	0.000	0.000	0.0000	4
6	6	3	4.000	0.000	0.000	0.0000	2

FRAME ELEMENT DATA

ELEMENT LABEL	SECTION LABEL	LOCAL PLANE	COORD SYSTEM	PLN 1ST	PLN 2ND	PLANE JOINTA	PLANE JOINTB	COORD ANGLE
1	FS2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
2	FS2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
3	FS2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
4	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
5	FS2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
6	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00

TOTAL WEIGHTS AND MASSES

SECTION LABEL	WEIGHT	MASS
FS1	1.7299	0.1763
FS2	7.0860	0.7220
TOTAL	8.8158	0.8982

LOAD CONDITION UNICA

SELF-WEIGHT MULTIPLIER FOR ENTIRE STRUCTURE = 0.0000E+00

JOINT FORCES IN LOCAL COORDINATES

JOINT LABEL	FORCE 1	FORCE 2	FORCE 3	MOMENT 1	MOMENT 2	MOMENT 3
2	0.500E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
4	0.000E+00	0.000E+00	-0.100E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

DISTRIBUTED SPAN LOADS ON FRAME ELEMENTS

ELEMENT LABEL	LOC DOF	DISTANCE AT START	DISTANCE AT END	FORCE AT START	FORCE AT END	MOMENT AT START	MOMENT AT END
1	U1	0.000E+00	0.100E+01	-0.154E+01	-0.154E+01		
1	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.257E+01	-0.257E+01		
5	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.200E+01	-0.200E+01		

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 17
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo5.EKO

OUTPUT SELECTION

DISPLACEMENTS AT JOINTS

LOAD LABEL	MODES	SPEC LABEL	HIST LABEL	MOVE LABEL	COMB LABEL
------------	-------	------------	------------	------------	------------

UNICA

APPLIED AND INTERNAL LOADS AT JOINTS

LOAD LABEL	MODES	SPEC LABEL	HIST LABEL	MOVE LABEL	COMB LABEL
------------	-------	------------	------------	------------	------------

UNICA

INTERNAL FORCES AT ELEMENT FRAME

LOAD LABEL	MODES	SPEC LABEL	HIST LABEL	MOVE LABEL	COMB LABEL
------------	-------	------------	------------	------------	------------

UNICA

JOINT FORCES AT ELEMENT FRAME

LOAD LABEL	MODES	SPEC LABEL	HIST LABEL	MOVE LABEL	COMB LABEL
------------	-------	------------	------------	------------	------------

UNICA

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 18
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo5.EKO

INPUT COMPLETE

S A P 2 0 0 0 (R)
 Structural Analysis Programs
 Version E6.10
 Copyright (C) 1978-1997
 COMPUTERS AND STRUCTURES, INC.
 All rights reserved

This copy of SAP2000 is for the exclusive use of

THE LICENSEE

Unauthorized use is in violation of Federal copyright laws

It is the responsibility of the user to verify all
 results produced by this program

18 Mar 2000 13:19:37

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO5.OUT
 EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED PAGE
1

D I S P L A C E M E N T D E G R E E S O F F R E E D O M

(A) = Active DOF, equilibrium equation
 (-) = Restrained DOF, reaction computed
 (+) = Constrained DOF
 () = Null DOF

JOINTS		UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
1		-		-		A	
2 TO	4	A		A		A	
5		-		-			
6 TO	7	A		A		A	

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO5.OUT
 EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED PAGE
2

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

TRANSLATIONS AND ROTATIONS, IN GLOBAL COORDINATES

LOAD UNICA -----

JOINT	UX	UZ	RY
1	.000000	.000000	0.022226
2	0.029221	-0.048177	-0.008848
3	0.056748	-0.002094	0.008103
4	0.056748	-0.103539	0.033703
5	.000000	.000000	.000000
6	0.020272	-0.001225	0.020592
7	0.020272	-0.104378	0.027418

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO5.OUT
 EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED PAGE
3

A P P L I E D L O A D S

FORCES AND MOMENTS ACTING ON JOINTS, IN GLOBAL COORDINATES

LOAD UNICA -----

JOINT	FX	FZ	MY
1	-8.33E-16	-8.746428	7.288690
2	5.000000	-8.746428	-7.288690
4	.000000	-10.000000	.000000
6	.000000	-4.000000	2.666667
7	.000000	-4.000000	-2.666667

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO5.OUT
 EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED PAGE
4

G L O B A L F O R C E B A L A N C E

TOTAL FORCE AND MOMENT AT THE ORIGIN, IN GLOBAL COORDINATES

LOAD UNICA -----

	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
APPLIED	5.000000	.000000	-35.492856	.000000	334.732139	.000000
REACTNS	-5.000000	.000000	35.492856	.000000	-334.732139	.000000
TOTAL	2.90E-13	.000000	-1.07E-13	.000000	1.88E-12	.000000

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10
EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED

FILE:EJEMPLO5.OUT

PAGE

5

FRAME ELEMENT JOINT FORCES

FORCES AND MOMENTS ACTING ON ELEMENTS, IN GLOBAL COORDINATES

ELEM 1 -----

LOAD UNICA -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
1	-7.604415	.000000	7.929773	.000000	-3.55E-15	.000000
2	7.604415	.000000	9.563083	.000000	-18.729972	.000000

ELEM 2 -----

LOAD UNICA -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
2	-2.604415	.000000	-9.563083	.000000	18.729972	.000000
3	2.604415	.000000	9.563083	.000000	36.898686	.000000

ELEM 3 -----

LOAD UNICA -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
3	1.13E-14	.000000	10.000000	.000000	-40.000000	.000000
4	-1.13E-14	.000000	-10.000000	.000000	-6.06E-15	.000000

ELEM 4 -----

LOAD UNICA -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
5	2.604415	.000000	27.563083	.000000	1.734009	.000000
6	-2.604415	.000000	-27.563083	.000000	8.683652	.000000

ELEM 5 -----

LOAD UNICA -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
6	2.30E-13	.000000	8.000000	.000000	-16.000000	.000000
7	-2.30E-13	.000000	-6.66E-15	.000000	9.33E-15	.000000

ELEM 6 -----

LOAD UNICA -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
6	2.604415	.000000	19.563083	.000000	7.316348	.000000
3	-2.604415	.000000	-19.563083	.000000	3.101314	.000000

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10
EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED

FILE:EJEMPLO5.OUT

PAGE

6

FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES

ELEM 1 ----- LENGTH = 5.830952

LOAD UNICA -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	2.440898	-10.712164	.000000	.000000	.000000	-2.45E-15
0.50000	6.940898	-3.212164	.000000	.000000	.000000	20.298021
1.00000	11.440898	4.287836	.000000	.000000	.000000	18.729972

ELEM 2 ----- LENGTH = 5.830952

LOAD UNICA -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-2.686898	9.540236	.000000	.000000	.000000	18.729972
0.50000	-2.686898	9.540236	.000000	.000000	.000000	-9.084357
1.00000	-2.686898	9.540236	.000000	.000000	.000000	-36.898686

ELEM 3 ----- LENGTH = 4.000000

LOAD UNICA -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-1.13E-14	-10.000000	.000000	.000000	.000000	-40.000000
0.25000	-1.13E-14	-10.000000	.000000	.000000	.000000	-30.000000
0.50000	-1.13E-14	-10.000000	.000000	.000000	.000000	-20.000000
0.75000	-1.13E-14	-10.000000	.000000	.000000	.000000	-10.000000
1.00000	-1.13E-14	-10.000000	.000000	.000000	.000000	3.55E-15

ELEM 4 ----- LENGTH = 4.000000

LOAD UNICA -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-27.563083	-2.604415	.000000	.000000	.000000	-1.734009
0.50000	-27.563083	-2.604415	.000000	.000000	.000000	3.474822
1.00000	-27.563083	-2.604415	.000000	.000000	.000000	8.683652

ELEM 5 ----- LENGTH = 4.000000

LOAD UNICA -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-2.30E-13	-8.000000	.000000	.000000	.000000	-16.000000
0.25000	-2.30E-13	-6.000000	.000000	.000000	.000000	-9.000000
0.50000	-2.30E-13	-4.000000	.000000	.000000	.000000	-4.000000
0.75000	-2.30E-13	-2.000000	.000000	.000000	.000000	-1.000000
1.00000	-2.30E-13	-5.33E-15	.000000	.000000	.000000	-1.78E-14

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10
 EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED

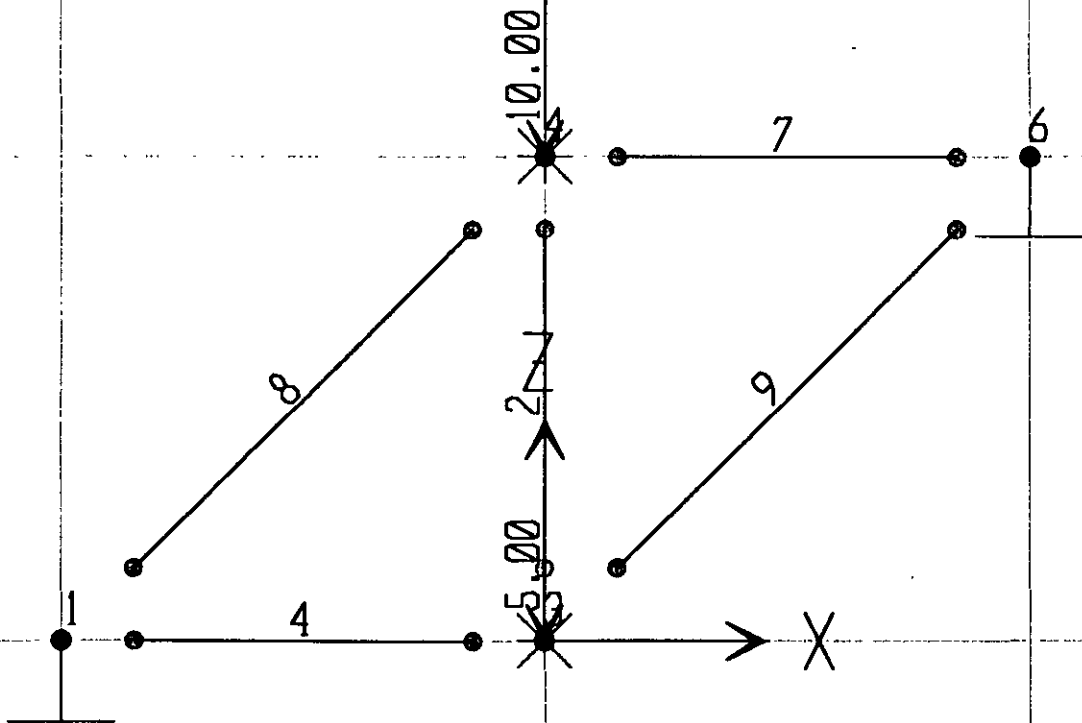
FILE:EJEMPLOS.OUT
 PAGE
 7

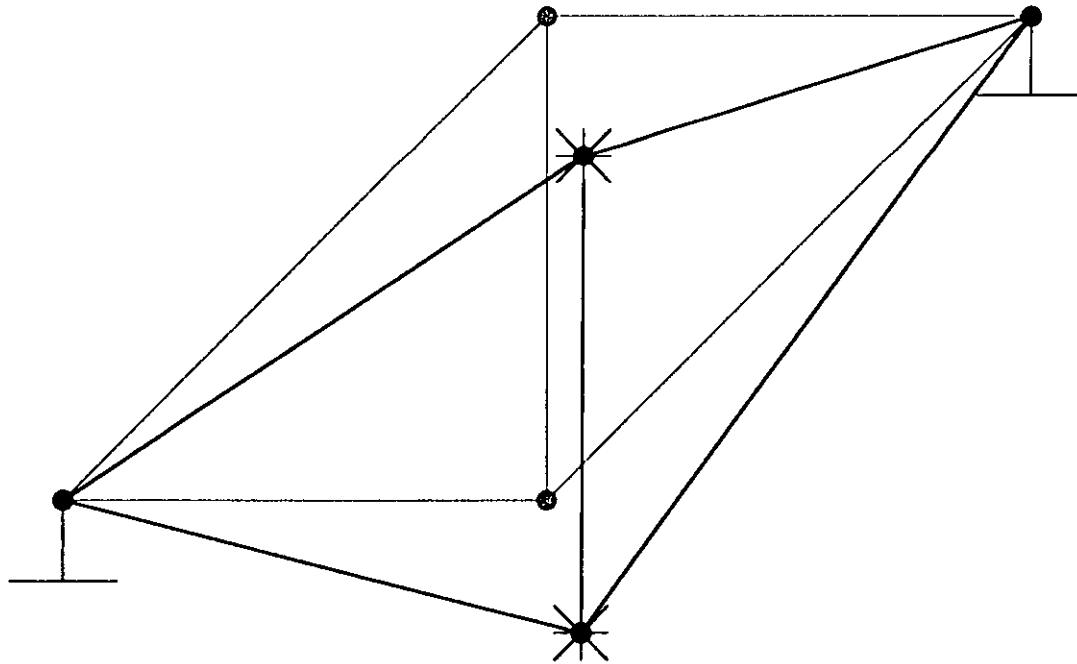
FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES

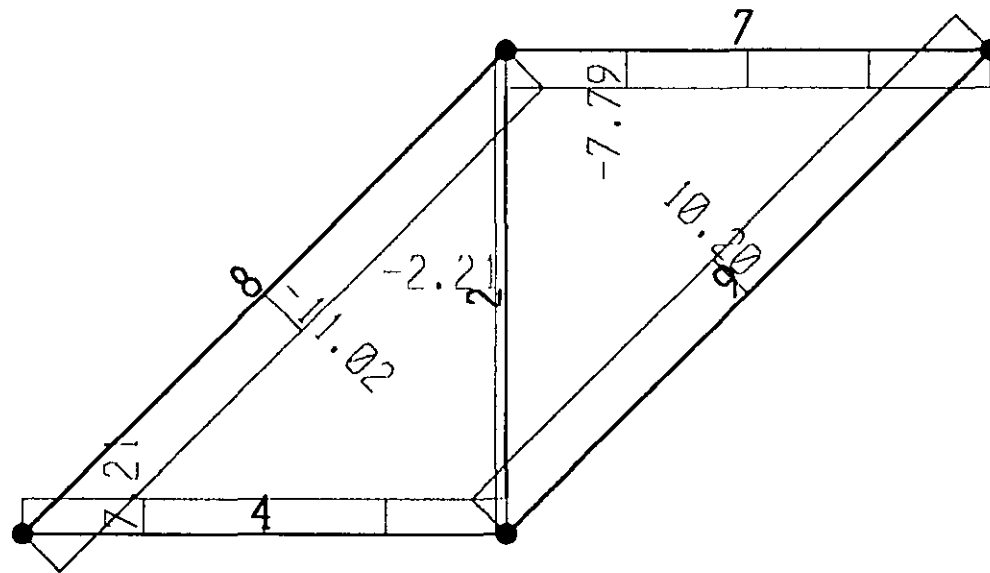
ELEM 6 ----- LENGTH = 4.000000

LOAD UNICA -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-19.563083	-2.604415	.000000	.000000	.000000	-7.316348
0.50000	-19.563083	-2.604415	.000000	.000000	.000000	-2.107517
1.00000	-19.563083	-2.604415	.000000	.000000	.000000	3.101314







; File C:\Mis documentos\curso sap 2000\ejemplo6.s2k saved 3/18/00 14:39:08 in Ton-m

SYSTEM

DOF=UX,UZ,RY LENGTH=m FORCE=Ton LINES=59

JOINT

1 X=-2 Y=0 Z=0
3 X=0 Y=0 Z=0
4 X=0 Y=0 Z=2
6 X=2 Y=0 Z=2

RESTRAINT

ADD=1 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3
ADD=6 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3
ADD=3 DOF=U2,R1,R2,R3
ADD=4 DOF=U2,R1,R2,R3

PATTERN

NAME=DEFAULT

MATERIAL

NAME=STEEL IDES=S M=.798142 W=7.833413
T=0 E=2.038902E+07 U=.3 A=.0000117
NAME=CONC IDES=C M=.2448012 W=2.402616
T=0 E=2531051 U=.2 A=.0000099
NAME=RARO IDES=N M=.2448 W=2.4026
T=0 E=1000000 U=.2 A=.0000099

FRAME SECTION

NAME=FSEC1 MAT=STEEL SH=R T=.5,.3 A=.15 J=2.817371E-03 I=.003125,.001125 AS=.125,.125

FRAME

2 J=3,4 SEC=FSEC1 NSEG=2 ANG=0 IREL=R3 JREL=R3
4 J=1,3 SEC=FSEC1 NSEG=4 ANG=0 IREL=R3 JREL=R3
7 J=4,6 SEC=FSEC1 NSEG=4 ANG=0 IREL=R3 JREL=R3
8 J=1,4 SEC=FSEC1 NSEG=2 ANG=0 IREL=R3 JREL=R3
9 J=3,6 SEC=FSEC1 NSEG=2 ANG=0 IREL=R3 JREL=R3

LOAD

NAME=VERTICAL
TYPE=FORCE
ADD=4 UZ=-10
ADD=3 UZ=-5

OUTPUT

ELEM=JOINT TYPE=DISP LOAD=VERTICAL
ELEM=JOINT TYPE=APPL LOAD=VERTICAL
ELEM=FRAME TYPE=FORCE LOAD=VERTICAL
ELEM=FRAME TYPE=JOINTF LOAD=VERTICAL

END

; The following data is not required for analysis. It is written here as a backup.
; This data will be used for graphics and design if this file is imported.
; If changes are made to the analysis data above, then the following data
; should be checked for consistency.
; Any errors in importing the following data are ignored without warning.

SAP2000 V6.10 SUPPLEMENTAL DATA

GRID GLOBAL X "1" -2
GRID GLOBAL X "2" 0
GRID GLOBAL X "3" 2
GRID GLOBAL Y "4" 0
GRID GLOBAL Z "5" 0
GRID GLOBAL Z "6" 2

MATERIAL STEEL FY 25310.5

MATERIAL CONC FYREBAR 42184.18 FYSHEAR 28122.78 FC 2812.278 FCSHEAR 2812.278

STATICLOAD VERTICAL TYPE OTHER

END SUPPLEMENTAL DATA

S A P 2 0 0 0

Structural Analysis Programs

Version 6.10

Copyright (C) 1978-1997
COMPUTERS AND STRUCTURES, INC.
All rights reserved

This copy of SAP2000 is for the exclusive use of

THE LICENSEE

Unauthorized use is in violation of Federal copyright laws

It is the responsibility of the user to verify all
results produced by this program

18 Mar 2000 14:26:16

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 1
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo6.EKO

S Y S T E M D A T A

STEADY STATE LOAD FREQUENCY - - - - - 0.0000E+00

LENGTH UNITS - - - - - M
FORCE UNITS - - - - - TON

UP DIRECTION - - - - - +Z

GLOBAL DEGREES OF FREEDOM - - - - - UX
- - - - - UZ
- - - - - RY

PAGINATION BY - - - - - LINES
NUMBER OF LINES PER PAGE - - - - - 59
INCLUDE WARNING MESSAGES IN OUTPUT FILE - - Y

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 2
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo6.EKO

G E N E R A T E D J O I N T C O O R D I N A T E S

JOINT	X	Y	Z
1	-2.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	2.000
6	2.000	0.000	2.000

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 3
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo6.EKO

P A T T E R N S

PATTERN	JOINT	VALUE
DEFAULT		

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 4
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo6.EKO

R E S T R A I N T D A T A

JOINT	U1	U2	U3	R1	R2	R3
1				R1	R2	R3
3		U2		R1	R2	R3
4		U2		R1	R2	R3
6	U1	U2	U3	R1	R2	R3

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 5
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo6.EKO

M A T E R I A L P R O P E R T Y D A T A

MAT LABEL	NUMBER TEMPS	WEIGHT PER UNIT VOL	MASS PER UNIT VOL	DESIGN CODE
STEEL	1	0.7833E+01	0.7981E+00	S
CONC	1	0.2403E+01	0.2448E+00	C
RARO	1	0.2403E+01	0.2448E+00	N

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 6
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo6.EKO

TEMPERATURE DEPENDENT DATA

MATERIAL PROPERTIES

MAT LABEL	TEMP	MODULUS OF ELASTICITY			SHEAR MODULII		
		E1	E2	E3	G12	G13	G23
STEEL	0.00	0.204E+08	0.204E+08	0.204E+08	0.784E+07	0.784E+07	0.784E+07
CONC	0.00	0.253E+07	0.253E+07	0.253E+07	0.105E+07	0.105E+07	0.105E+07
RARO	0.00	0.100E+07	0.100E+07	0.100E+07	0.417E+06	0.417E+06	0.417E+06

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 7
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo6.EKO

TEMPERATURE DEPENDENT DATA

THERMAL EXPANSION COEFFICIENTS

MAT LABEL	TEMP	COEFFICIENTS OF THERMAL EXPANSION					
		A1	A2	A3	A12	A13	A23
STEEL	0.00	0.117E-04	0.117E-04	0.117E-04	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
CONC	0.00	0.990E-05	0.990E-05	0.990E-05	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
RARO	0.00	0.990E-05	0.990E-05	0.990E-05	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 8
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo6.EKO

TEMPERATURE DEPENDENT DATA

MATERIAL PROPERTIES

MAT LABEL	TEMP	POISSONS RATIO														
		U12	U13	U23	U14	U24	U34	U15	U25	U35	U45	U16	U26	U36	U46	U56
STEEL	0.00	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CONC	0.00	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RARO	0.00	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 9
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo6.EKO

MATERIAL PROPERTIES

MAT LABEL	TEMP	YIELD FY
CONC	0.00	36.00

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 10
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo6.EKO

FRAME SECTION PROPERTY DATA - PRISMATIC

SECTION LABEL	SHAPE TYPE	DEPTH	FLANGE	FLANGE	WEB	FLANGE	FLANGE
			WIDTH TOP	THICK TOP	THICK	WIDTH BOTTOM	THICK BOTTOM
FSEC1	R	0.500	0.300				

CSI / SAP2000 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 11
 PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo6.EKO

FRAME SECTION PROPERTY DATA - PRISMATIC

SECTION LABEL	AXIAL AREA	TORSIONAL CONSTANT	MOMENTS OF INERTIA		SHEAR AREA	AREAS
			I33	I22	A2	A3
FSEC1	0.150E+00	0.282E-02	0.313E-02	0.113E-02	0.125E+00	0.125E+00

CSI / SAP2000 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 12
 PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo6.EKO

FRAME SECTION PROPERTY DATA - PRISMATIC

SECTION LABEL	MAT LABEL	ADDITIONAL MASS PER LENGTH	ADDITIONAL WEIGHT PER LENGTH
FSEC1	STEEL	0.000E+00	0.000E+00

CSI / SAP2000 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 13
 PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo6.EKO

FRAME ELEMENT DATA

ELEMENT LABEL	JOINT END-I	JOINT END-J	ELEMENT LENGTH	END-OFFSET-LENGTHS END-I	END-OFFSET-LENGTHS END-J	RIGID-END FACTOR	NUMBER OF SEGMENTS
2	3	4	2.000	0.000	0.000	0.0000	2
4	1	3	2.000	0.000	0.000	0.0000	4
7	4	6	2.000	0.000	0.000	0.0000	4
8	1	4	2.828	0.000	0.000	0.0000	2
9	3	6	2.828	0.000	0.000	0.0000	2

CSI / SAP2000 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 14
 PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo6.EKO

FRAME ELEMENT DATA

ELEMENT LABEL	SECTION LABEL	LOCAL PLANE	COORD SYSTEM	PLN 1ST	PLN 2ND	PLANE JOINTA	PLANE JOINTB	COORD ANGLE
2	FSEC1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
4	FSEC1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
7	FSEC1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
8	FSEC1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
9	FSEC1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00

CSI / SAP2000 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 15
 PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo6.EKO

FRAME ELEMENT DATA

ELEMENT LABEL	END-I RELEASE CODES	END-J RELEASE CODES
2		R3
4		R3
7		R3
8		R3
9		R3

CSI / SAP2000 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 16
 PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo6.EKO

TOTAL WEIGHTS AND MASSES

SECTION LABEL	WEIGHT	MASS
FSEC1	13.6969	1.3956
TOTAL	13.6969	1.3956

CSI / SAP2000 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 17

LOAD CONDITION VERTICAL

SELF-WEIGHT MULTIPLIER FOR ENTIRE STRUCTURE = 0.0000E+00

JOINT FORCES IN LOCAL COORDINATES

JOINT LABEL	FORCE 1	FORCE 2	FORCE 3	MOMENT 1	MOMENT 2	MOMENT 3
3	0.000E+00	0.000E+00	-0.500E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
4	0.000E+00	0.000E+00	-0.100E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 18
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo6.EKO

OUTPUT SELECTION

DISPLACEMENTS AT JOINTS

LOAD LABEL	MODES	SPEC LABEL	HIST LABEL	MOVE LABEL	COMB LABEL
------------	-------	------------	------------	------------	------------

VERTICAL

APPLIED AND INTERNAL LOADS AT JOINTS

LOAD LABEL	MODES	SPEC LABEL	HIST LABEL	MOVE LABEL	COMB LABEL
------------	-------	------------	------------	------------	------------

VERTICAL

INTERNAL FORCES AT ELEMENT FRAME

LOAD LABEL	MODES	SPEC LABEL	HIST LABEL	MOVE LABEL	COMB LABEL
------------	-------	------------	------------	------------	------------

VERTICAL

JOINT FORCES AT ELEMENT FRAME

LOAD LABEL	MODES	SPEC LABEL	HIST LABEL	MOVE LABEL	COMB LABEL
------------	-------	------------	------------	------------	------------

VERTICAL

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 19
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo6.EKO

INPUT COMPLETE

S A P 2 0 0 0 (R)
 Structural Analysis Programs
 Version E6.10

Copyright (C) 1978-1997
 COMPUTERS AND STRUCTURES, INC.
 All rights reserved

This copy of SAP2000 is for the exclusive use of

THE LICENSEE

Unauthorized use is in violation of Federal copyright laws

It is the responsibility of the user to verify all
 results produced by this program

18 Mar 2000 14:26:17

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO6.OUT
 EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED PAGE
 1

DISPLACEMENT DEGREES OF FREEDOM

(A) = Active DOF, equilibrium equation
 (-) = Restrained DOF, reaction computed
 (+) = Constrained DOF
 () = Null DOF

JOINTS	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
1	-	-	-	-	-	-
3 TO	4	A	A	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO6.OUT
 EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED PAGE
 2

JOINT DISPLACEMENTS

TRANSLATIONS AND ROTATIONS, IN GLOBAL COORDINATES

LOADVERTICAL -----

JOINT	UX	UZ	RY
1	.000000	.000000	.000000
3	4.72E-06	-1.81E-05	.000000
4	5.09E-06	-1.95E-05	.000000
6	.000000	.000000	.000000

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO6.OUT
 EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED PAGE
 3

APPLIED LOADS

FORCES AND MOMENTS ACTING ON JOINTS, IN GLOBAL COORDINATES

LOADVERTICAL -----

JOINT	FX	FZ	MY
3	.000000	-5.000000	.000000
4	.000000	-10.000000	.000000

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO6.OUT
 EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED PAGE
 4

GLOBAL FORCE BALANCE

TOTAL FORCE AND MOMENT AT THE ORIGIN, IN GLOBAL COORDINATES

LOADVERTICAL -----

	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
APPLIED	.000000	.000000	-15.000000	.000000	.000000	.000000
REACTNS	1.78E-15	.000000	15.000000	.000000	1.78E-15	.000000
TOTAL	1.78E-15	.000000	.000000	.000000	1.78E-15	.000000

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO6.OUT
 EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED PAGE
 5

FRAME ELEMENT JOINT FORCES

FORCES AND MOMENTS ACTING ON ELEMENTS, IN GLOBAL COORDINATES

ELEM 2 -----

LOADVERTICAL -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
3	.000000	.000000	2.211211	.000000	.000000	.000000
4	.000000	.000000	-2.211211	.000000	.000000	.000000

ELEM 4 -----

LOADVERTICAL -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
1	-7.211211	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
3	7.211211	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000

ELEM 7 -----

LOADVERTICAL -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
4	7.788789	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
6	-7.788789	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000

ELEM 8 -----

LOADVERTICAL -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
1	7.788789	.000000	7.788789	.000000	.000000	.000000
4	-7.788789	.000000	-7.788789	.000000	.000000	.000000

ELEM 9 -----

LOADVERTICAL -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
3	-7.211211	.000000	-7.211211	.000000	.000000	.000000
6	7.211211	.000000	7.211211	.000000	.000000	.000000

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10
EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED

FILE: EJEMPLO6.OUT
PAGE
6

FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES

ELEM 2 ----- LENGTH = 2.000000

LOADVERTICAL -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-2.211211	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	-2.211211	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
1.00000	-2.211211	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000

ELEM 4 ----- LENGTH = 2.000000

LOADVERTICAL -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	7.211211	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.25000	7.211211	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	7.211211	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.75000	7.211211	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
1.00000	7.211211	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000

ELEM 7 ----- LENGTH = 2.000000

LOADVERTICAL -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-7.788789	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.25000	-7.788789	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	-7.788789	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.75000	-7.788789	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
1.00000	-7.788789	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000

ELEM 8 ----- LENGTH = 2.828427

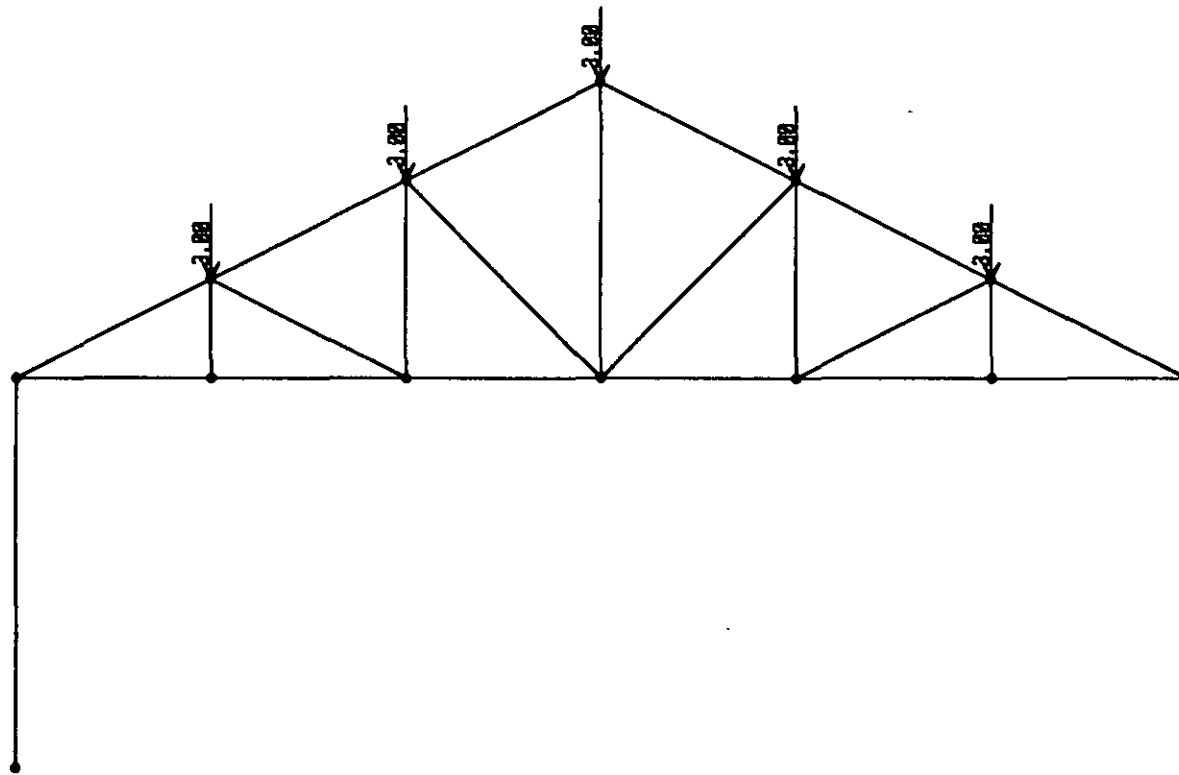
LOADVERTICAL -----

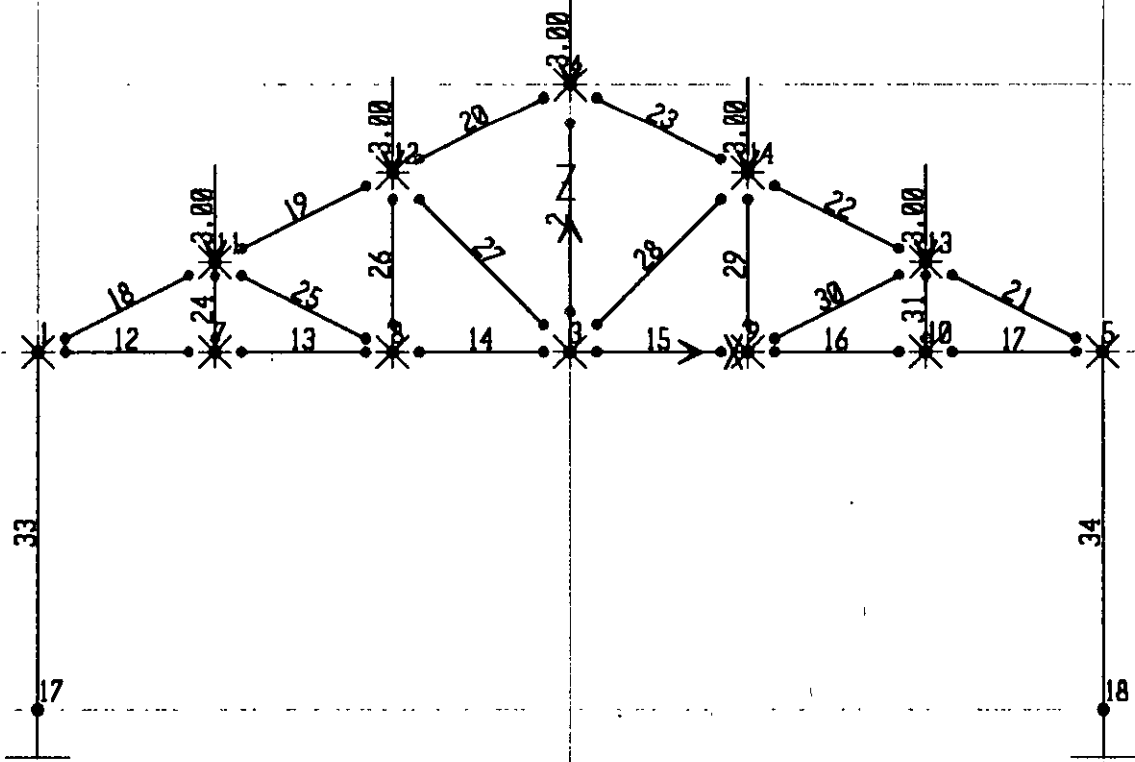
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-11.015010	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	-11.015010	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
1.00000	-11.015010	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000

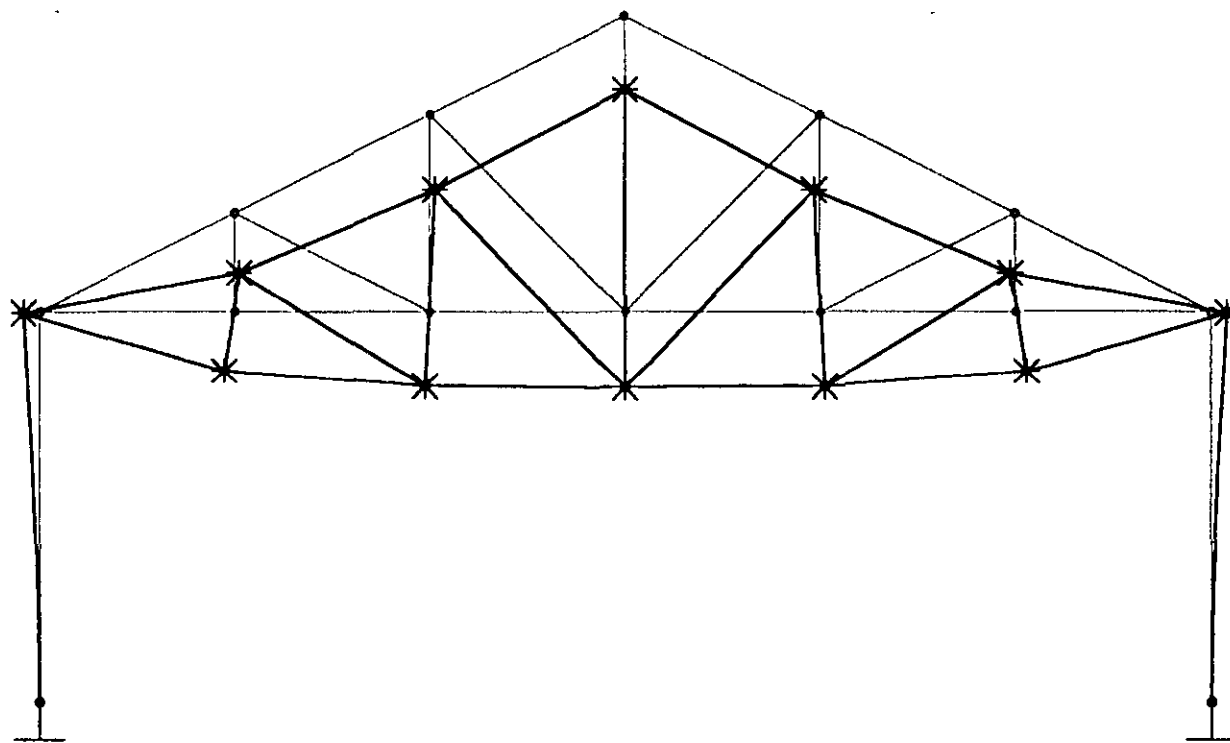
ELEM 9 ----- LENGTH = 2.828427

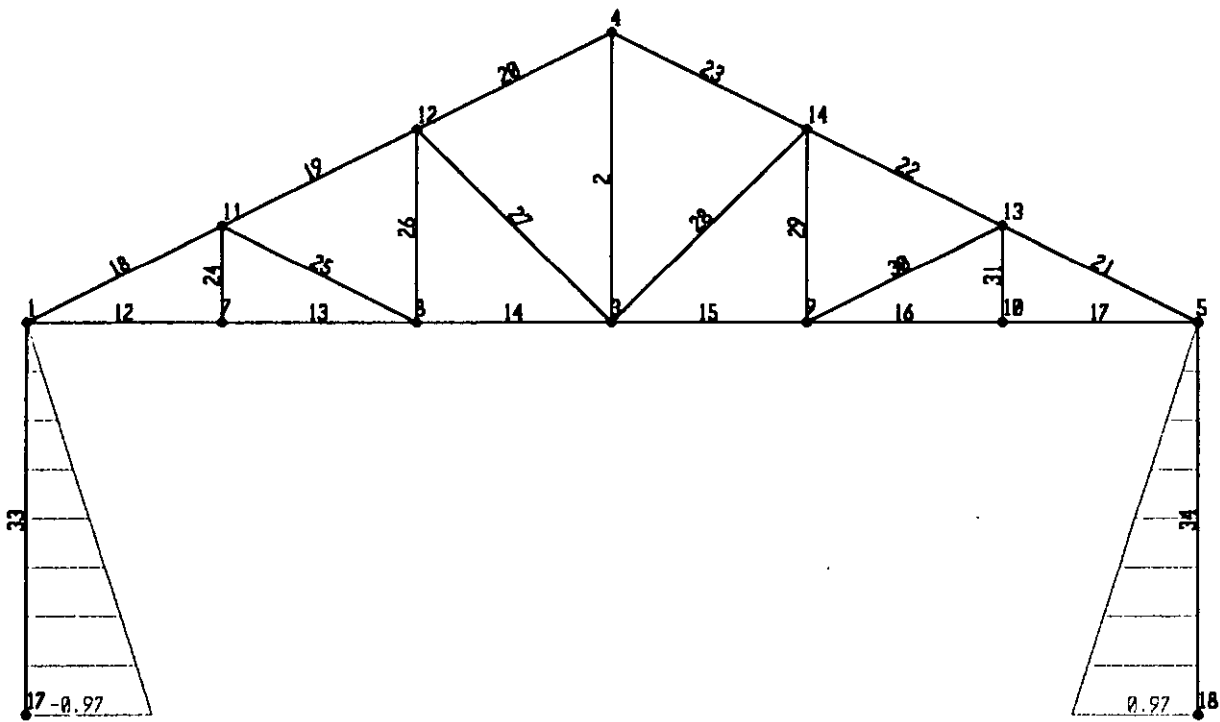
LOADVERTICAL -----

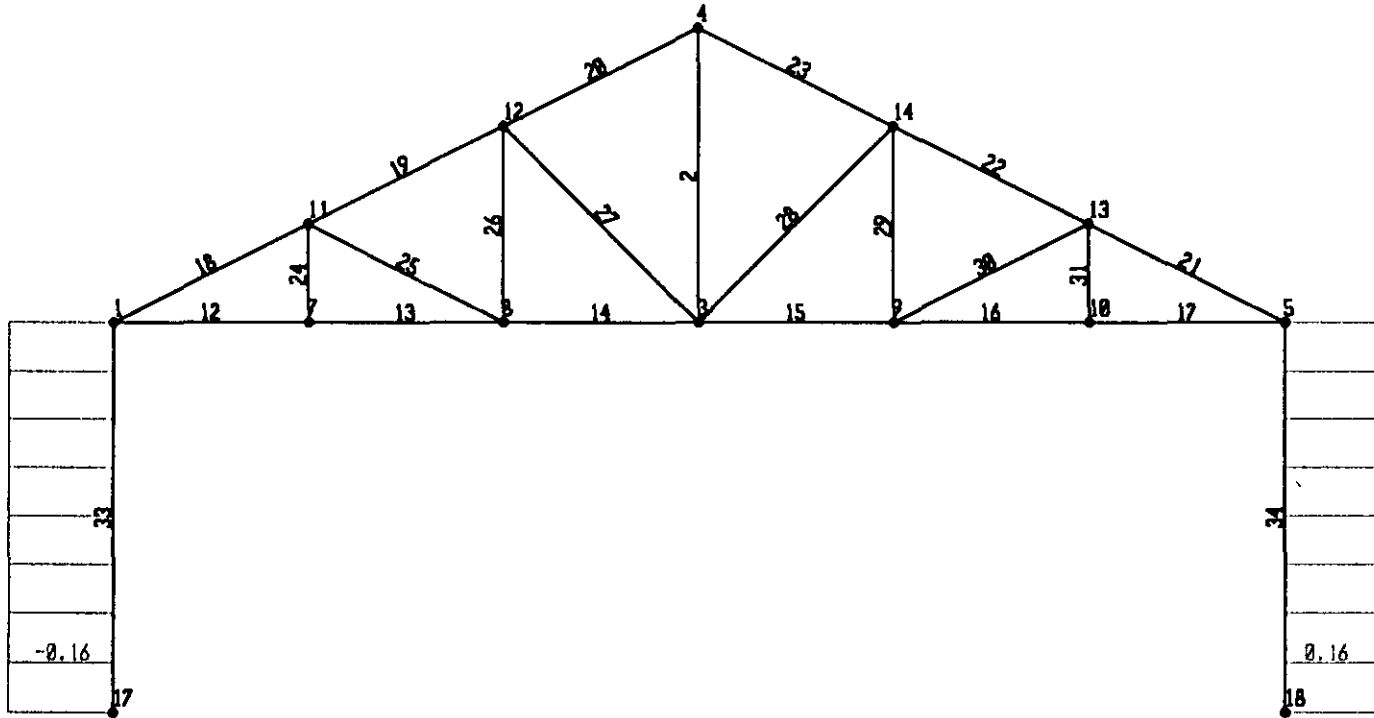
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	10.198193	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	10.198193	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
1.00000	10.198193	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000

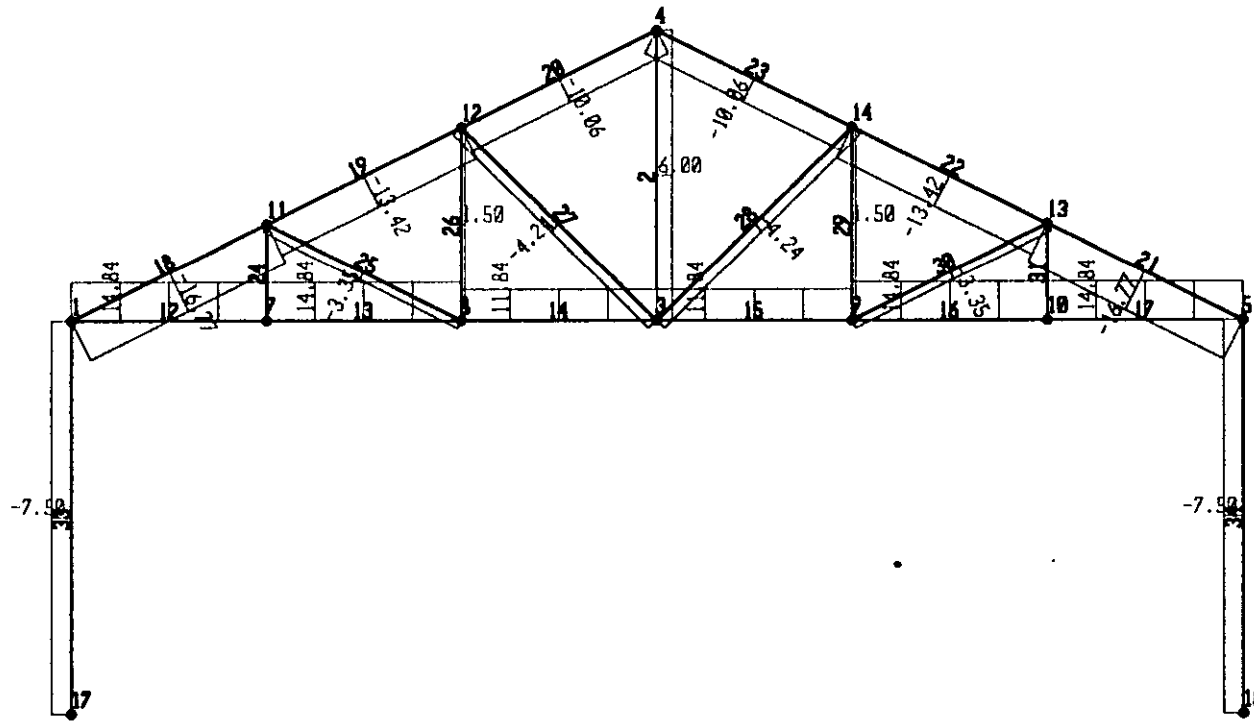












; File C:\Mis documentos\curso sap 2000\ejemplo7.s2k saved 3/18/00 15:22:55 in Ton-m

SYSTEM

DOF=UX,UZ,RY LENGTH=m FORCE=Ton LINES=59

JOINT

1 X=-9 Y=0 Z=0
3 X=0 Y=0 Z=0
4 X=0 Y=0 Z=4.5
5 X=9 Y=0 Z=0
7 X=-6 Y=0 Z=0
8 X=-3 Y=0 Z=0
9 X=3 Y=0 Z=0
10 X=6 Y=0 Z=0
11 X=-6 Y=0 Z=1.5
12 X=-3 Y=0 Z=3
13 X=6 Y=0 Z=1.5
14 X=3 Y=0 Z=3
17 X=-9 Y=0 Z=-6
18 X=9 Y=0 Z=-6

RESTRAINT

ADD=17 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3
ADD=18 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3
ADD=1 DOF=U2,R1,R3
ADD=3 DOF=U2,R1,R3
ADD=4 DOF=U2,R1,R3
ADD=5 DOF=U2,R1,R3
ADD=7 DOF=U2,R1,R3
ADD=8 DOF=U2,R1,R3
ADD=9 DOF=U2,R1,R3
ADD=10 DOF=U2,R1,R3
ADD=11 DOF=U2,R1,R3
ADD=12 DOF=U2,R1,R3
ADD=13 DOF=U2,R1,R3
ADD=14 DOF=U2,R1,R3

PATTERN

NAME=DEFAULT

MATERIAL

NAME=STEEL IDES=S M=.798142 W=7.833413
T=0 E=2.038902E+07 U=.3 A=.0000117
NAME=CONC IDES=C M=.2448012 W=2.402616
T=0 E=2531051 U=.2 A=.0000099
NAME=ACERO IDES=N M=.2448 W=2.4026
T=0 E=2E+07 U=.3 A=.0000099
NAME=CONCRETO IDES=N M=.7981 W=7.8334
T=0 E=1800000 U=.25 A=.0000117

FRAME SECTION

NAME=FSEC1 MAT=STEEL SH=R T=.5,.3 A=.15 J=2.817371E-03 I=.003125,.001125 AS=.125,.125
NAME=FSEC2 MAT=ACERO A=.005 J=0 I=0,0 AS=0,0 S=1,1 Z=1,1 R=1,1 T=.4572,.254
NAME=FSEC3 MAT=CONCRETO SH=R T=.5,.5 A=.25 J=8.802084E-03 I=5.208333E-03,5.208333E-03
AS=.2083333,.2083333

FRAME

2 J=3,4 SEC=FSEC2 NSEG=2 ANG=0 IREL=R3 JREL=R3
12 J=1,7 SEC=FSEC2 NSEG=4 ANG=0 IREL=R3 JREL=R3
13 J=7,8 SEC=FSEC2 NSEG=4 ANG=0 IREL=R3 JREL=R3
14 J=8,3 SEC=FSEC2 NSEG=4 ANG=0 IREL=R3 JREL=R3
15 J=3,9 SEC=FSEC2 NSEG=4 ANG=0 IREL=R3 JREL=R3
16 J=9,10 SEC=FSEC2 NSEG=4 ANG=0 IREL=R3 JREL=R3
17 J=10,5 SEC=FSEC2 NSEG=4 ANG=0 IREL=R3 JREL=R3
18 J=1,11 SEC=FSEC2 NSEG=2 ANG=0 IREL=R3 JREL=R3
19 J=11,12 SEC=FSEC2 NSEG=2 ANG=0 IREL=R3 JREL=R3
20 J=12,4 SEC=FSEC2 NSEG=2 ANG=0 IREL=R3 JREL=R3
21 J=5,13 SEC=FSEC2 NSEG=2 ANG=0 IREL=R3 JREL=R3
22 J=13,14 SEC=FSEC2 NSEG=2 ANG=0 IREL=R3 JREL=R3

```

23 J=14,4 SEC=FSEC2 NSEG=2 ANG=0 IREL=R3 JREL=R3
24 J=7,11 SEC=FSEC2 NSEG=2 ANG=0 IREL=R3 JREL=R3
25 J=11,8 SEC=FSEC2 NSEG=2 ANG=0 IREL=R3 JREL=R3
26 J=8,12 SEC=FSEC2 NSEG=2 ANG=0 IREL=R3 JREL=R3
27 J=12,3 SEC=FSEC2 NSEG=2 ANG=0 IREL=R3 JREL=R3
28 J=3,14 SEC=FSEC2 NSEG=2 ANG=0 IREL=R3 JREL=R3
29 J=14,9 SEC=FSEC2 NSEG=2 ANG=0 IREL=R3 JREL=R3
30 J=9,13 SEC=FSEC2 NSEG=2 ANG=0 IREL=R3 JREL=R3
31 J=10,13 SEC=FSEC2 NSEG=2 ANG=0 IREL=R3 JREL=R3
33 J=17,1 SEC=FSEC3 NSEG=2 ANG=0
34 J=18,5 SEC=FSEC3 NSEG=2 ANG=0

```

LOAD

```

NAME=VERT
TYPE=FORCE
ADD=4 UZ=-3
ADD=11 UZ=-3
ADD=12 UZ=-3
ADD=13 UZ=-3
ADD=14 UZ=-3

```

OUTPUT

```

ELEM=JOINT TYPE=DISP LOAD=VERT
ELEM=JOINT TYPE=APPL LOAD=VERT
ELEM=FRAME TYPE=FORCE LOAD=VERT
ELEM=FRAME TYPE=JOINTF LOAD=VERT

```

END

```

; The following data is not required for analysis. It is written here as a backup.
; This data will be used for graphics and design if this file is imported.
; If changes are made to the analysis data above, then the following data
; should be checked for consistency.
; Any errors in importing the following data are ignored without warning.

```

SAP2000 V6.10 SUPPLEMENTAL DATA

```

GRID GLOBAL X "1" -9
GRID GLOBAL X "2" 0
GRID GLOBAL X "3" 9
GRID GLOBAL Y "4" 0
GRID GLOBAL Z "5" -6
GRID GLOBAL Z "6" 0
GRID GLOBAL Z "7" 4.5
MATERIAL STEEL FY 25310.5
MATERIAL CONC FYREBAR 42184.18 FYSHEAR 28122.78 FC 2812.278 FCSHEAR 2812.278
STATICLOAD VERT TYPE OTHER
END SUPPLEMENTAL DATA

```

S A P 2 0 0 0
 Structural Analysis Programs
 Version 6.10
 Copyright (C) 1978-1997
 COMPUTERS AND STRUCTURES, INC.
 All rights reserved

This copy of SAP2000 is for the exclusive use of

THE LICENSEE

Unauthorized use is in violation of federal copyright laws

It is the responsibility of the user to verify all
 results produced by this program

18 Mar 2000 15:10:44

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 1
 PROGRAM: SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo7.EKO

S Y S T E M D A T A

STEADY STATE LOAD FREQUENCY - - - - - 0.0000E+00
 LENGTH UNITS - - - - - M
 FORCE UNITS - - - - - TON
 UP DIRECTION - - - - - +Z
 GLOBAL DEGREES OF FREEDOM - - - - - UX
 - - - - - UZ
 - - - - - RY
 PAGINATION BY - - - - - LINES
 NUMBER OF LINES PER PAGE - - - - - 59
 INCLUDE WARNING MESSAGES IN OUTPUT FILE - - Y

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 2
 PROGRAM: SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo7.EKO

G E N E R A T E D J O I N T C O O R D I N A T E S

JOINT	X	Y	Z
1	-9.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	4.500
5	9.000	0.000	0.000
7	-6.000	0.000	0.000
8	-3.000	0.000	0.000
9	3.000	0.000	0.000
10	6.000	0.000	0.000
11	-6.000	0.000	1.500
12	-3.000	0.000	3.000
13	6.000	0.000	1.500
14	3.000	0.000	3.000
17	-9.000	0.000	-6.000
18	9.000	0.000	-6.000

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 3
 PROGRAM: SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo7.EKO

P A T T E R N S

PATTERN JOINT VALUE
 DEFAULT

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 4
 PROGRAM: SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo7.EKO

R E S T R A I N T D A T A

JOINT	U1	U2	U3	R1	R2	R3
1		U2		R1		R3
3		U2		R1		R3
4		U2		R1		R3
5		U2		R1		R3
7		U2		R1		R3
8		U2		R1		R3
9		U2		R1		R3
10		U2		R1		R3
11		U2		R1		R3
12		U2		R1		R3
13		U2		R1		R3
14		U2		R1		R3
17	U1	U2	U3	R1	R2	R3
18	U1	U2	U3	R1	R2	R3

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 5
 PROGRAM: SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo7.EKO

M A T E R I A L P R O P E R T Y D A T A

MAT LABEL	NUMBER	WEIGHT PER UNIT VOL	MASS PER UNIT VOL	DESIGN CODE
STEEL	1	0.7833E+01	0.7981E+00	S
CONC	1	0.2403E+01	0.2448E+00	C
ACERO	1	0.2403E+01	0.2448E+00	N
CONCRETO	1	0.7833E+01	0.7981E+00	N

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 6
PROGRAM: SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo7.EKO

TEMPERATURE DEPENDENT DATA

MATERIAL PROPERTIES

MAT LABEL	TEMP	MODULUS OF ELASTICITY			SHEAR MODULII		
		E1	E2	E3	G12	G13	G23
STEEL	0.00	0.204E+08	0.204E+08	0.204E+08	0.784E+07	0.784E+07	0.784E+07
CONC	0.00	0.253E+07	0.253E+07	0.253E+07	0.105E+07	0.105E+07	0.105E+07
ACERO	0.00	0.200E+08	0.200E+08	0.200E+08	0.769E+07	0.769E+07	0.769E+07
CONCRETO	0.00	0.180E+07	0.180E+07	0.180E+07	0.720E+06	0.720E+06	0.720E+06

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 7
PROGRAM: SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo7.EKO

TEMPERATURE DEPENDENT DATA

THERMAL EXPANSION COEFFICIENTS

MAT LABEL	TEMP	COEFFICIENTS OF THERMAL EXPANSION					
		A1	A2	A3	A12	A13	A23
STEEL	0.00	0.117E-04	0.117E-04	0.117E-04	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
CONC	0.00	0.990E-05	0.990E-05	0.990E-05	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
ACERO	0.00	0.990E-05	0.990E-05	0.990E-05	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
CONCRETO	0.00	0.117E-04	0.117E-04	0.117E-04	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 8
PROGRAM: SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo7.EKO

TEMPERATURE DEPENDENT DATA

MATERIAL PROPERTIES

MAT LABEL	TEMP	POISSONS RATIO														
		U12	U13	U23	U14	U24	U34	U15	U25	U35	U45	U16	U26	U36	U46	U56
STEEL	0.00	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CONC	0.00	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ACERO	0.00	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CONCRETO	0.00	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 9
PROGRAM: SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo7.EKO

MATERIAL PROPERTIES

MAT LABEL	TEMP	YIELD FY
CONC	0.00	36.00

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 10
PROGRAM: SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo7.EKO

FRAME SECTION PROPERTY DATA - PRISMATIC

SECTION LABEL	SHAPE TYPE	DEPTH	FLANGE	FLANGE	WEB	FLANGE	FLANGE
			WIDTH TOP	THICK TOP	THICK	WIDTH BOTTOM	THICK BOTTOM
FSEC1	R	0.500	0.300				
FSEC2	G						
FSEC3	R	0.500	0.500				

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 11
PROGRAM: SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo7.EKO

FRAME SECTION PROPERTY DATA - PRISMATIC

SECTION LABEL	AXIAL AREA	TORSIONAL CONSTANT	MOMENTS OF INERTIA		SHEAR AREA A2	AREAS A3
			I33	I22		
FSEC1	0.150E+00	0.282E-02	0.313E-02	0.113E-02	0.125E+00	0.125E+00

FSEC2 0.500E-02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00
 FSEC3 0.250E+00 0.880E-02 0.521E-02 0.521E-02 0.208E+00 0.208E+00

CSI / SAP2000 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 12
 PROGRAM:SAP2000/FILE:\Mlsdocumentos\cursosap2000\ejemplo7.EKO

FRAME SECTION PROPERTY DATA - PRISMATIC

SECTION LABEL	MAT LABEL	ADDITIONAL MASS PER LENGTH	ADDITIONAL WEIGHT PER LENGTH
FSEC1	STEEL	0.000E+00	0.000E+00
FSEC2	ACERO	0.000E+00	0.000E+00
FSEC3	CONCRETO	0.000E+00	0.000E+00

CSI / SAP2000 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 13
 PROGRAM:SAP2000/FILE:\Mlsdocumentos\cursosap2000\ejemplo7.EKO

FRAME ELEMENT DATA

ELEMENT LABEL	JOINT END-I	JOINT END-J	ELEMENT LENGTH	END-OFFSET-LENGTHS END-I	END-OFFSET-LENGTHS END-J	RIGID-END FACTOR	NUMBER OF SEGMENTS
2	3	4	4.500	0.000	0.000	0.0000	2
12	1	7	3.000	0.000	0.000	0.0000	4
13	7	8	3.000	0.000	0.000	0.0000	4
14	8	3	3.000	0.000	0.000	0.0000	4
15	3	9	3.000	0.000	0.000	0.0000	4
16	9	10	3.000	0.000	0.000	0.0000	4
17	10	5	3.000	0.000	0.000	0.0000	4
18	1	11	3.354	0.000	0.000	0.0000	2
19	11	12	3.354	0.000	0.000	0.0000	2
20	12	4	3.354	0.000	0.000	0.0000	2
21	5	13	3.354	0.000	0.000	0.0000	2
22	13	14	3.354	0.000	0.000	0.0000	2
23	14	4	3.354	0.000	0.000	0.0000	2
24	7	11	1.500	0.000	0.000	0.0000	2
25	11	8	3.354	0.000	0.000	0.0000	2
26	8	12	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
27	12	3	4.243	0.000	0.000	0.0000	2
28	3	14	4.243	0.000	0.000	0.0000	2
29	14	9	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
30	9	13	3.354	0.000	0.000	0.0000	2
31	10	13	1.500	0.000	0.000	0.0000	2
33	17	1	6.000	0.000	0.000	0.0000	2
34	18	5	6.000	0.000	0.000	0.0000	2

CSI / SAP2000 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 14
 PROGRAM:SAP2000/FILE:\Mlsdocumentos\cursosap2000\ejemplo7.EKO

FRAME ELEMENT DATA

ELEMENT LABEL	SECTION LABEL	LOCAL PLANE	COORD SYSTEM	PLN 1ST	PLN 2ND	PLANE JOINTA	PLANE JOINTB	COORD ANGLE
2	FSEC2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
12	FSEC2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
13	FSEC2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
14	FSEC2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
15	FSEC2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
16	FSEC2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
17	FSEC2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
18	FSEC2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
19	FSEC2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
20	FSEC2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
21	FSEC2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
22	FSEC2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
23	FSEC2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
24	FSEC2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
25	FSEC2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
26	FSEC2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
27	FSEC2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
28	FSEC2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
29	FSEC2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
30	FSEC2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
31	FSEC3	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
33	FSEC3	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
34	FSEC3	12	0	+Z	+X	0	0	0.00

CSI / SAP2000 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 15
 PROGRAM:SAP2000/FILE:\Mlsdocumentos\cursosap2000\ejemplo7.EKO

FRAME ELEMENT DATA

ELEMENT LABEL	END-I RELEASE CODES	END-J RELEASE CODES
2		R3
12		R3
13		R3
14		R3
15		R3
16		R3
17		R3

18	R3	R3
19	R3	R3
20	R3	R3
21	R3	R3
22	R3	R3
23	R3	R3
24	R3	R3
25	R3	R3
26	R3	R3
27	R3	R3
28	R3	R3
29	R3	R3
30	R3	R3
31	R3	R3

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 16
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo7.EKO

T O T A L W E I G H T S A N D M A S S E S

SECTION LABEL	WEIGHT	MASS
FSEC2	0.8027	0.0818
FSEC3	23.5002	2.3943
TOTAL	24.3029	2.4761

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 17
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo7.EKO

L O A D C O N D I T I O N V E R T

SELF-WEIGHT MULTIPLIER FOR ENTIRE STRUCTURE = 0.0000E+00

J O I N T F O R C E S I N L O C A L C O O R D I N A T E S

J O I N T LABEL	F O R C E 1	F O R C E 2	F O R C E 3	M O M E N T 1	M O M E N T 2	M O M E N T 3
4	0.000E+00	0.000E+00	-0.300E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
11	0.000E+00	0.000E+00	-0.300E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
12	0.000E+00	0.000E+00	-0.300E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
13	0.000E+00	0.000E+00	-0.300E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
14	0.000E+00	0.000E+00	-0.300E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 18
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo7.EKO

O U T P U T S E L E C T I O N

D I S P L A C E M E N T S A T J O I N T S

LOAD LABEL	MODES	SPEC LABEL	HIST LABEL	MOVE LABEL	COMB LABEL
------------	-------	------------	------------	------------	------------

V E R T

A P P L I E D A N D I N T E R N A L L O A D S A T J O I N T S

LOAD LABEL	MODES	SPEC LABEL	HIST LABEL	MOVE LABEL	COMB LABEL
------------	-------	------------	------------	------------	------------

V E R T

I N T E R N A L F O R C E S A T E L E M E N T F R A M E

LOAD LABEL	MODES	SPEC LABEL	HIST LABEL	MOVE LABEL	COMB LABEL
------------	-------	------------	------------	------------	------------

V E R T

J O I N T F O R C E S A T E L E M E N T F R A M E

LOAD LABEL	MODES	SPEC LABEL	HIST LABEL	MOVE LABEL	COMB LABEL
------------	-------	------------	------------	------------	------------

V E R T

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 19
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo7.EKO

I N P U T C O M P L E T E

B E G I N A N A L Y S I S P H A S E 2000/03/18 15:10:46

MEMORY AVAILABLE FOR DATA (BYTES) - 1000000

J O I N T E L E M E N T F O R M A T I O N 15:10:46

NUMBER OF JOINT ELEMENTS FORMED - 5
NUMBER OF SPRING ELEMENTS FORMED - 0

F R A M E E L E M E N T F O R M A T I O N 15:10:46

NUMBER OF FRAME ELEMENTS FORMED - 23

E Q U A T I O N S O L U T I O N 15:10:47

TOTAL NUMBER OF EQUILIBRIUM EQUATIONS = 26
APPROXIMATE "EFFECTIVE" BAND WIDTH = 4

NUMBER OF EQUATION STORAGE BLOCKS = 1
MAXIMUM BLOCK SIZE (NUMBER OF TERMS) = 116
SIZE OF STIFFNESS FILE (BYTES) = 1048

NUMBER OF EQUATIONS TO SOLVE = 26
NUMBER OF STATIC LOAD CASES = 1
NUMBER OF ACCELERATION LOADS = 3
NUMBER OF NONLINEAR DEFORMATION LOADS = 0

J O I N T O U T P U T 15:10:48

G L O B A L F O R C E B A L A N C E R E L A T I V E E R R O R S

PERCENT FORCE AND MOMENT ERROR AT THE ORIGIN, IN GLOBAL COORDINATES

LOAD	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
VERT	3.51E-14	.000000	1.66E-13	.000000	6.77E-14	.000000

E L E M E N T J O I N T - F O R C E O U T P U T 15:10:48

NUMBER OF FRAME ELEMENTS SAVED - 23

F R A M E E L E M E N T O U T P U T 15:10:49

NUMBER OF FRAME ELEMENTS SAVED - 23
NUMBER OF FRAME ELEMENTS PRINTED - 23

A N A L Y S I S C O M P L E T E 2000/03/18 15:10:49

S A P 2 0 0 0 (R)

Structural Analysis Programs

Version E6.10

Copyright (C) 1978-1997
COMPUTERS AND STRUCTURES, INC.
All rights reserved

This copy of SAP2000 is for the exclusive use of

THE LICENSEE

Unauthorized use is in violation of Federal copyright laws

It is the responsibility of the user to verify all
results produced by this program

18 Mar 2000 15:10:46

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO7.OUT
EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED PAGE

DISPLACEMENT DEGREES OF FREEDOM

(A) = Active DOF, equilibrium equation
(-) = Restrained DOF, reaction computed
(*) = Constrained DOF
() = Null DOF

JOINTS	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
1	A		A		A	
3 TO	4	A	A			
5		A	A		A	
7 TO	14	A	A			
17 TO	18	-	-			

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO7.OUT
EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED PAGE

JOINT DISPLACEMENTS

TRANSLATIONS AND ROTATIONS, IN GLOBAL COORDINATES

LOAD VERT -----

JOINT	UX	UZ	RY
1	-0.001245	-0.000100	-0.000310
3	-3.99E-17	-0.005860	.000000
4	-4.17E-17	-0.005610	.000000
5	0.001245	-0.000100	0.000310
7	-0.000800	-0.004571	.000000
6	-0.000355	-0.005753	.000000
9	0.000355	-0.005753	.000000
10	0.000800	-0.004571	.000000
11	0.000361	-0.004571	.000000
12	0.000426	-0.005708	.000000
13	-0.000361	-0.004571	.000000
14	-0.000426	-0.005708	.000000
17	.000000	.000000	.000000
18	.000000	.000000	.000000

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO7.OUT
EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED PAGE

APPLIED LOADS

FORCES AND MOMENTS ACTING ON JOINTS, IN GLOBAL COORDINATES

LOAD VERT -----

JOINT	FX	FZ	MY
4	.000000	-3.000000	.000000
11	.000000	-3.000000	.000000
12	.000000	-3.000000	.000000
13	.000000	-3.000000	.000000
14	.000000	-3.000000	.000000

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO7.OUT
EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED PAGE

GLOBAL FORCE BALANCE

TOTAL FORCE AND MOMENT AT THE ORIGIN, IN GLOBAL COORDINATES

LOAD VERT -----

	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
APPLIED	.000000	.000000	-15.000000	.000000	.000000	.000000
REACTNS	1.05E-14	.000000	15.000000	.000000	1.04E-13	.000000
TOTAL	1.05E-14	.000000	-4.97E-14	.000000	1.04E-13	.000000

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO7.OUT

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
10	.000000	.000000	-3.89E-15	.000000	.000000	.000000
13	.000000	.000000	3.89E-15	.000000	.000000	.000000

ELEM 33 -----

LOAD VERT -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
17	0.161332	.000000	7.500000	.000000	0.967990	.000000
1	-0.161332	.000000	-7.500000	.000000	-7.55E-17	.000000

ELEM 34 -----

LOAD VERT -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
18	-0.161332	.000000	7.500000	.000000	-0.967990	.000000
5	0.161332	.000000	-7.500000	.000000	-2.14E-17	.000000

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPL07.OUT
 EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED PAGE 9

FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES

ELEM 2 ----- LENGTH = 4.500000

LOAD VERT -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	6.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	6.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
1.00000	6.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000

ELEM 12 ----- LENGTH = 3.000000

LOAD VERT -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	14.838668	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.25000	14.838668	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	14.838668	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.75000	14.838668	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
1.00000	14.838668	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000

ELEM 13 ----- LENGTH = 3.000000

LOAD VERT -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	14.838668	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.25000	14.838668	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	14.838668	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.75000	14.838668	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
1.00000	14.838668	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000

ELEM 14 ----- LENGTH = 3.000000

LOAD VERT -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	11.838668	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.25000	11.838668	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	11.838668	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.75000	11.838668	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
1.00000	11.838668	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000

ELEM 15 ----- LENGTH = 3.000000

LOAD VERT -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	11.838668	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.25000	11.838668	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	11.838668	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.75000	11.838668	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
1.00000	11.838668	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPL07.OUT
 EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED PAGE 10

FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES

ELEM 16 ----- LENGTH = 3.000000

LOAD VERT -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	14.838668	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.25000	14.838668	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	14.838668	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.75000	14.838668	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
1.00000	14.838668	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000

ELEM 17 ----- LENGTH = 3.000000
 LOAD VERT -----
 REL DIST P V2 V3 T M2 M3
 0.00000 14.838668 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000
 0.25000 14.838668 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000
 0.50000 14.838668 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000
 0.75000 14.838668 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000
 1.00000 14.838668 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000

ELEM 18 ----- LENGTH = 3.354102
 LOAD VERT -----
 REL DIST P V2 V3 T M2 M3
 0.00000 -16.770510 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000
 0.50000 -16.770510 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000
 1.00000 -16.770510 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000

ELEM 19 ----- LENGTH = 3.354102
 LOAD VERT -----
 REL DIST P V2 V3 T M2 M3
 0.00000 -13.416408 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000
 0.50000 -13.416408 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000
 1.00000 -13.416408 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000

ELEM 20 ----- LENGTH = 3.354102
 LOAD VERT -----
 REL DIST P V2 V3 T M2 M3
 0.00000 -10.062306 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000
 0.50000 -10.062306 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000
 1.00000 -10.062306 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE: EJEMPLO7.OUT
 EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED PAGE
 11

FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES

ELEM 21 ----- LENGTH = 3.354102
 LOAD VERT -----
 REL DIST P V2 V3 T M2 M3
 0.00000 -16.770510 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000
 0.50000 -16.770510 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000
 1.00000 -16.770510 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000

ELEM 22 ----- LENGTH = 3.354102
 LOAD VERT -----
 REL DIST P V2 V3 T M2 M3
 0.00000 -13.416408 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000
 0.50000 -13.416408 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000
 1.00000 -13.416408 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000

ELEM 23 ----- LENGTH = 3.354102
 LOAD VERT -----
 REL DIST P V2 V3 T M2 M3
 0.00000 -10.062306 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000
 0.50000 -10.062306 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000
 1.00000 -10.062306 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000

ELEM 24 ----- LENGTH = 1.500000
 LOAD VERT -----
 REL DIST P V2 V3 T M2 M3
 0.00000 -5.55E-17 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000
 0.50000 -5.55E-17 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000
 1.00000 -5.55E-17 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000

ELEM 25 ----- LENGTH = 3.354102
 LOAD VERT -----
 REL DIST P V2 V3 T M2 M3
 0.00000 -3.354102 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000
 0.50000 -3.354102 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000
 1.00000 -3.354102 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000

ELEM 26 ----- LENGTH = 3.000000
 LOAD VERT -----
 REL DIST P V2 V3 T M2 M3
 0.00000 1.500000 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000
 0.50000 1.500000 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000

1.00000 1.500000 .000000 .000000 .000000 .000000 .000000

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10
EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED

FILE:EJEMPLO7.OUT
PAGE
12

FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES

ELEM 27 ----- LENGTH = 4.242641

LOAD VERT -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-4.242641	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	-4.242641	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
1.00000	-4.242641	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000

ELEM 28 ----- LENGTH = 4.242641

LOAD VERT -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-4.242641	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	-4.242641	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
1.00000	-4.242641	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000

ELEM 29 ----- LENGTH = 3.000000

LOAD VERT -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	1.500000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	1.500000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
1.00000	1.500000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000

ELEM 30 ----- LENGTH = 3.354102

LOAD VERT -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-3.354102	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	-3.354102	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
1.00000	-3.354102	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000

ELEM 31 ----- LENGTH = 1.500000

LOAD VERT -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	3.89E-15	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
0.50000	3.89E-15	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
1.00000	3.89E-15	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000

ELEM 33 ----- LENGTH = 6.000000

LOAD VERT -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-7.500000	-0.161332	.000000	.000000	.000000	-0.967990
0.50000	-7.500000	-0.161332	.000000	.000000	.000000	-0.483995
1.00000	-7.500000	-0.161332	.000000	.000000	.000000	4.44E-16

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10
EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED

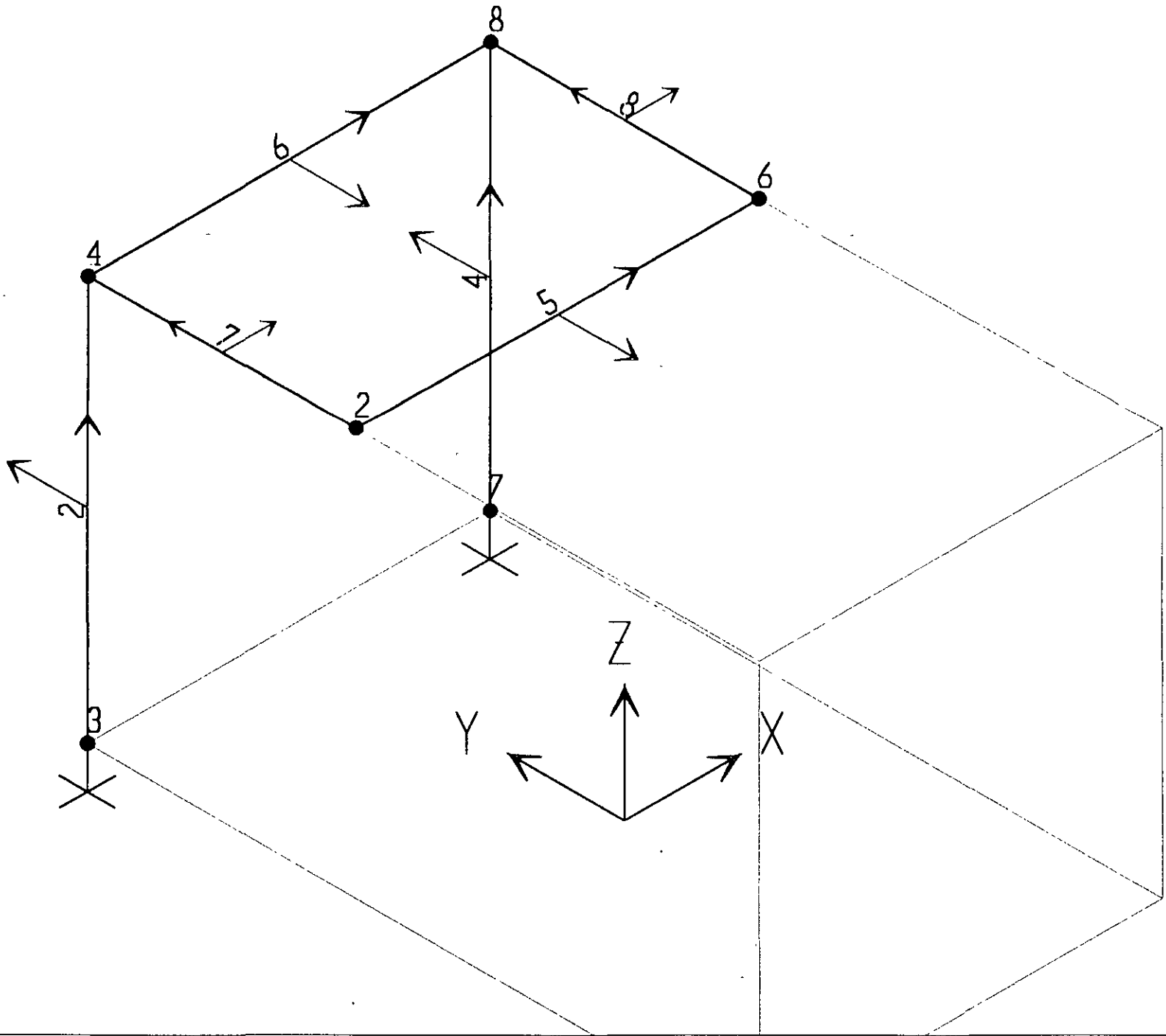
FILE:EJEMPLO7.OUT
PAGE
13

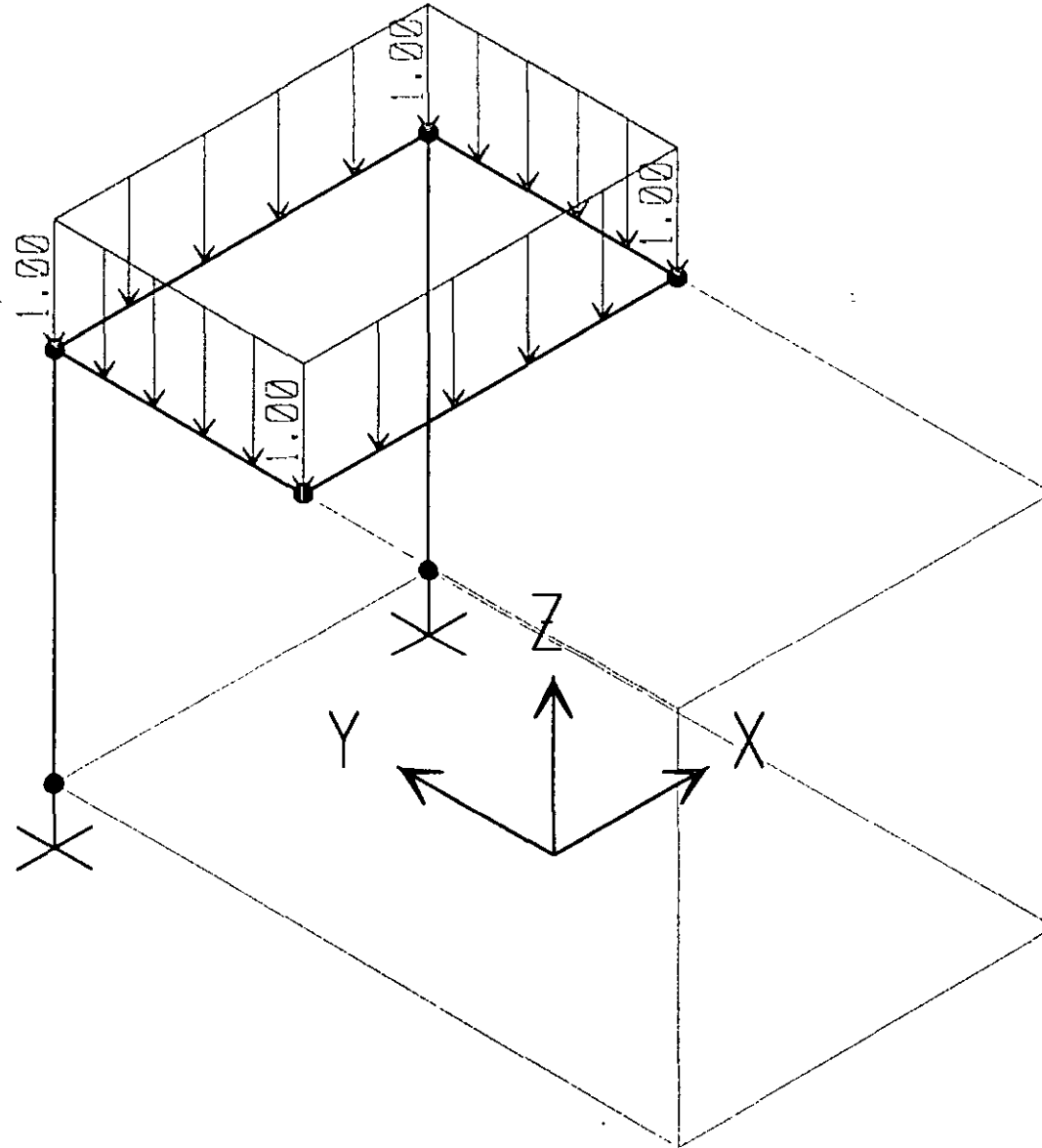
FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES

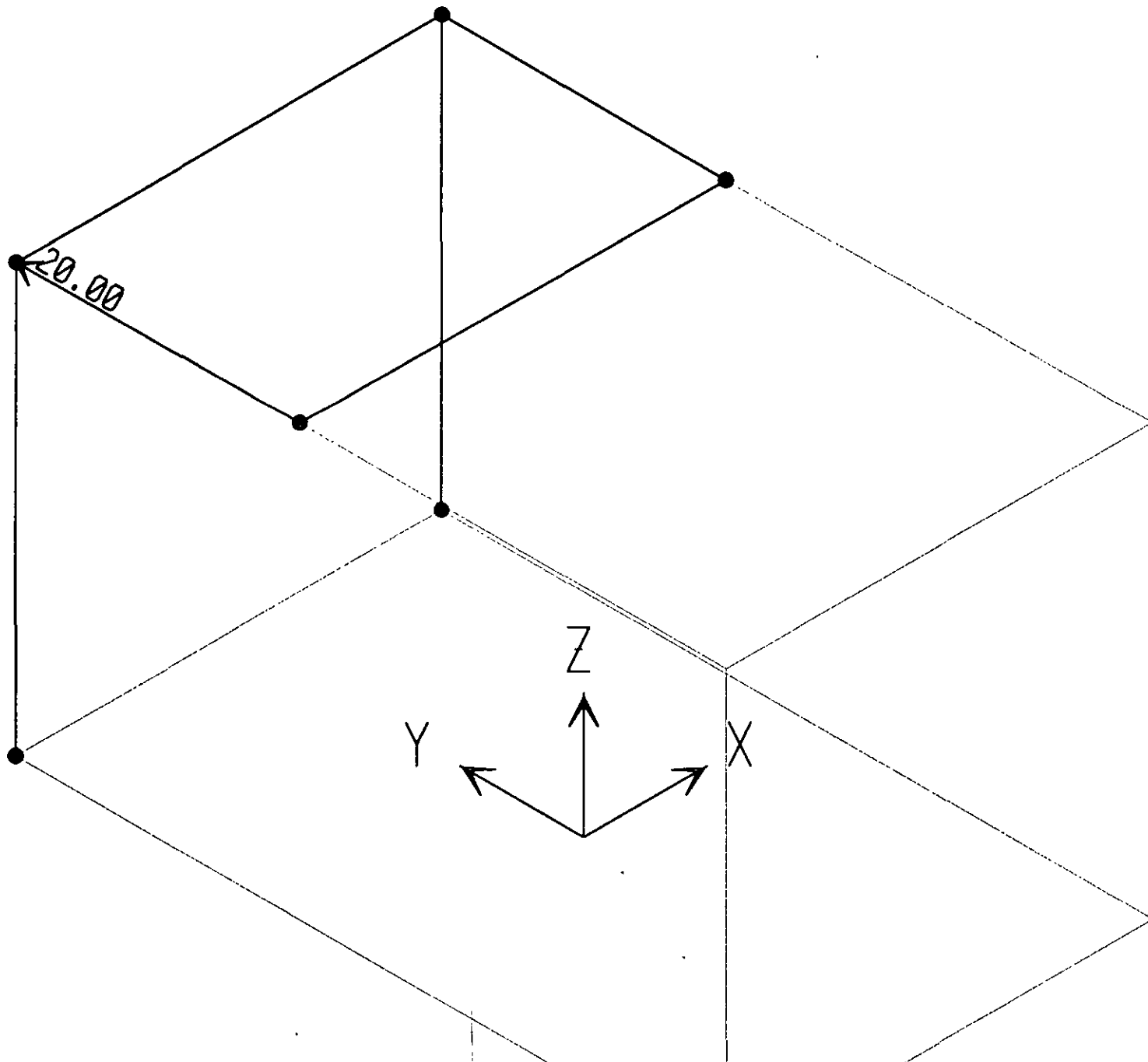
ELEM 34 ----- LENGTH = 6.000000

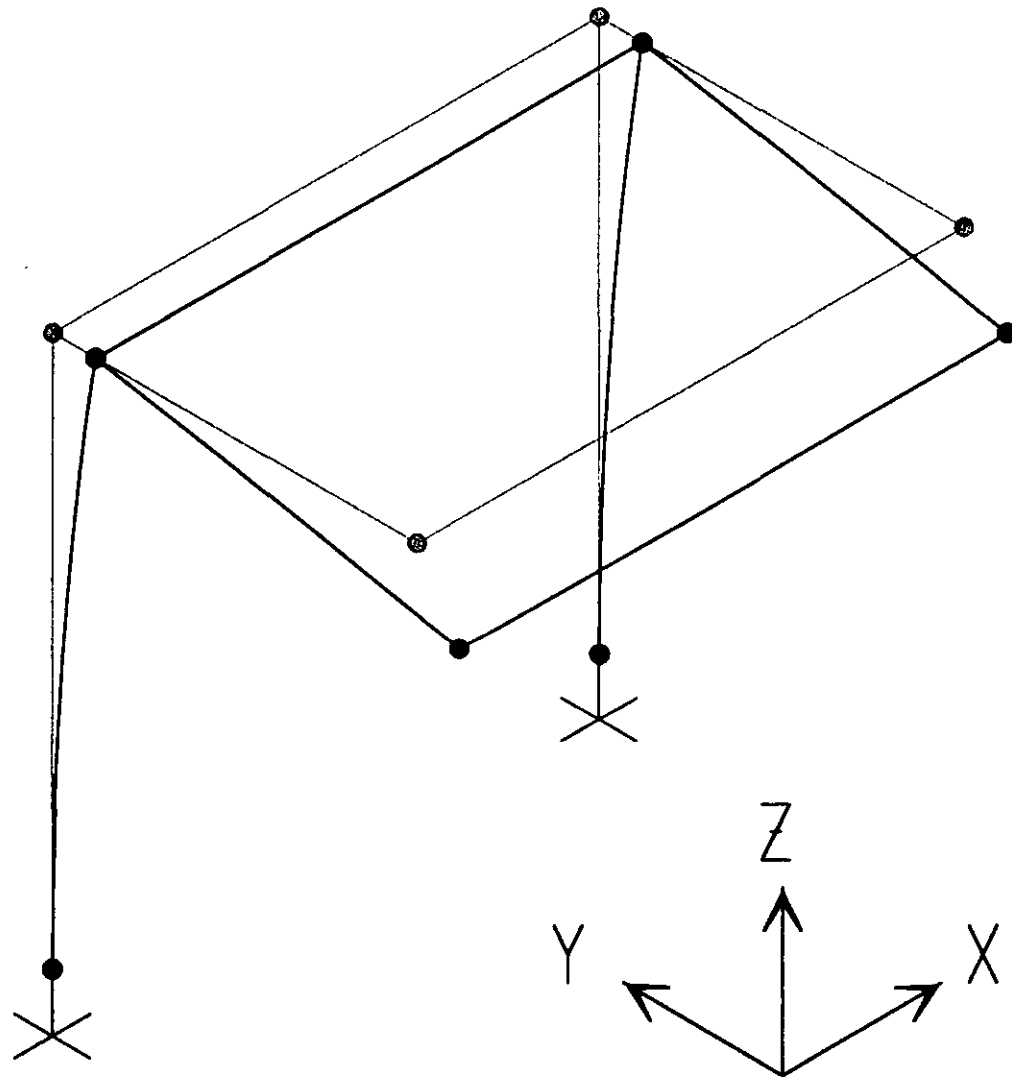
LOAD VERT -----

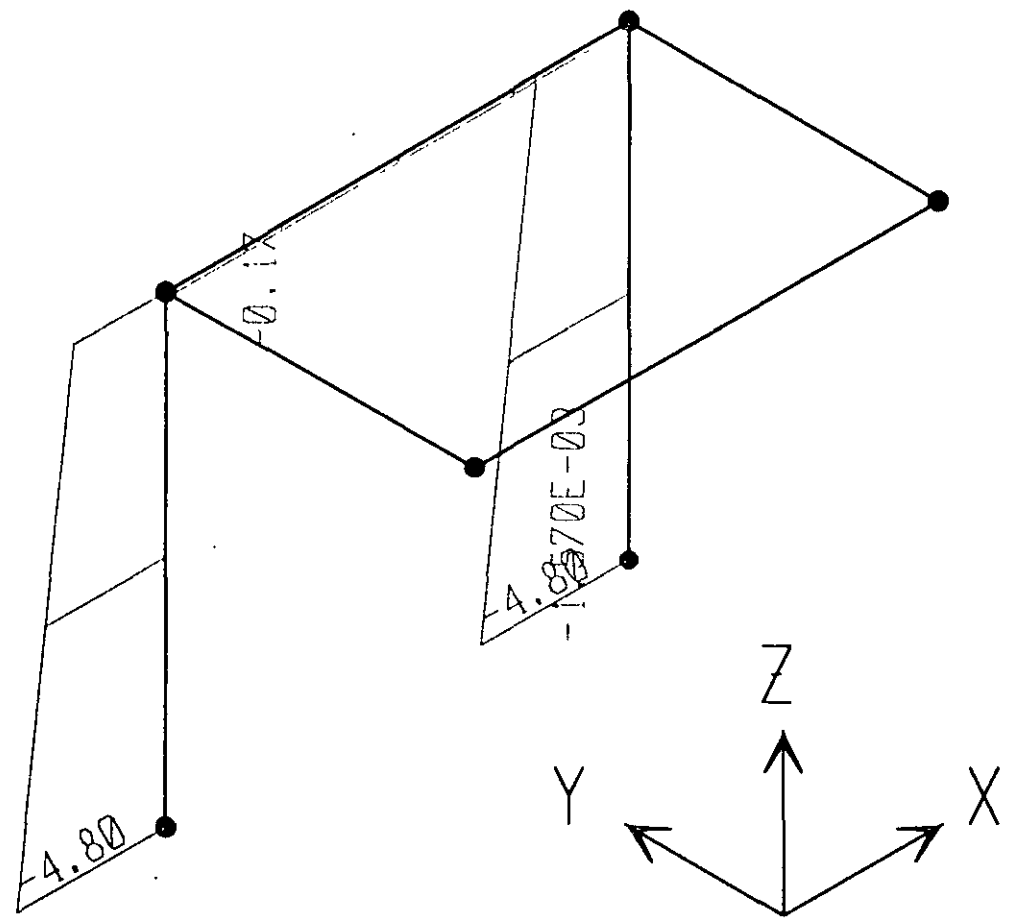
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-7.500000	0.161332	.000000	.000000	.000000	0.967990
0.50000	-7.500000	0.161332	.000000	.000000	.000000	0.483995
1.00000	-7.500000	0.161332	.000000	.000000	.000000	-1.39E-16

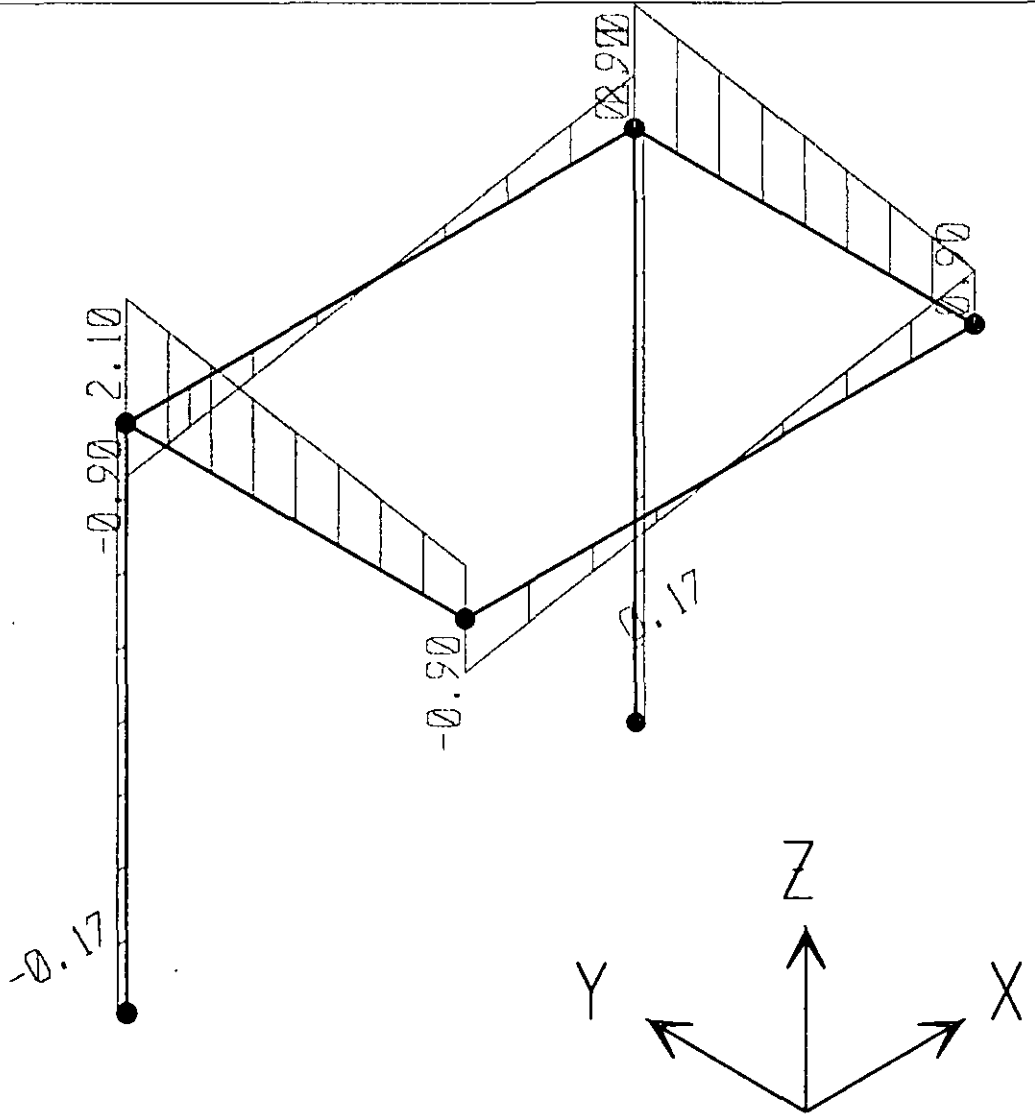


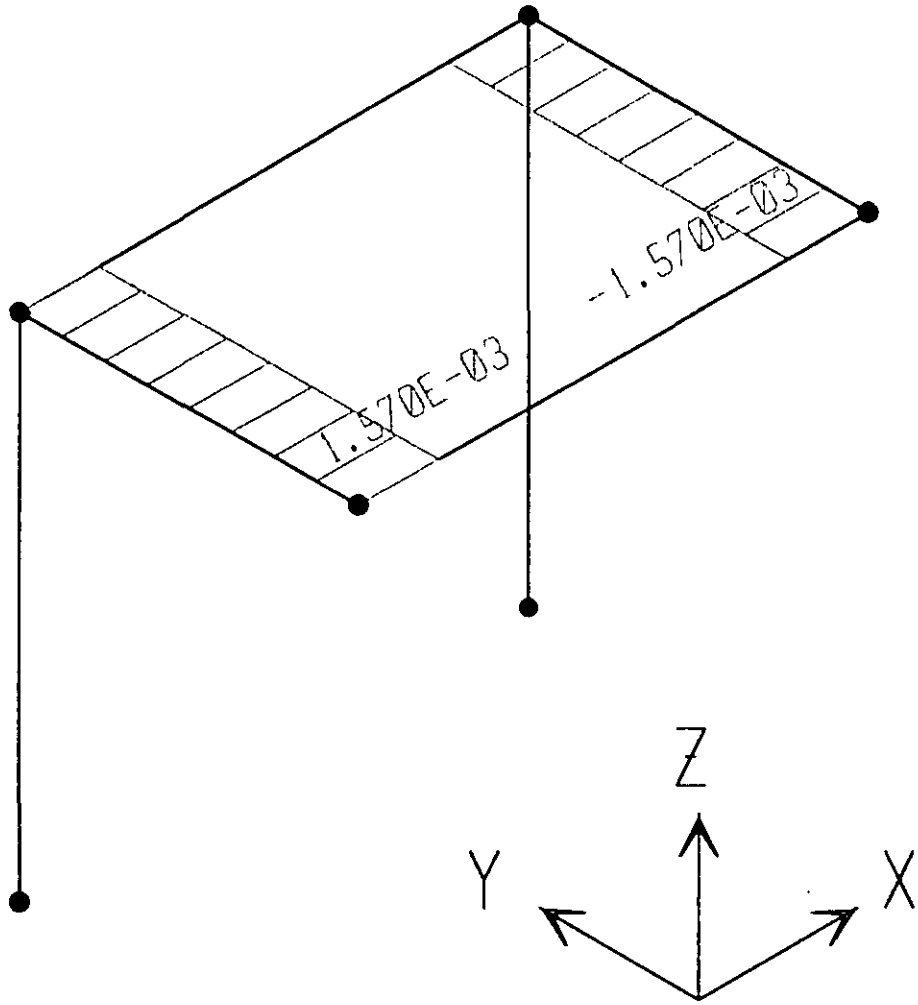


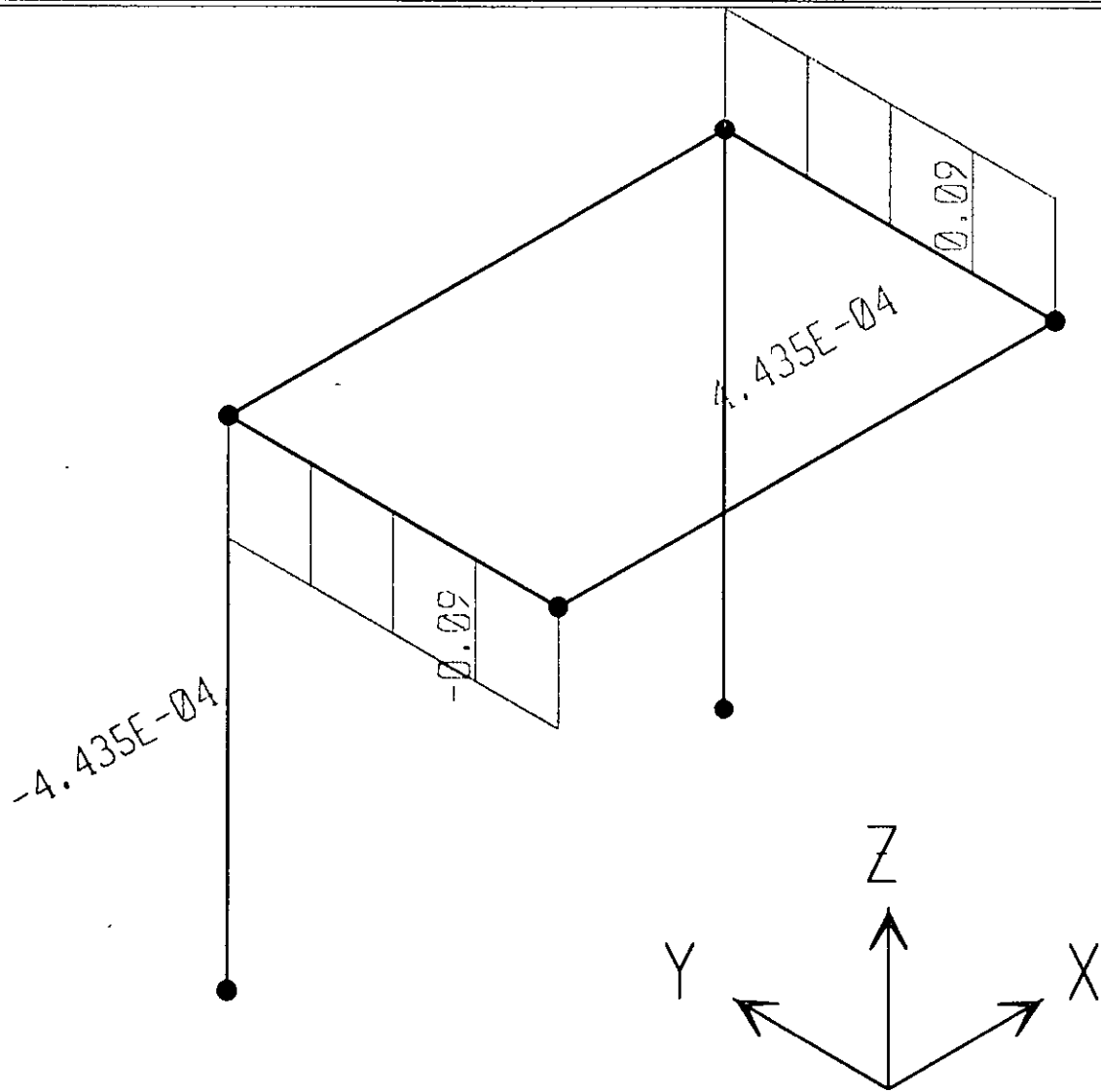


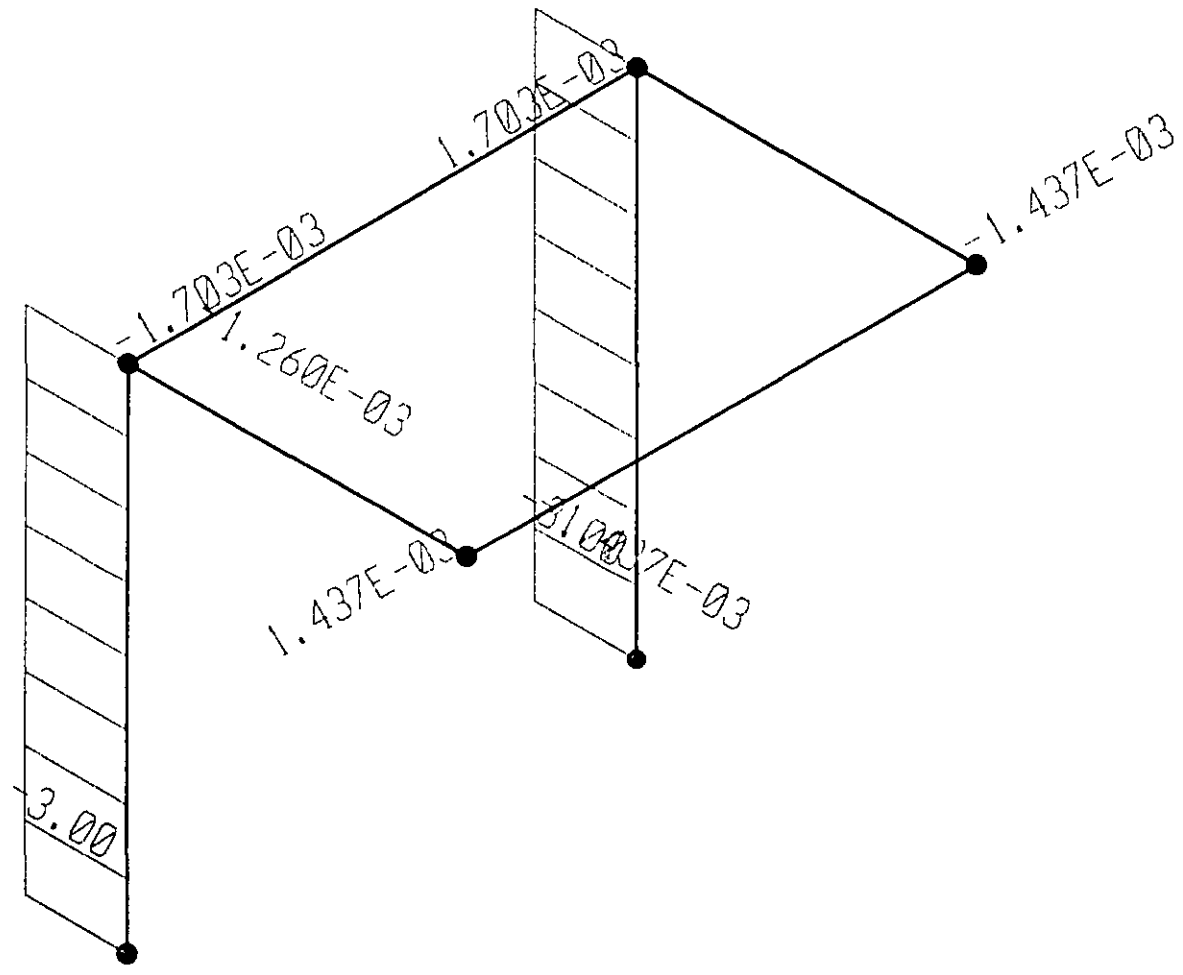


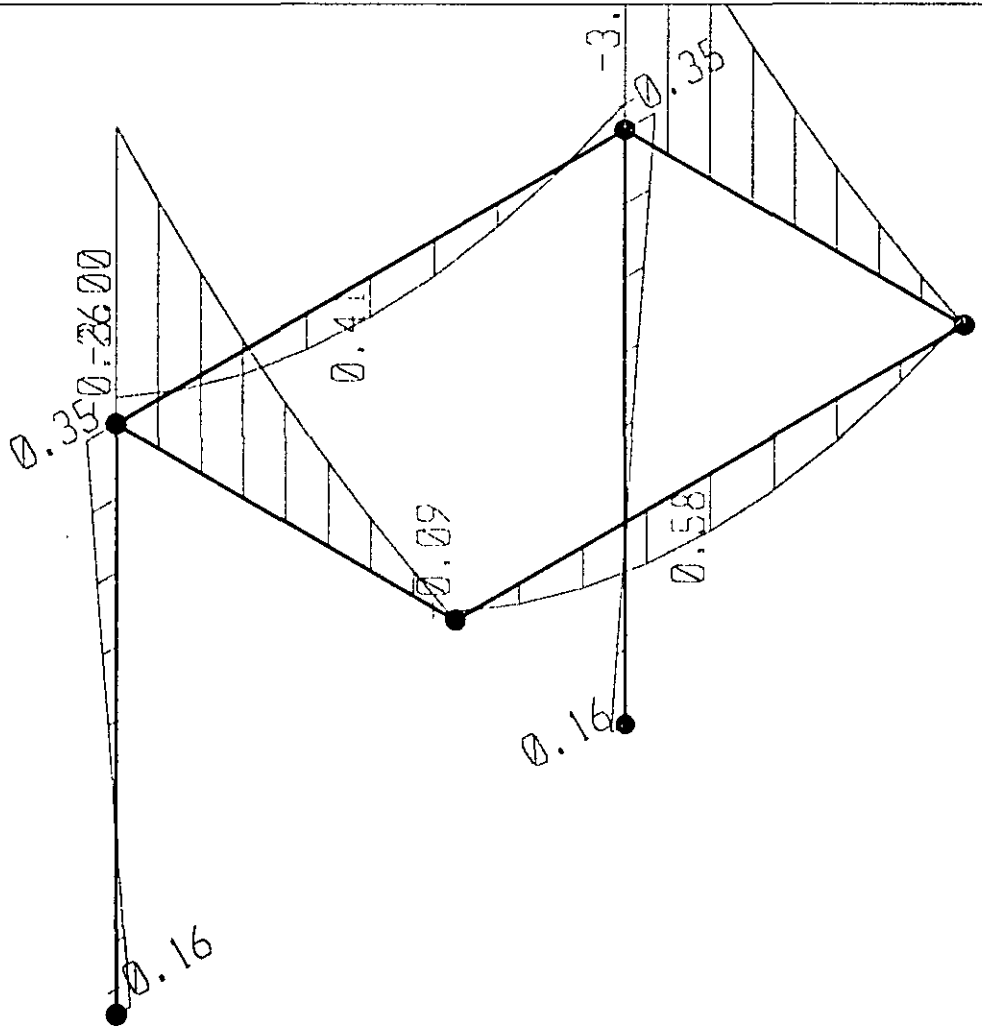


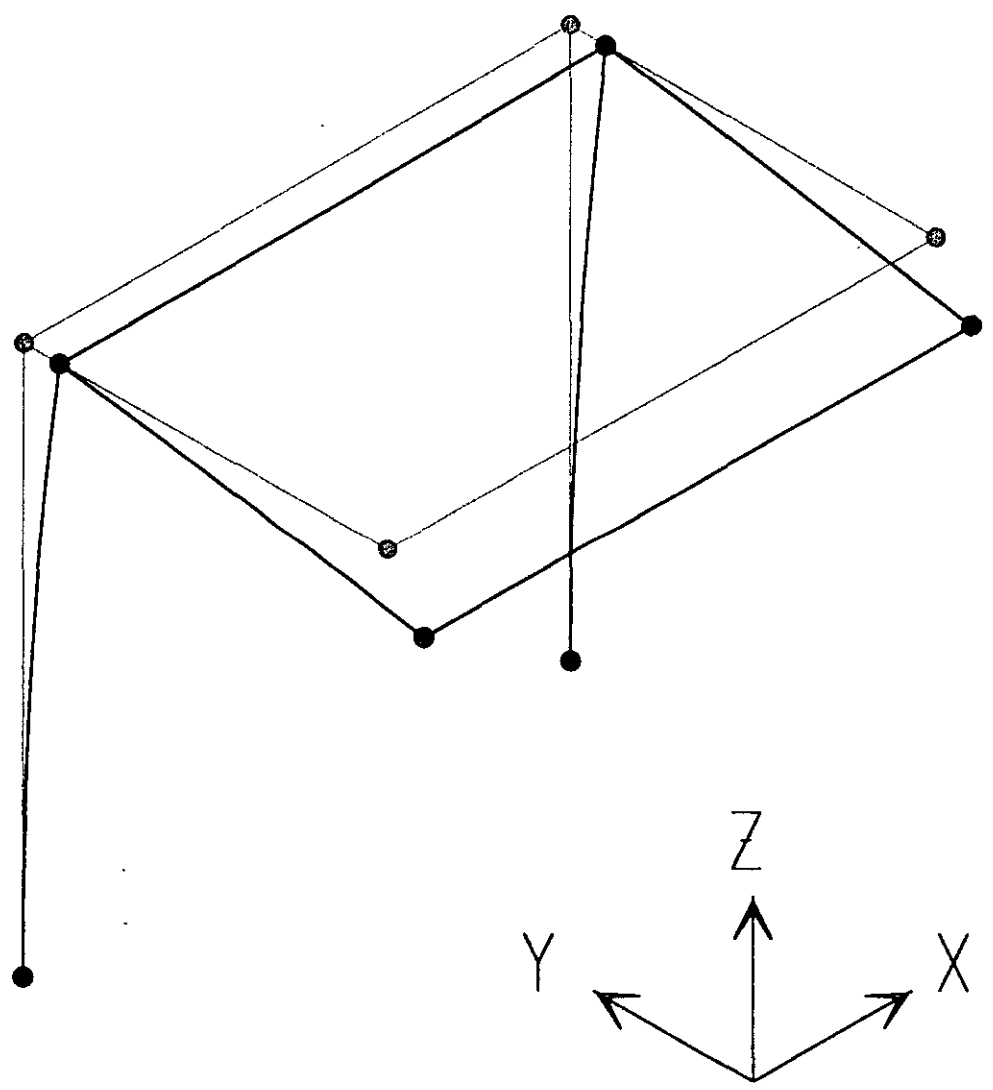


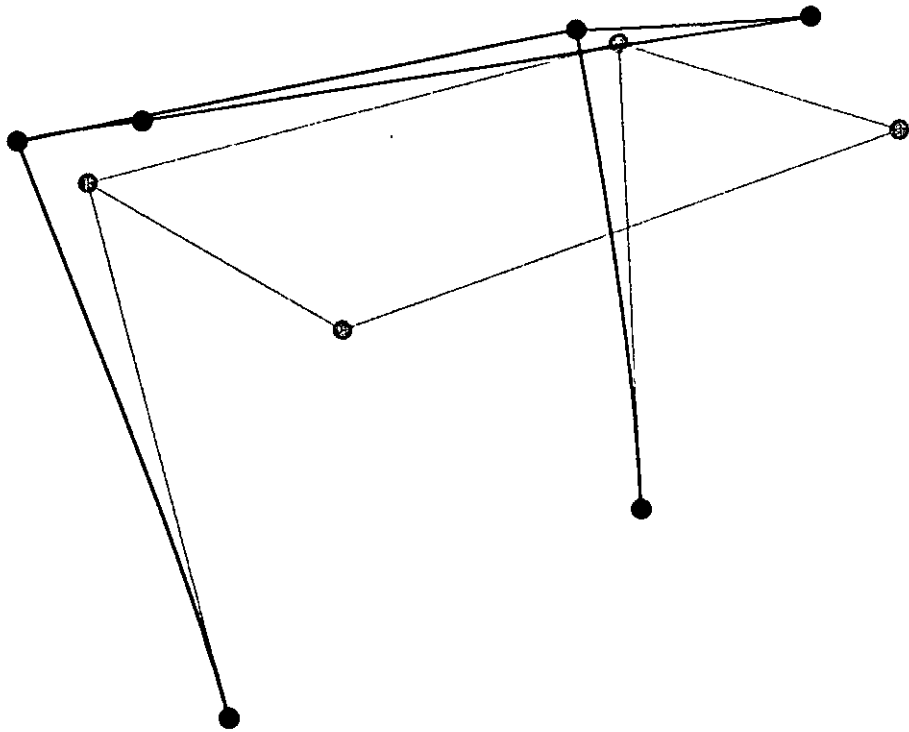


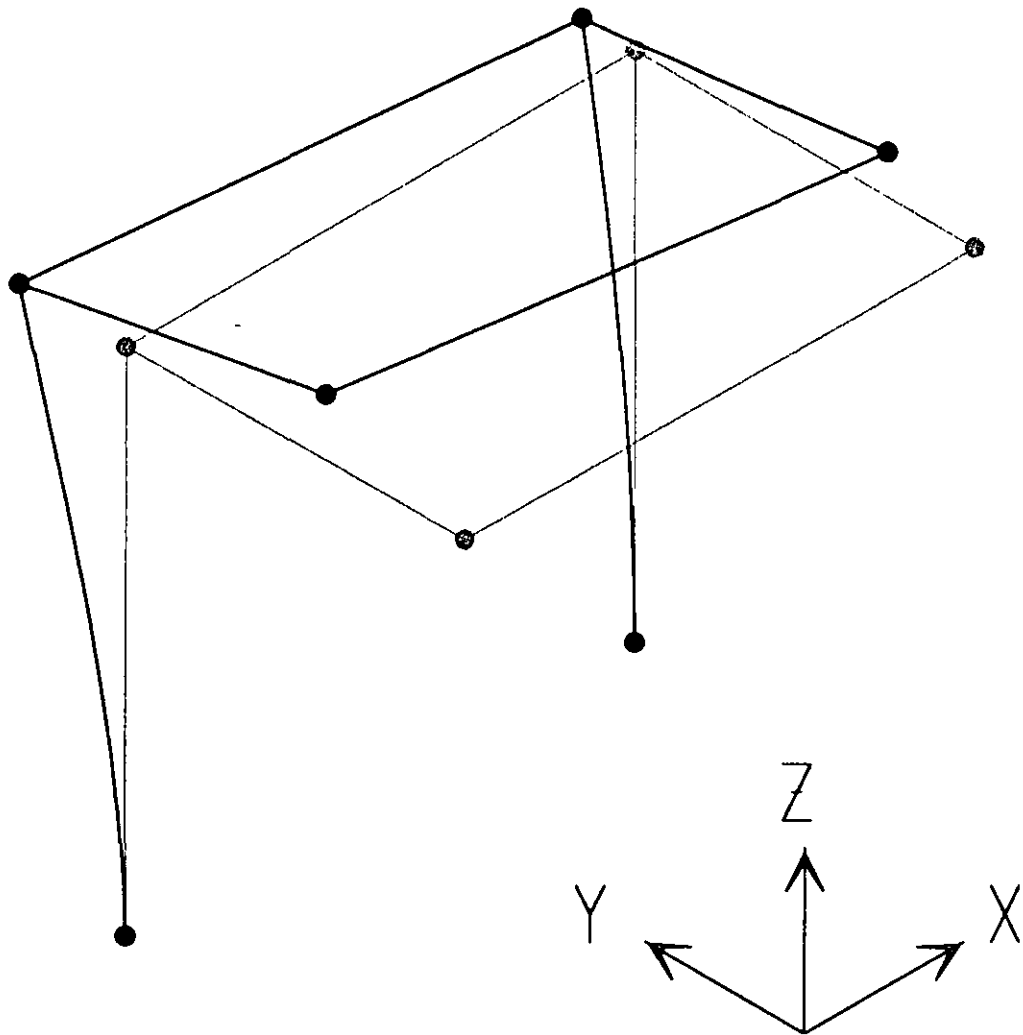


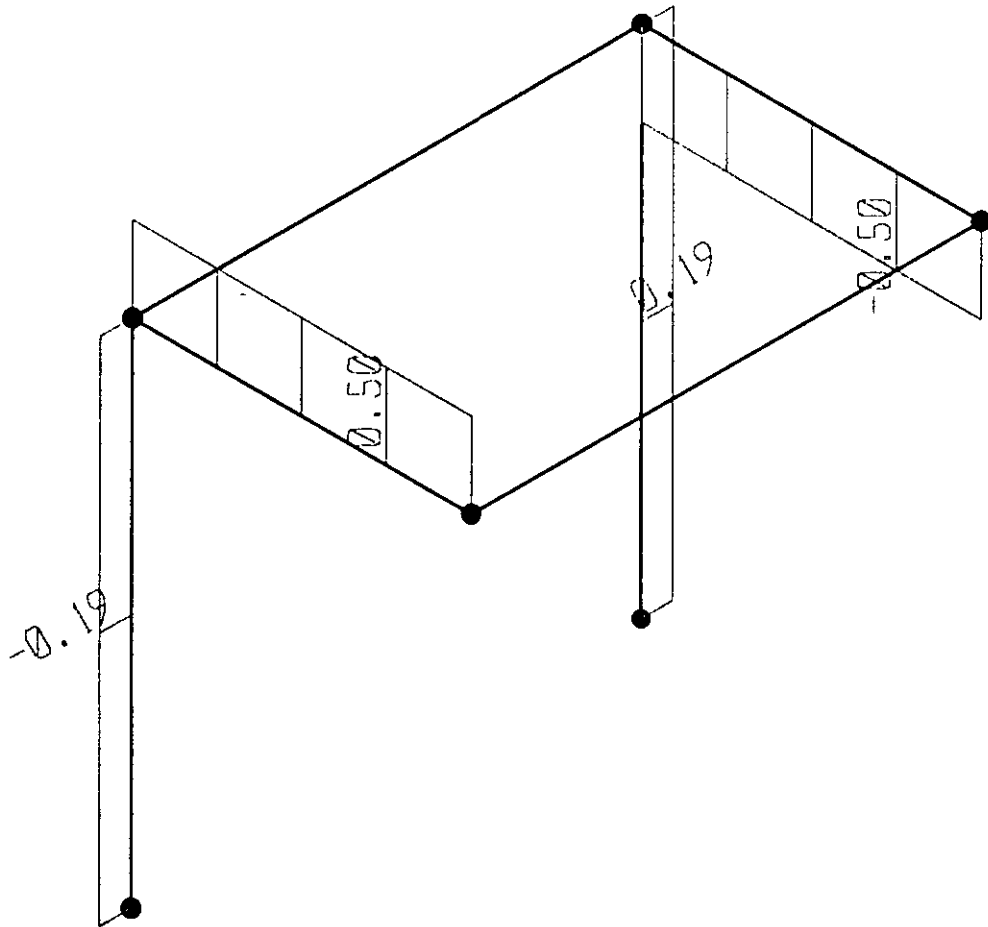


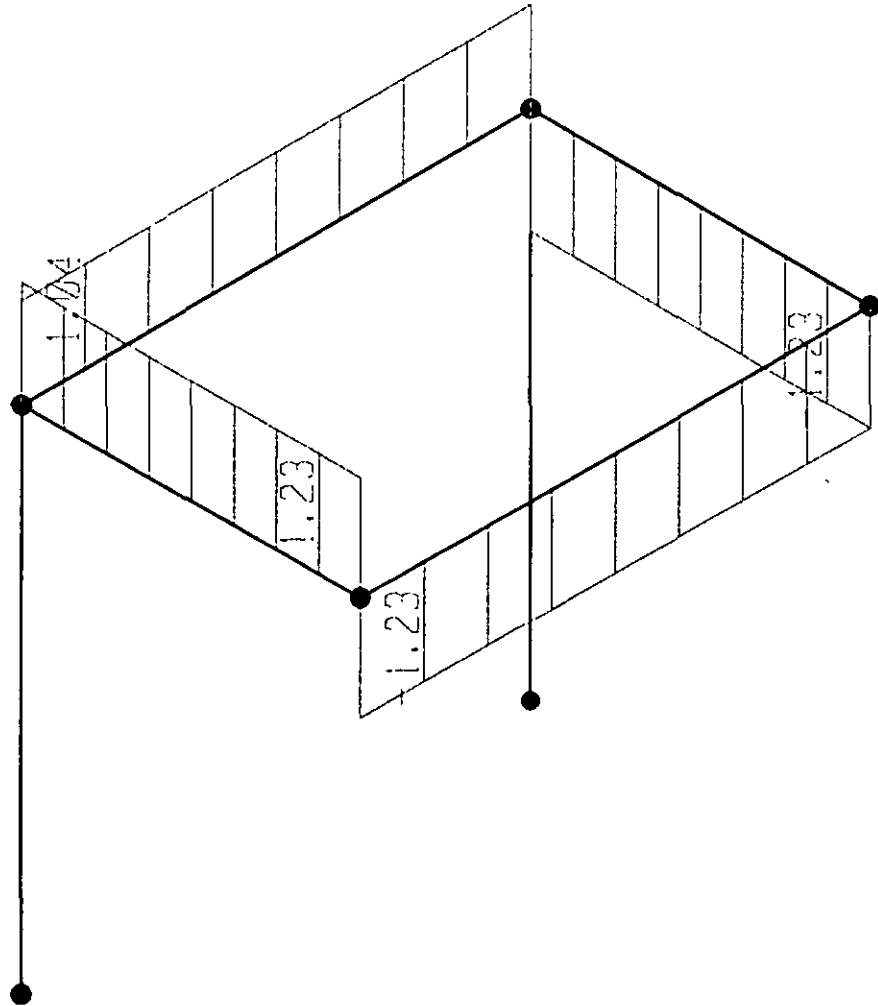


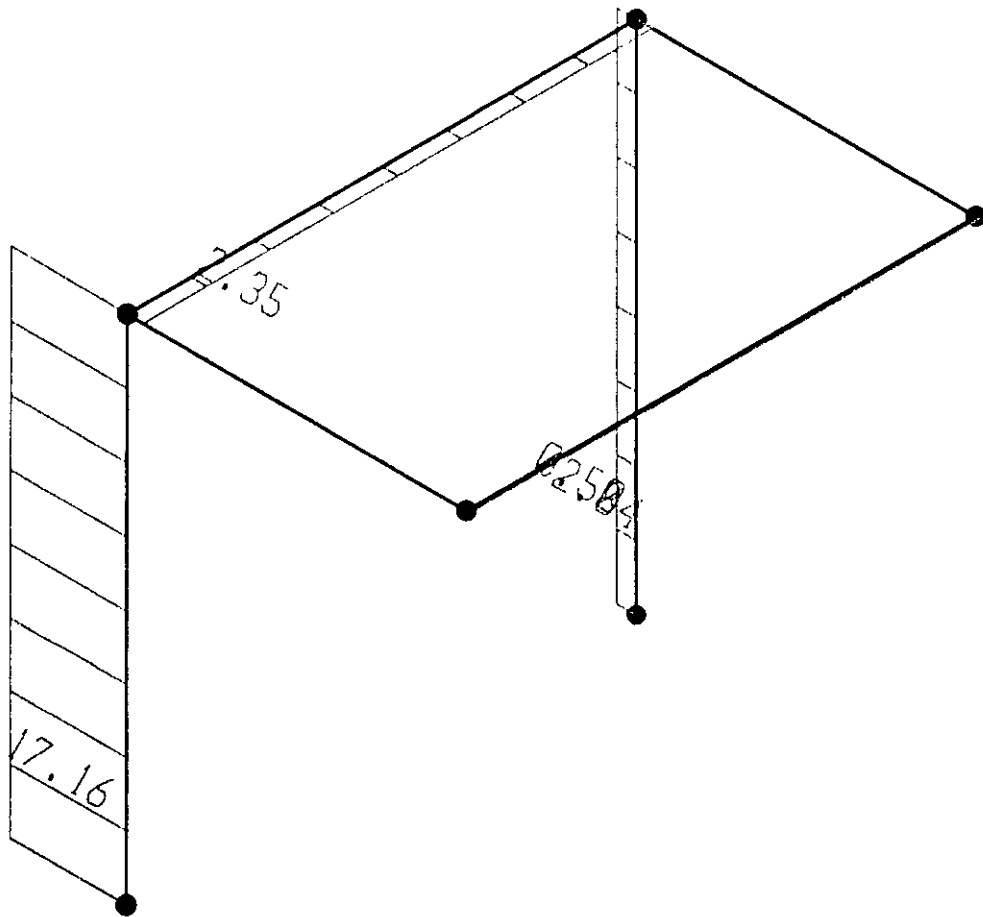


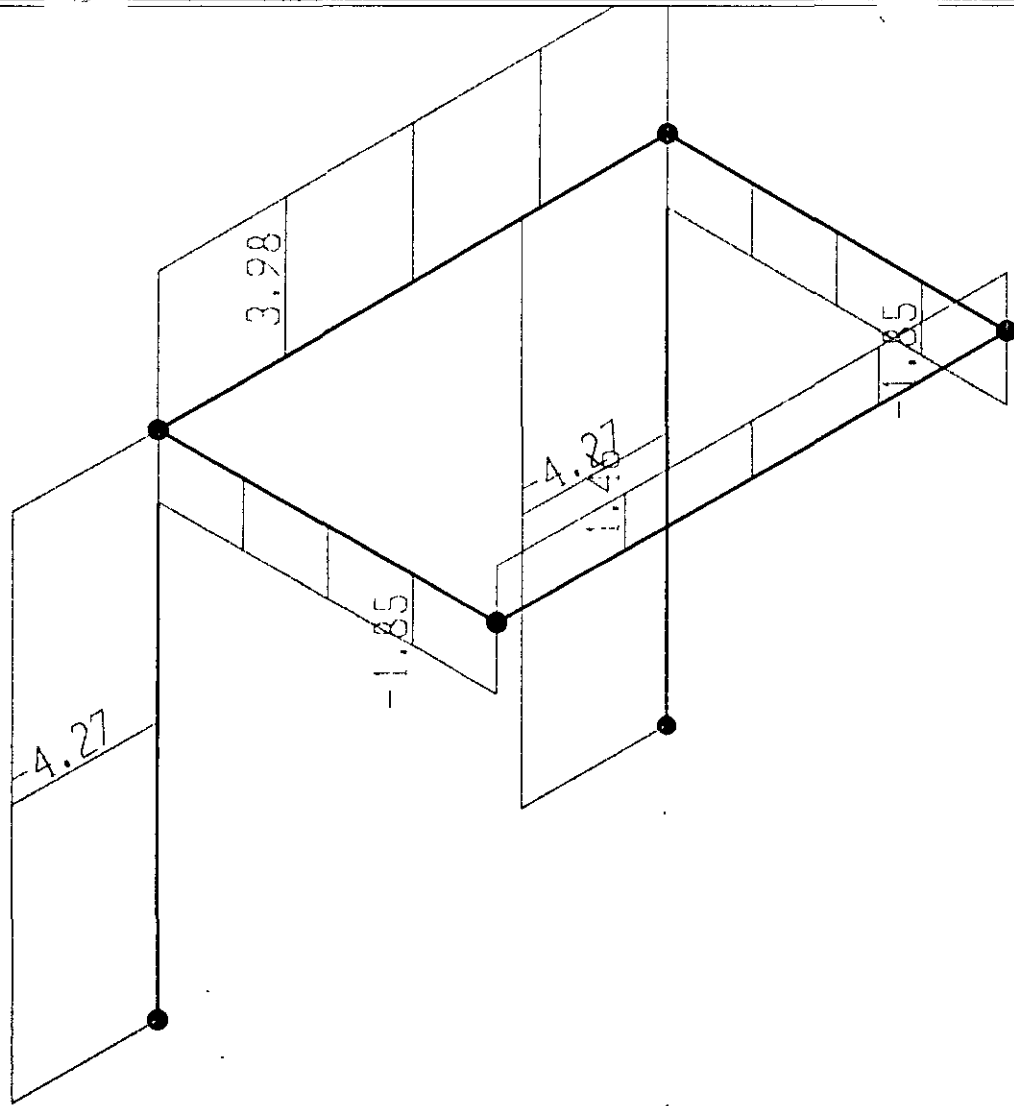


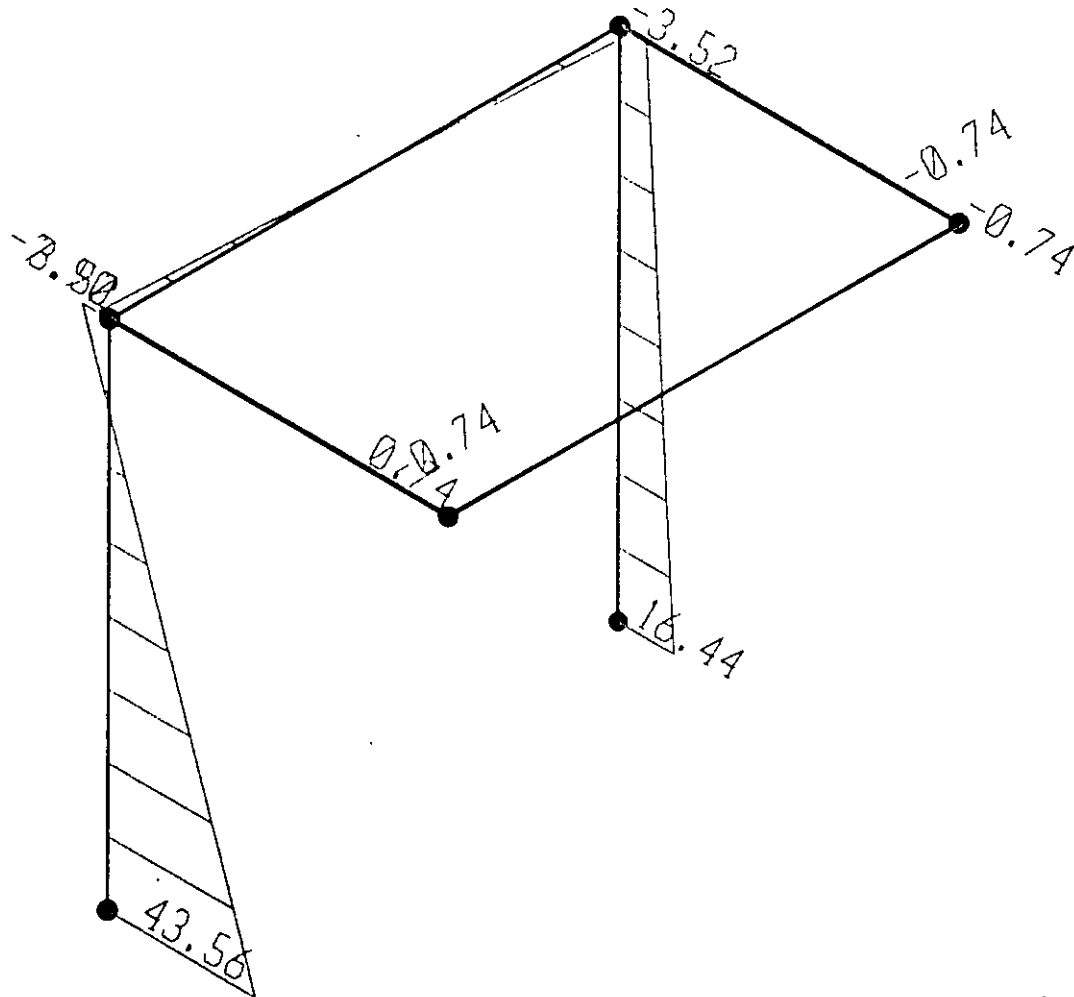


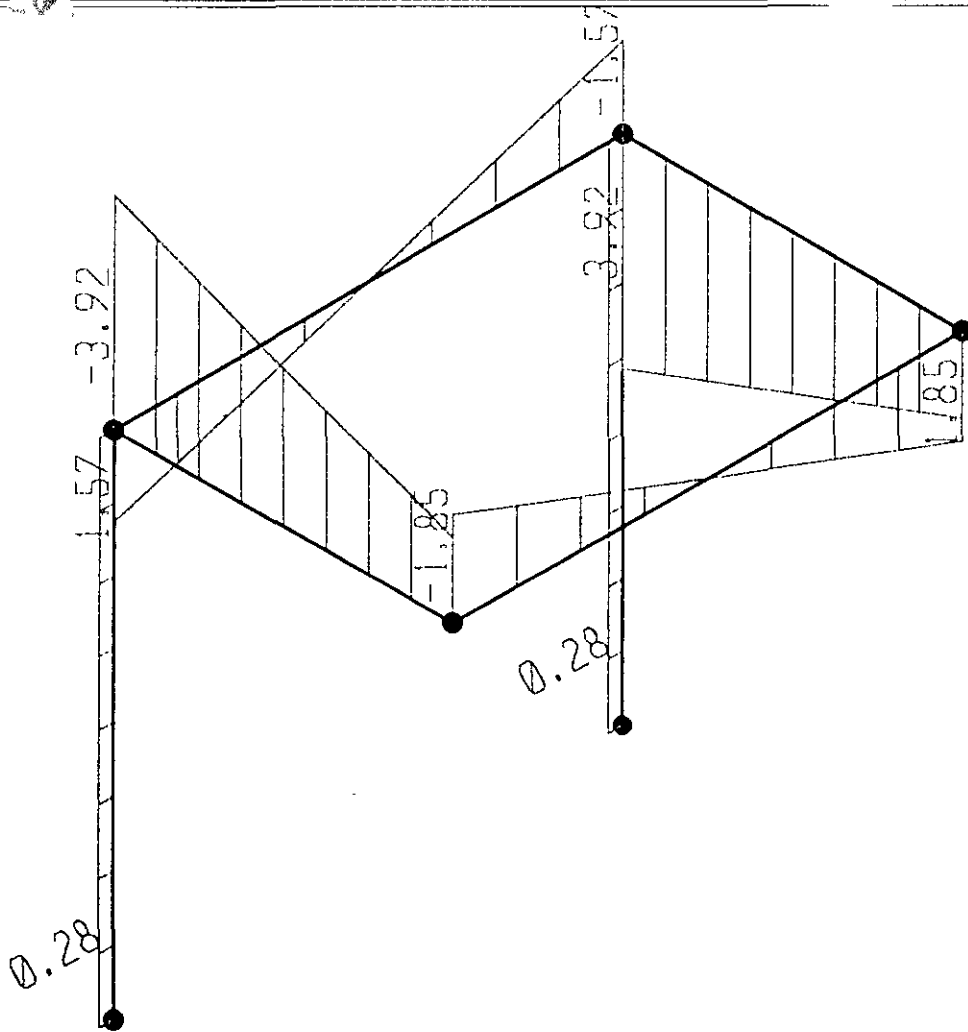


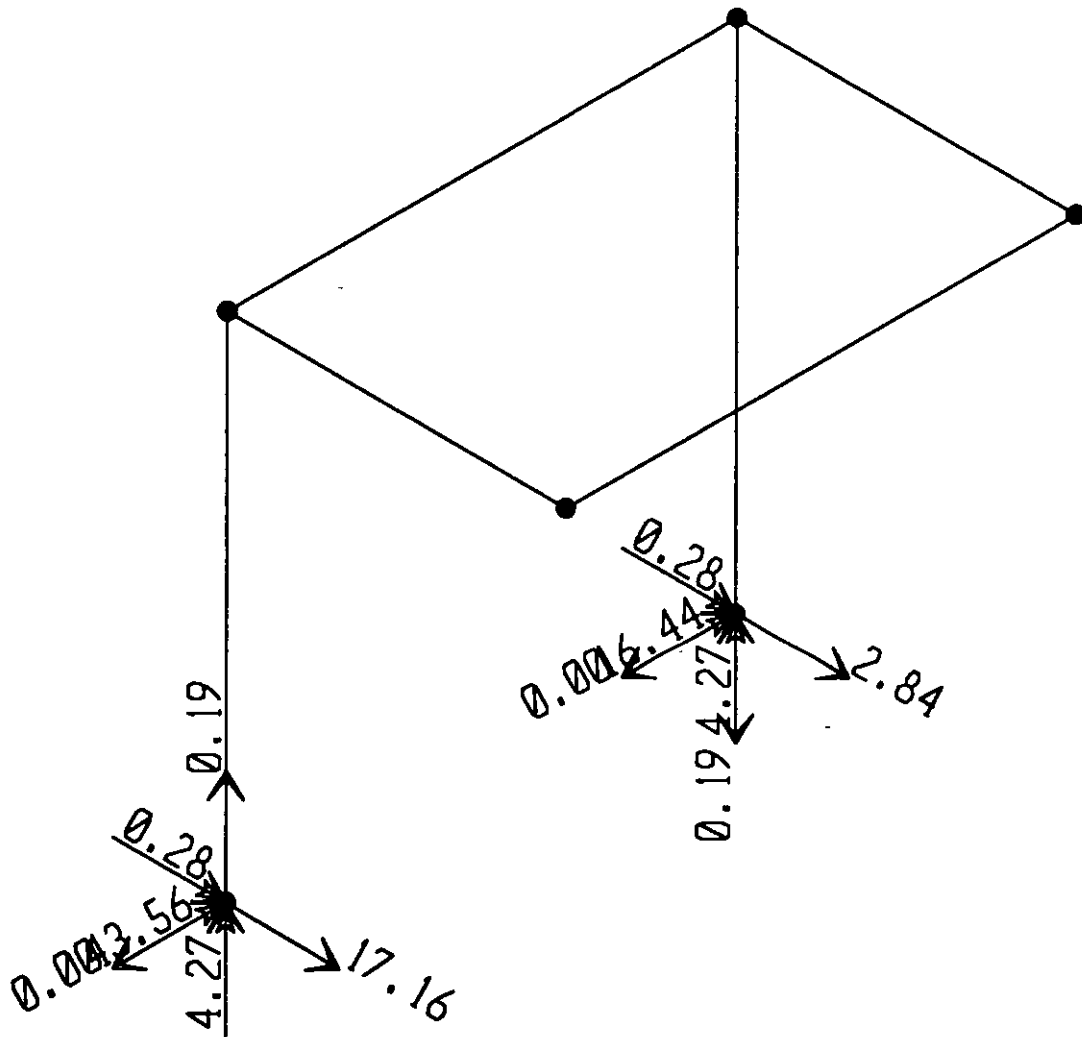












; file C:\Mis documentos\curso sap 2000\ejemplo8.s2k saved 3/19/00 15:01:06 in Ton-m

SYSTEM

DOF=UX,UY,UZ,RX,RY,RZ LENGTH=m FORCE=Ton LINES=59

JOINT

2 X=-1.5 Y=.5 Z=3
3 X=-1.5 Y=2.5 Z=0
4 X=-1.5 Y=2.5 Z=3
6 X=1.5 Y=.5 Z=3
7 X=1.5 Y=2.5 Z=0
8 X=1.5 Y=2.5 Z=3

RESTRAINT

ADD=3 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3
ADD=7 DOF=U1,U2,U3,R1,R2,R3

PATTERN

NAME=DEFAULT

MATERIAL

NAME=STEEL IDES=S M=.798142 W=7.833413
T=0 E=2.038902E+07 U=.3 A=.0000117
NAME=CONC IDES=C M=.2448012 W=2.402616
T=0 E=2531051 U=.2 A=.0000099
NAME=CONC250 IDES=C M=.244 W=2.4
T=0 E=2213510 U=.2 A=.0000099

FRAME SECTION

NAME=FSEC1 MAT=STEEL SH=R T=.5 .3 A=.15 J=2.817371E-03 I=.003125,.001125 AS=.125,.125
NAME=FS1 MAT=CONC250 SH=R T=.5 .5 A=.25 J=8.802084E-03 I=5.208333E-03,5.208333E-03 AS=.2083333,.2083333

FRAME

2 J=3,4 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
4 J=7,8 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
5 J=2,6 SEC=FS1 NSEG=4 ANG=0
6 J=4,8 SEC=FS1 NSEG=4 ANG=0
7 J=2,4 SEC=FS1 NSEG=4 ANG=0
8 J=6,8 SEC=FS1 NSEG=4 ANG=0

LOAD

NAME=PESOP SW=1
NAME=VERT
TYPE=DISTRIBUTED SPAN
ADD=5 RD=0,1 UZ=-1,-1
ADD=6 RD=0,1 UZ=-1,-1
ADD=7 RD=0,1 UZ=-1,-1
ADD=8 RD=0,1 UZ=-1,-1
NAME=SISMOY
TYPE=FORCE
ADD=4 UY=20

OUTPUT

ELEM=JOINT TYPE=DISP LOAD=PESOP
ELEM=JOINT TYPE=DISP LOAD=VERT
ELEM=JOINT TYPE=APPL LOAD=PESOP
ELEM=JOINT TYPE=APPL LOAD=VERT
ELEM=FRAME TYPE=FORCE LOAD=PESOP
ELEM=FRAME TYPE=FORCE LOAD=VERT
ELEM=FRAME TYPE=JOINTF LOAD=PESOP
ELEM=FRAME TYPE=JOINTF LOAD=VERT

END

; The following data is not required for analysis. It is written here as a backup.
; This data will be used for graphics and design if this file is imported.
; If changes are made to the analysis data above, then the following data
; should be checked for consistency.
; Any errors in importing the following data are ignored without warning.

SAP2000 V6.10 SUPPLEMENTAL DATA

GRID GLOBAL X "1" -1.5
GRID GLOBAL X "2" 1.5
GRID GLOBAL Y "3" -2.5
GRID GLOBAL Y "4" 2.5
GRID GLOBAL Z "5" 0
GRID GLOBAL Z "6" 3
MATERIAL STEEL FY 25310.5
MATERIAL CONC FYREBAR 42184.18 FYSHEAR 28122.78 FC 2812.278 FCSHEAR 2812.278
MATERIAL CONC250 FYREBAR 42 FYSHEAR 21 FC 2.5 FCSHEAR 2
FRAMESECTION FS1 NAME REC50X50
CONCRETESECTION REC50X50 COLUMN COVER .05 REBAR RR-3-3
STATICLOAD PESOP TYPE DEAD
STATICLOAD VERT TYPE LIVE
STATICLOAD SISMOY TYPE QUAKE
END SUPPLEMENTAL DATA

S A P 2 0 0 0
 Structural Analysis Programs
 Version 6.10
 Copyright (C) 1978-1997
 COMPUTERS AND STRUCTURES, INC.
 All rights reserved

This copy of SAP2000 is for the exclusive use of
 THE LICENSEE
 Unauthorized use is in violation of Federal copyright laws
 It is the responsibility of the user to verify all
 results produced by this program

19 Mar 2000 13:35:45

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 1
 PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo8.EKO

S Y S T E M D A T A

STEADY STATE LOAD FREQUENCY - - - - - 0.0000E+00
 LENGTH UNITS - - - - - M
 FORCE UNITS - - - - - TON
 UP DIRECTION - - - - - +Z
 GLOBAL DEGREES OF FREEDOM - - - - - ALL
 PAGINATION BY - - - - - LINES
 NUMBER OF LINES PER PAGE - - - - - 59
 INCLUDE WARNING MESSAGES IN OUTPUT FILE - - - - - Y

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 2
 PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo8.EKO

G E N E R A T E D J O I N T C O O R D I N A T E S

JOINT	X	Y	Z
2	-1.500	0.500	3.000
3	-1.500	2.500	0.000
4	-1.500	2.500	3.000
6	1.500	0.500	3.000
7	1.500	2.500	0.000
8	1.500	2.500	3.000

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 3
 PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo8.EKO

P A T T E R N S

PATTERN JOINT VALUE
 DEFAULT

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 4
 PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo8.EKO

R E S T R A I N T D A T A

JOINT	U1	U2	U3	R1	R2	R3
3						
7						

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 5
 PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo8.EKO

M A T E R I A L P R O P E R T Y D A T A

MAT LABEL	NUMBER TEMPS	WEIGHT PER UNIT VOL	MASS PER UNIT VOL	DESIGN CODE
STEEL	1	0.7833E+01	0.7981E+00	S
CONC	1	0.2403E+01	0.2448E+00	C
CONC250	1	0.2400E+01	0.2440E+00	C

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 6
 PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo8.EKO

T E M P E R A T U R E D E P E N D E N T D A T A

MATERIAL PROPERTIES

MAT LABEL	TEMP	MODULUS OF ELASTICITY			SHEAR MODULI		
		E1	E2	E3	G12	G13	G23
STEEL	0.00	0.204E+08	0.204E+08	0.204E+08	0.784E+07	0.784E+07	0.784E+07
CONC	0.00	0.253E+07	0.253E+07	0.253E+07	0.105E+07	0.105E+07	0.105E+07
CONC250	0.00	0.221E+07	0.221E+07	0.221E+07	0.922E+06	0.922E+06	0.922E+06

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 7
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo8.EKO

TEMPERATURE DEPENDENT DATA

THERMAL EXPANSION COEFFICIENTS

MAT LABEL	TEMP	COEFFICIENTS OF THERMAL EXPANSION					
		A1	A2	A3	A12	A13	A23
STEEL	0.00	0.117E-04	0.117E-04	0.117E-04	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
CONC	0.00	0.990E-05	0.990E-05	0.990E-05	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
CONC250	0.00	0.990E-05	0.990E-05	0.990E-05	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 8
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo8.EKO

TEMPERATURE DEPENDENT DATA

MATERIAL PROPERTIES

MAT LABEL	TEMP	POISSONS RATIO														
		U12	U13	U23	U14	U24	U34	U15	U25	U35	U45	U16	U26	U36	U46	U56
STEEL	0.00	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CONC	0.00	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CONC250	0.00	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 9
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo8.EKO

MATERIAL PROPERTIES

MAT LABEL	TEMP	YIELD FY
CONC	0.00	36.00
CONC250	0.00	36.00

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 10
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo8.EKO

FRAME SECTION PROPERTY DATA - PRISMATIC

SECTION LABEL	SHAPE TYPE	DEPTH	FLANGE		WEB THICK	FLANGE	
			WIDTH	THICK		WIDTH	THICK
			TOP	TOP		BOTTOM	BOTTOM
FSEC1	R	0.500	0.300				
FS1	R	0.500	0.500				

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 11
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo8.EKO

FRAME SECTION PROPERTY DATA - PRISMATIC

SECTION LABEL	AXIAL AREA	TORSIONAL CONSTANT	MOMENTS OF INERTIA		SHEAR A2	AREAS A3
			I33	I22		
FSEC1	0.150E+00	0.282E-02	0.313E-02	0.113E-02	0.125E+00	0.125E+00
FS1	0.250E+00	0.880E-02	0.521E-02	0.521E-02	0.208E+00	0.208E+00

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 12
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo8.EKO

FRAME SECTION PROPERTY DATA - PRISMATIC

SECTION LABEL	MAT LABEL	ADDITIONAL MASS PER LENGTH	ADDITIONAL WEIGHT PER LENGTH
FSEC1	STEEL	0.000E+00	0.000E+00
FS1	CONC250	0.000E+00	0.000E+00

FRAME ELEMENT DATA

ELEMENT LABEL	JOINT END-I	JOINT END-J	ELEMENT LENGTH	END-OFFSET-LENGTHS END-I	END-J	RIGID-END FACTOR	NUMBER OF SEGMENTS
2	3	4	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
4	7	8	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
5	2	6	3.000	0.000	0.000	0.0000	4
6	4	8	3.000	0.000	0.000	0.0000	4
7	2	4	2.000	0.000	0.000	0.0000	4
8	6	8	2.000	0.000	0.000	0.0000	4

FRAME ELEMENT DATA

ELEMENT LABEL	SECTION LABEL	LOCAL PLANE	COORD SYSTEM	PLN 1ST	PLN 2ND	PLANE JOINTA	PLANE JOINTB	COORD ANGLE
2	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
4	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
5	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
6	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
7	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
8	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00

TOTAL WEIGHTS AND MASSES

SECTION LABEL	WEIGHT	MASS
FS1	9.6000	0.9760
TOTAL	9.6000	0.9760

LOAD CONDITION PESOP

SELF-WEIGHT MULTIPLIER FOR ENTIRE STRUCTURE = 0.1000E+01

LOAD CONDITION VERT

SELF-WEIGHT MULTIPLIER FOR ENTIRE STRUCTURE = 0.0000E+00

DISTRIBUTED SPAN LOADS ON FRAME ELEMENTS

ELEMENT LABEL	LOC DOF	DISTANCE AT START	DISTANCE AT END	FORCE AT START	FORCE AT END	MOMENT AT START	MOMENT AT END
5	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.100E+01	-0.100E+01		
6	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.100E+01	-0.100E+01		
7	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.100E+01	-0.100E+01		
8	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.100E+01	-0.100E+01		

LOAD CONDITION SISMOY

SELF-WEIGHT MULTIPLIER FOR ENTIRE STRUCTURE = 0.0000E+00

JOINT FORCES IN LOCAL COORDINATES

JOINT LABEL	FORCE 1	FORCE 2	FORCE 3	MOMENT 1	MOMENT 2	MOMENT 3
4	0.000E+00	0.200E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

OUTPUT SELECTION

DISPLACEMENTS AT JOINTS

LOAD LABEL	MODES	SPEC LABEL	HIST LABEL	MOVE LABEL	COMB LABEL
------------	-------	------------	------------	------------	------------

PESOP
 VERT

APPLIED AND INTERNAL LOADS AT JOINTS

LOAD LABEL	MODES	SPEC LABEL	HIST LABEL	MOVE LABEL	COMB LABEL
------------	-------	------------	------------	------------	------------

LABEL LABEL LABEL LABEL LABEL
PESOP
VERT

INTERNAL FORCES AT ELEMENT FRAME

LOAD MODES SPEC HIST MOVE COMB
LABEL LABEL LABEL LABEL LABEL LABEL
PESOP
VERT

JOINT FORCES AT ELEMENT FRAME

LOAD MODES SPEC HIST MOVE COMB
LABEL LABEL LABEL LABEL LABEL LABEL
PESOP
VERT

CSI / SAP2000 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 18
PROGRAM: SAP2000/FILE: \Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo8.EKO

INPUT COMPLETE

S A P 2 0 0 0 (R)
 Structural Analysis Programs
 Version E6.10

Copyright (C) 1978-1997
 COMPUTERS AND STRUCTURES, INC.
 All rights reserved

This copy of SAP2000 is for the exclusive use of
 THE LICENSEE
 Unauthorized use is in violation of Federal copyright laws

It is the responsibility of the user to verify all
 results produced by this program

19 Mar 2000 15:11:40
 PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPL08.OUT
 EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED PAGE
 1

DISPLACEMENT DEGREES OF FREEDOM

(A) = Active DOF, equilibrium equation
 (-) = Restrained DOF, reaction computed
 (+) = Constrained DOF
 () = Null DOF

JOINTS	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
2	A	A	A	A	A	A
3	-	-	-	-	-	-
4 TO 7	6 A	A	A	A	A	A
8	A	A	A	A	A	A

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPL08.OUT
 EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED PAGE
 2

JOINT DISPLACEMENTS

TRANSLATIONS AND ROTATIONS, IN GLOBAL COORDINATES

LOAD PESOP -----

JOINT	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
2	4.26E-09	-0.001171	-0.001910	0.001006	4.68E-05	-1.87E-07
3	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
4	4.62E-07	-0.001171	-2.11E-05	0.000781	2.45E-05	-1.64E-07
6	-4.26E-09	-0.001171	-0.001910	0.001006	-4.68E-05	1.87E-07
7	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
8	-4.62E-07	-0.001171	-2.11E-05	0.000781	-2.45E-05	1.64E-07

LOAD VERT -----

JOINT	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
2	7.09E-09	-0.001952	-0.003176	0.001677	7.80E-05	-3.12E-07
3	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
4	7.70E-07	-0.001952	-2.71E-05	0.001301	4.08E-05	-2.73E-07
6	-7.09E-09	-0.001952	-0.003176	0.001677	-7.80E-05	3.12E-07
7	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
8	-7.70E-07	-0.001952	-2.71E-05	0.001301	-4.08E-05	2.73E-07

LOAD SISMOY -----

JOINT	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
2	-0.003173	0.010573	0.008727	-0.004173	0.000527	-0.001706
3	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
4	0.000109	0.010575	-1.01E-06	-0.004639	7.27E-05	-0.001577
6	-0.003173	0.005352	0.006886	-0.003634	0.000527	-0.001706
7	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
8	0.000109	0.005350	1.01E-06	-0.003167	7.27E-05	-0.001577

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPL08.OUT
 EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED PAGE
 3

APPLIED LOADS

FORCES AND MOMENTS ACTING ON JOINTS, IN GLOBAL COORDINATES

LOAD PESOP -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
2	.000000	.000000	-1.500000	-0.200000	0.450000	.000000
3	.000000	.000000	-0.900000	.000000	.000000	.000000
4	.000000	.000000	-2.400000	0.200000	0.450000	.000000
6	.000000	.000000	-1.500000	-0.200000	-0.450000	.000000
7	.000000	.000000	-0.900000	.000000	.000000	.000000
8	.000000	.000000	-2.400000	0.200000	-0.450000	.000000

LOAD VERT -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
2	.000000	.000000	-2.500000	-0.333333	0.750000	.000000
4	.000000	.000000	-2.500000	0.333333	0.750000	.000000
6	.000000	.000000	-2.500000	-0.333333	-0.750000	.000000
8	.000000	.000000	-2.500000	0.333333	-0.750000	.000000

LOAD SISMOY -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
4	.000000	20.000000	.000000	.000000	.000000	.000000

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10
 EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED

FILE:EJEMPLOS.OUT
 PAGE
 4

GLOBAL FORCE BALANCE

TOTAL FORCE AND MOMENT AT THE ORIGIN, IN GLOBAL COORDINATES

LOAD PESOP -----

	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
APPLIED	.000000	.000000	-9.600000	-18.000000	6.66E-16	.000000
REACTNS	1.39E-16	5.09E-14	9.600000	18.000000	-3.11E-15	-1.01E-13
TOTAL	1.39E-16	5.09E-14	-1.78E-15	-1.53E-13	-2.44E-15	-1.01E-13

LOAD VERT -----

	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
APPLIED	.000000	.000000	-10.000000	-15.000000	1.11E-15	.000000
REACTNS	3.33E-16	8.33E-14	10.000000	15.000000	-1.33E-15	-1.70E-13
TOTAL	3.33E-16	8.33E-14	.000000	-2.45E-13	-2.22E-16	-1.70E-13

LOAD SISMOY -----

	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
APPLIED	.000000	20.000000	.000000	-60.000000	.000000	-30.000000
REACTNS	-2.61E-14	-20.000000	4.55E-15	60.000000	-6.40E-14	30.000000
TOTAL	-2.61E-14	-4.83E-13	4.55E-15	1.44E-12	-6.40E-14	8.56E-13

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10
 EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED

FILE:EJEMPLOS.OUT
 PAGE
 5

FRAME ELEMENT JOINT FORCES

FORCES AND MOMENTS ACTING ON ELEMENTS, IN GLOBAL COORDINATES

ELEM 2 -----

LOAD PESOP -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
3	0.172089	4.97E-14	4.800000	-3.000000	0.164021	0.000443
4	-0.172089	-4.97E-14	-3.000000	3.000000	0.352246	-0.000443

LOAD VERT -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
3	0.286815	8.22E-14	5.000000	-5.000000	0.273369	0.000739
4	-0.286815	-8.22E-14	-5.000000	5.000000	0.587077	-0.000739

LOAD SISMOY -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
3	-1.33E-14	-17.155639	0.186242	43.562544	-0.279363	4.266542
4	1.33E-14	17.155639	-0.186242	7.904373	0.279363	-4.266542

ELEM 4 -----

LOAD PESOP -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
7	-0.172089	1.20E-15	4.800000	-3.000000	-0.164021	-0.000443
8	0.172089	-1.20E-15	-3.000000	3.000000	-0.352246	0.000443

LOAD VERT -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
7	-0.286815	1.02E-15	5.000000	-5.000000	-0.273369	-0.000739
8	0.286815	-1.02E-15	-5.000000	5.000000	-0.587077	0.000739

LOAD SISMOY -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
7	-1.28E-14	-2.844361	-0.186242	16.437456	-0.279363	4.266542
8	1.28E-14	2.844361	0.186242	-7.904373	0.279363	-4.266542

ELEM 5 -----

LOAD PESOP -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
2	0.001570	-2.41E-15	0.900000	4.16E-15	-0.090470	-0.001437
6	-0.001570	2.41E-15	0.900000	-4.16E-15	0.090470	0.001437

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO8.OUT
 EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED PAGE 6

FRAME ELEMENT JOINT FORCES
 FORCES AND MOMENTS ACTING ON ELEMENTS, IN GLOBAL COORDINATES

LOAD VERT -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
2	0.002617	-3.20E-15	1.500000	7.28E-15	-0.150784	-0.002395
6	-0.002617	3.20E-15	1.500000	-7.28E-15	0.150784	0.002395

LOAD SISMOY -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
2	-1.93E-14	0.495706	1.230498	-1.459080	-1.845747	0.743559
6	1.93E-14	-0.495706	-1.230498	1.459080	-1.845747	0.743559

ELEM 6 -----

LOAD PESOP -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
4	0.170519	-7.39E-15	0.900000	1.26E-14	-0.261775	-0.001260
8	-0.170519	7.39E-15	0.900000	-1.26E-14	0.261775	0.001260

LOAD VERT -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
4	0.284199	-1.34E-14	1.500000	2.11E-14	-0.436292	-0.002099
8	-0.284199	1.34E-14	1.500000	-2.11E-14	0.436292	0.002099

LOAD SISMOY -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
4	3.82E-15	2.348655	-1.044256	-3.984296	1.566385	3.522982
8	-3.82E-15	-2.348655	1.044256	3.984296	1.566385	3.522982

ELEM 7 -----

LOAD PESOP -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
2	-0.001570	-1.94E-16	-0.900000	-7.52E-15	0.090470	0.001437
4	0.001570	1.94E-16	2.100000	-3.000000	-0.090470	0.001703

LOAD VERT -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
2	-0.002617	4.07E-14	-1.500000	-8.60E-15	0.150784	0.002395
4	0.002617	-4.07E-14	3.500000	-5.000000	-0.150784	0.002838

LOAD SISMOY -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
2	1.29E-14	-0.495706	-1.230498	1.459080	1.845747	-0.743559
4	-1.29E-14	0.495706	1.230498	-3.920077	-1.845747	0.743559

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO8.OUT
 EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED PAGE 7

FRAME ELEMENT JOINT FORCES
 FORCES AND MOMENTS ACTING ON ELEMENTS, IN GLOBAL COORDINATES

ELEM 8 -----

LOAD PESOP -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
6	0.001570	3.49E-14	-0.900000	5.22E-15	-0.090470	-0.001437
8	-0.001570	-3.49E-14	2.100000	-3.000000	0.090470	-0.001703

LOAD VERT -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
6	0.002617	7.92E-14	-1.500000	1.08E-14	-0.150784	-0.002395
8	-0.002617	-7.92E-14	3.500000	-5.000000	0.150784	-0.002838

LOAD SISMOY -----

JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
6	1.33E-14	0.495706	1.230498	-1.459080	1.845747	-0.743559
8	-1.33E-14	-0.495706	-1.230498	3.920077	-1.845747	0.743559

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO8.OUT
 EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED PAGE

FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES

ELEM 2 ----- LENGTH = 3.000000

LOAD PESOP -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-4.800000	-0.172089	-4.97E-14	-0.000443	-3.000000	-0.164021
0.50000	-3.900000	-0.172089	-4.97E-14	-0.000443	-3.000000	0.094112
1.00000	-3.000000	-0.172089	-4.97E-14	-0.000443	-3.000000	0.352246

LOAD VERT -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-5.000000	-0.286815	-8.22E-14	-0.000739	-5.000000	-0.273369
0.50000	-5.000000	-0.286815	-8.22E-14	-0.000739	-5.000000	0.156854
1.00000	-5.000000	-0.286815	-8.22E-14	-0.000739	-5.000000	0.587077

LOAD SISMOY -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-0.186242	1.33E-14	17.155639	-4.266542	43.562544	0.279363
0.50000	-0.186242	1.33E-14	17.155639	-4.266542	17.829086	0.279363
1.00000	-0.186242	1.33E-14	17.155639	-4.266542	-7.904373	0.279363

ELEM 4 ----- LENGTH = 3.000000

LOAD PESOP -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-4.800000	0.172089	-1.20E-15	0.000443	-3.000000	0.164021
0.50000	-3.900000	0.172089	-1.20E-15	0.000443	-3.000000	-0.094112
1.00000	-3.000000	0.172089	-1.20E-15	0.000443	-3.000000	-0.352246

LOAD VERT -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-5.000000	0.286815	-1.02E-15	0.000739	-5.000000	0.273369
0.50000	-5.000000	0.286815	-1.02E-15	0.000739	-5.000000	-0.156854
1.00000	-5.000000	0.286815	-1.02E-15	0.000739	-5.000000	-0.587077

LOAD SISMOY -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	0.186242	1.28E-14	2.844361	-4.266542	16.437456	0.279363
0.50000	0.186242	1.28E-14	2.844361	-4.266542	12.170914	0.279363
1.00000	0.186242	1.28E-14	2.844361	-4.266542	7.904373	0.279363

ELEM 5 ----- LENGTH = 3.000000

LOAD PESOP -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-0.001570	-0.900000	-2.41E-15	-4.16E-15	-0.001437	-0.090470
0.25000	-0.001570	-0.450000	-2.41E-15	-4.16E-15	-0.001437	0.415780

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE: EJEMPLOS.OUT
 EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED PAGE 9

FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.50000	-0.001570	5.80E-15	-2.41E-15	-4.16E-15	-0.001437	0.584530
0.75000	-0.001570	0.450000	-2.41E-15	-4.16E-15	-0.001437	0.415780
1.00000	-0.001570	0.900000	-2.41E-15	-4.16E-15	-0.001437	-0.090470

LOAD VERT -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-0.002617	-1.500000	-3.20E-15	-7.28E-15	-0.002395	-0.150784
0.25000	-0.002617	-0.750000	-3.20E-15	-7.28E-15	-0.002395	0.692966
0.50000	-0.002617	8.66E-15	-3.20E-15	-7.28E-15	-0.002395	0.974216
0.75000	-0.002617	0.750000	-3.20E-15	-7.28E-15	-0.002395	0.692966
1.00000	-0.002617	1.500000	-3.20E-15	-7.28E-15	-0.002395	-0.150784

LOAD SISMOY -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	1.93E-14	-1.230498	0.495706	1.459080	0.743559	-1.845747
0.25000	1.93E-14	-1.230498	0.495706	1.459080	0.371780	-0.922874
0.50000	1.93E-14	-1.230498	0.495706	1.459080	-4.30E-15	3.83E-15
0.75000	1.93E-14	-1.230498	0.495706	1.459080	-0.371780	0.922874
1.00000	1.93E-14	-1.230498	0.495706	1.459080	-0.743559	1.845747

ELEM 6 ----- LENGTH = 3.000000

LOAD PESOP -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-0.170519	-0.900000	-7.39E-15	-1.26E-14	-0.001260	-0.261775
0.25000	-0.170519	-0.450000	-7.39E-15	-1.26E-14	-0.001260	0.244475
0.50000	-0.170519	-2.97E-15	-7.39E-15	-1.26E-14	-0.001260	0.413225

0.75000	-0.170519	0.450000	-7.39E-15	-1.26E-14	-0.001260	0.244475
1.00000	-0.170519	0.900000	-7.39E-15	-1.26E-14	-0.001260	-0.261775

LOAD VERT -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-0.284199	-1.500000	-1.34E-14	-2.11E-14	-0.002099	-0.436292
0.25000	-0.284199	-0.750000	-1.34E-14	-2.11E-14	-0.002099	0.407458
0.50000	-0.284199	-5.11E-15	-1.34E-14	-2.11E-14	-0.002099	0.688708
0.75000	-0.284199	0.750000	-1.34E-14	-2.11E-14	-0.002099	0.407458
1.00000	-0.284199	1.500000	-1.34E-14	-2.11E-14	-0.002099	-0.436292

LOAD SISMOY -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-3.82E-15	1.044256	2.348655	3.984296	3.522982	1.566385
0.25000	-3.82E-15	1.044256	2.348655	3.984296	1.761491	0.783192
0.50000	-3.82E-15	1.044256	2.348655	3.984296	-4.44E-16	-4.44E-16
0.75000	-3.82E-15	1.044256	2.348655	3.984296	-1.761491	-0.783192
1.00000	-3.82E-15	1.044256	2.348655	3.984296	-3.522982	-1.566385

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10
 EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED

FILE:EJEMPL08.OUT
PAGE
10

FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES

ELEM 7 ----- LENGTH = 2.000000

LOAD PESOP -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	1.94E-16	0.900000	0.001570	-0.090470	0.001437	4.82E-15
0.25000	1.94E-16	1.200000	0.001570	-0.090470	0.000652	-0.525000
0.50000	1.94E-16	1.500000	0.001570	-0.090470	-0.000133	-1.200000
0.75000	1.94E-16	1.800000	0.001570	-0.090470	-0.000918	-2.025000
1.00000	1.94E-16	2.100000	0.001570	-0.090470	-0.001703	-3.000000

LOAD VERT -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-4.07E-14	1.500000	0.002617	-0.150784	0.002395	6.40E-15
0.25000	-4.07E-14	2.000000	0.002617	-0.150784	0.001087	-0.875000
0.50000	-4.07E-14	2.500000	0.002617	-0.150784	-0.000222	-2.000000
0.75000	-4.07E-14	3.000000	0.002617	-0.150784	-0.001530	-3.375000
1.00000	-4.07E-14	3.500000	0.002617	-0.150784	-0.002838	-5.000000

LOAD SISMOY -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	0.495706	1.230498	-1.29E-14	-1.845747	-0.743559	-1.459080
0.25000	0.495706	1.230498	-1.29E-14	-1.845747	-0.743559	-2.074329
0.50000	0.495706	1.230498	-1.29E-14	-1.845747	-0.743559	-2.689578
0.75000	0.495706	1.230498	-1.29E-14	-1.845747	-0.743559	-3.304828
1.00000	0.495706	1.230498	-1.29E-14	-1.845747	-0.743559	-3.920077

ELEM 8 ----- LENGTH = 2.000000

LOAD PESOP -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-3.49E-14	0.900000	-0.001570	0.090470	-0.001437	-4.36E-15
0.25000	-3.49E-14	1.200000	-0.001570	0.090470	-0.000652	-0.525000
0.50000	-3.49E-14	1.500000	-0.001570	0.090470	0.000133	-1.200000
0.75000	-3.49E-14	1.800000	-0.001570	0.090470	0.000918	-2.025000
1.00000	-3.49E-14	2.100000	-0.001570	0.090470	0.001703	-3.000000

LOAD VERT -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-7.92E-14	1.500000	-0.002617	0.150784	-0.002395	-1.30E-14
0.25000	-7.92E-14	2.000000	-0.002617	0.150784	-0.001087	-0.875000
0.50000	-7.92E-14	2.500000	-0.002617	0.150784	0.000222	-2.000000
0.75000	-7.92E-14	3.000000	-0.002617	0.150784	0.001530	-3.375000
1.00000	-7.92E-14	3.500000	-0.002617	0.150784	0.002838	-5.000000

LOAD SISMOY -----

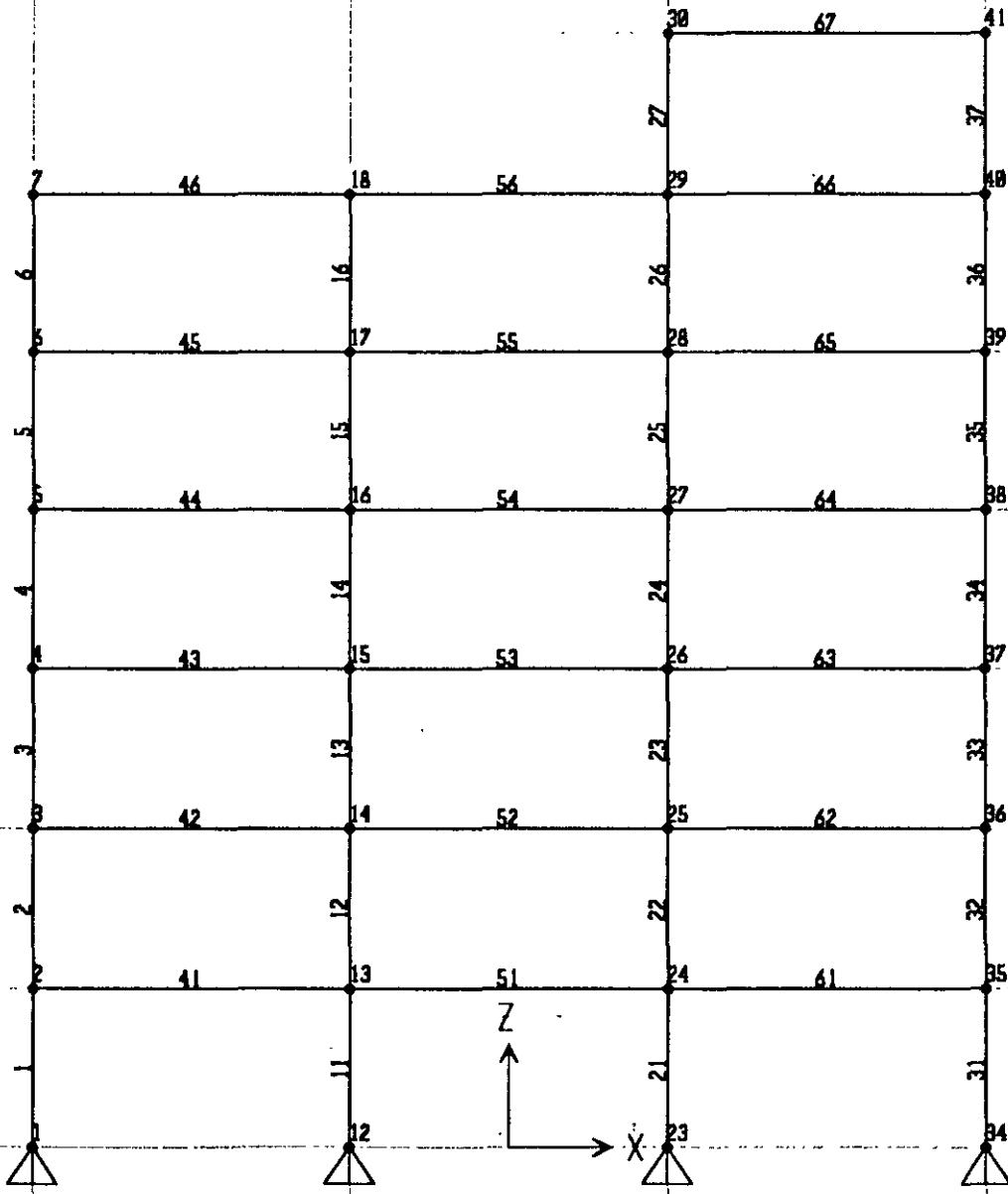
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-0.495706	-1.230498	-1.33E-14	-1.845747	-0.743559	1.459080

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10
 EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED

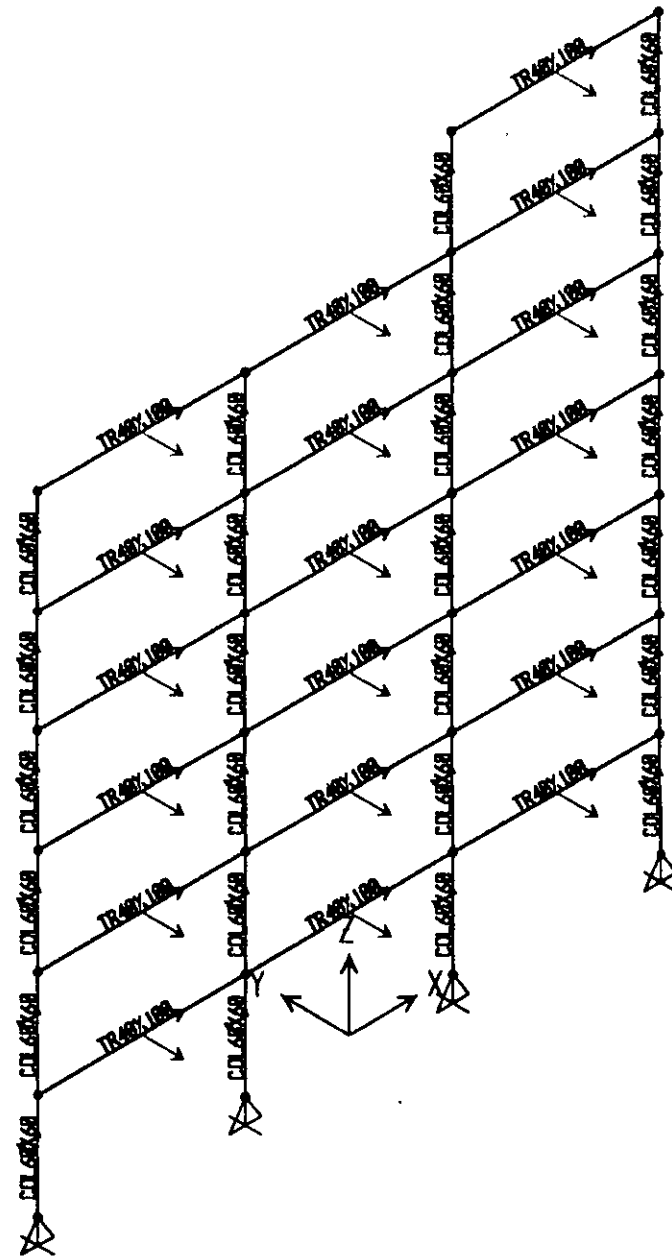
FILE:EJEMPL08.OUT
PAGE
11

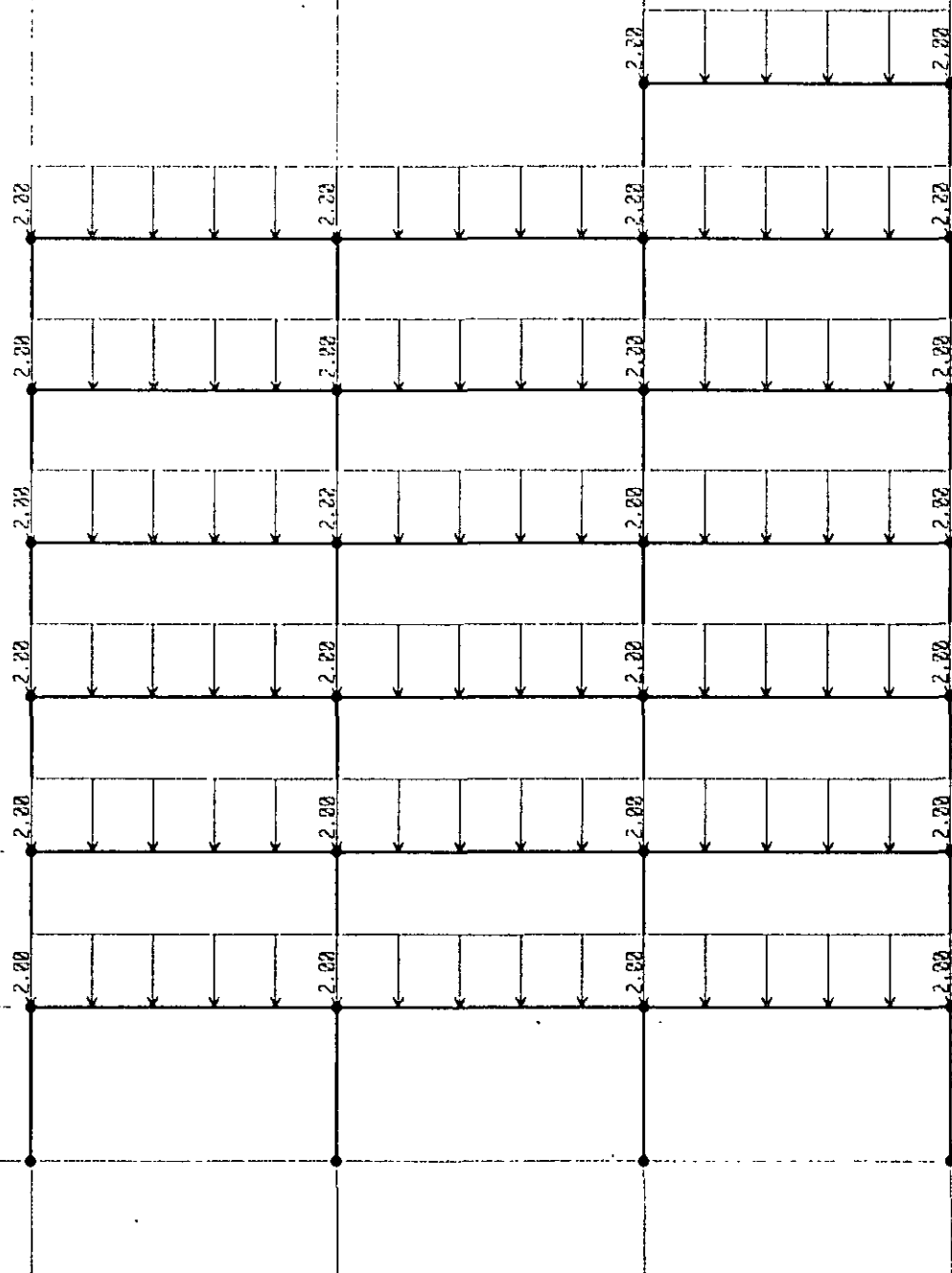
FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES

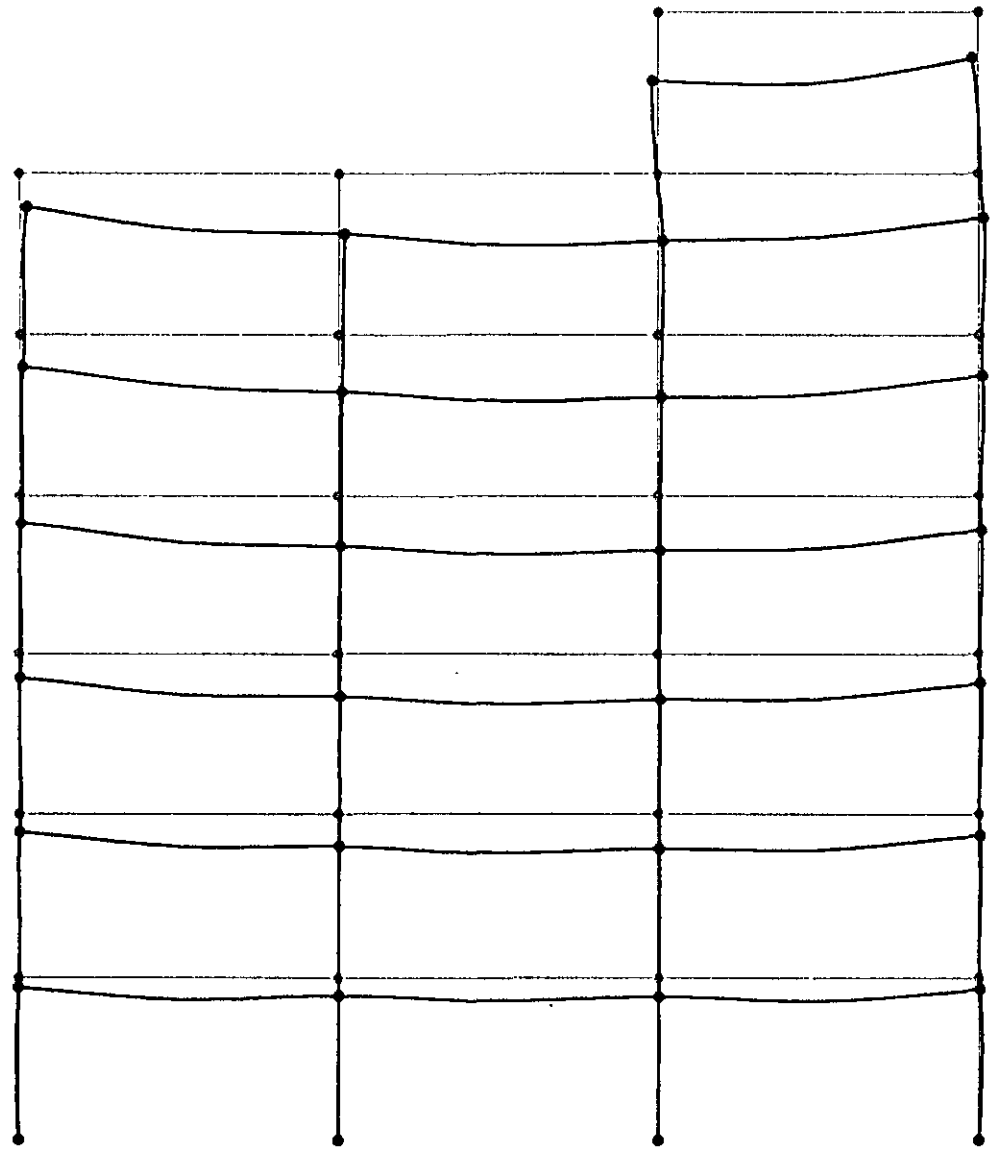
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.25000	-0.495706	-1.230498	-1.33E-14	-1.845747	-0.743559	2.074329
0.50000	-0.495706	-1.230498	-1.33E-14	-1.845747	-0.743559	2.689578
0.75000	-0.495706	-1.230498	-1.33E-14	-1.845747	-0.743559	3.304828
1.00000	-0.495706	-1.230498	-1.33E-14	-1.845747	-0.743559	3.920077

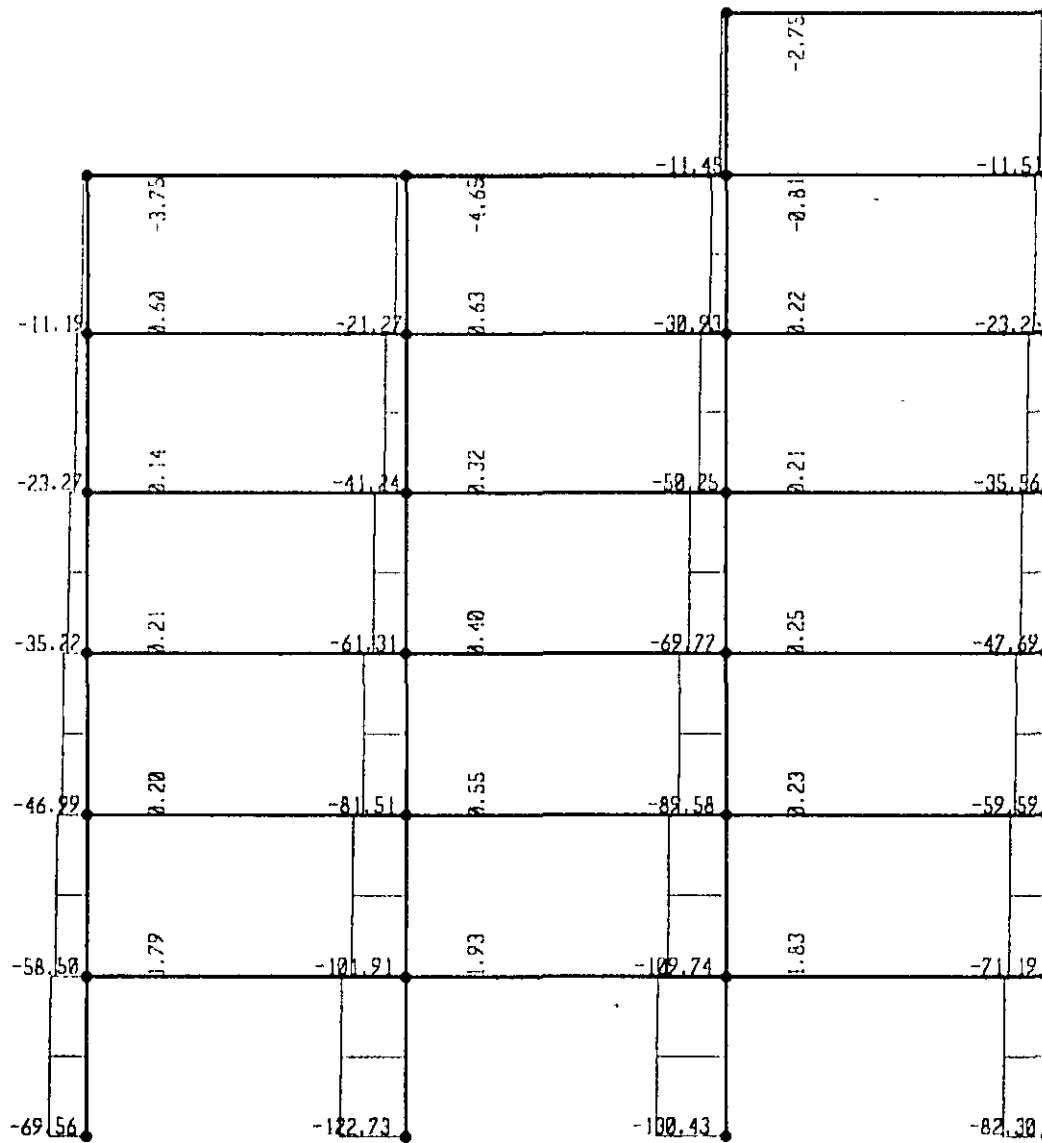


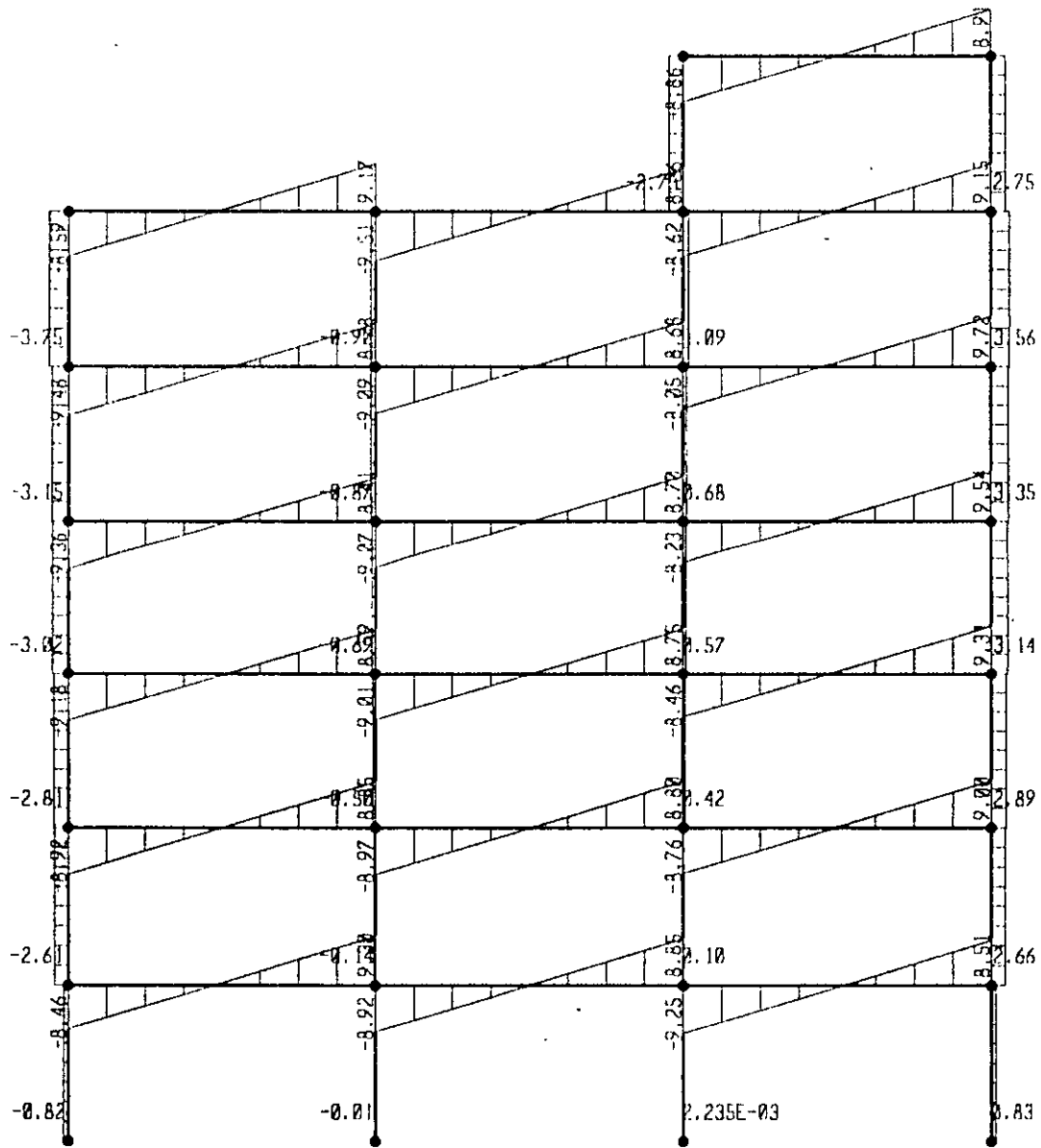
143

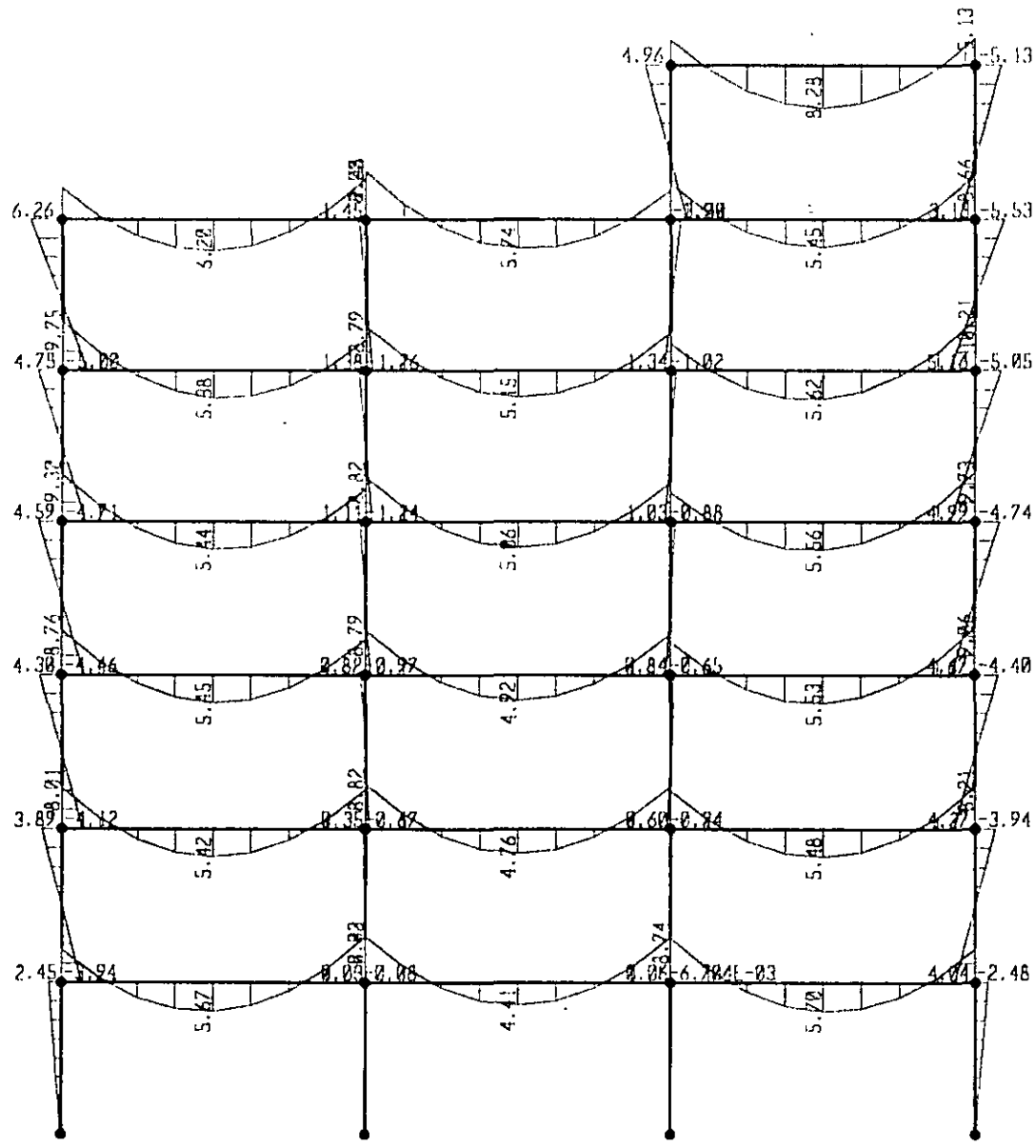


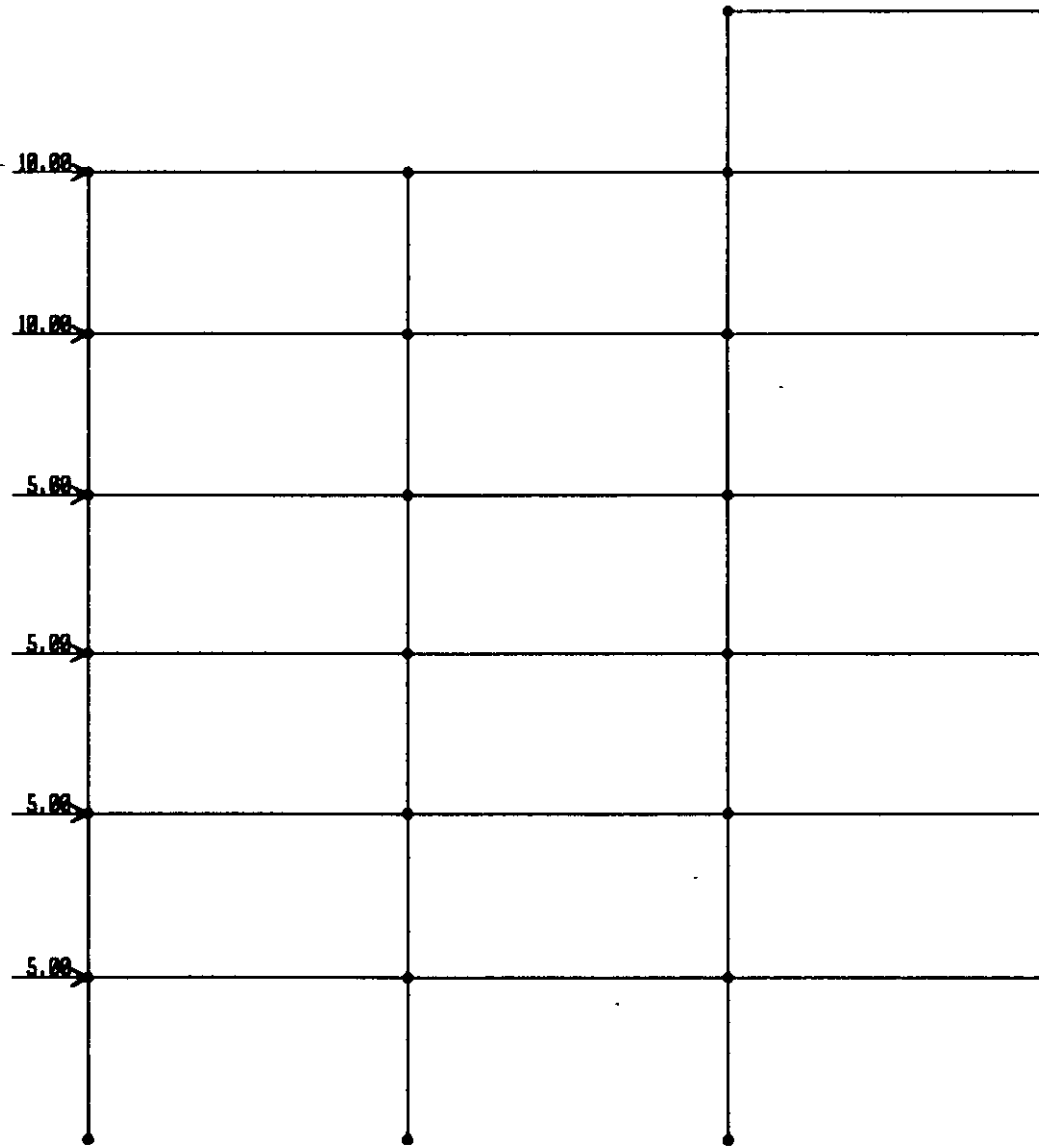


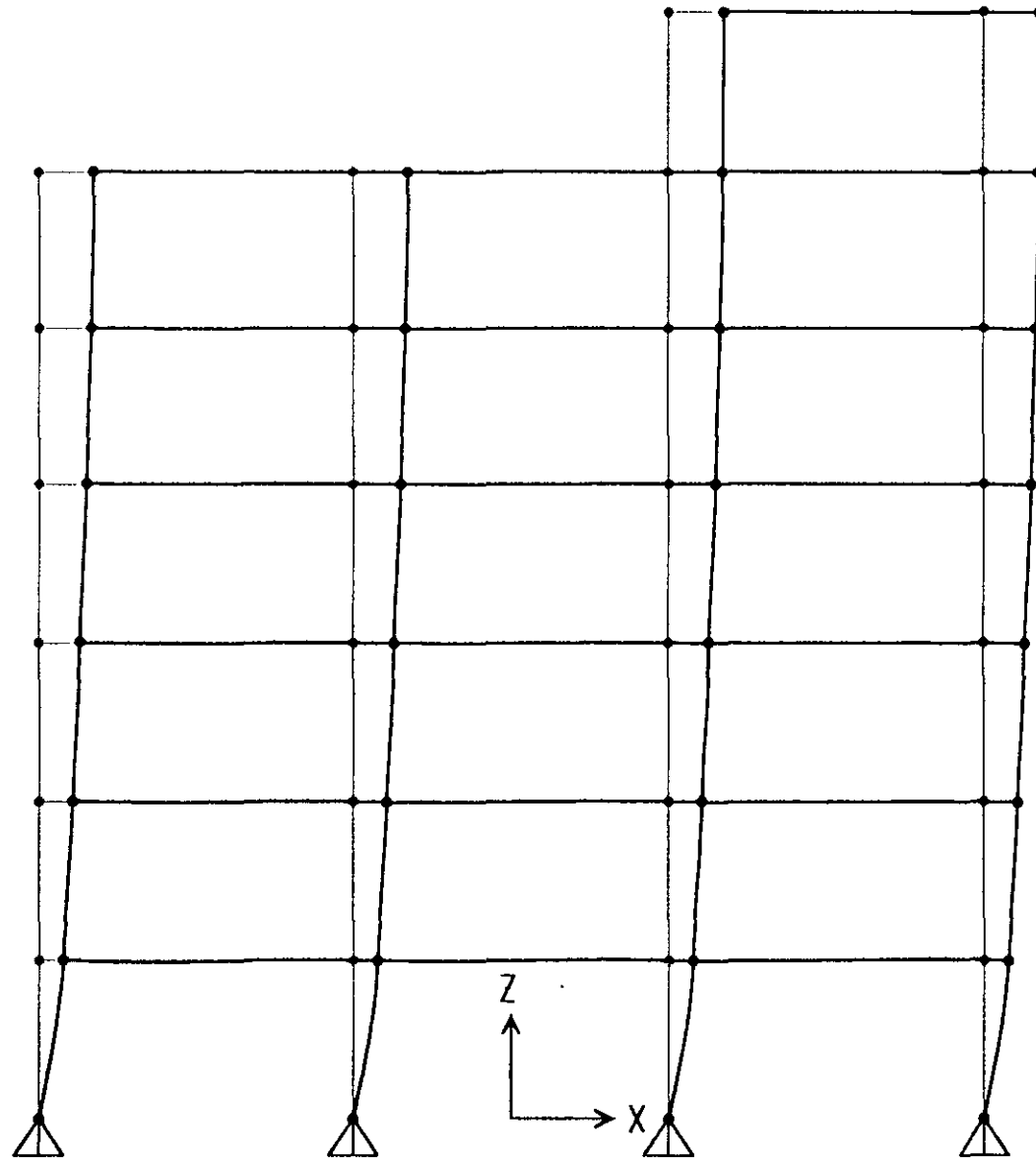




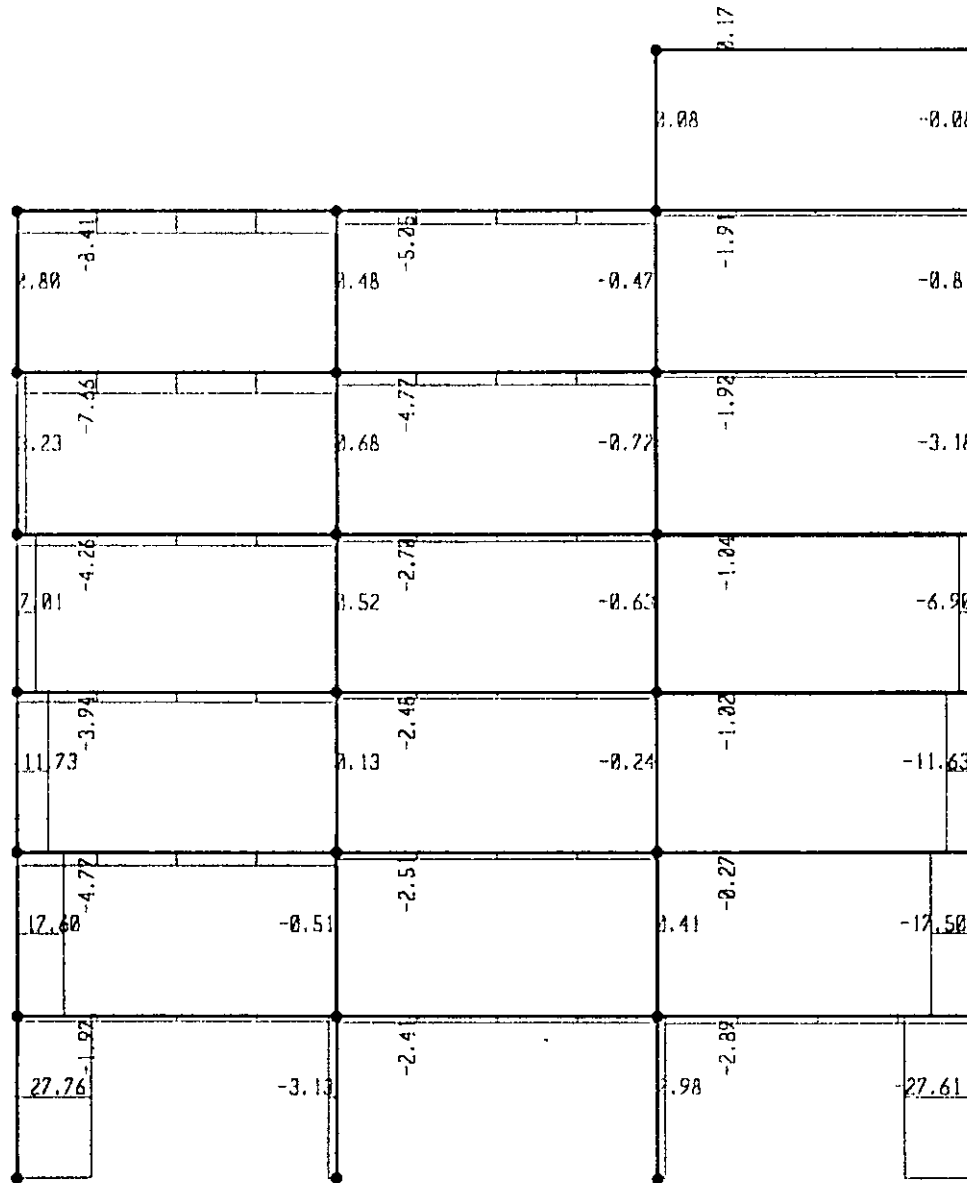


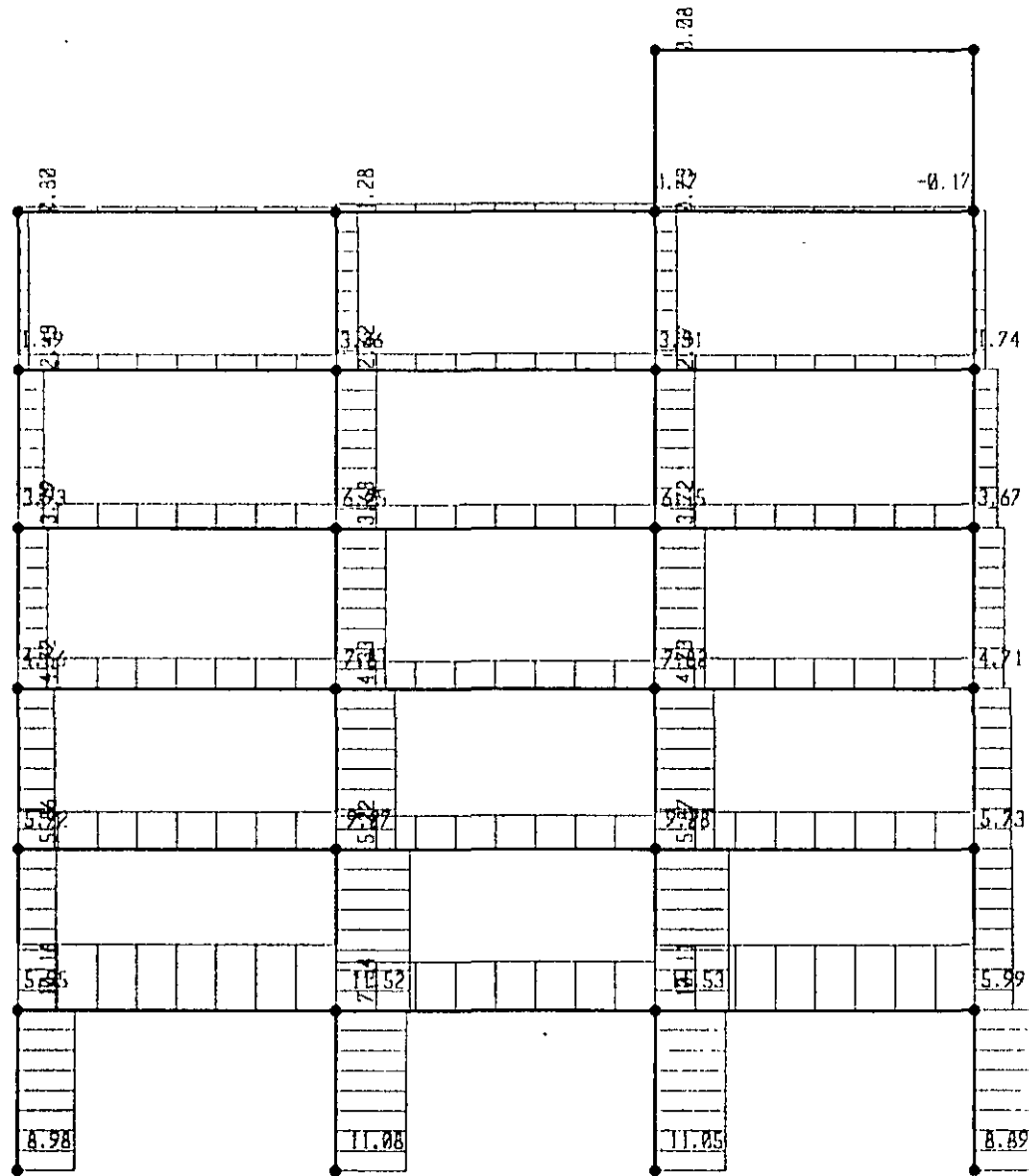


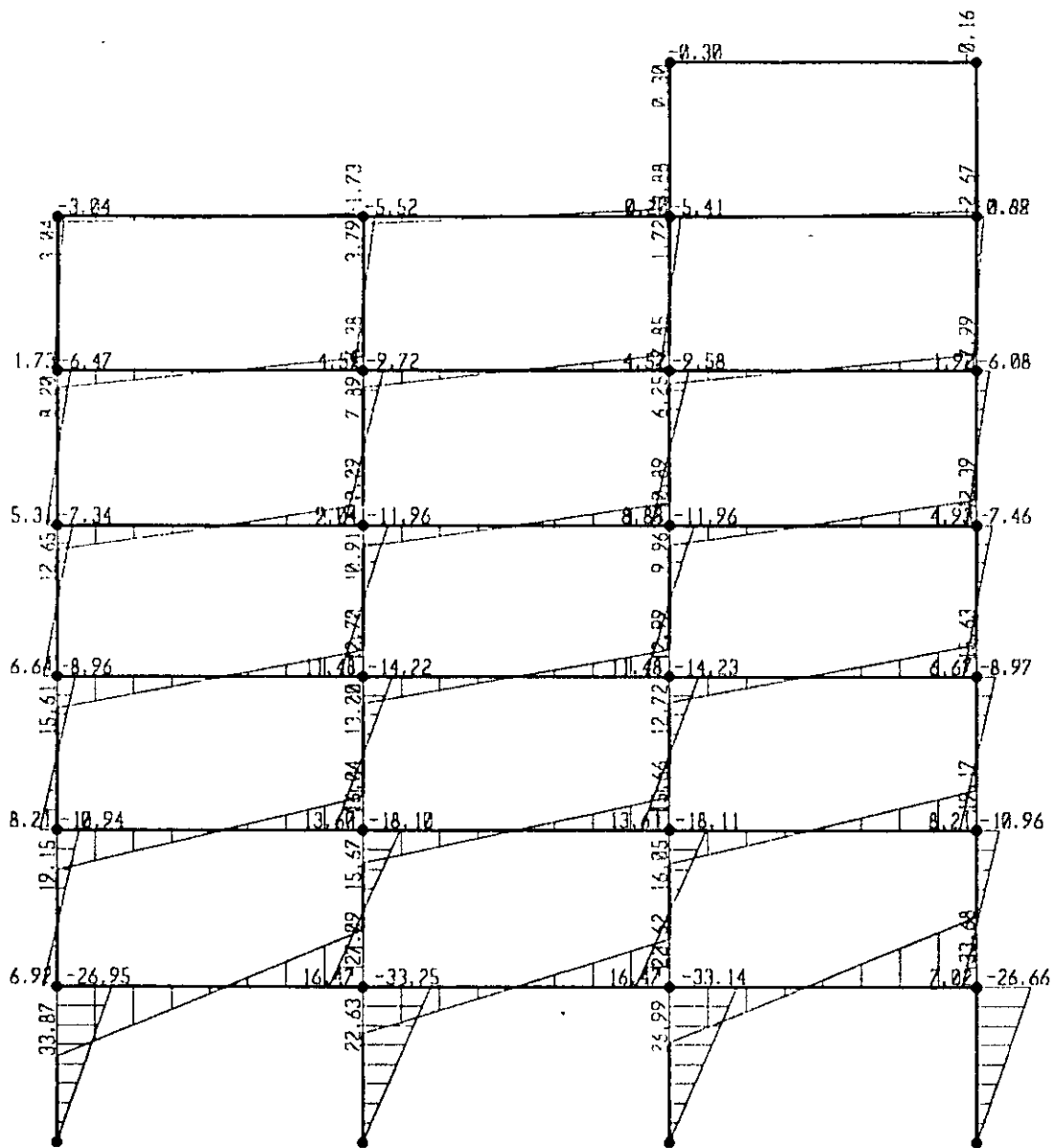




151







; File C:\Mis documentos\curso sap 2000\ejemplo9.s2k saved 3/21/00 10:12:33 in Ton-m

SYSTEM

DOF=UX,UZ,RY LENGTH=m FORCE=Ton LINES=59

JOINT

1 X=-9 Y=0 Z=0
2 X=-9 Y=0 Z=3
3 X=-9 Y=0 Z=6
4 X=-9 Y=0 Z=9
5 X=-9 Y=0 Z=12
6 X=-9 Y=0 Z=15
7 X=-9 Y=0 Z=18
12 X=-3 Y=0 Z=0
13 X=-3 Y=0 Z=3
14 X=-3 Y=0 Z=6
15 X=-3 Y=0 Z=9
16 X=-3 Y=0 Z=12
17 X=-3 Y=0 Z=15
18 X=-3 Y=0 Z=18
23 X=3 Y=0 Z=0
24 X=3 Y=0 Z=3
25 X=3 Y=0 Z=6
26 X=3 Y=0 Z=9
27 X=3 Y=0 Z=12
28 X=3 Y=0 Z=15
29 X=3 Y=0 Z=18
30 X=3 Y=0 Z=21
34 X=9 Y=0 Z=0
35 X=9 Y=0 Z=3
36 X=9 Y=0 Z=6
37 X=9 Y=0 Z=9
38 X=9 Y=0 Z=12
39 X=9 Y=0 Z=15
40 X=9 Y=0 Z=18
41 X=9 Y=0 Z=21

RESTRAINT

ADD=1 DOF=U1,U2,U3,R1,R3
ADD=12 DOF=U1,U2,U3,R1,R3
ADD=23 DOF=U1,U2,U3,R1,R3
ADD=34 DOF=U1,U2,U3,R1,R3

PATTERN

NAME=DEFAULT

MATERIAL

NAME=STEEL IDES=S M=.798142 W=7.833413
T=0 E=2.038902E+07 U=.3 A=.0000117
NAME=CONC IDES=C M=.2448012 W=2.402616
T=0 E=2531051 U=.2 A=.0000099
NAME=OTHER IDES=N M=.2448012 W=2.402616
T=0 E=2531051 U=.2 A=.0000099

FRAME SECTION

NAME=FSECC1 MAT=STEEL SH=R T=.5,.3 A=.15 J=2.817371E-03 I=.003125,.001125 AS=.125,.125
NAME=FS1 MAT=CONC SH=R T=.6,.6 A=.36 J=1.825201E-02 I=.0108,.0108 AS=.3,.3
NAME=FS2 MAT=CONC SH=R T=1,.4 A=.4 J=.0159688 I=3.333334E-02,5.333334E-03 AS=.3333333,.3333333

FRAME

1 J=1,2 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
2 J=2,3 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
3 J=3,4 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
4 J=4,5 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
5 J=5,6 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
6 J=6,7 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
11 J=12,13 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
12 J=13,14 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
13 J=14,15 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
14 J=15,16 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
15 J=16,17 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
16 J=17,18 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
21 J=23,24 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
22 J=24,25 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
23 J=25,26 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
24 J=26,27 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
25 J=27,28 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
26 J=28,29 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
27 J=29,30 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
31 J=34,35 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
32 J=35,36 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
33 J=36,37 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
34 J=37,38 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
35 J=38,39 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
36 J=39,40 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
37 J=40,41 SEC=FS1 NSEG=2 ANG=0
41 J=1,13 SEC=FS2 NSEG=4 ANG=0
42 J=3,14 SEC=FS2 NSEG=4 ANG=0
43 J=4,15 SEC=FS2 NSEG=4 ANG=0
44 J=5,16 SEC=FS2 NSEG=4 ANG=0
45 J=6,17 SEC=FS2 NSEG=4 ANG=0
46 J=7,18 SEC=FS2 NSEG=4 ANG=0
51 J=13,24 SEC=FS2 NSEG=4 ANG=0

```

52 J=14,25 SEC=FS2 NSEG=4 ANG=0
53 J=15,26 SEC=FS2 NSEG=4 ANG=0
54 J=16,27 SEC=FS2 NSEG=4 ANG=0
55 J=17,28 SEC=FS2 NSEG=4 ANG=0
56 J=18,29 SEC=FS2 NSEG=4 ANG=0
61 J=24,35 SEC=FS2 NSEG=4 ANG=0
62 J=25,36 SEC=FS2 NSEG=4 ANG=0
63 J=26,37 SEC=FS2 NSEG=4 ANG=0
64 J=27,38 SEC=FS2 NSEG=4 ANG=0
65 J=28,39 SEC=FS2 NSEG=4 ANG=0
66 J=29,40 SEC=FS2 NSEG=4 ANG=0
67 J=30,41 SEC=FS2 NSEG=4 ANG=0

```

LOAD

```

NAME=VERT SW=1
TYPE=DISTRIBUTED SPAN
ADD=41 RD=0,1 UZ=-2,-2
ADD=42 RD=0,1 UZ=-2,-2
ADD=43 RD=0,1 UZ=-2,-2
ADD=44 RD=0,1 UZ=-2,-2
ADD=45 RD=0,1 UZ=-2,-2
ADD=46 RD=0,1 UZ=-2,-2
ADD=51 RD=0,1 UZ=-2,-2
ADD=52 RD=0,1 UZ=-2,-2
ADD=53 RD=0,1 UZ=-2,-2
ADD=54 RD=0,1 UZ=-2,-2
ADD=55 RD=0,1 UZ=-2,-2
ADD=56 RD=0,1 UZ=-2,-2
ADD=61 RD=0,1 UZ=-2,-2
ADD=62 RD=0,1 UZ=-2,-2
ADD=63 RD=0,1 UZ=-2,-2
ADD=64 RD=0,1 UZ=-2,-2
ADD=65 RD=0,1 UZ=-2,-2
ADD=66 RD=0,1 UZ=-2,-2
ADD=67 RD=0,1 UZ=-2,-2

```

NAME=LATERAL

```

TYPE=FORCE
ADD=2 UX=5
ADD=3 UX=5
ADD=4 UX=5
ADD=5 UX=5
ADD=6 UX=10
ADD=7 UX=10

```

COMBO

```

NAME=DCON1
LOAD=VERT SF=1.4
NAME=DCON2
LOAD=VERT SF=1.4
NAME=DCON3
LOAD=VERT SF=1.05
LOAD=LATERAL SF=1.4025
NAME=DCON4
LOAD=VERT SF=1.05
LOAD=LATERAL SF=-1.4025
NAME=DCON5
LOAD=VERT SF=.9
LOAD=LATERAL SF=1.43
NAME=DCON6
LOAD=VERT SF=.9
LOAD=LATERAL SF=-1.43

```

OUTPUT

```

ELEM=JOINT TYPE=DISP LOAD=VERT
ELEM=JOINT TYPE=DISP LOAD=LATERAL
ELEM=JOINT TYPE=APPL LOAD=VERT
ELEM=JOINT TYPE=APPL LOAD=LATERAL
ELEM=FRAME TYPE=FORCE LOAD=VERT
ELEM=FRAME TYPE=FORCE LOAD=LATERAL
ELEM=FRAME TYPE=JOINTF LOAD=VERT
ELEM=FRAME TYPE=JOINTF LOAD=LATERAL

```

END

```

; The following data is not required for analysis. It is written here as a backup.
; This data will be used for graphics and design if this file is imported.
; If changes are made to the analysis data above, then the following data
; should be checked for consistency.
; Any errors in importing the following data are ignored without warning.

```

SAP2000 V6.10 SUPPLEMENTAL DATA

```

GRID GLOBAL X "1" -9
GRID GLOBAL X "2" -3
GRID GLOBAL X "3" 3
GRID GLOBAL X "4" 9
GRID GLOBAL Y "5" 0
GRID GLOBAL Z "6" 0
GRID GLOBAL Z "7" 3
GRID GLOBAL Z "8" 6
GRID GLOBAL Z "9" 9
GRID GLOBAL Z "10" 12
GRID GLOBAL Z "11" 15
GRID GLOBAL Z "12" 18
GRID GLOBAL Z "13" 21
GRID GLOBAL Z "14" 24
GRID GLOBAL Z "15" 27

```

GRID GLOBAL Z "16" 30
CONCRETEGROUP "COLS"
CONCRETEGROUP "TRABES"
GROUP "COLS" JOINT 1
GROUP "COLS" JOINT 2
GROUP "COLS" JOINT 3
GROUP "COLS" JOINT 4
GROUP "COLS" JOINT 5
GROUP "COLS" JOINT 6
GROUP "COLS" JOINT 7
GROUP "COLS" JOINT 12
GROUP "COLS" JOINT 13
GROUP "COLS" JOINT 14
GROUP "COLS" JOINT 15
GROUP "COLS" JOINT 16
GROUP "COLS" JOINT 17
GROUP "COLS" JOINT 18
GROUP "COLS" JOINT 23
GROUP "COLS" JOINT 24
GROUP "COLS" JOINT 25
GROUP "COLS" JOINT 26
GROUP "COLS" JOINT 27
GROUP "COLS" JOINT 28
GROUP "COLS" JOINT 29
GROUP "COLS" JOINT 30
GROUP "COLS" JOINT 34
GROUP "COLS" JOINT 35
GROUP "COLS" JOINT 36
GROUP "COLS" JOINT 37
GROUP "COLS" JOINT 38
GROUP "COLS" JOINT 39
GROUP "COLS" JOINT 40
GROUP "COLS" JOINT 41
GROUP "COLS" FRAME 1
GROUP "COLS" FRAME 2
GROUP "COLS" FRAME 3
GROUP "COLS" FRAME 4
GROUP "COLS" FRAME 5
GROUP "COLS" FRAME 6
GROUP "COLS" FRAME 11
GROUP "COLS" FRAME 12
GROUP "COLS" FRAME 13
GROUP "COLS" FRAME 14
GROUP "COLS" FRAME 15
GROUP "COLS" FRAME 16
GROUP "COLS" FRAME 21
GROUP "COLS" FRAME 22
GROUP "COLS" FRAME 23
GROUP "COLS" FRAME 24
GROUP "COLS" FRAME 25
GROUP "COLS" FRAME 26
GROUP "COLS" FRAME 27
GROUP "COLS" FRAME 31
GROUP "COLS" FRAME 32
GROUP "COLS" FRAME 33
GROUP "COLS" FRAME 34
GROUP "COLS" FRAME 35
GROUP "COLS" FRAME 36
GROUP "COLS" FRAME 37
GROUP "TRABES" JOINT 2
GROUP "TRABES" JOINT 3
GROUP "TRABES" JOINT 4
GROUP "TRABES" JOINT 5
GROUP "TRABES" JOINT 6
GROUP "TRABES" JOINT 7
GROUP "TRABES" JOINT 13
GROUP "TRABES" JOINT 14
GROUP "TRABES" JOINT 15
GROUP "TRABES" JOINT 16
GROUP "TRABES" JOINT 17
GROUP "TRABES" JOINT 18
GROUP "TRABES" JOINT 24
GROUP "TRABES" JOINT 25
GROUP "TRABES" JOINT 26
GROUP "TRABES" JOINT 27
GROUP "TRABES" JOINT 28
GROUP "TRABES" JOINT 29
GROUP "TRABES" JOINT 30
GROUP "TRABES" JOINT 35
GROUP "TRABES" JOINT 36
GROUP "TRABES" JOINT 37
GROUP "TRABES" JOINT 38
GROUP "TRABES" JOINT 39
GROUP "TRABES" JOINT 40
GROUP "TRABES" JOINT 41
GROUP "TRABES" FRAME 41
GROUP "TRABES" FRAME 42
GROUP "TRABES" FRAME 43
GROUP "TRABES" FRAME 44
GROUP "TRABES" FRAME 45
GROUP "TRABES" FRAME 46
GROUP "TRABES" FRAME 51
GROUP "TRABES" FRAME 52
GROUP "TRABES" FRAME 53
GROUP "TRABES" FRAME 54

GROUP "TRABES" FRAME 55
GROUP "TRABES" FRAME 56
GROUP "TRABES" FRAME 61
GROUP "TRABES" FRAME 62
GROUP "TRABES" FRAME 63
GROUP "TRABES" FRAME 64
GROUP "TRABES" FRAME 65
GROUP "TRABES" FRAME 66
GROUP "TRABES" FRAME 67
MATERIAL STEEL FY 25310.5
MATERIAL CONC FYREBAR 42184.18 FYSHEAR 28122.78 FC 2812.278 FCSHEAR 2812.278
FRAMESECTION FS1 NAME COL60X60
FRAMESECTION FS2 NAME TR40X100
CONCRETESECTION COL60X60 COLUMN COVER .06 REBAR RR-3-3
CONCRETESECTION TR40X100 COLUMN COVER .04572 REBAR RR-3-3
STATICLOAD VERT TYPE DEAD
STATICLOAD LATERAL TYPE QUAKE
COMBO DCON1 DESIGN CONCRETE
COMBO DCON2 DESIGN CONCRETE
COMBO DCON3 DESIGN CONCRETE
COMBO DCON4 DESIGN CONCRETE
COMBO DCON5 DESIGN CONCRETE
COMBO DCON6 DESIGN CONCRETE
CONCRETEDESIGN "ACI 318-95"
END SUPPLEMENTAL DATA

S A P 2 0 0 0
 Structural Analysis Programs
 Version 6.10
 Copyright (C) 1978-1997
 COMPUTERS AND STRUCTURES, INC.
 All rights reserved
 This copy of SAP2000 is for the exclusive use of
 THE LICENSEE
 Unauthorized use is in violation of Federal copyright laws
 It is the responsibility of the user to verify all
 results produced by this program
 21 Mar 2000 09:11:27

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 1
 PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo9.EKO

S Y S T E M D A T A

STEADY STATE LOAD FREQUENCY - - - - - 0.0000E+00
 LENGTH UNITS - - - - - M
 FORCE UNITS - - - - - TON
 UP DIRECTION - - - - - +Z
 GLOBAL DEGREES OF FREEDOM - - - - - UX
 - - - - - UZ
 - - - - - RY
 PAGINATION BY - - - - - LINES
 NUMBER OF LINES PER PAGE - - - - - 59
 INCLUDE WARNING MESSAGES IN OUTPUT FILE - - Y

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 2
 PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo9.EKO

G E N E R A T E D J O I N T C O O R D I N A T E S

JOINT	X	Y	Z
1	-9.000	0.000	0.000
2	-9.000	0.000	3.000
3	-9.000	0.000	6.000
4	-9.000	0.000	9.000
5	-9.000	0.000	12.000
6	-9.000	0.000	15.000
7	-9.000	0.000	18.000
12	-3.000	0.000	0.000
13	-3.000	0.000	3.000
14	-3.000	0.000	6.000
15	-3.000	0.000	9.000
16	-3.000	0.000	12.000
17	-3.000	0.000	15.000
18	-3.000	0.000	18.000
23	3.000	0.000	0.000
24	3.000	0.000	3.000
25	3.000	0.000	6.000
26	3.000	0.000	9.000
27	3.000	0.000	12.000
28	3.000	0.000	15.000
29	3.000	0.000	18.000
30	3.000	0.000	21.000
34	9.000	0.000	0.000
35	9.000	0.000	3.000
36	9.000	0.000	6.000
37	9.000	0.000	9.000
38	9.000	0.000	12.000
39	9.000	0.000	15.000
40	9.000	0.000	18.000
41	9.000	0.000	21.000

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 3
 PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo9.EKO

P A T T E R N S

PATTERN JOINT VALUE
 DEFAULT

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 4
 PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo9.EKO

R E S T R A I N T D A T A

JOINT	U1	U2	U3	R1	R3
1				R1	R3
12	U1	U2	U3	R1	R3
23	U1	U2	U3	R1	R3
34	U1	U2	U3	R1	R3

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 5

MATERIAL PROPERTY DATA

MAT LABEL	NUMBER	WEIGHT PER UNIT VOL	MASS PER UNIT VOL	DESIGN CODE
STEEL	1	0.7833E+01	0.7981E+00	S
CONC	1	0.2403E+01	0.2448E+00	C
OTHER	1	0.2403E+01	0.2448E+00	N

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 6
PROGRAM: SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo9.EKO

TEMPERATURE DEPENDENT DATA

MATERIAL PROPERTIES

MAT LABEL	TEMP	MODULUS OF ELASTICITY			SHEAR MODULI		
		E1	E2	E3	G12	G13	G23
STEEL	0.00	0.204E+08	0.204E+08	0.204E+08	0.784E+07	0.784E+07	0.784E+07
CONC	0.00	0.253E+07	0.253E+07	0.253E+07	0.105E+07	0.105E+07	0.105E+07
OTHER	0.00	0.253E+07	0.253E+07	0.253E+07	0.105E+07	0.105E+07	0.105E+07

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 7
PROGRAM: SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo9.EKO

TEMPERATURE DEPENDENT DATA

THERMAL EXPANSION COEFFICIENTS

MAT LABEL	TEMP	COEFFICIENTS OF THERMAL EXPANSION					
		A1	A2	A3	A12	A13	A23
STEEL	0.00	0.117E-04	0.117E-04	0.117E-04	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
CONC	0.00	0.990E-05	0.990E-05	0.990E-05	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
OTHER	0.00	0.990E-05	0.990E-05	0.990E-05	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 8
PROGRAM: SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo9.EKO

TEMPERATURE DEPENDENT DATA

MATERIAL PROPERTIES

MAT LABEL	TEMP	POISSONS RATIO														
		U12	U13	U23	U14	U24	U34	U15	U25	U35	U45	U16	U26	U36	U46	U56
STEEL	0.00	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CONC	0.00	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
OTHER	0.00	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 9
PROGRAM: SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo9.EKO

MATERIAL PROPERTIES

MAT LABEL	TEMP	YIELD FY
CONC	0.00	36.00

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 10
PROGRAM: SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo9.EKO

FRAME SECTION PROPERTY DATA - PRISMATIC

SECTION LABEL	SHAPE TYPE	DEPTH	FLANGE	FLANGE	WEB	FLANGE	FLANGE
			WIDTH TOP	THICK TOP	THICK	WIDTH BOTTOM	THICK BOTTOM
FSEC1	R	0.500		0.300			
FS1	R	0.600		0.600			
FS2	R	1.000		0.400			

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 11
PROGRAM: SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo9.EKO

FRAME SECTION PROPERTY DATA - PRISMATIC

SECTION	AXIAL	TORSIONAL	MOMENTS OF INERTIA	SHEAR	AREAS
---------	-------	-----------	--------------------	-------	-------

LABEL	AREA	CONSTANT	I33	I22	A2	A3
FSEC1	0.150E+00	0.282E-02	0.313E-02	0.113E-02	0.125E+00	0.125E+00
FS1	0.360E+00	0.183E-01	0.108E-01	0.108E-01	0.300E+00	0.300E+00
FS2	0.400E+00	0.160E-01	0.333E-01	0.533E-02	0.333E+00	0.333E+00

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 12
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo9.EKO

FRAME SECTION PROPERTY DATA - PRISMATIC

SECTION LABEL	MAT LABEL	ADDITIONAL MASS PER LENGTH	ADDITIONAL WEIGHT PER LENGTH
FSEC1	STEEL	0.000E+00	0.000E+00
FS1	CONC	0.000E+00	0.000E+00
FS2	CONC	0.000E+00	0.000E+00

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 13
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo9.EKO

FRAME ELEMENT DATA

ELEMENT LABEL	JOINT END-I	JOINT END-J	ELEMENT LENGTH	END-OFFSET-LENGTHS END-I	END-OFFSET-LENGTHS END-J	RIGID-END FACTOR	NUMBER OF SEGMENTS
1	1	2	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
2	2	3	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
3	3	4	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
4	4	5	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
5	5	6	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
6	6	7	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
11	12	13	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
12	13	14	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
13	14	15	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
14	15	16	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
15	16	17	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
16	17	18	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
21	23	24	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
22	24	25	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
23	25	26	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
24	26	27	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
25	27	28	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
26	28	29	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
27	29	30	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
31	34	35	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
32	35	36	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
33	36	37	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
34	37	38	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
35	38	39	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
36	39	40	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
37	40	41	3.000	0.000	0.000	0.0000	2
41	2	13	6.000	0.000	0.000	0.0000	4
42	3	14	6.000	0.000	0.000	0.0000	4
43	4	15	6.000	0.000	0.000	0.0000	4
44	5	16	6.000	0.000	0.000	0.0000	4
45	6	17	6.000	0.000	0.000	0.0000	4
46	7	18	6.000	0.000	0.000	0.0000	4
51	13	24	6.000	0.000	0.000	0.0000	4
52	14	25	6.000	0.000	0.000	0.0000	4
53	15	26	6.000	0.000	0.000	0.0000	4
54	16	27	6.000	0.000	0.000	0.0000	4
55	17	28	6.000	0.000	0.000	0.0000	4
56	18	29	6.000	0.000	0.000	0.0000	4
61	24	35	6.000	0.000	0.000	0.0000	4
62	25	36	6.000	0.000	0.000	0.0000	4
63	26	37	6.000	0.000	0.000	0.0000	4
64	27	38	6.000	0.000	0.000	0.0000	4
65	28	39	6.000	0.000	0.000	0.0000	4
66	29	40	6.000	0.000	0.000	0.0000	4
67	30	41	6.000	0.000	0.000	0.0000	4

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 14
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo9.EKO

FRAME ELEMENT DATA

ELEMENT LABEL	SECTION LABEL	LOCAL PLANE	COORD SYSTEM	PLN 1ST	PLN 2ND	PLANE JOINTA	PLANE JOINTB	COORD ANGLE
1	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
2	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
3	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
4	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
5	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
6	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
11	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
12	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
13	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
14	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
15	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00

16	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
21	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
22	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
23	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
24	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
25	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
26	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
27	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
31	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
32	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
33	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
34	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
35	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
36	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
37	FS1	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
41	FS2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
42	FS2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
43	FS2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
44	FS2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
45	FS2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
46	FS2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
51	FS2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
52	FS2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
53	FS2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
54	FS2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
55	FS2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
56	FS2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
61	FS2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
62	FS2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
63	FS2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
64	FS2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
65	FS2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
66	FS2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00
67	FS2	12	0	+Z	+X	0	0	0.00

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 15
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo9.EKO

TOTAL WEIGHTS AND MASSES

SECTION LABEL	WEIGHT	MASS
FS1	67.4655	6.8740
FS2	109.5593	11.1629
TOTAL	177.0247	18.0370

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 16
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo9.EKO

LOAD CONDITION VERT

SELF-WEIGHT MULTIPLIER FOR ENTIRE STRUCTURE = 0.1000E+01

DISTRIBUTED SPAN LOADS ON FRAME ELEMENTS

ELEMENT LABEL	LOC DOF	DISTANCE AT START	DISTANCE AT END	FORCE AT START	FORCE AT END	MOMENT AT START	MOMENT AT END
41	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.200E+01	-0.200E+01		
42	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.200E+01	-0.200E+01		
43	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.200E+01	-0.200E+01		
44	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.200E+01	-0.200E+01		
45	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.200E+01	-0.200E+01		
46	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.200E+01	-0.200E+01		
51	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.200E+01	-0.200E+01		
52	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.200E+01	-0.200E+01		
53	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.200E+01	-0.200E+01		
54	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.200E+01	-0.200E+01		
55	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.200E+01	-0.200E+01		
56	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.200E+01	-0.200E+01		
61	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.200E+01	-0.200E+01		
62	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.200E+01	-0.200E+01		
63	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.200E+01	-0.200E+01		
64	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.200E+01	-0.200E+01		
65	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.200E+01	-0.200E+01		
66	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.200E+01	-0.200E+01		
67	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.200E+01	-0.200E+01		

LOAD CONDITION LATERAL

SELF-WEIGHT MULTIPLIER FOR ENTIRE STRUCTURE = 0.0000E+00

JOINT FORCES IN LOCAL COORDINATES

JOINT LABEL	FORCE 1	FORCE 2	FORCE 3	MOMENT 1	MOMENT 2	MOMENT 3
2	0.500E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
3	0.500E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
4	0.500E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
5	0.500E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

6 0.100E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00
7 0.100E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 17
PROGRAM: SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo9.EKO

O U T P U T S E L E C T I O N

DISPLACEMENTS AT JOINTS

LOAD LABEL	MODES	SPEC LABEL	HIST LABEL	MOVE LABEL	COMB LABEL
------------	-------	------------	------------	------------	------------

VERT
LATERAL

APPLIED AND INTERNAL LOADS AT JOINTS

LOAD LABEL	MODES	SPEC LABEL	HIST LABEL	MOVE LABEL	COMB LABEL
------------	-------	------------	------------	------------	------------

VERT
LATERAL

INTERNAL FORCES AT ELEMENT FRAME

LOAD LABEL	MODES	SPEC LABEL	HIST LABEL	MOVE LABEL	COMB LABEL
------------	-------	------------	------------	------------	------------

VERT
LATERAL

JOINT FORCES AT ELEMENT FRAME

LOAD LABEL	MODES	SPEC LABEL	HIST LABEL	MOVE LABEL	COMB LABEL
------------	-------	------------	------------	------------	------------

VERT
LATERAL

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 18
PROGRAM: SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo9.EKO

I N P U T C O M P L E T E

SAP2000 (R)
 Structural Analysis Programs
 Version E6.10
 Copyright (C) 1978-1997
 COMPUTERS AND STRUCTURES, INC.

All rights reserved
 This copy of SAP2000 is for the exclusive use of
 THE LICENSEE
 Unauthorized use is in violation of Federal copyright laws
 It is the responsibility of the user to verify all
 results produced by this program
 21 Mar 2000 09:11:29

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPL09.OUT PAGE 1
 D I S P L A C E M E N T D E G R E E S O F F R E E D O M

(A) = Active DOF, equilibrium equation
 (-) = Restrained DOF, reaction computed
 (+) = Constrained DOF
 () = Null DOF

JOINTS		UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
1		-	-	-	A		
2	TO	7	A	A	A		
12		-	-	-	A		
13	TO	18	A	A	A		
23		-	-	-	A		
24	TO	30	A	A	A		
34		-	-	-	A		
35	TO	41	A	A	A		

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPL09.OUT PAGE 2

J O I N T D I S P L A C E M E N T S
 TRANSLATIONS AND ROTATIONS, IN GLOBAL COORDINATES

LOAD	VERT	UX	UZ	RY
1		.000000	.000000	-4.54E-05
2		-9.41E-06	-0.000225	8.91E-05
3		1.41E-05	-0.000413	8.65E-05
4		3.07E-05	-0.000564	9.63E-05
5		5.38E-05	-0.000675	0.000104
6		7.93E-05	-0.000748	0.000106
7		0.000157	-0.000780	0.000175
12		.000000	.000000	-1.45E-07
13		1.22E-06	-0.000400	1.61E-06
14		1.53E-05	-0.000731	1.66E-05
15		3.19E-05	-0.000995	2.50E-05
16		5.46E-05	-0.001193	3.25E-05
17		8.28E-05	-0.001324	3.98E-05
18		0.000135	-0.001390	5.03E-05
23		.000000	.000000	4.33E-06
24		1.27E-05	-0.000425	3.97E-06
25		1.86E-05	-0.000782	-6.00E-06
26		3.43E-05	-0.001073	-9.02E-06
27		5.65E-05	-0.001298	-1.13E-05
28		8.65E-05	-0.001460	-1.04E-05
29		0.000107	-0.001557	-4.24E-05
30		-0.000135	-0.001590	4.91E-05
34		.000000	.000000	5.05E-05
35		2.35E-05	-0.000267	-8.53E-05
36		1.99E-05	-0.000497	-7.98E-05
37		3.57E-05	-0.000689	-8.65E-05
38		5.77E-05	-0.000841	-9.07E-05
39		8.78E-05	-0.000954	-9.40E-05
40		0.000103	-0.001027	-0.000114
41		-0.000152	-0.001060	-0.000224

LOAD	LATERAL	UX	UZ	RY
1		.000000	.000000	0.002006
2		0.004626	9.14E-05	0.000528
3		0.006425	0.000149	0.000307
4		0.007811	0.000188	0.000266
5		0.008979	0.000211	0.000228
6		0.009927	0.000222	0.000164
7		0.010457	0.000224	9.21E-05
12		.000000	.000000	0.002111
13		0.004614	-1.03E-05	0.000287
14		0.006447	-1.20E-05	0.000197
15		0.007787	-1.15E-05	0.000163
16		0.008954	-9.82E-06	0.000137
17		0.009882	-7.59E-06	9.52E-05
18		0.010407	-6.00E-06	4.57E-05

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPL09.OUT PAGE 3

J O I N T D I S P L A C E M E N T S
 TRANSLATIONS AND ROTATIONS, IN GLOBAL COORDINATES

JOINT	UX	UZ	RY
23	.000000	.000000	0.002104
24	0.004600	9.82E-06	0.000286
25	0.006382	1.12E-05	0.000197
26	0.007773	1.04E-05	0.000163
27	0.008938	8.33E-06	0.000136
28	0.009854	5.95E-06	9.78E-05
29	0.010378	4.39E-06	4.91E-05
30	0.010531	4.64E-06	4.34E-05
34	.000000	.000000	0.001987
35	0.004583	-9.09E-05	0.000524
36	0.006380	-0.000149	0.000308
37	0.007767	-0.000187	0.000266
38	0.008932	-0.000210	0.000223
39	0.009842	-0.000220	0.000160
40	0.010366	-0.000223	8.27E-05
41	0.010532	-0.000223	3.83E-05

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPL09.OUT PAGE 4

A P P L I E D L O A D S
 FORCES AND MOMENTS ACTING ON JOINTS, IN GLOBAL COORDINATES

LOAD	VERT	FX	FZ	MY
1		.000000	-1.297413	.000000

2	.000000	-11.477964	8.883139
3	.000000	-11.477964	8.883139
4	.000000	-11.477964	8.883139
5	.000000	-11.477964	8.883139
6	.000000	-11.477964	8.883139
7	.000000	-10.180552	8.883139
12	.000000	-1.297413	.000000
13	.000000	-20.361104	1.60E-14
14	.000000	-20.361104	1.60E-14
15	.000000	-20.361104	1.60E-14
16	.000000	-20.361104	1.60E-14
17	.000000	-20.361104	1.60E-14
18	.000000	-19.063691	1.60E-14
23	.000000	-1.297413	.000000
24	.000000	-20.361104	1.60E-14
25	.000000	-20.361104	1.60E-14
26	.000000	-20.361104	1.60E-14
27	.000000	-20.361104	1.60E-14
28	.000000	-20.361104	1.60E-14
29	.000000	-20.361104	1.60E-14
30	.000000	-10.180552	8.883139
34	.000000	-1.297413	.000000
35	.000000	-11.477964	-8.883139
36	.000000	-11.477964	-8.883139
37	.000000	-11.477964	-8.883139
38	.000000	-11.477964	-8.883139
39	.000000	-11.477964	-8.883139
40	.000000	-11.477964	-8.883139
41	.000000	-10.180552	-8.883139

LOAD LATERAL

JOINT	FX	FZ	MY
2	5.000000	.000000	.000000
3	5.000000	.000000	.000000
4	5.000000	.000000	.000000
5	5.000000	.000000	.000000
6	10.000000	.000000	.000000
7	10.000000	.000000	.000000

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO9.OUT PAGE 5

GLOBAL FORCE BALANCE
TOTAL FORCE AND MOMENT AT THE ORIGIN, IN GLOBAL COORDINATES

LOAD	VERT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
APPLIED		.000000	.000000	-405.024747	.000000	137.735574	.000000
REACTNS		1.09E-14	.000000	405.024747	.000000	-137.735574	.000000
TOTAL		1.09E-14	.000000	-5.68E-13	.000000	3.41E-13	.000000

LOAD LATERAL

LOAD	VERT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
APPLIED		40.000000	.000000	.000000	.000000	480.000000	.000000
REACTNS		-40.000000	.000000	1.07E-14	.000000	-480.000000	.000000
TOTAL		-6.39E-14	.000000	1.07E-14	.000000	2.27E-12	.000000

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO9.OUT PAGE 6

FRAME ELEMENT JOINT FORCES
FORCES AND MOMENTS ACTING ON ELEMENTS, IN GLOBAL COORDINATES

ELEM 1

LOAD	VERT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
JOINT 1		0.816605	.000000	69.561426	.000000	1.38E-16	.000000
JOINT 2		-0.816605	.000000	-66.966601	.000000	2.449816	.000000

LOAD LATERAL

LOAD	VERT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
JOINT 1		-8.982460	.000000	-27.756703	.000000	6.93E-15	.000000
JOINT 2		8.982460	.000000	27.756703	.000000	-26.947381	.000000

ELEM 2

LOAD	VERT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
JOINT 2		2.611554	.000000	58.504322	.000000	3.941874	.000000
JOINT 3		-2.611554	.000000	-55.909496	.000000	3.893588	.000000

LOAD LATERAL

LOAD	VERT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
JOINT 2		-5.954896	.000000	-17.596670	.000000	-6.924680	.000000
JOINT 3		5.954896	.000000	17.596670	.000000	-10.940006	.000000

ELEM 3

LOAD	VERT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
JOINT 3		2.807400	.000000	46.988612	.000000	4.120981	.000000
JOINT 4		-2.807400	.000000	-44.393787	.000000	4.301218	.000000

LOAD LATERAL

LOAD	VERT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
JOINT 3		-5.722883	.000000	-11.732831	.000000	-8.207464	.000000
JOINT 4		5.722883	.000000	11.732831	.000000	-8.961184	.000000

ELEM 4

LOAD	VERT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
JOINT 4		3.017396	.000000	35.217087	.000000	4.454042	.000000
JOINT 5		-3.017396	.000000	-32.622262	.000000	4.593146	.000000

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO9.OUT PAGE 7

FRAME ELEMENT JOINT FORCES
FORCES AND MOMENTS ACTING ON ELEMENTS, IN GLOBAL COORDINATES

LOAD LATERAL

LOAD	VERT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
JOINT 4		-4.661364	.000000	-7.014936	.000000	-6.643920	.000000
JOINT 5		4.661364	.000000	7.014936	.000000	-7.340172	.000000

ELEM 5

LOAD	VERT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
JOINT 5		3.153406	.000000	23.266381	.000000	4.706837	.000000
JOINT 6		-3.153406	.000000	-20.671555	.000000	4.753381	.000000

LOAD LATERAL

LOAD	VERT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
JOINT 5		-3.926147	.000000	-3.225879	.000000	-5.306865	.000000
JOINT 6		3.926147	.000000	3.225879	.000000	-6.471576	.000000

ELEM 6

LOAD	VERT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
JOINT 5							
JOINT 6							

6	3.750902	.000000	11.187923	.000000	4.997386	.000000	
7	-3.750902	.000000	-8.593098	.000000	6.255321	.000000	
LOAD LATERAL							
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
6	-1.589671	.000000	-0.795336	.000000	-1.730379	.000000	.000000
7	1.589671	.000000	0.795336	.000000	-3.038635	.000000	.000000
ELEM 11							
LOAD VERT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
12	0.010682	.000000	122.731645	.000000	-3.06E-18	.000000	.000000
13	-0.010682	.000000	-120.136820	.000000	0.032046	.000000	.000000
LOAD LATERAL							
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
12	-11.084411	.000000	3.126082	.000000	-1.66E-16	.000000	.000000
13	11.084411	.000000	-3.126082	.000000	-33.253232	.000000	.000000
PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10							
FRAME ELEMENT JOINT FORCES							
FORCES AND MOMENTS ACTING ON ELEMENTS, IN GLOBAL COORDINATES							
ELEM 12							
LOAD VERT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
13	0.144793	.000000	101.912283	.000000	0.080316	.000000	.000000
14	-0.144793	.000000	-99.317457	.000000	0.354062	.000000	.000000
LOAD LATERAL							
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
13	-11.524494	.000000	0.508852	.000000	-16.468811	.000000	.000000
14	11.524494	.000000	-0.508852	.000000	-18.104670	.000000	.000000
ELEM 13							
LOAD VERT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
14	0.499248	.000000	81.505551	.000000	0.672851	.000000	.000000
15	-0.499248	.000000	-78.910726	.000000	0.824892	.000000	.000000
LOAD LATERAL							
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
14	-9.271377	.000000	-0.133337	.000000	-13.597942	.000000	.000000
15	9.271377	.000000	0.133337	.000000	-14.216188	.000000	.000000
ELEM 14							
LOAD VERT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
15	0.692181	.000000	61.308506	.000000	0.969808	.000000	.000000
16	-0.692181	.000000	-58.713681	.000000	1.106735	.000000	.000000
LOAD LATERAL							
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
15	-7.814389	.000000	-0.519534	.000000	-11.484626	.000000	.000000
16	7.814389	.000000	0.519534	.000000	-11.958541	.000000	.000000
ELEM 15							
LOAD VERT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
16	0.874630	.000000	41.237390	.000000	1.244912	.000000	.000000
17	-0.874630	.000000	-38.642565	.000000	1.378978	.000000	.000000
PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10							
FRAME ELEMENT JOINT FORCES							
FORCES AND MOMENTS ACTING ON ELEMENTS, IN GLOBAL COORDINATES							
LOAD LATERAL							
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
16	-6.251986	.000000	-0.676443	.000000	-9.035087	.000000	.000000
17	6.251986	.000000	0.676443	.000000	-9.720872	.000000	.000000
ELEM 16							
LOAD VERT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
17	0.903738	.000000	21.273240	.000000	1.260490	.000000	.000000
18	-0.903738	.000000	-18.678415	.000000	1.450725	.000000	.000000
LOAD LATERAL							
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
17	-3.357797	.000000	-0.483850	.000000	-4.549555	.000000	.000000
18	3.357797	.000000	0.483850	.000000	-5.523837	.000000	.000000
ELEM 21							
LOAD VERT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
23	-0.002235	.000000	130.433623	.000000	1.46E-17	.000000	.000000
24	0.002235	.000000	-127.838797	.000000	-0.006704	.000000	.000000
LOAD LATERAL							
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
23	-11.045663	.000000	-2.982055	.000000	1.27E-14	.000000	.000000
24	11.045663	.000000	2.982055	.000000	-33.136988	.000000	.000000
ELEM 22							
LOAD VERT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
24	-0.097589	.000000	109.738587	.000000	-0.055600	.000000	.000000
25	0.097589	.000000	-107.143762	.000000	-0.237168	.000000	.000000
LOAD LATERAL							
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
24	-11.526709	.000000	-0.413356	.000000	-16.474336	.000000	.000000
25	11.526709	.000000	0.413356	.000000	-18.105790	.000000	.000000
PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10							
FRAME ELEMENT JOINT FORCES							
FORCES AND MOMENTS ACTING ON ELEMENTS, IN GLOBAL COORDINATES							
ELEM 23							
LOAD VERT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
25	-0.416628	.000000	89.582675	.000000	-0.597409	.000000	.000000
26	0.416628	.000000	-86.987850	.000000	-0.652474	.000000	.000000
LOAD LATERAL							
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
25	-9.279987	.000000	0.236201	.000000	-13.609975	.000000	.000000
26	9.279987	.000000	-0.236201	.000000	-14.229987	.000000	.000000
ELEM 24							
LOAD VERT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
26	-0.574047	.000000	69.774059	.000000	-0.839995	.000000	.000000
27	0.574047	.000000	-67.179234	.000000	-0.882146	.000000	.000000
LOAD LATERAL							
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
26	-7.815629	.000000	0.630088	.000000	-11.482325	.000000	.000000

ELEM	27	7.815629	.000000	-0.630088	.000000	-11.964563	.000000
LOAD	VERT						
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	27	-0.682415	.000000	50.249964	.000000	-1.032169	.000000
	28	0.682415	.000000	-47.655139	.000000	-1.015076	.000000

LOAD LATERAL							
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	27	-6.152927	.000000	0.722728	.000000	-8.880128	.000000
	28	6.152927	.000000	-0.722728	.000000	-9.578652	.000000

ELEM	26						
LOAD	VERT						
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	28	-1.090707	.000000	30.926253	.000000	-1.344552	.000000
	29	1.090707	.000000	-28.331427	.000000	-1.927570	.000000

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO9.OUT PAGE 11
 FRAME ELEMENT JOINT FORCES
 FORCES AND MOMENTS ACTING ON ELEMENTS, IN GLOBAL COORDINATES

LOAD LATERAL							
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	28	-3.307681	.000000	0.472495	.000000	-4.517675	.000000
	29	3.307681	.000000	-0.472495	.000000	-5.405369	.000000

ELEM	27						
LOAD	VERT						
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	29	2.753659	.000000	11.450543	.000000	3.296919	.000000
	30	-2.753659	.000000	-8.855718	.000000	4.964059	.000000

LOAD LATERAL							
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	29	-0.166062	.000000	-0.076089	.000000	-0.197643	.000000
	30	0.166062	.000000	0.076089	.000000	-0.300542	.000000

ELEM	27						
LOAD	VERT						
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	34	-0.825053	.000000	82.298053	.000000	4.40E-17	.000000
	35	0.825053	.000000	-79.703228	.000000	-2.475158	.000000

LOAD LATERAL							
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	34	-8.887467	.000000	27.612676	.000000	-4.50E-15	.000000
	35	8.887467	.000000	-27.612676	.000000	-26.662400	.000000

ELEM	32						
LOAD	VERT						
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	35	-2.658758	.000000	71.191419	.000000	-4.038574	.000000
	36	2.658758	.000000	-68.596594	.000000	-3.937698	.000000

LOAD LATERAL							
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	35	-5.993902	.000000	17.501174	.000000	-7.018198	.000000
	36	5.993902	.000000	-17.501174	.000000	-10.963508	.000000

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO9.OUT PAGE 12
 FRAME ELEMENT JOINT FORCES
 FORCES AND MOMENTS ACTING ON ELEMENTS, IN GLOBAL COORDINATES

ELEM	33						
LOAD	VERT						
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	36	-2.890020	.000000	59.591635	.000000	-4.273420	.000000
	37	2.890020	.000000	-56.996810	.000000	-4.396639	.000000

LOAD LATERAL							
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	36	-5.725753	.000000	11.629967	.000000	-8.210822	.000000
	37	5.725753	.000000	-11.629967	.000000	-8.966439	.000000

ELEM	34						
LOAD	VERT						
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	37	-3.135530	.000000	47.690685	.000000	-4.665389	.000000
	38	3.135530	.000000	-45.095860	.000000	-4.741202	.000000

LOAD LATERAL							
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	37	-4.708618	.000000	6.904383	.000000	-6.666391	.000000
	38	4.708618	.000000	-6.904383	.000000	-7.459462	.000000

ELEM	35						
LOAD	VERT						
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	38	-3.345621	.000000	35.558466	.000000	-4.988659	.000000
	39	3.345621	.000000	-32.963641	.000000	-5.048203	.000000

LOAD LATERAL							
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	38	-3.668940	.000000	3.179595	.000000	-4.931138	.000000
	39	3.668940	.000000	-3.179595	.000000	-6.075682	.000000

ELEM	36						
LOAD	VERT						
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	39	-3.563933	.000000	23.246650	.000000	-5.161317	.000000
	40	3.563933	.000000	-20.651825	.000000	-5.530482	.000000

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO9.OUT PAGE 13
 FRAME ELEMENT JOINT FORCES
 FORCES AND MOMENTS ACTING ON ELEMENTS, IN GLOBAL COORDINATES

LOAD LATERAL							
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	39	-1.744850	.000000	0.806691	.000000	-1.915115	.000000
	40	1.744850	.000000	-0.806691	.000000	-3.319435	.000000

ELEM	37						
LOAD	VERT						
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	40	-2.753659	.000000	11.505386	.000000	-3.132390	.000000
	41	2.753659	.000000	-8.910561	.000000	-5.128588	.000000

LOAD LATERAL							
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	40	0.166062	.000000	0.076089	.000000	0.654175	.000000
	41	-0.166062	.000000	-0.076089	.000000	-0.155990	.000000

ELEM	41						
LOAD	VERT						
JOINT		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	2	-1.794949	.000000	8.462279	.000000	-6.390890	.000000

13	1.794949	.000000	9.303999	.000000	8.916051	.000000
LOAD LATERAL						
JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
2	1.972435	.000000	-10.160033	.000000	33.872061	.000000
13	-1.972435	.000000	-10.160033	.000000	27.088139	.000000
ELEM 42						
LOAD VERT						
JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
3	-0.195846	.000000	8.920884	.000000	-8.014569	.000000
14	0.195846	.000000	8.845394	.000000	7.788101	.000000
LOAD LATERAL						
JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
3	4.767987	.000000	-5.863839	.000000	19.147470	.000000
14	-4.767987	.000000	5.863839	.000000	16.035564	.000000
PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10						
FILE: EJEMPLO9.OUT PAGE 14						
FRAME ELEMENT JOINT FORCES						
FORCES AND MOMENTS ACTING ON ELEMENTS, IN GLOBAL COORDINATES						
ELEM 43						
LOAD VERT						
JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
4	-0.209996	.000000	9.176700	.000000	-8.760260	.000000
15	0.209996	.000000	8.589579	.000000	6.998897	.000000
LOAD LATERAL						
JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
4	3.938481	.000000	-4.717894	.000000	15.605104	.000000
15	-3.938481	.000000	4.717894	.000000	12.702262	.000000
ELEM 44						
LOAD VERT						
JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
5	-0.136010	.000000	9.355882	.000000	-9.299983	.000000
16	0.136010	.000000	8.410397	.000000	6.463529	.000000
LOAD LATERAL						
JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
5	4.264783	.000000	-3.789057	.000000	12.647037	.000000
16	-4.264783	.000000	3.789057	.000000	10.087305	.000000
ELEM 45						
LOAD VERT						
JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
6	-0.597496	.000000	9.483632	.000000	-9.750767	.000000
17	0.597496	.000000	8.282846	.000000	6.147808	.000000
LOAD LATERAL						
JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
6	7.663524	.000000	-2.430544	.000000	8.201955	.000000
17	-7.663524	.000000	2.430544	.000000	6.381307	.000000
ELEM 46						
LOAD VERT						
JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
7	3.750902	.000000	8.593098	.000000	-6.255321	.000000
18	-3.750902	.000000	9.173181	.000000	7.995570	.000000
PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10						
FILE: EJEMPLO9.OUT PAGE 15						
FRAME ELEMENT JOINT FORCES						
FORCES AND MOMENTS ACTING ON ELEMENTS, IN GLOBAL COORDINATES						
LOAD LATERAL						
JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
7	8.410329	.000000	-0.795336	.000000	3.038635	.000000
18	-8.410329	.000000	0.795336	.000000	1.733381	.000000
ELEM 51						
LOAD VERT						
JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
13	-1.929060	.000000	8.920538	.000000	-9.028414	.000000
24	1.929060	.000000	8.845740	.000000	8.804020	.000000
LOAD LATERAL						
JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
13	2.412518	.000000	-7.542803	.000000	22.633904	.000000
24	-2.412518	.000000	7.542803	.000000	22.622912	.000000
ELEM 52						
LOAD VERT						
JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
14	-0.550300	.000000	8.966512	.000000	-8.815013	.000000
25	0.550300	.000000	8.799767	.000000	8.314778	.000000
LOAD LATERAL						
JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
14	2.514870	.000000	-5.221650	.000000	15.667048	.000000
25	-2.514870	.000000	5.221650	.000000	15.662855	.000000
ELEM 53						
LOAD VERT						
JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
15	-0.402930	.000000	9.012641	.000000	-8.793597	.000000
26	0.402930	.000000	8.753837	.000000	8.016584	.000000
LOAD LATERAL						
JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
15	2.481494	.000000	-4.331698	.000000	12.998552	.000000
26	-2.481494	.000000	4.331698	.000000	12.991634	.000000
PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10						
FILE: EJEMPLO9.OUT PAGE 16						
FRAME ELEMENT JOINT FORCES						
FORCES AND MOMENTS ACTING ON ELEMENTS, IN GLOBAL COORDINATES						
ELEM 54						
LOAD VERT						
JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
16	-0.318459	.000000	9.065894	.000000	-8.815176	.000000
27	0.318459	.000000	8.700385	.000000	7.718650	.000000
LOAD LATERAL						
JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
16	2.702381	.000000	-3.632148	.000000	10.906323	.000000
27	-2.702381	.000000	3.632148	.000000	10.886563	.000000
ELEM 55						
LOAD VERT						
JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
17	-0.626605	.000000	9.086679	.000000	-8.787276	.000000
28	0.626605	.000000	8.679599	.000000	7.566037	.000000
LOAD LATERAL						
JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
17	4.769335	.000000	-2.623137	.000000	7.889121	.000000
28	-4.769335	.000000	2.623137	.000000	7.849701	.000000

ELEM	56	-----					
LOAD	VERT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
JOINT							
18		4.654641	.000000	9.505234	.000000	-9.446295	.000000
29		-4.654641	.000000	8.261045	.000000	5.713727	.000000
LOAD LATERAL							
JOINT							
18		5.052531	.000000	-1.279186	.000000	3.790456	.000000
29		-5.052531	.000000	1.279186	.000000	3.884659	.000000
ELEM	61	-----					
LOAD	VERT						
JOINT							
24		-1.833705	.000000	9.254470	.000000	-8.741716	.000000
35		1.833705	.000000	8.511809	.000000	6.513733	.000000

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE: EJEMPLO9.OUT PAGE 17
 FRAME ELEMENT JOINT FORCES
 FORCES AND MOMENTS ACTING ON ELEMENTS, IN GLOBAL COORDINATES

LOAD LATERAL	JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	24	2.893564	.000000	-10.111502	.000000	26.988412	.000000
	35	-2.893564	.000000	10.111502	.000000	33.680598	.000000
ELEM	62	-----					
LOAD	VERT						
JOINT							
25		-0.231262	.000000	8.761320	.000000	-7.480201	.000000
36		0.231262	.000000	9.004959	.000000	8.211118	.000000
LOAD LATERAL							
JOINT							
25		0.268149	.000000	-5.871207	.000000	16.052910	.000000
36		-0.268149	.000000	5.871207	.000000	19.174330	.000000
ELEM	63	-----					
LOAD	VERT						
JOINT							
26		-0.245511	.000000	8.460154	.000000	-6.524115	.000000
37		0.245511	.000000	9.306125	.000000	9.062028	.000000
LOAD LATERAL							
JOINT							
26		1.017136	.000000	-4.725585	.000000	12.720677	.000000
37		-1.017136	.000000	4.725585	.000000	15.632830	.000000
ELEM	64	-----					
LOAD	VERT						
JOINT							
27		-0.210091	.000000	8.228885	.000000	-5.804335	.000000
38		0.210091	.000000	9.537394	.000000	9.729861	.000000
LOAD LATERAL							
JOINT							
27		1.039678	.000000	-3.724788	.000000	9.958128	.000000
38		-1.039678	.000000	3.724788	.000000	12.390600	.000000

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE: EJEMPLO9.OUT PAGE 18
 FRAME ELEMENT JOINT FORCES
 FORCES AND MOMENTS ACTING ON ELEMENTS, IN GLOBAL COORDINATES

LOAD LATERAL	JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	26	1.017136	.000000	-4.725585	.000000	12.720677	.000000
	37	-1.017136	.000000	4.725585	.000000	15.632830	.000000
ELEM	65	-----					
LOAD	VERT						
JOINT							
27		-0.210091	.000000	8.228885	.000000	-5.804335	.000000
38		0.210091	.000000	9.537394	.000000	9.729861	.000000
LOAD LATERAL							
JOINT							
27		1.039678	.000000	-3.724788	.000000	9.958128	.000000
38		-1.039678	.000000	3.724788	.000000	12.390600	.000000

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE: EJEMPLO9.OUT PAGE 19
 FRAME ELEMENT JOINT FORCES
 FORCES AND MOMENTS ACTING ON ELEMENTS, IN GLOBAL COORDINATES

LOAD LATERAL	JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	28	-0.218312	.000000	8.049287	.000000	-5.206409	.000000
	39	0.218312	.000000	9.716991	.000000	10.209520	.000000
LOAD LATERAL							
JOINT							
28		1.924090	.000000	-2.372904	.000000	6.246627	.000000
39		-1.924090	.000000	2.372904	.000000	7.990797	.000000
ELEM	66	-----					
LOAD	VERT						
JOINT							
29		0.810274	.000000	8.619840	.000000	-7.083076	.000000
40		-0.810274	.000000	9.146439	.000000	8.662873	.000000
LOAD LATERAL							
JOINT							
29		1.910912	.000000	-0.730602	.000000	1.718352	.000000
40		-1.910912	.000000	0.730602	.000000	2.665260	.000000
ELEM	67	-----					
LOAD	VERT						
JOINT							
30		2.753659	.000000	8.855718	.000000	-4.964059	.000000
41		-2.753659	.000000	8.910561	.000000	5.128588	.000000
LOAD LATERAL							
JOINT							
30		-0.166062	.000000	-0.076088	.000000	0.300542	.000000
41		0.166062	.000000	0.076088	.000000	0.155990	.000000

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE: EJEMPLO9.OUT PAGE 19
 FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES

ELEM	1	-----					
LOAD	VERT	P	V2	V3	T	M2	M3
REL DIST							
0.00000		-69.561426	-0.816605	.000000	.000000	.000000	-1.38E-16
0.50000		-68.264013	-0.816605	.000000	.000000	.000000	1.224908
1.00000		-66.966601	-0.816605	.000000	.000000	.000000	2.449816
LOAD LATERAL							
REL DIST							
0.00000		27.756703	8.982460	.000000	.000000	.000000	-6.93E-15
0.50000		27.756703	8.982460	.000000	.000000	.000000	-13.473690
1.00000		27.756703	8.982460	.000000	.000000	.000000	-26.947381

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE: EJEMPLO9.OUT PAGE 19
 FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES

ELEM	2	-----					
LOAD	VERT	P	V2	V3	T	M2	M3
REL DIST							
0.00000		-58.504322	-2.611554	.000000	.000000	.000000	-3.941074
0.50000		-57.206909	-2.611554	.000000	.000000	.000000	-0.023743
1.00000		-55.909496	-2.611554	.000000	.000000	.000000	3.893588
LOAD LATERAL							
REL DIST							
0.00000		17.596670	5.954896	.000000	.000000	.000000	6.924680
0.50000		17.596670	5.954896	.000000	.000000	.000000	-2.007663
1.00000		17.596670	5.954896	.000000	.000000	.000000	-10.940006

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE: EJEMPLO9.OUT PAGE 19
 FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES

ELEM	3	-----					
LOAD	VERT	P	V2	V3	T	M2	M3
REL DIST							
0.00000		17.596670	5.954896	.000000	.000000	.000000	6.924680
0.50000		17.596670	5.954896	.000000	.000000	.000000	-2.007663
1.00000		17.596670	5.954896	.000000	.000000	.000000	-10.940006

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-46.988612	-2.807400	.000000	.000000	.000000	-4.120981
0.50000	-45.691200	-2.807400	.000000	.000000	.000000	0.090119
1.00000	-44.393787	-2.807400	.000000	.000000	.000000	4.301218
LOAD LATERAL						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	11.732831	5.722883	.000000	.000000	.000000	8.207464
0.50000	11.732831	5.722883	.000000	.000000	.000000	-0.376860
1.00000	11.732831	5.722883	.000000	.000000	.000000	-8.961184
PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10						
FILE: EJEMPLO9.OUT PAGE 20						
FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES						
ELEM	4 ----- LENGTH = 3.000000					
LOAD VERT						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-35.217087	-3.017396	.000000	.000000	.000000	-4.459042
0.50000	-33.919675	-3.017396	.000000	.000000	.000000	0.067052
1.00000	-32.622262	-3.017396	.000000	.000000	.000000	4.593146
LOAD LATERAL						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	7.014936	4.661364	.000000	.000000	.000000	6.643920
0.50000	7.014936	4.661364	.000000	.000000	.000000	-0.348126
1.00000	7.014936	4.661364	.000000	.000000	.000000	-7.340172
ELEM	5 ----- LENGTH = 3.000000					
LOAD VERT						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-23.266481	-3.153406	.000000	.000000	.000000	-4.706837
0.50000	-21.968968	-3.153406	.000000	.000000	.000000	0.023272
1.00000	-20.671555	-3.153406	.000000	.000000	.000000	4.753381
LOAD LATERAL						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	3.225879	3.926147	.000000	.000000	.000000	5.306865
0.50000	3.225879	3.926147	.000000	.000000	.000000	-0.582355
1.00000	3.225879	3.926147	.000000	.000000	.000000	-6.471576
ELEM	6 ----- LENGTH = 3.000000					
LOAD VERT						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-11.187923	-3.750902	.000000	.000000	.000000	-4.997386
0.50000	-9.890510	-3.750902	.000000	.000000	.000000	0.628967
1.00000	-8.593098	-3.750902	.000000	.000000	.000000	6.255321
LOAD LATERAL						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	0.795336	1.589671	.000000	.000000	.000000	1.730379
0.50000	0.795336	1.589671	.000000	.000000	.000000	-0.654128
1.00000	0.795336	1.589671	.000000	.000000	.000000	-3.038635
PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10						
FILE: EJEMPLO9.OUT PAGE 21						
FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES						
ELEM	11 ----- LENGTH = 3.000000					
LOAD VERT						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-122.731645	-0.010682	.000000	.000000	.000000	3.06E-18
0.50000	-121.434233	-0.010682	.000000	.000000	.000000	0.016023
1.00000	-120.136820	-0.010682	.000000	.000000	.000000	0.032046
LOAD LATERAL						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-3.126082	11.084411	.000000	.000000	.000000	1.66E-16
0.50000	-3.126082	11.084411	.000000	.000000	.000000	-16.626616
1.00000	-3.126082	11.084411	.000000	.000000	.000000	-33.253232
ELEM	12 ----- LENGTH = 3.000000					
LOAD VERT						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-101.912283	-0.144793	.000000	.000000	.000000	-0.080316
0.50000	-100.614870	-0.144793	.000000	.000000	.000000	0.136873
1.00000	-99.317457	-0.144793	.000000	.000000	.000000	0.354062
LOAD LATERAL						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-0.508852	11.524494	.000000	.000000	.000000	16.468811
0.50000	-0.508852	11.524494	.000000	.000000	.000000	-0.817930
1.00000	-0.508852	11.524494	.000000	.000000	.000000	-18.104670
ELEM	13 ----- LENGTH = 3.000000					
LOAD VERT						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-81.505551	-0.499248	.000000	.000000	.000000	-0.672851
0.50000	-80.208139	-0.499248	.000000	.000000	.000000	0.076021
1.00000	-78.910726	-0.499248	.000000	.000000	.000000	0.824892
LOAD LATERAL						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	0.133337	9.271377	.000000	.000000	.000000	13.597942
0.50000	0.133337	9.271377	.000000	.000000	.000000	-0.309123
1.00000	0.133337	9.271377	.000000	.000000	.000000	-14.216188
PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10						
FILE: EJEMPLO9.OUT PAGE 22						
FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES						
ELEM	14 ----- LENGTH = 3.000000					
LOAD VERT						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-61.308506	-0.692181	.000000	.000000	.000000	-0.969808
0.50000	-60.011093	-0.692181	.000000	.000000	.000000	0.066463
1.00000	-58.713681	-0.692181	.000000	.000000	.000000	1.106735
LOAD LATERAL						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	0.519534	7.814389	.000000	.000000	.000000	11.484626
0.50000	0.519534	7.814389	.000000	.000000	.000000	-0.236958
1.00000	0.519534	7.814389	.000000	.000000	.000000	-11.958541
ELEM	15 ----- LENGTH = 3.000000					
LOAD VERT						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-41.237390	-0.874630	.000000	.000000	.000000	-1.244912
0.50000	-39.939978	-0.874630	.000000	.000000	.000000	0.067033
1.00000	-38.642565	-0.874630	.000000	.000000	.000000	1.378978
LOAD LATERAL						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	0.676443	6.251986	.000000	.000000	.000000	9.035087
0.50000	0.676443	6.251986	.000000	.000000	.000000	-0.342892
1.00000	0.676443	6.251986	.000000	.000000	.000000	-9.720872
ELEM	16 ----- LENGTH = 3.000000					

```

LOAD VERT -----
REL DIST      P      V2      V3      T      M2      M3
0.00000 -21.273240 -0.903738 .000000 .000000 .000000 -1.260490
0.50000 -19.975827 -0.903738 .000000 .000000 .000000 0.095118
1.00000 -18.678415 -0.903738 .000000 .000000 .000000 1.450725
LOAD LATERAL -----
REL DIST      P      V2      V3      T      M2      M3
0.00000 0.483850 3.357797 .000000 .000000 .000000 4.549555
0.50000 0.483850 3.357797 .000000 .000000 .000000 -0.487141
1.00000 0.483850 3.357797 .000000 .000000 .000000 -5.523837
PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10
FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES
ELEM 21 ----- LENGTH = 3.000000
LOAD VERT -----
REL DIST      P      V2      V3      T      M2      M3
0.00000 -130.433623 0.002235 .000000 .000000 .000000 -1.46E-17
0.50000 -129.136210 0.002235 .000000 .000000 .000000 -0.003352
1.00000 -127.838797 0.002235 .000000 .000000 .000000 -0.006704
LOAD LATERAL -----
REL DIST      P      V2      V3      T      M2      M3
0.00000 2.982055 11.045663 .000000 .000000 .000000 -1.27E-14
0.50000 2.982055 11.045663 .000000 .000000 .000000 -16.568494
1.00000 2.982055 11.045663 .000000 .000000 .000000 -33.136988
ELEM 22 ----- LENGTH = 3.000000
LOAD VERT -----
REL DIST      P      V2      V3      T      M2      M3
0.00000 -109.738587 0.097589 .000000 .000000 .000000 0.055600
0.50000 -108.441175 0.097589 .000000 .000000 .000000 -0.090784
1.00000 -107.143762 0.097589 .000000 .000000 .000000 -0.237168
LOAD LATERAL -----
REL DIST      P      V2      V3      T      M2      M3
0.00000 0.413356 11.526709 .000000 .000000 .000000 16.474336
0.50000 0.413356 11.526709 .000000 .000000 .000000 -0.815727
1.00000 0.413356 11.526709 .000000 .000000 .000000 -18.105790
ELEM 23 ----- LENGTH = 3.000000
LOAD VERT -----
REL DIST      P      V2      V3      T      M2      M3
0.00000 -89.582675 0.416628 .000000 .000000 .000000 0.597409
0.50000 -88.285263 0.416628 .000000 .000000 .000000 -0.027533
1.00000 -86.987850 0.416628 .000000 .000000 .000000 -0.652474
LOAD LATERAL -----
REL DIST      P      V2      V3      T      M2      M3
0.00000 -0.236201 9.279987 .000000 .000000 .000000 13.609975
0.50000 -0.236201 9.279987 .000000 .000000 .000000 -0.310006
1.00000 -0.236201 9.279987 .000000 .000000 .000000 -14.229987
PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10
FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES
ELEM 24 ----- LENGTH = 3.000000
LOAD VERT -----
REL DIST      P      V2      V3      T      M2      M3
0.00000 -69.774059 0.574047 .000000 .000000 .000000 0.839995
0.50000 -68.476647 0.574047 .000000 .000000 .000000 -0.021076
1.00000 -67.179234 0.574047 .000000 .000000 .000000 -0.882146
LOAD LATERAL -----
REL DIST      P      V2      V3      T      M2      M3
0.00000 -0.630088 7.815629 .000000 .000000 .000000 11.482325
0.50000 -0.630088 7.815629 .000000 .000000 .000000 -0.241119
1.00000 -0.630088 7.815629 .000000 .000000 .000000 -11.964563
ELEM 25 ----- LENGTH = 3.000000
LOAD VERT -----
REL DIST      P      V2      V3      T      M2      M3
0.00000 -50.249964 0.682415 .000000 .000000 .000000 1.032169
0.50000 -48.952552 0.682415 .000000 .000000 .000000 0.008546
1.00000 -47.655139 0.682415 .000000 .000000 .000000 -1.015076
LOAD LATERAL -----
REL DIST      P      V2      V3      T      M2      M3
0.00000 -0.722728 6.152927 .000000 .000000 .000000 8.880128
0.50000 -0.722728 6.152927 .000000 .000000 .000000 -0.349262
1.00000 -0.722728 6.152927 .000000 .000000 .000000 -9.578652
ELEM 26 ----- LENGTH = 3.000000
LOAD VERT -----
REL DIST      P      V2      V3      T      M2      M3
0.00000 -30.926253 1.090707 .000000 .000000 .000000 1.344552
0.50000 -29.628840 1.090707 .000000 .000000 .000000 -0.291509
1.00000 -28.331427 1.090707 .000000 .000000 .000000 -1.927570
LOAD LATERAL -----
REL DIST      P      V2      V3      T      M2      M3
0.00000 -0.472495 3.307681 .000000 .000000 .000000 4.517675
0.50000 -0.472495 3.307681 .000000 .000030 .000000 -0.443847
1.00000 -0.472495 3.307681 .000000 .000000 .000000 -5.405369
PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10
FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES
ELEM 27 ----- LENGTH = 3.000000
LOAD VERT -----
REL DIST      P      V2      V3      T      M2      M3
0.00000 -11.450543 -2.753659 .000000 .000000 .000000 -3.296919
0.50000 -10.153130 -2.753659 .000000 .000000 .000000 0.833570
1.00000 -8.855718 -2.753659 .000000 .000000 .000000 4.964059
LOAD LATERAL -----
REL DIST      P      V2      V3      T      M2      M3
0.00000 0.076089 0.166062 .000000 .000000 .000000 0.197643
0.50000 0.076089 0.166062 .000000 .000000 .000000 -0.051450
1.00000 0.076089 0.166062 .000000 .000000 .000000 -0.300542
ELEM 31 ----- LENGTH = 3.000000
LOAD VERT -----
REL DIST      P      V2      V3      T      M2      M3
0.00000 -82.298053 0.825053 .000000 .000000 .000000 -4.40E-17
0.50000 -81.000640 0.825053 .000000 .000000 .000000 -1.237579
1.00000 -79.703228 0.825053 .000000 .000000 .000000 -2.475158
LOAD LATERAL -----
REL DIST      P      V2      V3      T      M2      M3
0.00000 -27.612676 8.887467 .000000 .000000 .000000 4.50E-15
0.50000 -27.612676 8.887467 .000000 .000000 .000000 -13.331200
1.00000 -27.612676 8.887467 .000000 .000000 .000000 -26.662400

```

ELEM 32 ----- LENGTH = 3.000000
LOAD VERT -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 -71.191419 2.658758 .000000 .000000 .000000 4.038574
0.50000 -69.894006 2.658758 .000000 .000000 .000000 0.050438
1.00000 -68.596594 2.658758 .000000 .000000 .000000 -3.937698
LOAD LATERAL -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 -17.501174 5.993902 .000000 .000000 .000000 7.018198
0.50000 -17.501174 5.993902 .000000 .000000 .000000 -1.972655
1.00000 -17.501174 5.993902 .000000 .000000 .000000 -10.963508

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO9.OUT PAGE 26

FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES
ELEM 33 ----- LENGTH = 3.000000
LOAD VERT -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 -59.591635 2.890020 .000000 .000000 .000000 4.273420
0.50000 -58.294223 2.890020 .000000 .000000 .000000 -0.061610
1.00000 -56.996810 2.890020 .000000 .000000 .000000 -4.396639
LOAD LATERAL -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 -11.629967 5.725753 .000000 .000000 .000000 8.210822
0.50000 -11.629967 5.725753 .000000 .000000 .000000 -0.377809
1.00000 -11.629967 5.725753 .000000 .000000 .000000 -8.966439

ELEM 34 ----- LENGTH = 3.000000
LOAD VERT -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 -47.690685 3.135530 .000000 .000000 .000000 4.665389
0.50000 -46.393273 3.135530 .000000 .000000 .000000 -0.037907
1.00000 -45.095860 3.135530 .000000 .000000 .000000 -4.741202
LOAD LATERAL -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 -6.904383 4.708618 .000000 .000000 .000000 6.666391
0.50000 -6.904383 4.708618 .000000 .000000 .000000 -0.396535
1.00000 -6.904383 4.708618 .000000 .000000 .000000 -7.459462

ELEM 35 ----- LENGTH = 3.000000
LOAD VERT -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 -35.558466 3.345621 .000000 .000000 .000000 4.988659
0.50000 -34.261054 3.345621 .000000 .000000 .000000 -0.029772
1.00000 -32.963641 3.345621 .000000 .000000 .000000 -5.048203
LOAD LATERAL -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 -3.179595 3.668940 .000000 .000000 .000000 4.931138
0.50000 -3.179595 3.668940 .000000 .000000 .000000 -0.572272
1.00000 -3.179595 3.668940 .000000 .000000 .000000 -6.075682

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO9.OUT PAGE 27

FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES
ELEM 36 ----- LENGTH = 3.000000
LOAD VERT -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 -23.246650 3.563933 .000000 .000000 .000000 5.161317
0.50000 -21.949237 3.563933 .000000 .000000 .000000 -0.184583
1.00000 -20.651825 3.563933 .000000 .000000 .000000 -5.530482
LOAD LATERAL -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 -0.806691 1.744850 .000000 .000000 .000000 1.915115
0.50000 -0.806691 1.744850 .000000 .000000 .000000 -0.702160
1.00000 -0.806691 1.744850 .000000 .000000 .000000 -3.319435

ELEM 37 ----- LENGTH = 3.000000
LOAD VERT -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 -11.505386 2.753659 .000000 .000000 .000000 3.132390
0.50000 -10.207973 2.753659 .000000 .000000 .000000 -0.998099
1.00000 -8.910561 2.753659 .000000 .000000 .000000 -5.128588
LOAD LATERAL -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 -0.076089 -0.166062 .000000 .000000 .000000 -0.654175
0.50000 -0.076089 -0.166062 .000000 .000000 .000000 -0.405083
1.00000 -0.076089 -0.166062 .000000 .000000 .000000 -0.155990

ELEM 41 ----- LENGTH = 6.000000
LOAD VERT -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 1.794949 -8.462279 .000000 .000000 .000000 -6.390890
0.25000 1.794949 -4.020709 .000000 .000000 .000000 2.971351
0.50000 1.794949 0.420860 .000000 .000000 .000000 5.671238
0.75000 1.794949 4.862430 .000000 .000000 .000000 1.708770
1.00000 1.794949 9.303999 .000000 .000000 .000000 -8.916051
LOAD LATERAL -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 -1.972435 10.160033 .000000 .000000 .000000 33.872061
0.25000 -1.972435 10.160033 .000000 .000000 .000000 18.632011
0.50000 -1.972435 10.160033 .000000 .000000 .000000 3.391961
0.75000 -1.972435 10.160033 .000000 .000000 .000000 -11.848089
1.00000 -1.972435 10.160033 .000000 .000000 .000000 -27.088139

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO9.OUT PAGE 28

FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES
ELEM 42 ----- LENGTH = 6.000000
LOAD VERT -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 0.195846 -8.920884 .000000 .000000 .000000 -8.014569
0.25000 0.195846 -4.479314 .000000 .000000 .000000 2.035580
0.50000 0.195846 -0.037745 .000000 .000000 .000000 5.423374
0.75000 0.195846 4.403825 .000000 .000000 .000000 2.148814
1.00000 0.195846 8.845394 .000000 .000000 .000000 -7.788101
LOAD LATERAL -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 -4.767987 5.863839 .000000 .000000 .000000 19.147470
0.25000 -4.767987 5.863839 .000000 .000000 .000000 10.351712
0.50000 -4.767987 5.863839 .000000 .000000 .000000 1.555953
0.75000 -4.767987 5.863839 .000000 .000000 .000000 -7.239806
1.00000 -4.767987 5.863839 .000000 .000000 .000000 -16.035564

ELEM 43 ----- LENGTH = 6.000000

```

1.00000 0.209996 8.589579 .000000 .000000 .000000 -6.998897
LOAD LATERAL -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 -3.938481 4.717894 .000000 .000000 .000000 15.605104
0.25000 -3.938481 4.717894 .000000 .000000 .000000 8.528263
0.50000 -3.938481 4.717894 .000000 .000000 .000000 1.451421
0.75000 -3.938481 4.717894 .000000 .000000 .000000 -5.625420
1.00000 -3.938481 4.717894 .000000 .000000 .000000 -12.702262
ELEM 44 ----- LENGTH = 6.000000
LOAD VERT -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 0.136010 -9.355882 .000000 .000000 .000000 -9.299983
0.25000 0.136010 -4.914312 .000000 .000000 .000000 1.402662
0.50000 0.136010 -0.472742 .000000 .000000 .000000 5.442953
0.75000 0.136010 3.968827 .000000 .000000 .000000 2.820889
1.00000 0.136010 8.410397 .000000 .000000 .000000 -6.463529
PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO9.OUT PAGE 29
F R A M E E L E M E N T I N T E R N A L F O R C E S
LOAD LATERAL -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 -4.264783 3.789057 .000000 .000000 .000000 12.647037
0.25000 -4.264783 3.789057 .000000 .000000 .000000 6.963451
0.50000 -4.264783 3.789057 .000000 .000000 .000000 1.279866
0.75000 -4.264783 3.789057 .000000 .000000 .000000 -4.403720
1.00000 -4.264783 3.789057 .000000 .000000 .000000 -10.087305
ELEM 45 ----- LENGTH = 6.000000
LOAD VERT -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 0.597496 -9.483632 .000000 .000000 .000000 -9.750767
0.25000 0.597496 -5.042063 .000000 .000000 .000000 1.143504
0.50000 0.597496 -0.600493 .000000 .000000 .000000 5.375421
0.75000 0.597496 3.841076 .000000 .000000 .000000 2.944984
1.00000 0.597496 8.282646 .000000 .000000 .000000 -6.147808
LOAD LATERAL -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 -7.663524 2.430544 .000000 .000000 .000000 8.201955
0.25000 -7.663524 2.430544 .000000 .000000 .000000 4.556139
0.50000 -7.663524 2.430544 .000000 .000000 .000000 0.910324
0.75000 -7.663524 2.430544 .000000 .000000 .000000 -2.735491
1.00000 -7.663524 2.430544 .000000 .000000 .000000 -6.381307
ELEM 46 ----- LENGTH = 6.000000
LOAD VERT -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 -3.750902 -8.593098 .000000 .000000 .000000 -6.255321
0.25000 -3.750902 -4.151528 .000000 .000000 .000000 3.303149
0.50000 -3.750902 0.290042 .000000 .000000 .000000 6.199263
0.75000 -3.750902 4.731611 .000000 .000000 .000000 2.433024
1.00000 -3.750902 9.173181 .000000 .000000 .000000 -7.995570
LOAD LATERAL -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 -8.410329 0.795336 .000000 .000000 .000000 3.038635
0.25000 -8.410329 0.795336 .000000 .000000 .000000 1.845631
0.50000 -8.410329 0.795336 .000000 .000000 .000000 0.652627
0.75000 -8.410329 0.795336 .000000 .000000 .000000 -0.540377
1.00000 -8.410329 0.795336 .000000 .000000 .000000 -1.733381
PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO9.OUT PAGE 30
F R A M E E L E M E N T I N T E R N A L F O R C E S
ELEM 51 ----- LENGTH = 6.000000
LOAD VERT -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 1.929060 -8.920538 .000000 .000000 .000000 -9.028414
0.25000 1.929060 -4.478969 .000000 .000000 .000000 1.021216
0.50000 1.929060 -0.037399 .000000 .000000 .000000 4.408492
0.75000 1.929060 4.404171 .000000 .000000 .000000 1.133413
1.00000 1.929060 8.845740 .000000 .000000 .000000 -8.804020
LOAD LATERAL -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 -2.412518 7.542803 .000000 .000000 .000000 22.633904
0.25000 -2.412518 7.542803 .000000 .000000 .000000 11.319700
0.50000 -2.412518 7.542803 .000000 .000000 .000000 0.005496
0.75000 -2.412518 7.542803 .000000 .000000 .000000 -11.308708
1.00000 -2.412518 7.542803 .000000 .000000 .000000 -22.622912
ELEM 52 ----- LENGTH = 6.000000
LOAD VERT -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 0.550300 -8.966512 .000000 .000000 .000000 -8.815013
0.25000 0.550300 -4.524942 .000000 .000000 .000000 1.303578
0.50000 0.550300 -0.083373 .000000 .000000 .000000 4.759813
0.75000 0.550300 4.358197 .000000 .000000 .000000 1.553695
1.00000 0.550300 8.799767 .000000 .000000 .000000 -8.314778
LOAD LATERAL -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 -2.514870 5.221650 .000000 .000000 .000000 15.667048
0.25000 -2.514870 5.221650 .000000 .000000 .000000 7.834572
0.50000 -2.514870 5.221650 .000000 .000000 .000000 0.002096
0.75000 -2.514870 5.221650 .000000 .000000 .000000 -7.830379
1.00000 -2.514870 5.221650 .000000 .000000 .000000 -15.662855
ELEM 53 ----- LENGTH = 6.000000
LOAD VERT -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3
0.00000 0.402930 -9.012641 .000000 .000000 .000000 -8.793597
0.25000 0.402930 -4.571072 .000000 .000000 .000000 1.394188
0.50000 0.402930 -0.129502 .000000 .000000 .000000 4.919618
0.75000 0.402930 4.312067 .000000 .000000 .000000 1.782694
1.00000 0.402930 8.753637 .000000 .000000 .000000 -8.016584
PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO9.OUT PAGE 31
F R A M E E L E M E N T I N T E R N A L F O R C E S
LOAD LATERAL -----
REL DIST P V2 V3 T M2 M3

```

0.00000	-2.481494	4.331698	.000000	.000000	.000000	12.998552
0.25000	-2.481494	4.331698	.000000	.000000	.000000	6.501005
0.50000	-2.481494	4.331698	.000000	.000000	.000000	0.003459
0.75000	-2.481494	4.331698	.000000	.000000	.000000	-6.494088
1.00000	-2.481494	4.331698	.000000	.000000	.000000	-12.991634
ELEM 54 ----- LENGTH = 6.000000						
LOAD VERT -----						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	0.318459	-9.065894	.000000	.000000	.000000	-8.815176
0.25000	0.318459	-4.624324	.000000	.000000	.000000	1.452487
0.50000	0.318459	-0.182754	.000000	.000000	.000000	5.057796
0.75000	0.318459	4.258815	.000000	.000000	.000000	2.000750
1.00000	0.318459	8.700385	.000000	.000000	.000000	-7.718650
LOAD LATERAL -----						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-2.702381	3.632148	.000000	.000000	.000000	10.906323
0.25000	-2.702381	3.632148	.000000	.000000	.000000	5.458102
0.50000	-2.702381	3.632148	.000000	.000000	.000000	0.009880
0.75000	-2.702381	3.632148	.000000	.000000	.000000	-5.438341
1.00000	-2.702381	3.632148	.000000	.000000	.000000	-10.886563
ELEM 55 ----- LENGTH = 6.000000						
LOAD VERT -----						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	0.626605	-9.086679	.000000	.000000	.000000	-8.787276
0.25000	0.626605	-4.645109	.000000	.000000	.000000	1.511565
0.50000	0.626605	-0.203540	.000000	.000000	.000000	5.148052
0.75000	0.626605	4.238030	.000000	.000000	.000000	2.122185
1.00000	0.626605	8.679599	.000000	.000000	.000000	-7.566037
LOAD LATERAL -----						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-4.769335	2.621137	.000000	.000000	.000000	7.889121
0.25000	-4.769335	2.621137	.000000	.000000	.000000	3.954415
0.50000	-4.769335	2.621137	.000000	.000000	.000000	0.019710
0.75000	-4.769335	2.621137	.000000	.000000	.000000	-3.914995
1.00000	-4.769335	2.621137	.000000	.000000	.000000	-7.849701
PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10						
FILE: EJEMPLO9.OUT PAGE 32						
FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES						
ELEM 56 ----- LENGTH = 6.000000						
LOAD VERT -----						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-4.654641	-9.505234	.000000	.000000	.000000	-9.446295
0.25000	-4.654641	-5.063664	.000000	.000000	.000000	1.480379
0.50000	-4.654641	-0.622095	.000000	.000000	.000000	5.744698
0.75000	-4.654641	3.819475	.000000	.000000	.000000	3.346663
1.00000	-4.654641	8.261045	.000000	.000000	.000000	-5.713727
LOAD LATERAL -----						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-5.052531	1.279186	.000000	.000000	.000000	3.790456
0.25000	-5.052531	1.279186	.000000	.000000	.000000	1.871677
0.50000	-5.052531	1.279186	.000000	.000000	.000000	-0.047102
0.75000	-5.052531	1.279186	.000000	.000000	.000000	-1.965880
1.00000	-5.052531	1.279186	.000000	.000000	.000000	-3.884659
ELEM 61 ----- LENGTH = 6.000000						
LOAD VERT -----						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	1.833705	-9.254470	.000000	.000000	.000000	-8.741716
0.25000	1.833705	-4.812900	.000000	.000000	.000000	1.808811
0.50000	1.833705	-0.371331	.000000	.000000	.000000	5.696984
0.75000	1.833705	4.070239	.000000	.000000	.000000	2.922803
1.00000	1.833705	8.511809	.000000	.000000	.000000	-6.513733
LOAD LATERAL -----						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-2.893564	10.111502	.000000	.000000	.000000	26.988412
0.25000	-2.893564	10.111502	.000000	.000000	.000000	11.821159
0.50000	-2.893564	10.111502	.000000	.000000	.000000	-3.346093
0.75000	-2.893564	10.111502	.000000	.000000	.000000	-18.513345
1.00000	-2.893564	10.111502	.000000	.000000	.000000	-33.680598
ELEM 62 ----- LENGTH = 6.000000						
LOAD VERT -----						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	0.231262	-8.761320	.000000	.000000	.000000	-7.480201
0.25000	0.231262	-4.319750	.000000	.000000	.000000	2.330601
0.50000	0.231262	0.121819	.000000	.000000	.000000	5.479049
0.75000	0.231262	4.563389	.000000	.000000	.000000	1.965143
1.00000	0.231262	9.004959	.000000	.000000	.000000	-8.211118
PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10						
FILE: EJEMPLO9.OUT PAGE 33						
FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES						
LOAD LATERAL -----						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-0.268149	5.871207	.000000	.000000	.000000	16.052910
0.25000	-0.268149	5.871207	.000000	.000000	.000000	7.246100
0.50000	-0.268149	5.871207	.000000	.000000	.000000	-1.560710
0.75000	-0.268149	5.871207	.000000	.000000	.000000	-10.367520
1.00000	-0.268149	5.871207	.000000	.000000	.000000	-19.174330
ELEM 63 ----- LENGTH = 6.000000						
LOAD VERT -----						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	0.245511	-8.460154	.000000	.000000	.000000	-6.524115
0.25000	0.245511	-4.018584	.000000	.000000	.000000	2.834938
0.50000	0.245511	0.422985	.000000	.000000	.000000	5.531637
0.75000	0.245511	4.864555	.000000	.000000	.000000	1.565982
1.00000	0.245511	9.306125	.000000	.000000	.000000	-9.062028
LOAD LATERAL -----						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-1.017136	4.725585	.000000	.000000	.000000	12.720677
0.25000	-1.017136	4.725585	.000000	.000000	.000000	5.632301
0.50000	-1.017136	4.725585	.000000	.000000	.000000	-1.456076
0.75000	-1.017136	4.725585	.000000	.000000	.000000	-8.544453
1.00000	-1.017136	4.725585	.000000	.000000	.000000	-15.632830
ELEM 64 ----- LENGTH = 6.000000						
LOAD VERT -----						
REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	0.210091	-8.228885	.000000	.000000	.000000	-5.804335
0.25000	0.210091	-3.787315	.000000	.000000	.000000	3.207815

0.50000	0.210091	0.654254	.000000	.000000	.000000	5.557611
0.75000	0.210091	5.095824	.000000	.000000	.000000	1.245052
1.00000	0.210091	9.537394	.000000	.000000	.000000	-9.729861

LOAD LATERAL

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-1.039678	3.724788	.000000	.000000	.000000	9.958128
0.25000	-1.039678	3.724788	.000000	.000000	.000000	4.370946
0.50000	-1.039678	3.724788	.000000	.000000	.000000	-1.216236
0.75000	-1.039678	3.724788	.000000	.000000	.000000	-6.803418
1.00000	-1.039678	3.724788	.000000	.000000	.000000	-12.390600

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10

FILE: EJEMPLOS.OUT PAGE 34

FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES

ELEM 65 ----- LENGTH = 6.000000

LOAD VERT

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	0.218312	-8.049287	.000000	.000000	.000000	-5.206409
0.25000	0.218312	-3.607718	.000000	.000000	.000000	3.536345
0.50000	0.218312	0.833852	.000000	.000000	.000000	5.616744
0.75000	0.218312	5.275422	.000000	.000000	.000000	1.034789
1.00000	0.218312	9.716991	.000000	.000000	.000000	-10.209520

LOAD LATERAL

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-1.924090	2.372904	.000000	.000000	.000000	6.246627
0.25000	-1.924090	2.372904	.000000	.000000	.000000	2.687271
0.50000	-1.924090	2.372904	.000000	.000000	.000000	-0.872085
0.75000	-1.924090	2.372904	.000000	.000000	.000000	-4.431441
1.00000	-1.924090	2.372904	.000000	.000000	.000000	-7.990797

ELEM 66 ----- LENGTH = 6.000000

LOAD VERT

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-0.810274	-8.619840	.000000	.000000	.000000	-7.083076
0.25000	-0.810274	-4.178270	.000000	.000000	.000000	2.515507
0.50000	-0.810274	0.263300	.000000	.000000	.000000	5.451735
0.75000	-0.810274	4.704869	.000000	.000000	.000000	1.725608
1.00000	-0.810274	9.146439	.000000	.000000	.000000	-8.662873

LOAD LATERAL

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-1.910912	0.730602	.000000	.000000	.000000	1.718352
0.25000	-1.910912	0.730602	.000000	.000000	.000000	0.622449
0.50000	-1.910912	0.730602	.000000	.000000	.000000	-0.473454
0.75000	-1.910912	0.730602	.000000	.000000	.000000	-1.569357
1.00000	-1.910912	0.730602	.000000	.000000	.000000	-2.665260

ELEM 67 ----- LENGTH = 6.000000

LOAD VERT

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-2.753659	-8.855718	.000000	.000000	.000000	-4.964059
0.25000	-2.753659	-4.414148	.000000	.000000	.000000	4.988340
0.50000	-2.753659	0.027421	.000000	.000000	.000000	8.278385
0.75000	-2.753659	4.468991	.000000	.000000	.000000	4.906076
1.00000	-2.753659	8.910561	.000000	.000000	.000000	-5.128588

FILE: EJEMPLOS.OUT PAGE 35

FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES

LOAD LATERAL

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	0.166062	0.076089	.000000	.000000	.000000	0.300542
0.25000	0.166062	0.076089	.000000	.000000	.000000	0.186409
0.50000	0.166062	0.076089	.000000	.000000	.000000	0.072276
0.75000	0.166062	0.076089	.000000	.000000	.000000	-0.041857
1.00000	0.166062	0.076089	.000000	.000000	.000000	-0.155990

DISCLAIMER

CONSIDERABLE TIME, EFFORT AND EXPENSE HAVE GONE INTO THE DEVELOPMENT AND DOCUMENTATION OF SAP2000. THE PROGRAM HAS BEEN THOROUGHLY TESTED AND USED. IN USING THE PROGRAM, HOWEVER, THE USER ACCEPTS AND UNDERSTANDS THAT NO WARRANTY IS EXPRESSED OR IMPLIED BY THE DEVELOPERS OR THE DISTRIBUTORS ON THE ACCURACY OR THE RELIABILITY OF THE PROGRAM.

THE USER MUST EXPLICITLY UNDERSTAND THE ASSUMPTIONS OF THE PROGRAM AND MUST INDEPENDENTLY VERIFY THE RESULTS.

Indice

Ejemplo 1	Pórtico Bidimensional bajo Carga Estática	1
Ejemplo 2	Pórtico Bidimensional con Carga de un Espectro de Respuesta	13
Ejemplo 3	Pórtico Bidimensional Análisis de Historia en el Tiempo..	20
Ejemplo 4	Diseño en Acero de un Pórtico Bidimensional	32
Apéndice A	Descripción de los Iconos de la Barra de Herramientas ..	A1
Apéndice B	Descripción de los Iconos de la Barra Flotante	B1

SAP2000®

Análisis y Diseño Integrado de
Estructuras por el
Método de Elementos Finitos

EJEMPLOS DE APLICACION



Computers and Structures, Inc.
Berkeley, California, USA

Version 6.1
September 1997

4. Edite la geometría de la malla y presione el botón OK para cerrar la plantilla.

Sugerencia: Finalizada la edición de la malla, se puede hacer click con el botón derecho del mouse sobre las columnas para verificar si éstas tienen la longitud apropiada. Esta es una manera muy práctica de obtener información sobre cualquier nudo o elemento de la estructura.

Edición de Apoyos

El siguiente paso es el cambio de los apoyos de la estructura de la opción por defecto que corresponde a nudos articulados, a la opción de nudos rígidos que tenemos en este caso.

1. Seleccione el icono Pointer Tool de la barra de herramientas flotante.
2. Marque un área rectangular que abarque los tres nudos en la base de la estructura.

Sugerencia: Se puede observar la barra de estado para ver el número y tipo de elementos que han sido seleccionados.

3. Seleccione el icono Assign Joint Restraints de la barra de herramientas flotante para asignar empotramiento en los apoyos de la estructura. Se pueden asignar también otras características de los nudos desde el menú Assign.

Definición de la Sección Transversal de los Elementos

1. Seleccione primeramente todas las secciones transversales que van a emplearse en el pórtico. Desde el menú Define seleccione la opción Frame Sections. Luego importe los perfiles de acero mostrados en la Figura 1-1.

Nota: Se puede seleccionar más de una sección a la vez de la lista Section Selection. Para ello presione la tecla Ctrl mientras se efectúa la selección.

2. Bajo el menú Select encontrará varias formas de seleccionar nudos y elementos. Para este problema son útiles los modos de selección Pointer/Window e Intersecting Line.
3. Una vez seleccionados los elementos del pórtico decaados, se podrán asignar las secciones de acero correspondientes a través del botón Assign Frame Sections que está ubicado en la barra de herramientas flotante.

Asignación de Cargas

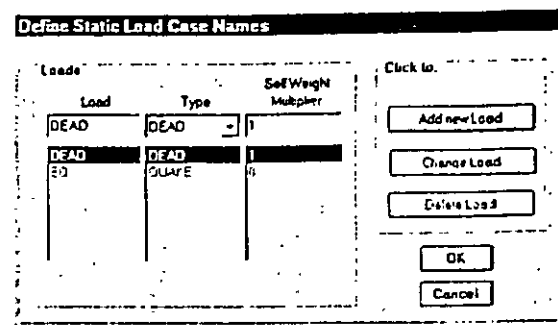


Figura 1-2 Plantilla con los nombres de las condiciones de carga estática

1. El primer paso al ingresar las cargas es definir las condiciones de carga estática. Para ello ingrese al menú Define y seleccione la opción Static Load Cases.
 - DEAD puede usarse para las cargas verticales por peso propio de las vigas, manteniendo el indicador Self Weight Multiplier con el valor 1, SAP2000 agregará el peso propio de las vigas.
2. Defina una condición de carga lateral estática llamada EQ para la carga de sismo. Asigne esta carga lateral como una carga del tipo QUAKE. Esto permitirá al programa efectuar automáticamente las combinaciones de carga a ser empleadas por el módulo de diseño del SAP2000. Además asigne al parámetro Self Weight Multiplier el valor cero.
3. Las cargas verticales mostradas en la Figura 1-1 pueden asignarse a las vigas seleccionando todas las vigas utilizando el botón Assign Frame Span Loads de la barra de herramientas flotante.
4. Las cargas laterales estáticas necesitan ingresarse seleccionando individualmente cada nudo y empleando el botón Assign Joint Loads.

Importante: Asegúrese de que esté añadiendo las cargas a la condición de carga correspondiente.

Creación de Diafragmas de Piso

Crear diafragmas de piso y especificar la masa del piso sólo en la dirección X son técnicas comúnmente usadas para reducir el tamaño del problema. Por otro lado, al añadir diafragmas el comportamiento del modelo se asemeja al de un edificio con diafragmas rígidos.

- Repita los siguientes pasos para cada piso:
 - Seleccione todos los nudos del piso.
 - Entre al menú **Assign** y seleccione la opción **Joint ... Constraints**.
 - Seleccione **Add Diaphragm** del la caja de opciones.
 - En la plantilla **Diaphragm Constraint** ingrese un nombre para el diafragma del primer piso. En este caso usaremos el nombre **DIA1**.
 - Seleccione la opción **Z-axis constraint**. Esta opción define un diafragma perpendicular al eje-Z.
 - Presione el botón **OK**.
 - Presione el botón **OK** para finalizar la operación.
 - Repita estos pasos para los demás pisos usando diferentes nombres en cada uno.
- La masa de todos los pisos es la misma. Luego seleccione un nudo en cada piso.
- Cambie las unidades en que se van a ingresar los datos a **Kip-in**, puesto que la masa indicada en la Figura 1-1 está dada en esas unidades.
- Del menú **Assign** seleccione la opción **Joint ... Masses**
 - Ingrese la masa de cada piso en la dirección del eje coordenado local 1 (que en éste caso coincide con la dirección del Eje Global X).
 - Todos los demás valores son cero.
- Retorne las unidades a **Kip-ft**.

Propiedades de los Materiales

Por último, antes de efectuar el análisis de la estructura, deberemos verificar que la asignación de las propiedades de los materiales es la correcta.

- Desde el menú **Define** seleccione la opción **Materials**.
- En la plantilla **Materials** seleccione **STEEL** y presione el botón **MODIFY/SHOW MATERIAL**.

- En la plantilla **Material Property Data** verifique que las propiedades del material sean las correctas. Recuerde que los valores son reportados en las unidades con las que se está trabajando en este momento.

Efectuando el Análisis

Una vez que los datos han sido ingresados, es tiempo para correr el modelo y revisar los resultados.

- Grabe el modelo.
- Especifique los parámetros para el análisis seleccionando la opción **Analyze** del menú **Set Options**.
 - En la plantilla **Analysis Options** seleccione **Plane Frame Analysis** para reducir el tamaño del problema y por tanto reducir el tiempo de cálculo.
 - Presione el botón **OK** para aceptar los cambios realizados.
- Seleccione la opción **Run** del menú **Analyze** para proceder al análisis la estructura.

Nota: Una vez concluido el análisis Ud. podrá revisar los resultados completos en la pantalla antes de presionar el botón OK. Esta será su primera verificación para ver si existe algún problema en el modelo.

Usando los Resultados

Verificación de los Resultados

Una vez que se ha analizado el modelo se debe verificar si los resultados son correctos y que sus valores son del orden y magnitud a los esperados.

Verificación del Modelo:

- Verifique que el cortante total en la base es igual a la carga lateral total para la condición de carga EQ.
 - Seleccione el grupo de elementos del pórtico que están ubicados en el primer nivel así como los nudos en la base de la estructura.
 - Desde el menú **Assign** seleccione **Group Names**.
 - Asigne a este grupo de elementos un nombre representativo por ejemplo **BASE SHEAR**.
 - Seleccione el botón **ADD NEW GROUP NAME** y presione el botón **OK**.
 - En el menú **Display** seleccione la opción **Show Group Joint Force Sums** y elija el grupo previamente creado.

2. Observe la deformada de la estructura y cree una animación de la misma bajo cargas verticales y laterales para asegurarse de que el comportamiento del modelo es el esperado.
- Ingrese al menú Display y seleccione Show Deformed Shape y seleccione la condición de carga en la que este interesado. También seleccione la opción Wire Shadow, así podrá ver la geometría no-deformada de la estructura al mismo tiempo. Vea las Figuras 1-3 y 1-4 para las formas deformadas de la estructura. Haga click con el botón derecho del mouse sobre cualquier nudo para observar los desplazamientos y rotaciones correspondientes.
 - Genere una animación de la deformada presionando el botón START ANIMATION ubicado en la parte inferior de la barra de estado (Para esto se necesita que se encuentre activa una ventana conteniendo la deformada de la estructura). La animación así creada puede salvarse como un archivo *.AVI para verse después desde el menú File. (Vea la Ayuda En-línea bajo el ítem "Export an AVI file".)
- Intente esto : *Presione los botones + y - ubicados junto al botón Animate y vea lo que le sucede a la deformada de la estructura.*
- Presione el botón STOP ANIMATION cuando haya terminado de observar la animación.

Si los procedimientos antes descritos muestran que la información ingresada aparenta ser correcta, podemos entonces avanzar hacia procedimientos más avanzados de revisión de los resultados.

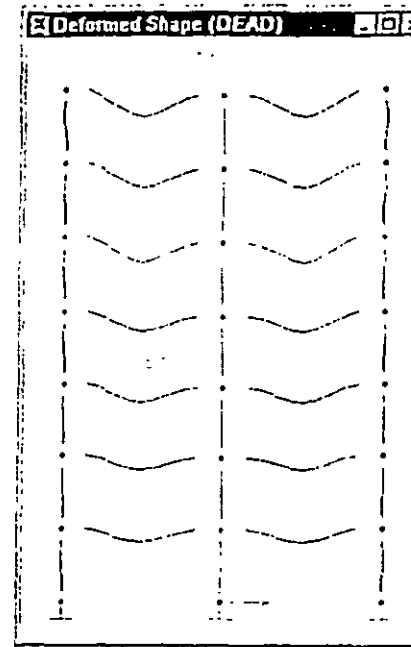


Figura 1-3 Deformada de la Estructura para Cargas Verticales

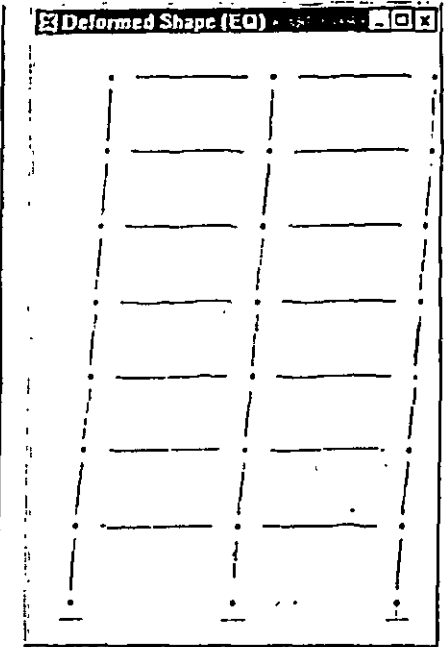


Figure 1-4 Deformada de la Estructura para Cargas Laterales

Comportamiento Estructural

En muchas ocasiones se desea verificar si la estructura se encuentra dentro de determinados límites de comportamiento, tales como rangos de esfuerzo especificados por algún código de diseño. SAP2000 hace todas estas verificaciones automáticamente cuando los elementos son diseñados. (Las opciones de diseño del SAP2000 serán discutidas con mayor detalle en los siguientes ejemplos).

1. Los elementos estructurales pueden diseñarse desde el menú Design y seleccionando la opción Start Design/Check of Structure.
 - Los elementos del pórtico mostrarán en este momento colores que representan el nivel del esfuerzo en cada elemento. Asimismo en la parte inferior de cada elemento se muestra un valor numérico representativo del nivel de esfuerzo presente en el elemento. Un valor 1 por ejemplo significa 100% esforzado.

- Para tener más información sobre el diseño de los elementos entre al menú Design y seleccione la opción Display Design Info.
2. Se puede también ver la información del diseño de cada elemento, o inclusive asignar secciones transversales alternativas, haciendo click con el botón derecho del mouse sobre un elemento.
 - De la ventana que se muestre se puede seleccionar el botón DETAILS para apreciar información detallada de la sección bajo cada una de las combinaciones de carga empleadas en el diseño.
 - También se puede rediseñar el elemento después de cambiar sus parámetros de diseño, longitud efectiva, factor K o propiedades a la sección, presionando el botón REDESIGN.
 3. Si se ha seleccionado una nueva sección la cual se quiere utilizar en el diseño final de la estructura, únicamente ingrese al menú Design y seleccione la opción Update Analysis Structures para reanalizar la estructura con las nuevas secciones seleccionadas.

Nota: Puede ser necesario el uso del botón Refresh Window de la barra de herramientas para actualizar la información en la ventana activa luego de haber efectuado cambios en los parámetros de diseño.

Observando e Imprimiendo Resultados

A menudo se necesita disponer de una copia impresa de los resultados de los análisis obtenidos con el SAP2000. Existen diferentes formas de obtenerlos:

1. Se pueden elegir los resultados que nos interesan con la opción Generate Output ubicada en la planilla Analysis Options. El botón Select Output Options que aparece permitirá seleccionar cuantos y cuales de los resultados queremos imprimir. Estos resultados son escritos en un archivo de texto con el mismo nombre de nuestro archivo de datos, pero con la extensión *.OUT.
2. Los datos ingresados así como la mayor parte de los resultados generados también pueden verse a partir del menú Display .
3. Desde el menú File se puede optar por imprimir ya sea Gráficos , Tablas con los Datos Ingresados ó Tablas con los Resultados del Análisis y Diseño de elementos.

Sugerencia: Si existen elementos ó nudos seleccionados al momento de generar la impresión de resultados, únicamente se imprimirá la información correspondiente a dichos elementos. De lo contrario, la impresión se generará para todos los elementos y nudos del modelo.
4. El análisis efectuado por el SAP2000 genera dos archivos de salida. El archivo *filename.EKO* que incluye toda la información empleada en el análisis; y el archivo *filename.OUT*, que

contiene los resultados del análisis así como los resultados específicamente seleccionados en el menú Analyze ...Set Options.

Recuerde: Es un buen hábito generar la salida primeramente a un archivo de texto antes de enviarlo directamente a la impresora. Esto nos permite revisar previamente la información usando cualquier editor de textos, sin tener que hacer frente a enormes pilas de papel.

Comentarios Finales

Como habrá podido observar, SAP2000 es una poderosa herramienta para el análisis estructural que puede usarse en una gran variedad de problemas. Sin embargo, es muy importante entender los principios de ingeniería sobre los cuales este programa ha sido creado.

La mayoría de los trabajos en ingeniería se inician con sencillos anteproyectos para posteriormente madurar en complejos proyectos de análisis/diseño. Esto hace que sea muy importante decidir desde un inicio las herramientas apropiadas de forma tal que no sea necesario cambiar de programas a la mitad de un proyecto. SAP2000 trata de satisfacer la mayor parte de las necesidades que un diseñador puede tener durante el desarrollo de un proyecto.

Las características que SAP2000 ofrece en el proceso de diseño incluyen:

- La capacidad de diseñar pequeños ó grandes proyectos sin necesidad de aprender a usar un nuevo programa.
- La capacidad de diseñar elementos de concreto y acero en un mismo programa.
- Algoritmos de cálculo rápidos que permiten al usuario dedicar mayor tiempo en la modelación del problema y optimización del diseño de elementos estructurales.
- La habilidad para modificar y mejorar el diseño fácilmente.
- Existen probablemente tantas formas de modelar una estructura como ingenieros existen. Sin embargo, puede encontrar útiles algunas de las siguientes ideas :
 - Comience con un modelo básico de la estructura y trate de entenderlo antes de añadir más detalles. Será más sencillo corregir problemas en el sistema estructural adoptado cuando el modelo es aún simple.
 - Asegúrese de que la estructura pueda construirse y que se comportará en la manera en que la hemos modelado. Si no puede ser construida en esa forma, es necesario entender el efecto del proceso constructivo en el comportamiento final de la estructura.
 - Documente detalladamente su diseño incluyendo información sobre las consideraciones asumidas, áreas que deban revisarse e incluso sobre información que aún es requerida. Para ello use el editor de textos User Comments and Session Log que se encuentra dentro del menú File. Este editor de textos incorporado en el programa, le permitirá que dichas anotaciones y comentarios formen parte del modelo.

- Experimente con sistemas estructurales alternativos. SAP2000 ha sido diseñado para efectuar cálculos numéricos rápidamente, permitiendo utilizar mayor tiempo en el mejoramiento de nuestros diseños.
- Así como hay un tiempo asignado para la revisión general al final de un proyecto, no hay razón por la que no deba haber un tiempo para revisar el proyecto desde sus inicios.

EJEMPLO 2

Pórtico Bidimensional con Carga de un Espectro de Respuesta

Descripción

Este ejemplo es una continuación del Ejemplo 1. En esta sección mostraremos como incorporar un Espectro de Respuesta en el análisis de un pórtico bidimensional. La base para definir el Espectro de Respuesta será el espectro del código UBC94S2 el cual esta incluido en el SAP2000.

Aspectos Significativos del Modelo y del SAP2000

- Uso del comando Help para obtener instrucciones sobre las opciones del SAP2000.
- Incorporación de una carga proveniente de un Espectro de Respuesta.
- Adecuar la escala del Espectro de Respuesta para su uso en el diseño.

Definiendo el Espectro de Respuesta

Un Espectro de Respuesta es la máxima respuesta de un sistema excitado en su base por una función aceleración-tiempo. Esta función se expresa en términos de la frecuencia natural de la estructura y del amortiguamiento del sistema. El Espectro de Respuesta del código UBC94S2 que vamos a emplear en este ejemplo es suministrado con SAP2000 y no es necesario definirlo por separado. Si hubiese la necesidad de definir un Espectro de Respuesta distinto, se puede usar la ayuda en línea para obtener instrucciones que indican paso a paso como efectuar esta tarea.

Ayuda En-línea

Recuerde: *Podrá utilizar alguno de los métodos siguientes para obtener información sobre cualquiera de las funciones del SAP2000*

1. Del menú Help seleccione Search for Help on.
2. Con el plantilla Index seleccionada:
 - En el Area 1 escriba 'Define'. Ud. verá en el Area 2 una lista de todos los tópicos disponibles que comiencen con la palabra 'define'. Uno de esos tópicos es 'Define Response Spectrum Functions', que es el tópico del cual necesitamos obtener ayuda. Haga doble click en la línea con la frase 'Define Response Spectrum Functions' para que el programa muestre la información correspondiente.
3. Alternativamente, seleccione el indicador Find para buscar una palabra clave en cualesquiera de los tópicos disponibles en la Ayuda En-línea.
 - Si es la primera vez que usa la opción Find de la Ayuda En-línea del SAP2000, aparecerá una plantilla denominada Find Setup Wizard.
 - ♦ Presione el botón NEXT para aceptar el criterio para construir la base de datos de búsqueda.
 - ♦ Presione el botón FINISH para construir la base de datos.
 - En el Area 1 escriba 'Response Spectrum'
 - En el Area 3 encontrará nuevamente la opción 'Define Response Spectrum Functions' la cual puede seleccionarse para obtener la información de ayuda correspondiente.

Nota: Se puede encontrar mayor información sobre el uso de la Ayuda En-línea, en la documentación de Windows. También puede ejecutar el archivo WINHELP32.HLP ubicado en C:\WINDOWSHELP.

Definiendo el Espectro de Respuesta

1. Si el modelo esta protegido (locked), use el botón Lock/Unlock Model para remover la protección y poder efectuar cambios en el modelo.

2. Ajuste las unidades a Kip-ft.
3. Ingrese al menú Define y seleccione la opción Response Spectrum Case.
4. Presione el botón ADD NEW SPECTRA en la plantilla Response Spectra.
5. En la plantilla Response Spectrum Case Data:
 - Especifique el amortiguamiento asociado al Espectro de Respuesta colocando en la casilla Damping el valor, para nuestro caso: 0.05 (5 %)
 - Seleccione UBC94S2 para la dirección U1, así como un factor de escala $32.2ft/sec^2$ en la casilla Scale Factor. Este factor de escala es usado por el Espectro de Respuesta debido a que el espectro UBC94S2 esta normalizado al valor de la aceleración de la gravedad g.
 - El resto de los valores por defecto son aceptables.
 - Presione el botón OK para aceptar los cambios hechos en ambas plantillas.

Efectuando el Análisis

Una vez que se han realizado las modificaciones, es tiempo de analizar el modelo y echar una mirada a los resultados del Espectro de Respuesta.

1. Grabe el modelo.
2. En el menú Analyze seleccione la opción Set Options.
 - Marque la casilla Dynamic Analysis.
 - Presione el botón SET DYNAMIC PARAMETERS y modifique el número de modos de vibración a ser considerados en el análisis en la opción Number of Modes. Para nuestro caso 7. El resto de valores por defecto son aceptables.
 - Presione el botón OK en ambas plantillas para aceptar los cambios.

Nota: Se debe decidir cuantos modos de vibración deben considerarse en el análisis para obtener resultados adecuados. Para ello hay muchos criterios a tomar en cuenta, pero para una estructura sencilla como la que estamos analizando puede considerarse satisfactorio un numero de modos igual al numero de pisos.

3. Seleccione la opción Run Minimized del menú Analyze para analizar la estructura.

Nota: La opción Run Minimized es sumamente útil cuando se tienen modelos grandes que requieren mayor tiempo para ser analizados. Esta opción permite al SAP2000 correr en un segundo plano, permitiendo continuar trabajando con otros programas. Otra ventaja de esta opción es que nos brinda un botón para cancelar la ejecución del análisis en caso necesario.

Verificación de los Resultados

- Verifique si las formas modales y períodos de vibración son los esperados.
 - Del menú **Display** seleccione la opción **Show Mode Shape** y elija el modo en que esta interesado. Puede también seleccionar la opción **Wire Shadow** para ver al mismo tiempo la forma no-deformada de la estructura. Observe las Figuras 2-1 a la 2-4 y note que el número de modo y período de vibración correspondiente están indicados en el título de la ventana.

Nota: Se puede apreciar los modos de vibración subsecuentes presionando los botones + y -, próximos al botón START ANIMATION.
- Es útil ver el cortante en la base producido por el análisis del Espectro de Respuesta.
 - Usando el grupo **BASE SHEAR** que fue definido en el Ejemplo 1 observe el cortante en la base de la estructura debido al Espectro de Respuesta. Se puede apreciar que este cortante es considerablemente mayor que el debido a la condición de carga estática.
- Se puede verificar el desplazamiento de un nudo debido al Espectro de Respuesta.
 - Del menú **Display** seleccione **Show Deformed Shape**.
 - En la plantilla **Deformed Shape** seleccione la condición de carga para el análisis espectral.
 - Presione el botón **OK**.
 - Haga click con el botón derecho del mouse sobre un nudo del nivel superior de la estructura para ver su correspondiente desplazamiento en la dirección global X.
- Verifique la participación de la masa de la estructura para ver si se ha incluido el en la solución del problema el número de modos suficiente. Para ello se debe revisar el archivo de texto `filename.OUT` empleando un editor de textos como el **WordPad** de **Windows**.
 - Minimice el programa **SAP2000**.
 - Inicie el programa **WordPad** o cualquier otro editor de textos.
 - En **WordPad** abra el archivo `filename.OUT`. Donde `filename` es el nombre del archivo usado al grabar este ejemplo.
 - Busque la sección titulada **MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS** como se muestra en la Figura 2-5.
 - Bajo la columna **CUMULATIVE SUM** encontrará que los Modos de Vibración 1 al 7 incluyen el 100% de la participación de masa. Lo cual significa que los 7 modos empleados en el análisis fueron suficientes.

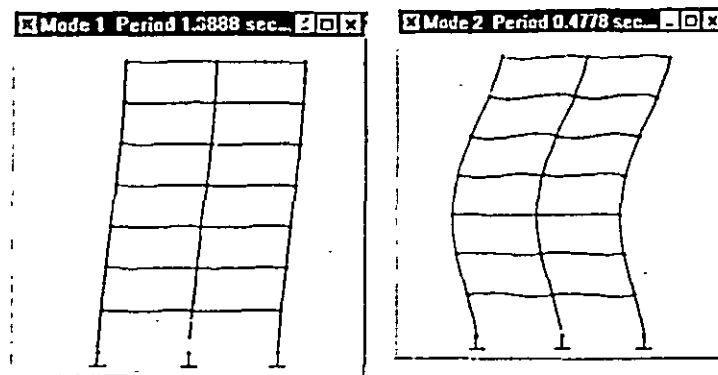


Figura 2-1 Forma Modal y Período de Vibración 1 Figura 2-2 Forma Modal y Período de Vibración 2

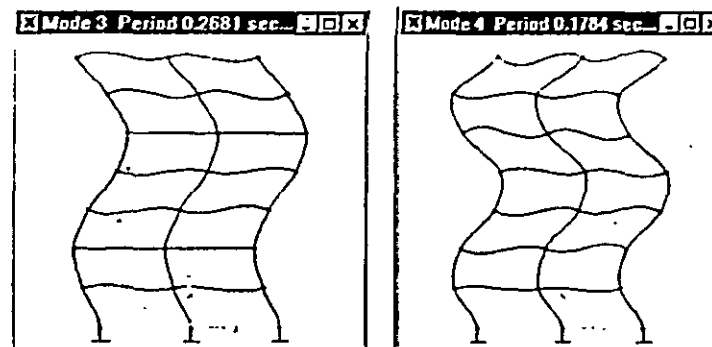


Figura 2-3 Forma Modal y Período de Vibración 3 Figura 2-4 Forma Modal y Período de Vibración 4

GLOBAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
1	1.388750	79.6359	0.0000	0.0000	79.6359	0.0000	0.0000
2	0.477823	11.5761	0.0000	0.0000	91.2120	0.0000	0.0000
3	0.268126	4.3023	0.0000	0.0000	95.5144	0.0000	0.0000
4	0.178439	2.1229	0.0000	0.0000	97.6373	0.0000	0.0000
5	0.133678	1.4077	0.0000	0.0000	99.0450	0.0000	0.0000
6	0.107637	0.8592	0.0000	0.0000	99.9042	0.0000	0.0000
7	0.090778	0.2957	0.0000	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000

Figura 2-5 Bloque de Participación de la Masa del archivo de salida

Modificando la Escala del Espectro de Respuesta

Algunos códigos de diseño permiten modificar la escala del Espectro de Respuesta de manera que el cortante en la base del análisis espectral sea igual al cortante en la base del análisis empleando cargas sísmicas estáticas.

En este sentido para obtener el nuevo factor de escala para el Espectro de Respuesta tenemos que:

1. Dividir el Cortante en la Base producido por la Carga Sísmica Estática por el Cortante en la Base obtenido del Análisis Espectral, y multiplicar dicho número por 32.2 ft/seg^2 para obtener el nuevo factor de escala del Espectro de Respuesta.
2. Substituir el nuevo factor de escala en el Espectro de Respuesta.
3. Efectuar nuevamente el análisis para obtener las nuevas fuerzas en los elementos bajo la acción del Espectro de Respuesta escalado.

Comentarios Finales

Un análisis empleando el Espectro de Respuesta introduce un nivel de complejidad mayor, que requiere que el ingeniero verifique cuidadosamente los resultados, y tenga muy presente las consideraciones hechas al crear el modelo. Algunos de los aspectos a considerar durante un análisis espectral son:

- Entender completamente el comportamiento estático del modelo antes de efectuar un análisis dinámico.
- Tener un conocimiento cabal y racional de los aspectos involucrados al escalar los resultados del análisis dinámico para obtener un cortante en la base similar al que se obtiene al efectuar un análisis por cargas sísmicas estáticas.
- La ventaja de la mayor rapidez del Análisis Espectral en comparación con el Análisis de Historia en el Tiempo es en muchos casos sustancial. En el diseño, el espectro de respuesta puede incluso proveer aun mayores ventajas debido a que no se deben efectuar verificaciones para diferentes intervalos de tiempo. Sin embargo, es necesario tener presente las limitaciones del Análisis Espectral frente al mayor refinamiento que se obtiene al efectuar un Análisis de Historia en el Tiempo.

EJEMPLO 3

Pórtico Bidimensional Análisis de Historia en el Tiempo

Descripción

Este ejemplo continua el análisis del pórtico bidimensional visto en los Ejemplos 1 y 2, añadiendo en este caso una carga de sismo especificada con un acelerograma en la base de la estructura. El registro de aceleraciones a utilizarse se muestra en la Figura 3-1 y corresponde a la componente N-S del sismo ocurrido en El Centro en 1940. Los resultados del análisis de historia en el tiempo se utilizarán para generar un Espectro de Respuesta que luego se empleará para reanalizar la estructura a manera de comparación.

Aspectos Significativos del Modelo y del SAP2000

- Respuesta de historia en el tiempo de una excitación en la base.
- Gráficas de los resultados del análisis de Historia en el Tiempo.
- Gráficas de un Espectro de Respuesta a partir de los resultados de la Historia en el Tiempo.
- Importación del Espectro de respuesta para su uso en el análisis.

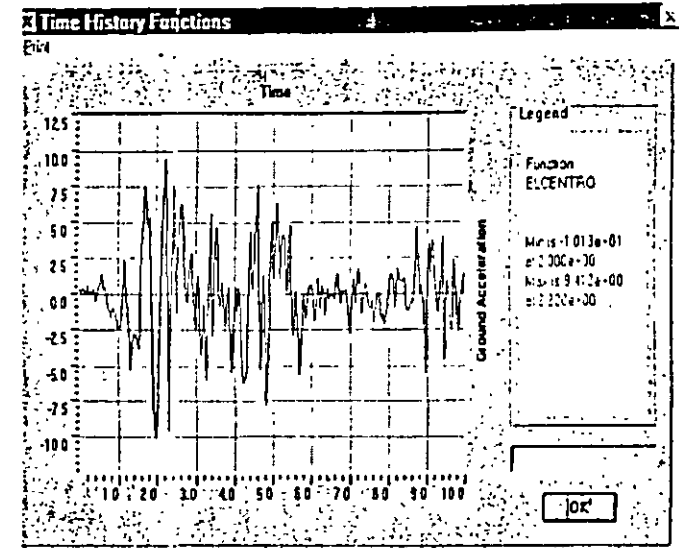


Figura 3-1 Acelerograma de entrada del Sismo de El Centro 1940 (ft/sec²)

Definición del Concepto Historia en el Tiempo

El término Historia en el Tiempo define un registro de aceleraciones del terreno a determinados intervalos de tiempo para una excitación sísmica específica en una dirección determinada. El registro es usualmente normalizado y en consecuencia necesita multiplicarse por la aceleración de la gravedad ó por algún otro factor correspondiente.

1. Desde el menú Define seleccione Time History Functions.
2. Seleccione el botón ADD FUNCTION FROM FILE.
 - Presione el botón Open File y seleccione el archivo ELCENTRO ubicado en el subdirectorio EXAMPLES del directorio SAP2000.
 - Cambie el nombre de la función a ELCENTRO para que sea fácil de reconocer.
 - El formato de este archivo es de tres pares de columnas de datos por renglón. El primer par de datos la primera columna de cada par es el tiempo y la segunda es la aceleración.
 - ♦ Ingrese 3 Puntos por Línea.

- ◆ Seleccione la opción **Time and Function Values** (en archivo de datos).
 - ◆ Presione el botón **OK**.
 - Presione el botón **OK** para aceptar los datos ingresados.
3. Del menú **Define** seleccione la opción **Time History Cases** para definir los parámetros específicos para el análisis de Historia en el Tiempo de nuestro modelo.
- Seleccione el botón **ADD NEW HISTORY**.
 - Para adicionar amortiguamiento al sistema presione el botón **MODIFY/SHOW MODAL DAMPING**, ingrese 0.05 (5%) para todos los modos y presione **OK**.
 - Ingrese en el ítem **Number of Output Time Steps** el valor 500.
 - Ingrese 0.02 (sec) en el ítem **Output Time Step Sizes**. Estos parámetros nos darán 10 segundos del registro sísmico para el análisis de historia en el tiempo.
 - De la Lista **Analysis Type** seleccione la opción **Linear**.
 - En el área **Load Assignment** :
 - ◆ Seleccione **ACC DIR1** para el parámetro **Load**
 - ◆ Seleccione la opción **ELCENTRO** para el parámetro **Function**
 - ◆ Para el parámetro **Scale Function** ingrese la aceleración de la gravedad que es de 386.4 in/sec² si trabaja en Kip-in o 32.2 ft/sec² si trabaja en Kip-ft.
 - ◆ Para los parámetros **Arrival Time** y **Angle** asigne valor cero.
 - ◆ Presione el botón **ADD** para agregar esta carga al modelo, y presione el botón **OK** para aceptar los datos que acaba de ingresar.
 - Presione el botón **OK** en ambas plantillas para aceptar las adiciones al modelo.

De esta manera hemos ingresado toda la información que necesitamos para efectuar el Análisis de Historia en el Tiempo.

Nota: Por lo general es una buena idea correr el modelo cada vez que se hace un cambio ó adición importante al modelo. Esto permite detectar errores y ahorra tiempo en el diseño final.

Efectuando el Análisis

1. Grabe el modelo.
2. Ajuste los parámetros para el análisis seleccionando **Analyze** del menú **Set Options**.
 - Verifique que los parámetros en **Dynamic Analysis** son los mismos del Ejemplo 2.
3. Seleccione en el menú **Analyze** la opción **Run** para analizar la estructura.

Usando los Resultados

Verificación de los Resultados

Una vez que ha corrido el modelo se deben verificar que los resultados obtenidos sean del orden y magnitud a lo esperado.

1. Verifique el Cortante en la Base producido en el Análisis de Historia en el Tiempo.
 - Desde el menú **Display** seleccione la opción **Show Time History Traces**.
 - ◆ De la plantilla **Time History Display Definition** presione el botón **DEFINE FUNCTIONS**.
 - ◆ En la plantilla **Time History Functions** seleccione **Add Base Functions** y marque solamente la opción **Base Shear X**.
 - ◆ Presione **OK** para regresar a la plantilla **Time History Display Definition**.
 - ◆ Adicione la función **Base Shear X** a la lista **Plot Functions**.
 - ◆ Presione el botón **DISPLAY** para ver una gráfica del cortante en la base en la dirección global X como función del tiempo. Vea la Figura 3-2.
- Nota: También se puede generar la gráfica del cortante en la base seleccionando **Add Group Summation Forces** en lugar de **Add Base Functions** y seleccionando el grupo de elementos **BASE SHEAR** definido en el Ejemplo 1.*
2. También se puede verificar el desplazamiento de un nudo ante una excitación de Historia en el Tiempo, para ello:
 - Escoja un nudo y desde el menú **Display** seleccione la opción **Show Time History Traces**.

- ◆ Presione el botón **DEFINE FUNCTIONS** de la plantilla **Time History Functions**. Seleccione el nombre del nudo de la lista y presione el botón **MODIFY/SHOW TH FUNCTION**.
- ◆ En la plantilla **Time History Joint Function** seleccione **DISPL** para el parámetro **Vector Type** y **UX** para el parámetro **Vector Direction**.
- ◆ Presione el botón **OK** para aceptar los cambios.
- ◆ Presione los botones **OK** para regresar a la plantilla **Time History Display Definition**.
- ◆ Añada el nudo de la lista **List of Functions** a la lista **Plot Functions** y remueva de esta última la función **Base Shear X**.
- ◆ Presione el botón **DISPLAY** para ver el desplazamiento del nudo con respecto al tiempo. Vea Figura 3-3.
- Se puede también definir una función nodal directamente en la plantilla **Time History Display Definition** sin haber seleccionado previamente el nudo.
 - ◆ En la plantilla **Time History Display Definition** presione el botón **DEFINE FUNCTIONS** y en la plantilla **Time History Functions** seleccione la opción **Add Joint Disps/Forces**.
 - ◆ En la plantilla **Time History Joint Function** ingrese el nombre del nudo (**ID**).
 - ◆ Seleccione **Vector Type** y **Vector Direction**.
 - ◆ Presione los botones **OK** para regresar a la plantilla **Time History Display Definition** en donde encontrará la nueva función nodal en el recuadro **List of Functions**.

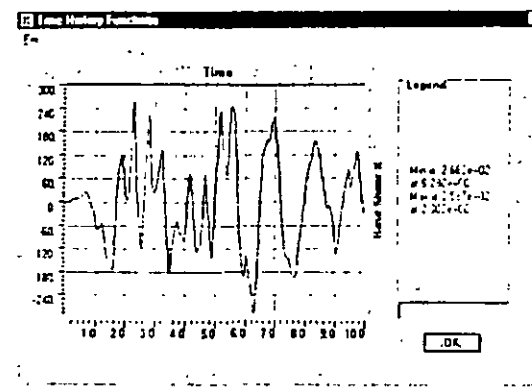


Figura 3-2 Cortante en la Base – Kips

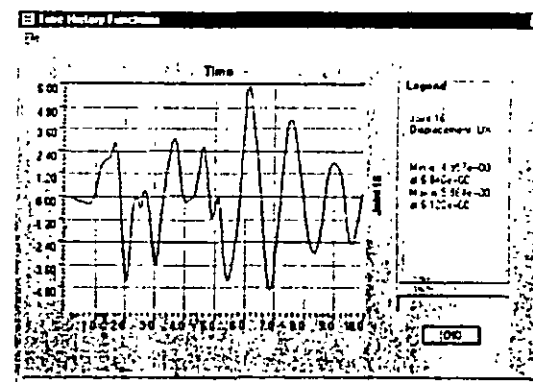


Figura 3-3 Historia en el Tiempo del Desplazamiento del Nivel Superior – In

Creación de un Espectro de Respuesta

Lo primero que se tiene que hacer en este punto es crear un **Espectro de Respuesta** a partir de los resultados del **Análisis de Historia en el Tiempo**. Los datos generados de esta forma deben imprimirse en archivo de texto para poder editarse en un formato que pueda ser leído por el SAP2000.

Gráficas del Espectro de Respuesta

1. Seleccione un nudo en la base de la estructura.
2. Del menú Display seleccione la opción Show Response Spectrum Curves. Esta opción aparece solamente cuando se ha seleccionado un nudo.
3. En la plantilla Response Spectrum Generation encontrará el nombre del nudo que fue seleccionado.
 - Bajo el ítem Define asigne el valor X para el parámetro Vector Direction.
 - Bajo el ítem Axes seleccione Period para el parámetro Abscissa y PSA (Seudoaceleración Espectral) para el parámetro Ordinate.
 - Bajo el ítem Options seleccione Arithmetic tanto para Abscissa como para Ordinate. Para el parámetro Ordinate asigne el factor de escala $1/g$ ($g=32.2 \text{ ft/sec}^2$) es decir, $0.03106 \text{ sec}^2/\text{ft}$ si las unidades en que se trabaja son kip-ft.

Nota: El factor de escala es usado para normalizar el Espectro de Respuesta. El registro para el análisis de historia en el tiempo que se utilizó para generar el Espectro de Respuesta estaba normalizado a la aceleración de la gravedad (g) por lo que necesitamos dividir el espectro por la misma cantidad para obtener valores normalizados.

 - Bajo el ítem Period seleccione para las frecuencias los parámetros Default y Structural. Estos parámetros son usados en la generación del Espectro de Respuesta, las frecuencias del tipo Default son una serie de frecuencias predeterminadas que son típicamente de interés en las estructuras; las frecuencias del tipo Structural son las frecuencias naturales de la estructura.
 - Bajo el ítem Damping mantenga el valor del amortiguamiento de 0.05 para el parámetro Damping Value. Como se ha asumido que la estructura tiene 5% de amortiguamiento no será necesario emplear otros valores para el amortiguamiento del sistema.
 - Presione el botón DISPLAY cuando se halla terminado.
4. Ahora Ud. podrá apreciar la gráfica del Espectro de Respuesta para el sismo de El Centro para un amortiguamiento de 5%. Ver Figura 3-4.

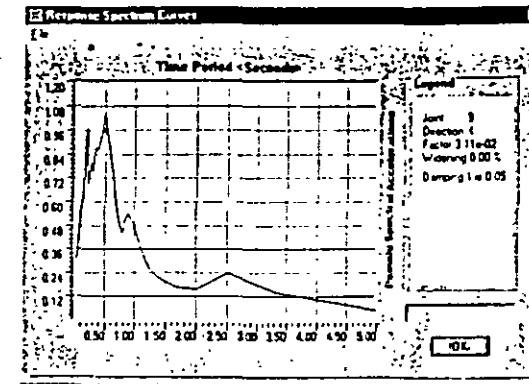


Figura 3-4 Espectro de Respuesta del Análisis de Historia en el Tiempo

5. En la plantilla Response Spectrum Curves seleccione la opción Print Tables to File. Esta opción generará un archivo que tiene dos columnas de datos. La primera de ellas es el período, y la segunda es su correspondiente Seudoaceleración (PSA).
 - Grabe el archivo con el nombre RS-ELCEN.TXT

Edición de Tablas.

El siguiente paso consiste en hacer algunas pequeñas modificaciones al archivo de texto RS-ELCEN.TXT para que tenga un formato que pueda ser leído por el SAP2000. Esto se debe a que cuando el archivo original es creado se le agrega información aclaratoria que permite al usuario interpretar y entender fácilmente su contenido. Esta información extra debe removerse.

1. Con un editor de textos como WORDPAD o NOTEPAD abra el archivo RS-ELCEN.TXT.
 - Seleccione todo el texto que se muestra resaltado en la Figura 3-5 y remuévalo.
 - Grabe el archivo RS-ELCEN.TXT como un archivo de texto con el mismo nombre.
2. Ahora que el archivo tiene tan solo las columnas con los períodos y sus correspondientes Seudoaceleraciones, podrá ser leído directamente por el SAP2000

```

SAP2000 V6.06 File: TUTORIAL1 Kip-ft Units PAGE 1
May 19, 1997 17:26
S P E C T R U M   D A T A
Joint          9
Direction     XT
Factor        0.03
Widening      0.1
Pseudo Spectral Accelerations vs Time Period <Seconds>
DAMPING
0.0500
0.0303  3.0666E-01
0.0357  3.2657E-01
0.0400  3.1139E-01
0.0455  3.2217E-01
0.0500  3.2205E-01
0.0556  3.3059E-01
0.0606  3.4265E-01
0.0667  3.7431E-01

```

Figura 3-5 Archivo de salida con el Espectro de Respuesta generado

Lectura de los Datos del Espectro

Ahora que se tienen datos en un formato que el SAP2000 puede leer, necesitamos indicar al programa la ubicación del archivo así como la forma en que éste contiene la información.

1. Si el modelo está protegido presione el botón **Lock/ Unlock Model** en la barra de herramientas. Al hacer esto se remueve la protección sobre el modelo y nos permitirá realizar las modificaciones.
2. Del menú **Define** seleccione **Response Spectrum Functions**.
3. En la plantilla **Response Spectrum Functions** presione el botón **Add Function from File**.
 - Asigne al espectro el nombre **RSELCEN**.
 - Presione el botón **Open File** y seleccione el archivo **RS-ELCEN.TXT** en **Pick File**.
 - Mantenga el parámetro **Number Of Points Per Line** en el valor 1 puesto que únicamente hay un par de datos por renglón para definir el Espectro de Respuesta.
 - Seleccione la opción **Period and Acceleration Values**.
 - Presione el botón **OK** para cerrar las plantillas.

4. Del menú **Define** seleccione **Response Spectrum Cases**.
5. En la plantilla **Response Spectrum** presione el botón **ADD NEW SPECTRA**.
 - Asigne al parámetro **Modal Damping** el valor 0.05.
 - En el área **Input Response Spectra** seleccione **RSELCEN** para la dirección U1 y asígnele el factor de escala 32.2 ft/sec^2 .
 - Los demás valores por defecto son aceptables.
 - Presione el botón **OK** para cerrar las plantillas.

Efectuando el Análisis

Una vez que se han hecho las modificaciones es tiempo de correr el modelo y revisar los resultados obtenidos.

1. Grabe el modelo.
2. Seleccione **Run Minimized** del menú **Analyze** para analizar la estructura.

Revisando los Resultados

Lo primero que debe hacerse es la revisión de la máxima deflexión en la parte superior de la estructura así como el cortante en la base tanto para el análisis espectral como para el análisis de Historia en el Tiempo. La comparación de estos resultados nos permitirá ver que tan bien funciona la metodología previamente descrita. Al final de esta sección encontrará los resultados del análisis por cargas sísmicas estáticas, del análisis espectral y del análisis de historia en el tiempo.

Deflexiones de acuerdo al Análisis Espectral

1. Del menú **Display** seleccione **Display Deformed Shape**.
 - En la plantilla **Deformed Shape** seleccione la condición de carga para el análisis espectral.
 - Presione el botón **OK**.
2. Haga click con el botón derecho del mouse sobre un nudo ubicado en el nivel superior para ver su desplazamiento en la dirección del eje global X.

Cortante en la Base en el Análisis Espectral

Usando el grupo **BASE SHEAR** que fue creado en el Ejemplo 1, observe los valores del cortante en la base de la estructura debido al Análisis Espectral.

Deflexión y Cortante en la Base en el Análisis de Historia en el Tiempo

1. Usando el método descrito en la primera parte de esta guía grafique la deflexión en el nivel superior de la estructura.
2. Ahora remueva ese nudo de la lista **Plot Functions** y en su lugar grafique la función **Base Shear X** ubicada en **List of Functions** de la plantilla **History Display Definitions**.

	Carga Lateral Estática	Espectro de Respuesta	Historia en el Tiempo
Max Deflexión	1.65 in	5.5 in	5.8 in
Max Cortante en la Base	72.5 Kips	302 Kips	325 Kips

Tabla 3-1 Comparación de los Resultados del Análisis de Cargas Laterales

Comentarios Finales

Como habrá podido apreciar el Análisis de Historia en el Tiempo involucra un mayor tiempo de cómputo que el Análisis con Espectro de Respuesta. Debe observarse sin embargo que ambos métodos de análisis brindan resultados similares. En este sentido es sumamente importante que el ingeniero entienda las ventajas y limitaciones de cada método para poder utilizarlos de la manera más adecuada y efectiva.

EJEMPLO 4

Diseño en Acero de un Pórtico Bidimensional

Descripción

Este ejemplo es un introducción al uso de las poderosas herramientas que posee el SAP2000 para el diseño de una estructura una vez concluido su análisis estructural. Se dará énfasis en esta parte a módulos de diseño en acero empleando como ejemplo la estructura analizada en el Ejemplo 1.

Aspectos Importante del Modelo y del SAP2000

- Creación de zonas rígidas en los elementos.
- Selección Automática de grupos
- Cambio de propiedades en elementos
- Designación de elementos por grupos
- Inclusión del efecto P-Delta en el análisis
- Visualización de los resultados
- Auto Selección de secciones

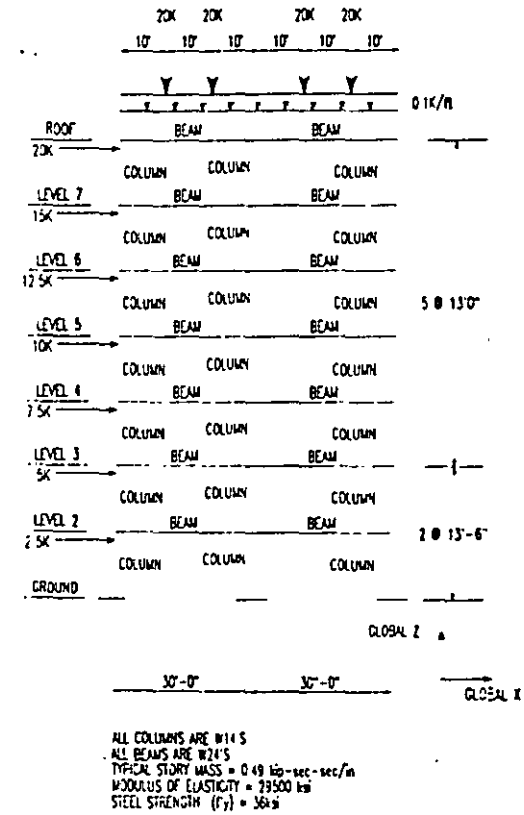


Figura 4-1 Pórtico Bidimensional a diseñarse

Creando el Modelo en el SAP2000

Es posible emplear el modelo desarrollado en el Ejemplo 1 efectuando pequeñas modificaciones.

Materiales

Lo primero que se debe hacer es especificar las propiedades de los materiales.

1. Verifique que las unidades estén en Kip-in
2. Entre al menú Define y seleccione la opción Materials.
3. Elija STEEL para el parámetro Material y presione el botón MODIFY/SHOW MATERIAL.
4. Especifique el Esfuerzo de Fluencia ajustando el parámetro Steel Yield Stress f_y en 36 Ksi.
5. Especifique el Módulo de Elasticidad ajustando el parámetro Modulus of Elasticity E en 29,500 Ksi.
6. Presione los botones OK para aceptar los cambios y cerrar las plantillas.

Cargas

1. En el ejemplo 1 se asignó el peso propio de la estructura así como una serie de cargas concentradas y distribuidas a la condición de carga DEAD. (Vea Figura 4-2 para la nueva lista Static Loads Case). En este ejemplo asignaremos una condición de carga para la carga viva y otra para el peso propio de los elementos. Es una buena práctica incluir una condición de carga para el peso propio de la estructura con el fin de seguir de cerca el proceso de optimización estructural. Las cargas son separadas en carga muerta, carga viva y carga transversal de sismo de tal manera que el SAP2000 pueda generar automáticamente las combinaciones de carga.
 - Para el caso de carga DEAD especifique el valor del multiplicador Self Weight Multiplier en cero.
 - Agregar una condición de carga para el peso propio y nómbrela SELF, asígnele el tipo DEAD como parámetro a Type y ajuste el multiplicador Self Weight Multiplier en 1.
 - Agregar otra condición de carga estática llamada LIVE y asígnele el tipo LIVE como parámetro a Type.
2. Añada las mismas cargas correspondientes a la carga DEAD a la condición de carga LIVE. Esto significa que cada viga de la estructura tiene cargas idénticas para carga muerta y viva. (Puede revisar el ejemplo 1 para ver las instrucciones de como ingresar las una cargas).

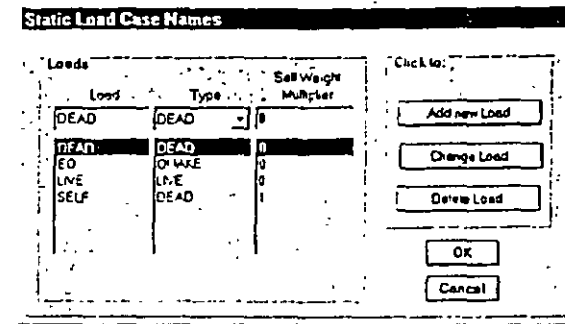


Figura 4-2 - Condiciones de Carga Estática

Definiendo un Grupo de Auto-Selección

La opción de Auto-Selección del SAP2000 es una forma muy efectiva de diseñar estructuras. Al definir un grupo de secciones denominado grupo de Auto-Selección, el programa puede diseñar cada elemento del pórtico escogiendo de entre las secciones especificadas en ese grupo. Por ejemplo se puede definir un grupo de Auto-Selección denominado COLUMNS con únicamente perfiles W14, y otro grupo llamado BEAM con perfiles W24. El programa de esta manera diseñará las secciones tipo COLUMNS empleando solamente secciones W14 y las secciones tipo BEAM empleando únicamente secciones tipo W24.

Lo primero que debemos hacer es definir un grupo de Auto-Selección que incluya únicamente secciones tipo columna. Esencialmente lo que estamos haciendo en esta etapa es darle al programa una lista de secciones de entre las cuales puede elegir al momento de diseñar los elementos del pórtico. El programa por su parte seleccionará la sección mas eficiente de entre ese grupo.

Una vez se haya concluido el diseño preliminar es momento de refinarlo, para ello los grupos BEAM y COLUMN serán reemplazados por secciones optimizadas elegidas de entre el grupo de Auto-Selección. Este proceso asignará a los elementos secciones que serán empleadas tanto en el análisis como en el diseño, esto hará mucho más fácil el cambio de secciones que necesiten ser modificadas.

Nota: La opción de Auto-Selección funciona solo en pórticos de acero.

1. Desde el menú Define y seleccione la opción Frame Sections.
2. Importe a la plantilla Frame Sections todas las secciones de acero comprendidas entre W14x61 y W14x283.
 - Seleccione en la caja de diálogo la opción IMPORT I/WIDE FLANGE.

- Busque y seleccione la sección W14x283.
 - Manteniendo presionada la tecla SHIFT haga click con el botón izquierdo del mouse sobre W14x61 y presione el botón OK. Esta operación permite seleccionar todas las secciones entre la sección W14x283 y la sección W14x61.
3. Borre de plantilla Frame Sections cualquier sección que pudiera estar duplicada.
- Recuerde: *No es posible borrar una sección que este en uso. De esta manera el programa asegura que todos los elementos tienen asignada secciones existentes.*
4. Desde la plantilla Frame Section añada una sección Auto Select. Esta sección se ubicará en la parte inferior de la lista Add.
- Cambie el nombre en Auto Section Name a COLUMN.
 - De la lista Auto Selections elija y remueva usando el botón Remove todas las secciones exceptuando los perfiles W14. Esto significa que todos los elementos que tengan una sección tipo COLUMN serán diseñados empleando alguno de los perfiles W14 de entre la lista Auto Selections (Vea Figura 4-3).

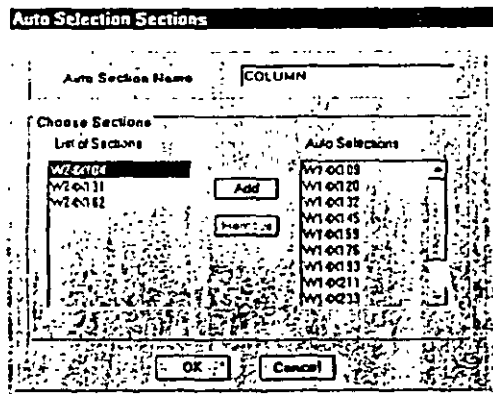


Figura 4-3 Definiendo el grupo de Auto-Selección COLUMN

5. Siguiendo las instrucciones dadas en los pasos 2 al 4:
- Importe todas las secciones entre la W24x55 y la W24x162.
 - Asigne un grupo de Auto-Selección denominado BEAM con perfiles W24 únicamente.

6. Finalmente, seleccione todos los elementos verticales del pórtico y asígnele la sección tipo COLUMN. Luego seleccione todos los elementos horizontales y asígnele la sección tipo BEAM (Vea el ejemplo 1 para las instrucciones de como asignar secciones a los elementos del pórtico).

Nota: Se puede por supuesto seleccionar una sección específica tanto para el diseño como para el análisis en lugar de emplear la opción de Auto-Selección. Para ello simplemente se necesita asignar a los elementos del pórtico una sección de acero adecuada y diseñarla de acuerdo a lo descrito en el ejemplo 1. Esta sección puede ser ya sea una sección definida por el usuario o bien una sección elegida de entre las secciones predeterminadas.

Efectuando el Análisis

Una vez que se han ingresado los datos es tiempo de correr el modelo y revisar los resultados.

1. Grabe el modelo.
 2. Asigne los parámetros para el diseño entrando al menú Analyze y seleccionando la opción Set Options.
 - En la plantilla Analysis Options seleccione el tipo de análisis Plane Frame para reducir el tamaño de la solución y en consecuencia reducir el tiempo de análisis.
 - Marque la opción Include P-Delta.
 - Presione el botón SET P-DELTA PARAMETERS para ajustar los parámetros del análisis.
 - ♦ Asigne a Maximum Iterations el valor 10.
 - ♦ Incluya las condiciones de carga muerta DEAD y SELF, en la combinación P-Delta, ambas con factores de carga igual a 1.
 - ♦ Incluya la condición de carga LIVE con un factor de carga 1.
- Nota: Los factores de carga a emplearse deben ser los correspondientes a las combinaciones de carga que se usen en el diseño de la estructura y que produzcan los máximos efectos en la misma. Deben incluirse además el efecto de las cargas laterales.*
- ♦ El resto de valores por defecto es aceptable.
 - ♦ Presione los botones OK para aceptar los cambios y cerrar las plantillas.
3. Entre al menú Analyze y seleccione la opción Run para analizar la estructura.

Nota: Debido a que hemos asignado grupos de secciones y no secciones específicas para nuestro diseño, el SAP2000 elegirá las propiedades de las secciones más convenientes para generar la matriz de rigidez y efectuar el análisis estructural. Una vez que se ha efectuado el primer análisis y diseño, se puede instruir al programa para realizar el análisis con las propiedades de las secciones designadas.

Diseño de Secciones

Una vez que se ha efectuado el análisis y revisado sus resultados, se podrán establecer los parámetros necesarios para el diseño en acero de la estructura.

Selección del Código de Diseño

La información resultante del análisis es empleada para efectuar una verificación de las secciones empleando un código de diseño.

- Desde el menú Options seleccione Preferences.
- En la plantilla Preferences, bajo el ítem Steel seleccione el código de diseño que desee emplear. En este caso se empleará el código AISC-ASD-89.
 - Emplee el mismo archivo Section Properties file que fue usado para importar las secciones de acero.

Combinaciones de Carga y Diseño

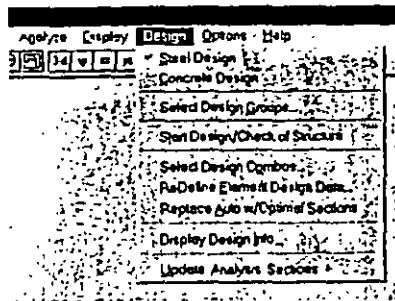


Figura 4-5 Opciones en el Menú de Diseño

Una vez que se ha seleccionado el código a utilizar en el diseño de los elementos se deben verificar las combinaciones de carga a emplearse.

- Primera mente, en el menú Design asegúrese que exista la contraseña en el ítem Steel Design. Esto le indica al SAP2000 que debe efectuarse un diseño de secciones en acero.
- En el menú Design elija la opción Select Design Combos.
 - Revise las combinaciones de carga generadas bajo la lista Design Combos, seleccionando las combinaciones y presionando el botón SHOW.
 - Si existen otras combinaciones de carga que desee incluir en el diseño, puede agregarlas usando para ello la opción Select Design Combos del menú Define.
- Inicie el Diseño/Revisión de la estructura desde el menú Design seleccionando el ítem Start Design/Check of Structure.
 - Cada uno de los elementos será diseñado empleando la sección más eficiente de entre las correspondiente a su grupo de Auto-Selección
 - El SAP2000 mostrará automáticamente el porcentaje del nivel de esfuerzos existente en cada elemento con relación al máximo esfuerzo admisible.
 - Para mayor comodidad el programa asignará colores a cada uno de los elementos, los cuales muestran el nivel de esfuerzo presente en cada miembro usando una escala gráfica de colores/esfuerzos ubicada en la parte inferior de la ventana.

Nota: Si desea verificar el diseño de un número determinado de elementos, podrá realizarlo simplemente con seleccionarlos y ejecutar la opción Start Design/Check of Structure.

Revisión de los Resultados y Rediseño

Una vez efectuado el Diseño/Revisión es tiempo de verificar si los resultados son correctos. SAP2000 brinda al usuario una serie de herramientas para ello.

- Haga click con el botón derecho del mouse sobre cualquier elemento para ver los resultados de su diseño. El elemento que haya sido seleccionado parpadeará para su fácil identificación.
- En la plantilla Steel Stress Check Information encontrará una lista de las combinaciones de carga empleadas para verificar la sección en varios puntos a lo largo del elemento. (Vea Figura 4-5)
 - Una de las combinaciones de carga estará resaltada cuando abra esta plantilla. Esta es la combinación que controla el diseño del elemento.
 - Junto a cada combinación de carga hay un indicador de la ubicación a lo largo del elemento donde fue efectuada la verificación, seguida por la relación de esfuerzo para la interacción de momento y cortante.

Sugrencia : Se puede cambiar el número de puntos a lo largo del elemento en los cuales las fuerzas de sección son reportadas. Para ello seleccione los elementos y desde el menú Assign elija la opción Frame Output Segments para cambiar el número de segmentos. Es necesario ejecutar nuevamente el análisis del modelo para obtener los resultados.

3. Seleccionando cualesquiera de las combinaciones de carga y presionando el botón Details se mostrarán los resultados del análisis para ese elemento así como las ecuaciones que gobiernan su diseño de acuerdo al código empleado. (Ver Figura 4-6)
4. Al presionar el botón ReDesign se presentará la plantilla Element Overwrite Assignments. En esta plantilla se puede elegir de entre varias opciones:

Nota: Si se efectúan cambios en la plantilla Element Overwrite Assignments empleando el botón ReDesign, será necesario presionar el botón Refresh Window de la barra de herramientas para ver los resultados del diseño actualizados en la ventana activa.

- Seleccionar otra sección para ver el cambio en los esfuerzos en el elemento.

Nota: En el modo Auto-Selección, esta sección puede emplearse para ensamblar una nueva matriz de rigidez si se elige la opción "Update Analysis Sections". Esto último se llevará a cabo una vez que se ejecute nuevamente el Diseño/Revisión.

- Clasificar los elementos por tipo Moment Resisting Element o Brace.
- Sobrescribir los factores de diseño tales como longitud efectiva y la relación de longitud no arriostrada.
- Elija la opción Overwrite Allowable Stresses para sobrescribir los esfuerzos admisibles empleados en el diseño de la sección.
- Cuando halla terminado de modificar los parámetros de diseño presione el botón OK.

Nota: Al cambiar la información de la plantilla ReDesign, el SAP2000 automáticamente recalculará los esfuerzos de diseño de acuerdo a la nueva información y actualizará la información en la plantilla Steel Stress Check Information. Para más instrucciones sobre como actualizar las secciones para el análisis refiérase a la sección "Re-Analizando".

5. Para usar la sección elegida en el Re-Diseño en el siguiente análisis estructural, es necesario entrar al menú Design y seleccionar la opción Update Analysis Sections. Esta opción reemplaza las secciones empleadas inicialmente para formar la matriz de rigidez de la estructura, por las nuevas secciones dándonos mayor precisión en los cálculos.

Steel Stress Check Information

Frame ID 20
Section ID W20x117

COMB	STATION	MOMENT	INTERACTION CHECK	DESIGN 1	DESIGN 2
20	20	RTZ	DESIGN 1	DESIGN 2	DESIGN 3
BSTL1	300.00	0.431(7)	0.000	0.431	0.000
BSTL2	0.00	0.431(7)	0.000	0.431	0.000
BSTL3	30.00	0.331(7)	0.000	0.331	0.000
BSTL4	300.00	0.331(7)	0.000	0.331	0.000
BSTL5	270.00	0.131(7)	0.000	0.131	0.000
BSTL6	300.00	0.131(7)	0.000	0.131	0.000

OK Cancel

Figura 4-5 Verificación de Esfuerzos en las secciones de Acero para las Combinaciones de Carga Especificadas

Steel Stress Check Information AISC-AS089

File

STEEL SECTION CHECK kip-in Units

ELEMENT TYPE Moment Resisting CLASSIFICATION Seismic

FRAME ID 20
STATION ID 300.000
SECTION ID W20x117
COMB ID BSTL2

L=30.000
A=30.000 I22=297.000 I33=3548.000
G22=NA.000 G33=291.000 P22=2.920 P33=10.100
E=29500.000 Fy=26.000

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

	P	M22	M33	V2	V3
	0.000	0.000	-4420.541	01.720	0.000

STRESS CHECK RATIO IS 0.071 = 0.000 + 0.071 = 0.000

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (BENDING)

	Fa	Fb	Fc	Fd
AXIAL	STRESS	ALLOWABLE	ALLOWABLE	ALLOWABLE
	0.000	21.000	21.000	

	Ca	Fb	Fc	Ca	Ca	Ca	Ca
MAJOR BENDING	STRESS	ALLOWABLE	ALLOWABLE	FACTOR	FACTOR	FACTOR	FACTOR
	15.107	27.000	120.019	1.000	1.000	1.000	1.104
MINOR BENDING	STRESS	ALLOWABLE	ALLOWABLE	FACTOR	FACTOR	FACTOR	FACTOR
	0.000	27.000	10.120	1.000	1.000	1.000	

SHEAR DESIGN

	Shear Vx	Shear Vy
MAJOR SHEAR	STRESS	ALLOWABLE
	0.000	14.400
MINOR SHEAR	STRESS	ALLOWABLE
	0.000	0.000

Figura 4-6 Información detallada del diseño en acero de un elemento tipo viga

6. También se pueden observar los resultados del diseño de manera gráfica en la pantalla. Para ello ingrese al menú Design y seleccione la opción Display Design Info. Los resultados se mostrarán en forma gráfica en la parte inferior derecha de los elementos del pórtico.

Nota: Las secciones empleadas en el análisis estructural son mostradas en la parte superior izquierda de cada elemento. Por otra parte, toda la información correspondiente al diseño de los elementos es mostrada en la parte inferior derecha de los mismos.

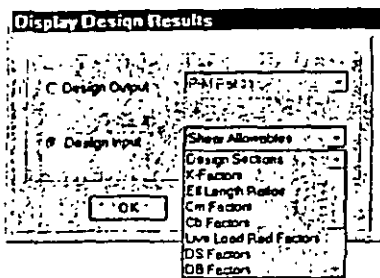


Figura 4-7 Plantilla de salida resultados

7. Se pueden imprimir los resultados del diseño ingresando al menú File y seleccionando la opción Print Design Tables. Para imprimir los resultados de un número limitado de elementos, primeramente selecciónelos y enseguida efectúe la opción Print Design Tables.

Edición de las Propiedades de la Sección

En la Figura 4-1 podrá observar que las vigas del pórtico tienen cargas concentradas ubicadas a los tercios del claro. Si asumimos que dichas cargas son transmitidas por otros miembros, entonces podemos considerar que las vigas tienen soporte lateral en los puntos de carga. El modelo tal como ha sido creado no toma en cuenta este hecho, por lo que las vigas están sobredimensionadas. Para diseñar las vigas más eficientemente se deben editar sus propiedades de diseño.

1. Seleccione todas las vigas de la estructura. Para ello puede usar el modo de selección Intersecting Line Select Mode.
2. Desde el menú Design escoja la opción ReDefine Element Design Data.
 - En la plantilla Element Overwrite Assignments seleccione el ítem Unbraced Length Ratio, L22 y asígnele el valor 0.33. Esto introduce un soporte lateral a las vigas a cada 1/3 del claro (arriostamiento contra el pandeo en el eje local 1-2), en

lugar de la opción por defecto que corresponde a elementos arriostados solo en los extremos. (Vea Figura 4-8)

- Presione el botón OK luego de ingresar la nueva información. El SAP2000 automáticamente efectuará el Diseño/Revisión del modelo actualizado.
3. Podrá apreciar ahora que las dimensiones de las secciones de las vigas son menores.

Sugerencia: Se puede conocer el peso de la estructura obteniendo la suma de cargas nodales de los elementos del grupo BASE SHEAR. Esta es una manera rápida de ver si los cambios efectuados producen una estructura más eficiente. También se puede obtener el peso total de la estructura empleando el archivo filename.EKO.

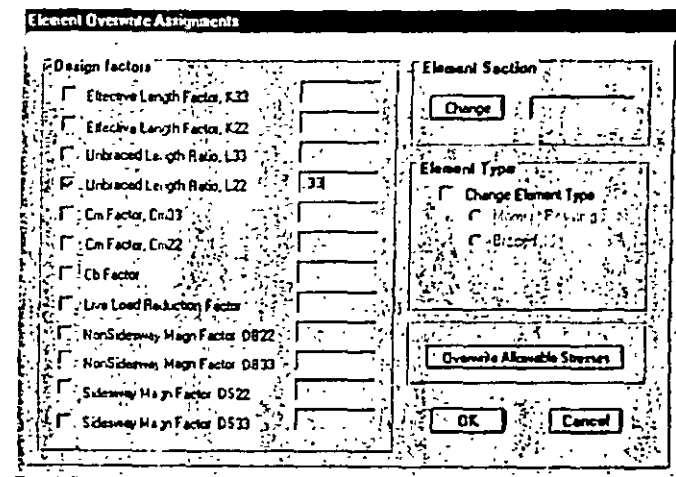


Figura 4-8 Plantilla de sobre-escritura de parámetros de diseño de elementos tipo viga

Re-Analizando

El primer análisis empleó propiedades de sección aproximadas para generar la matriz de rigidez de la estructura. Es por ello que el modelo se debe reanalizar a manera de un proceso iterativo para asegurarnos que el análisis toma en cuenta las propiedades y secciones actualizadas de los elementos.

1. Una vez que se halla terminado de modificar las secciones estructurales que se van a emplear, ingrese al menú **Design** y elija la opción **Update Analysis Sections**. Luego efectúe nuevamente el análisis empleando las últimas propiedades de sección.
2. Lleve acabo nuevamente el diseño de los elementos para ver si hay cambios.
3. Una vez que se encuentre satisfecho con las secciones elegidas, ingrese al menú **Design** y elija la opción **Replace Auto w/ Optimal Sections**. Esta opción asigna las secciones definitivas ya sean las óptimas o bien aquellas seleccionadas por el usuario tanto para el análisis como para el diseño, y reemplaza las propiedades de sección preliminares tomadas de los grupos de auto selección **BEAM** y **COLUMN**.

Diseño de acuerdo al LRFD

La metodología empleada por el LRFD es esencialmente la misma que usa el ASD. Sin embargo las combinaciones de carga así como la ecuaciones de verificación de los elementos son efectuadas empleando el código LRFD, por lo que los resultados e información resultante es distinta. Para efectuar el Diseño/Revisión de acuerdo al código LRFD, es necesario cambiar algunos parámetros de entrada.

1. Ingrese los nuevos factores de carga para el análisis P-Delta.
2. Seleccione de la plantilla **Preferences** el código de diseño en acero **AISC-LRFD93**.
3. Rediseñe las secciones de acero.

Opciones Avanzadas

Definición de Grupos de Elementos para el Diseño

Algunas veces puede encontrar útil esta opción al diseñar elementos en estructuras aporricadas. Esta opción permite diseñar todos los elementos de un grupo usando únicamente una sección. La ventaja de este método de diseño es que reduce el número de secciones diferentes a emplearse. Por ejemplo se pueden agrupar las columnas o las vigas de dos o tres pisos del pórtico dentro de un mismo grupo de diseño, permitiéndonos usar una sola sección para dicho conjunto de elementos.

1. Reasigne las secciones del tipo Auto-Selección a los elementos del pórtico.
2. Agrupe los elementos del 3er piso hacia abajo en un grupo denominado **BOTTOM**.
3. Agrupe los elementos entre los pisos 3 y 5 en un grupo llamado **MIDDLE**.
4. Asigne los elementos restante al grupo **TOP**.

5. Efectúe nuevamente el análisis del modelo.
6. En el menú **Design** seleccione la opción **Select Design Group**. En esta parte se le indica al programa que se diseñe un grupo de elementos empleando la sección más ligera que satisfaga los requerimientos y esfuerzos admisibles en todos los elementos.
 - Incluya en la lista **Design Groups** los grupos de elementos **TOP**, **MIDDLE** y **BOTTOM**. Al hacer esto indicamos que estos grupos serán diseñados con la sección más eficiente de las secciones del grupo Auto-Selección.

Nota: Si no hay grupos en la lista "Design Group list", cada uno de los elementos de la estructura serán diseñados individualmente.

 - Cuando presione el botón **OK**, El **SAP2000** automáticamente diseñará las secciones de acero y mostrará los resultados en la ventana activa.
7. Compare los resultados del diseño anteriormente efectuado con el diseño por grupos para ver como afecta este hecho en las secciones seleccionadas.

Zonas Rígidas

La estructura que hemos venido estudiando, ha sido analizada y diseñada considerando que los elementos se extienden completamente de nudo a nudo, sin tomar en cuenta las dimensiones propias de las secciones transversales de los elementos. Si bien es cierto que ésta no es una mala consideración, el **SAP2000** permite efectuar análisis aun más precisos mediante la introducción de zonas rígidas en el modelo. Las zonas rígidas definen una región en la conexión entre viga y columna, en la cual los elementos no sufren deformaciones por flexión. Se genera así esencialmente una zona rígida en la conexión. Esta área puede ser tan grande como el usuario especifique, pero usualmente se considera igual al peralte del miembro (o una fracción del mismo) al que se esta llegando en ese nudo.

1. Seleccione todos los elementos del pórtico.
2. Del menú **Assign** seleccione la opción **Frame... End Offsets**.
 - En la plantilla **End Offset** seleccione la opción **Update Lengths From Current Connectivity**. Esta opción hace que el programa calcule automáticamente las dimensiones de las zonas rígidas a considerarse en cada nudo.
 - Ingrese el valor 1 para **Rigid Zone Factor**. Esto significa que el 100% de la "longitud potencial" de zona rígida deberá considerarse en el análisis.
 - Presione el botón **OK**.
3. Si se especifica la opción **Element Shrink** de la plantilla **Set Elements**, y se observa en la pantalla activa, se podrá apreciar una serie de líneas en cada nudo que indican la asignación de zonas rígidas en los elementos.

Recuerde : Se necesita restablecer la opción *End Offsets* cada vez que las secciones de los elementos sean modificadas.
























Nota: Los momentos y cortantes en las vigas y columnas van a ser ligeramente diferentes en aquellos casos en los que no se toman en cuenta las zonas rígidas. Esto se debe a que la introducción de las mismas reduce la longitud flexible de los elementos.

Comentarios Finales























Las herramientas de diseño del SAP2000 son muy útiles en el diseño de estructuras aporricadas. Sin embargo hay algunos puntos que se deben tener presentes:

1. Asegúrese que toda la información de diseño sea correcta. Los valores por defecto que usa el programa no son necesariamente los correctos (p.ej. K y Longitudes no Arriostradas de los elementos). Se puede usar la plantilla *Display Design Results* para ver esta información en los elementos del pórtico. De manera conveniente, es posible apreciar el análisis de las secciones al mismo tiempo que la información del diseño.
2. Verifique que las combinaciones de carga de diseño que el programa ha proporcionado sean las correctas y adecuadas para el tipo de estructura en particular que se este analizando. Sin no lo son, añada las combinaciones de carga que desea utilizar en el diseño.
3. Verifique los resultados del diseño en puntos claves, para asegurarse que los resultados del diseño guardan relación con los resultados esperados.
4. Verifique que los factores de carga en el análisis P-Delta son los correctos.
5. Rediseñe la estructura toda vez que efectúe cambios en el modelo. Esto permite ver si las secciones empleadas son aún aceptables.
6. Emplee grupos de elementos para determinar el peso total de la estructura. (Revise el Ejemplo 1 para tener instrucciones de como efectuar este paso.)
7. Emplee grupos de elementos en el diseño para reducir el número de las diferentes secciones a utilizarse en la estructura.
8. El archivo *filename.EKO* contiene la información del peso total de cada uno de las secciones (perfiles) empleadas en el diseño. Esta información nos permite estimar costos de una manera preliminar.

Apéndice A – Descripción de los Iconos de la Barra de Herramientas

Icono	Nombre del Control	Permite
	New Model	Iniciar un nuevo modelo.
	Open *.SDB file	Abrir un archivo existente del SAP2000.
	Save Model	Grabar el modelo activo.
	Undo	Deshacer el último cambio.
	Redo	Revierte el último Deshacer.
	Refresh Window	Regenera la ventana acua con información actualizada
	Lock/Unlock Model	Protege el modelo contra cambios de datos.
	Run Analysis	Efectúa el Análisis.
	Zoom	Zoom en la estructura del área determinada con el mouse.
	Restore Full View	Restaura la vista total del modelo.
	Restore Previous View	Restaura la vista anterior del modelo.
	Zoom In	Zoom in en el modelo. (Acercamiento)
	Zoom Out	Zoom out en el modelo. (Alejamiento)
	Pan	Mueve dinámicamente la estructura en cualquier dirección.
	Show 3-d view	Muestra vista 3-d del modelo.
	Show 2-d View of X-Y/r-Theta Plane	Vista 2-d del modelo paralela al plano X-Y/r-Theta.
	Show 2-d View of X-Z/r-Z Plane	Vista 2-d del modelo paralela al plano X-Z/r-Z.
	Show 2-d View of Y-Z/theta-Z Plane	Vista 2-d del modelo paralela al plano X-Z o una vista desarrollada del plano r-Z plane.
	Perspective Toggle	Muestra vista 3-d en perspectiva.
	Shrink Elements	Contrae los elementos para facilitar la visualización de la conectividad.
	Set Element	Ajusta la visibilidad de los elementos y sus propiedades.
	Up One Gridline	Visualiza el siguiente nivel superior en una malla en la vista en planta 2-d.
	Down One Gridline	Visualiza el siguiente nivel inferior en una malla en la vista en planta 2-d.

Apéndice B – Descripción de Iconos de la Barra de Herramientas Flotante

Icono	Nombre del Control	Permite
	Pointer Tool	Selecciona elementos individualmente o en cajas.
	Select All	Selecciona todos los elementos en un gráfico.
	Restore Previous Selection	Restaura elementos previamente seleccionados.
	Clear Selection	Libera todos los elementos seleccionados.
	Set Intersecting Line Select Mode	Selecciona los elementos interceptados por una línea.
	Reshape Element	Mueve elementos tomándolos en su parte central y redimensionarlos seleccionando sus extremos
	Add Special Joint	Añade manualmente un nudo.
	Draw Frame Element	Dibuja un elemento tipo frame al definir la ubicación de sus nudos extremos.
	Draw Shell Element	Dibuja un elemento tipo shell al definir la ubicación de sus esquinas.
	Quick Draw Frame Element	Dibuja un elemento tipo frame usando una malla.
	Quick Draw Shell Element	Dibuja un elemento tipo shell usando una malla.
	Assign Joint Restraints	Asigna restricciones en los nudos
	Assign Frame Sections	Asigna secciones y materiales a elementos frame
	Assign Shell Sections	Asigna secciones y materiales a elementos shell.
	Assign Joint Load	Asigna cargas concentradas nodales.
	Assign Frame Span Loading	Asigna cargas en elementos tipo frame.
	Assign Shell Uniform Loading	Asigna cargas en elementos tipo shell.
	Show Undeformed Shape	Muestra la geometría original del modelo.
	Display Static Deformed Shape	Muestra la geometría deformada de la estructura.
	Display Mode Shapes	Muestra formas de modo y periodos de vibración.
	Display Element Forces/Stresses	Muestra resultados del análisis – Fuerzas y Esfuerzos.
	Set Output Table Mode	Muestra tablas con los resultados del análisis.

S A P 2 0 0 0 (R)

Structural Analysis Programs

Version E6.10

Copyright (C) 1978-1997
COMPUTERS AND STRUCTURES, INC.
All rights reserved

This copy of SAP2000 is for the exclusive use of

THE LICENSEE

Unauthorized use is in violation of Federal copyright laws

It is the responsibility of the user to verify all
results produced by this program

18 Mar 2000 11:34:22

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO4.OUT
EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED PAGE
1

D I S P L A C E M E N T D E G R E E S O F F R E E D O M

(A) = Active DOF, equilibrium equation
(-) = Restrained DOF, reaction computed
(+) = Constrained DOF
() = Null DOF

JOINTS	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
1	-		-		A	
3	A		A		A	
4	-		-		-	
5 TO 6	A		A		A	
7	-		-		-	
8	A		A		A	

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO4.OUT
EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED PAGE
2

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

TRANSLATIONS AND ROTATIONS, IN GLOBAL COORDINATES

LOAD UNICA -----

JOINT	UX	UZ	RY
1	.000000	.000000	0.013734
3	0.093181	-0.000155	0.007440
4	.000000	.000000	.000000
5	0.026513	-0.000323	0.013513
6	0.092422	-0.000566	0.009288
7	.000000	.000000	.000000
8	0.025735	-0.000239	0.002458

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO4.OUT
EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED PAGE
3

A P P L I E D L O A D S

FORCES AND MOMENTS ACTING ON JOINTS, IN GLOBAL COORDINATES

LOAD UNICA -----

JOINT	FX	FZ	MY
3	10.000000	-5.000000	8.333333
5	.000000	-5.000000	8.333333
6	.000000	-5.000000	-8.333333
8	.000000	-5.000000	-8.333333

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10 FILE:EJEMPLO4.OUT

EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED

PAGE

4

GLOBAL FORCE BALANCE

TOTAL FORCE AND MOMENT AT THE ORIGIN, IN GLOBAL COORDINATES

LOAD	UNICA	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
APPLIED		10.000000	.000000	-20.000000	.000000	80.000000	.000000
REACTNS		-10.000000	.000000	20.000000	.000000	-80.000000	.000000
TOTAL		-4.80E-14	.000000	-3.55E-15	.000000	-2.70E-13	.000000

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10
EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED

FILE:EJEMPLO4.OUT

PAGE

5

FRAME ELEMENT JOINT FORCES

FORCES AND MOMENTS ACTING ON ELEMENTS, IN GLOBAL COORDINATES

ELEM 1 -----

LOAD	UNICA	JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
		1	-0.512159	.000000	2.417628	.000000	3.60E-16	.000000
		3	0.512159	.000000	-2.417628	.000000	-4.097273	.000000

ELEM 3 -----

LOAD	UNICA	JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
		4	0.240036	.000000	10.102106	.000000	-8.317714	.000000
		5	-0.240036	.000000	-10.102106	.000000	9.277856	.000000

ELEM 4 -----

LOAD	UNICA	JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
		5	-9.487841	.000000	7.582372	.000000	-16.224913	.000000
		6	9.487841	.000000	-7.582372	.000000	-21.726450	.000000

ELEM 5 -----

LOAD	UNICA	JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
		7	-9.727876	.000000	7.480267	.000000	-21.055896	.000000
		8	9.727876	.000000	-7.480267	.000000	-17.855610	.000000

ELEM 8 -----

LOAD	UNICA	JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
		3	9.487841	.000000	2.417628	.000000	4.097273	.000000
		6	-9.487841	.000000	7.582372	.000000	21.726450	.000000

ELEM 9 -----

LOAD	UNICA	JOINT	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
		5	9.727876	.000000	2.519733	.000000	6.947057	.000000
		8	-9.727876	.000000	7.480267	.000000	17.855610	.000000

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10
EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED

FILE:EJEMPLO4.OUT

PAGE

6

FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES

FI UNAM, ejemplo 4

ELEM 1 ----- LENGTH = 8.000000

LOAD UNICA -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-2.417628	0.512159	.000000	.000000	.000000	-3.60E-16
0.50000	-2.417628	0.512159	.000000	.000000	.000000	-2.048637
1.00000	-2.417628	0.512159	.000000	.000000	.000000	-4.097273

ELEM 3 ----- LENGTH = 4.000000

LOAD UNICA -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-10.102106	-0.240036	.000000	.000000	.000000	8.317714
0.50000	-10.102106	-0.240036	.000000	.000000	.000000	8.797785
1.00000	-10.102106	-0.240036	.000000	.000000	.000000	9.277856

ELEM 4 ----- LENGTH = 4.000000

LOAD UNICA -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-7.582372	9.487841	.000000	.000000	.000000	16.224913
0.50000	-7.582372	9.487841	.000000	.000000	.000000	-2.750769
1.00000	-7.582372	9.487841	.000000	.000000	.000000	-21.726450

ELEM 5 ----- LENGTH = 4.000000

LOAD UNICA -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-7.480267	9.727876	.000000	.000000	.000000	21.055896
0.50000	-7.480267	9.727876	.000000	.000000	.000000	1.600143
1.00000	-7.480267	9.727876	.000000	.000000	.000000	-17.855610

ELEM 8 ----- LENGTH = 10.000000

LOAD UNICA -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-9.487841	-2.417628	.000000	.000000	.000000	4.097273
0.25000	-9.487841	0.082372	.000000	.000000	.000000	7.016342
0.50000	-9.487841	2.582372	.000000	.000000	.000000	3.685411
0.75000	-9.487841	5.082372	.000000	.000000	.000000	-5.895520
1.00000	-9.487841	7.582372	.000000	.000000	.000000	-21.726450

ELEM 9 ----- LENGTH = 10.000000

LOAD UNICA -----

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	-9.727876	-2.519733	.000000	.000000	.000000	6.947057

PROGRAM SAP2000 - VERSION E6.10
 EDUCATIONAL VERSION - COMMERCIAL USE PROHIBITED

FILE:EJEMPLO4.OUT
 PAGE
 7

FRAME ELEMENT INTERNAL FORCES

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.25000	-9.727876	-0.019733	.000000	.000000	.000000	10.121390
0.50000	-9.727876	2.480267	.000000	.000000	.000000	7.045724
0.75000	-9.727876	4.980267	.000000	.000000	.000000	-2.279943
1.00000	-9.727876	7.480267	.000000	.000000	.000000	-17.855610

S A P 2 0 0 0

Structural Analysis Programs

Version 6.10

Copyright (C) 1978-1997
COMPUTERS AND STRUCTURES, INC.
All rights reserved

This copy of SAP2000 is for the exclusive use of

THE LICENSEE

Unauthorized use is in violation of Federal copyright laws

It is the responsibility of the user to verify all
results produced by this program

18 Mar 2000 11:34:20

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 1
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo4.EKO

S Y S T E M D A T A

STEADY STATE LOAD FREQUENCY 0.0000E+00
LENGTH UNITS M
FORCE UNITS TON
UP DIRECTION +Z
GLOBAL DEGREES OF FREEDOM UX
UZ
RY
PAGINATION BY LINES
NUMBER OF LINES PER PAGE 59
INCLUDE WARNING MESSAGES IN OUTPUT FILE Y

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 2
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo4.EKO

G E N E R A T E D J O I N T C O O R D I N A T E S

Table with 4 columns: JOINT, X, Y, Z. Rows 1-8 showing coordinates for various joints.

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 3
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo4.EKO

P A T T E R N S

PATTERN JOINT VALUE
DEFAULT

C S I / S A P 2 0 0 0 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 4
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo4.EKO

R E S T R A I N T D A T A

Table with 7 columns: JOINT, U1, U2, U3, R1, R2, R3. Rows 1, 4, 7 showing restraint data.

M A T E R I A L P R O P E R T Y D A T A

MAT LABEL	NUMBER TEMPS	WEIGHT PER UNIT VOL	MASS PER UNIT VOL	DESIGN CODE
STEEL	1	0.7833E+01	0.7981E+00	S
CONC	1	0.2403E+01	0.2448E+00	C
OTRO	1	0.2403E+01	0.2448E+00	N

T E M P E R A T U R E D E P E N D E N T D A T A

M A T E R I A L P R O P E R T I E S

MAT LABEL	TEMP	MODULUS OF ELASTICITY			SHEAR MODULII		
		E1	E2	E3	G12	G13	G23
STEEL	0.00	0.204E+08	0.204E+08	0.204E+08	0.784E+07	0.784E+07	0.784E+07
CONC	0.00	0.253E+07	0.253E+07	0.253E+07	0.105E+07	0.105E+07	0.105E+07
OTRO	0.00	0.100E+07	0.100E+07	0.100E+07	0.417E+06	0.417E+06	0.417E+06

T E M P E R A T U R E D E P E N D E N T D A T A

T H E R M A L E X P A N S I O N C O E F F I C I E N T S

MAT LABEL	TEMP	COEFFICIENTS OF THERMAL EXPANSION					
		A1	A2	A3	A12	A13	A23
STEEL	0.00	0.117E-04	0.117E-04	0.117E-04	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
CONC	0.00	0.990E-05	0.990E-05	0.990E-05	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
OTRO	0.00	0.990E-05	0.990E-05	0.990E-05	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

T E M P E R A T U R E D E P E N D E N T D A T A

M A T E R I A L P R O P E R T I E S

MAT LABEL	TEMP	POISSONS RATIO														
		U12	U13	U23	U14	U24	U34	U15	U25	U35	U45	U16	U26	U36	U46	U56
STEEL	0.00	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CONC	0.00	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
OTRO	0.00	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

M A T E R I A L P R O P E R T I E S

MAT LABEL	TEMP	YIELD FY
CONC	0.00	36.00

FRAME SECTION PROPERTY DATA - PRISMATIC

SECTION LABEL	SHAPE TYPE	DEPTH	FLANGE WIDTH TOP	FLANGE THICK TOP	WEB THICK	FLANGE WIDTH BOTTOM	FLANGE THICK BOTTOM
FS1	R	0.500	0.250				

CSI / SAP2000 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 11
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo4.EKO

FRAME SECTION PROPERTY DATA - PRISMATIC

SECTION LABEL	AXIAL AREA	TORSIONAL CONSTANT	MOMENTS OF INERTIA		SHEAR AREA	AREAS
			I33	I22	A2	A3
FS1	0.125E+00	0.179E-02	0.260E-02	0.651E-03	0.104E+00	0.104E+00

CSI / SAP2000 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 12
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo4.EKO

FRAME SECTION PROPERTY DATA - PRISMATIC

SECTION LABEL	MAT LABEL	ADDITIONAL MASS PER LENGTH	ADDITIONAL WEIGHT PER LENGTH
FS1	OTRO	0.000E+00	0.000E+00

CSI / SAP2000 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 13
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo4.EKO

FRAME ELEMENT DATA

ELEMENT LABEL	JOINT END-I	JOINT END-J	ELEMENT LENGTH	END-OFFSET-LENGTHS END-I	END-OFFSET-LENGTHS END-J	RIGID-END FACTOR	NUMBER OF SEGMENTS
1	1	3	8.000	0.000	0.000	0.0000	2
3	4	5	4.000	0.000	0.000	0.0000	2
4	5	6	4.000	0.000	0.000	0.0000	2
5	7	8	4.000	0.000	0.000	0.0000	2
8	3	6	10.000	0.000	0.000	0.0000	4
9	5	8	10.000	0.000	0.000	0.0000	4

CSI / SAP2000 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 14
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo4.EKO

FRAME ELEMENT DATA

ELEMENT LABEL	SECTION LABEL	LOCAL PLANE	COORD SYSTEM	PLN 1ST	PLN 2ND	PLANE JOINTA	PLANE JOINTB	COORD ANGLE
1	FS1	12	0 +Z +X	0	0	0	0	0.00
3	FS1	12	0 +Z +X	0	0	0	0	0.00
4	FS1	12	0 +Z +X	0	0	0	0	0.00
5	FS1	12	0 +Z +X	0	0	0	0	0.00
8	FS1	12	0 +Z +X	0	0	0	0	0.00
9	FS1	12	0 +Z +X	0	0	0	0	0.00

CSI / SAP2000 - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 15
PROGRAM:SAP2000/FILE:\Misdocumentos\cursosap2000\ejemplo4.EKO

TOTAL WEIGHTS AND MASSES

SECTION LABEL	WEIGHT	MASS
FS1	12.0130	1.2240
TOTAL	12.0130	1.2240

LOAD CONDITION UNICA

SELF-WEIGHT MULTIPLIER FOR ENTIRE STRUCTURE = 0.0000E+00

JOINT FORCES IN LOCAL COORDINATES

JOINT LABEL	FORCE 1	FORCE 2	FORCE 3	MOMENT 1	MOMENT 2	MOMENT 3
3	0.100E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

DISTRIBUTED SPAN LOADS ON FRAME ELEMENTS

ELEMENT LABEL	LOC DOF	DISTANCE AT START	DISTANCE AT END	FORCE AT START	FORCE AT END	MOMENT AT START	MOMENT AT END
8	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.100E+01	-0.100E+01		
9	U2	0.000E+00	0.100E+01	-0.100E+01	-0.100E+01		

OUTPUT SELECTION

DISPLACEMENTS AT JOINTS

LOAD LABEL	MODES	SPEC LABEL	HIST LABEL	MOVE LABEL	COMB LABEL
UNICA					

APPLIED AND INTERNAL LOADS AT JOINTS

LOAD LABEL	MODES	SPEC LABEL	HIST LABEL	MOVE LABEL	COMB LABEL
UNICA					

INTERNAL FORCES AT ELEMENT FRAME

LOAD LABEL	MODES	SPEC LABEL	HIST LABEL	MOVE LABEL	COMB LABEL
UNICA					

JOINT FORCES AT ELEMENT FRAME

LOAD LABEL	MODES	SPEC LABEL	HIST LABEL	MOVE LABEL	COMB LABEL
UNICA					

INPUT COMPLETE

STATIC LOAD CASES

STATIC CASE	CASE TYPE	SELF WT FACTOR
UNICA	OTHER	0.0000

MATERIAL PROPERTY DATA

MAT LABEL	MODULUS OF ELASTICITY	POISSON'S RATIO	THERMAL COEFF	WEIGHT PER UNIT VOL	MASS PER UNIT VOL
STEEL	20389020	0.300	1.170E-05	7.833	0.798
CONC	2531051	0.200	9.900E-06	2.403	0.245
OTRO	1000000.000	0.200	9.900E-06	2.403	0.245

MATERIAL DESIGN DATA

MAT LABEL	DESIGN CODE	STEEL FY	CONCRETE FC	REBAR FY	CONCRETE FCS	REBAR FYS
STEEL	S	25310.500				
CONC	C		2812.278	42184.180	2812.278	28122.779
OTRO	N					

FRAME SECTION PROPERTY DATA

SECTION LABEL	MAT LABEL	SECTION TYPE	DEPTH	FLANGE WIDTH TOP	FLANGE THICK TOP	WEB THICK	FLANGE WIDTH BOTTOM	FLANGE THICK BOTTOM
REC25X50	OTRO		0.500	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000

FRAME SECTION PROPERTY DATA

SECTION LABEL	AREA	TORSIONAL INERTIA	MOMENTS OF INERTIA I33	I22	SHEAR AREAS A2	A3
REC25X50	0.125	1.788E-03	2.604E-03	6.510E-04	0.104	0.104

FRAME SECTION PROPERTY DATA

SECTION LABEL	SECTION MODULII S33	S22	PLASTIC MODULII Z33	Z22	RADII OF GYRATION R33	R22
REC25X50	1.042E-02	5.208E-03	1.563E-02	7.813E-03	0.144	7.217E-02

FRAME SECTION PROPERTY DATA

SECTION LABEL	TOTAL WEIGHT	TOTAL MASS
REC25X50	12.013	1.224

SAP2000 v6.10 File: EJEMPLO4 Ton-m Units PAGE 8
Marzo 18, 2000 12:59

SHELL SECTION PROPERTY DATA

SECTION LABEL	MAT LABEL	SHELL TYPE	MEMBRANE THICK	BENDING THICK	MATERIAL ANGLE
SSEC1	CONC	1	1.000	1.000	0.000

SAP2000 v6.10 File: EJEMPLO4 Ton-m Units PAGE 9
Marzo 18, 2000 12:59

SHELL SECTION PROPERTY DATA

SECTION LABEL	TOTAL WEIGHT	TOTAL MASS
SSEC1	0.000	0.000

SAP2000 v6.10 File: EJEMPLO4 Ton-m Units PAGE 10
Marzo 18, 2000 12:59

JOINT FORCES Load Case UNICA

JOINT	GLOBAL-X	GLOBAL-Y	GLOBAL-Z	GLOBAL-XX	GLOBAL-YY	GLOBAL-ZZ
3	10.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

SAP2000 v6.10 File: EJEMPLO4 Ton-m Units PAGE 11
Marzo 18, 2000 12:59

FRAME SPAN DISTRIBUTED LOADS Load Case UNICA

FRAME	TYPE	DIRECTION	DISTANCE-A	VALUE-A	DISTANCE-B	VALUE-B
8	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-1.0000	1.0000	-1.0000
9	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-1.0000	1.0000	-1.0000

