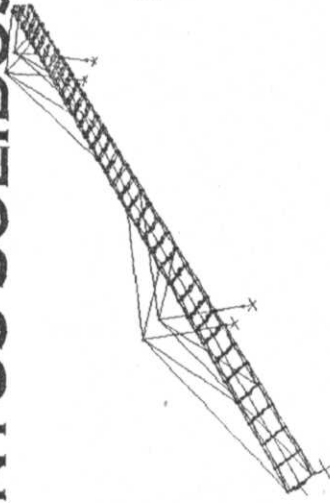


INTERACCIÓN

SAP2000-EXCEL

SAP2000-AUTOCAD

ELEMENTOS SÓLIDOS



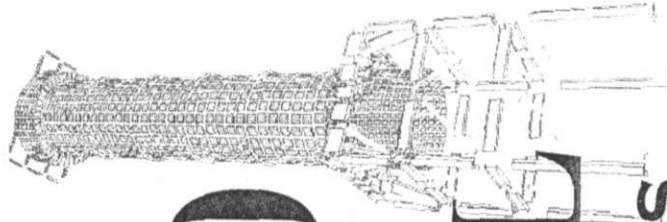
MANUAL DE

SAP2000

EN

ESPAÑOL

INCLUYE EJERCICIOS
RESUELTOS

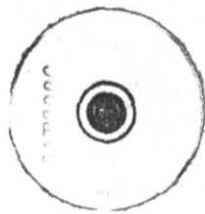
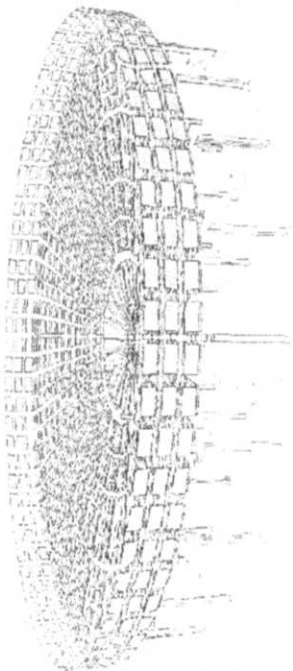


MANUAL DE SAP2000

EN

ESPAÑOL

INCLUYE EJERCICIOS RESUELTOS



**INCLUYE CD CON SOFTWARE Y
VARIOS EJEMPLOS RESUELTOS**

Pedidos:

Cochabamba: 4298799

Oruro: 5276883-5277165

La Paz: 70725419

Resto del país a sergioflorero@hotmail.com



Computers and Structures, Inc.
Berkeley, California, USA

SAP2000[®]

Análisis de Elementos Finitos

y

Diseño de Estructuras

MANUAL BASICO - INTERMEDIO



Computers and Structures, Inc.
Berkeley, California, USA

ADVERTENCIA

CONSIDERABLE, ESFUERZO, TIEMPO Y GASTO SE HAN HECHO EN EL DESARROLLO Y DOCUMENTACIÓN DE SAP2000.

EL PROGRAMA SE HA PROBADO Y USADO COMPLETAMENTE SIN EMBARGO, EL USUARIO ACEPTA Y ENTIENDE QUE NINGUNA GARANTÍA ES EXPRESADA DE MANERA IMPLÍCITA POR LOS DISEÑADORES O LOS DISTRIBUIDORES EN EL EXACTITUD Y FIABILIDAD DEL PROGRAMA.

EL USUARIO DEBE ENTENDER LAS ASUNCIONES EXPLÍCITAMENTE DEL PROGRAMA Y DEBE INDEPENDIENTEMENTE VERIFICAR LOS RESULTADOS.

SAP2000[®]

Análisis de Elementos Finitos

y

Diseño de Estructuras

MANUAL BASICO - INTERMEDIO



Computers and Structures, Inc.
Berkeley, California, USA

ADVERTENCIA

CONSIDERABLE, ESFUERZO, TIEMPO Y GASTO SE HAN HECHO EN EL DESARROLLO Y DOCUMENTACIÓN DE SAP2000.

EL PROGRAMA SE HA PROBADO Y USADO COMPLETAMENTE SIN EMBARGO, EL USUARIO ACEPTA Y ENTIENDE QUE NINGUNA GARANTÍA ES EXPRESADA DE MANERA IMPLÍCITA POR LOS DISEÑADORES O LOS DISTRIBUIDORES EN EL EXACTITUD Y FIABILIDAD DEL PROGRAMA.

EL USUARIO DEBE ENTENDER LAS ASUNCIONES EXPLÍCITAMENTE DEL PROGRAMA Y DEBE INDEPENDIENTEMENTE VERIFICAR LOS RESULTADOS.

RECONOCIMIENTO

Las gracias son debidas a todos los numerosos ingenieros estructurales que durante los años han dado valiosa contribución hacia el perfeccionamiento de este producto hasta su estado actual.

El reconocimiento especial es al Dr. Edward L. Wilson, Profesor Emerito, de La Universidad de California Berkeley que es responsable para la concepción y desarrollo de la serie de programas SAP de quien la originalidad y continuidad ha producido muchos y unicos conceptos que se ha llevado a cabo en esta versión.

Prologo del responsable.

Vengo dictando cursos de sap desde 1999 a estudiantes, profesionales e incluso a mis propios catedráticos dentro la Universidad Mayor de San Simón(muchos de estos cursos con el apoyo del proyecto CAE "educación asistida por computadora" convenio holandés), he colaborado a muchos de mis colegas en la elaboración de sus tesis y proyectos de grado, y dentro de las inquietudes de todos mis alumnos y compañeros nace la necesidad de tener un documento de SAP2000 en español, este texto es la traducción de los aspectos y conceptos mas importantes para comprender el manejo de SAP2000 junto con ejercicios ya resueltos, para facilitar la practica de generación de estructuras.

Dentro de este texto tenemos desarrollados los capitulos de interacción con AutoCad, Excel y un capitulo de generación de los elementos sólidos con la colaboración de Nelson Quiroga y Julio Herrera

Espero que este manual sea de referencia para su inserción a este poderoso software que es la respuesta a diseños estructurales muy complejos y ambiciosos por mas de 30 años.

SERGIO MARTÍN FLORERO CARVAJAL

sergioflorero@hotmail.com
estructubol@hotmail.com

Índice

Bienvenido al SAP2000	1
Empezando	1
La interfase grafica del usuario	2
Sistemas de coordenada	7
El elemento pórtico	8
El elemento de cáscara	16
Los nudos y grados de libertad	21
Constricciones del nudo	27
Pórtico con desplazamiento de apoyo	A
Viga simple con cargas trapezoidales	B
Apoyos inclinados	C
Pórtico de acero análisis estático	D
Pórtico de cercha	E
Puente de cercha de acero	F
Viga reforzada de Hormigón	G
Viga sobre lecho elástico	H
Viga presforzada de Hormigón	I
Pared sometida a presión hidrostática	J
Losa de fundación sometida a torsión	K
Carga critica a flexión	L
Carga periódica	M
Puente con cargas móviles	N
Tres pórticos	O

Guía didáctica para el diseño de concreto	Hº Aº
Interacción Excel-SAP2000	Excel
Interacción AutoCad-SAP2000	cad
Elementos sólidos	solid
Apéndice	apéndice

Bienvenido al SAP2000

SAP2000 representa la realización más sofisticada y manejo-amistoso de las series SAP.

Esta es completamente la primera versión de SAP integrada dentro de Microsoft Windows. Ofrece una interfase gráfica del usuario poderosa en términos de facilidad de uso y productividad.

La creación y modificación del modelo, ejecución del análisis, verificación y la optimización del diseño esta todo hecho a través de esta sola interfase.

Los despliegues de los resultados, incluso el real-time son despliegue de los desplazamientos time-history. Este programa ofrece un gran adelanto en la manera que se crea y se modifican los modelos, y en la manera que se maneja el análisis y el diseño.

Las capacidades analíticas son poderosas, aplicando la última investigación en técnicas numéricas y algoritmos. Esto está disponible en tres diferentes versiones analíticas con la misma interfase gráfica para el usuario: SAP2000 STANDART, SAP2000 PLUS y SAP2000 No-lineal.

Todas estas versiones son de carácter sofisticado, para las soluciones de ecuaciones en forma rápida, fuerza y desplazamiento de cargas, elementos no-prismáticos, elementos de cáscara (shell), análisis dinámico de autovalores del vector de Ritz, los sistemas de coordenadas múltiples para geometría esviado, muchas opciones de construcción, la habilidad de unir independientemente mallas definidas, un completo 6 por 6 de resortes(spring) de rigidez, y la opción de combinar múltiples análisis dinámicos en la misma "corrida".

El SAP2000 PLUS tiene capacidad ilimitada, análisis de puentes, un rango completo de elementos finitos, y opciones de análisis de time-history. Los movimiento sísmicos con múltiples excitaciones en la base puede ser incluidos.

El SAP2000 No-lineal extiende las capacidades del SAP PLUS agregando una dinámica no-lineal a la unión de elementos en juntas, aisladores (isolators), amortiguadores, articulaciones, y más.

Este análisis no-lineal según el elemento (Nlink) les permite a los usuarios modelar la conducta dinámica desde la tensión para puentes en edificios; post-fluencia en articulaciones de puentes tridimensionales; apoyos elastoméricos para los puentes y bases-aisladas en edificios.

Todos los programas anteriores ofrecen una completa y poderosa integración de diseño para acero y concreto, disponible dentro de la misma interfase para crear y analizar el modelo. El diseño de los elementos de acero comienza clasificando las características de tamaño inicial para luego realizar una optimización iterativa. El diseño de elementos de concreto incluye el calculo de la cantidad de acero requerida para reforzar. Los miembros pueden agruparse para propósitos de diseño, y basta que con un simple clic del mouse en un elemento nos da los cálculos del diseño.

El programa se estructura en la variedad internacional de códigos de diseño para la automatización de elementos de hormigón y acero. El programa actualmente contiene las siguientes normas de diseño para hormigón:

- U.S. ACI 318-95 (1995) and AASHTO LRFD (1997),
- Canadian CSA-A23.3-94 (1994),
- British BS 8110-85 (1989),
- Eurocode 2 ENV 1992-1-1 (1992), y
- New Zealand NZS 3101-95 (1995).

El programa actualmente contiene las siguientes normas de diseño para acero:

- U.S. AISC/ASD (1989), AISC/LRFD (1994), AASHTO LRFD (1997)
- Canadian CAN/CSA-S16.1-94 (1994),
- British BS 5950 (1990), y
- Eurocode 3 (ENV 1993-1-1).

El nombre de SAP ha sido sinónimo de soluciones analíticas innovadoras desde la introducción del SAP, SOLIDSAP, y SAP IV hace más de veinticinco años. A estas técnicas numéricas sofisticadas, SAP2000 se suma de una manera sobresaliente con una interfase gráfica fácil y completa; con capacidades de diseño poderosas, proporcionándole al ingeniero estructural un análisis de diseño único en eficacia y productividad.

Empezando

Este capítulo cubre la instalación, introducción, y procedimientos de apoyo para SAP2000.

Temas

- Sobre los Manuales
- Sistema Requisitos
- Asistencia técnica

Sobre los Manuales

Se diseña este manual para ayudarlo a familiarizarse con SAP2000.

El próximo capítulo da una introducción a los conceptos básicos de la interfase grafica del program

La segunda parte de este manual, da una introducción a los conceptos básicos que están en el modo estructural y las técnicas del análisis usadas por SAP2000.

En la tercera parte están los ejercicios que nos dan una idea mas practica del desarrollo, modelació simulación estructural de nuestras estructuras.

Se recomienda que usted lea los manuales y trabaje las guías didácticas de SAP2000 para la compri de los análisis estructurales

Requisitos del sistema

SAP2000 trabajarán en cualquier computadora personal Windows, IBM-compatible con la configi mínima siguiente:

- Intel Pentium, Pentium pro, o Pentium II.
- Un minimo de 32 MB de RAM
- Por lo menos 200 MB de espacio libre en disco duro. Los archivos del programa requier aproximadamente 20 MB. Los proyectos grandes pueden requerir mucho más espacio d
- Microsoft Windows 95/98 o Windows NT 4.0 o el sistema operativo mas alto

- La tarjeta de gráficos para Windows y monitor de 800 por 600 y una resolución de 256 colores

Asistencia técnica

La asistencia técnica libre está disponible en Computers and Structures, Inc. (CSI) via teléfono, facsimil, y el e-mail durante 90 días después de la adquisición del software. Asistencia técnica persiste disponible 90 días si usted tiene un acuerdo de mantenimiento actual con CSI. Los acuerdos de mantenimiento también proporcionan de una manera gratis o con reducido costo las actualizaciones del programa.

Por favor llame a su distribuidor para realizar un acuerdo de mantenimiento.

La asistencia técnica solo se proporciona según los términos de la Licencia del Software, acuerdo que viene con el programa.

Si usted tiene problemas usando el software, por favor:

- Consulte la documentación y otra información impresa que contiene este producto
- Vea la facilidad de Ayuda on-line en el programa

Si usted no puede encontrar una solución, entonces avisenos de la siguiente descripción.

Ayúdenos a colaborar

Siempre que usted nos avise con una pregunta de soporte técnico, por favor proporcionenos con la información siguiente para ayudarnos a ayudarlo:

- El nombre del programa (SAP2000 Normal, PLUS, o No-lineal) y versión que usted está usando
- Una descripción de su modelo, incluso un cuadro, si posible
- Una descripción de lo que pasó y lo que usted estaba haciendo cuando el problema ocurrido
- La redacción exacta de cualquier mensaje del error que aparecia en su pantalla
- Una descripción de cómo usted intentó resolver el problema
- La configuración de la computadora (procesador, sistema operativo, tamaño del disco duro, y tamaño del RAM)
- Su nombre, el nombre de su compañía, y cómo nosotros podemos contactarnos

Teléfono y Apoyo del Facsímil

Teléfono normal y el apoyo del facsímil está disponible en los Estados Unidos, mediante una llamada del entre 8:30 A.M. y 5:00 P.M., tiempo de Pacífico, de lunes a viernes, excluyendo feriados. Usted puede:

- Contactarse a la oficina de CSI vía el teléfono a (510) 845-2177, o
- Enviar un facsímil con las preguntas e información sobre su modelo (incluso un cuadro, si es posible) a CSI a (510) 845-4096
- Cuando usted llama, por favor esté frente a su computadora y tenga los manuales del programa a mano.

Soporte on-line

El apoyo de On-line está disponible por:

- Enviando un e-mail y su ejemplar archive a support@csiberkeley.com
- Visitando el sitio web de CSI a <http://www.csiberkeley.com> para leer sobre preguntas mas frecuentes.
- Si usted nos envía un e-mail, esté seguro incluir toda la información que pedimos anteriormente

La Interfase Gráfica del Usuario

La interfase gráfica del usuario (GUI) se usa para diseñar, analizar, y desplegar su estructura. Este capítulo presenta algunos de los conceptos básicos de la interfase gráfica del usuario.

Temas

- El Modelo Estructural
- Sistemas de coordenadas
- La Pantalla de SAP2000
- Opciones de vista
- Línea de grillado (Gridlines)
- Operaciones básicas

El Modelo Estructural

SAP2000 analizan y diseñan su estructura usando un modelo que usted define mediante la interfase gráfica del usuario. El modelo puede incluir las siguientes características que representan su estructura:

- Las propiedades de los Materiales
- Elementos de estructura que representan vigas, columnas, y/o miembros de cercha
- Elementos Shell que representan paredes, losas, y otros miembros de paredes delgadas
- Nudos que representan conexiones de elementos
- Los Vínculos y resortes que apoyan a los nudos
- Cargas que incluso incluyen el peso-propio ; cargas térmicas, sísmicas, y otros
- Después de que el SAP2000 analiza su estructura, el modelo también incluye desplazamientos, tensiones, y reacciones debido a las cargas

La interfase gráfica del usuario le proporciona muchas características para crear su modelo. Usted incluso puede empezar con un modelo preliminar, luego con un pequeño esfuerzo puede ajustar a su modelo original.

En lo siguiente se referirá el término "objetos" para referirse a los componentes geométricos del modelo: los elementos del Portico, elementos de cáscara "shell", y nudos.

Vea SAP2000 Basic Analysis Reference en el segundo tomo para más información sobre el modelo estructural.

Sistemas de Coordenadas

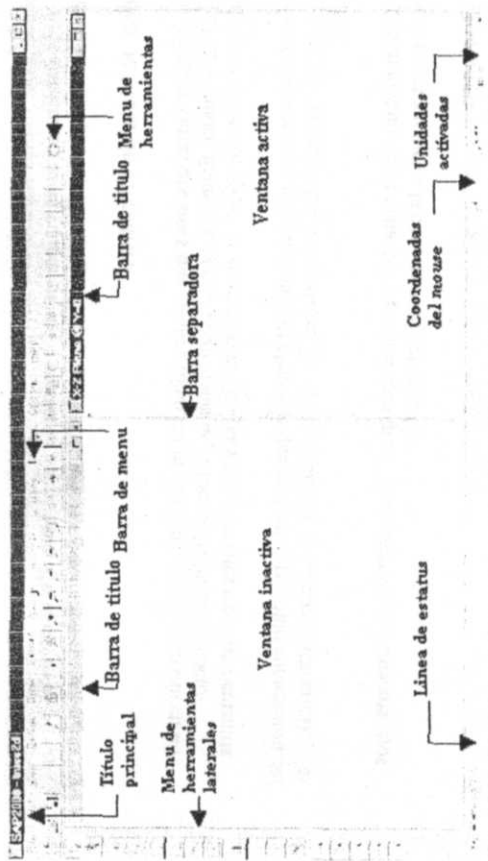
Se definen todas las localizaciones en el modelo con respecto a un solo sistema de coordenadas globales. Esto es un sistema de coordenadas tridimensional rectangular (Cartesiano). Los tres ejes son denotados por X, Y, y Z que son mutuamente perpendiculares, y satisface la regla de la mano derecha.

Cada componente del modelo (nudo, elemento de Pórtico, elemento de cáscara "shell", etc.) tiene su propio sistema coordenada local usada para definir propiedades, cargas, y respuestas a esas solicitaciones. Se denotan los ejes de cada sistema de coordenada local en 1, 2, y 3.

Usted puede definir sistemas de coordenadas adicionales para ayudar a desarrollando su modelo.

La Pantalla SAP2000

La interfase gráfica del usuario aparece en su pantalla y es similar a lo siguiente:



Varias partes de esta interfase anteriormente señaladas se describen abajo.

Ventana principal

La ventana principal contiene la interfase gráfica del usuario entera. Esta ventana puede ser movida, maximizada, minimizada, y todas las operaciones normales de Windows. La barra del título principal, a la cima de la ventana principal, da el nombre del programa y el nombre de su modelo.

Barra de menú

Los menús en el Menú de Barra contiene todas las operaciones con los que usted puede realizar SAP2000.

Menú de herramientas.

El Menú Principal de Herramientas normalmente proporciona acceso rápido a algunos usos de operaciones, sobre todo a archivos y vistas, y operaciones de asignación. Todas las operaciones disponibles en el Menú Principal de Herramientas también puede accederse desde la Barra de Menú.

Herramientas laterales

El Menú de Herramientas Lateral proporciona acceso rápido a algunas operaciones comunes que se usan para cambiar la geometría de su modelo. Estas operaciones incluyen dibujo y operaciones de selección y opciones de "snap" (propiedad del puntero para reconocer intersecciones nudos etc). Todas las operaciones y opciones disponibles en el Menú de Herramientas Lateral también existe en la Barra del Menú.

Despliegue Windows

Las ventanas muestran la geometría del modelo, y también puede incluir propiedades, estados de cargas, análisis o resultados del diseño. Usted puede tener de una a cuatro ventanas de despliegue en cualquier momento.

Cada ventana puede tener su propia orientación de vista, tipo de despliegue, y opciones de despliegue. Por ejemplo, la forma intacta del modelo podría desplegarse en una ventana, estado de cargas en otro, una forma deformada animada en un tercero, y proporciones de tensión de diseño en la cuarta ventana. Alternativamente, usted podría tener cuatro vistas diferentes del modelo intacto que conforman otro tipo de despliegue: una vista del diseño, dos elevaciones, y un vista en perspectiva.

Sólo una ventana del despliegue es "activa". Las vistas y despliegues solo afecta a la ventana activa actual. Usted puede hacer a cualquier ventana del despliegue activa pulsando en su barra del título o dentro de la ventana.

Línea de estatus

La línea de estatus muestra información de estado actual, el botón de flecha muestra cambios de las unidades actuales, las coordenadas del puntero, y los mandos de animación al desplegar formas deformadas o formas del vibración.

Opciones de vista

Usted puede poner las opciones de vista para la Ventana activa, que afecta cómo la estructura aparece en esa ventana. Estas opciones están disponibles en el menú de Vista "View" del Menú Principal de Herramientas. Las opciones de vista pueden aplicar a diferentes Despliegues de ventanas.

2-D y 3-D Vistas

Una vista 2-D consiste en un solo plano paralelo a uno de los planos de la coordenada: X-Y, X-Z, o Y-Z. Sólo los objetos en ese plano son visibles. Usted puede cambiar de plano en cualquier momento.

Una 3-D vista muestra al modelo entero desde una vista elegida. Los objetos visibles no se restringen a un solo plano. La dirección de vista es definida por un ángulo en el plano horizontal y un ángulo sobre el plano horizontal.

En perspectiva

Una vista 3-D puede estar entre una vista de perspectiva y una proyección ortográfica. La vista de perspectiva es normalmente mejor para visualizar el sistema, fuera del plano. Si una vista 2-D, se activa la perspectiva, la vista se vuelve 3-D hasta que la se desactive la perspectiva.

Usted puede poner el ángulo de abertura de perspectiva que define para ver cuan cerca esta de la estructura. Más grande el ángulo más cerca de usted esta.

PAN, ZOOM, y sus Límites

Usted puede acercarse (zoom in) a una vista para a ver a más detalle, o alejarse (zoom out) para ver más de la estructura. Usted puede manejar los incrementos de alejamiento o acercamiento a su modelo. Usted también puede acercarse directamente a un objeto de la estructura generando los límites con el mouse.

El Pan le permite mover la estructura dinámicamente alrededor de la Ventana de Despliegue, pulsando el botón y moviendo el mouse.

Usted puede poner valores superiores e inferiores en las coordenadas X, Y, y Z que restringen la porción de la estructura que es visible en una Ventana de Despliegue. Haciendo subir verticalmente u horizontalmente el "pan" sólo aplicará dentro de estos límites.

Opciones de Vista de elemento

Usted puede poner varias opciones que afectan cómo los nudos y elementos aparecen en un Despliegue de Ventana. Estas opciones afectan vistas de la forma del modelo intacto principalmente. Diferente opciones están disponibles para los diferentes tipos de elementos.

Las opciones incluyen una particularidad del elemento que se despliega, como numeración del elemento(labels), las propiedades de los elementos, dimensiones de la sección (extrusions), y los ejes locales.

Una opción importante es la vista del "elemento-encogido". Esto encoge los elementos lejos de los nudos para ver mejor la conectividad del modelo.

Otras Opciones

Usted puede activar y desactivar los "gridlines" y los ejes globales. Usted puede guardar parámetros de vista bajo un nombre que usted elija, y puede llamar a cualquier momento en cualquier ventana de despliegue.

Gridlines

Es una reja de "construcción", son líneas paralelas a los ejes de coordenadas que forman un "amazon" para ayudar a dibujar al modelo. Usted puede tener cualquier número de gridlines en cada dirección con espacio arbitrario que usted defina. Cuando usted empieza un nuevo modelo, usted debe especificar el espacio uniforme de la reja. Después de esto, usted puede agregar, mover, y anular gridlines.

Las operaciones de dibujo tienden al "snap" (propiedad del puntero para reconocer intersecciones, nudos, elementos que se interceptan etc) en las intersecciones del gridline a menos que usted desactive esta opción. Esto facilita a la construcción exacta de su modelo. Cuando usted mueve una línea de la reja, puede especificar si o no los nudos deben moverse con ella.

Operaciones Básicas

Será útil para usted entender los tipos básicos de operaciones que usted puede realizar con SAP2000. El programa responde a las acciones del mouse en el despliegue de ventanas que dependen del tipo de operaciones que usted realiza. Los detalles de cómo realizar estas operaciones se ven en los siguientes capítulos.

Operaciones de Archivo

Se usan operaciones de archivo al empezar un nuevo modelo, para traer un modelo existente, para guardar el modelo en el que usted está trabajando actualmente, y al generar resultados. Las operaciones del menú de Archivo se seleccionan del menú File y el corresponden a los botones del Menú Principal de Herramientas.

Pueden generar modelos desde el principio con los modelos predefinidos.

Modelos ya creados pueden traerse al SAP2000 como, texto de análisis definido por SAP90 o SAP2000, o creados en AutoCad u otros programas que generan archivos de .DXF (sólo geometría).

Pueden guardarse modelos de SAP2000 en un banco de datos (con extensión .SDB), guardarse solo la geometría del modelo en un archivo de .DXF.

Los resultados que puede imprimirse incluye datos de entrada, análisis, y datos del diseño que pueden ser impresos incluso en formato de hoja de cálculo; se pueden imprimir gráficos de la ventana activa, o crear videos de las deformaciones en modo animado por el time-history.

Definiendo

Las operaciones de definición se usa para crear entidades nombradas de las que no son parte de la geometría del modelo. Estas entidades incluyen:

- Las propiedades de los Materiales.
- La sección en los pórticos y en las Cáscaras.
- Estados de carga.
- Agrupaciones de nudo para la temperatura y cargas de presión.
- Agrupaciones elementos.
- Funciones y análisis del espectro-respuesta.

- Funciones y análisis del time-history.
- Combinaciones de carga.

Definiendo estas entidades usando el menú **"Define"** no requiere una selección de los objetos del modelo.

Las primeras cinco de estas entidades pueden asignarse a los objetos a ser seleccionados. Estas entidades pueden también ser definidas durante la operación del menú **"Assigne"**.

Las entidades restantes se aplican en conjunto a todo el modelo y no se asignan a los objetos.

Fijar las Opciones de Vista

Todas las Opciones de vista se describieron en el tema "Opciones de vista" usted puede fijar esas opciones a la ventana activa desde el Menú **"View"** o los botones correspondientes al Menú Principal de Herramientas.

Dibujando

El dibujo se usa agregar nuevos objetos al modelo o modificar un objeto.

Los objetos incluyen elementos del pórtico, elementos de cáscara (shell), y nudos.

Para dibujar, usted debe poner el programa en **"Draw Mode"** pulsando el botón en uno de los seis botones del Menú de Herramientas Lateral. Alternativamente, esas mismas operaciones pueden ser seleccionadas del menú **"Draw"**. Estos operaciones son:

- Moviendo o reformando objetos existentes.
- Añadiendo nuevos nudos.
- Añadiendo nuevos elementos al Pórtico pulsando el botón a sus extremos de su posición.
- Añadiendo nuevos elementos de cáscara (shell) pulsando el botón a las esquinas de su posición.
- Añadiendo los nuevos elementos del Pórtico pulsando el botón en un segmento de la cuadrícula.
- Añadiendo los nuevos elementos de cáscara (shell) pulsando el botón en un espacio de la cuadrícula.

Se crean nuevos nudos automáticamente a los extremos de elementos del Pórtico y a las esquinas de las cáscara (shell). Se eliminan nudos dobles y elementos automáticamente por el programa.

En modo draw, el botón del mouse izquierdo se usa para dibujar y revisar objetos, y el derecho para preguntar las propiedades de objetos.

En la vista 3-D la posición del cursor se limita a las localizaciones conocidas, como gridlines y a los nudos existentes. En la vista 2-D, la posición del cursor puede estar en cualquier parte, desde un tercio (fuera-de-plano) de la dimensión conocida.

En la vista 2-D, los movimientos del cursor pueden ser controlados usando "snaps" y "dibujando constricciones" que son las herramientas para dibujar y reformar elementos. Las herramientas de snap encuentran la localización instantáneamente más cerca a su puntero, cuando usted lo mueve por encima de su modelo. Las herramientas de snap es una ayuda y una manera exacta de dibujar y revisar elementos. Las herramientas de snap pueden activarse o desactivarse cuando usted dibuja. Más de una herramienta snap puede activarse al mismo tiempo que le da una opción de localizaciones mas precisa. Hay cinco opciones de snap actualmente:

- **Snap a los nudos y la reja (grids)** esta opción encuentra al Nudo y las intersecciones de los grid-lines cerca al puntero del mouse.
- **Snap a los Puntos medios y a los Extremos** encuentra al punto medio más cerca o a los extremo del pórtico, de las cáscaras y a los elementos de NLLink.
- **Snap a las Intersecciones del elemento** encuentra la intersección de dos elementos del pórtico y a un elemento del pórtico con un elemento de cáscara (shell).
- **Snap perpendicular** encuentra la intersección de una línea a los últimos puntos creados perpendiculares al elemento de Pórtico o cáscara cerca al puntero del mouse.
- **Snap a las líneas y los Bordos** encuentra a los objetos mas cerca del pórtico, a las líneas de grillado, o al borde de cáscara (shell) más proximo.

Las herramientas de constricción proporcionan la capacidad para colocación de un punto en línea que esta paralelo a uno de los ejes y que pasa a través del último punto arrastrado. De esta manera, uno puede atraer un elemento de Pórtico rápidamente paralelo a uno de las ejes globales. Las constricciones incluyen:

- X Constante asegura a las coordenadas X del próximo punto en ser dibujado
- Y Constante asegura a las coordenadas Y del próximo punto en ser dibujado
- Z Constante asegura a las coordenadas Z del próximo punto en ser dibujado

- Para cancelar una restricción escoja None o Spacebar (tab)
Pueden usarse snaps opcionalmente junto con restricciones.

El Modo Draw y el Modo Select son mutuamente excluyentes. Ninguna otra operación puede ser realizada cuando el programa está en Modo Draw.

Seleccionando

La Selección se usa para identificar esos objetos a los que se le aplicará una operación. SAP2000 un concepto de "sujeto-verbo" donde usted hace una selección primero y luego realiza una operación. Las operaciones exigen que haga una selección anterior incluyendo cierta corrección, asignación, Impresión, y operaciones de Despliegue.

Para seleccionar usted debe poner el programa en Modo Select pulsando uno de los botones del Menú de Herramientas Lateral. Alternativamente seleccionando alguna acción del menú Select ponen al programa en el Modo Selecto.

Muchos tipos de selección están disponibles que incluyen:

- Seleccionando objetos individuales
- Dibujando una ventana alrededor de los objetos
- Dibujar una línea que intercepta objetos
- Identificando un plano particular
- Seleccionando objetos que tienen el mismo tipo de propiedad
- Seleccionando objetos que pertenecen al mismo grupo
- y más

En Modo Select, el botón del mouse izquierdo se usa para seleccionar objetos, y el botón derecho se usa para ver las propiedades de los objetos.

El Modo Draw y el Modo Select son mutuamente exclusivos. Cualquier operación excepto dibujar puede realizarse cuando el programa está en Modo Select.

Editando

Se usa para hacer cambios al modelo. La mayoría de estas operaciones trabajan con uno o más objetos que usted selecciono. Se seleccionan operaciones del menú Edit:

- Cortando y Copiando la geometría de objetos seleccionados al portapapeles de Windows. La información de la geometría es puesta al portapapeles y puede accederse por otros programas, como hojas de cálculo (Excel).
- Pegando la geometría del modelo al portapapeles de Windows. Esto podría ser editado en un programa de hoja de cálculo con una copia y pegado previo.
- Añadiendo al modelo desde los modelos preliminares.
- Borrando los objetos.
- Moviendo nudos e indirectamente elementos conectados.
- Replicando los objetos en una serie lineal o radial.
- Dividiendo el Pórtico y elementos de cáscara (shell) en elementos más pequeños.
- y más

Agregando y pegando al modelo no se necesita seleccionar objetos, y puede trabajarse en modo Draw o Select. Todas las otras operaciones requieren una selección previa de objetos.

Asignando

Se usa para asignar propiedades y cargas a uno o a más objetos que usted ha seleccionado. Estas operaciones se seleccionan del menú Assign y realiza:

- Asignación a los nudos de Vínculos, constricciones, resortes, masas, sistemas de coordenadas locales, y cargas.
- Asignación a los elementos de pórtico; propiedades de la sección, libertades a los extremo, sistemas de coordenadas locales, salidas de resultados por ubicación, localización de solicitaciones, modelos preesforzados, fuerzas P-delta, comportamiento no lineal físico, y cargas.
- Asignación a las cáscaras; propiedades de la sección, sistemas de coordenadas locales, y cargas.
- Asignación de los valores a los nudos de temperatura y cargas de presión.
- Asignación de los objetos a grupos para ayudar en operaciones.

Undo y Redo

Es posible Deshacer (undo) una serie de acciones previamente realizadas. Si usted tiene varias acciones "Desechas" proceso inverso a esto es Redo a esas acciones. Undo y Redo están en el Menú Principal de Herramientas.

Analizando

Después de que usted ha creado un modelo estructural completo, usted puede analizar al modelo para determinar los desplazamientos resultantes, tensiones, y reacciones.

Antes de analizar, usted puede poner opciones de análisis en el menú **Analyze**. Estas opciones incluyen:

- Los grados Disponibles de libertad para el análisis.
- Los parámetros del análisis Modales.
- Análisis y parámetros P-delta.
- Selección de análisis a ser escrito en el archivo de salida.
- La cantidad de RAM a ser usado

Para ejecutar el análisis, seleccione el menú **Analysis**, o pulse el botón el **Run** Análisis del Menú Principal de Herramientas.

El programa guarda al modelo en un archivo de banco de datos, luego verifica y analiza el modelo. Durante el análisis aparece una ventana del desarrollo del mismo en su monitor. Cuando el análisis está completo, usted puede revisar los mensajes que aparecen en la ventana mencionada. Pulse el botón **OK** para cerrar la ventana después de que usted ha terminado de revisar éstos mensajes.

Ninguna operación puede realizarse mientras el análisis está procediendo y continúe la ventana del análisis en su pantalla. Usted, sin embargo, puede correr otro programa de Windows durante este tiempo. Si usted está analizando a un modelo muy grande que pueda tardar, use "la corrida" Minimizada en lugar de la "corrida" en el menú análisis.

Desplegando

Se usa para ver el modelo y los resultados del análisis. Despliegues gráficos, despliegues tabulares, y todas las función de impresión disponibles. Todos los tipos del despliegue pueden ser escogidos del menú del **Display**. Algunos de éstos también pueden accederse del Menú Principal de Herramientas

Despliegues gráficos

Usted puede seleccionar un tipo diferente de despliegue gráfico para cada Ventana.

Cada ventana también puede tener su propia orientación de vista y opciones del despliegue.

Los despliegues disponibles del modelo incluyen la geometría del modelo intacto, cargas, y modelos que se usaron para la presión y carga de temperatura (joint patterns).

Los resultados del análisis pueden desplegarse gráficamente e incluyen formas deformadas; los modos de vibración; los esfuerzos del elemento, momentos, y diagramas de líneas de influencia; y esfuerzos de las cáscara, momentos y tensiones de contorno. Las deformaciones y los modos de vibración pueden animarse. Los diagramas de línea de influencia están sólo disponibles en las versiones **PLUS** y **No-lineal**.

Los detalles de los resultados desplegados pueden ser obtenidos pulsando el botón derecho del mouse en un nudo o elemento.

Despliegue tabular

Pueden desplegarse resultados del análisis detallados en una ventana de texto especial para un solo nudo o elemento. Después de seleccionar Salida de en forma Tablas del menú **Display**, y los resultados se despliegan cada vez que usted pulsa el botón del mouse. La ventana del texto desplegada puede imprimirse.

Alternativamente, la información tabular puede imprimirse o puede desplegarse para los nudos y elementos seleccionados escogiendo Impresión de entrada de datos y salida del menú **File**. Si no se seleccionan ningún nudo o elementos, la impresión será para el todo modelo. Esto puede hacerse en cualquier momento sin activar la salida de datos (output table mode).

Funciones Graficas

Son funciones de variación que están en un sistema coordinado. Éstos incluyen curvas de espectro-respuesta, curvas de pushover y time-history todo esto sale de los análisis los cuales generan los resultados gráficos. Las gráficas de función se despliegan en ventanas y pueden imprimirse. El análisis del pushover está sólo disponibles en la versión de No-lineal.

Usted debe hacer una selección anterior de uno o más nudos de interés antes de desplegar curvas de espectro-respuesta. Usted tiene la opción de seleccionar uno o más nudos y/o elementos de interés antes de desplegar curvas de time-history. Pushover representa la actuación global de la estructura pero usted necesita seleccionar un nudo de control para medir la sollicitación.

Diseñando

Se usa para verificar acero y/o concreto con respecto a diferentes códigos de diseño. El diseño puede realizarse después de la estructura se haya analizado.

Los elementos de Pórtico de acero pueden tener una sección de peso mínima automáticamente escogida de un grupo de secciones que usted ha definido. La estructura debe analizarse nuevamente para verificar el diseño.

Los elementos de concreto pueden tener el área longitudinal y reforzamiento de acero, automáticamente escogido según el código de diseño seleccionado. El Re-análisis no es requerido.

Los despliegues gráficos de tensión y parámetros de diseño están disponibles. La información tabular del diseño puede obtenerse para los elementos del Pórtico pulsando el botón derecho del mouse. Alternativamente, la información del diseño tabular puede ser impreso o desplegado en formas de tablas de impresión para los elementos seleccionados.

Cerrando y Abriendo con llave

Después de un análisis realizado, el modelo se asegura automáticamente para prevenir cualquier cambio que invalidarían el análisis y los resultados del diseño subsiguientes. Usted también puede cerrar con llave al modelo en cualquier momento para prevenir cambios, o abrir para permitir modificaciones. Usted puede acceder desde el Menú Principal de Herramientas.

Cuando usted abre al modelo después de un análisis, se advertirá que se anularán resultados del análisis. Si usted no quiere esto, guarde al modelo bajo un diferente nombre antes de abrirlo. Cualquier cambio subsiguiente se hará entonces al nuevo modelo.

Actualizando la Ventana Activa

Después de realizar ciertas operaciones, la Ventana de Despliegue puede necesitar ser actualizada. Normalmente esto se hace automáticamente, pero usted puede activar o desactivar la auto-actualización del menú de Opciones. Al trabajar con modelos grandes es recomendable desactivar lo mencionado y luego actualizar con el botón (lápiz) que esta en el Menú Principal de Herramientas.

Sistemas de Coordenadas

Cada estructura puede usar muchos sistemas de coordenadas diferentes para describir la localización de puntos y las direcciones de cargas, desplazamiento, fuerzas internas, y tensiones. Entender estos sistemas de coordenadas diferentes es crucial, para definir el modelo e interpretar los resultados.

Temas

- Apreciación global
- Sistema de la Coordenada Global
- Las Direcciones Ascendentes y Horizontales
- Sistemas de Coordenadas Locales

Apreciación global

Se usan sistemas de coordenadas para localizar partes diferentes del modelo estructural y a definir las direcciones de cargas, desplazamientos, fuerzas internas, y tensiones.

Todo el sistema de coordenadas de un modelo se define con respecto a uno solo, que son un sistema de coordenadas globales X-Y-Z. Cada parte del modelo (nudo, elemento, o constricciones) tiene su propio sistema de coordenada local 1-2-3. Además, usted puede crear sistemas de coordenadas alternadas que se usan para definir localizaciones y direcciones. Todos los sistemas de coordenadas son tridimensionales, dextrógiro (entiéndase como ley de la mano derecha), rectangular (Cartesiano).

SAP2000 siempre asume que el eje Z es vertical, con +Z que es ascendente. La dirección ascendente se usa para ayudar definir sistemas de coordenada locales, aunque el sistema de coordenada local no tienen una dirección ascendente.

Para más información y características adicionales, vea Capítulo "Coordinate Systems" en el tomo *SAP2000 Analysis Reference* o en el Menú de Ayuda del SAP2000.

Sistema de Coordenadas global

El sistema de coordenada global es un tridimensional, dextrógiro, rectangular. Los tres ejes, denotados por X, Y, y Z, son mutuamente perpendiculares y satisface la regla de la mano derecha. La localización y orientación del sistema global son arbitrarios.

Pueden especificarse las localizaciones en el sistema de la coordenada global usando las variables x, y, y z. Un vector en el sistema de la coordenada global puede ser especificado dando las localizaciones de dos puntos, un par de ángulos, o especificando una dirección de la coordenada. Se indican direcciones usando los valores $\pm X$, $\pm Y$, y $\pm Z$. Por ejemplo, +X es un vector paralelo y dirigido a lo largo del eje X positivo.

Se definen todos los otros sistemas de coordenadas en el modelo con respecto al sistema de coordenada global.

Hacia arriba y las Direcciones Horizontales

SAP2000 asumen que el eje Z es vertical, con +Z que es ascendente. Los sistemas de coordenadas local para los nudos, elementos, y cargas de aceleración sísmica están con respecto a esta dirección ascendente. El peso-propio que siempre actúa abajo en la dirección de -Z.

El plano de X-Y es horizontal. La dirección horizontal primaria es +X. Los positivos ángulos en el plano horizontal son medidos de la mitad positiva del eje de X, y en sentido contrario a las agujas del reloj.

Sistemas de Coordenadas locales

Cada objeto (nudo, elemento, o constricciones) del modelo estructural tiene su propia coordenada local que define las propiedades, cargas, y respuestas a esas solicitudes. Se denotan los sistemas de coordenadas locales con los ejes 1, 2, y 3. En general, las coordenadas locales pueden variar de nudo a nudo, elemento a elemento, y constricciones a constricciones.

No hay ninguna dirección ascendente preferida para un sistema de coordenadas locales. Sin embargo, el nudo y elemento de las coordenadas locales se definen con respecto al global hacia arriba, dirección +Z.

El sistema de las coordenadas locales para un nudo 1-2-3 normalmente está igual que las coordenadas globales X-Y-Z.

Para el Pórtico y elementos de cáscara "shell", los ejes locales son determinadas por la geometría del elemento individual. Usted puede definir la orientación permanente en dos ejes especificando un solo ángulo de rotación.

El sistema de coordenada local para una Constricción de Diafragma es normalmente determinado automáticamente por la geometría o la distribución de masas de las constricciones. Opcionalmente, usted puede especificar un eje global que determine el plano de una Constricción de Diafragma; los otros dos ejes son automáticamente determinados.

El Elemento de Pórtico

El elemento de Pórtico se usa para modelar viga-columna y comportamiento de cerchas en el plano y en 3-D.

Temas

- Apreciación global
- Conectividad de Nudos
- Grados de Libertad
- Sistema de la Coordenada Local
- Propiedades de la Sección
- Desplazamientos
- Libertades
- Masas
- Cargas de peso-propio
- Cargas Puntuales
- Cargas Distribuidas
- Salidas de los Esfuerzos

Apreciación global

El elemento de Pórtico se usa en general en 3-D, como viga-columna, que incluye efectos de torsión, deformación axial, y biaxial. Vea Bathe y Wilson (1976).

Las Estructuras que pueden diseñarse con este elemento son:

- Pórticos Tridimensionales
- Cerchas Tridimensionales
- Pórticos en 2-D
- Diseño de emparrillados
- Cerchas en 2-D

Un elemento de Pórtico se diseña como una línea recta que conecta dos nudos. Cada elemento tiene su propio sistema de coordenada local para definir propiedades de sección, cargas, y para interpretar esfuerzos.

Cada elemento de Pórtico puede ser cargado con su propio-peso, múltiples cargas puntuales, y múltiples cargas distribuidas.

Los desplazamientos del extremo están afectados por el tamaño finito de la viga e intersecciones de la columna. Las libertades del extremo están afectadas por las diferentes condiciones que se dan a los extremos del elemento.

Las fuerzas internas se producen a los extremos de cada elemento y se pueden definir un número de estaciones igualmente-espaciadas a lo largo del elemento para ver sus esfuerzos.

Conectividad del Nudo

Un elemento de Pórtico es representado por una línea recta que conecta dos nudos, i y j. Los dos nudos no comparten la misma localización en espacio. Los dos extremos del elemento son denotados por i y j, respectivamente.

Grados de Libertad

El elemento de Pórtico normalmente activa los seis grados de libertad en ambos nudos que lo conectan.

Sin embargo, no se activarán los tres grados rotatorios de libertad en un nudo si el elemento no proporciona momentos de rigidez o momentos de carga a esa nudo. Esto puede ocurrir bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- Un extremo es cero, y las propiedades de la Sección geométricas j, i23, y i22 son todos ceros (a no es cero; as2 y as3 son arbitrarios), o
- Que en los extremos se sueltan ambas rotaciones del flexión, R2, R3; y la rotación torsional, R1, en cualquier extremo.

Cuando estas condiciones se dan a ambos extremos, el elemento se comporta como un miembro de cercha.

Sistema de la Coordenada local

Cada elemento de Pórtico tiene su propio sistema de coordenada local que define propiedades de la sección, cargas y esfuerzos. Se denotan las ejes de este sistema local con 1, 2, y 3. El primer eje se dirige a lo largo de la longitud del elemento; siendo dos los ejes que quedan en el plano perpendicular al elemento con una orientación que usted especifique.

Es importante que usted entienda claramente la definición de las coordenadas locales del elemento 1-2-3 y su relación al X-Y-Z sistema global. Ambos sistemas son sistemas dextrógiros. Depende de usted definir sistemas locales que simplifica la entrada de los datos y/o interpretación de resultados.

En la mayoría de las estructuras la definición del elemento del sistema de coordenada local es sumamente simple usando la orientación predefinida del Pórtico. Los métodos adicionales están disponibles.

Eje 1 longitudinal

El eje 1 local siempre es el eje longitudinal del elemento, siendo la dirección positiva del extremo i a j.

Orientación predefinida

La orientación predefinida de los ejes locales 2 y 3 es determinada por la relación entre el eje local 1 y el eje global Z.

- El plano local 1-2 es vertical, i.e., paralelo al eje de Z
- El eje local 2 es ascendente (+Z) a menos que el elemento sea vertical, en ese caso el eje local 2 se toma como horizontal a lo largo del global +X.
- El eje local 3 siempre es horizontal, i.e., queda en el plano de X-Y

Se considera que un elemento es vertical si el seno del ángulo entre el local 1 eje y el eje de Z está menos de 10^{-3} .

El eje local 2 hace el mismo ángulo con el eje vertical como el eje local 1 hace con el plano horizontal. Esto significa que el eje local 2 apunta verticalmente hacia arriba para los elementos horizontales.

Coordenadas de Ángulo

El elemento referenciado a un ángulo, ang, se usa para definir orientaciones diferente de la orientación predefinida. Este ángulo rota sobre el positivo eje local 1 de la orientación predefinida.

La rotación para un valor positivo de ang aparece en sentido contrario a las agujas del reloj cuando el local eje +1 está apuntando hacia usted.

Para los elementos verticales, el ang es el ángulo entre el eje local 2 y el eje horizontal +X. Por otra parte, el ang es el ángulo entre el eje local 2 y el plano vertical conteniendo el eje local 1.

Vea Figura 1 para los ejemplos.

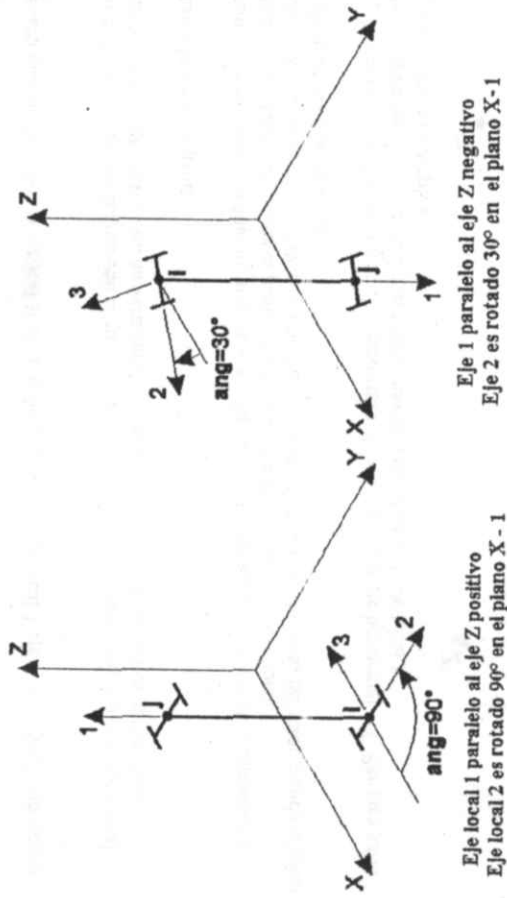
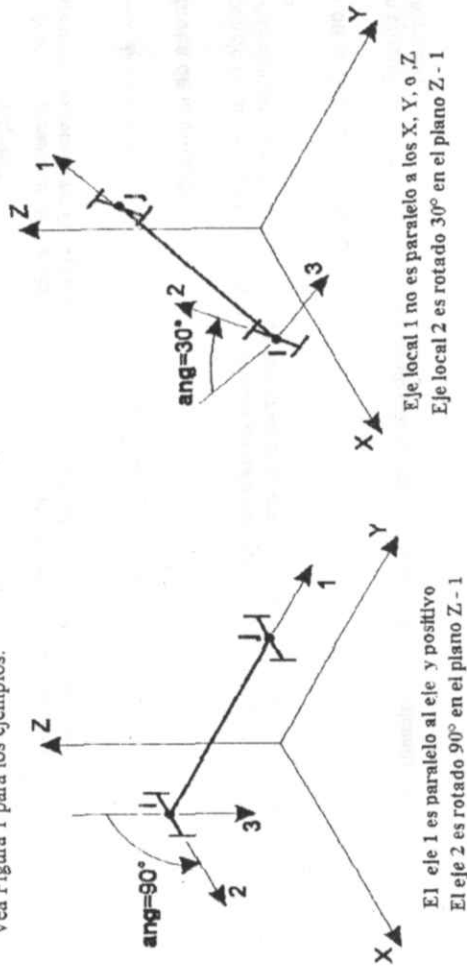


Figura 1

El Elemento de Pórtico con rotación Angular con respecto a la Orientación Predefinida

Propiedades de la sección

Una Sección de Pórtico es un material con propiedades geométricas que describen la sección transversal de uno o más elementos del Pórtico. Se definen secciones independientemente, y son asignados a los elementos.

Sistema de la Coordenada local

Se definen propiedades de la sección de un elemento con respecto al sistema de las coordenadas locales de la siguiente manera:

- La dirección 1 está a lo largo del eje del elemento. Es normal a la Sección y pasa por la intersección de los dos ejes neutros de la Sección.
- Las direcciones 2 y 3 son paralelas a los ejes neutros de la Sección. Normalmente la dirección 2 está a lo largo de la dimensión mayor (profundidad) de la Sección, y la dirección 3 a lo largo de su dimensión menor (anchura).

Propiedades materiales

Las propiedades materiales para la Sección son especificadas, previamente se define el Material. Las propiedades materiales usadas por la Sección son:

- El módulo de elasticidad, $E1$, para la rigidez axial y la rigidez a flexión;
- El módulo a cortante, $G12$, para la rigidez de la torsión y la rigidez a cortante transversal; esto se computa de $E1$ y el módulo de Poisson, $\nu12$.
- La densidad de masa (por la unidad de volumen), m , para computar masa del elemento;
- La densidad de peso (por la unidad de volumen), w , para computar Carga de peso-propio.
- El indicador del diseño-tipo, $ides$, que indica si la Sección debe diseñarse como acero, hormigón o ninguno (ningún diseño).

Propiedades geométricas y Sección de Rigidez

Se usan seis propiedades geométricas básicas, junto con las propiedades materiales, a generar rigidez de la Sección. Estos son:

- El área de la sección-transversal, a . La rigidez axial de la Sección es dada por $a \cdot E1$;
- El momento de inercia, $i33$, sobre el eje 3 por la flexión en el 1-2 plano, y el momento de inercia, $i22$, sobre el eje 2 por la flexión en el 1-3 plano. La correspondiente flexión de rigidez de la Sección son dados a través de $i33 \cdot E1$ y $i22 \cdot E1$;
- La constante torsional, j . La rigidez de torsión de la Sección se da por $j \cdot G12$.

Nota que la constante de torsión no es igual que el momento polar de inercia, salvo las formas redondas. Ver Roark y Young (1975) o Cook y Young (1985) para más información.

- Las áreas de cortante, $as2$ y $as3$, para la cortante transversal en los planos 1-2 y 1-3 respectivamente. La correspondiente rigidez de cortante transversos de la Sección son a dos por $as2 \cdot G12$ y $as3 \cdot G12$. Formula para calcular las áreas de cortante de las secciones típicas se dan en la Figura 2.

Poniendo a , j , $i33$ o $i22$ a cero causa que la rigidez de la sección llega ser cero.

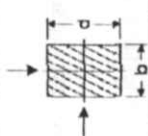
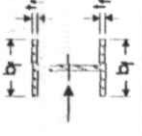
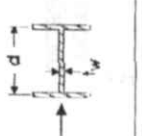

Por ejemplo, un miembro de cercha puede ser diseñado poniendo $j = i33 = i22 = 0$, y un elemento de pórtico en el plano 1-2 puede ser diseñado poniendo $j = i22 = 0$.

Poniendo $as2$ o $as3$ a cero causa que la deformación del cortante transversal sea cero. En efecto, una área del cortante cero se interpreta como si fuera infinito. La rigidez transversal de la cortante se ignora si la rigidez del flexión es cero.

Tipos de la forma

Para cada Sección, las seis propiedades geométricas (a , j , $i33$, $i22$, $as2$ y $as3$) puede ser especificado directamente, computó de las dimensiones de la Sección especificadas, o se lee de un archivo de banco de datos de propiedades definidas. Esto se determina por el tipo de la forma, sh , especificada por el usuario:

- Si $sh=G$ (sección general), las seis propiedades geométricas deben especificarse explícitamente
- Si $sh=R, P, B, I, C, T, L$, o ZL , las seis propiedades geométricas son automáticamente calculadas desde una sección especificada como se describe en "Cálculo automático de las propiedades de la sección" ver mas abajo.
- Si sh es algun otro valor (e.g., $W27X94$ o $2L4X3X1/4$), las seis propiedades geométricas se obtiene de un archivo de banco de datos de propiedades especificas. Vea " Propiedad de la Sección en el archivo de banco de datos" ver mas abajo.

Sección	Descripción	Área Efectiva al corte
	Sección Rectangular Fuerzas Cortantes paralelas al borde	$\frac{5}{6} b d$
	Sección W Fuerzas cortantes perpendiculares al alma	$\frac{5}{3} t_f b_f$
	Sección W Fuerzas cortantes paralelas al alma	$t_w d$
	Pared delgada Sección Tubular Fuerzas Cortantes en cualquier dirección	$\pi r t$


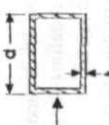
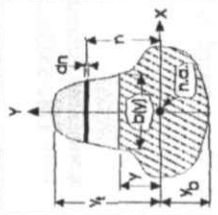
	Sección circular llena Fuerzas Cortantes en cualquier dirección	$0.9 \pi r^2$
	Pared Delgada Sección Rectangular Fuerzas cortantes paralelas a la dirección "d"	$2 t d$
	Sección General Fuerzas cortantes paralelas a la dirección "Y" Ix = momento de inercia de la sección respecto a X-X $Q(Y) = \int_Y n b(n) dn$	$I_X^2 \int_{Y_b}^{Y_t} \frac{Q^2(Y)}{b(Y)} dY$

Figura 2
Formulas para el área de Corte

Cálculo automático de las Propiedades de la Sección

Las seis propiedades geométricas de la Sección pueden calcularse automáticamente de dimensiones específicas para las formas simples mostradas en Figura 3. Las dimensiones requeridas para cada forma se muestra en la figura.

Nota que la dimensión t3 es la profundidad de la Sección en la dirección 2 y contribuye principalmente a t33.

El cálculo automático de las propiedades de Sección está disponible para las siguientes formas:

- Sh=R : Sección Rectangular
- Sh=P : Sección de Cañería, o la Sección Redonda Sólida si $tw=0$ (o no especificó)
- Sh=B : Sección de la Caja
- Sh=I : Sección I
- Sh=C : Sección Canal
- Sh=T : Sección T
- Sh=L : Sección Angular
- Sh=2L : Sección Angular doble

Propiedad de Sección del banco de Archivos

Pueden obtenerse propiedades de Sección geométricas desde el banco de Archivos. Se proporcionan tres archivos al banco de datos con SAP2000:

- AISC.PRO: American Institute of Steel Construction shapes
- CISC.PRO: Canadian Institute of Steel Construction shapes
- SECTIONS.PRO: This is just a copy of AISC.PRO.

Pueden crearse archivos al banco de datos de propiedad adicionales usando el programa PROPER, que está disponible en Computers and Structures, Inc.

Las propiedades geométricas se guardan en las unidades de longitud especificadas cuando el banco de datos del archivo fue creado. Éstos se convierten automáticamente a las unidades deseadas cuando se usa SAP2000.

Cada forma guardada en un archivo del banco de datos puede ser referenciada a través de uno o dos diferentes etiquetas. Por ejemplo, el W36x300 en forma del archivo AISC.PRO puede ser o por la etiqueta "W36X300" o la etiqueta "W920X446." Los tipos que guardaron en CISC.PRO puede ser sólo referenciada por una sola etiqueta.

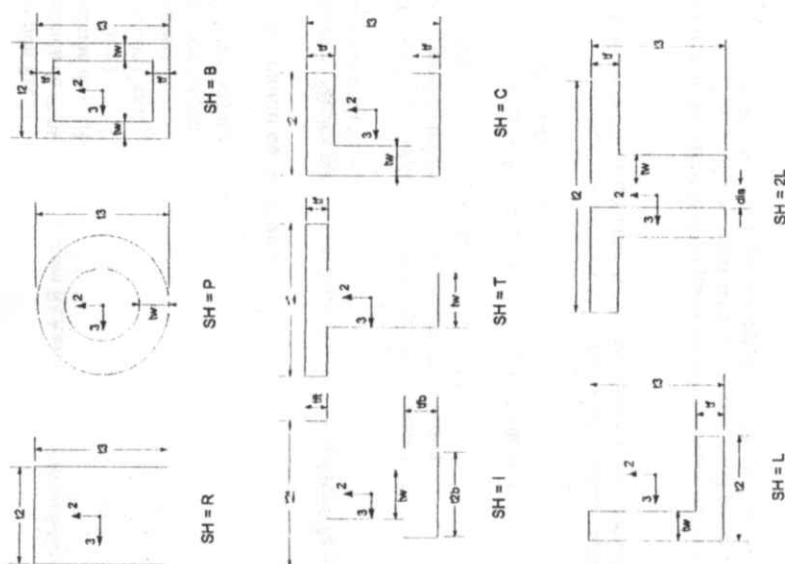


Figure 3
Cálculo de Propiedad de Sección automático

Las etiquetas de tipo disponible para un archivo del banco de datos se guarda en un archivo de etiqueta con la extensión ".LBL". Por ejemplo, las etiquetas para el archivo del banco de datos de AISC.PRO se guardan en un archivo AISC.LBL. El archivo de esta etiqueta es un archivo de texto que puede ser impreso o visto con un editor de texto. Cada línea en el archivo de la etiqueta muestra uno o dos etiquetas que corresponden a un solo tipo de forma guardada en el archivo del banco de datos.

Usted puede seleccionar un archivo del banco de datos para definir una Sección del Pórtico. El archivo del banco de datos en uso puede cambiarse en cualquier momento al definir Secciones. Si no se especifica el nombre del banco de datos, el archivo predefinido que se usa es SECTIONS.PRO. Usted puede copiar cualquier archivo de banco de datos de propiedades a SECTIONS.PRO.

Todo el banco de datos de propiedad de Sección, incluso el archivo SECTIONS.PRO, debe localizarse en el directorio que contiene los datos del archivo, o en el directorio que contiene al SAP2000.

Trecho Rígido (End Offsets)

Se diseñan elementos del Pórtico como elementos de línea conectados a los puntos (nudos). Sin embargo, los miembros estructurales reales tienen dimensiones transversales-particulares finitas. Cuando se conectan dos elementos, como una viga y columna, en un nudo hay solapes de las secciones transversales. En muchas estructuras las dimensiones de los miembros son grandes y la longitud del solape puede ser un fragmento significativo de la longitud total al conectar un elemento.

Usted puede especificar dos extremos de trecho rígido para cada elemento usando parámetros **ioff** y **joff** correspondiendo a los extremos **i** y **j**, respectivamente. El extremo **ioff** es la longitud de solape para un elemento dado con otros elementos que une en el nudo **i**. Es la distancia del nudo a la cara de la conexión para el elemento dado. Una definición similar se aplica para **joff** del extremo en el nudo **j**.
Vea Figura 4

El Trecho Rígido puede ser calculado automáticamente por SAP2000 para elementos seleccionados basados en las dimensiones de Sección máxima de todos los elementos que conectan a ese nudo en común.

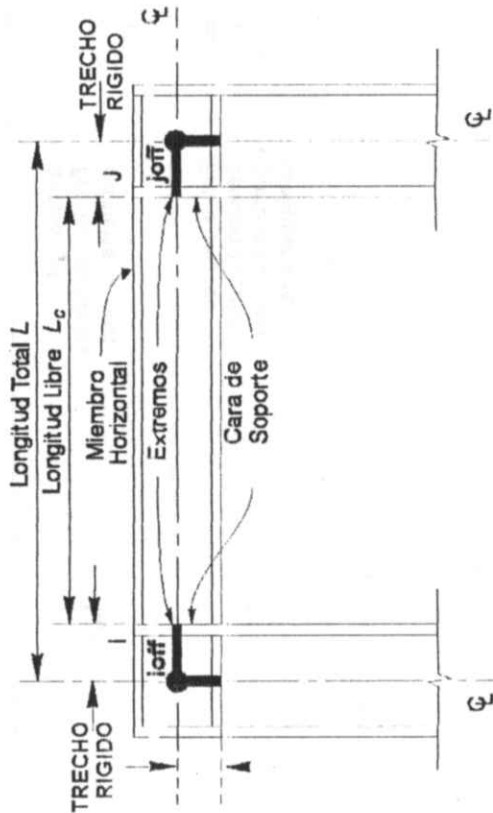
Longitud libre

Se define la longitud libre, denotado por L_c , para ser la longitud entre los extremos de Trecho Rígido (caras de soporte) como:

$$L_c = L - (\text{ioff} + \text{joff})$$

donde L es la longitud total del elemento. Vea la Figura 4

Si se especifican las características del extremo tal que la Longitud libre es menor a 1% de la longitud total del elemento, el programa emitirá una advertencia y reducirá el extremo proporcionalmente para que la longitud libre sea igual a 1% de la longitud total. Normalmente el extremo debe ser una proporción más pequeña de la longitud total.



Efecto sobre el Esfuerzo interno de salida

Todo las fuerzas internas y momentos son salidas en las caras de los apoyos y a otros puntos igualmente espaciados dentro de la longitud libre del elemento. Ningún esfuerzos se produce dentro del extremo compensado que incluye la nudo.

Vea el Tema "Salida de los Esfuerzos Internos" en este capítulo para más información.

Efecto en Las libertades del Extremo

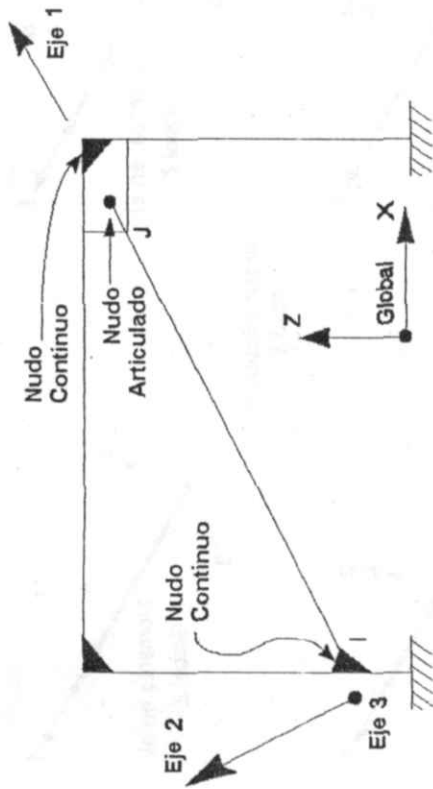
Siempre se asumen libertades para las caras de soporte, i.e., a los extremos de la longitud libre del elemento. Si una libertad de momento, cortante, flexión del plano no se especifica en cualquier extremo del elemento, se asume que el extremo está rígido a la flexión y cortante en ese plano a ese extremo.

Vea Tema "Libertades del Extremo" en este capítulo para más información.

Libertades del extremo

Normalmente, las tres traslaciones y tres grados rotatorios de libertad a cada extremo del elemento de Pórtico es continuo con los nudos y elementos conectados a ese nudo. Sin embargo, es posible soltar (liberar) uno o más de los grados de libertad del nudo del elemento cuando es conocido que fuerza del elemento correspondiente o momento es cero. Las libertades siempre son especificadas en el sistema de las coordenadas locales del elemento, y no afecta cualquier otro elemento conectado a ese nudo.

En el ejemplo mostrado en la Figura 5 el elemento diagonal tiene un momento de conexión al Extremo I y una conexión articulada al Extremo J. Los otros dos elementos conectados al Extremo J son continuos. Por consiguiente para modelar la condición de articulación la rotación R3 al Extremo J del elemento diagonal debe soltarse. Esto asegura que el momento es cero en la articulación en el elemento diagonal.



Para el elemento diagonal: R3 es liberado en J
Figura 5

El Elemento y sus grados de libertades

Grados de Libertad inestables en un Extremo

Cualquier combinación de libertades de extremo puede especificarse para un elemento de Pórtico proporcionando estabilidad; esto asegura que toda la carga aplicada al elemento es transferido al resto de la estructura. Los siguientes grupos de libertades son inestables, por si solas o en combinación, y no se permiten:

- Liberando U1 a ambos extremos
- Liberando U2 a ambos extremos
- Liberando U3 a ambos extremos
- Liberando R1 a ambos extremos
- Liberando R2 a los extremos y " U3 a cualquier extremo
- Liberando R3 a los extremos y " U2 a cualquier extremo

Efecto de Desplazamientos del Trecho Rígido

Siempre se aplican libertades de extremos a las caras de soporte, i.e., a los extremos del elemento de la longitud libre. La presencia de un momento o cortante causará que el extremo esté rígido en el plano del torsión correspondiente del elemento.

Masa

En un análisis dinámico, la masa de la estructura se usa para computar fuerzas inerciales.

La masa contribuida por el elemento de Pórtico se concentran en los nudos i y j. *Los efectos de inercia no son considerados dentro del propio elemento.*

La masa total del elemento es igual a la integral a lo largo de la longitud de la densidad de masa m , multiplicado por el área transversales-particular, a .

La masa total se prorratea a dos nudos de la misma manera a que la carga transversal distribuida causaría reacciones a los extremos de un simple-apoyo de viga. Se ignoran los efectos de libertades del extremo al prorratear masa. El total de la masa se aplica a cada uno de los tres grados de traslación de libertad: UX, UY, y UZ. No se computa ningún momento de inercia de masas para los grados rotacionales.

Carga del peso-propio

Puede aplicarse Carga del peso-propio en cualquier estado de Carga de todos los elementos en el modelo. Para un elemento de Pórtico, el peso-propio es una fuerza que es distribuye a lo largo de la longitud del elemento. La magnitud del peso-propio es igual a la densidad de peso, w , multiplicado por el área transversales-particular, a .

El peso-propio siempre actúa hacia abajo, en la dirección de $-Z$ global. El peso-propio puede ser mayorado o minorado por un factor que se aplica a la estructura entera.

Cargas Puntuales en el vano

Se usa para aplicar fuerzas concentradas y momentos a localizaciones arbitrarias en elementos de Pórtico. La dirección de carga puede especificarse en el sistema de la coordenada global o local.

La localización de la carga puede especificarse en una de las maneras siguientes:

- Especificando una distancia relativa, rd , medida del nudo i. Esto debe satisfacer que, $0 < rd < 1$. La distancia relativa es el fragmento de longitud del elemento;
- Especificando una distancia absoluta, d , medido del nudo i. Esto debe satisfacer $0 < d < L$ es la longitud del elemento.

Cualquier número de cargas puntuales puede aplicarse a cada elemento. Cargas dadas en coordenadas globales se transforman al sistema de la coordenada local. Vea La Figura 6
Se suman cargas múltiples que se aplican a la misma localización.

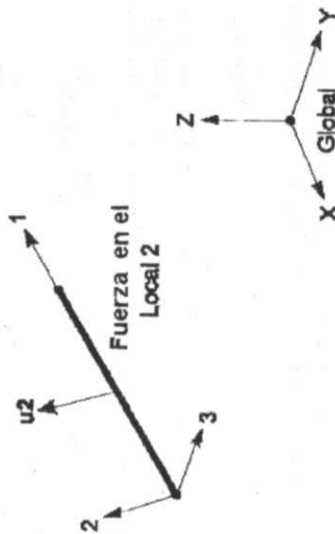


Figura 6
Ejemplo de definición de cargas concentradas en los vanos

Carga distribuida en el vano

La Carga distribuida se usa para aplicar fuerzas y momentos en los elementos. La intensidad de carga puede ser uniforme o trapezoidal. La dirección se puede especificarse en el sistema de la coordenada global o en sistema de la coordenada local.

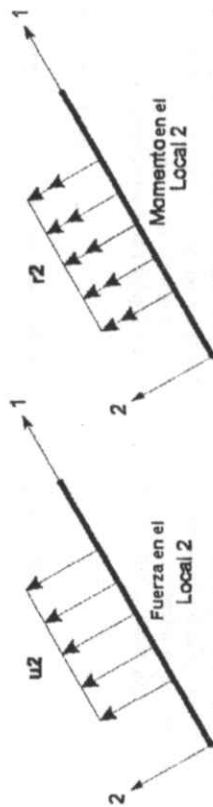
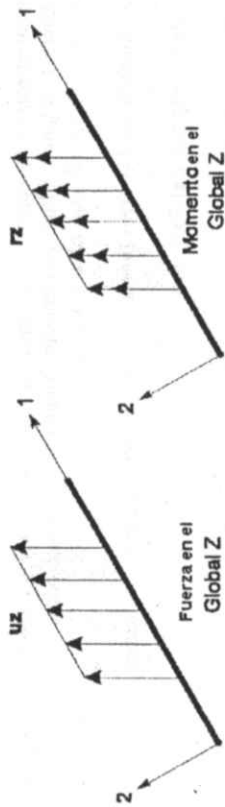


Figura 7 Ejemplo de definición de cargas distribuidas en los vanos
Todas las carga aplicadas a $rda=0.25$ y $rdlb=0.75$

Longitud de carga (carga distribuida)

Las cargas pueden aplicarse en forma parcial o total a lo largo del elemento. Múltiples cargas pueden aplicarse a un solo elemento. La carga distribuida puede sumarse con otras cargas distribuidas en caso que usted requiera.

Una carga distribuida puede especificarse en una de las maneras siguientes:

- Especificando dos distancias relativas, rda y rdb , medidos desde el nudo i . Esto debe satisfacer, $0 < rdb < rda < 1$. La distancia relativa es el fragmento de longitud del elemento;

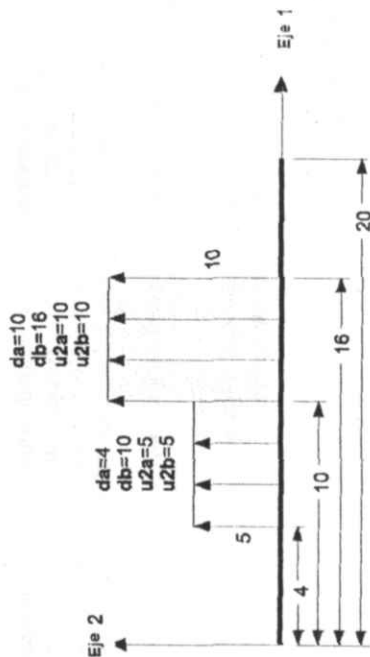
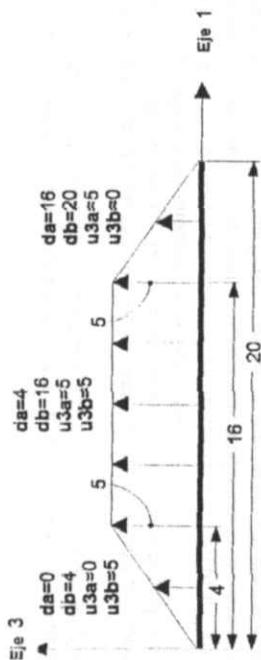
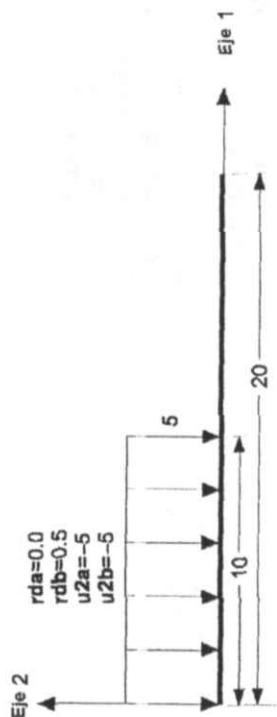


Figure 8

Ejemplos de Cargas Distribuidas en el vano

- Especificando dos distancias absolutas, da y db , medidos desde el nudo i . Esto debe satisfacer $0 < da < db < L$, donde L es la longitud del elemento;
- Sin especificar ninguna distancia se asume la longitud llena del elemento.

Intensidad de carga

La intensidad de carga es una fuerza o momento por la unidad de longitud. Para cada fuerza o momento a ser aplicado, un solo valor de carga puede darse si la carga es uniformemente distribuida. Se necesitan dos valores de carga si la intensidad de carga varía linealmente encima de su rango de aplicación (una carga trapezoidal).

Vea Figura 7 y Figura 8.

Salida de los Esfuerzos Internos

Las fuerzas internas de un elemento de Pórtico son las fuerzas y momentos que resultan de integrar las tensiones encima de un elemento de sección transversal. Estas fuerzas internas son:

- P, la fuerza axial.
- V2, la fuerza del cortante en el 1-2 plano,
- V3, la fuerza del cortante en el 1-3 plano,
- T, el torsión axial,
- M2, el momento de Flexión en el 1-3 plano (sobre el 2 eje)
- M3, el momento del flexión en el 1-2 plano (sobre el 3 eje)

Estas fuerzas internas y momentos están presentes en cada sección transversal a lo largo de la longitud del elemento.

La convención de signos se ilustra en la Figura 9. Fuerzas internas positivas y torsiones axiales actuales se orientan positivamente en la cara de dirección positiva 1 del elemento en los ejes de las coordenadas locales. Las fuerzas internas positivas y las torsiones axiales que actúan en la cara negativa se orienta en la dirección negativa del elemento de la coordenada local. Una cara positiva 1 es aquel cuyo normal exterior (apuntando fuera del elemento) está en el positivo de la dirección local 1.

Los momentos de flexión positivos causan compresión positiva en las caras 2 y 3 y tensión negativa en las mismas. Las caras positivas 2 y 3 son esas caras de las direcciones locales positivas 2 y 3, respectivamente, del eje neutro.

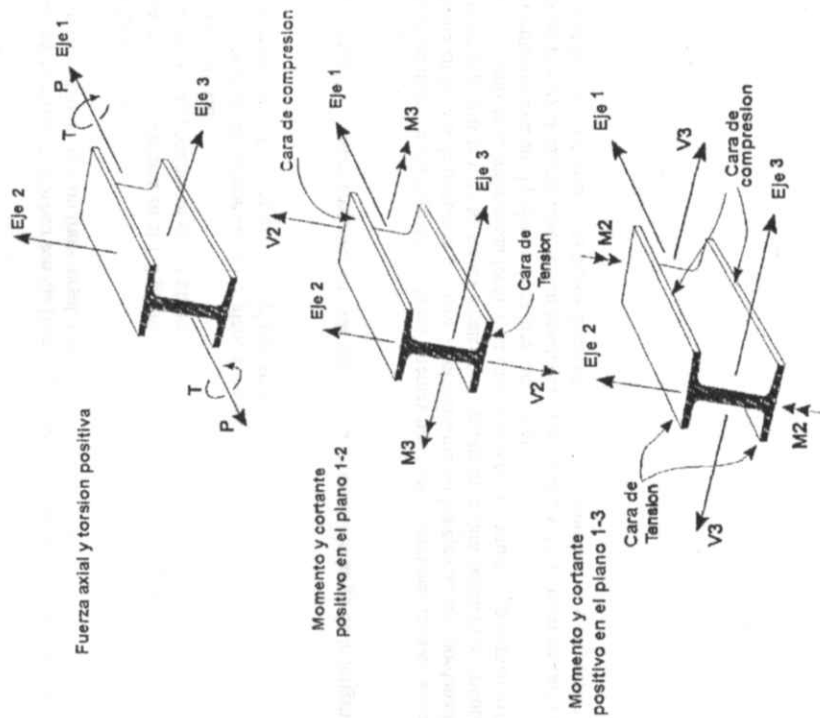


Figure 9
Elemento con Fuerzas y Momentos Internas

Se computan las fuerzas y momentos internos en puntos de esfuerzos igualmente-espaciados a lo largo de la longitud del elemento. El parámetro del nseg especifica el número segmentos (o espacios) a lo largo de la longitud del elemento entre los puntos del esfuerzos. Para el valor predefinido de "2", el esfuerzos se produce a los dos extremos y al punto medio del elemento.

Al elemento de Pórtico se computan fuerzas internas producidas por todos los Casos del Análisis: las Cargas, Modos, y Espectros.

Es importante notar que los resultados de Espectro de Respuesta siempre son positivos, y que la correspondencia entre valores diferentes ha estado perdida.

Efecto de Trecho Rígido

Cuando el trecho rígido esta presente, fuerzas y momentos internos salen en las caras de los apoyos y en puntos dentro de la Longitud libre del elemento.

Ningún esfuerzo se produce dentro de la longitud del trecho rígido incluyendo el nudo. Los esfuerzos sólo se producirían en los nudos i o j cuando el correspondiente trecho rígido es cero.

El Elemento de cáscara (shell)

Se usa para modelar cáscaras, membranas, y comportamiento de placas en estructuras planas y tridimensionales.

Temas

- Apreciación global
- Nudo de Conectividad
- Grados de Libertad
- Sistema de Coordinada Local
- Propiedades de la Sección
- Masas
- Carga de Peso-propio
- Carga Uniforme
- Fuerza Interior y Esfuerzos de Tensión

Apreciación global

El elemento de cáscara (shell) es una formulación de tres - a cuatro-nodos que combinan el comportamiento membrana y flexión. El elemento de cuatro-nodos no tiene que ser plano.

La conducta de la membrana esa una formulación isoparametrica que incluye componentes traslacionales en el plano de rigidez y un componente de rigidez rotatorio en la dirección normal al plano del elemento. Vea Taylor y Simo (1985) y Ibra-himbegovic y Wilson (1991).

El comportamiento de la flexión de placas incluye dos direcciones, fuera del plano, los componentes rotatorios de rigidez y traslación en placas en la dirección normal al plano del elemento. Por defecto, la formulación de placas gruesas (Mindlin/Reissner)es usado, qué incluye los efectos de deformación del corte transversal. Opcionalmente, usted puede escoger la formulación de placas-delgadas (Kirchhoff)que desprecia la deformación del corte transversal.

Estructuras que pueden diseñarse con este tipo elemento son:

- Cáscaras Tridimensionales, como tanques y domos
- Placas estructurales, como losas de fundación
- Membrana, como paredes de corte

Para cada elemento de cáscara "shell" en la estructura, usted puede escoger y modelar solo como membrana, placa, o un comportamiento completo de cáscara. Generalmente se recomienda que usted use el comportamiento completo de cáscara a menos que la estructura entera este diseñado y restringido adecuadamente.

Cada elemento de cáscara (shell) tiene su propio sistema de coordenada local por definir, propiedades de materiales, cargas, y por interpretar esfuerzos. Cada elemento puede ser cargado a través de gravedad o carga uniforme en cualquier dirección.

Una formulación de la integración numérica de cuatro-a-ochos puntos se usa para la rigidez de cáscara. Tensiones, fuerzas internas y momentos, en el elemento de la coordenada local, se evalúan de 2-por-2 con la integración de Gauss apuntada y extrapolada a los nudos del elemento. Un error aproximado en el elemento de esfuerzos o fuerzas internas pueden estimarse de la diferencia de valores calculados de los diferentes elementos atados a un nudo común. Esto dará una indicación de la exactitud aproximada al elemento-finito y puede usarse como base para la selección de una nueva y más exacta malla del elemento finito.

Conectividad de Nudo

Cada elemento de cáscara puede tener cualquiera de las formas siguientes, como en la Figura 10:

- Cuadrilátero, definido por los cuatro nudos j1, j2, j3, y j4.
- Triangular, definido por los tres nudos j1, j2, y j3.

La formulación cuadrilátera es la más exacta de los dos. El elemento triangular sólo se recomienda para las transiciones. La formulación de rigidez de tres-nodos del elemento es razonable; sin embargo, su recuperación de tensión es pobre. El uso del elemento cuadrilátero para mallas de varias geometrías y transiciones se ilustran en Figura 11.

Deben escogerse las localizaciones de los nudos con las condiciones geométricas siguientes:

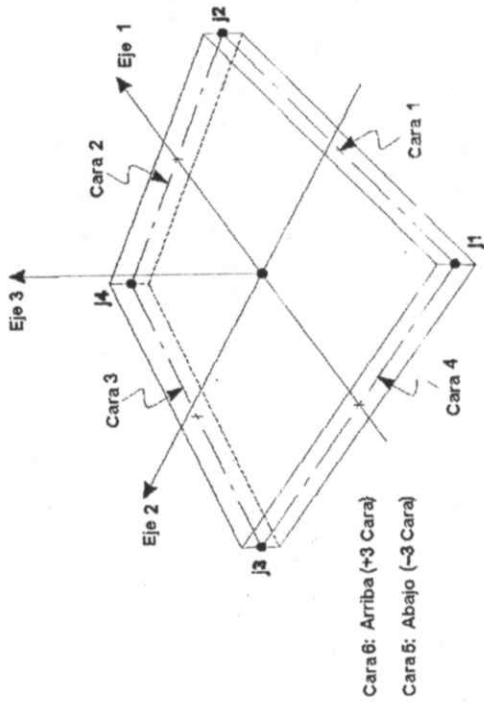
- El ángulo interior a cada esquina debe estar menos de 180° . Resultados más buenos para el cuadrilátero se obtendrá cuando estos ángulos están cercanos 90° o por lo menos en el rango de 45° a 135° .
- La proporción del aspecto de un elemento no debe ser demasiado grande. Para el triángulo, esto es la proporción del lado más largo al lado más corto. Para el cuadrilátero, esto es el la proporción de la distancia más larga entre los puntos medios de lados opuestos a la distancia más corta. Se obtienen resultados más buenos para las proporciones del aspecto cerca de la unidad, o a menor de cuatro. La proporción del aspecto no debe exceder diez.

- Para el cuadrilátero, los cuatro nudos no necesitan ser coplanar. Una cantidad pequeña de torsión en el elemento es considerada por el programa. El ángulo entre las normales a las esquinas dan una medida del grado de torcedura. La normal a una esquina es perpendicular a los dos lados que se encuentran a la esquina. Los resultados más buenos son si el ángulo más grande entre cualquier par de esquinas está menos de 30° . Este ángulo no debe exceder 45° .

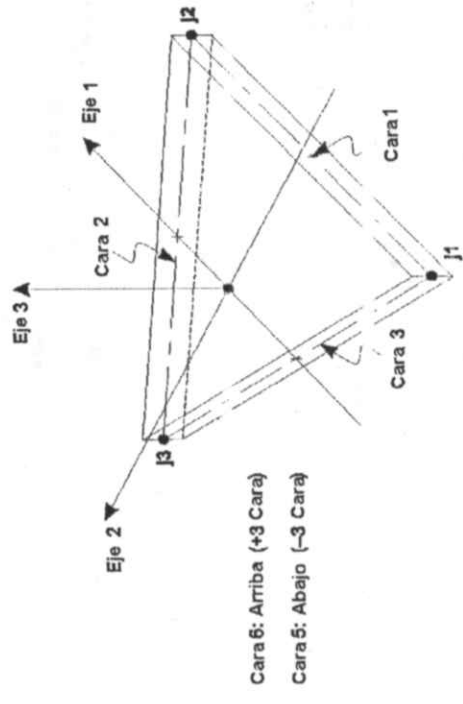
Estas condiciones normalmente pueden reunirse con refinamiento de la malla adecuada.

Grados de Libertad

El elemento de "shell" siempre activa todos los seis grados de libertad a cada uno de sus nudos. Cuando el elemento se usa como pura membrana, usted debe asegurar que se mantengan Vínculos o otros apoyos a los grados de libertad para la normal traslación y rotaciones de flexión. Cuando el elemento se usa como un pura placa, usted debe asegurar efectivamente que se mantengan Vínculos u otros apoyos a los grados de libertad dentro el diseño las traslaciones y rotaciones sobre el normal.



Elemento de cascara Cuadrilatero de 4 nudos



Elemento de cascara Triangular de 3 nudos

Figure 10
Elemento de cascara, Conectividad de nudos y Definiciones de la Cara

El comportamiento de cáscara. (membrana más placas) se recomienda para todas las estructuras tridimensionales.

Sistema de Coordenada local

Cada elemento de cáscara tiene su propio sistema de coordenada local que define Propiedades materiales, cargas y esfuerzos. Se denotan los ejes de este sistema local con 1, 2, y 3. Los primeros dos ejes están en el plano del elemento con una orientación que usted especifique; el tercer eje es normal.

Es importante que usted entienda la definición claramente del sistema de coordenadas locales 1-2-3 y su relación al sistema global de coordenadas X-Y-Z. Ambos sistemas son sistemas ortogonales. Depende de usted definir sistemas locales que simplificará la entrada de los datos e interpretación de resultados.

En la mayoría de las estructuras la definición del sistema de la coordenada local es sumamente simple usando la **orientación predefinida** y la coordenada angular del elemento de Cáscara. Métodos adicionales están disponibles.

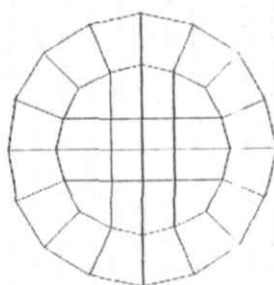
Eje normal 3

El eje local 3 siempre es normal al plano del elemento de la cáscara. Este eje se dirige hacia usted cuando el elemento aparece en sentido contrario a las agujas del reloj. Para elementos cuadriláteros, el plano del elemento es definido por los vectores que conectan los puntos medios de los dos pares de lados opuestos.

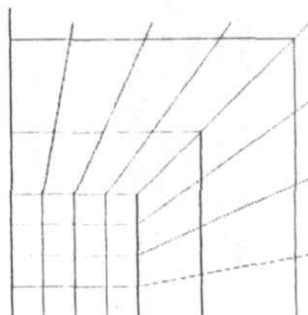
Orientación predefinida

La **orientación predefinida** de los ejes locales 1 y 2 es determinada por la relación entre el eje 3 local y el eje global Z:

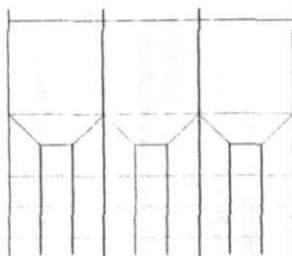
- El plano local 3-2 se toma vertical, i.e., paralelo al eje de Z
- El eje local 2 se toma para tener un ascendente (+Z) a menos que el elemento sea horizontal en ese caso el eje local 2 se tome para estar horizontal a lo largo del +Y global
- El eje local 1 siempre está horizontal, i.e., está en el plano de X-Y



Región Triangular



Región Infinita



Malla de transición

Figure 11
Ejemplos de malla que Usan en el Elemento de cáscara (shell) Cuadrilátero

Se considera que el elemento está horizontal si el seno del ángulo entre el eje local 3 y el eje Z está menor de 10^{-3} .

El eje local 2 hace el mismo ángulo con el eje vertical como el eje local 3 hace con el plano horizontal. Esto significa que el eje local 2 apunta verticalmente hacia arriba para los elementos verticales.

Coordenadas Angulares

La Coordenada angular, *ang*, se usa para definir orientaciones del elemento diferente de la orientación predefinida. Es el ángulo donde el eje local 1 y 2 rotan sobre el positivo eje local 3 de la orientación predefinida.

La rotación para un valor positivo de *ang* aparece en sentido contrario a las agujas del reloj cuando el eje local +3 está apuntando hacia usted.

Para los elementos horizontales, el *ang* es el ángulo entre el eje local 2 y el eje horizontal +Y. Por otra parte, el *ang* es el ángulo entre el eje local 2 y el plano vertical conteniendo el eje local 3.

Propiedades de la sección

Una Sección de cáscara "shell" es un juego de material y propiedades geométricas que se describen Transversales a su sección de uno o más elementos de cáscara. Las secciones se definen independientemente de los elementos de cáscara, y se asignan a los elementos.

Tipo de la sección

El tipo de la Sección, especificado por el tipo del parámetro, determina el tipo de conducta modelado por los elementos de cáscara correspondientes:

- Tipo = MEMBR: Pura conducta de la membrana: sólo las fuerzas del plano y el normal, no existe momentos
- Tipo = PLACAS: Pura conducta de placas; sólo los momentos de flexión y la fuerza transversal pueden aplicarse
- Tipo = Shell : Conducta de cáscara pura, una combinación de membrana y placa: todas las fuerzas y momentos pueden aplicarse.

Generalmente se recomienda que usted use el comportamiento de cáscara (shell) a menos que la estructura este diseñada y se soporta adecuadamente.

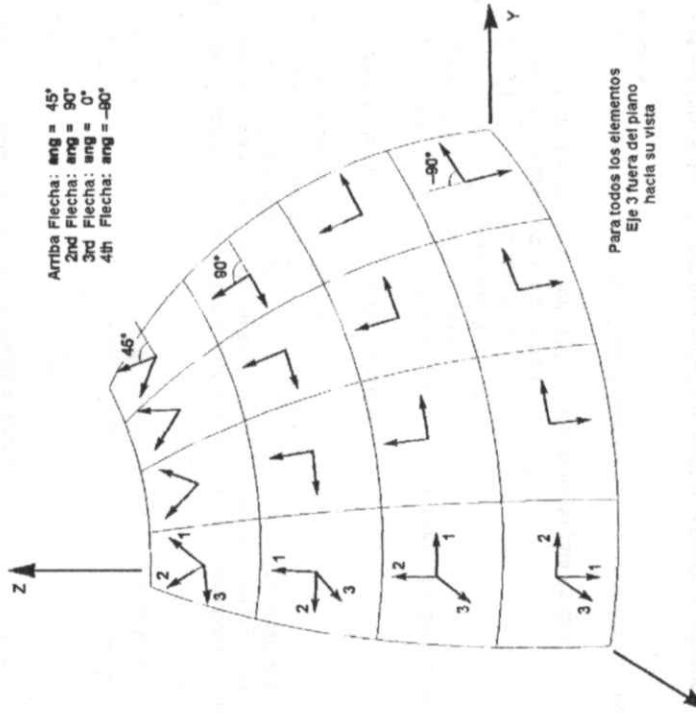


Figure 12

El Elemento Shell con Coordenadas Angulares respecto a la Orientación Predefinida

Formulación del espesor (Thickness)

La formulación del espesor, especificada por **thicktype**, determina si o no las deformaciones transversales a cortante son incluidos la flexión de placas, comportamiento de una placa o shell:

- **Thicktype = THICK**: placa gruesa (Mindlin/Reissner) formulación que se usa e incluye los efectos de deformación del cortante transversal
- **Thicktype = THIN**: placa delgada (Kirchhoff) formulación que desprecia la deformación del cortante transversal

Las deformaciones a cortante tienden a ser importante cuando el espesor es mayor que $1/10$ a $1/15$ aproximadamente uno-decimo a quinto del vano. Ellos tambien pueden ser bastante significantes en la vecindad de concentraciones de flexión-tensión, como cambios súbitos cercanos en espesor o condiciones de apoyo, y cerca de agujeros o esquinas.

Incluso para placas delgadas con problemas a flexión donde la deformaciones a cortante son despreciables, la formulación de placa-gruesa tiende a ser más exacto, aunque un poco más tieso, que la formulación de placa-delgada. Sin embargo, la exactitud de placa gruesa es más sensible a las proporciones de aspecto grandes y distorsión de la malla que es la formulación de placa-delgada.

Generalmente se recomienda que usted use la formulación de placa gruesa predefinida a menos que usted está usando una malla esviada y usted sabe que las deformaciones de cortantes serán pequeñas, o a menos que usted está intentando emparejar una solución teórica de placas delgadas.

La formulación del espesor no tiene efecto en el comportamiento de la membrana, sólo en el comportamiento de placas a flexión.

Propiedades materiales

Las propiedades materiales para cada Sección son definidas y especificadas previamente. Las propiedades materiales usadas por la Sección de cáscara "shell" son:

- El módulo de elasticidad, **e1**, y la proporción de Poisson, **u12**, computar la membrana, y rigidez de flexión de placas
- La densidad de masa (por volumen de unidad), **m**, por computar masa del elemento.;
- La densidad de peso (por volumen de unidad), **w**, por computar Carga del Peso-propio.

Espesor

Cada Sección tiene un espesor de membrana constante y un espesor del flexión constante. El espesor de la membrana, **th**, se usa para calcular:

- La rigidez de la membrana para el shell y Secciones de pura membrana
- El volumen del elemento para el peso-propio del mismo y cálculos de masa

El espesor del flexión, **thb**, es uso para calcular:

- La rigidez de placas a flexión para shell y Secciones de pura placa.

Normalmente estos dos thicknesses son lo mismo y usted sólo necesita especificar **th**. Pero el comportamiento para algunas aplicaciones, como modelar superficies arrugadas, la membrana y flexión de placas no pueden representarse adecuadamente por un homogéneo material de un solo espesor. Para este propósito, usted puede especificar un valor de **thb** que es diferente del **th**.

Masa

En un análisis dinámico, la masa de la estructura se usa para computar fuerzas inerciales.

La masa contribuida por el elemento de cáscara (shell) se concentra en los nudos del elemento. *Ningún efecto de inercia están consideradas dentro del propio elemento.*

La masa total del elemento es igual al integral encima del plano del elemento de la densidad de masa, **m**, multiplicado por el espesor, **th**. La masa total se prorratea a los nudos de una manera que es proporcional a los términos diagonales del consecuente matriz de masa. Vea a Cook, Malkus, y Plesha (1989) para más información. El total de la masa se aplica a cada uno de los tres grados de traslación de libertad: UX, UY, y UZ. No se computa ningún momento de masa de inercia para los grados rotatorios de libertad.

Carga del peso-propio

Puede aplicarse Carga del peso-propio en cualquier Caso de Carga para activar el peso-propio de todos elementos en el modelo. Para un elemento shell, el peso-propio es una fuerza que es uniformemente distribuida encima del plano del elemento. La magnitud del peso-propio es igual a la densidad de peso **w**, multiplicado por el espesor, **th**.

El peso-propio siempre actúa hacia abajo, en la dirección de global -Z. El peso-propio puede ser mayorado o minorado por un solo factor que se aplica a la estructura entera.

Carga uniforme

Se usa Cargas uniformes para aplicar fuerzas distribuidas uniformemente a el superficie de los elementos de cáscara. La dirección de la carga puede especificarse en la coordenada global o local.

Se dan intensidades de carga como fuerzas por el área de la unidad. Las intensidades de carga especificadas en diferentes sistemas de coordenada se convierten y se suman en la coordenada local. La fuerza total que actúa sobre el elemento en cada dirección local, da la intensidad de carga total, en esa dirección multiplicada por el área de la superficie. Esta fuerza se prorratea a los nudos del elemento.

Salida de Fuerza interior y Esfuerzos de Tensión

Las tensiones de la Cáscara son de fuerza-por-unidad-área que el actúan dentro del volumen del elemento para resistirse la carga. Estas tensiones son:

- En el plano tensiones directas: S11 y S22
- En el plano cortante de tensión: S12
- Las tensiones del cortante Transversal: S13 y S23
- La tensión directa Transversal: S33 (siempre asumido para ser cero)

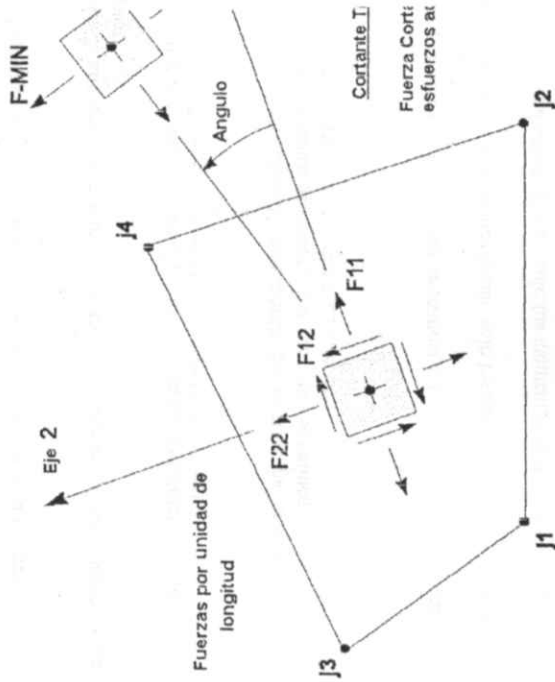
Se asume que las tres tensiones del en el plano son constantes o varían linealmente a través del espesor del elemento.

Se asume que las dos tensiones de cortante transversal son constante a través del espesor. La distribución de tensión de cortante real es parabólica y es cero a la cima y fondo de la superficie y tomando un máximo o valor mínimo a la superficie del elemento.

Las fuerzas internas (también llamadas resultantes de tensión) fuerzas y momentos que son el resultado de integrar las tensiones encima del espesor del elemento son:

- Fuerzas directas a la Membrana : F11 y F22

- Fuerza cortante a la Membrana: F12
- Momentos de flexión a la Placa: M11 y M22
- Momento de torsión a la Placa: M12
- Fuerzas de cortante transversas a la Placa: V13 y V23



ESFUERZOS Y FUERZAS MEMBRANALES

Esfuerzo Sij tiene la misma definicion que fuerza Fij

Se orientan tensiones que actúan en una cara positiva en la dirección positiva del elemento en los ejes de la coordenada local. Tensiones que actúan en una cara negativa se orientan en la dirección negativa del elemento en los ejes de la coordenada local. Una cara positiva es donde la normal exterior (apuntando fuera del elemento) está en la dirección positiva local 1 o 2.

Las fuerzas internas positivas corresponden a un estado de tensión positiva que es constante a través del espesor. Los momentos internos positivos corresponden a un estado de tensión que varía linealmente a través del espesor y es positivo al fondo.

Se evalúan las tensiones y las fuerzas internas a la norma 2 por 2 de la integración de Gauss apuntada y extrapolada a los nudos del elemento. Aunque estos son asignados en los nudos, las tensiones y las fuerzas internas existen a lo largo del elemento. Vea a Cook, Malkus, y Plesha (1989) para más información.

Se computan las tensiones del elemento de Cáscara y las fuerzas internas por todos los Casos del Análisis.

Cargas, Modos, y Espectros

Los valores principales y las direcciones principales asociadas también se computan para las Cargas y Modos. El ángulo dado es medido en sentido contrario a las agujas del reloj (cuando la vista está arriba) del eje local 1 a la dirección del máximo valor principal.

Es importante notar que los resultados de Espectro de Respuesta siempre son positivos, y que la correspondencia entre valores diferentes ha estado perdida.

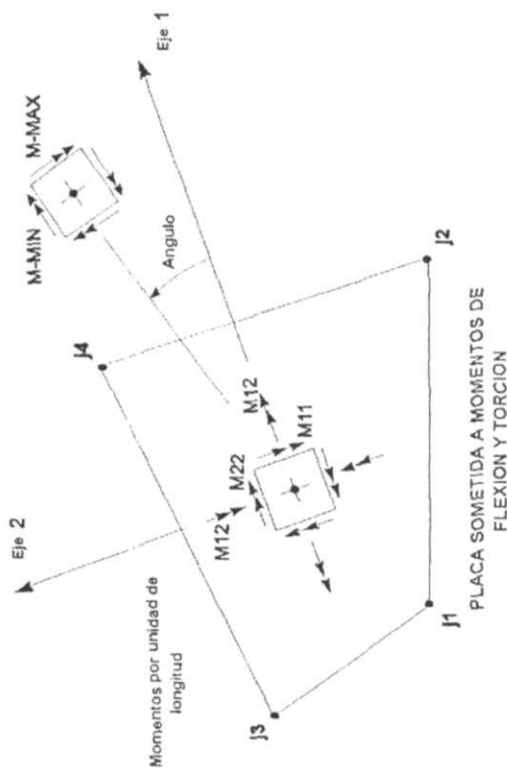


Figure 13
Esfuerzos y Fuerzas Internas del Elemento shell

Es muy importante notar que éstos esfuerzos resultantes son fuerzas y momentos por unidad de longitud en el plano. Ellos están presentes en cada punto de la superficie del elemento. Se ilustran las convenciones de signo para las tensiones y las fuerzas internas en Figura 13.

Los nudos y Grados de Libertad

Los nudos juegan un papel fundamental en el análisis de cualquier estructura. Los nudos son los puntos de conexión entre los elementos, y ellos son las localizaciones primarias en la estructura, de desplazamientos conocidos o a determinarse. Los componentes de desplazamiento (traslaciones y rotaciones) en los nudos se llaman los **grados de libertad**.

Temas

- Apreciación global
- Consideraciones del Modelo
- Sistema de la Coordinada Local
- Grados de Libertad
- Vínculos y Reacciones
- Resortes
- Masas
- Fuerza de Carga
- Carga de Desplazamiento en el suelo

Apreciación global

Los nudos, también conocidos como **puntos nodales** o **nodos**, son una parte fundamental de cada estructura. Los nudos realizan una variedad de funciones:

- Todos los elementos se conectan a la estructura mediante nudos
- La estructura se apoya en los nudos que usan Vínculos y/o Resortes
- Pueden especificarse el comportamiento y condiciones Cuerpo-rígido de simetría usando Constricciones aplicadas a los nudos
- Pueden aplicarse cargas concentradas en los nudos
- Concentración de masas e inercia rotatoria pueden ponerse a los nudos
- Todo las cargas y masas aplicadas a los elementos realmente se transfieren a los nudos
- Los nudos son las localizaciones primarias en la estructura en la que los desplazamientos son conocidos (los apoyos) o serán determinados

Todas estas funciones se discuten en este capítulo salvo las Constricciones que se describe en Capítulo "Constricciones del Nudo"

Usando SAP2000, se crean nudos automáticamente a los extremos de cada elemento de Pórtico y a las esquinas de cada elemento de cáscara (shell). Los nudos también pueden ser definidos independientemente de cualquier elemento. Los nudos actúan independientemente de cada uno a menos que estén conectados por elementos.

Los nudos pueden ser considerados como elementos sin conectividad. Cada nudo puede tener su propio sistema de la coordenada local y por definir los grados de libertad. Vínculos, propiedades del nudo, y cargas; y por interpretar esfuerzos del nudo. En la mayoría de los casos sin embargo, los ejes globales X-Y-Z se usan como el sistema de la coordenada local para todos los nudos en el modelo.

Hay seis grados de desplazamiento de libertad en cada nudo tres traslaciones y tres rotaciones. Estos componentes de desplazamiento se alinean a lo largo de la coordenada local de cada nudo.

Los nudos pueden ser cargados directamente a través de cargas concentradas o indirectamente por desplazamientos de tierra actuando en Vínculos o apoyos de resorte.

Desplazamientos (traslaciones y rotaciones) se produce en cada nudo. Fuerzas externas, fuerzas internas y momentos actúan en cada nudo.

Consideraciones del modelo

La localización de los nudos y elementos es crítica determinando la exactitud del modelo estructural. Algunos de los factores que usted necesita considerar al definir los elementos (y de los nudos) para la estructura son:

- El número de elementos debe ser suficiente para describir la geometría de la estructura. Para las líneas rectas y bordes, un elemento es adecuado. Para las curvas y superficies encorvadas, un elemento debe usarse para cada arco de 15° o menos.
- Elemento y nudos límite, deben localizarse en los puntos, líneas, y superficies de discontinuidad:
 - o Los límites estructurales, e.g., esquinas y bordes
 - o Los cambios en propiedades materiales

- o Los cambios en espesor y otras propiedades geométricas
- o Los puntos de apoyo (Vínculos y Resortes)
- o Los puntos de aplicación de cargas concentradas, sólo que en los elementos de Pórtico se puede poner cargas aplicadas dentro de sus vanos.
- En regiones que tienen pendientes de tensión grandes, i.e., donde las tensiones están cambiando rápidamente, una malla de elemento de Cáscara que usa elementos pequeños debe refinarse con nudos estrechamente espaciados. Esto puede hacerse cambiando la malla después de un o mas análisis preliminares.
- Más que un elemento debe usarse para modelar la longitud de cualquier vano para que la conducta dinámica sea importante. Esto se requiere porque la masa siempre se agrupa en los nudos, aun cuando es contribuido por los elementos.

Sistema de la Coordenada local

Cada nudo tiene su propio sistema de coordenada local, define los grados de la libertad, Vínculos, propiedades, y cargas en el nudo; y para interpretar resultados. Los ejes del sistema de la coordenada local se denota por 1, 2, y 3. Por defecto estos ejes son idénticos al sistema global X, Y, y Z, respectivamente. Ambos sistemas son sistemas dextrógiros.

El sistema de la coordenada local predefinido es adecuado para la mayoría de las localizaciones. Sin embargo, para ciertos propósitos modelados puede ser útil usar sistemas de coordenada local diferentes a algunos o a todos los nudos. Esto se describe en Capítulo siguiente.

Grados de Libertad

La desviación del modelo estructural es gobernada por los desplazamientos de los nudos. Cada nudo del modelo estructural puede tener seis componentes de desplazamiento:

- El nudo se puede trasladar a lo largo de sus tres ejes locales. Estas traslaciones se denotan por U1, U2, y U3.
- El nudo puede rotar sobre sus tres ejes locales. Estas rotaciones se denotan por R1, R2, y R3.

Estos seis componentes de desplazamiento son conocidos como los grados de libertad del

nudo. Se ilustran grados locales de libertad en la Figura 14.

Además de los nudos regulares definidos como parte de su modelo estructural, el programa, automáticamente crea nudos maestros que gobiernan la conducta de cualquier Constricción que usted puede haber definido. Cada nudo maestro tiene los mismos seis grados de libertad como los nudos regulares. Vea Capítulo "Constricciones del Nudo" para más información.

Cada grado de libertad en el modelo estructural debe pertenecer a uno de los tipos siguientes:

- Activo—el desplazamiento se computa durante el análisis
- Restringido—el desplazamiento se especifica, y la reacción correspondiente es computado durante el análisis
- Constringido—el desplazamiento es determinado por los desplazamientos a otros grados de libertad
- Nulo—el desplazamiento no afecta la estructura y es ignorado por el análisis
- Indisponible—que el desplazamiento se ha excluido explícitamente del análisis

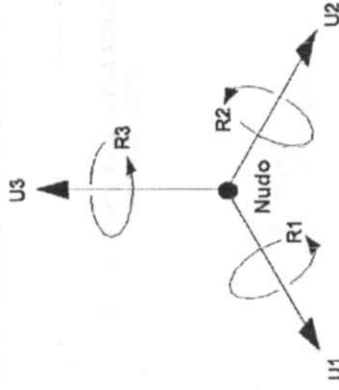


Figure 14

Los Seis Desplazamiento y Grados de Libertad en el Sistema de la Coordenada Local

Se describen estos tipos diferentes de grados de libertad en el subtítulo siguiente.

Grados disponibles e Indisponibles de Libertad

Usted puede especificar los grados globales de libertad a la que está disponible explícitamente cada nudo en el modelo estructural. Por defecto, todos los seis grados de libertad están disponibles en cada nudo. Este valor generalmente debe usarse para todas las estructuras tridimensionales.

Sin embargo, usted puede desear restringir los grados disponibles de libertad. Por ejemplo, en el plano de X-Z; una cercha necesita solo UX y UZ, un Pórtico necesita sólo UX, UZ, y RY; y una reja o placa de piso sólo necesita UY, RX, y RZ.

Los grados de libertad que no son especificados como estar disponible, son llamados **indisponibles grados de libertad**. Cualquier rigidez, cargas, masa, Vínculos, o Constricciones que se aplica a los grados indisponibles de libertad es ignorado por el análisis.

Pueden restringirse grados disponibles de libertad, constringidos, activos, o nulos.

Grados restringidos de Libertad

Si el desplazamiento de un nudo a lo largo de cualquiera de sus grados disponibles de libertad es restringido, es conocido como un punto de apoyo. El conocido valor del desplazamiento puede ser cero o puede no tender a cero, y puede ser diferente en diferentes estrados de Carga. La fuerza a lo largo del grado restringido de libertad a la que se requiere imponer el desplazamiento especificado se llama la reacción, y es determinado por el análisis.

Se restringen grados indisponibles de libertad esencialmente. Sin embargo, ellos se excluyen del análisis y ninguna reacción se computa, aun cuando ellos tienden a no ser cero.

Grados constringidos de Libertad

Cualquier nudo que es parte de Constricciones puede tener uno o más de sus grados disponibles de libertad constringido. El programa crea un nudo maestro automáticamente para gobernar la conducta de cada Constricción. El desplazamiento de un grado constringido de libertad se computa como una combinación lineal de los desplazamientos a lo largo del los grados de libertad en el nudo maestro correspondiente.

Un grado de libertad no puede ser a la ves constringido y restringido.

Grados activos de Libertad

Todos los grados disponibles de libertad que no se constringen ni se restringen deben ser activos o nulos. El programa determinará automáticamente los **grados activos de libertad** como sigue:

- Si cualquier carga o rigidez se aplica a lo largo de cualquier grado de traslación de libertad a un nudo, entonces se hacen todos los grados de traslación disponibles de libertad en ese nudo activo a menos que ellos estén constringidos o restringidos.
- Si cualquier carga o rigidez se aplica a lo largo de cualquier grado rotatorio de libertad a un nudo, entonces se hacen todos los grados rotatorios disponibles de libertad en ese nudo activo a menos que ellos estén constringidos o restringidos.
- Todos los grados de libertad en un nudo maestro que gobierna los grados constringidos de libertad se hace activo.

Un nudo que se conecta a cualquier Pórtico o elemento de cáscara tendrá todos sus grados de libertad disponibles. Una excepción es un elemento de Pórtico tipo cercha que donde no activará grados rotatorios de libertad.

Cada grado activo de libertad tiene una ecuación asociada a ser resuelta. Si hay *N* **grados activos de libertad** en la estructura, hay *N* **ecuaciones en el sistema**, y se dice que la matriz de rigidez estructural es de orden *N*. La cantidad computacional que se exige para realizar el análisis aumenta con *N*.

La carga que actúa a lo largo de cada grado activo de libertad es conocida (puede ser cero). El desplazamiento correspondiente será determinado por el análisis.

Si hay grados activos de libertad en el sistema en el que la rigidez es conocida como cero, como la traslación fuera-de-plano en un diseño de Pórtico, éstos deben ser restringidos o considerarlos nulos. Caso contrario, la estructura es inestable y la solución de las ecuaciones estáticas fallará.

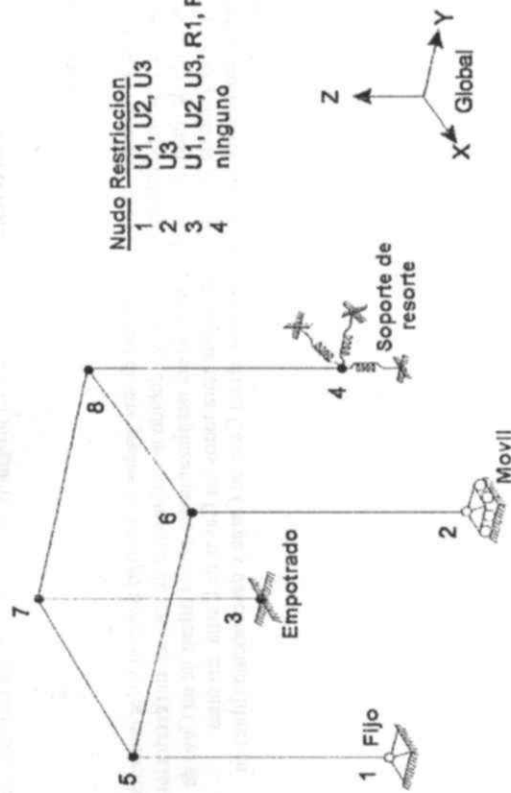
Grados nulos de Libertad

Los grados disponibles de libertad que no se restringen, constringen, o activan, son llamados grados nulos de libertad. Porque ellos no tienen carga o rigidez, sus desplazamientos y reacciones

son cero, y ellos no tienen efecto en el resto de la estructura. El programa los excluye automáticamente del análisis.

Vínculos y Reacciones

Si el desplazamiento de un nudo a lo largo de cualquiera de sus grados de libertad tiene un valor conocido, cero (e.g., a los puntos de apoyo) o diferente de cero (e.g., debido al hundimiento de apoyo), la restricción debe aplicarse a ese grado de libertad. El valor conocido del desplazamiento pueda diferir de un Caso de Carga al próximo, pero el grado de libertad es restringido para todos los Casos de Carga. En otras palabras, no es posible tener el desplazamiento conocido en un Caso de Carga y desconocido (libre) en otro Caso de Carga.

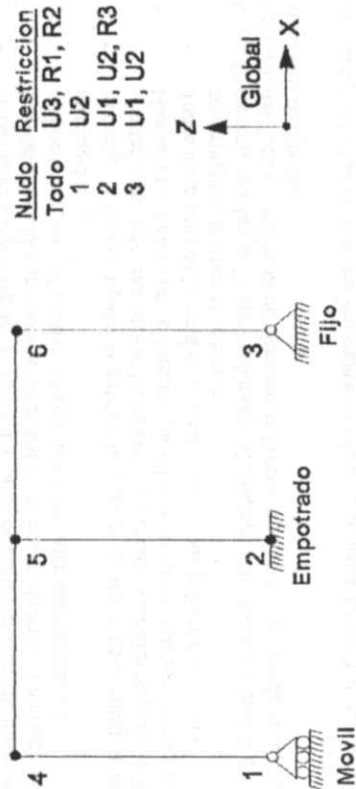


Portico 3-D

Notas: Nudos indicados con puntos

- Puntos llenos indica momento continuo
- Puntos huecos indica articulación

Todas las coordenadas locales 1-2-3 son iguales a las coordenadas Globales X-Y-Z



Portico 2-D , plano X-Z

Figure 15
Ejemplos de Vinculos

También deben aplicarse Vinculos a los grados disponibles de libertad en el sistema donde la rigidez se conoce como cero, la traslación fuera-de-plano y en rotaciones en el plano de un Portico. Caso contrario, la estructura es inestable y la solución de las ecuaciones estáticas fallará.

La fuerza o momento a lo largo del grado de libertad que se exige a dar fuerza a la restricción se llama la reacción, y es determinado por el análisis. La reacción puede diferir de un Caso de Carga al próximo. La reacción incluye las fuerzas (o momentos) de todos los elementos conectados al grado restringido de libertad, así como todas las cargas aplicadas al grado de libertad.

Un grado restringido de libertad no puede restringirse. Se muestran ejemplos de Vinculos en Figura 1.5.

Resortes

Cualquiera de los seis grados de libertad en cualquiera de los nudos en la estructura puede tener condiciones de apoyo de resorte de traslación o rotación. Estos resortes son elásticamente conectados a los nudos de la tierra. Los apoyos de resortes a lo largo de los grados restringidos de libertad no hacen que contribuya a la rigidez de la estructura.

Se relacionan las fuerzas de los resortes que actúan en un nudo a los desplazamientos de ese nudo por una matriz simétrica de 6x6 con coeficientes de rigidez del resorte. Estas fuerzas tienden a oponer los desplazamientos. Se especifican coeficientes de rigidez de resortes en el nudo con la coordenada local. Las fuerzas y momentos F1,F2,F3,M1,M2a M3 de los resortes en un nudo se da por: (Eqn. 1)

$$\begin{Bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \\ M_1 \\ M_2 \\ M_3 \end{Bmatrix} = - \begin{bmatrix} u_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ u_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ u_3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ r_1 & 0 & 0 & r_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & r_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & r_3 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ r_1 \\ r_2 \\ r_3 \end{Bmatrix}$$

donde u1,u2,u3,r1,r2 y r3 son los desplazamientos y rotaciones del nudo, y los términos u1, u2, u3, r1, r2, y r3 son los coeficientes de rigidez de resortes especificados.

El desplazamiento conectado con la tierra de los resortes puede especificarse para ser cero o diferente de cero (e.g., debido a un apoyo). Esta conexión con la tierra puede variar los desplazamientos de un Caso de Carga al próximo.

Masas

En un análisis dinámico, la masa de la estructura se usa para computar fuerzas inerciales.

Normalmente, la masa se obtiene de los elementos que usan la densidad de masa del material y el volumen del elemento. Esto produce automáticamente (uncoupled) concentración de masas en los nudos. Los valores de masa del elemento son iguales para cada uno de los tres grados de traslación. Ningún momento de masa de inercia se produce para grados rotatorios de libertad. Este acercamiento es adecuado para la mayoría de los análisis.

Es a menudo necesario poner masas concentradas adicionales y/o momentos de masa de inercia en los nudos. Estos pueden aplicarse a cualquiera de los seis grados de libertad de cualquier nudo en la estructura.

Para la eficacia computacional y exactitud de la solución, SAP2000 siempre usa y concentra masas. Esto significa que no hay ninguna masa que acopla entre los grados de libertad de un nudo o entre nudos diferentes. Estas masas del uncoupled siempre se envían al sistema de la coordenada local de cada nudo. Valores de masa a lo largo de los grados restringidos de libertad se ignoran.

Se relacionan fuerzas inerciales que actúan en los nudos a las aceleraciones en los nudos por una matriz de valores de masa de 6×6 . Estas fuerzas tienden a oponer las aceleraciones. En un nudo de coordenada local, las fuerzas inerciales y momentos $F_1, F_2, F_3, M_1, M_2, M_3$ en un nudo se da por:

$$\begin{Bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \\ M_1 \\ M_2 \\ M_3 \end{Bmatrix} = - \begin{bmatrix} u_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & u_2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & & u_3 & 0 & 0 & 0 \\ & & & r_1 & 0 & 0 \\ & & & & r_2 & 0 \\ & & & & & r_3 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{u}_1 \\ \ddot{u}_2 \\ \ddot{u}_3 \\ \ddot{r}_1 \\ \ddot{r}_2 \\ \ddot{r}_3 \end{Bmatrix}$$

donde $\ddot{u}_1, \ddot{u}_2, \ddot{u}_3, \ddot{r}_1, \ddot{r}_2$ and \ddot{r}_3 son las traslaciones y las aceleraciones rotatorias al nudo, y los términos $u_1, u_2, u_3, r_1, r_2, r_3$ son los valores de masa especificados.

Deben darse valores de masa en unidades de masa consistentes (W/g) y los momentos de masa de inercia deben estar en unidades de WL^2/g . Donde el peso es W , L es la longitud, y g es la aceleración debido a gravedad. Los valores de masa neto en cada nudo en la estructura deben ser cero o positivos.

Vea Figura 16 para el momento de masa, formulaciones de inercia para el varios diseños.

Carga de fuerza

La Carga de Fuerza se usa para aplicar fuerzas concentradas y momentos en los nudos. Se especifican valores en coordenadas globales como se en la Figura 17. La carga de fuerza puede variar de un Caso de Carga al próximo.

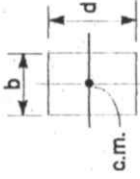
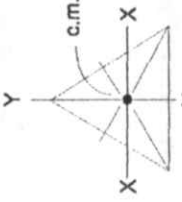

Las fuerzas y momentos aplicados a lo largo de los grados restringidos de libertad se agregan a la reacción correspondiente, pero no afecta la estructura.

Carga de Desplazamiento en el suelo

La Carga de Desplazamiento de Tierra se usa para aplicar desplazamientos especificados (traslaciones y rotaciones) al extremo conectado con tierra de Vínculos en el nudo y apoyos en los Resortes.

Se especifican valores de desplazamiento en coordenadas globales como se muestra en la Figura 17. Estos valores se convierten en coordenadas locales antes de aplicarse al nudo a través de los vínculos y Resortes.

Los Vínculos pueden ser considerados como conexiones rígidas entre los grados de libertad del nudo de y la tierra. Los resortes pueden ser consideradas como conexiones flexibles entre los grados de libertad del nudo y la tierra.

Forma en el Plano	Momento de inercia de masa al rededor del eje vertical(normal al papel) respecto al centro	Formula
	Diafragma rectangular: Masa uniformemente distribuida por unidad de Area Masa total del diafragma = M (o w/g)	$MMI_{cm} = \frac{M(b^2+d^2)}{12}$
	Diafragma triangular: Masa uniformemente distribuida por unidad de Area Masa total del diafragma = M (o w/g)	Use la formula general de diafragma
	Diafragma circular: Masa uniformemente distribuida por unidad de Area Masa total del diafragma = M (o w/g)	$MMI_{cm} = \frac{Md^2}{8}$

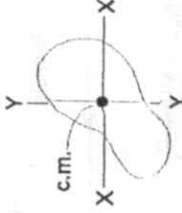
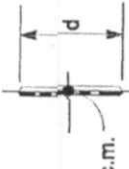
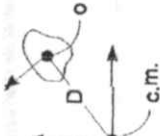
	Diafragma general: Masa uniformemente distribuida por unidad de Area Masa total del diafragma = M (o w/g) Area de diafragma = A Momento de inercia alrededor de X-X = I_x Momento de inercia alrededor de Y-Y = I_y	$MMI_{cm} = \frac{M(I_x + I_y)}{A}$
	Masa unitaria: Masa uniformemente distribuida por unidad de longitud Masa total de longitud = M (o w/g)	$MMI_{cm} = \frac{Md^2}{12}$
	Eje de transformacion para una masa: si la masa en un punto de masa, $MMI_O = 0$	$MMI_{cm} = MMI_O + MD^2$

Figure 16
Formulas para los Momentos de Inercia de Masa.

Desplazamientos de las restricciones

Si un grado en particular de libertad del nudo se restringen, el desplazamiento es igual al desplazamiento de tierra a lo largo de ese grado local de libertad. Esto se aplica sin tener en cuenta si los Resortes están presentes.
 El desplazamiento de tierra, y del desplazamiento del nudo, puede variar de un Caso de Carga al próximo. Si ninguna Carga de Desplazamiento de Tierra se especifica para una restricción de libertad, el desplazamiento del nudo es cero para ese Caso de Carga.

Componentes de desplazamiento de tierra que no está a lo largo de los grados restringidos de libertad no cargan la estructura (posiblemente exceptúe a través de Resortes). Un ejemplo de esto se ilustra en Figura 18.

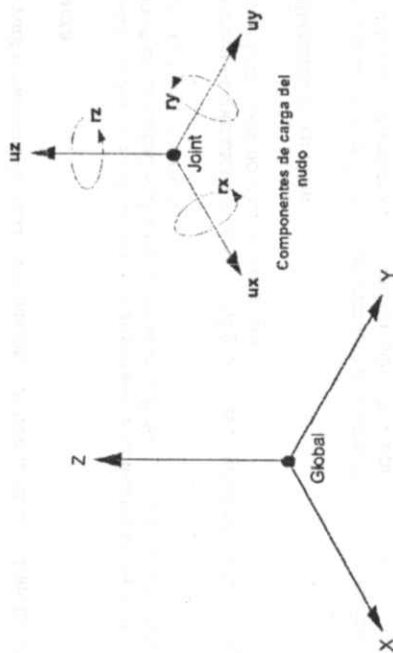


Figure 17

Valores especificados para la Carga de Fuerza y Carga de Desplazamiento de Tierra

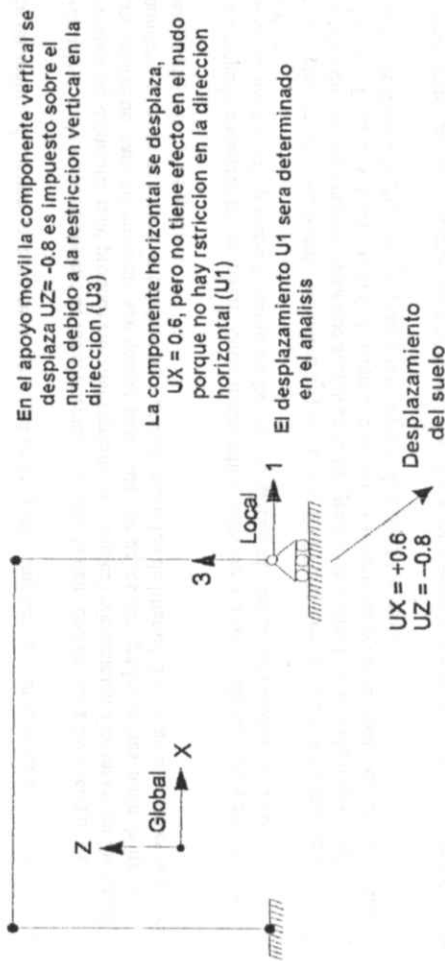


Figure 18

Desplazamiento de Restricciones y Grados Libres de Libertad

Desplazamientos de resorte

Los desplazamientos de tierra en un nudo son multiplicados por los coeficientes de rigidez de los resortes para obtener las fuerzas eficaces y momentos que se aplican al nudo. Los desplazamientos de resortes aplicados en una dirección sin la rigidez de resorte resulta cero aplicado a la carga. El desplazamiento de tierra y de las fuerzas aplicadas junto con los momentos, puede variar de un Caso de Carga a otro.

En un nudo el sistema de coordenada local, las fuerzas aplicadas y momentos F_1, F_2, F_3, M_1, M_2 y M_3 debido a los desplazamientos de tierra se da por:

(Eqn. 2)

$$\begin{Bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \\ M_1 \\ M_2 \\ M_3 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} u_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ u_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ u_3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ r_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \text{sym.} & r_2 & 0 & r_3 & r_{g2} & r_{g3} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_{g1} \\ u_{g2} \\ u_{g3} \\ r_{g1} \\ r_{g2} \\ r_{g3} \end{Bmatrix}$$

donde u_{g1} , u_{g2} , u_{g3} , r_{g1} , r_{g2} y r_{g3} son los desplazamientos de tierra y rotaciones, y los términos u_1 , u_2 , u_3 , r_1 , r_2 , y r_3 son los coeficientes de rigidez de los resortes especificados.

El resultado neto de las fuerzas y momentos de los resortes que actúan en el nudo son la suma de las fuerzas y momentos cedidos. Ecuaciones (1) y (2); note que éstos son de signos opuestos. En una restricción de libertad, el desplazamiento del nudo es igual al desplazamiento de tierra, y la fuerza neta del resorte es cero.

Constricciones del nudo

Se usan **constricciones** para dar fuerza en ciertos tipos de conducta del cuerpo-rígido, conectar diferentes partes del modelo, y para imponer ciertos tipos de condiciones de simetría.

Temas

- Apreciación global
- Constricciones de Diafragma

Apreciación global

Una **constricción** consiste en un juego de dos o mas nudos constringidos. Los desplazamientos de cada par de nudos en las constricciones está relacionado por ecuaciones de constricción. Los tipos de conducta que puede dar fuerza a través de constricciones son:

- Comportamiento de Cuerpo-rígido en la que los nudos constringidos trasladan y rotan juntos conectados por eslabones rígidos. Los tipos de comportamiento rígido puede ser modelado por:
 - Cuerpo rígido (Rigid Body): totalmente rígido para todos los desplazamientos
 - Diafragma rígido (Rigid Diaphragm): rígido para el comportamiento de membrana en un plano
 - Placas rígido (Rigid Plate): rígido para placas que dobla en un plano
 - Vara rígida (Rigid Rod): rígido para la extensión a lo largo de un eje
 - Viga rígida (Rigid Beam): rígido para viga que dobla en un eje
- Comportamiento de desplazamiento igual en la que las traslaciones y rotaciones son iguales en los nudos constringidos
- Simetría y condiciones de anti-simetría

El uso de constricciones reduce el número de ecuaciones en el sistema a ser resuelto y producirá eficacia computacionales. Sólo la Constricciones de Diafragma se describe en el capítulo, desde cual es el tipo mas usado de Constricciones.

Constricciones del diafragma

Una constricción de Diafragma causa que todos sus nudos constringidos se muevan juntos como un diafragma plano que está rígido contra la deformación de la membrana. Eficazmente, todos los nudos se conectan unos a otros por eslabones que rigen en el plano, pero no hace afecto fuera-de-plano (deformación de placas).

Estas Constricciones pueden usarse en:

- Simulación de losas de concreto. estructuras que típicamente tenga rigidez muy alta en el plano
- Modelo de diafragmas en superestructuras de puentes

El uso de Constricciones de Diafragma para estructuras elimina los problemas de exactitud numérica creando una rigidez grande en-plano, un suelo de diafragma se diseñó con elementos de membrana. También es muy útil en el análisis lateral (horizontal) dinámico de edificios, cuando produce una reducción significativa en el tamaño del problema del eigenvalue para ser resuelto. Vea Figura 19 para una ilustración de un diafragma del suelo.

Conectividad de Nudo

Cada Constricción de Diafragma conecta un juego de dos o más nudos juntos. Los nudos pueden tener cualquier localización arbitraria en el espacio, pero para los resultados más buenos todos los nudos deben estar en el plano de constricciones. Por otra parte, momentos flectores pueden generarse con restricciones por Constricción, que no son rígidos reales a la estructura.

Definición del plano

Las ecuaciones de constricción de Diafragma se escriben con respecto a un plano particular. La localización del plano no es importante, sólo su orientación.

Por defecto, el plano es automáticamente determinado por el programa de la distribución de los nudos constringidos en el espacio. Si ninguna dirección puede encontrarse, el diafragma horizontal (X-Y) el plano es supuesto: esto puede ocurrir si los nudos son coincidentes o colineales, o si la distribución espacial es casi tridimensional que el diseño plano.

Usted puede seleccionar automáticamente el plano especificando el eje global (X, Y, o Z) que es normal al plano de las constricciones. Esto puede ser útil, por ejemplo, al especificar un plano horizontal para un suelo con un paso pequeño en él.

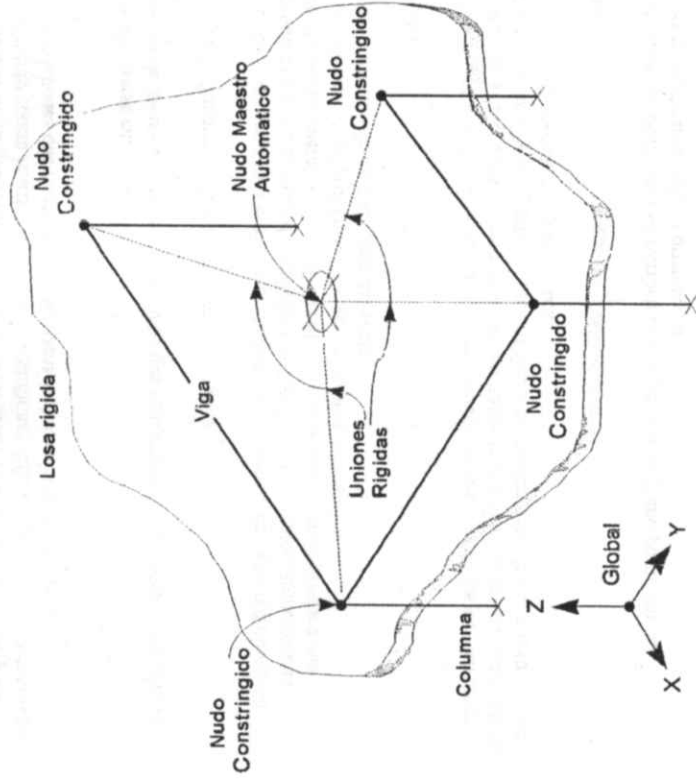


Figure 19

El uso del Constricciones del Diafragma para Modelar una losa Rígida

Sistema de la Coordenada local

Cada Constricciones del Diafragma tiene su propio sistema de la coordenada local, los ejes se denotan por 1, 2, y 3. El eje 3 local siempre es normal al plano del constricciones.

El programa escoge la orientación de ejes automáticamente, arbitrariamente los ejes 1 y 2 están en el plano. La orientación real de los ejes de diseño no es importante, desde que la dirección normal afecta las ecuaciones de construcción.

Ecuaciones de constricciones

Las ecuaciones de construcción relacionan los desplazamientos en cualquier par de nudos escogidos (subíndices i y j) en Constricciones de Diafragma. Estas ecuaciones se expresan en términos de traslaciones del en el plano (u_1 y u_2), la rotación (r_3) sobre la normal y las coordenadas del plano (x_1 y x_2), todas las Constricciones del sistema de la coordenada local:

$$u_{1j} = u_{1i} - r_{3i} \Delta x_2$$

$$u_{2j} = u_{2i} + r_{3i} \Delta x_1$$

$$r_{3j} = r_{3i}$$

$$\text{donde } \Delta x_1 = x_{1j} - x_{1i} \quad \text{y} \quad \Delta x_2 = x_{2j} - x_{2i}.$$

Problema A

Pórtico con Desplazamiento de Apoyo

Acero

$E = 29000$ ksi, Proporción de Poissons = 0.3

Bases con apoyos fijos.

Todas las conexiones de la viga-columna están rígidas

Resolver

Determine reacciones de apoyo debido a un 1" el desplazamiento descendente de nudo B.



Nota: Nuestro intento es que usted resuelva este problema primero, caso contrario puede verificar con los siguientes pasos desarrollados en este ejercicio..

Solución del Problema A

1. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar las unidades a kip-ft.

2. Del menú **File** seleccione **New Model From Template**....

3. En esta ventana pulse el botón **Pórtico plano**

4. En esta ventana:

- Teclee 14 en el **Story Height**.
- Teclee 30 en **Bay Width**.
- Pulse el botón **OK**.

5. Pulse el botón el "X" en la ventana 3-D para cerrarlo..

6. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar las unidades a kip-in.

7. Del menú **Define** seleccione **Materials...** Pulse el botón en **ACERO** en el área de los **Materiales**, y pulse el botón **Modify/Show Material**. Los Datos de Propiedad Materiales se despliega en la caja.

8. En esta ventana

- Verifique 29000 esta en el **Módulo de Elasticidad**.
- Verifique .3 esta en el **módulo de Poisson**.
- Acepte los otros valores predeterminados.
- Pulse el botón el botón de **OK** dos veces.

9. Pulse el botón de flecha, cambiar las unidades a kip-ft.

10. Pulse el botón **Set Elements** ☒ del menú principal.

11. En esta ventana:


- Cheque labels en la caja de frame.
- Pulse el botón **OK**.

12. Seleccione los elementos del pórtico 6 y 10. Apriete en el teclado **supr** para eliminar estos elementos.

13. Pulse el botón **Refresh Window** para actualizar la ventana.

14. Del menú **Draw** escoge **Edit Grid...** para desplegar **Modify Grid Lines** (grillado).

- Resalte W14X90 en el área de Secciones de Elemento y pulse el botón OK.
- Pulse el botón OK.

31. Pulse el botón **Show Undeformed Shape**  para limpiar la pantalla.

32. Pulse el botón **Set Elements**  del menú principal.

33. En esta ventana:

- Cheque labels en la caja de joints.
- Desactive labels en la caja de frames
- Pulse el botón OK.



34. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar las unidades a kip-in.

35. Seleccione el nudo 4 (nudo B en el enunciado del problema).


36. Del menú **Assign** seleccione **Frame Static Loads...** y escoja **Displacements...**

37. En esta ventana

- Teclee -1 en la traslación de Z.
- Pulse el botón OK.



38. Pulse el botón de flecha, cambiar las unidades a kip-ft

39. Pulse el botón **Show Undeformed Shape**  para limpiar la pantalla.

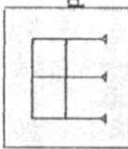
40. Pulse el botón **Set Elements**  del menú principal.

41. En esta ventana:

- Desactive labels en la caja de joints.
- Pulse el botón OK.

42. Del menú **Analyze** seleccione **Set Options...**

- En esta ventana pulse el botón el **Plane Frame XZ Plane** para poner los grados disponibles de libertad.
- Pulse OK.



43. Pulse el botón **Run Analysis**  para ejecutar el análisis.

15. En esta ventana:

- Verifique que la opción de Z es escogida en el área de la Dirección.
- Verifique que Glue Joints To Grid Lines esta activado.
- Cambie 28 en la coordenadas de Z por 26 y pulse el botón el **Move Grid Line**.
- Pulse el botón OK.

16. Del menú **Define** seleccione **Frame Sections...** para desplegar las secciones del elemento. En esta ventana:

17. Pulse el botón de flecha hasta que diga **Import I/Wide Flange** y entonces pulse el mismo..

18. Si aparece File Sección entonces localice el archivo Sections.pro que debe localizarse en el mismo directorio del SAP2000.

19. Una ventana aparece con una lista de todas las secciones en el banco de datos. En este diálogo:

- seleccione y pulse en W24X68.
- seleccione y pulse en W24X55.
- seleccione y pulse en W14X90.
- Pulse el botón OK tres veces.

20. Seleccione el elemento 8.

21. Del menú **Assign** seleccione **Frame** y de ahí **Sections...**

22. En esta ventana:

- Resalte W24X55 en el área de Secciones de Elemento y pulse el botón OK.
- Pulse el botón OK.

23. Pulse el botón **Show Undeformed Shape**  para limpiar la pantalla.

24. Seleccione los elementos. 7 y 9.

25. Del menú **Assign** seleccione **Frame** y de ahí **Sections...**

26. En esta ventana

- Resalte W24X68 en el área de Secciones de Elemento y pulse el botón OK.
- Pulse el botón OK.

27. Pulse el botón **Show Undeformed Shape**  para limpiar la pantalla.

28. Seleccione los elementos 5 y 7.

29. Del menú **Assign** seleccione **Frame** y de ahí **Sections...**

30. En esta ventana

44. Cuando el análisis este completo vea los mensajes en la ventana del Análisis (no debe haber ninguna advertencia o error) y entonces pulsa el botón de OK para cerrar la ventana del Análisis.

45. Pulse el botón **Joint Reaction Forces** [J] para desplegar la ventana de reacciones de nudos.

46. En esta ventana:

- Verifique que la opción de las Reacciones esta seleccionada.
- Pulse el botón OK.

47. Las reacciones se despliegan en la pantalla. Usted puede ver las reacciones pulsando el botón derecho en cualquier nudo.

Si el tamaño de los caracteres son pequeños entonces lea la nota de abajo.

Nota: para cambiar el tamaño del conjunto de caracteres, seleccione el menú principal Options luego Preferences y asegúrese que la Etiqueta de las Dimensiones este seleccionada. En el Tamaño del conjunto de caracteres (Minimum Graphic font Size) poner de 5 o 6 puntos. Pulse el botón OK.

Comentarios de algunos pasos:

Debido a que este es el primer ejercicio que usted resuelve es importante recalcar varias cosas referente a los pasos desarrollados para la solución del mismo.

Si tiene algún comentario o pregunta respecto a alguno de estos pasos desarrollados de este u otro ejercicio, háganos el favor de mandarnos un e-mail a estructubol@hotmail.com

1.- *Siempre tomar en cuenta las unidades antes de empezar siempre!! : si por error cargaste en otro sistema de unidades la manera de arreglar problema es muy complejo tienes que entrar al editor del SAP un archivo \$2k sin embargo la manera mas optima de salvar la geometria (solo la geometrias) interactuando con Excel o AutoCad*

10.- *SET ELEMENTS: esta ventana te permite solo visualizar e identificar los elementos de una manera mas cómoda para ti.*

14.- *Modify Grid Lines: en esta ventana defines unas rejillas que facilitan la interacción directa con el mouse, simplemente son unas líneas de ayuda para la generación grafica de la estructura*

23.- *Show Undeformed Shape: muestra la estructura de una manera mas simple*

Problema B

Viga simple Con Cargas Trapezoidales

Acero

$E = 29000 \text{ ksi}$

Relación de Poisson = 0.3

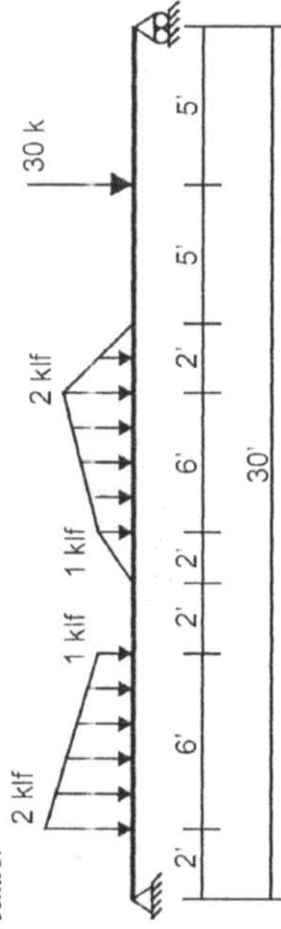
Viga = W21X50

Resolver:

Determine la flecha de la viga. Ignore el mismo peso de la viga

Cree al modelo como sigue:

1. Del menú de file, escoja **New Model From Template**. Seleccione Beam template en la esquina izquierda superior. Ponga el número de spans a uno.
2. Defina las propiedades de sección de elemento.
3. Aplique las cargas a la viga.
4. Use el Divide Frames en las vigas para dividir la viga en dos elementos con un nodo al centro.



Nota: Nuestro intento es que usted resuelva este problema primero; caso contrario puede verificar con los siguientes pasos desarrollados en este ejercicio.

97

Solución del Problema B

1. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar las unidades a kip-ft.
2. Del menú **File** seleccione **New Model From Template**....
3. En esta ventana pulse el botón **Beam** para desplegar la Viga.
4. En esta ventana:

- Teclee 1 en **Number of Spans**.
- Teclee 30 en **Span Length**.
- Pulse el botón **OK**.

5. Pulse el botón el "X" en la ventana 3-D para cerrar.
6. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar las unidades a kip-in.
7. Del menú **Define** seleccione **Materials**...

8. Pulse el botón **STEEL** en el área de los Materiales, y pulse el botón **Modify/Show Material**. Los Datos de Propiedad Materiales se despliega en la caja.
9. En esta caja de dialogo:

- Verifique 29000 esta en el Módulo de Elasticidad.
- Verifique .3 esta en el modulo de Poisson .
- Acepte los otros valores predeterminados.
- Pulse el botón **OK** dos veces.


10. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar las unidades a kip-ft.
11. Del menú **Define** seleccione **Static Load Cases**... para desplegar **Define Static Load Case**
12. En esta caja de dialogo:

- Teclee 0 en **Self Weight Multiplier**.
- Pulse **Change Load**.
- Pulse el botón de **OK**.

98

13. Del menú **Define seccion Frame Sections...** para desplegar las secciones del elemento.
14. Pulse el botón de flecha hasta que diga **Import I/Wide Flange** y pulse el mismo.
15. Si aparece **File Sección** entonces localice el archivo **Sections.pro** que debe localizarse en el mismo directorio del **SAP2000**.
16. Una ventana aparece con una lista de todas las secciones en el banco de datos. En este diálogo:

- Pulse en **W21X50**.
- Pulse el botón **OK** tres veces.

17. Seleccione el elemento.
18. Del menú **Assign seccion Frame** y de ahí **Sections...**
19. Resalte **W21X50** en el área de Secciones de Elemento y pulse el botón **OK**.
20. Pulse el botón **Show Undeformed Shape**  para limpiar la pantalla.
21. Seleccione el elemento.
22. Del menú **Assign seccion Frame Static Loads...** y entonces escoja **Point and Uniform...**
23. En esta ventana:

- En el Tipo de Carga verificar que la opción de Fuerzas y la dirección de Z Global están seleccionadas.
- Seleccione la Distancia Absoluta.
- En el área de Cargas escriba 25 en la primera caja y teclee abajo -50.
- Pulse el botón **OK**.

24. Seleccione el elemento.
25. Del menú **Assign seccion Frame Static Loads...** y entonces escoja **Trapezoidal...**
26. En esta ventana:

- En el Tipo de Carga verificar que la opción de Fuerzas y la dirección de Z Global están seleccionadas.
- Seleccione la Distancia Absoluta.
- En el primer área de Cargas Trapezoidal poner 2 en la distancia y abajo -2

- En la segunda área de Cargas Trapezoidal poner 2 en la distancia y abajo -2
- En el tercer área de Cargas Trapezoidal poner 8 en la distancia y abajo -1
- En la cuarta área de Cargas Trapezoidal poner 8 en la distancia y abajo -1
- Pulse el botón **OK**.

27. Seleccione el elemento.
28. Del menú **Assign seccion Frame Static Loads...** y entonces escoja **Trapezoidal...**
29. En esta ventana:

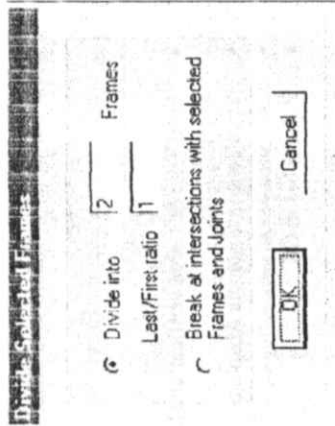
- En el primer área de Cargas Trapezoidal poner 10 en la distancia y abajo 0
- En la segunda área de Cargas Trapezoidal poner 18 en la distancia y abajo -2
- En el tercer área de Cargas Trapezoidal poner 20 en la distancia y abajo 0
- Presione el botón **OK**.

30. Seleccione el elemento.

31. Del **Edit** menú seleccione **Divide Frames...**

divida los Elementos Seleccionados.

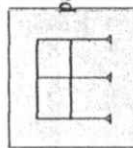
Verifique que la ventana aparece como en la figura y pulsa el botón **OK**. El elemento está roto en dos con un nodo al centro.


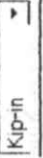


32. Pulse el botón **Undeformed**  para limpiar la pantalla.

33. Del menú **Analyze** seleccione **Set Options...**

- En esta ventana pulse el botón **Plane Frame XZ Plane** para poner los grados disponibles de libertad.
- Pulse **OK**.



34. Pulse el botón **Run Analysis**  para ejecutar el análisis.
35. Cuando el análisis este completo vea los mensajes en la ventana del Análisis (no debe haber ninguna advertencia o error) y entonces pulsa el botón **OK** para cerrar la ventana del Análisis.
36. Pulsa el botón derecho en el nudo del centro para ver su desplazamiento en pies.
37. Pulse el botón en la barra de estado cambiar las unidades a kip-in. 
38. El pulsa el botón derecho en el nudo del centro para ver su desplazamiento en pulgadas.

Problema C

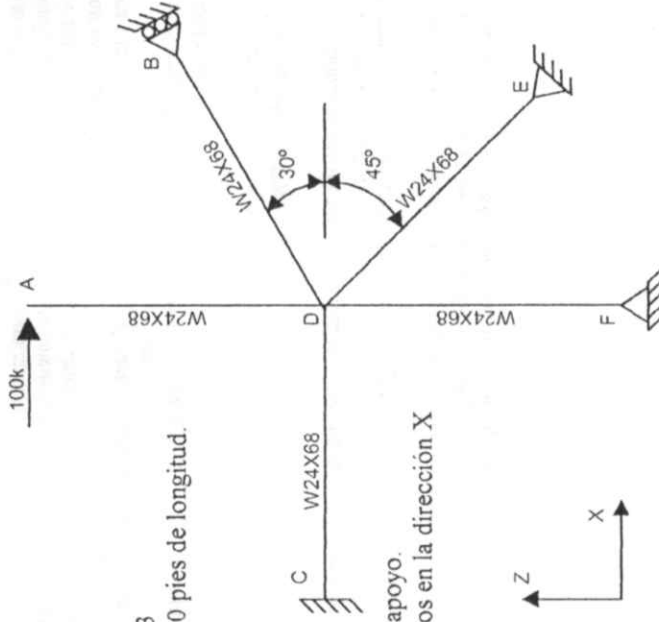
Apoyos inclinados

Acero

$E = 29000$ ksi

Relación de Poisson = 0.3

Todos los miembros de 10 pies de longitud.



Resolver

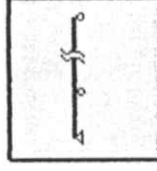
Determine reacciones de apoyo.

Determine desplazamientos en la dirección X en los nudos A y B.

Solución del Problema C

1. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar las unidades a kip-ft.
2. Del menú **File** seleccione **New Model From Template**.
3. En esta ventana pulse el botón **Beam** para desplegar la **Viga**.
4. En esta ventana:

- Teclee 2 en el **Number of Spans**.
- Teclee 10 en **Span Length**.
- Pulse el botón **OK**.



5. Pulse el botón el "X" en la ventana 3-D para cerrarlo.

6. Pulse el botón **Set Elements** ☒ del menú principal.

7. En esta ventana:

- Cheque labels en la caja de frame.
- Pulse el botón **OK**.

8. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar las unidades a kip-in.

9. Del menú **Define** seleccione **Materials**.

10. Pulse el botón **STEEL** en el área de los **Materiales**, y pulse el botón **Modify/Show Material**. Los **Datos de Propiedad de Materiales** se despliega en la caja.

11. En esta caja de diálogo:

- Verifique 29000 esta en el **Módulo de Elasticidad**.
- Verifique .3 esta en el **modulo de Poisson**.
- Acepte los otros valores predeterminados.
- Pulse el botón de **OK** dos veces.



12. Pulse el botón, cambiar las unidades a kip-ft.

13. Del menú **Define** seleccione **Frame Sections** para desplegar las secciones del elemento.

14. Pulse el botón de flecha hasta que diga **Import I/Wide Flange** y pulse el mismo.

15. Si aparece **File Sección** entonces localice el archivo **Sections.pro** que debe localizarse en el mismo directorio del **SAP2000**.


16. Una ventana aparece con una lista de todas las secciones en el banco de datos. En este diálogo:

- Pulse en W24X68.
- Pulse el botón OK tres veces.

17. Seleccione los elementos 1 y 2.

18. Del menú **Assign** seleccione **Frame** y de ahí **Sections...**

19. Resalte W24X68 en el área de Secciones de Elemento y pulse OK.

20. Pulse el botón **Show Undeformed Shape**  para limpiar la pantalla.

21. Seleccione el elemento 2.

22. Del menú **Edit** seleccione **Replicate...** para desplegar la caja de diálogo de Copia.

23. En esta ventana:

- Pulse el botón Radial.
- Escoja el eje Y.
- Teclee 45 en la caja de ángulos en el área de Datos de Incremento.
- Teclee 1 en el Número revise caja en el área de Datos de Incremento.
- Pulse el botón **OK**.

24. Seleccione el elemento 2.

25. Del menú **Edit** seleccione **Replicate...** para desplegar la caja de diálogo de Copia.

26. En esta ventana:

- Pulse el botón Radial.
- Teclee 90 en la caja de ángulos en el área de Datos de Incremento.
- Pulse el botón **OK**.

27. Seleccione el elemento 2.

28. Del menú **Edit** seleccione **Replicate...** para desplegar la caja de diálogo de Copia.

29. En esta ventana:

- Pulse el botón Radial.
- Teclee 270 en la caja de ángulos en el área de Datos de Incremento.
- Pulse el botón **OK**.

30. Seleccione el elemento 2.


31. Del menú **Edit** seleccione **Replicate...** para desplegar la caja de diálogo de Copia.


32. En esta ventana:

- Pulse el botón Radial.
- Teclee 330 en la caja de ángulos en el área de Datos de Incremento.
- Pulse el botón **OK**.

33. Seleccione el elemento 2.

34. Apriete en el teclado **supr** para eliminar este elemento.

35. Pulse el botón **Refresh Window**  para actualizar la ventana.

36. Pulse el botón **Set Elements**  del menú principal.

37. En esta ventana:

- Cheque labels en la caja de joints.
- Desactive labels de los frames.
- Pulse el botón **OK**.

38. Seleccione el nudo 4

39. Del menú **Assign** escoger **Joint** y luego **Local Axes...** para desplegar la ventana de ejes locales

40. En esa ventana:

- Teclee -45 en la caja de Y.
- Pulse el botón **OK**.

41. Seleccione el nudo 7

42. Del menú **Assign** escoger **Joint** y luego **Local Axes...** para desplegar la ventana de ejes locales

43. En esa ventana:

- Teclee -120 en la caja de Y.
- Pulse el botón **OK**.

44. Seleccione el nudo 1.

45. Del menú **Assign** escoger **Joint** y luego **Restraints...** para desplegar la ventana de vínculos.

46. En esa ventana:

- Teclee las seis cajas.

- Pulse el botón **OK**.

47. Seleccione los nudos 4 y 5.
48. Del menú **Assign** escogor **Joint** y luego **Restraints...** para desplegar la ventana de vínculos.
49. En esa ventana:

- Desactive las tres rotaciones y deje las tres traslaciones.
- Pulse el botón **OK**.

50. Seleccione el nudo 7.

51. Del menú **Assign** escogor **Joint** y luego **Restraints...** para desplegar la ventana de vínculos.

52. En esa ventana:


- Solo active la traslación en 3.
- Pulse el botón **OK**.

53. Seleccione el nudo 6.

54. Del menú **Assign** seleccione **Joint Static Loads...** y escoja **Forces...**

55. En esta ventana:

- Escriba 100 en **Force Global X**.
- Pulse el botón **OK**.

56. Pulse el botón **Show Undeformed Shape**  para limpiar la pantalla.

57. Pulse el botón **Set Elements**  del menú principal.

58. En esta ventana:

- Desactive labels en la caja de joints.
- Pulse el botón **OK**.

59. Del menú **Analyze** seleccione **Set Options...**

- En esta ventana pulse el botón el **Plane Frame XZ Plane** grados disponibles de libertad.
- Pulse **OK**.


para poner los



60. Pulse el botón **Run Analysis**  para ejecutar el análisis.

61. Cuando el análisis este completo vea los mensajes en la ventana del Analisis (no debe haber ninguna advertencia o error) y entonces pulsa el boton de **OK** para cerrar la ventana del Analisis.

62. Haga clic derecho sobre los nudos A y B para ver sus desplazamientos.

63. Pulse el botón **Joint Reaction Forces**  para desplegar la ventana de reacciones de nudos.

64. En esta ventana:

- Verifique que la opción de las **Reacciones esta seleccionada**
- Pulse el botón **OK**.

65. Las reacciones se despliegan en la pantalla. Usted puede ver las reacciones pulsando el botón derecho en cualquier nudo.
Si el tamaño de los caracteres son pequeños entonces lea la nota de abajo.

*Nota: para cambiar el tamaño del conjunto de caracteres seleccione del menú principal **Options** luego **Preferences** y asegúrese que la **Etiqueta de las Dimensiones** este seleccionada. En el **Tamaño del conjunto de caracteres (Minimum Graphic font Size)** poner de 5 o 6 puntos. Pulse el botón **OK**.*

Problema D

Pórtico de Acero Análisis estático

Acero

$E = 29000 \text{ ksi}$

Relación de Poisson = 0.3

Apoyos fijos

Todas las conexiones de la viga-columna están rígidas

Vigas: W24X55, $F_y = 36 \text{ ksi}$

Columnas: W14X90, $F_y = 36 \text{ ksi}$

Carga de la viga en el vano, en todas las Vigas

1.0 klf Carga Muerta (no incluir peso propio de la estructura)

0.5 klf Carga Viva

Carga lateral (Terremoto)

Como indica la figura

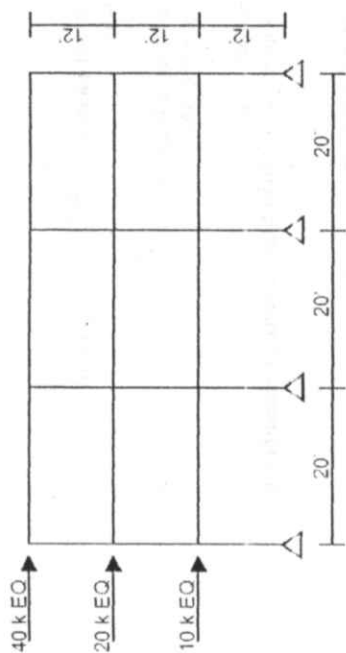
Longitudes de

Columnas que se apoyan mutuamente a cada nivel del suelo

Assume que se aseguran las vigas a 10 pies en el centro

Resolver:

Determine las proporciones de tensión del AISC-ASD89 debido a DL, LL y cargas de EQ.



Nota: Nuestra intención es que usted resuelva este problema primero, caso contrario puede verificar con los siguientes pasos desarrollados en este ejercicio.

Solución del Problema D

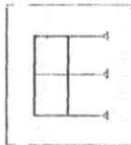
1. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar unidades a kip-ft.

2. Del menú File seleccione New Model From Template....

3. En esta ventana pulse el botón **Plantas plano**

4. En esta ventana:

- Teclee 3 en Number of Stories
- Teclee 3 en Number of Bays
- Acepte el valor de 12 en Story Height
- Teclee 20 en Bay Width.
- Pulse el botón OK.



5. Pulse el botón el "X" en la ventana 3-D para cerrarlo..

6. Pulse el boton en la barra de estado, cambiar las unidades a kip-in.



7. Del menú **Define** seleccione **Materials...**

8. Pulse el botón en STEEL en el área de los Materiales, y pulse el botón **Modify/Show Material**. Los Datos de Propiedad Materiales se despliega en la caja.

9. En esta ventana:

- Verifique 290000 esta en el Módulo de Elasticidad.
- Verifique .3 esta en el módulo de Poisson.
- Verifique el peso por unidad de volumen de 2.830E-0.4
- Verifique que la fluencia del acero es $F_y = 36$
- Pulse el botón el botón de OK dos veces.

10. Pulse el botón de flecha, cambiar unidades a kip-ft.

11. Del menú **Define** seleccione **Frame Sections...** para desplegar las secciones del elemento.

12. Pulse el botón de flecha hasta que diga **Import I/Wide Flange** y pulse el mismo.

13. Si aparece File Sección entonces localice el archivo Sections.pro que debe localizarse en el mismo directorio del SAP2000.

14. Una ventana aparece con una lista de todas las secciones en el banco de datos. En este dialogo:

- Teclee abajo y pulse en W24X55.
- Seleccione W14X90 manteniendo presionado ctrl. (control)
- Pulse el botón OK tres veces.

15. Seleccione todas las columnas usando intersecting line.

16. Del menú **Assign** seleccione **Frame** y de ahí **Sections...**

17. Resalte W14X90 en el área de Secciones de Elemento y pulse el botón OK.

18. Seleccione todas las vigas usando intersecting line.

19. Del menú **Assign** seleccione **Frame** y de ahí **Sections...**

20. Resalte W24X55 en el área de Secciones de Elemento y pulse el botón OK.

21. Pulse el botón **Show Undeformed Shape** para limpiar la pantalla.

22. Del menú **Define** seleccione **Static Load Cases...**

23. En esa ventana:

- Teclee DL en la caja de Load
- Pulse **Change Load**
- Teclee LL en la caja de Load
- Seleccione LIVE de la caja de flecha
- Teclee 0 en la caja de Self weight Multiplier
- Pulse **Add New Load**
- Teclee EQ en la caja de Load
- Seleccione QUAKE de la caja de flecha
- Pulse **Add New Load**
- Pulse el botón **OK**

24. Pulse el botón de selección previa  en el menú de barra lateral

25. Del menú **Assign** seleccione **Frame Static Loads...** y luego escoja **Point and Uniform...** eso abrirá una caja de dialogo

26. En esa ventana:

- Verifique que en Load Case Name este **DL**.
- En el tipo de carga y dirección verifique que este activo Forces y Global Z
- En la caja de Uniform load escribir -1
- Pulse el botón **OK**

27. Pulse el botón de selección previa  en el menú de barra lateral

28. Del menú **Assign** seleccione **Frame Static Loads...** y luego escoja **Point and Uniform...** eso abrirá una caja de dialogo

29. En esa ventana:

- Verifique que en Load Case Name este **LL**.
- En la caja de Uniform load escribir -5
- Pulse el botón **OK**

30. Pulse el botón **Show Undeformed Shape**  para limpiar la pantalla.

31. Pulse el botón **Set Elements**  del menú principal.
 32. En esta ventana:

- Active labels en la caja de joints.
- Pulse el botón **OK**.

33. Seleccione el nudo 4 Con un clic
 34. Del menú **Assign** seleccione **Joint Static Loads...** y escoja **Forces...**
 35. En esta ventana:


- Seleccione **EQ** de Load Case Name
- Escriba 40 en Force Global X.
- Pulse el botón **OK**.

36. Seleccione el nudo 3 Con un clic
 37. Del menú **Assign** seleccione **Joint Static Loads...** y escoja **Forces...**
 38. En esta ventana:

- Escriba 20 en Force Global X.
- Pulse el botón **OK**.

39. Seleccione el nudo 2 Con un clic
 40. Del menú **Assign** seleccione **Joint Static Loads...** y entonces escoja **Forces...**
 41. En esta ventana:

- Escriba 10 en Force Global X.
- Pulse el botón **OK**.

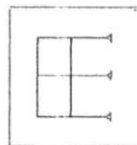
42. Pulse el botón **Show Undeformed Shape**  para limpiar la pantalla.

43. Pulse el botón **Set Elements**  del menú principal.
 44. En esta ventana:

- Desactive labels en la caja de joints.
- Pulse el botón **OK**.

45. Del menú **Analyze** seleccione **Set Options...**

- En esta ventana pulse el botón el **Plane Frame XZ Plane** para poner los grados disponibles de libertad.
- Pulse **OK**.



46. Pulse el botón **Run Analysis**  para ejecutar el análisis.

47. Cuando el análisis este completo vea los mensajes en la ventana del **Análisis** (no debe haber ninguna advertencia o error) y entonces pulsa el botón de **OK** para cerrar la ventana del **Análisis**.

48. Pulse el botón **Show Undeformed Shape**  para limpiar la pantalla.

49. Seleccione todas las columnas usando intersecting line. 

50. Del menú **Design** seleccione **Redefine Element Design Data** para desplegar la caja de **Element Overwrite Assignments**

51. En esta ventana:
- Active **Unbraced Length Ratio (Minor, LTB)**
 - Teclee .5 en **Unbraced Length Ratio (Minor, LTB)**
 - Pulse el botón **OK**.

52. Del menú **Options** seleccione **Preferences...** para desplegar dicha ventana

53. En esa ventana:

- Active la pestaña **Steel**
- Seleccione **AISC-ASD89** de la caja de flecha
- Pulse el botón **OK**.

54. Del menú **Design** seleccione **Start Design/Check Of Structure** para ejecutar el cheque del diseño de los elementos de Pórtico de acero.

55. Cuando el diseño este completo las proporciones de tensión se desplegaran

Problema E

Pórtico de cercha

Acero

$E = 29000 \text{ ksi}$

Relación de Poisson = 0.3

Todos los miembros son L4x4

$F_y = 36 \text{ ksi}$

Apoyos fijos

Diafragmas

Los diafragmas de concreto con 8" de espesor, y su peso de 150 pcf

Diseño como diafragma rígido a los Niveles A y B

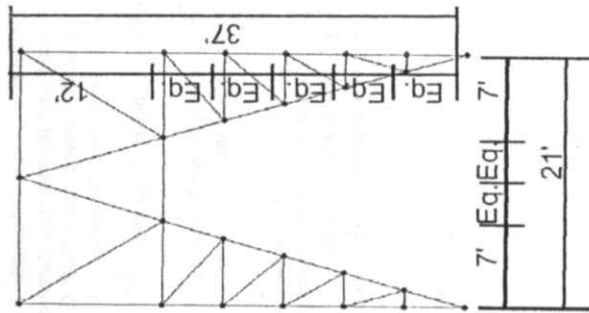
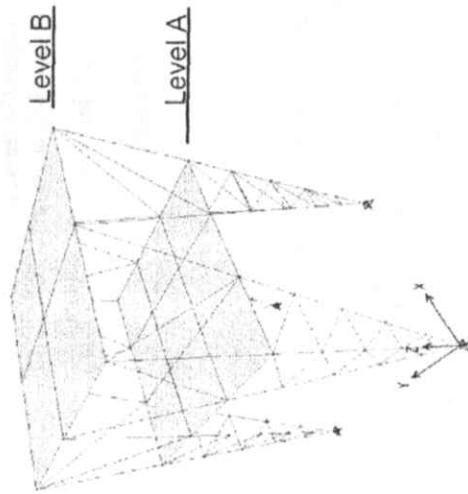
La carga del adicional muerta a cada diafragma es 50 psf

La carga viva a cada diafragma es 100 psf

Resolver

Tamaño de los Miembros de acero de para DL + LL usar AISC - ASD89


Determine los primeros tres modos de vibración



Elevación típica
(Los cuatro lados son lo mismo)

Nota: Nuestra intención es que usted resuelva este problema primero; caso contrario puede verificar con los siguientes pasos desarrollados en este ejercicio..

Solución del Problema E

1. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar unidades a kip-ft.
2. Del menú File seleccione New Model
3. En esta ventana:
 - Seleccione la pestaña Cartesian
 - En Number of Grids Spaces teclee 0 en la dirección X
 - En Number of Grids Spaces teclee 0 en la dirección Y
 - En Number of Grids Spaces teclee 0 en la dirección Z
 - Pulse el botón OK.
4. Del menú Draw seleccione Edit Grid... para desplegar Modify Grid Lines
5. En esa ventana:
 - Seleccione la opción X
 - Teclee 7 en la caja y pulse Add Grid Line
 - Teclee 10.5 en la caja y pulse Add Grid Line
 - Seleccione la opción Z
 - Teclee 25 en la caja y pulse Add Grid Line
 - Teclee 37 en la caja y pulse Add Grid Line
 - Pulse el botón OK
6. Pulse en la ventana con el título X-Y Plane @ Z=0 para activarla. Esa ventana es activa cuando la barra de título esta encendida
7. Pulse la vista 2-D del plano xz con el botón  para cambiar de vista en el plano X-Z Note que la barra de título es X-Z Plane @ Y=0.

117

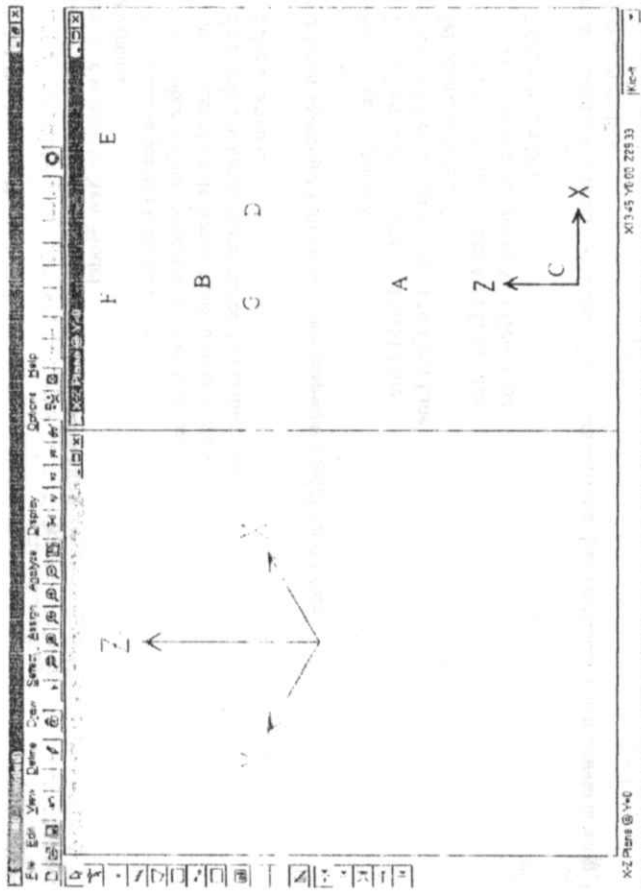


Figura C-1: el Esquema de la Reja Inicial en el Plano de X-Z


8. Pulse el botón de rápido dibujo de elemento en la barra de menú lateral
9. Pulse en la reja denominada A, en la figura C-1 para ingresar un elemento al modelo.
10. Pulse en la reja denominada B, en la figura C-1 para ingresar un elemento al modelo.
11. Pulse el botón para dibujar un elemento  del menú lateral
12. Pulse en los puntos denominados C, D, y E de la figura C-1, en ese orden, luego presione del teclado enter para ingresar dos elementos mas.

118

13. Pulse en el punto denominado F y E de la figura C-1, en ese orden, luego presione del teclado enter para ingresar mas elementos.

14. Pulse en el punto denominado G y D de la figura C-1, en ese orden; luego...

15. Pulse en el punto denominado D y F de la figura C-1, en ese orden; luego...

16. Pulse el botón del puntero  del menú lateral para estar en modo de dibujo.

17. Pulse el botón **Set Elements**  del menú principal.

18. En esta ventana:

- Cheque labels en la caja de Frames.
- Cheque labels en la caja de Joints.
- Pulse Fill Elements
- Pulse el botón **OK**; y la pantalla aparece como la figura C-2

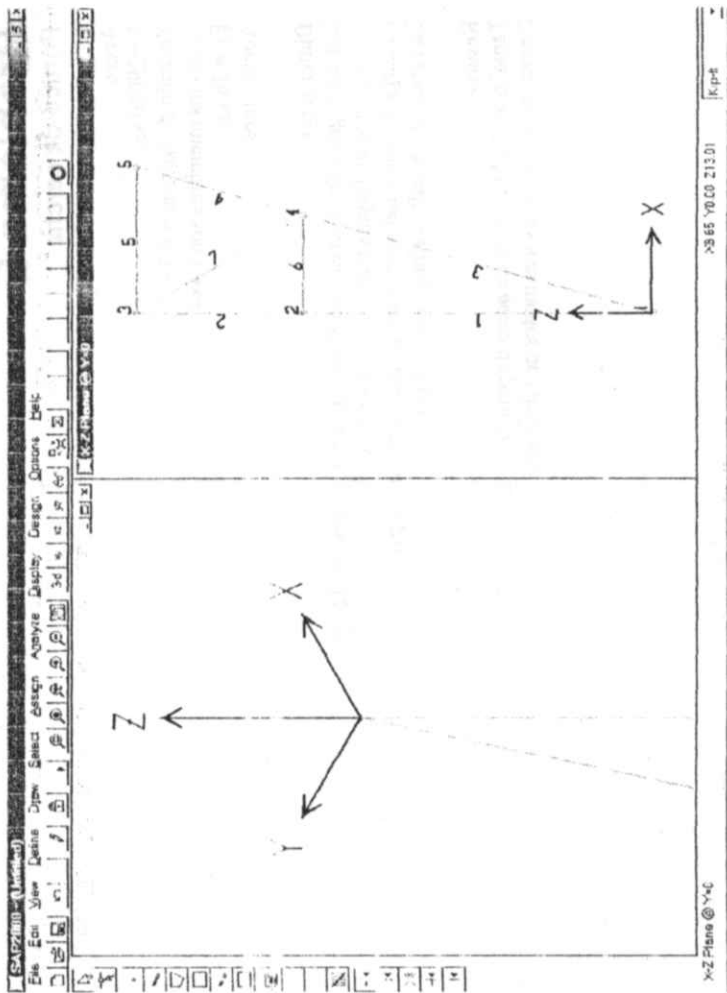
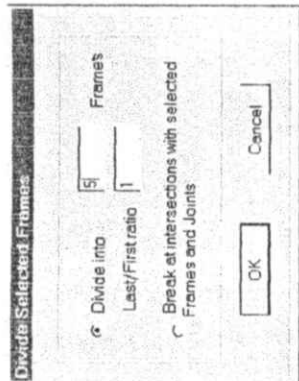


Figura C-2: La Pantalla Cuando Después del Paso 18

19. Pulse en los elementos 1 y 3 para seleccionarlos

20. Del menú **Edit** seleccione **Divide Frames...**

21. Verifique que la ventana este como se muestra en el gráfico siguiente.



Nota: Para cambiar el tamaño del conjunto de caracteres, seleccione el menú principal *Options luego Preferences* y asegúrese que la Etiqueta de las Dimensiones este seleccionada. En el Tamaño del conjunto de caracteres (*Minimum Graphic font Size*) poner de 5 o 6 puntos. Pulse el botón **OK**.

Actualice su ventana apretando .

Nota: Si aun tiene problemas al leer algún nudo usted puede presionar el botón derecho en el nudo y aparecerá una descripción del mismo.

40. Pulse el botón del puntero del menú lateral para estar en modo de dibujo.
41. Pulse el botón en el Menú de Herramientas lateral para seleccionar todos los elementos.
42. Del menú **Edit** seleccione **Replicate...**
43. En esa ventana:
 - Seleccione la pestaña **Radial**.
 - Active la rotación alrededor del eje **Z**.
 - En la caja **Increment Data** poner 90 y en number **1**.
 - Pulse el botón **OK** para replicar
44. Pulse el botón de selección previa en el menú de barra lateral
45. Del menú **Edit** seleccione **Replicate...**
46. En esa ventana:
 - Seleccione la pestaña **Linear**.
 - Teclee 2.1 en la caja de **Y**.
 - Verificar que sea 0 el valor de **X** y **Z**
 - Verificar que este 1 en **Number**
 - Pulse el botón **OK** para replicar
 -
47. Pulse en la ventana con el título **X-Z Plane @ Y=0** para activarla.
48. Pulse la vista 2-D del plano yz con el botón para cambiar de vista en el plano X-Z Note que la barra de título es **Y-Z Plane @ X=0**
49. Seleccione todos los elementos que están en el plano **Y-Z plane @ X=0**

22. Pulse el botón para dibujar un elemento del menú lateral
23. Pulse los nudos 9 y 13 para dibujar un elemento luego presione del teclado "enter".
24. Pulse los nudos 8 y 12 para dibujar un elemento luego presione "enter".
25. Pulse los nudos 7 y 11 para dibujar un elemento luego presione "enter".
26. Pulse los nudos 6 y 10 para dibujar un elemento luego presione "enter".
27. Pulse los nudos 13 y 2 para dibujar un elemento luego presione "enter".
28. Pulse los nudos 12 y 9 para dibujar un elemento luego presione "enter".
29. Pulse los nudos 11 y 8 para dibujar un elemento luego presione "enter".
30. Pulse los nudos 10 y 7 para dibujar un elemento luego presione "enter".
31. Pulse el botón del puntero del menú lateral para estar en modo de dibujo.
32. Pulse en la ventana **3D** para activarla
33. Del menú **View** seleccione **Refresh View**
34. Pulse en la pantalla denominada **X-Z Plane @ Y=0** para activarla


35. Pulse el botón en el Menú de Herramientas lateral para seleccionar todos los elementos.
37. Del menú **Edit** seleccione **Replicate...**
38. En esa ventana:
 - Seleccione la pestaña **Mirror**
 - Active el plano **Y-Z**
 - En la caja de **Ordinate** poner 10.5 en **X**
 - Pulse el botón **OK** para replicar

39. Pulse el botón para dibujar un elemento del menú lateral
40. Pulse los nudos 4 y 16 para dibujar un elemento luego presione "enter".

50. Del menú **Edit** seleccione **Replicate...**

51. En esa ventana:


- Seleccione la pestaña **Linear**.
- Teclee **21** en la caja de **Y**.
- Verifique que sea **0** el valor de **X y Z**
- Verifique que este **1** en **Number**
- Pulse el botón **OK** para replicar

52. Pulse la vista **2-D** del plano **xy** con el botón  para cambiar de vista en el plano **X-Y** Note que barrá de título es **X-Y Plane @ Z=0**.

53. Seleccione los cuatro nudos.

54. Del menú **Assign** seleccione **Joint**, y luego **Restraints...**


55. En esa ventana:

- Verifique que la traslación **1, 2, y 3** estén activadas
- Verifique que la rotación **1, 2, y 3** estén desactivadas
- Pulse el botón **OK** 56. Pulse el botón **Show Undeformed Shape**  para limpiar la pantalla.

57. Pulse el botón de subir un grid  del menú principal para estar en la vista de **Z=25**

58. Pulse el botón para dibujar un shell rectangular  del menú lateral


59. Pulse en el nudo **32** y luego en el **14** para dibujar un elemento shell.

60. Pulse el botón del puntero  del menú lateral para estar en modo de dibujo.


61. Pulse en el shell para seleccionarlo

62. Del menú **Edit** seleccione **Mesh Shells...**


63. Verifique que la ventana este como se muestra en el grafico adyacente luego pulse **OK**

64. Pulse el botón de subir un grid  del menú principal para estar en la vista de **Z=37**

123

65. Pulse el botón para dibujar un shell rectangular  del menú lateral

66. Pulse en el nudo **33** y luego en el **15** para dibujar un elemento shell.

67. Pulse el botón del puntero  del menú lateral para estar en modo de dibujo.

68. Pulse en el shell para seleccionarlo

69. Del menú **Edit** seleccione **Mesh Shells...**

70. Verifique que la ventana este como se muestra en el grafico adyacente luego pulse **OK**

71. Pulse el botón **Set Elements**  del menú principal.

72. En esa ventana:

- **Deactive labels** en la caja de joints.
- **Deactive labels** en la caja de Frames.
- Pulse el botón **OK**.

73. Del menú **Define** seleccione **Static Load Cases...**

74. En esa ventana:

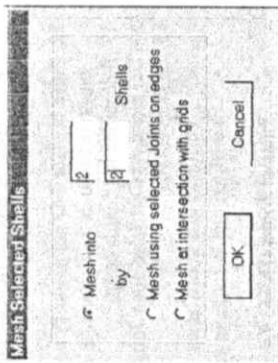
- Teclee **DL** en la caja de Load
- Pulse **Change Load**
- Teclee **LL** en la caja de Load
- Seleccione **LIVE** de la caja de flecha
- Teclee **0** en la caja de **Self weight Multiplier**
- Pulse **Add New Load**
- Pulse el botón **OK**

75. Del menú **Define** seleccione **Materials...**

76. En esa ventana:

- Seleccione **CONC** en el área de los Materiales, y pulse el botón **Modify/Show Material**. Los Datos de Propiedad Materiales se despliega en la caja.
 - o Verifique que la peso por unidad de volumen es **0.15**
 - o Verifique que la masa por unidad de volumen es **4.658E-0.3**
 - o Verifique .3 esta en el modulo de Poisson.
 - o Verifique que la fluencia del acero **Fy** es **36**.

124



- o Pulse el botón **OK** dos veces.

Kip-in

77. Pulse el botón de flecha, cambiar las unidades a kip-in.
78. Del menú **Define** seleccione **Materials...**
79. En esa ventana:
 - Seleccione **STEEL** en el área de los Materiales, y pulse el botón **Modify/Show Material**. Los Datos de Propiedad Materiales se despliega en la caja.
 - En esta ventana
 - o Verifique 290000 esta en el Módulo de Elasticidad.
 - o Verifique .3 esta en el modulo de Poisson.
 - o Verifique que la fluencia del acero Fy es 36.
 - o Pulse el botón **OK**, dos veces.

80. Del menú **Define** seleccione **Frame Sections...** para desplegar las secciones del elemento.
81. En esa ventana:


- Pulse el botón de flecha hasta que diga **Import Angle** y pulse el mismo.
- Si aparece **File** Sección entonces localice el archivo **Sections.pro** que debe localizarse en el mismo directorio del **SAP2000**.
- Una ventana aparece con una lista de todas las secciones en el banco de datos. En este diálogo:
 - Pulse abajo y seleccione **L4x4x3/4**.
 - Arrastre el mouse manteniendo presionado shift del teclado hasta **L4x4x1/4**. Estos angulares suman siete en total
- Pulse el botón **OK** dos veces para volver a la ventana de **Define Frame sections**.
- Pulse la caja de flecha de **Add I/Wide Flange** y seleccione **Add Auto Select....**
- En esa ventana:
 - Resalte los angulares
 - Pulse **ADD** para añadir a la lista de auto selection
 - Pulse el botón **OK** dos veces.

Kip-ft


82. Pulse el botón de flecha, cambiar las unidades a kip-ft.
83. Del menú **Define** seleccione **Shell Sections...**
84. En esta caja de diálogo:

- Pulse **Modify/Show Section**
 - Verifique que este seleccionado **CONC**.
 - Teclee 0.6667 en **Membrane** y **Bending**.
 - Verifique que la opción de shell esta seleccionada
 - Pulse el botón **OK** dos veces
85. Pulse en la vista 3-D para activar esa ventana


all

86. Pulse el botón  en el Menú de Herramientas lateral.
87. Del menú **Assign** seleccione **Frame** y de ahí **Sections...**
88. En esa ventana:
 - Resalte **AUTO1** en el área de Secciones de Elemento y
 - Pulse el botón **OK**.

all

89. Pulse el botón  en el Menú de Herramientas lateral.
90. Del menú **Assign** seleccione **Shell Static Loads...** y luego **Uniform...**
91. En esta ventana:
 - Seleccione **DL** de **Load Case Name**
 - Teclee -0.05 (50psf) en la caja de load y verifique que la dirección este en **Global Z**
 - Verificar que esta activada **Add To Existing Loads**
 - Pulse el botón **OK**.













all

92. Pulse el botón  en el Menú de Herramientas lateral.
93. Del menú **Assign** seleccione **Shell Static Loads...** y luego **Uniform...**
94. En esta ventana:
 - Seleccione **LL** de **Load Case Name**
 - Teclee -0.1 (50psf) en la caja de load y verifique que la dirección este en **Global Z**
 - Verificar que esta activada **Add To Existing Loads**
 - Pulse el botón **OK**

all

95. Pulse el botón **Show Undeformed Shape**  para limpiar la pantalla.
96. Pulse en la ventana con el nombre **X-Y Plane @ Z=37** para activarla.

125

97. Seleccione todos los elementos de esa vista
98. Del menú **Assign** seleccione **Joints** y luego **Constraints...**
99. En esa ventana:
- Pulse en la caja de flecha que dice **Add Body** y seleccione **Add Diaphragm**
 - En esa caja de dialogo:
 - Teclee **ROOF** en **Constraint Name**
 - Verifique que esta activada la opción **Z axis**
 - Pulse **OK** dos veces
100. Pulse el botón **Show Undeformed Shape**  para limpiar la pantalla.
101. Pulse el botón de **Bajar un Grid**  del menú principal para desplegar **X-Y Plane @ Z=25**. Y la pantalla estará como la figura X-2.
102. Seleccione todos los elementos
103. Del menú **Assign** seleccione **Joints** y luego **Constraints...**
104. En esa ventana:
- Pulse en la caja de flecha que dice **Add Body** y seleccione **Add Diaphragm**
 - En esa caja de dialogo:
 - Teclee **SECOND** en **Constraint Name**
 - Verifique que esta activada la opción **Z axis**
 - Pulse **OK** dos veces
105. Pulse el botón **Show Undeformed Shape**  para limpiar la pantalla.
106. Del menú **Analyze** seleccione **Set Options...**
- Teclee **Dynamic Analysis**
 - Pulse **Set Dynamic Parameters...**
 - En esa caja de dialogo:
 - Teclee **3** en **Number of Modes**
 - Pulse **OK** dos veces
107. Del menú **Options** seleccione **Preferences...** para desplegar dicha ventana
108. En esa ventana:
- Active la pestaña **Steel**
 - Seleccione **AISC-ASD89** de la caja de flecha
- Pulse el botón **OK**.
109. Pulse el botón **Run Analysis**  para ejecutar el analisis.
110. Cuando el analisis este completo vea los mensajes en la ventana del Analisis (no debe haber ninguna advertencia o error) y entonces pulsa el botón de **OK** para cerrar la ventana del Analisis.
111. Del menú **Design** seleccione **Start Design/Check Of Structure** para ejecutar el cheque del diseño de los elementos de Pórtico de acero.
112. Pulse el botón **Set Elements**  del menú principal.
113. En esta ventana:
- Active **Sections** en la caja de **Frames**.
 - Pulse el botón **OK**. Los perfiles seleccionados por el programa serán mostrados
- Nota: Usted puede acercarse usando el zoom dinamico  del menú principal.*
114. Pulse el botón **Show Undeformed Shape**  para limpiar la pantalla.
115. Para tener una vista completa pulse  del menu principal.
116. Pulse el botón de **Seleccionar Todo**  en el Menú de Herramientas lateral.
117. Del menú **Design** seleccione **Replace Auto W/ Optimal Sections** para ejecutar y actualizar las secciones escogidas por el programa. Pulse ok cuando sale "unlock" abrir el modelo.
118. Pulse el botón **Run Analysis**  para ejecutar el analisis
119. Cuando el analisis este completo vea los mensajes en la ventana del Analisis (no debe haber ninguna advertencia o error) y entonces pulsa el botón de **OK** para cerrar la ventana del Analisis.
120. Pulse el botón **Start Animation**  localizado en la barra de estatus para animar el modelo
121. Pulse la flecha de la derecha  localizado en la barra de estatus para ver el segundo modo de vibrar.

122. Pulse la flecha de la derecha \Rightarrow para ver el tercer modo de vibrar.

123. Pulse el botón **Stop Animation** localizado en la barra de estatus para detener la animación el modelo

124. Del menú **Design** seleccione **Start Design/Check Of Structure** para ejecutar el cheque del diseño de los elementos de Pórtico de acero.

125. Cuando el diseño este completo las proporciones de tensión se desplegaran

Comentarios de algunos pasos:

- 21.- **Divide Frames:** esta ventana te permite fragmentar las vigas y columnas en segmentos;
- Divide into define el numero de segmentos a ser divididos.
 - Last/First ratio es la relación o proporción de segmentación, si ponemos 1 segmentara de igual longitud todos los segmentos.
 - Break at intersections..... fragmenta el elemento seleccionado con los nudos de intersección previamente seleccionados.
- 63.- Esta es una manera fácil de fraccionar los shells

Problema F

Puente de Cercha de Acero

Acero

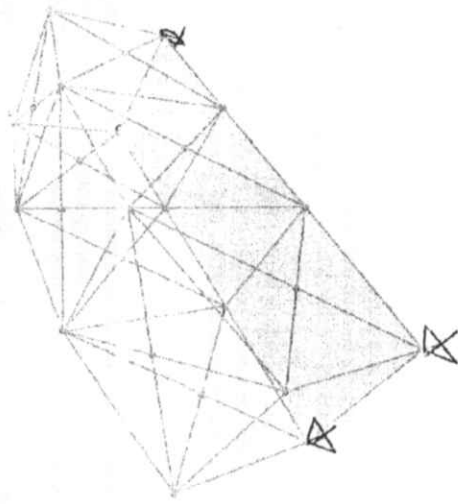
$E = 29000$ ksi
Relación de Poisson = 0.3
Todos los miembros son W6X12
 $F_y = 36$ ksi

Losa del Puente de concreto

$E = 3600$ ksi
Relación de Poisson = 0.2
12 pulgadas de espesor
Carga viva = 250 psf

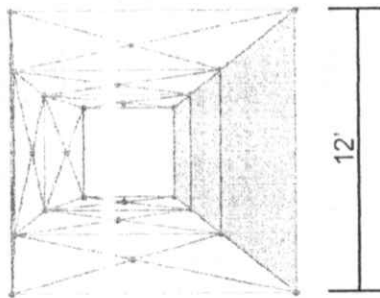
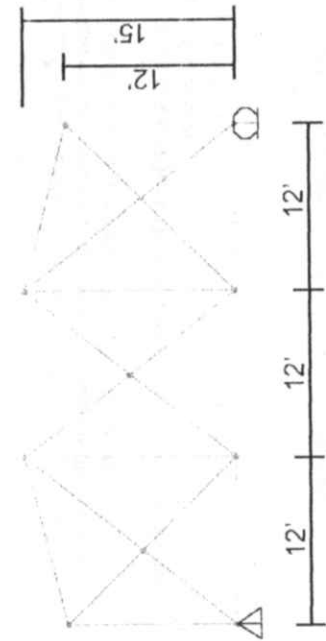
Resolver

Revisar los elementos de acero sometidos a peso propio y carga viva.
Use AISC-ASD89.



130
125

621



Nota: Nuestro intento es que usted resuelva este problema primero caso contrario puede verificar con los siguientes pasos desarrollados en este ejercicio..

127 131

F 1

Solución del Problema F

1. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar las unidades a kip-ft.

2. Del menú **File** seleccione **New Model From Template...**

3. En esta ventana pulse el botón **Vertical Truss**

4. En esta ventana:

- Acepte el valor por defecto en Number of bays, de 3
- Acepte el valor por defecto en Height of Truss, de 12
- Acepte el valor por defecto en Truss Bay Length, de 12
- Pulse el botón **OK**.

5. Pulse el botón **Select All**  en el menú de barras lateral para seleccionar todo

6. Del menú **Edit** seleccione **Replicate...**

7. En esta ventana:


- Verifique que la pestaña **Linear** esta activa
- En el caja de distancia poner 12 en la dirección **Y**
- Verifique que en la caja de **X**, **Y** este 0
- Verifique que en la caja de number este 1
- Pulse el botón **OK** para proceder a la replicación

8. Del menú **Draw** seleccione **Edit Grid...** para desplegar **Modify Grid Lines**

9. En esa ventana:

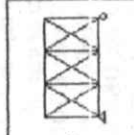
- Seleccione la opción **Y**
- Teclee 12 en la caja y pulse **Add Grid Line**
- Pulse el botón **OK**

10. Pulse en la ventana con el título **X-Z Plane @ Y=0** para activarla. Esa ventana es activa cuando la barra de titulo esta encendida

11. Pulse la vista 2-D del plano **xy** con el botón  para cambiar de vista en el plano **X-Y**
Note que la barra de titulo es **X-Y Plane @ Z=12**, y la pantalla aparece como la Figura

127 132

Kip-ft



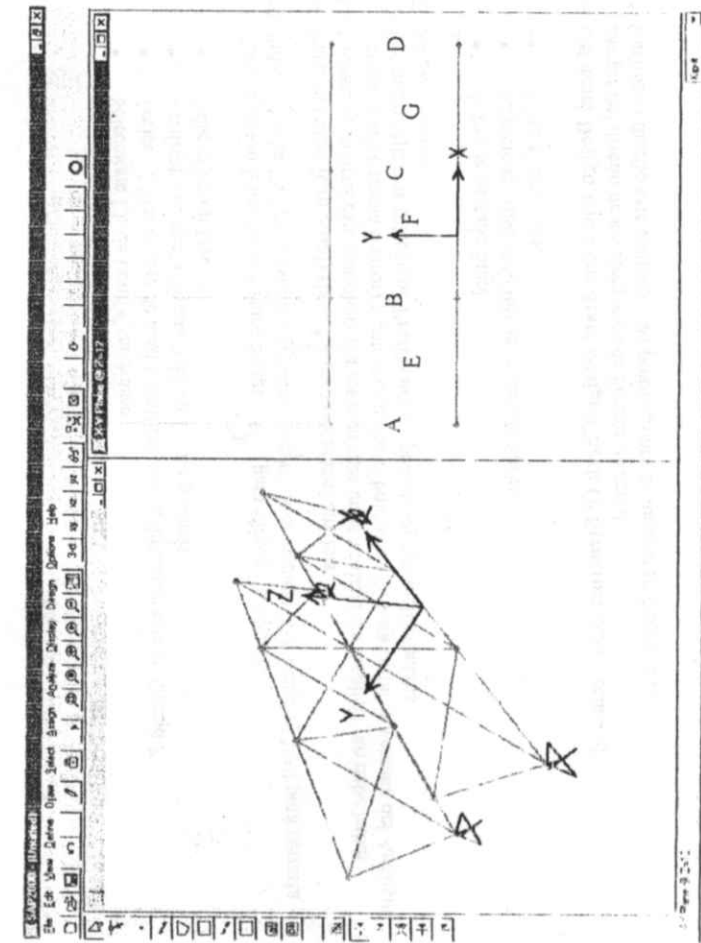


Figura X-1: Vista de la pantalla después del paso 11

12. Pulse el botón de rápido dibujo de elemento en la barra de menú lateral
13. Pulse en la reja denominada A, B, C, y D en la figura X-1 para ingresar 4 elementos al modelo
14. Pulse dentro la reja en los puntos denominados E, F, y G en la figura X-1 para ingresar las diagonales

133
128

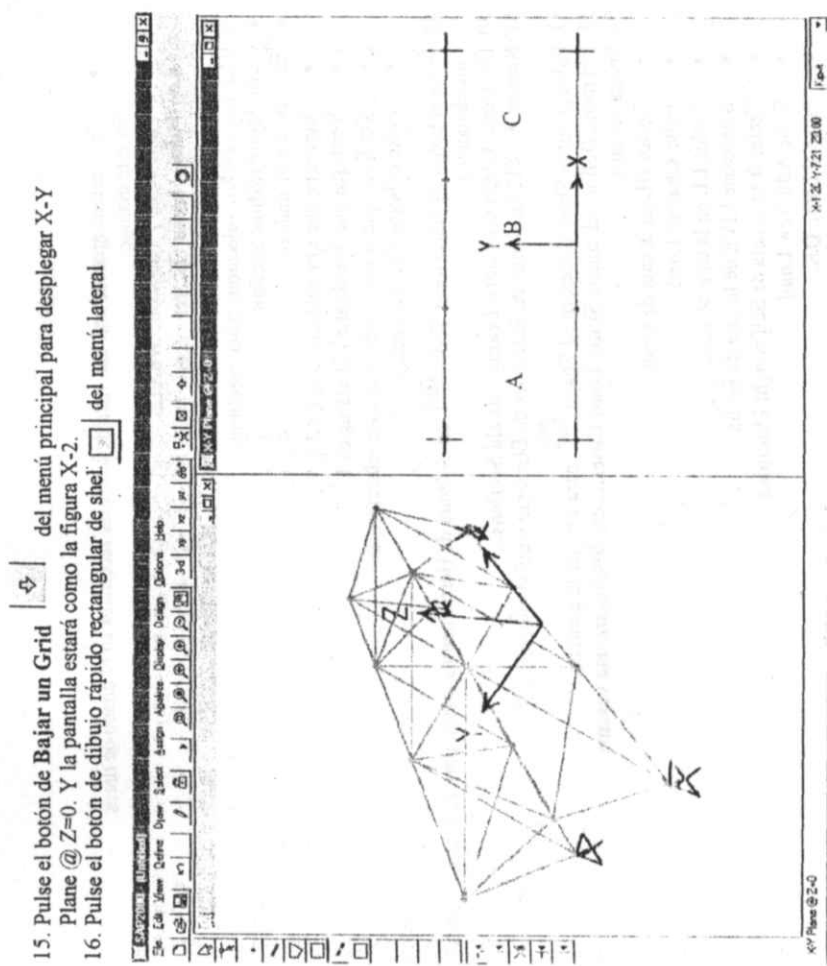





Figura X-2: Vista de Pantalla Después del Paso 15

15. Pulse el botón de Bajar un Grid  del menú principal para desplegar X-Y Plane @ Z=0. Y la pantalla estará como la figura X-2.
16. Pulse el botón de dibujo rápido rectangular de shel  del menú lateral

17. Pulse en los puntos denominados A, B y C de la figura X-2 para ingresar 3 elementos shell entre las verticales

18. Pulse el botón del puntero  del menú lateral para estar en modo de dibujo.
19. Pulse la ventana de título X-Y Plane @ Z=0 para volverla activa.

20. Pulse el botón de subir un grid  del menú principal para estar en la vista de Z=12


21. Seleccione los cuatro nudos del centro pulsando sobre ellos

22. Del menú Edit seleccione Move...

23. En esa ventana:


- Teclee 3 en la caja de Z
- Pulse el botón OK

24. Pulse el botón de perspectiva  del menú principal

25. Pulse el botón de selección lineal  y seleccione todos los elementos de techo y piso atravesando la línea de selección. Debe haber 10 Fames y 3 Shells: ver la barra de estatus (abajo izquierda) del SAP2000.

26. Del menú Edit seleccione Divide Frames...

- En esa ventana:
- Active la opción Break At Intersections With Selected Frames and Joints
- Pulse el botón OK para agregar nudos en el centro del techo

28. Pulse la vista 2-D del plano XY con el botón  para cambiar de vista en el plano XY. *Vista que la barra de estatus es XY=0*


29. Pulse el botón de perspectiva  del menú principal


30. Pulse el botón de selección lineal  y seleccione todos los elementos diagonales y verticales atravesando la línea de selección. Debe haber 20 Fames: ver la barra de estatus (abajo izquierda) del SAP2000.

31. Del menú Edit seleccione Divide Frames...

32. En esa ventana:

- Verifique que la opción Break At Intersections With Selected Frames and Joints esta activada

- Pulse el botón OK para agregar nudos en los elementos diagonales
33. Pulse la vista 2-D del plano XY con el botón  del menú principal

34. Pulse el botón en la barra de estado para cambiar las unidades a kip-in. 

35. Del menú Define seleccione Materials...

36. Seleccione STEEL en el área de los Materiales, y pulse el botón Modify/Show Material. Los Datos de Propiedad Materiales se despliega en la caja.


37. En esta ventana:

- Verifique 29000 esta en el Módulo de Elasticidad.
- Verifique .3 esta en el modulo de Poisson.
- Verifique que la fluencia del acero Fy es 36.
- Pulse el botón OK.

38. Seleccione CONC en el área de los Materiales, y pulse el botón Modify/Show Material. Los Datos de Propiedad Materiales se despliega en la caja.

39. En esta ventana

- Verifique 3600 esta en el Módulo de Elasticidad.
- Verifique .2 esta en el modulo de Poisson.
- Pulse el botón de OK dos veces.

40. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar las unidades a kip-ft. 

41. Del menú Define seleccione Materials...

42. Seleccione en el área de los Materiales, y pulse el botón Modify/Show Material. Los Datos de Propiedad Materiales se despliega en la caja.

43. En esta ventana

- Verifique que el peso por volumen es 0.15
- Pulse el botón OK dos veces.

44. Del menú Define seleccione Frame Sections... para desplegar las secciones del elemento.

45. Pulse el botón de flecha hasta que diga Import I/Wide Flange y pulse el mismo.

- Si aparece File Sección entonces localice el archivo Sections.pro que debe localizarse en el mismo directorio del SAP2000.

130 135

¡ojo! corregir numeración

- Una ventana aparece con una lista de todas las secciones en el banco de datos.
En este diálogo:
- Pulse abajo y seleccione W6X12.
- Pulse el botón OK tres veces.

46. Del menú Define seleccione Shell Sections...

47. Pulse Modify/Show Section

48. En esta caja de diálogo:

- Verifique que este seleccionado CONC.
- Verifique que Membrane y Bending es 1.
- Verifique que la opción de shell esta seleccionada
- Pulse el botón OK dos veces.

49. Pulse el botón de Seleccionar Todo  en el Menú de Herramientas lateral para seleccionar todos los elementos.

50. Del menú Assign seleccione Frame y de ahí Sections...

51. Resalte W6X12 en el área de Secciones de Elemento y pulse el botón OK.

52. Pulse el botón Show Undeformed Shape  para limpiar la pantalla.

53. Del menú Define seleccione Static Load Cases... eso desplegara una ventana

54. En esa ventana:

- Teclee DL en la caja de Load
- Pulse Change Load
- Teclee LL en la caja de Load
- Seleccione LIVE de la caja de flecha
- Teclee 0 en la caja de Self weight Multiplier
- Pulse Add New Load
- Pulse el botón OK

55. Pulse el botón de Seleccionar Todo  en el Menú de Herramientas lateral.

56. Del menú Assign seleccione Shell Static Loads... y luego Uniform...


57. En esta ventana:

132

- Seleccione LL de Load Case Name
- Teclee -25 en la caja de load y verifique que la dirección este en Global Z
- Verificar que esta activada Add To Existing Loads
- Pulse el botón OK

58. Pulse el botón Show Undeformed Shape  para limpiar la pantalla.

59. Pulse el botón "X" en la esquina derecha superior de la ventana X-Z Plane @ Y=0 para cerrarla

60. Pulse el botón Run Analysis  para ejecutar el análisis.

61. Cuando el análisis este completo vea los mensajes en la ventana del Analisis (no debe haber ninguna advertencia o error) y entonces pulsa el botón de OK para cerrar la ventana del Analisis.

62. Del menú Options seleccione Preferences... para desplegar dicha ventana

63. En esa ventana:

- Active la pestaña Steel
- Seleccione AISC-ASD89 de la caja de flecha
- Pulse el botón OK.

64. Del menú Design seleccione Start Design/Check Of Structure para ejecutar el cheque del diseño de los elementos de Portico de acero.

65. Cuando el diseño este completo las proporciones de tensión se desplegaran

133

Problema G

Viga reforzada de Hormigón

$E = 3600$ ksi, Modulo de Poissons = 0.2

$f'_c = 4$ ksi

$f_y = 60$ ksi

Recubrimiento longitudinal mecánico a la cima de viga = 3.5 in

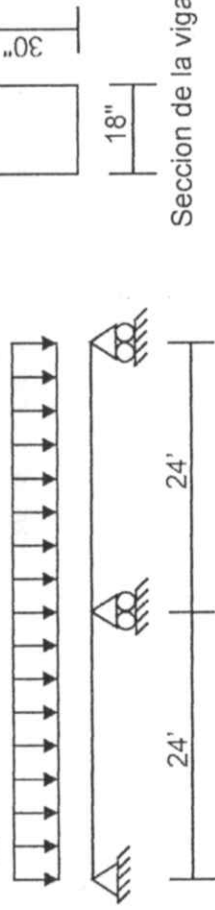
Recubrimiento longitudinal mecánico a la base de viga = 2.5 in

Resolver:

Determine acero de refuerzo longitudinal requerido y los estribos a cortante basados en la ACI 318-95

$W_{DL} = 2.2$ klf (no incluye peso propio de la viga)

$W_{LL} = 1.6$ klf



Nota: Nuestro intento es que usted resuelva este problema primero; caso contrario puede verificar con los siguientes pasos desarrollados en este ejercicio..

Solución del Problema G

1. Pulse el botón en la barra de estado, las unidades a kip-ft.
2. Del menú **File** seleccione **New Model From Template...**
3. En esta ventana pulse el botón **Beam** para desplegar la **Viga**.
4. En esta ventana:

- Acepte todos los valores.
- Pulse el botón **OK**.

5. Pulse el botón "X" en la ventana 3-D para cerrarlo.

6. Del menú **Define** seleccione **Materials...**

7. Pulse el botón **CONC** en el área de los Materiales, y pulse el botón **Modify/Show Material**. Los Datos de Propiedad de Materiales se despliega en la caja.
8. En esta caja de diálogo:

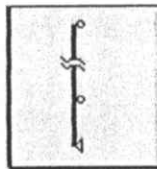
- Verifique 0.15 esta en peso por unidad de volumen
- Acepte los otros valores predeterminados.
- Pulse el botón de **OK** dos veces.

9. Pulse el botón de flecha, cambiar las unidades a kip-in.

10. Del menú **Define** seleccione **Materials...**

11. Pulse el botón **CONC** en el área de los Materiales, y pulse el botón **Modify/Show Material**. Los Datos de Propiedad de Materiales se despliega en la caja.
12. En esta caja de diálogo:

- Verifique 3600 esta en Modulo de elasticidad
- Verifique 0.2 esta en modulo de poisson
- Verifique 60 esta en Reinforcing Yield Stress, f_y
- Verifique 4 esta en Concrete Strength, f_c
- Teclee 60 en Shear steel Yield Stress, f_{ys}
- Acepte los otros valores predeterminados.



- Pulse el botón de OK dos veces.

13. Del menú **Define** seleccione **Frame Sections...** para desplegar las secciones del elemento.

14. En esa ventana :

- Resalte la sección por defecto que se encuentra, **FSEC1**, pulse **Modify/Show Section**.
- En esa caja de dialogo:
 - Seleccione **CONC** de la caja de material.
 - Teclee **30** en **Depth (t3)**.
 - Teclee **18** en **Width (t2)**.
 - Pulse el botón **Reinforcement**.
 - En esa nueva ventana:
 - Seleccione la opción **Bear**.
 - En **Concrete Cover To Rebar Center** teclee **3.5** en **Top**.
 - En **Concrete Cover To Rebar Center** teclee **2.5** en **Bottom**.
 - Pulse **OK** en todas las cajas de dialogo

Kip-ft

- 15. Pulse el botón de flecha, cambiar las unidades a kip-ft.
- 16. Del menú **Define** seleccione **Static Load Cases...** eso desplegará una ventana
- 17. En esa ventana:

- Teclee **DL** en la caja de **Load**
- Pulse **Change Load**
- Teclee **LL** en la caja de **Load**
- Seleccione **LIVE** de la caja de flecha
- Teclee **0** en la caja de **Self weight Multiplier**
- Pulse **Add New Load**
- Pulse el botón **OK**

- 18. Seleccione los dos elementos.

- 19. Del menú **Assign** seleccione **Frame Static Loads...** y luego escoja **Point and Uniform...** eso abrirá una caja de dialogo
- 20. En esa ventana:

- Verifique que en **Load Case Name** este **DL**.
- En el tipo de carga y dirección verifique que este activo **Forces y Global Z**
- En la caja de **Uniform load** escribir **-2.2**
- Pulse el botón **OK**

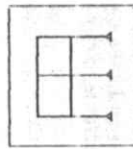
- 21. Seleccione los dos elementos.

- 22. Del menú **Assign** seleccione **Frame Static Loads...** y luego escoja **Point and Uniform...** eso abrirá una caja de dialogo
- 23. En esa ventana:

- Verifique que en **Load Case Name** este **LL**.
- En la caja de **Uniform load** escribir **-1.6**
- Pulse el botón **OK**

- 24. Del menú **Analyze** seleccione **Set Options...**


- En esta ventana pulse el botón el **Plane Frame XZ Plane** para poner los grados disponibles de libertad.
- Pulse **OK**.



- 25. Del menú **Options** seleccione **Preferences...**

- 26. En esa ventana:

- Seleccione la pestaña **CONC**.
- Seleccione la norma **ACI 318-95** de la caja de botón **Concrete Design Code**.
- Verifique que los factores de reducción de esfuerzo son **0.9**, **0.85**, **0.7** y **0.75** para **Bending/Tension**, **Shear**, **Compression (T)** y **Compression** respectivamente.
- Pulse el botón **OK**.

27. Pulse el botón **Run Analysis**  para ejecutar el análisis.

28. Cuando el análisis este completo vea los mensajes en la ventana del Análisis (no debe haber ninguna advertencia o error) y entonces pulsa el botón de OK para cerrar la ventana del Análisis.

29. Del menú **Design** verifique que este activado **Concrete Design**.


30. Del menú **Design** seleccione **Design Combos...**

31. En esa ventana:

- Verifique que las combinaciones por defecto de la norma seleccionada de concreto estén en la lista DCON1 y DCON2.
- Seleccione DCON1 y pulse **Show** para ver la combinación.
- En esa caja de dialogo:
 - Verifique que en **Define Combination** este el factor de 1.4DL
 - Pulse el botón **OK**
- Seleccione DCON2 y pulse **Show** para ver la combinación.
- En esa caja de dialogo:
 - Verifique que en **Define Combination** este el factor de $1.4DL + 1.7LL$
 - Pulse el botón OK dos veces para salir de todas las cajas de dialogo

32. Del menú **Design** seleccione **Start Design/Check Of Structure** para ejecutar la verificación del diseño de los elementos

33. Cuando el diseño este completo el área longitudinal de barras estará desplegado en la pantalla. Note que las unidades están en kips feet.

34. Pulse el botón de flecha, cambiar las unidades a kip-in.  Kip-in

Note que los valores del área de acero de refuerzo longitudinal están ahora en unidades de pulgadas al cuadrado.

35. Del menú **Design** seleccione **Display Design Info...** para desplegar la ventana de resultados del diseño.

36. En esa ventana:

- Verifique que la opción **Design Output** esta seleccionada.
- Seleccione **Shear Reinforcing** de la caja de botón
- Pulse OK. El refuerzo requerido a cortante es mostrado en el gráfico

Note que los valores de refuerzo de acero para cortante son dados en área por unidad de longitud del elemento. Puesto que las unidades actuales son kips y pulgadas, los refuerzos a cortante está en pulgadas al cuadrado por pulgada.

37. Pulsar con el boton derecho del mouse para desplegar la informacion del diseño de concreto.

38. En esa ventana:

- Note que el acero longitudinal y el acero a cortante requerido arriba y abajo están reportados para cada combinación a cada fracción de la viga.
- Pulse **Details** para ver el diseño en detalle segun el código ACI 318-95
- Cuando haya acabado de ver esa pag pulse "X" para cerrarla
- Pulse OK para cerrar la informacion del diseño de concreto.

Problema H

Viga En Fundaci3n El1stica

Hormig3n

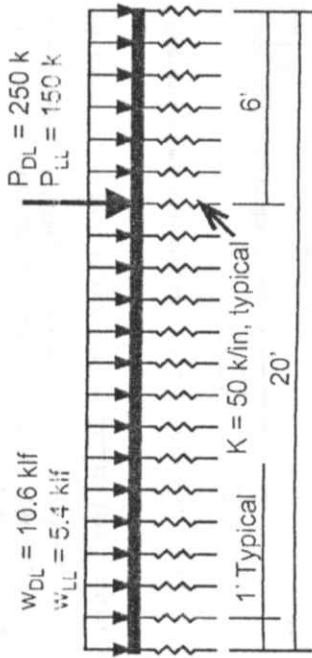
$$E = 3120 \text{ ksi}$$

$$\text{Modulo de Poissons} = 0.2$$

Resolver:

Determine el diagrama de momentos con la combinaci3n de las cargas vivas y muertas y el m1ximo el desplazamiento descendente.

Nota: La carga Muerta mostrada no incluye el peso propio de la viga.

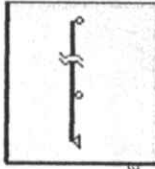


Nota: Nuestro intento es que usted resuelva este problema primero; caso contrario puede verificar con los siguientes pasos desarrollados en este ejercicio..

Soluci3n del Problema H

1. Pulse el bot3n en la barra de estado, cambiar unidades a kip-ft.
2. Del men1 File seleccione New Model From Template....
3. En esta ventana pulse el bot3n Beam para desplegar la Viga.
4. En esta ventana:

- Teclee 1 en Number of Spans.
- Teclee 20 en Span Length
- Desactive Restraints
- Pulse OK.



5. Pulse el bot3n "X" en la ventana 3-D para cerrar.
6. Del men1 Define seleccione Materials...
7. Pulse el bot3n CONC en el 1rea de los Materiales, y pulse el bot3n Modify/Show Material.
8. En esta caja de di1logo:

- Verifique 0.15 esta en peso por unidad de volumen
- Acepte los otros valores predeterminados.
- Pulse el bot3n de OK dos veces.

9. Pulse el bot3n en la barra de estado, cambiar unidades a kip-in.
10. Del men1 Define seleccione Materials...
11. Pulse el bot3n CONC en el 1rea de los Materiales, y pulse el bot3n Modify/Show Material.

12. En esta caja de di1logo:

- Teclee 3120 esta en Modulo de elasticidad
- Verifique 0.2 esta en modulo de poisson
- Acepte los otros valores predeterminados.
- Pulse el bot3n de OK dos veces.

13. Del men1 Define seleccione Frame Sections... para desplegar las secciones del elemento.
14. En esta ventana:

- Resalte la seccion por defecto que se encuentra, FSEC1, pulse Modify/Show Section.
- En esa caja de dialogo:

- o Seleccione CONC de la caja de material.
- o Teclee 42 en Depth (t3).
- o Teclee 24 en Width (t2).
- o Pulse OK en todas las cajas de dialogo

Kip-ft

15. Pulse el boton en la barra de estado, cambiar unidades a kip-ft.

16. Seleccione el elemento con un clic

17. Del menú Edit seleccione Divide Frames...

18. Llene esa ventana como se muestra en la figura adyacente.

19. Del menú Define seleccione Static Load

Cases... eso desplegará una ventana

20. En esa ventana:

- Teclee DL en la caja de Load
- Pulse Change Load
- Teclee LL en la caja de Load
- Seleccione LIVE de la caja de flecha
- Teclee 0 en la caja de Self weight Multiplier
- Pulse Add New Load
- Pulse el botón OK

Divide Selected Frames

Divide into Frames

Last/First ratio

☐ Break at intersections with selected Frames and Joints

OK Cancel

21. Del menú Define seleccione Load Combinations...

22. En esa ventana:

- Pulse Add New Combo para abrir Load Combination Data dialog box.
- En esa ventana:

- o Acepte el nombre por defecto, COMB1
- o Acepte la combinación por defecto, Add
- o Teclee COMB1 : DL + LL en la caja de Title.
- o Verifique que en Scale factor este el valor de 1
- o Pulse Add
- o Seleccione LL de la caja de flecha.
- o Pulse Add
- o Pulse OK dos veces


142

23. Seleccione todos los elementos.

24. Del menú Assign seleccione Frame Static Loads...y luego escoja Point and Uniform... eso abrirá una caja de dialogo

25. En esa ventana:

- Verifique que en Load Case Name este DL.
- En el tipo de carga y dirección verifique que este activo Forces y Global Z
- En la caja de Uniform load escribir -10.6
- Pulse el botón OK

26. Pulse el botón de selección previa  en el menú de barra lateral

27. Del menú Assign seleccione Frame Static Loads...y luego escoja Point and Uniform... eso abrirá una caja de dialogo

28. En esa ventana:

- Verifique que en Load Case Name este LL.
- En el tipo de carga y dirección verifique que este activo Forces y Global Z
- En la caja de Uniform load escribir -5.4
- Pulse el botón OK

29. Pulse el botón Show Undeformed Shape  para limpiar la pantalla.

30. Pulse el botón Set Elements  del menú principal.

31. En esta ventana:

- Active labels en la caja de joints.
- Pulse el botón OK.

32. Seleccione el nudo 16 (6 feet desde el final de la derecha)


33. Del menú Assign seleccione Frame Static Loads...y luego escoja Point and Uniform... eso abrirá una caja de dialogo

34. En esa ventana:


- Verifique que en Load Case Name este DL.
- En la caja de Force Global Z escribir -250


143

- Pulse el botón OK


35. Pulse el botón de selección previa  en el menú de barra lateral
 36. Del menú Assign seleccione Frame Static Loads...y luego escoja Point and Uniform... eso abrirá una caja de dialogo
 37. En esa ventana:

- Verifique que en Load Case Name este LL.
- En la caja de Force Global Z escribir -150
- Pulse el botón OK

38. Pulse el botón Undeformed  para limpiar la pantalla.

39. Pulse el botón Set Elements  del menu principal.
 40. En esta ventana:

- Desactive labels en la caja de joints.
- Pulse el boton OK

41. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar las unidades a kip-in. 
 42. Seleccione todos los nudos.
 43. Del menu Assign seleccione Joint y luego Springs...
 44. En esta ventana:

- Teclee 50 en Translation 3.
- Pulse OK

45. Pulse el botón Show Undeformed Shape  para limpiar la pantalla.
 46. Del menú Analyze seleccione Set Options...
 47. En esta ventana:

- Desactive UX, UY, RX, y RZ; solo tienen que estar activados UZ y RY
- Pulse OK

48. Pulse el botón Run Analysis  para ejecutar el análisis.

49. Cuando el análisis este completo vea los mensajes en la ventana del Análisis (no debe haber ninguna advertencia o error) y entonces pulsa el botón de OK para cerrar la ventana del Análisis.

50. Pulse el botón de diagrama de esfuerzos 
 51 En esta ventana:


- Seleccione COMB1 de la caja de flecha Load.
- Seleccione el Moment 3-3 del área de component.
- Desactive Fill Diagram
- Active Show Values on Diagram
- Pulse OK

Nota: Si el tamaño del conjunto de caracteres es demasiado pequeño para leer, seleccione del menú principal Options luego Preferences y asegúrese que la Etiqueta de las Dimensiones este seleccionada. En el Tamaño del conjunto de caracteres (Minimum Graphic font Size) poner de 5 o

6 puntos. Pulse el botón OK. Luego pulse el botón Refresh Window  del Menú Principal de Herramientas.

Nota: Usted puede ver detalles el diagrama del momento pulsando con un click derecho sobre ese elemento.

52. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar las unidades a kip-in. 

53. Pulse en el botón de deformación 
 54. En esta ventana:

- Seleccione COMB1 de la caja de flecha
- Pulse el botón OK.

55. Haga clic derecho sobre un nudo para ver la deflexión de la viga.

Problema I

Viga presforzada de Hormigón

Concreto

$E = 4400 \text{ ksi}$, Relación de Poisson = 0.2

$f'_c = 6 \text{ ksi}$

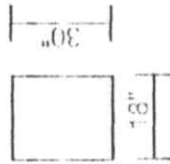
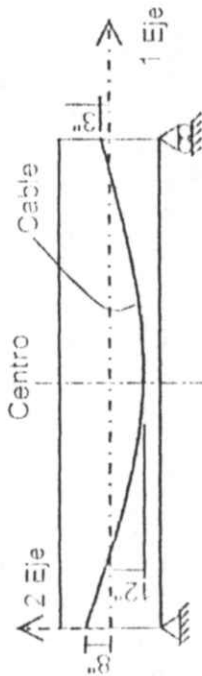
Tensión del cable = 200

Resolver:

Determine el diagrama de momentos para la combinación de cargas $DL + LL + Prestress$.
Compare los resultados usando 4 salidas por segmento y usando 30 salidas por segmento

$W_{DL} = 2.2 \text{ kif}$ (no incluye peso de la viga)

$W_{LL} = 1.6 \text{ kif}$



sección viga

Nota: Nuestro intento es que usted resuelva este problema primero; caso contrario puede verificar con los siguientes pasos desarrollados en este ejercicio.

Solución del Problema I

1. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar unidades a kip-ft.
2. Del menú File seleccione New Model From Template....
3. En esta ventana pulse el botón Beam para desplegar la Viga.
4. En esta ventana:

- Teclee 1 en Number of Spans.
- Teclee 30 en Span Length
- Pulse el botón OK.

5. Pulse el botón "X" en la ventana 3-D para cerrarlo.

6. Del menú Define seleccione Materials...

7. Pulse el botón CONC en el área de los Materiales, y pulse el botón Modify/Show Material.
Los Datos de Propiedad de Materiales se despliega en la caja.
8. En esta caja de diálogo:

- Verifique 0.15 esta en peso por unidad de volumen
- Acepte los otros valores predeterminados.
- Pulse el botón de OK dos veces.

9. Pulse el botón de flecha, cambiar las unidades a kip-in.

10. Del menú Define seleccione Materials...

11. Pulse el botón CONC en el área de los Materiales, y pulse el botón Modify/Show Material.
Los Datos de Propiedad de Materiales se despliega en la caja.
12. En esta caja de diálogo:

- Teclee 4400 esta en Modulo de elasticidad
- Verifique 0.2 esta en modulo de poisson
- Verifique 60 esta en Reinforcing Yield Stress, fy
- Verifique 6 esta en Concrete Strength, fc
- Teclee 60 en Shear steel Yield Stress, fys
- Acepte los otros valores predeterminados.
- Pulse el botón de OK dos veces.

13. Del menú Define seleccione Frame Sections...

14. En esa ventana:

- Resalte la sección por defecto que se encuentra. FSEC1, pulse Modify/Show Section
- En esa caja de dialogo:
 - o Seleccione CONC de la caja de material.
 - o Teclee 30 en Depth (G).
 - o Teclee 18 en Width (r2).
 - o Pulse OK en todas las cajas de dialogo

15. Seleccione el elemento.

16. Del menú Assign seleccione Frame y luego Prestress...

17. En esa ventana:

- Teclee 200 en la caja de Cable Tension.
- En la caja de Cable Eccentricities teclee 8 en Start.
- En la caja de Cable Eccentricities teclee 12 en Middle.
- En la caja de Cable Eccentricities teclee 3 en End.
- Pulse OK

18. Pulse el boton de flecha, cambiar las unidades a kip-ft

19. Del menú Define seleccione Static Load Cases

20. En esa ventana:

- Teclee DL en la caja de Load
- Pulse Change Load
- Teclee LL en la caja de Load
- Seleccione LIVE de la caja de flecha
- Teclee 0 en la caja de Self weight Multiplier
- Pulse Add New Load
- Teclee PRESTRES en la caja de Load
- Seleccione OTHER de la caja de flecha
- Pulse Add New Load
- Pulse el boton OK

21. Del menú Define seleccione Load Combinations....

22. En esa ventana:

- Pulse Add New Combo para abrir Load Combination Data dialog box.
- En esa ventana:
 - o Acepte el nombre por defecto. COMB1
 - o Acepte la combinación por defecto. Add
 - o Teclee COMB1; DL + LL + Prestress en la caja de Title.
 - o Verifique que DL este en la caja de flecha
 - o Verifique que en Scale factor este el valor de 1
 - o Pulse Add
 - o Seleccione LL de la caja de flecha.
 - o Pulse Add
 - o Seleccione Prestres de la caja de flecha.
 - o Pulse Add
 - o Pulse OK dos veces

23. Seleccione el elemento.

24. Del menú Assign seleccione Frame Static Loads...y escoja Point and Uniform...

25. En esa ventana:

- Verifique que en Load Case Name este DL.
- En el tipo de carga y dirección verifique que este activo Forces y Global Z
- En la caja de Uniform load escribir -2.2
- Pulse el boton OK

26. Seleccione el elemento.

27. Del menú Assign seleccione Frame Static Loads...y luego escoja Point and Uniform... eso abra

28. En esa ventana:

- Verifique que en Load Case Name este LL.
- En el tipo de carga y dirección verifique que este activo Forces y Global Z
- En la caja de Uniform load escribir -1.6
- Pulse el boton OK

29. Seleccione el elemento.


30. Del menú Assign seleccione Frame Static Loads...y luego escoja Prestress... eso abra una caja de dialogo.

31. En esa ventana:

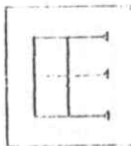
- Verifique que en Load Case Name este Prestres.
- En la caja de Scale Factor escribir 1
- Pulse el botón OK

32. Seleccione el elemento.
33. Del menú Assign seleccione Frame y luego escoja Output segments... eso abrirá una caja de dialogo

- Tecleé 4 en Number of Segments
- Pulse el botón OK

35. Pulse el botón Show Undeformed Shape  para limpiar la pantalla.
36. Del menú Analyze seleccione Set Options...

- En esta ventana pulse el botón el Plane Frame XZ Plane para poner los grados disponibles de libertad.
- Pulse OK.



37. Pulse el botón Run Analysis  para ejecutar el analisis.


38. Cuando el analisis este completo vea los mensajes en la ventana del Analisis (no debe haber ninguna advertencia o error) y entonces pulsa el boton de OK para cerrar la ventana del Analisis.




39. Pulse el botón de diagrama de esfuerzos 
40. En esta ventana

- Seleccione COMB1 de la caja de flecha Load.
- Seleccione el Moment 3-3 del área de component.
- Desactive Fill Diagram
- Active Show Values on Diagram
- Pulse OK

Nota: Si el tamaño del conjunto de caracteres es demasiado pequeño para leer, seleccione del menú principal Options luego Preferences y asegúrese que la Etiqueta de las

Dimensiones este seleccionada. En el Tamaño del conjunto de caracteres (Minimum Graphic font Size) poner de 5 o 6 puntos. Pulse el botón OK. Luego pulse el botón Refresh Window  del Menú Principal de Herramientas.

*Nota: Si usted quiere imprimir este diagrama de momentos para comparar con el de 30 salidas segmentales seleccione Print Graphics del menú File.
Para las combinaciones de cargas, el diagrama de esfuerzos dibujado esta con un valor exacto solo al principio y al final de la salida segmentada, los valores intermedios son una aproximación del diagrama.*

41. Pulse el botón  Lock/Unlock Model y luego acepte la ventana de admiración (al aceptar usted esta en la posibilidad de modificar la estructura).
42. Seleccione el elemento.
43. Del menú Assign seleccione Frame y luego escoja Output segments... eso abrirá una caja de dialogo
44. En esa ventana:

- Teclee 30 en Number of Segments
- Pulse el botón OK
- 45. Pulse el botón Undeformed  para limpiar la pantalla.
- 46. Pulse el botón Run Analysis  para ejecutar el analisis.
- 47. Cuando el analisis este completo vea los mensajes en la ventana del Analisis (no debe haber ninguna advertencia o error) y entonces pulsa el boton de OK para cerrar la ventana del Analisis.
- 48. Pulse el botón de diagrama de esfuerzos 
49. En esta ventana:
- Seleccione COMB1 de la caja de flecha Load.
- Seleccione el Moment 3-3 del área de component.
- Desactive Fill Diagram
- Active Show Values on Diagram
- Pulse OK

Problema J

Pared Sometida a Presión Hidrostática

Hormigón

$E = 3120 \text{ ksi}$

Relación de Poisson $= 0.2$

Condiciones de Borde

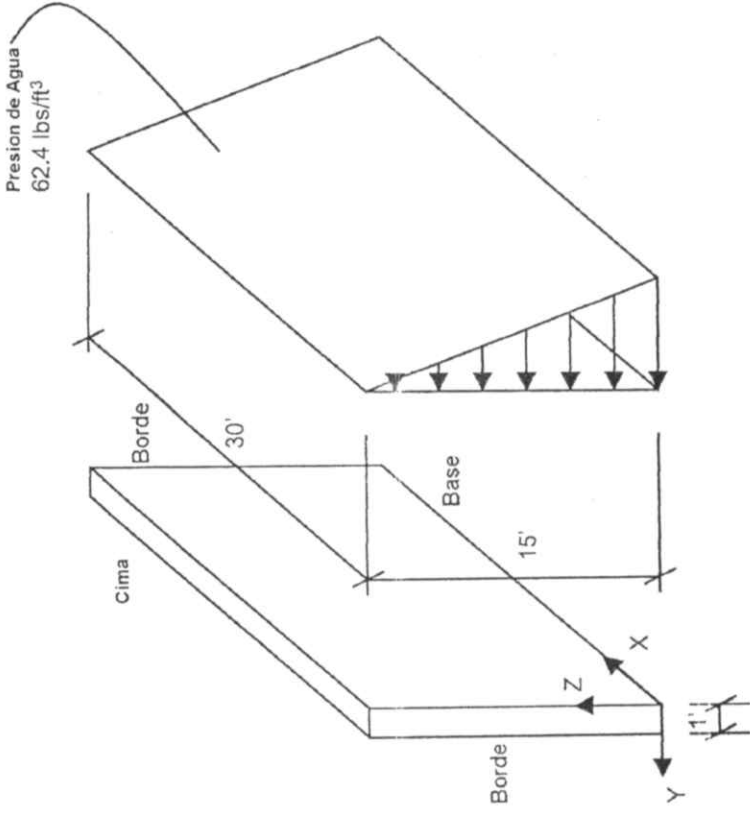
Caso 1: Pared sólo sujeta al fondo.

Caso 2: Pared sujeta al fondo y a los lados.

Resolver

Determine el máximo desplazamiento en la dirección Y en la cima de la pared para el Caso 1 y Caso 2. Usar joint patterns (nudo modelos) para aplicar carga hidrostática.

152



Nota: Nuestro intento es que usted resuelva este problema primero; caso contrario puede verificar con los siguientes pasos desarrollados en este ejercicio..

J 1 153

Solución del Problema J

1. Pulse el botón de flecha, poner las unidades a kip-ft.
2. Del menú **File** seleccione **New Model From Template....**
3. En esta ventana pulse el botón de **Shear Wall**
4. En esta ventana:

- Teclee 20 en Number Spaces Along X.
- Teclee 15 en Number of Spaces Along Z.
- Teclee 1 en Space Width Along X.
- Teclee 1 en Space Width Along Z.
- Pulse el botón **OK**.

5. Pulse el botón el "X" en la ventana 3-D para cerrarlo.

6. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar unidades a kip-in.
7. Del menú **Define** seleccione **Materials...** resalte el la opción **CONC** en el área de los Materiales, y pulse el botón **Modify/Show Material**. Los Datos de Propiedad Materiales se despliega en la caja.
8. En esta ventana:

- Verifique 3600 esta en el Módulo de Elasticidad.
- Verifique .2 esta en el modulo de Poisson.
- Pulse el botón el botón de **OK** dos veces.

9. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar unidades a kip-ft.
10. Seleccione todos los nudos inferiores.
11. Del menú **Assign**, seleccione **Joint**, y luego **Restraints...**
12. En esta ventana:

- Seleccione la opción de empotramiento R2 y R3)
- Pulse el botón **OK**

13. Del menú **Define** seleccione **Joint Patterns...**
14. En esa ventana:
15. Escriba **HYDRO** en la caja de Patterns
16. Pulse **Add New Pattern Name**.
17. Pulse **OK**.


18. Pulse el botón de selección total
19. Del menú **Assign** seleccione **Joint Patterns...**
20. En esa ventana:

- Seleccione **HIDRO** de la caja de flecha.
Nota: Si presiona F1 del teclado aparecerá la ayuda ilustrada sobre las constantes. Una vez acabado de leer pulse "X" para cerrar la ventana.
- Teclee -1 en la caja de constantes C.
- Teclee 15 en la caja de constantes D.
- Pulse **OK**

21. Pulse el botón de selección total
22. Del menú **Assign** seleccione **Shell Static Loads...** y luego **Pressure...**
23. En esa caja de dialogo:

- Seleccione la opción **By Joint Pattern**.
- Seleccione **HYDRO** de la caja de flecha.
- Pulse 0.0624 en la caja de Multiplier.

- Pulse OK.

24. Pulse el botón Show Undeformed Shape  para limpiar la pantalla.

25. Pulse el botón Run Analysis  para ejecutar el análisis.

26. Cuando el análisis este completo vea los mensajes en la ventana del Analisis (no debe haber ninguna advertencia o error) y entonces pulsa el botón de OK para cerrar la ventana del Analisis.


27. Haga un clic en el nudo central de arriba de la pared para ver su desplazamiento en la dirección Y.

28. Pulse el botón  y acepte la advertencia.

29. Seleccione los nudos que se encuentran a los lados de la pared.

30. Del menú Assign, seleccione Joint, y luego Restraints...

31. En esa ventana:

- Seleccione la opción de empotramiento  para aplicar las restricciones (U1, U2, U3, R1, R2 y R3)
- Pulse el botón OK

32. Pulse el botón Run Analysis  para ejecutar el análisis.

33. Cuando el análisis este completo vea los mensajes en la ventana del Analisis (no debe haber ninguna advertencia o error) y entonces pulsa el botón de OK para cerrar la ventana del Analisis.

34. Haga un clic en el nudo central de arriba de la pared para ver su desplazamiento en la dirección Y

Problema K

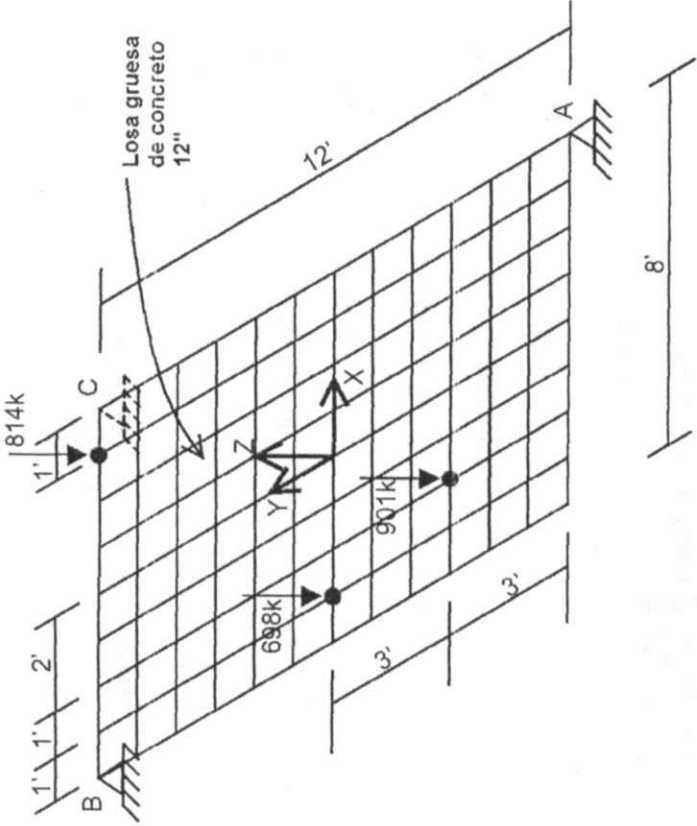
Placa en el plano de X-Y sometido a Torsión

Hormigón
 $E = 3120 \text{ ksi}$
Modulo de Poissons = 0.2

Grados disponibles de Libertad
UZ, RX, RY,

Apoyos
Nudos A, B y C tienen en la dirección Z un apoyo, como se muestra.

Resolver
Determinar las reacciones de apoyo en los nudos A, B y C. Explique los aparentes resultados para la reacción en la nudo C.



Nota: Nuestro intento es que usted resuelva este problema primero; caso contrario puede verificar con los siguientes pasos desarrollados en este ejercicio..

Solución del Problema K

1. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar unidades a kip-ft.
2. Del menú **File** seleccione **New Model**
3. En esta ventana:

- Seleccione la pestaña Cartesian
- En Number of Grids Spaces teclee 2 en la dirección X
- En Number of Grids Spaces teclee 2 en la dirección Y
- En Number of Grids Spaces teclee 0 en la dirección Z
- En Grid Spacing teclee 4 en la dirección X.
- En Grid Spacing teclee 6 en la dirección Y.
- Pulse el botón **OK**.

4. Pulse el botón "X" en la ventana 3-D para cerrarlo.

5. Verifique que este activado el botón  de detector de nudos y grids

6. Pulse el botón  de dibujo rectangular de shell

7. Haga un clic la esquina izquierda superior de la reja (las coordenadas son (-4, 6, 0)) y luego en la intersección de la reja derecha inferior (las coordenadas son (4, -6, 0)) para dibujar un elemento de cascara (shell) encima de la estructura entera.

8. Pulse el botón  Puntero

9. Haga clic en el elemento shell para seleccionarlo.

10. Del menú **Edit** seleccione **Mesh Shells**...

11. Llène en esta caja del diálogo como se muestra en la figura adyacente y pulsa el botón **OK**.

12. Seleccione los nudos "A", "B" y "C"

del enunciado del problema

13. Del menú **Assign** seleccione **Joint**, y luego **Restraints**...

14. En esta ventana:

- Desactive la traslación 1 y 2

- Verifique que la traslación 3 este activada
- Verifique que la rotación 1, 2, y 3 estén desactivadas
- Pulse el botón **OK**

15. Pulse el botón **Show Undeformed Shape**  para limpiar la pantalla.

16. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar unidades a kip-in. 

17. Del menú **Define** seleccione **Materials**...

18. Pulse el botón **CONC** en el área de los Materiales, y pulse el botón **Modify/Show Material**.


19. En esta caja de diálogo:

- Teclee 3600 esta en Modulo de elasticidad
- Verifique 0.2 esta en modulo de poisson
- Acepte los otros valores predeterminados.
- Pulse el botón de **OK** dos veces.

20. Del menú **Define** seleccione **Shell Sections**... para definir las secciones.

21. En esta ventana:

- Pulse **Modify/Show Section**
- En esa caja de dialogo:
 - Seleccione **CONC** de la caja de material.
 - Verifique que en ambos casos para **Membrane** y **Bending** sea 12.
 - Verifique que la opción **shell** este activada.
 - Pulse **OK** en todas las cajas de dialogo

22. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar unidades a kip-ft. 

23. Pulse el botón **Set Elements**  del menú principal.

24. En esta ventana:

- Active labels en la caja de joints.
- Pulse el botón **OK**.

25. Seleccione el nudo 106 (coordenadas (3, 6, 0)) con un clic.

26. Del menú **Assign** seleccione **Joint Static Loads**...y entonces escoja **Forces**...

27. En esta ventana:


- Escriba -814 en Force Global Z.
- Pulse el botón OK.

28. Seleccione el nudo 16 (coordenas (-3, 0, 0)) con un clic.
29. Del menú Assign seleccione **Joint Static Loads...** y entonces escoja **Forces...**
30. En esta ventana:

- Escriba -698 en Force Global Z.
- Pulse el botón OK.

31. Seleccione el nudo 32 (coordenadas (-2, -3, 0)) con un clic.
32. Del menú Assign seleccione **Joint Static Loads...** y entonces escoja **Forces...**
33. En esta ventana:

- Escriba -901 en Force Global Z.
- Pulse el botón OK.

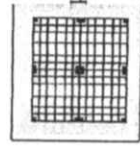
34. Pulse el botón **Show Undeformed Shape**  para limpiar la pantalla.

35. Pulse el botón **Set Elements**  del menú principal.


36. En esta ventana:
- Desactive labels en la caja de joints.
 - Pulse el botón OK.


37. Del menú **Analyze** seleccione **Set Options...**

- En esta ventana pulse el botón el **Plane Grid XY Plane** los grados disponibles de libertad.
- Pulse **OK**.



para poner

38. Pulse el botón de vista 3D  en la barra del menú principal.

39. Pulse el botón **Run Analysis**  para ejecutar el análisis.

K 7

162

40. Cuando el análisis este completo vea los mensajes en la ventana del Análisis (no debe haber ninguna advertencia o error) y entonces pulsa el botón de OK para cerrar la ventana del Análisis.

41. Pulse el botón **Joint Reaction Forces**  del menú principal.

42. En esa ventana:
- Verificar que la opción de Reactions esta seleccionada.
 - Pulse OK para ver las reacciones en los apoyos.

Nota: Las reacciones en el nudo "C" son cero (0). La razón para esto es que todas las cargas aplicadas se balancean entre la "línea" de los apoyos "A" y "B" y por simple estática la reacción en el punto "C" es cero. Note que usted puede mover a cualquier parte de la estructura el apoyo "C" (excepto la "línea" de conexión "A" y "B" porque dará una estructura inestable) y el resultado no cambiara.

163

Problema L

Carga crítica a Flexión

Acero

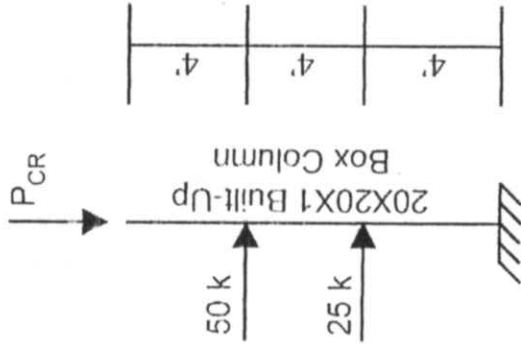
$E = 29000 \text{ ksi}$

Relación de Poisson = 0.3

Resolver

Use la opción de iteración P-delta para determinar la carga crítica a flexión.

Ayuda: $P_{CRITICAL}$ esta entre 15,480 y 15,490 kips.





Nota: Nuestra intención es que usted resuelva este problema primero, caso contrario puede verificar con los siguientes pasos desarrollados en este ejercicio..


Solución del Problema L

1. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar unidades a kip-ft.
2. Del menú File seleccione New Model....
3. En esta ventana:

- Seleccione la pestaña Cartesian.
- Teclee 0 en X de la caja Number of Grid Spaces.
- Teclee 0 en Y de la caja Number of Grid Spaces.
- Teclee 1 en Z de la caja Number of Grid Spaces.
- Teclee 12 en Z de la caja Grid Spacing
- Pulse el botón OK.

4. Pulse el botón Quick Draw Frame Element  del menú lateral.
5. Pulse una vez en la línea ploma (grid) de la vista 3-D.

6. Pulse en el botón del puntero  del menú lateral.
7. Pulse en el nudo inferior de la vista 3-D para seleccionarlo.
8. Del menú Assign seleccione Joint, y luego Restraints....
9. En esta ventana:

- Pulse el botón  para seleccionar todos los grados de libertad (U1, U2, U3, R1, R2 y R3) como restricciones.
- Pulse OK.

10. Pulse el botón de flecha para cambiar las unidades a kip-in.

11. Del menú Define seleccione Materials... Pulse el botón STEEL en el área de los Materiales, y pulse el botón Modify/Show Material. Los Datos de Propiedad Materiales se despliega en la caja.

12. En esta ventana

- Verifique 29000 esta en el Módulo de Elasticidad.
- Verifique .3 esta en el modulo de Poisson.

Kip-ft

Kip-in

- Acepte los otros valores predeterminados.
- Pulse el botón **OK** dos veces.

13. Del menú **Define** seleccione **Frame Sections...** para desplegar las secciones del elemento.

14. Pulse el botón de flecha **add I/Wide Flange** hasta **Box/Tube** y pulse el mismo..

15. En esta ventana:

- Teclee **BOX** en el nombre de la sección.
- Teclee **20** en **Outside Depth (t3)**.
- Teclee **20** en **Outside Width (t2)**.
- Teclee **1** en **Flange Thickness (tf)**.
- Teclee **1** en **Web Thickness (tw)**.
- Pulse el botón **OK** dos veces.

16. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar unidades a kip-ft.

17. Seleccione el elemento.

18. Del menú **Assign** seleccione **Frame** y de ahí **Sections...**

19. En esta ventana:

- Resalte **BOX** en el área de Secciones de Elemento.
- Pulse el botón **OK**.

20. Pulse el botón **Show Undeformed Shape**  para limpiar la pantalla.

21. Del menú **Define** seleccione **Static Load Cases...**

22. En esta ventana:

- Teclee **LAT** en la caja de Load.
- Seleccione **OTHER** de la caja de flecha.
- Teclee **0** en la caja de **Self Weight Multiplier**.
- Pulse **Change Load**.
- Teclee **AXIAL** en la caja de Load.
- Pulse **Add New Load**.
- Pulse **OK**.

23. Seleccione el elemento.

24. Del menú **Assign** seleccione **Frame Static Loads...**, y luego **Point and Uniform...**

25. En esta ventana:


- Seleccione **LAT** de la caja de flecha **Load Case Name**.
- Seleccione **Global X** de la caja de flecha **Load Type and Direction**.
- Teclee **.3333** en la primera caja de **Distance** y teclee **25** en la caja inferior de load
- Teclee **.6667** en la primera caja de **Distance** y teclee **50** en la caja inferior de load
- Pulse **OK**.

26. Seleccione el nudo superior.

27. Del menú **Assign** seleccione **Joint Static Loads...**, y luego **Forces...**

28. En esta ventana:

- Seleccione **AXIAL** de la caja de flecha **Load Case Name**.
- Teclee **-1** en la caja de **Force Global Z**.
- Pulse **OK**.

29. Pulse el botón **Show Undeformed Shape**  para limpiar la pantalla.

30. Del menú **Analyze** seleccione **Set Options...**


Seleccione **P-Delta**, si no está selecto.

- Pulse **Set P-Delta Parameters...**
- En esta ventana:

- Teclee **5** en la caja de **Maximum Iterations**.
- Seleccione **AXIAL** de la caja de flecha.
- Teclee **15485** en **Scale Factor**.
-

Nota: Debido al rango que nos da la ayuda en el enunciado 15480 a 15490 kips, nosotros empezaremos en el valor medio 15485 kips.

- Pulse **Add**.
- Pulse **OK**.

31. Pulse el botón **Run Analysis**  para ejecutar el análisis.

Problema M

Carga periódica

Acero

$E = 29000 \text{ ksi}$

Relación de Poisson = 0.3

Apoyos fijos

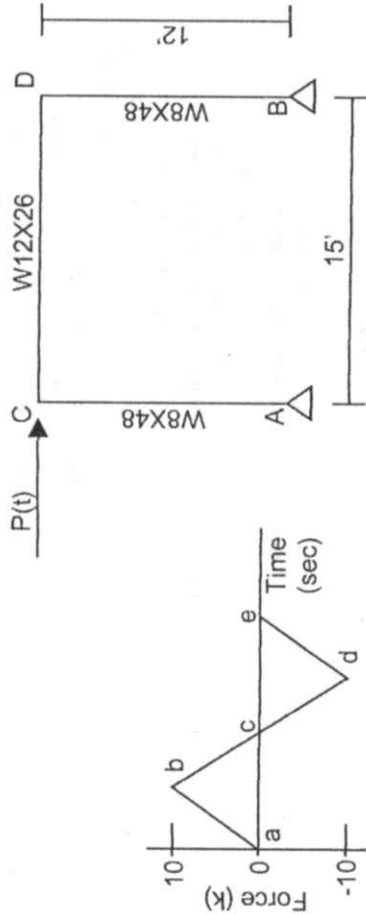
Todas las conexiones de la viga-columna están rígidas

Masas en el nudo

Masa concentrada en los nudos C y D es $0.02 \text{ kip-sec}^2/\text{in}$

Carga

La carga $P(t)$, se aplica al nudo C, es una carga periódica. Tres casos de cargas diferentes (funciones) se define para $P(t)$. Las tres funciones de carga que tienen periodos de 0.25, 0.50 y 1.00 segundos respectivamente, se muestra en el gráfico de abajo. Asuma 5% amortiguamiento para toda la estructura.



Point	Force (k)	Time Function 1 (sec)	Time Function 2 (sec)	Time Function 3 (sec)
a	0	0	0	0
b	10	0.0625	0.125	0.25
c	0	0.125	0.25	0.5
d	-10	0.1875	0.375	0.75
e	0	0.25	0.5	1

Nota: Los periodos de las funciones 1, 2, y 3 son 0.25, 0.5, y 1 segundos respectivamente.

Resolver

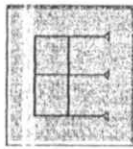
1. Verifique que el periodo natural de estructura es aproximadamente 0.50 segundos.
2. Determine desplazamiento en el nudo D para las tres funciones periódicas.

Nota: Nuestra intención es que usted resuelva este problema primero, caso contrario puede verificar con los siguientes pasos desarrollados en este ejercicio..

Solución del Problema M

1. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar unidades a kip-ft.
2. Del menú **File** seleccione **New Model From Template...**
3. En esta ventana pulse el botón Pórtico plano
4. En esta ventana:

- Teclee 1 en **Number of Stories**
- Teclee 1 en **Number of Bays**
- Acepte el valor de 12 en **Story Height**.
- Teclee 15 en **Bay Width**.
- Pulse el botón **OK**.



5. Pulse el botón el "X" en la ventana 3-D para cerrarlo.

6. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar unidades a kip-in.

7. Del menú **Define** seleccione **Materials...** pulse el botón en **STEEL** en el área de los **Materiales**, y pulse el botón **Modify/Show Material**. Los **Datos de Propiedad Materiales** se despliega en la caja.

8. En esta ventana:

- Verifique 29000 esta en el **Módulo de Elasticidad**.
- Verifique .3 esta en el **modulo de Poisson**.
- Verifique el peso por unidad de volumen de 2.830E-0.4
- Verifique que la fluencia del acero es $F_y = 36$
- Pulse el botón el botón de **OK** dos veces.



9. Del menú **Define** seleccione **Frame Sections...** para desplegar las secciones del elemento.
10. Pulse el botón de flecha hasta que diga **Import I/Wide Flange** y pulse el mismo.
11. Si aparece **File Section** entonces localice el archivo **Sections.pro** que debe localizarse en el mismo directorio del **SAP2000**.

12. Una ventana aparece con una lista de todas las secciones en el banco de datos. En este diálogo:

- Teclee abajo y pulse en **W12X26**.
- Seleccione **W8X48** manteniendo presionado ctrl. (control)
- Pulse el botón **OK** tres veces.

13. Seleccione la viga.

14. Del menú **Assign** seleccione **Frame** y de ahí **Sections...**

15. En esta ventana:

- Resalte **W14X90** en el área de **Secciones de Elemento**
- Pulse el botón **OK**.

16. Seleccione las columnas.

17. Del menú **Assign** seleccione **Frame** y de ahí **Sections...**

18. En esta ventana:

- Resalte **W24X55** en el área de **Secciones de Elemento**
- Pulse el botón **OK**.

19. Seleccione los nudos C y D del enunciado del problema.

20. Del menú **Assign** seleccione **Joint** y luego **Masses...**

21. En esta caja de diálogo:

- Teclee .02 en **Direction 1**.
- Teclee .02 en **Direction 3**.
- Pulse **OK**



22. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar unidades a kip-ft.

23. Pulse el botón **Undeformed shape** para limpiar la pantalla.

24. Seleccione el nudo C.
25. Del menú **Assign** seleccione **Joint Static Loads...** y luego **Forces...** eso desplegará una ventana

26. En esa ventana:

- Teclee **1** en la caja de **Force Global X**.
- Pulse el botón **OK**

27. Pulse el botón **Undeformed shape**  para limpiar la pantalla.

28. Del menú **Define** seleccione **Time History Functions...**

29. En esta ventana:

- Pulse **Add New Function**
- En esta caja de dialogo
 - Acepte el nombre función **FUNC1**.
 - Pulse **Add**.
 - Teclee **.0625** en **Time**, **10** en **Value** y pulse **Add**
 - Teclee **.125** en **Time**, **0** en **Value** y pulse **Add**
 - Teclee **.1875** en **Time**, **-10** en **Value** y pulse **Add**
 - Teclee **.25** en **Time**, **0** en **Value** y pulse **Add**
 - Pulse **OK**

• Pulse **Add New Function**

- En esta caja de dialogo
 - Acepte el nombre función **FUNC2**.
 - Pulse **Add**.
 - Teclee **.125** en **Time**, **10** en **Value** y pulse **Add**
 - Teclee **.25** en **Time**, **0** en **Value** y pulse **Add**
 - Teclee **.375** en **Time**, **-10** en **Value** y pulse **Add**
 - Teclee **.5** en **Time**, **0** en **Value** y pulse **Add**
 - Pulse **OK**

• Pulse **Add New Function**

- En esta caja de dialogo

- Acepte el nombre función **FUNC3**.
- Pulse **Add**.
- Teclee **.25** en **Time**, **10** en **Value** y pulse **Add**
- Teclee **.5** en **Time**, **0** en **Value** y pulse **Add**
- Teclee **.75** en **Time**, **-10** en **Value** y pulse **Add**
- Teclee **1** en **Time**, **0** en **Value** y pulse **Add**
- Pulse **OK** dos veces para salir de las ventanas.

30. Del menú **Define** seleccione **Time History Cases...**

31. En esa ventana:

- Pulse **Add New History**
- En esa caja de dialogo:
 - Acepte el nombre **HIST1**.
 - Seleccione de la caja de flechas **Analysis Type**, **Periodic**.
 - Pulse **Modify/Show**
 - En esa ventana:
 - Pulse **.05** en **Damping For All Modes**
 - Pulse **OK**
 - Teclee **.25** en **Number of Output Time Steps**.
 - Teclee **.01** en **Output Time Step Size**.
 - Seleccione **Envelopes**.
 - En la caja de flecha de **Load**, seleccione **LOAD1**.
 - En la caja de flecha de **Function**, seleccione **FUNC1**.
 - Pulse **Add**
 - Pulse **OK** para retornar a la ventana de **Time History Case**.
- Pulse **Add New History**
- En esa caja de dialogo:
 - Acepte el nombre **HIST2**.
 - Seleccione de la caja de flechas **Analysis Type**, **Periodic**.
 - Pulse **Modify/Show**
 - En esa ventana:
 - Pulse **.05** en **Damping For All Modes**.
 - Pulse **OK**

- o Teclee 50 en Number of Output Time Steps.
- o Teclee .01 en Output Time Step Size.
- o Seleccione Envelopes.
- o En la caja de flecha de Load, seleccione LOAD1.
- o En la caja de flecha de Function, seleccione FUNC2.
- o Pulse Add
- o Pulse OK para retornar a la ventana de Time History Case.
- Pulse Add New History
- En esa caja de dialogo:
 - o Acepte el nombre HIST3.
 - o Seleccione de la caja de flechas Analysis Type, Periodic.
 - o Pulse Modify/Show
 - o En esa ventana:
 - Pulse .05 en Damping For All Modes.
 - Pulse OK
 - o Teclee 100 en Number of Output Time Steps.
 - o Teclee .01 en Output Time Step Size.
 - o Seleccione Envelopes.
 - o En la caja de flecha de Load, seleccione LOAD1.
 - o En la caja de flecha de Function, seleccione FUNC3.
 - o Pulse Add
 - o Pulse OK dos veces para salir de todas las ventanas.

32. Del menú Analyze seleccione Set Options...

- En esta ventana pulse el botón el Plane Frame XZ Plane grados disponibles de libertad.
- Seleccione Dynamic Analysis, si no esta activado.
- Pulse Set Dynamic Parameters.
- En esa ventana:
 - o Teclee 4 en Number of Modes
 - o Pulse OK dos veces.



para poner los

33. Pulse el botón Run Analysis para ejecutar el análisis.

- 34. Cuando el análisis este completo vea los mensajes en la ventana del Analisis (no debe haber ninguna advertencia o error) y entonces pulsa el botón de OK para cerrar la ventana del Analisis.
- 35. Note que en el titulo de la ventana aparece el primer modo de vibrar 0.5 segundos.
- 36. Del menú Display seleccione Set Output Table Mode...
- 37. En esa ventana:
 - Seleccione HIST1 y luego arrastre el mouse seleccionando HIST2, y HIST3 deben de resaltar.
 - Pulse OK
- 38. Haga un clic derecho en el nudo "D" del enunciado del problema para desplegar una tabla envolvente de valores de desplazamiento. Note que el máximo desplazamiento se da en HIST2.
- 39. Cierre la ventana de la tabla con un clic en "X"
- 40. Nosotros ya vimos la envolvente de desplazamientos en el nudo D. Ahora veremos la historia de tiempo de los desplazamientos (Time History). Seleccione el nudo D.
- 41. Del menú Display seleccione Show Time History Traces...
- 42. En esa ventana:
 - Pulse Define Functions
 - En esa caja de dialogo:
 - o Seleccione el nudo 4
 - o Pulse Modify/Show TH Function
 - o En esa ventana:
 - Verifique que este selecto Displ.
 - Verifique que este selecto UX.
 - Pulse OK dos veces para retornar a Time History Display Definition.
 - Verifique que HIST1 este seleccionado de la caja de flechas.
 - Seleccione el nudo 4 de la lista de funciones
 - Pulse Add para mover a la caja de Plot Functions.
 - Pulse Display para desplegar el "time history"
 - Pulse OK para regresar a la ventana de Time History Display Definition.
 - Seleccione HIST2 de la caja de flechas.

- Pulse Display para desplegar el "time history".
- Pulse OK para regresar a la ventana de Time History Display Definition.
- Seleccione HIST3 de la caja de flechas.
- Pulse Display para desplegar el "time history".
- Pulse OK para regresar a la ventana de Time History Display Definition.
- Pulse Done para cerrar la caja de dialogo de Time History Display Definition.

Problema N

Puente Con Cargas Móviles

Concreto

$E = 5000 \text{ ksi}$,

Relación de Poisson = 0.2

Propiedades de los miembros

Viga

$A = 40 \text{ ft}^2$

$I = 400 \text{ ft}^3$

$AS = 30 \text{ ft}^2$

Columna

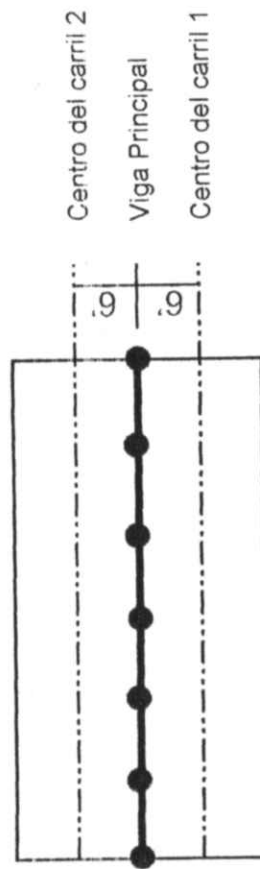
$A = 35 \text{ ft}^2$

$I = 500 \text{ ft}^3$

$AS = 12 \text{ ft}^2$

Carga móvil

Número de carriles = 2

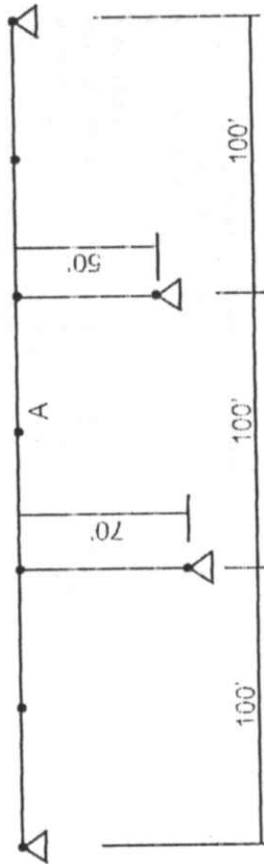


Verifique para el caso mas adverso de carga de vehicular HS20-44 y HS20-44L aplicada a cada carril simultáneamente.

Use el método Exacto de cálculo.

Resolver.

Ponga el número de segmentos de salida para los elementos de la viga principal a 2.
 Revise la línea de influencia para el desplazamiento vertical en el nudo A en el carril 1.
 Revise la carga móvil, momentos M33 de la viga principal para el carril 1.
 Ponga el número de salidas de segmentos para los elementos de la viga principal a 10.
 Revise la misma línea de influencia y momentos.



Nota: Nuestra intención es que usted resuelva este problema primero, caso contrario puede verificar con los siguientes pasos desarrollados en este ejercicio..

Solución del Problema N

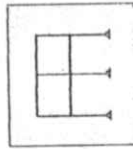
1. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar unidades a kip-ft.

2. Del menú File seleccione New Model From Template....

3. En esta ventana pulse el botón Pórtico plano

4. En esta ventana:

- Teclee 1 en Number of Stories.
- Teclee 3 en Number of Bays.
- Teclee 70 en Story Height.
- Teclee 100 en Bay Width.
- Desactive Restraints.
- Pulse el botón OK.



5. Pulse el botón el "X" en la ventana 3-D para cerrarlo..

6. Pulse el botón Set Elements ☒ del menú principal.

7. En esta ventana:

- Cheque labels en la caja de Joints.
- Cheque labels en la caja de Frames.
- Pulse el botón OK.

8. Seleccione los elementos del pórtico 1 y 4. Apriete del teclado **supr** para eliminar estos elementos.

9. Pulse el botón Refresh Window  para actualizar la ventana.

10. Seleccione los nudos 2, 3, 5 y 8.

11. Del menú Assign seleccione Joint y luego Restraints...

12. En esta ventana:

- Verifique que la translación en 1, 2, y 3 están seleccionados.
- Pulse OK.

13. Seleccione el nudo 5.

14. Del menú Edit seleccione Move... para desplegar Move Selected Points

15. En esta ventana:

- Teclee 20 en Delta Z.
- Verifique que 0 esta en Delta X y Delta Y.
- Pulse **OK**.

16. Seleccione los elementos 5, 6 y 7.

17. Del menú **Edit** seleccione **Divide Frames...**

18. Verifique que esa ventana esta como se muestra aqui a lado, pulse **OK**.

19. Seleccione los elementos desde 8 hasta el 13

20. Del menú **Assign** seleccione **Frame** y luego **Output Segments...**

21. En esta ventana:

- Teclee 2 en Number of Segments.
- Pulse **OK**.

22. Pulse el botón **Show Undeformed Shape** para limpiar la pantalla.

23. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar unidades a kip-in.

24. Del menú **Define** seleccione **Materials...**

25. Pulse el botón **CONC** en el área de los Materiales, y pulse el botón **Modify/Show Material**. Los

Datos de Propiedad Materiales se despliega en la caja.

26. En esta ventana

- Verifique 5000 esta en el Módulo de Elasticidad.
- Verifique 2 esta en el modulo de Poisson.
- Acepte los otros valores predeterminados.
- Pulse el botón **OK** dos veces.

27. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar unidades a kip-ft.

28. Del menú **Define** seleccione **Frame Sections...**

29. Pulse el botón de flecha **Add I/Wide Flange** y seleccione **Add General**

30. En esta ventana:

- Teclee 40 en Cross Sectional (Axial).
- Teclee 400 en Moment Of Inertia About 3 Axis.



- Teclee 30 en Shear Area in 2 Direction.
- Pulse **OK**.

En esta ventana:

- Teclee **COLUMN** en Section Name.
- Seleccione **CONC** de la caja de flecha Material.
- Pulse **OK** para retornar a la ventana de Define Frame Sections.

31. Pulse la caja de flecha de Add General y seleccione el mismo.

32. En esta caja:

- Teclee 35 en Cross Sectional (Axial).
- Teclee 500 en Moment Of Inertia About 3 Axis.
- Teclee 12 en Shear Area in 2 Direction.
- Pulse **OK**.
- En esta ventana:

- Teclee **GIRDER** en Section Name.
- Seleccione **CONC** de la caja de flecha Material.
- Pulse **OK** para retornar a la ventana de Define Frame Sections.

33. Seleccione el elemento 8 al 13 (vigas).

34. Del menú **Assign** seleccione **Frame** y luego **Sections...**

35. En esta ventana:

- Resalte **GIRDER** en Frame Sections.
- Pulse **OK**.

36. Seleccione las dos columnas.

37. Del menú **Assign** seleccione **Frame** y luego **Sections...**

38. En esta ventana:

- Resalte **COLUMN** en Frame Sections.
- Pulse **OK**.

39. Pulse el botón **Show Undeformed Shape** para limpiar la pantalla.

40. Del menú **Define** seleccione **Moving Load Cases** y luego **Lanes...**

41. En esta ventana:

- Pulse **Add New Lane**
- En esta caja de dialogo:

- ☐ Acepte el nombre LANE1.
- ☐ Teclee 8 en Frame.
- ☐ Teclee -6 en Eccentricity.
- ☐ Pulse Add
- ☐ Teclee 9 en Frame
- ☐ Pulse Add
- ☐ Teclee 10 en Frame
- ☐ Pulse Add
- ☐ Teclee 11 en Frame
- ☐ Pulse Add
- ☐ Teclee 12 en Frame
- ☐ Pulse Add
- ☐ Teclee 13 en Frame
- ☐ Pulse Add
- ☐ Pulse OK para retornar a la anterior ventana:
- ☐ Pulse Add New Lane
- ☐ En esta caja de dialogo:
- ☐ Acepte el nombre LANE2.
- ☐ Teclee 8 en Frame.
- ☐ Teclee 6 en Eccentricity.
- ☐ Pulse Add
- ☐ Teclee 9 en Frame
- ☐ Pulse Add
- ☐ Teclee 10 en Frame
- ☐ Pulse Add
- ☐ Teclee 11 en Frame
- ☐ Pulse Add
- ☐ Teclee 12 en Frame
- ☐ Pulse Add
- ☐ Teclee 13 en Frame
- ☐ Pulse Add
- ☐ Pulse OK dos veces para salir de todas las ventanas.

42. Del menú **Define** seleccione **Moving Load Cases** y luego **Vehicles...**

43. En esta ventana:
- ☐ Pulse la caja de flecha y seleccione **Add Standard Vehicle**.
 - ☐ En esta caja de dialogo:
 - ☐ En la caja de flecha de Vehicle Type seleccione HSn-44.
 - ☐ Teclee **20** en Scale Factor si no aparece por defecto.
 - ☐ Pulse **OK** para retornar a la ventana anterior.
 - ☐ Pulse la caja de flecha y seleccione **Add Standard Vehicle**.
 - ☐ En esta caja de dialogo:
 - ☐ En la caja de flecha de Vehicle Type seleccione HSn-44L.
 - ☐ Teclee **20** en Scale Factor si no aparece por defecto.
 - ☐ Pulse **OK** dos veces para salir de todas las ventanas.

44. Del menú **Define** seleccione **Moving Load Cases** y luego **Vehicles Classes...**

45. En esta ventana:
- ☐ Pulse **Add New Class**
 - ☐ En esta caja de dialogo:
 - ☐ Acepte el nombre por defecto, VECL1
 - ☐ Verifique que HSn-441 esta en la caja de flecha de Vehicle Name.
 - ☐ Teclee **1** en Scale Factor si aun no esta.
 - ☐ Pulse **Add**.
 - ☐ Seleccione HSn-442 esta en la caja de flecha de Vehicle Name.
 - ☐ Pulse **Add**.
 - ☐ Pulse **OK** dos veces para salir de las ventanas.

46. Del menú **Define** seleccione **Moving Load Cases** y luego **Bridge Responses...**

47. En esta ventana:
- ☐ En la caja de Type of Results seleccione las cuatro casillas si aun no lo estan.
 - ☐ En Method of Calculation seleccione **Exact**.
 - ☐ Pulse **OK**.

48. Del menú **Define** seleccione **Moving Load Cases** y luego **Moving Load Cases...**

49. En esta ventana:
- ☐ Pulse **Add New Load**.
 - ☐ En esta caja de dialogo:

- o Acepte el nombre MOVE1.
- o Pulse **Add New Assign**
- o En esta ventana:

- En la caja de Assignment Lanes seleccione LANE1.
- Mantenga presionada la tecla Ctrl del teclado y seleccione LANE2
- Pulse **Add** para transferir a Selected Lanes.
- Pulse **OK** tres veces para salir de todas las ventanas.

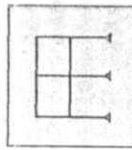
50. Note que el nudo "A" del enunciado es el nudo 10 en su pantalla.

51. Pulse el botón **Set Elements**  del menú principal.


52. En esta ventana:
- Desactive labels en la caja de Joints.
 - Desactive labels en la caja de Frames.
 - Pulse el botón **OK**.

53. Del menú **Analyze** seleccione **Set Options...**

- En esta ventana pulse el botón el **Plane Frame XZ Plane** los grados disponibles de libertad.
- Pulse **OK**.



para poner

54. Pulse el botón **Run Analysis**  para ejecutar el análisis.


55. Cuando el análisis este completo vea los mensajes en la ventana del Análisis (no debe haber ninguna advertencia o error) y entonces pulsa el botón de **OK** para cerrar la ventana del Análisis.

56. Del menú **Display** seleccione **Show Influence Lines...** y luego **Joints...**

57. En esta ventana:

- Seleccione LANE1 de la caja de flecha si aun no esta selecta.
- Teclee 10 en la caja de Joint ID.
- En la caja de Vector Type seleccione Displacement si aun no esta selecto.
- En la caja de Component seleccione U3 (desplazamiento vertical).
- Pulse **OK** para desplegar la linea de influencia.


Nota: Esta linea de influencia esta construida con dos segmentos de salida especificados para la viga principal. Los mismos son calculados al final de cada segmento de salida. Estos puntos son luego unidos por lineas rectas. Puede ver claramente los segmentos en la linea de influencia.

58. Pulse el botón **Member Force Diagram For Frames**  |

59. En esta ventana:

- Seleccione MOVE1 de la caja de flecha.
- En la caja de Component seleccione Moment 3-3.
- Desactive Fill Diagram.
- Active Show Values On Diagram.
- Pulse **OK** para desplegar el diagrama de momentos


Nota: Este diagrama de momento esta construida con dos segmentos de salida especificados para la viga principal. Los mismos son calculados al final de cada segmento de salida. Estos puntos son luego unidos por lineas rectas. Puede ver claramente los segmentos en dicho diagrama.

60. Pulse el botón **Lock/Unlock Model**  y acepte la advertencia.

61. Seleccione los elementos, 8 hasta el 13 (son los elementos de la viga)

62. Del menú **Assign** seleccione **Frame** y luego **Output Segments...**

63. En esta ventana:
- Teclee 10 en Number of Segments.
 - Pulse **OK**.

64. Pulse el botón **Show Undeformed Shape**  para limpiar la pantalla.

65. Pulse el botón **Run Analysis**  para ejecutar el análisis.

66. Cuando el análisis este completo vea los mensajes en la ventana del Análisis (no debe haber ninguna advertencia o error) y entonces pulsa el botón de **OK** para cerrar la ventana del Análisis.

67. Del menú **Display** seleccione **Show Influence Lines...** y luego **Joints...**

68. En esta ventana pulse **OK**.

Nota: Esta linea de influencia es mas exacta que la anterior.

69. Pulse el botón **Member Force Diagram For Frames**  |

70. En esta ventana pulse **OK**.

Nota: Este diagrama de momentos es mas exacta que la anterior.

Problema O

Tres Pórticos

Hormigón

$E = 5000 \text{ ksi}$,

Modulo de Poissons = 0.2

Vigas: 24" por 36"

Columnas: 24" por 24"

Propiedades del Amortiguador

Propiedades lineales

Rigidez efectiva = 0

Rigidez del amortiguador = 0 k-sec/in

Propiedades de No-lineal

Rigidez = 1000 k/in

Amortiguador = 30 k-sec/in

Exponente del amortiguador = 0.5

Propiedades de Aislador (Aislador1)

Rigidez Vertical (axial) = 10,000 k/in (lineal)

Rigidez inicial de corte = 100 k/in

Fuerza de resistencia al cortante = 40 kips

Proporción posterior a fluencia a la rigidez de corte con la rigidez inicial de corte = 0.1

Time History

Aplicar el registro de ELCENTRO. Se dan tres tiempos y valores de aceleración

en cada línea de este archivo. El valor de aceleración está en unidades de g. La

longitud del registro es 12.1 segundos.

Resolver

Cree tres pórticos, uno simple, uno con amortiguadores, y uno con

Aisladores.

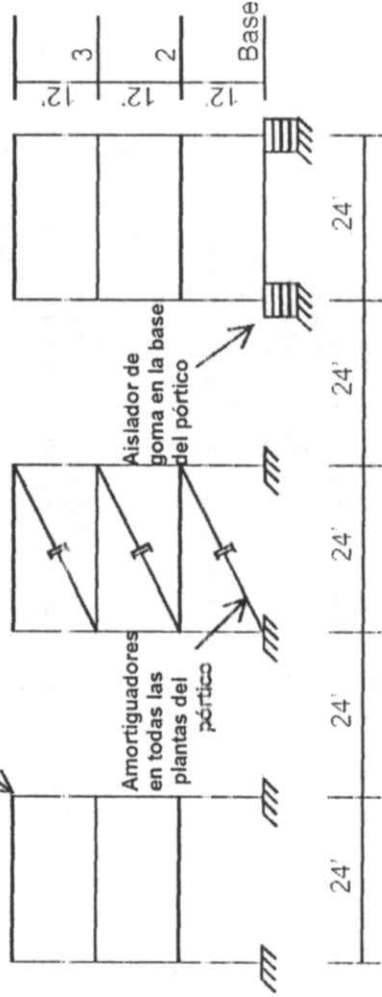
Cree un video (* .avi archivo) de la "corrida" del time history no-lineal.

Revisar las formas modales.

Incluir una carga de 50 kip y una masa de 0.25 kip s²/in en

cada nudo de la segunda, tercera planta y techo de cada

pórtico



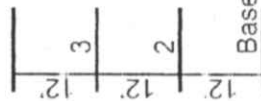
Nota: Nuestra intención es que usted resuelva este problema primero, caso

contrario puede verificar con los siguientes pasos desarrollados en este ejercicio..

Solución del Problema O

1. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar unidades a kip-ft.
2. Del menú **File** seleccione **New Model From Template...**
3. En esta ventana pulse el botón Pórtico plano
4. En esta ventana:

- Teclee 3 en **Story Height**.
- Teclee 5 en **Bay Width**.
- Desactive **Restraints**
- Pulse el botón **OK**.



5. Pulse el botón al "X" en la ventana 2-D para cancelar.

6. Pulse el botón **Set Elements** ☒ del menú principal.
7. En esta ventana:

- Seleccione Labels en la caja de Joints.
- Seleccione Labels en la caja de Frame
- Pulse el botón **OK**.

8. Seleccione los elementos 22, 23, 24, 28, 29 y 30. Apriete del teclado **supr** para eliminar estos elementos.

9. Pulse el botón **Refresh Window** para actualizar la ventana.
10. Del menú **Draw** seleccionar **QuickDraw Frame Element**.

11. Pulse entre los nudos 17 y 21 (en el grid) para insertar una viga en la base del pórtico con aisladores.
12. Pulse el botón puntero para salir del modo dibujo.
13. Seleccione los nudos 1, 5, 9, y 13.
14. Del menú **Assign** seleccione **Joint**, y luego **Restraints...**

15. En esa ventana: Pulse el botón para seleccionar todos los grados de libertad (U1, U2, U3, R1, R2 and R3) como restricciones.
 - Pulse **OK**.

Kip-in

16. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar unidades a kip-in.

17. Del menú **Define** seleccione **Materials...**

18. Pulse el botón **CONC** en el área de los Materiales, y pulse el botón **Modify/Show Material**. Los Datos de Propiedad Materiales se despliega en la caja.

19. En esta ventana

- Pulse 0 en **Mass per Unit Volume**.
- Teclee 5000 en **modulo de elasticidad**.
- Verifique .2 esta en el **modulo de Poisson**.
- Acepte los otros valores predeterminados.
- Pulse el botón **OK** dos veces.

20. Del menú **Define** seleccione **Frame Sections...** para desplegar las secciones del elemento. En esta ventana:

21. Pulse el botón de flecha **Add I/Wide Flange** y seleccione **Add rectangular**

22. En esta ventana:

- Teclee **BEAM** en **Section Name**.
- Seleccione **CONC** de la caja de flecha de **Material**.
- Teclee 36 en **Depth (t3)**.
- Teclee 24 en **Width (t2)**.
- Pulse **OK** para volver a la ventana de **Define Frame Sections**.

23. Pulse el botón de flecha **Add I/Wide Flange** y seleccione **Add rectangular**
24. En esta ventana:

- Teclee **COL** en **Section Name**.
- Seleccione **CONC** de la caja de flecha de **Material**.
- Teclee 24 en **Depth (t3)**.
- Teclee 24 en **Width (t2)**.
- Pulse **OK** para volver a la ventana de **Define Frame Sections**.

25. Seleccione todas las vigas (10 en total).

26. Del menú **Assign** seleccione **Frame** y de ahí **Sections...**

27. En esta ventana:


- Resalte BEAM en el área de Secciones de Elemento.
- Pulse el botón OK.

28. Seleccione todas las columnas (18 en total).

29. Del menú Assign seleccione **Frame** y de ahí **Sections...**

30. En esta ventana:

- Resalte COL en el área de Secciones de Elemento.
- Pulse el botón OK.

31. Pulse el botón  Show Undeformed Shape para limpiar la pantalla.

32. Del menú Define seleccione **NLLink Properties...**

33. En esta ventana:

- Pulse Add New Property
- En esta caja de dialogo:
 - Teclee ISO en Property Name.
 - Seleccione Isolator 1 de la caja de flecha.
 - Teclee .001 en Mass.
 - Seleccione U1 Direction.
 - Pulse Modify/Show For U1.
 - En esta ventana:
 - Teclee 10000 en Effective Stiffness.
 - Pulse OK para volver a la ventana anterior.
 - Seleccione U2 Direction.
 - Seleccione U2 Nonlinear.
 - Pulse Modify/Show For U1.
 - En esta ventana:
 - Teclee 10 en Effective Stiffness en la caja de Linear Properties.
 - Teclee 100 en Stiffness en la caja de Nonlinear Properties.
 - Teclee 40 en Yield Strength.
 - Teclee .1 en Post Yield Stiffness Ratio.
 - Acepte los otros valores predeterminados.
 - Pulse OK para volver a la ventana anterior.

- Pulse Add New Property

- En esta caja de dialogo:

- Teclee **DAMP** en Property Name.
- Seleccione Damper de la caja de flecha.
- Teclee .001 en Mass.
- Seleccione U1 Direction.
- Seleccione U1 Nonlinear.
- Pulse Modify/Show For U1.
- En esta ventana:
 - Teclee 1000 en Stiffness en la caja de Nonlinear Properties.
 - Teclee 30 en Damping.
 - Teclee .5 en Damping Exponent.
 - Pulse OK para volver a la ventana anterior.
- Seleccione U2 Direction.
- Seleccione U2 Nonlinear.
- Pulse Modify/Show For U1.
- En esta ventana:
 - Teclee 10 en Effective Stiffness en la caja de Linear Properties.
 - Teclee 100 en Stiffness en la caja de Nonlinear Properties.
 - Teclee 40 en Yield Strength.
 - Teclee .1 en Post Yield Stiffness Ratio.
 - Acepte los otros valores predeterminados.
 - Pulse OK tres veces para salir de todas las ventanas.

34. Del menú Draw seleccione **Draw NLLink Element**.

35. Haga doble clic sobre los nudos 17 y 21 para dibujar dos elementos NLLink.

36. Haga clic sobre el nudo 9 y luego sobre el 14 para dibujar un elemento NLLink.

37. Haga clic sobre el nudo 10 y luego sobre el 15 para dibujar un elemento NLLink.

38. Haga clic sobre el nudo 11 y luego sobre el 16 para dibujar un elemento NLLink.

39. Pulse el botón puntero  para salir del modo dibujo.

40. Seleccione los elementos NLLink que están en el centro.

41. Del menú Assign seleccione **NLLink** y luego **Properties...**

42. En esta ventana:

- Seleccione DAMP
- Pulse OK.

- Deshabilite labels en la caja de Joints.
 - Deshabilite labels en la caja de Frame.
 - Pulse el botón OK.
- Nota: Previamente para definir la función Time History, deberá localizar el archivo llamado ELCENTRO en el subdirectorio llamado Examples en el directorio donde haya instalado el SAP2000. Copie este archivo dentro el mismo directorio de salida que esta utilizando para sus archivos de SAP2000. Si en el subdirectorio de Examples no existe deberá de reinstalar el sap2000, y seleccionar la instalación de Examples*

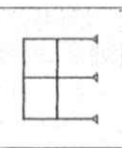
61. Del menú Define seleccione Time History Functions...

62. En esta ventana:

- Pulse Add Function From File
- En esta caja de dialogo.
 - o Teclee ELCEN en Function Name.
 - o Pulse Open File para desplegar y llevar la función.
 - o En esta ventana:
 - Seleccione el archivo Elcentro.
 - Pulse Open para retornar a la ventana anterior.
 - Teclee 3 en Number Of Points Per Line.
 - Seleccione Time and Function Values.
 - Pulse OK Dos veces para salir de todas las ventanas.

63. Del menú Analyze seleccione Set Options...

para



- En esta ventana pulse el botón el Plane Frame XZ Plane poner los grados disponibles de libertad.
- Seleccione Dynamic Analysis.
- Pulse Set Dynamic Parameters.
- En esa ventana:
 - o Teclee 30 en Number of Modes.
 - o Seleccione Ritz Vectors.
 - o Verifique que ACCEL X y ACCEL Z están el la caja de Ritz Load Vectors.
 - o Mueva cualquier otro vector fuera de la caja de Ritz Load Vectors
 - o Verifique que NLLink Vectors esta activado.

43. Pulse el botón Show Undeformed Shape para limpiar la pantalla.

44. Pulse Ctrl. Del teclado y manténgala presionada y haga un clic izquierdo en el nudo 17 para desplegar una lista.

45. En esa ventana seleccione NLLink 1. La lista se cierra y el NLLink es asignado.

46. Pulse Ctrl. Del teclado y manténgala presionada y haga un clic izquierdo en el nudo 21 para desplegar una lista.

47. En esa ventana seleccione NLLink 2. La lista se cierra y el NLLink es asignado.

48. Del menú Assign seleccione NLLink y luego Properties...

49. En esta ventana:

- Seleccione ISO
- Pulse OK.

50. Pulse el botón Show Undeformed Shape para limpiar la pantalla.

51. Seleccione todos los nudos del 2º, 3º planta y del techo.

52. Del menú Assign seleccione Joint Static Loads... y luego Forces...

53. En esta ventana:

- Teclee -50 en Force Global Z.
- Pulse OK.

54. Seleccione todos los nudos del 2º, 3º planta y del techo.

55. Del menú Assign seleccione Joint y luego Masses...

56. En esta ventana:

- Teclee .25 en Direction 1.
- Teclee .25 en Direction 3.
- Pulse OK.






57. Pulse el botón en la barra de estado, cambiar unidades a kip-ft.

58. Pulse el botón Show Undeformed Shape para limpiar la pantalla.

59. Pulse el botón Set Elements del menú principal.

60. En esta ventana:

- o Pulse **OK** dos veces para salir de todas las ventanas.
64. Del menú **Define** seleccione **Time History Cases...**
65. En esta ventana:
- Pulse **Add New History**.
 - En esta caja de dialogo:
 - o Teclee **GRAV** en History Case Name.
 - o Seleccione de la caja de flecha de Analysis Type, **Nonlinear**.
 - o Pulse **Modify/Show** para el amortiguamiento modal.
 - o En esta ventana:
 - Teclee .02 en Damping For All Modes.
 - Pulse **OK**.
 - o Teclee 100 en Number of Output Time Steps
 - o Teclee .1 en Output Time Step Size.
 - o Seleccione Envelopes
 - o En la caja de flecha de Load seleccione **GRAV**.
 - o En la caja de flecha de Function seleccione **RAMP**.
 - o Teclee 1 en Scale Factor.0
 - o Pulse **Add**.
 - o Pulse **OK** para retornar a la ventana de Define Time History Cases.
 - Pulse **Add New History**.
 - En esta caja de dialogo:
 - o Teclee **ELCN** en History Case Name.
 - o Seleccione de la caja de flecha de Analysis Type, **Nonlinear**.
 - o Pulse **Modify/Show** para el amortiguamiento modal.
 - o En esta ventana:
 - Teclee .02 en Damping For All Modes.
 - Pulse **OK**.
 - o Teclee 1210 en Number of Output Time Steps
 - o Teclee .01 en Output Time Step Size.
 - o Seleccione Envelopes
 - o En la caja de flecha de Load seleccione acc dir 1.
 - o En la caja de flecha de Function seleccione **ELCEN**.
 - o Teclee 32.2 en Scale Factor.0

- o Pulse **Add**.
 - o Pulse **OK** dos veces para salir de todas las ventanas.
66. Pulse el botón **Run Analysis**  para ejecutar el análisis.
67. Cuando el análisis este completo vea los mensajes en la ventana del Análisis (no debe haber ninguna advertencia o error) y entonces pulsa el botón de **OK** para cerrar la ventana del Análisis.
68. Pulse el botón  **Start Animation** localizado en la barra de estado para animar el primer modo de vibrar.
69. Pulse el botón **Right Arrow**  para ver el siguiente modo de vibrar.
70. Continúe pulsando **Right Arrow**  para ver todos los modos de vibrar.
71. Pulse el botón **Show Undeformed Shape**  para limpiar la pantalla.
72. Del menú **File** seleccione **Create Video...** y luego seleccione **Create Time History Animation Video...** para desplegar la ventana
73. En esta ventana seleccione el nombre y localización para el video (*.avi) y pulse **Save**.
74. En esta ventana:
- Teclee 50 en Magnification Factor.
 - En la caja de Frame Size (Pixels) teclee 640 por 480.
 - Pulse **OK**. El archivo *.avi es creado.

*Nota: Una vez que ha sido creado el archivo *.avi puede ser ejecutado en cualquier programa multimedia que soporte dicho archivo. Un programa llamado Media player es proporcionado con Windows 95 que ejecuta archivos *.avi. Este programa puede a menudo ser encontrado presionando el botón Inicio, seleccionando Programas, luego seleccione Accesorios y finalmente seleccione Multimedia. Ningún programa multimedia es provisto con SAP 2000.*

Nota: El propósito de este ejercicio es visualizar el potencial de SAP 2000. Las propiedades estructurales de cada pórtico no tienen que ser optimizadas en este ejemplo. Sin embargo, deberá tomarse gran cuidado en la ilustración de cualquier conclusión acerca de la representación relativa de los diferentes sistemas estructurales basados en este ejemplo.

Guía didáctica para el Diseño de concreto

Apreciación global

Algunos de las características básicas de SAP2000 diseño de hormigón, se exploran en este tutorial. Esta introducción se dará al usuario la primera experiencia de pórticos de hormigón con SAP2000. El programa le permite seleccionar de códigos internacionales para diseño y revisión de las estructuras de concreto. La Ayuda on-line comprensiva es incluido en el programa para su referencia rápida. Es supuesto que usted tiene un conocimiento de operación de procedimientos del diseño de Hormigón y está bastante familiarizado con los códigos actuales de práctica y conceptos de diseño.

Nosotros accederemos a los comandos de SAP2000 del Menú Principal de Herramientas.

En la sucesión de la asignación, hay dos puntos importantes que usted debe recordar.

Primero, usted tiene que definir una entidad antes de que usted pueda asignarle un atributo, y segundo usted tiene que seleccionar elemento(s) antes de que usted pueda asignar un nuevo atributo o modificar el mismo.

Descripción del Modelo

La estructura tiene dos pisos y dos x dos vanos, oficina construida en Zona Sísmica No. 4 (área sísmica alta). Se diseña como un momento especial que se resiste el hormigón, usar el código ACI 318-95.

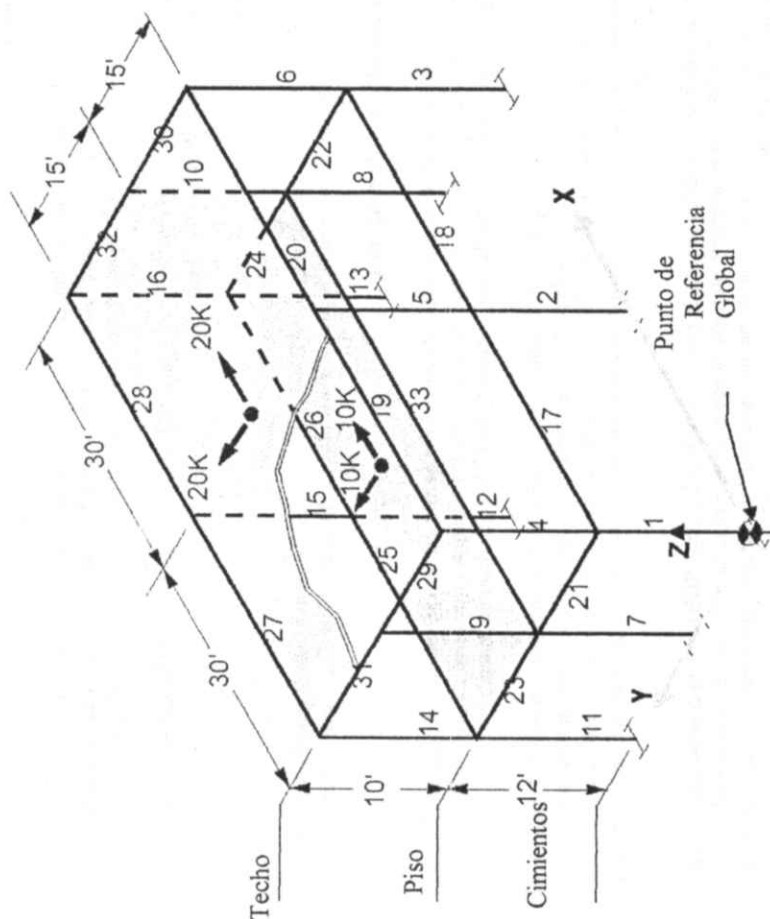


Figure III-1
Momento ductil que se Resiste Portico Concreto (Ejemplo Tutelar)

Geometría

La estructura de dos pisos tiene un diafragma parcial del suelo y un diafragma completo en el techo Vea la Figure III-1. La altura del piso del superior e inferior es 10'00" y 12'0" respectivamente. Los elementos iniciales se clasifican según tamaño y el refuerzo en tabla III-1.

ID	Componente estructural	Descripción
1	Columnas superiores	12" x 12" , o no especificado, recubrimiento mecánico 2"
2	Columnas inferiores	18" x 18" , o no especificado, recubrimiento mecánico 2"
4	Todas las vigas (menos la 33)	12" x 24" , o no especificado, recubrimiento mecánico 2"
	La viga mas larga (viga 33)	12" x 36" , o no especificado, recubrimiento mecánico 2"

Tabla III-1

Datos de Propiedad estructurales (Ejemplo Tutelar)

Propiedades de los materiales.

Se dan las propiedades de los materiales usados en la Tabla III-2. Se asume que los materiales usados para las vigas y columnas es el mismo. Sin embargo, el refuerzo del cortante es diferente del refuerzo longitudinal.

Propiedades del Material

	Magnitud
f_c'	4 ksi
E_c	3600 ksi
f_y	60 ksi
f_{yt}	40 ksi

Tabla III-2

Especificaciones de los materiales (Ejemplo Tutelar)

Para el análisis en SAP2000, el valor de E_c se modifica para considerar la rotura. Un multiplicador de 0.4 se usa para las columnas, se asume tener aproximadamente 2% acero, y un multiplicador de 0.5 se usa para las vigas. Estos los factores de multiplicación son ligeramente diferentes en ACI 318-95. Vea Sección R10.11.1 de ACI 318-95.

Casos de carga.

Cuatro casos de carga son considerados en el análisis. Las cargas muertas y vivas se definen como casos de carga DL y LL respectivamente. Las cargas sísmicas laterales, a su vez, son designadas como QX y QY respectivamente.

Las cargas muertas y vivas se simplifican como cargas lineales en las vigas. El equivalente a las fuerzas sísmicas estáticas se aplican como cargas laterales al centroide de los diafragmas:

- Caso 1 :
- DL_1 1.0 kip/ft en todas las vigas que se conectan al diafragma a lo largo de la dirección X (Peso-propio incluido)
- Caso 2 :
- LL_0.5 kip/ft en todas las vigas que se conectan al diafragma a lo largo de dirección X
- Caso 3:
- QX_Fuerza estática del terremoto equivalente en el X-dirección
- Caso 4:
- QY_Fuerza estática del terremoto equivalente en el Y-dirección

Análisis

Se aplican dos constricciones de diafragma para los dos diafragmas a las dos losas.

Estas constricciones previenen en el plano los desplazamientos relativos de los nodos a cada losa.

Se asume que las cargas del terremoto laterales son aplicadas al centroide del diafragma.

Un análisis P-Δ se lleva a cabo con un nivel de carga de $0.75 (1.4 DL + 1.7 LL) / \phi$ como recomendó en el capítulo "el Diseño para ACI 318-95" del *SAP2000 Manual de diseño de Hormigón*, donde ϕ es tomado como 0.75.

Diseño

El diseño se realiza de acuerdo a la ACI 318-95. Las unidades que se usa para el modelo son Kip-in. El archivo de banco de datos de entrada para este modelo es EXCONC.SDB. Esto viene con el SAP2000.

Empezando la Guía didáctica

Un procedimiento gradual para el diseño del modelo se perfila debajo. Se recomienda que usted realiza estos pasos realmente mientras lee este capítulo. Nosotros asumimos que usted ha empezado el programa con éxito. Usted puede estar ejecutando SAP2000 del Menú de Inicio.

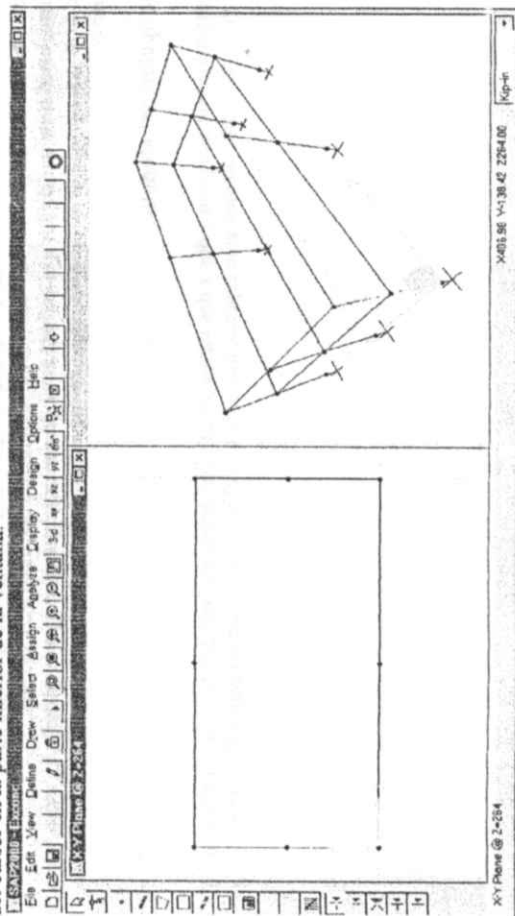
En esta guía didáctica, siempre que es posible, nosotros nos acostumbraremos al Menú de herramientas para acceder a varias opciones rápidamente. La mayoría de los características disponibles en el Menú de Herramientas también puede accederse desde los menús. Use la Ayuda on-line o refiérase a los Manuales de SAP2000 *Getting Started* para una descripción detallada de la pantalla SAP2000 o en las primeras paginas de este manual.

El archivo de banco de datos de entrada para el modelo (EXCONC.SDB) está en el sub-directorio de los EJEMPLOS bajo el directorio principal donde el programa se ha instalado. En este ejemplo, el modelo del análisis ya se creo. Se asume que usted está familiarizado con crear y revisar estructuras y modelos en SAP2000.

Abriendo el Archivo del Banco de datos de ejemplo

1. Pulse el botón **Open** del menú **File**. Esto desplegará **Open Model File**
2. En esta caja del dialogo:
 - Seleccione el archivo **EXCONC.SDB**.
 - Clic en el boton **Open**.

La pantalla mostrará dos ventanas verticales. La ventana izquierda despliega una vista del diseño del modelo al nivel +264 pulgadas en Z. No se despliegan etiquetas de la sección en esta vista. Una vista tridimensional del modelo se muestra en la ventana derecha. Se despliegan unidades y la localización del cursor en la parte inferior de la ventana.



Nota: al trabajar con múltiples ventanas, pulsando el botón en cualquier parte en una particular ventana se activa esa ventana.

Antes de que nosotros procedamos, nosotros haremos una copia del archivo de los datos guardando al modelo bajo un nuevo nombre. TUTOR1.SDB. Nosotros usaremos la copia durante la guía didáctica y deje el archivo original inalterado.

3. Del menú del File seleccione Save As.... esto desplegará Save Model File As
4. En esta caja del diálogo:
 - Introduzca nuevo nombre del archivo, Tutor1.SDB.

Nota: aun cuando usted no teclea en la extensión .SDB, automáticamente el programa, añade esta extensión al archivo.

- Clic en el botón Save.

El nuevo nombre se despliega en la Barra del Título Principal.

Analizando al Modelo

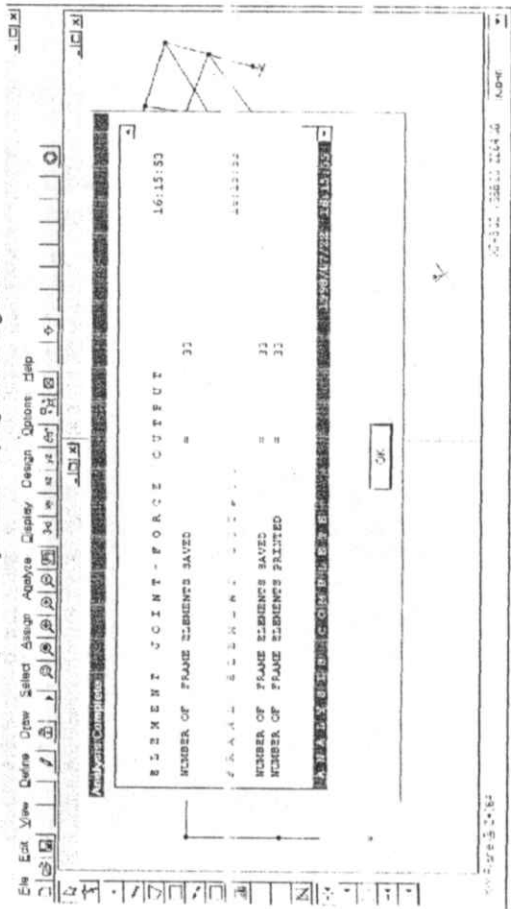
Nosotros analizaremos al modelo ahora. Antes de analizar al modelo nosotros necesitamos poner la fuerza P-Δ y otros parametros para un analisis P-Δ. Para hacer esto:

1. Seleccione Set Options... luego Analyze.

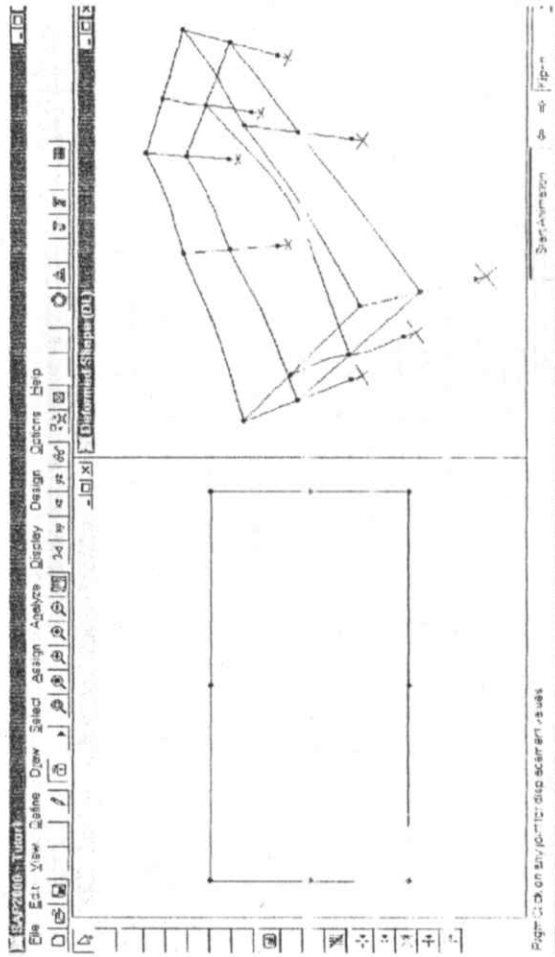
- Seleccione la caja del P-delta.
- Clic en el boton de Set P-Delta Parameters.
- En esta caja del dialogo:
 - Fijar las iteraciones maximo a 5.
 - Cambie el factor de escala de DL a 1.4 y pulse el botón Modify.
 - Pulse el botón de flecha Load Case.
 - Seleccione LL.
 - Cambie el factor de escala de LL a 1.7 y pulse Add.
 - Pulse el botón OK para cerrar la caja de los Parametros P-Delta.
- Clic OK para cerrar la caja Analysis Options.

2. Pulse el botón en el botón de Run Análisis en el Menú Principal de Herramientas .

Una ventana se abre donde se ve varias fases de análisis progresivamente. Cuando el análisis está completo en la pantalla desplegará a lo siguiente:



3. Use la barra lateral en la ventana para revisar los mensajes del análisis y verificar cualquier mensaje de error o advertencia. En nuestro caso no debe haber ninguno.
4. Pulse el botón OK en la ventana para cerrarla. Esto desplegará la deformación de la estructura para el primer caso de carga (DL) en la ventana activa (ventana derecha en este ejemplo) como sigue:

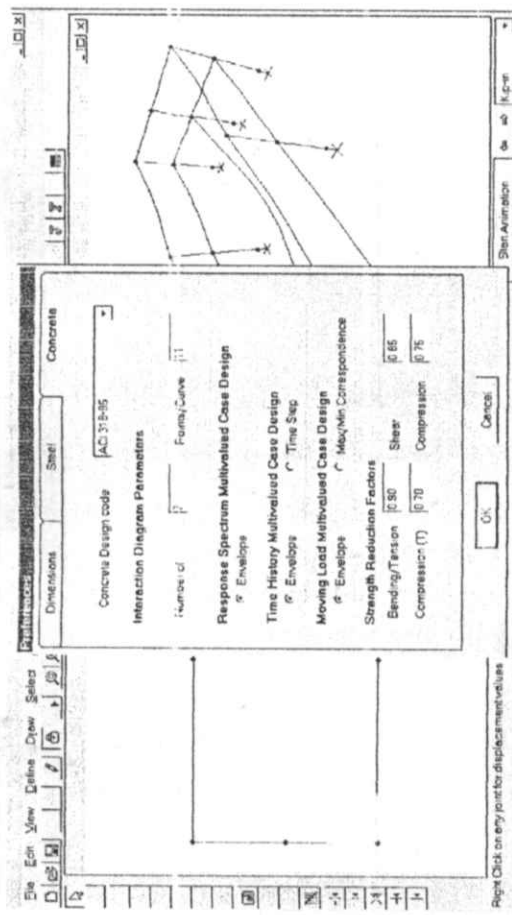


Seleccionando el Código del Diseño

La selección de un código de diseño se activa de **Preferences...** en **Options**.

El código del diseño predefinido es ACI 318-95 para el diseño de concreto reforzado. Ya que este código se usa en esta guía didáctica, nosotros podemos saltar este paso. Pero por fines educativos podemos confirmar el código de diseño, como sigue:

1. Pulse el botón **Preferences...** del menú **Options**. Esto desplegará una ventana.....
2. Pulse el botón **Preferences...** de la pestaña **Concrete**.
3. Usted puede ver el código de diseño actualmente seleccionado, factores de reducción de fuerza, parámetros de diagrama de interacción, y otros parámetros. Usted no necesita cambiar nada.
4. Pulse el botón **Cancel** para cerrar la caja de diálogo.



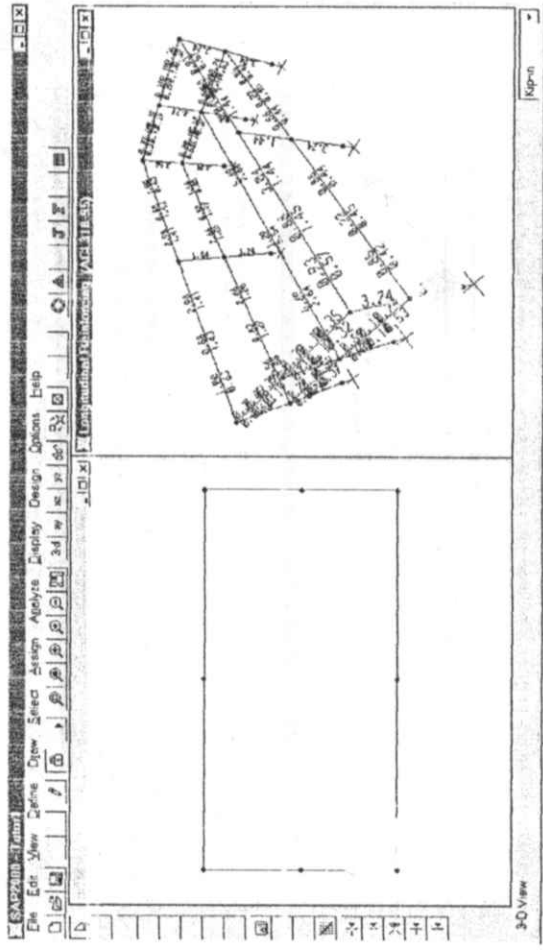
5. Para asegurarse que SAP2000 diseñará a los miembros de acero, seleccione **Concrete Design** del menú **Design**.

Empezando el Diseño.

Con la fase del análisis y selección del código de diseño completadas, nosotros queremos ahora se diseñe la estructura a los requisitos del ACI 318-95.

1. Del menú **Design**, escoja **Start Design/Check of Structure**. El programa ahora diseñará cada uno de los miembros del Pórtico. (Si nosotros hubiéramos seleccionado algunos miembros, entonces solo los elementos seleccionados se diseñarían). En unos pocos momentos los requisitos de los refuerzos longitudinales se despliegan en la ventana activa. Para las vigas a compresión el refuerzo tensor es desplegado separadamente. Para las columnas el área del refuerzo global total se

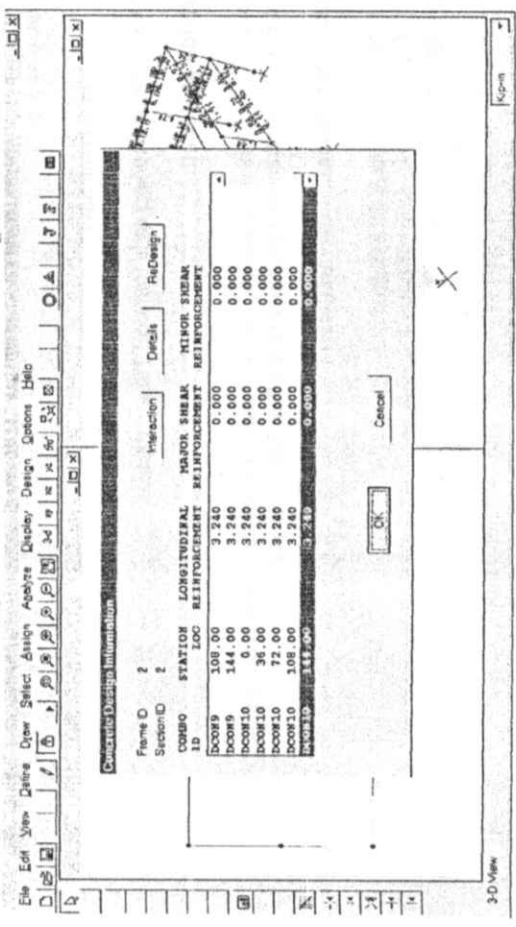
despliegan. En el despliegue, las áreas del refuerzo se informan por la combinación mas desfavorable de para la estructura.



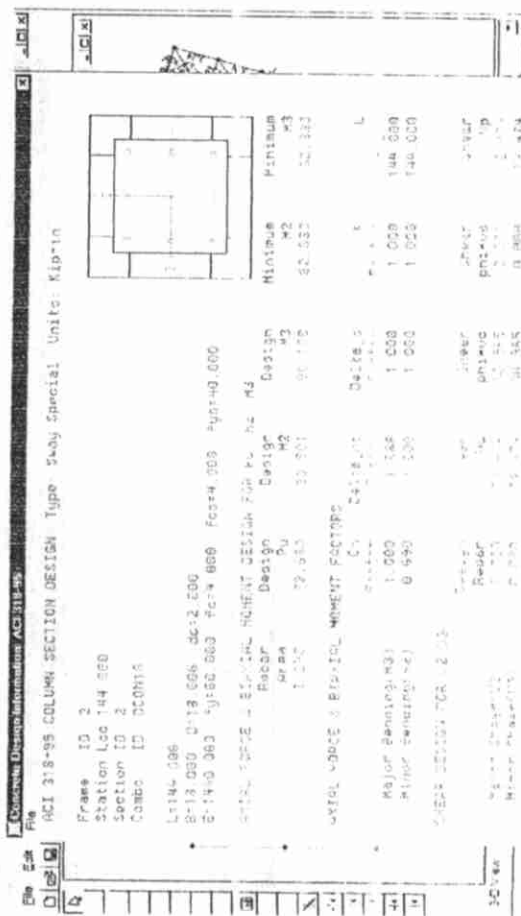
Nota: Ya que ninguna combinación de carga se definió en el modelo, SAP2000 automáticamente asigna las combinaciones del código (ACI para Hormigón). Las combinaciones de carga predefinidas pueden ser agregadas por cualquiera de las tres maneras siguientes.

- Pulsando en el menú **Define** luego **Load Combinations...**, **Add Default Design Combo**
 - O pulsando el botón **Select Design Combos...** del menú **Design** cuando no hay combinaciones de carga de diseño predefinido en el **modelo**
 - O pulsando el botón **Start Design/Check of Structure** del menú **Design** cuando no hay ninguna combinación de carga de diseño definida en el modelo.
2. Haga clic derecho en un miembro de la columna, por ejemplo elemento 2 (vea Figura III-1). Esto abrirá la Información de diseño que se muestra longitudinalmente y requisitos de refuerzo a

cortante en las varias estaciones a lo largo del elemento para las varias combinaciones de carga (vea pantalla que sigue). La ventana también puede mostrar información con respecto a los Detalles de cálculo para el diseño(Details), el elemento borra asignaciones para su Rediseño (ReDesign) para el miembro seleccionado, y propiedades de Interacción de columna. Sin embargo, si el miembro es una viga, en lugar de una columna, las propiedades de la Interacción no son pertinentes y no están disponible en la ventana de **Concrete Design Information**.

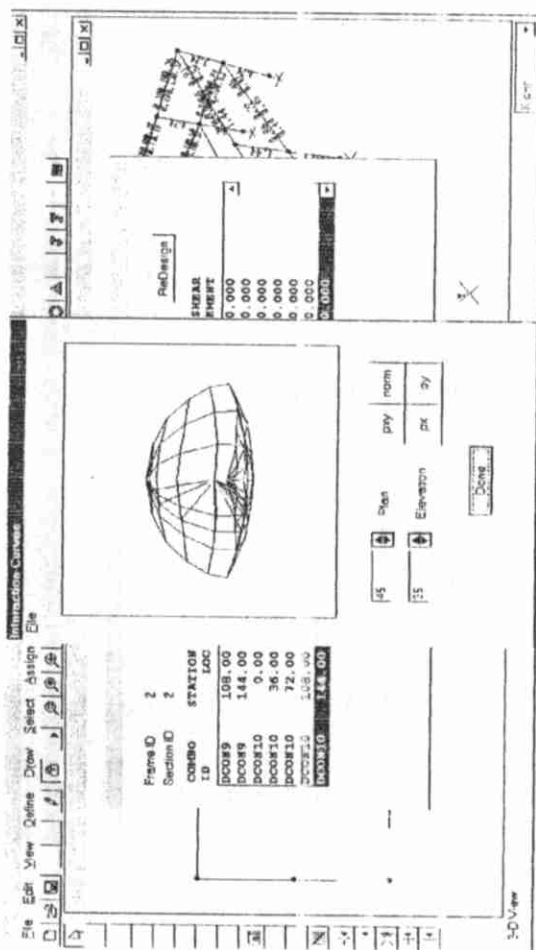


miembro factorizadas para la combinación de carga seleccionado en esa estación del particular. Vea la pantalla siguiente.



Cierre la Información del Diseño .ACI 318-95.

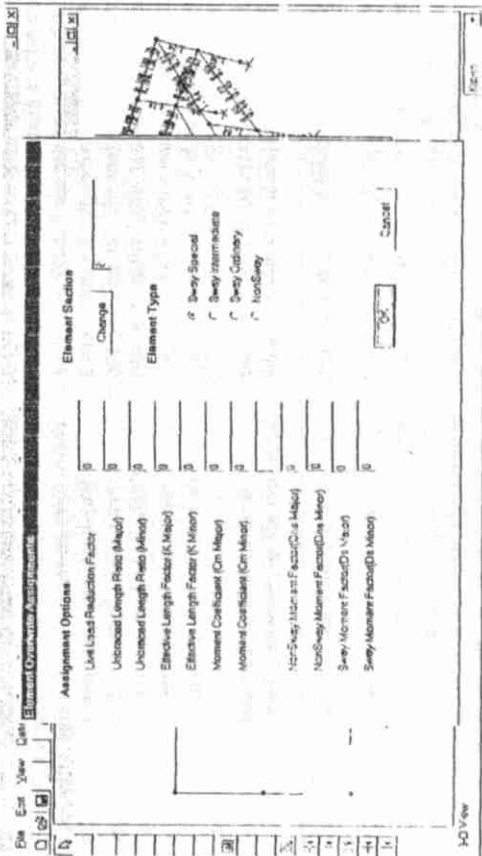
Click en el botón de **Interaction**. Esto abrirá la ventana que muestra el diagrama de interacción de la columna y el estado actual de diseño para la combinación de carga seleccionada en esa estación en particular. La interacción del diagrama puede rotarse sobre cualquier eje para ver el diagrama de diferentes direcciones. Vea la pantalla siguiente.



- **Clic en el botón Done para cerrar la ventana de Interacción.**

- **Clic en el botón ReDesign. Esto abrirá la caja de dialogo de Element Overwrite**

Assignments que muestra el diseño de la entrada de factores incluyendo el factor K. Cm, etc. Estos factores pueden revisarse para rediseñar. Vea la pantalla siguiente. Hay tambien una manera alternativa de correccion de las propiedades de un conjunto de miembros que se mostrara en la próxima sección "Changing Member Properties".



- Clic en el botón de Cancel para cerrar la ventana Element Overwrite Assignments-
- Clic en el botón de Cancel para cerrar la ventana Concrete Design Information.

Nosotros ya hemos analizado y hemos diseñado el Pórtico de concreto y ha repasado alguna información de diseño. SAP2000 le permiten cambiar el diseño interactivamente cambiando el código de diseño, propiedades del miembro, quitando o agregando nuevas combinaciones de carga, etc., y puede hacer "correr" el análisis y fases del diseño varias veces. Como una demostración en esta guía didáctica, nosotros haremos un edit/change (editar y cambiar) una propiedad del miembro para un conjunto de miembros del Pórtico en la próxima sección.

Propiedades del Miembro a cambiar

Con el análisis y el diseño preliminar completo, nosotros queremos ahora modificar las propiedades de la sección de todas las columnas del piso inferior antes de realizar un nuevo análisis. Inicialmente en el análisis, el tipo de la sección de cada miembro de la columna del piso inferior fue tomada para ser 2.

214

Refiriéndose a la pantalla que sigue, nosotros queremos que cambie el tipo de la sección de cada columna inferior para que sea 1. Note que allí ya hay cuatro tipos de sección previamente definidos en el modelo que se nombró numéricamente como 1, 2, 3, y 4. Para hacer estos cambios, nosotros cambiaremos en la ventana derecha para hacer todas las columnas visibles para la selección. Note esta ventana está mostrando el refuerzo longitudinal actualmente del diseño anterior.

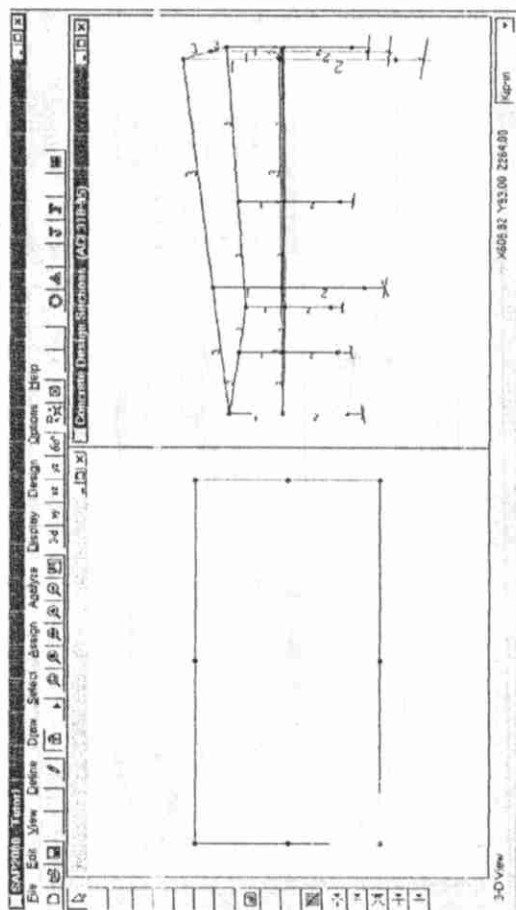
1. Pulse el botón Show Undeformed Shape del Menú Principal de Herramientas.
2. Pulse el botón en la Vista 2D (xz) del Menú Principal de Herramientas para una vista de elevación.
3. Pulse el botón Perspective Toggle del Menú Principal de Herramientas. Esto desplegará una vista 3D. Todas las columnas excepto las dos del medio serán visibles. Estas dos columnas estarán solapándose. Para mirarlos mejor, nosotros necesitamos al rotar el modelo sobre un eje vertical.
4. Pulse el botón Set 3D View ... en el menú de View. Aumente plan View Direction Angle de 270 a 300 en la ventana 3D y entonces pulse el botón OK.

Ahora, con todas las columnas visibles, nosotros podemos seleccionar y podemos modificar su información de sección. Recuerde, SAP2000 mantienen dos conjuntos de información para las secciones. Uno es para el análisis y el otro es para el diseño. El tipo de la sección cambiante aquí afecta solo la sección del diseño. Para poner al día la sección del análisis, usted necesita explícitamente una actualización de la información del análisis del estado del diseño actual que usa el menú Update Analysis Sections en el menú Design.

5. Para ver la escena actual de Secciones del Diseño hacer lo siguiente:
 - Clic en Display Design Info ... del menú Design Seleccione Design Input
 - Seleccione Design Sections de la caja de flechas.
 - Pulse OK.

Esto desplegará las secciones del diseño en la pantalla como se muestra debajo. Ahora nosotros podemos seleccionar y modifica las secciones de las columnas del primer piso.

215

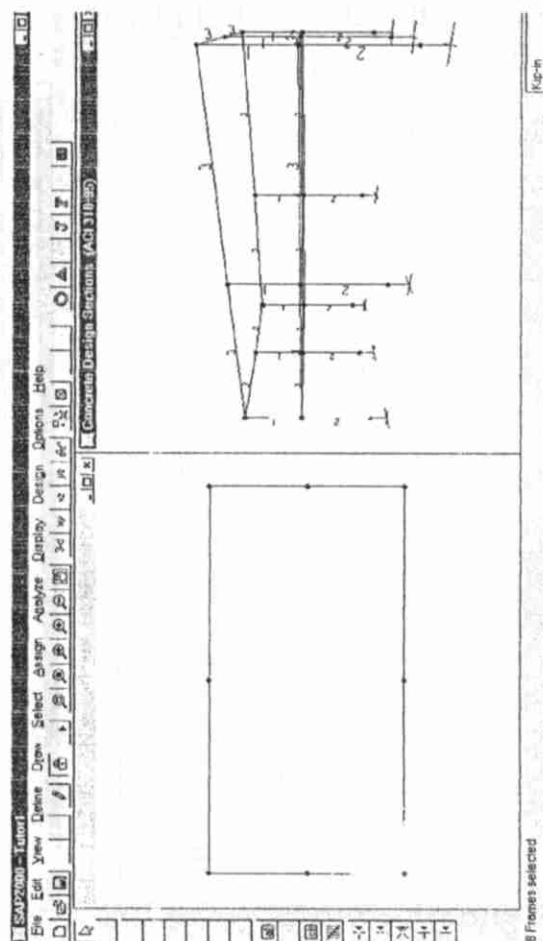


6. Seleccionar todas las columnas inferiores:

- **Clic en Set Intersecting Line Select Mode** del Menú Principal de Herramientas.
- Mover el puntero a la izquierda y poner a la mitad de las columnas inferiores
- Pulse el botón del mouse izquierdo y sujete.
- Mientras sostiene presionado, mueva el puntero horizontalmente a la derecha de los miembros cortando todas las columnas inferiores. Una "línea punteada aparece"
- Suelte el botón del mouse izquierdo para seleccionar a todos los miembros

Nota: Para seleccionar todas las columnas inferiores, nosotros tenemos que hacer esta operación sólo una vez. Cualquier miembro también puede ser seleccionado simplemente pulsando el botón sobre el.

La selección de todas las columnas inferiores está ahora completa. Los miembros seleccionados aparecen como líneas punteadas.



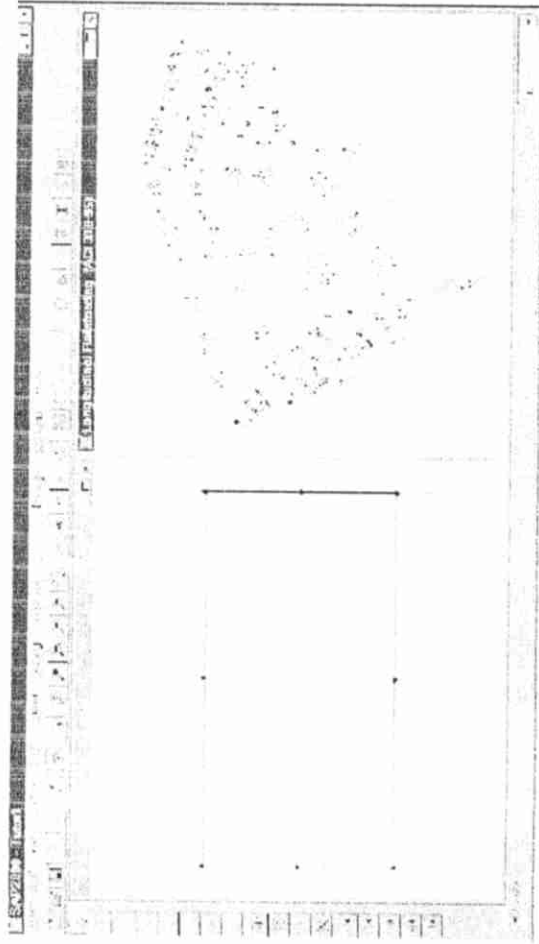
7. Del menú Design, escoja ReDefine Element Design Data.... Esto despliega la caja Element Overwrite Assignments para revisar las secciones y los factores del diseño. Los factores del diseño son código dependiente. Para cambiar las secciones de esta caja del diálogo:

- Clic en el botón **Change** en el área de **Element Section**. Esto desplegará la caja **Select Sections**:
 - Seleccione 1 pulsando el botón una vez.
 - Pulse el botón **OK** para aceptar el cambio.
- Clic en **OK** de la caja **Element Overwrite Assignment**. Esto analizará de nuevo el refuerzo longitudinal basado en la nueva sección, sus propiedades y los resultados del análisis anterior.
- Clic en **Refresh Window** de la Ventana en el Menú Principal de Herramientas.



8. Para ver el análisis del refuerzo longitudinal, haga a lo siguiente:

- Clic en **Display Design Info ...** del menú **Design**. Seleccione **Design Output**.
- Seleccione **Longitudinal Reinforcing** de la caja de flecha.
- Clic **OK**. Esto desplegará el refuerzo longitudinal nuevo basado en las nuevas propiedades de la sección y los resultados del análisis anterior.
- Clic en **Vista (3-d)** del botón del Menú Principal de Herramientas para desplegar una orientación usada antes.



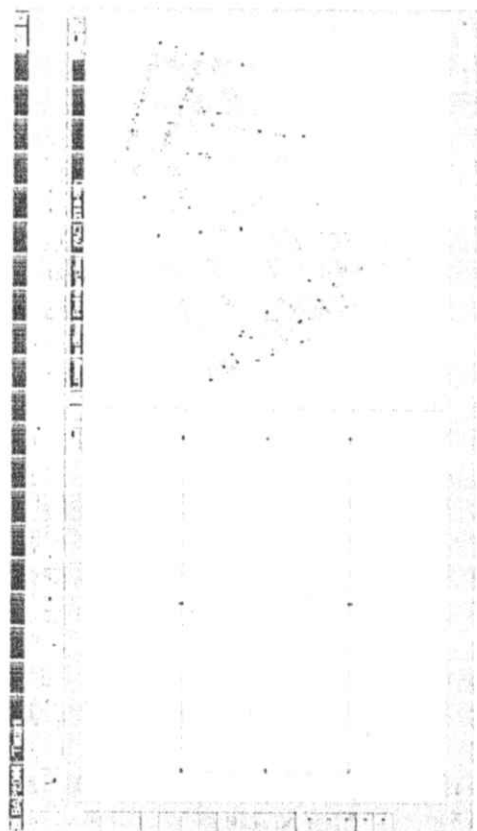
Note esto como resultado de cambiar la sección, las áreas del refuerzo en esas columnas en particular han cambiado. Para ver la diferencia, compare este despliegue con el otro, mostrado anteriormente. Es importante comprender que los cambios hechos a las propiedades de sección de miembro en el diseño no se refleja automáticamente en los resultados del análisis. Estos cambios son sólo locales a la fase del post-proceso a menos que haga una "re-corrida" del análisis, para actualizar los elementos. En otras palabras, rescribiendo las propiedades de la sección sólo afecta al valor de la tensión y no a los esfuerzos del elemento obtenidas en el análisis precedente. La redistribución de fuerzas en el miembro debido al cambio de rigidez (revisión de propiedades de la sección) se efectúa en una "re-corrida" del análisis.

Las propiedades de la sección sólo pueden ponerse al día con un conjunto de elementos seleccionados. Para "re-analizar" y "re-diseñar", haga a lo siguiente:

- Clic en **Restore Previous Selection** del Menú de Herramientas Lateral para seleccionar los elementos del Pórtico previamente seleccionados.
- En el menú de **Design** pulse **Update Analysis Sections**. Esto abrirá una caja que pregunta "Updating Analysis Section will unlock model! OK to up-date?". Pulse el botón **OK**.
- Del menú **Analyze**, escoja **Run**. Esto empezará el análisis inmediatamente. Encima de la ventana se abre otra en que se ve las varias fases de análisis. Los resultados diferirán obviamente de aquellos producidos en el análisis inicial debido al cambio de propiedades de la sección que nosotros le hicimos en la fase del diseño. Pulse el botón **OK** para cerrar dicha la ventana.
- Clic en **Start Design/Check of Structures** del menú **Design**. Esto rediseñará la estructura y desplegará el nuevo refuerzo longitudinal.

Usted puede ver la diferencia después de re-analizar el diseño basado en el último análisis de los resultados.

esta pagina esta en blanco



Comentarios y Conclusiones

Nosotros hemos acabado en las opciones de SAP2000 diseño de hormigón. El intento ha sido resaltar y demostrar las características básicas para abrir el camino a usted para explorar y usar las opciones más avanzadas.

INTERACCIÓN EXCEL-SAP2000

Esta interacción es muy útil para nosotros ya que nos ayuda bastante para generar estructuras o elementos estructurales que están en función de una ecuación, como una cúpula o los cables principales de un puente colgante etc.

A partir de la planilla Excel solo puedes generar la geometría estructural y no las características físicas de estos elementos ni tampoco solicitaciones de carga.

Los elementos que puedes generar son los siguientes:

- Nudos (joints)
- Vigas columnas (frames)
- Shells

Lo más importante es verificar la unidades en el SAP y dar las características a la hoja de cálculo, de tal manera que el programa comprenda lo que tratamos de hacer al momento de realizar un sencillo "copy - paste" de la hoja de cálculo al SAP

Para los nudos:

Type	Name	X	Y	Z
POINT	1	0	0	0
POINT	2	360	0	0
POINT	3	720	0	0
POINT	4	0	0	144
POINT	5	360	0	144
POINT	6	720	0	144

Para los Frames(columnas y vigas):

Type	Name	XI	YI	ZI	XJ	YJ	ZJ
LINE	1	0	0	0	0	0	144
LINE	2	360	0	0	360	0	144
LINE	3	720	0	0	720	0	144

Para los Shells:

Type	Name	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2	X3	Y3	Z3	X4	Y4	Z4
AREA	1	0	0	0	264	720	0	264	0	360	264	360	264

Como se podrán dar cuenta el formato de los caracteres es similar en todos los casos, se define el tipo de elemento y luego dependiendo del mismo sus coordenadas, es decir que para una columna se definen las coordenadas iniciales y finales.

De igual manera se puede hacer el proceso inverso seleccionando todos los elementos que nos interesan de la estructura generada previamente en el SAP, luego del menú EDIT seleccionamos COPY y luego en la planilla Excel hacemos un simple PASTE.

Recalcamos que solo tendrán la geometría estructural en Excel con las unidades previas al "COPY"

Para tener una idea visual de esta interacción les recomiendo ver el ejemplo 2 y 8 del tutorial como también los archivos en el cd.

INTERACCION SAP-AUTOCAD

NOTA: Se sobre entiende que el alumno debe de tener un manejo básico-avanzado en el manejo de AUTOCAD para comprender esta parte.

A medida que esta evolucionando SAP2000 en sus nuevas versiones se han visto cambios en esta interacción con AutoCad desde el la versión 6.11 hasta esta ultima 7.40 donde cada versión tiene alguna diferencia en su interacción. Sin embargo hasta el momento el SAP2000 solo trabaja (importa) con los archivos de AutoCad 14 (y versiones anteriores) de extensión DXF por lo que es necesario guardar en ese formato.

El simulador estructural al interactuar con AutoCad hace una división de los elementos en:

- Joints (Nudos o nudos especiales)
- Frames (vigas y columnas).
- Shells (placas, membranas y cáscaras).
- Solids (elementos solidos, axisimetricos y otros).

Al momento de generar el esquema estructural a partir de un dibujo DXF SAP2000 reconocerá únicamente los elementos de tipo:

- POINTS para nudos (layer SAP_JOINTS)
- LINE para el portico (layer SAP_FRAMES)
- 3DFACE para placas, membranas y cáscaras (layer SAP_SHELLS);
- POLIGONO MESH o SOLIDS (no 3Dsolids) para los distintos sólidos (layer SAP_SOLIDS).

Nota

Entiendase como "layer" las capas del AutoCad

Es importante agrupar todos los elementos de las mismas características en un mismo layer, es decir todos los FRAMES en un layer "X" todos los SHELLS en un layer "Y", etc: en versiones anteriores era necesario crear layers con los nombres que se encuentran en los paréntesis de arriba.

4	Z4
10	264

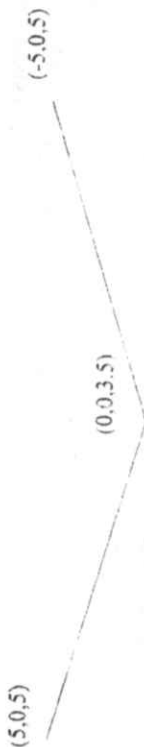
s, se
r que

Es importante considerar que las dimensiones del dibujo coincidan con las que se van a utilizar en el simulador y que la disposición espacial, respecto a los ejes coordenados, sea la misma, para facilitar la comprensión del mismo al momento de colocar las cargas y propiedades al esquema.

Ejemplo 1. Pórtico (FRAMES)

Se tiene que a partir de un plano arquitectónico se puede dibujar el siguiente esquema estructural siguiente:

Ejemplo 2. (SHELLS y FRAMES)



Tenemos el mismo en el archivo EJEMPLO 1, para lo cual abriendo el programa AutoCad, en la versión que se posea lo recuperamos. Posteriormente seguimos los pasos:

Paso 1. En este caso tenemos solo elementos de pórtico con lo que creamos una capa (layer) con nombre "SAP_FRAMES"

Paso 2. Cambiamos todos los elementos del dibujo a la nueva capa.

Paso 3. Guardamos el dibujo con extensión DXF con la versión 14 o menor, en un directorio fácil de encontrar, preferiblemente en correspondiente a la corrida que se hará del modelo posteriormente.

Paso 4. Abrimos el simulador SAP2000 y verificamos las unidades respectivas para nuestro dibujo.

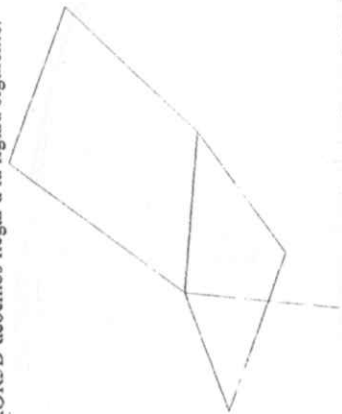
Paso 5. En la barra de Menú, abriendo la ventana **FILE** buscamos la opción **IMPORT** y en ella **DXF**, seleccionándola se abrirá una ventana de búsqueda en la que indicaremos el archivo DXF que contiene al esquema estructural. Posterior a la selección el simulador preguntará si la disposición espacial (orientación de ejes) corresponde con la que se realizó el esquema y dependiendo de la versión existe la opción directa de asignar las unidades y de configurara los layers para cada tipo de elemento.

Paso 6. Una vez cargado el esquema se procede a introducir las propiedades de la estructura, entiéndase que solo hemos generado las características geométricas de nuestra estructura luego se procede a dar las características de los materiales, las solicitaciones, restricciones, etc para realizar la modelación (simulación de la estructura).

Paso 1 Abriendo AutoCad se dibuja la figura arriba detallada de acuerdo a las coordenadas dadas, luego de igual modo se dibujan líneas, en la capa **SAP_FRAMES**, que unan los puntos:

(0,0,0)

$(5,0,5) - (5,3,5,5) - (0,3,5,4,5) - (-5,3,5,5) - (-5,0,5)$ se trabajara en metros.
y luego:
 $(0,0,3,5) - (0,3,5,4,5)$
Utilizando el comando MIRROR3D debemos llegar a la figura siguiente:



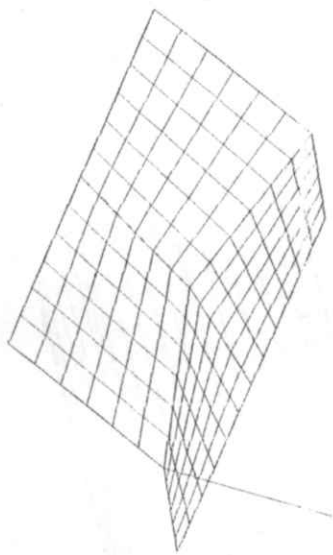
Paso2. A continuación generaremos la cubierta, en la capa (layer) SAP_SHELLS, la cual por poseer vértices no coplanares se asemejará a un paraboloides hiperbólico, el cual es muy utilizado para este tipo de estructuras por sus cualidades en el análisis como membrana.

Primero debemos definir la discretización de la superficie en las direcciones de sus generatrices (M y N), para lo cual:

SURFTAB1 e introducimos como nuevo valor: 10
SURFTAB2 e introducimos como nuevo valor: 7

Esto para que los elementos de discretizados sean lo más regulares posibles, semejantes a cuadrados, para obtener resultados más confiables al momento del análisis con elementos finitos.

Luego tipeando el comando EDGESURF seleccionamos los bordes de cada paralelogramo alaveado, luego aplicando el comando MIRROR3D debemos tener la figura siguiente:

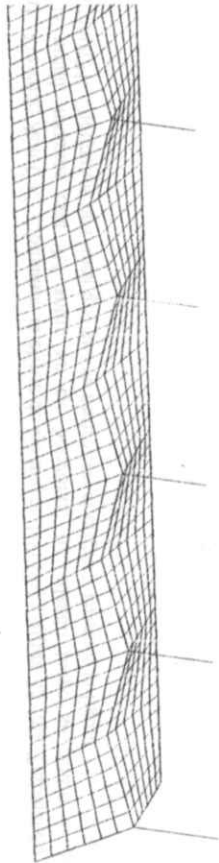


Paso 3. Hacemos un array espacial para lo cual utilizando el comando 3DARRAY y dando los parámetros:

Tipo de Array:	Rectangular	
Cantidad de filas:	6	(dimension Y del array)
Cantidad de columnas:	1	(dimension X del array)
Elevación:	1	(dimension Z del array)
Separacion entre filas:	7	

Una vez generado la cubierta dibujamos los elementos restantes, columna en SAP_FRAMES, y finalmente aplicamos a todos los elementos el comando EXPLODE, convirtiendo la superficie generada en elementos del tipo 3DFACE.

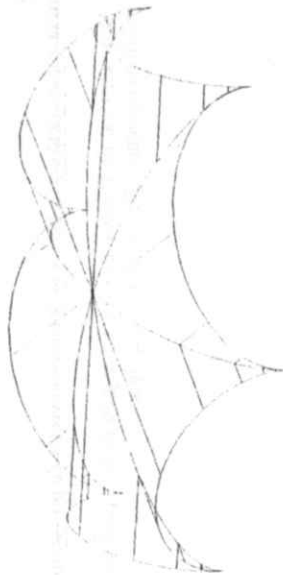
Al final tenemos la cubierta:



Paso 6. Abriendo el simulador e importando la estructura, seleccionamos todos los elementos y pasamos a dividir los frames. (todo este proceso ya está realizado en ejemplo2 así que pueden importar directamente dando el formato DXF)

Ejemplo 3. Cúpula compuesta (SHELLS)

Construcción de una Cúpula compuesta por la intersección de cilindros elípticos como se muestra en la figura. con diámetro de 100 [m] y alto 25 [m].



Paso1. Abriendo AutoCad dibujamos la elipse de eje mayor 100 [m] y altura 25 [m]. Trabajando sólo con la mitad. rotamos esta 90° sobre un eje horizontal trasladando luego su centro al punto (0,50*raiz(3)). Dibujamos una línea que una su centro con el origen y tenemos la figura.



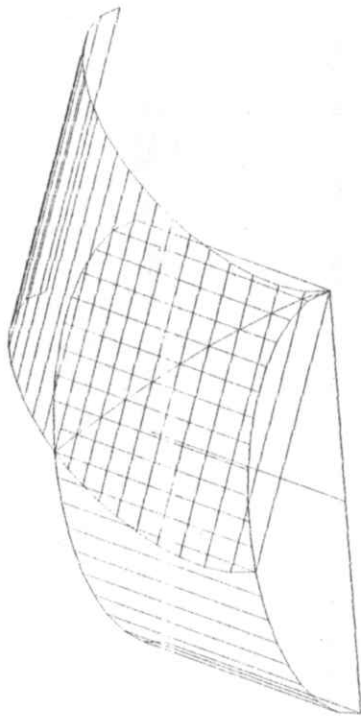
$(0,50*raiz(3))$

Paso 2. Cambiando los valores de discretización SURFTAB1 a 20, procedemos a generar la superficie cilíndrica en base a la elipse, para lo cual:

Comando: TABSURF

Seleccionamos primero la elipse como curva base y la línea como vector de proyección.

Luego generamos un Array espacial de 2 elementos con un ángulo de 60°, para marcar la intersección de las curvas con una polilínea espacial (3Dpoly) como en la figura:

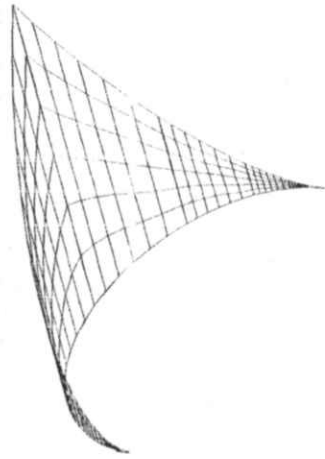


Borramos las superficies generadas y volvemos la elipse al plano XY para dividirla a razón de $\frac{1}{2}$ en 4 partes.. luego la volvemos a rotar 90° respecto al primer eje horizontal y procedemos a dividir la polilínea respecto a la división en la elipse, debiendo quedar como la figura:



Paso 3. Generaremos las superficies la superficie de la cúpula a partir de estas curvas, para lo cual volvemos a cambiar la discretización a una menor, SURFTAB1 a 6, luego con el comando EDGESURF dibujamos cada cuadrilátero una curva. Borramos los bordes que son partes de elipse y polilíneas para reemplazarlos en cada intersección por líneas, manera tal que SAP2000 reconozca estos elementos.

Y haciendo un MIRROR3D de las superficies generadas, debiendo quedar:



Luego aplicamos un array espacial para generar la cúpula compuesta.

Paso 4. Guardamos el dibujo con formato DXF y lo importamos en SAP2000.

Exportar de SAP2000 a AutoCad

Esta versión tiene una interfase completa debido a que te pide un archivo (SAPDxf.dxf) donde primero tienes que crearlo desde AutoCad definiendo layers para:

- Frames
- Joints
- Shells
- Solids
- Nlink
- Texto

Una vez creado este archivo SAPDxf.dxf y al momento de exportarlo del menú FILE se abre una ventana para encontrar dicho archivo, luego aparece otra ventana para definir los layers respectivos para cada tipo de elemento, una vez definido los archivos se procede a exportar las características geométricas de nuestra estructura como un archivo dxf..

SÓLIDOS

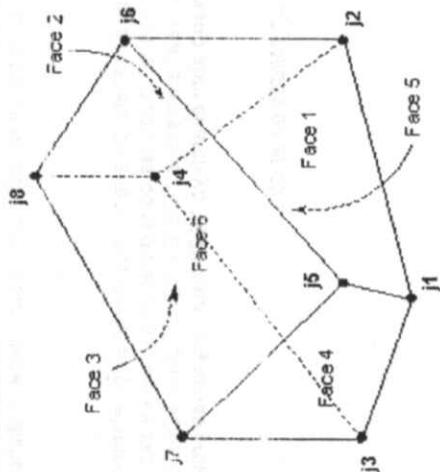
Este tipo de elementos es adecuado para modelar una estructura tridimensional sólida.

En este elemento se permite:

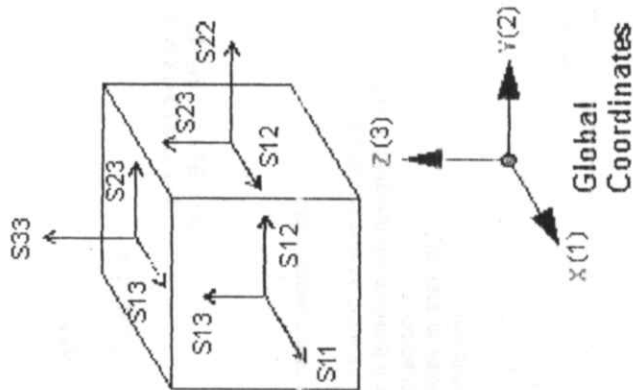
- Propiedades de material no isotrópico.
- Cargas por temperatura.
- Gradientes de presión.
- Cargas gravitacionales (peso propio)

Nota: Todas las solicitaciones de estos elementos son sólo aplicables a sus nudos a excepción del peso propio

ESFUERZOS EN UN SÓLIDO.



Eight-Node Solid Element



En el presente capítulo se mostrara los dos métodos de generación del elemento sólido en SAP2000

- Método Textual (Válido para todas las versiones)
- Método Gráfico DXF (solo válido para las versiones a partir de la 7.12)

Ambos métodos son importaciones de archivos.

METODO TEXTUAL.

Este método consiste en generar un archivo de importación de extensión .s2k que contenga toda la información sobre los elementos sólidos, las cuales podemos resumir en:

- Nudos.
- Conexión de nudos.
- Información sobre el material de cada elemento.

FORMATO DEL ARCHIVO.

El formato del archivo s2k está dividido en secciones de datos. Estas secciones contienen la información sobre un elemento específico coordinadas etc.
Para las personas que conocen sap en versiones anteriores a la 2000 (sap90 etc) este formato de generación de elementos sólidos es muy familiar.

Recomendaciones

Para generar este archivo primero abrimos el SAP2000 procedemos con el "protocolo acostumbrado" para empezar

- Definimos las unidades
- definimos los materiales
- los nudos (deben ser generados a partir de una planilla Excel o desde AutoCad)

Luego guardamos nuestro archivo y buscamos el mismo pero con la extensión ".s2k" abrimos este con el Notepad u otro editor de textos y tendremos algo similar a lo de abajo:

File C:\Mis documentos\Martinflorero\Isolid.s2k saved 2/6/02 12:40:09 in Kgf-m

SYSTEM

DOF=UX.UY.UZ.RX.RY.RZ LENGTH=m FORCE=Kgf PAGE=SECTIONS

JOINT

- X=0 Y=0 Z=0
- X=10 Y=0 Z=0
- X=0 Y=10 Z=0
- X=10 Y=10 Z=0
- X=0 Y=0 Z=4
- X=10 Y=0 Z=4
- X=0 Y=10 Z=4
- X=10 Y=10 Z=4
- X=10 Y=0 Z=4
- X=-.5752897 Y=-1.971274 Z=8
- X=11.36134 Y=1440838 Z=8
- X=-.7353605 Y=8.706485 Z=9
- X=7.781861 Y=10.70042 Z=8

PATTERN

NAME=DEFAULT

MATERIAL

NAME=STEEL IDES=S M=798.142 W=7833.414

T=0 E=2.038902E+10 U=3 A=.0000117 FY=2.531051E+07

NAME=CONC IDES=C M=244.8012 W=2402.616

T=0 E=2.531051E+09 U=2 A=.0000099

NAME=OTHER IDES=N M=244.8012 W=2402.616

T=0 E=2.531051E+09 U=2 A=.0000099

****Las Propiedades de los
materials pueden ser
definidas previamente****

SOLID

****en esta sección se generan los sólidos****

Formato de un elemento sólido

e j = j1.,j2.,j3.,j4.,j5.,j6.,j7.,j8 MAT = mat 1 = 1

1 J=1,2,3,4,5,6,7,8 MAT=CONC I=Y
2 J=5,9,7,8,10,11,12,13 MAT=STEEL I=Y

donde:

e = Label (Etiqueta, puede ser nombre o numero) del elemento a ser definido.

j1.,j2.,j3.,j4.j5.,j6.,j7.,j8 = Labels de los nudos que se conectan para formar el elemento sólido.

mat = Etiqueta del material a ser asignado al elemento sólido.

I = Indicador del modo de incompatibilidad.
I tomará el valor de Y (yes) para incluir modo de incompatibilidad de flexión y N para excluir

LOAD

NAME=DL SW=1 CSYS=0
NAME=LL CSYS=0

COMBO

NAME=COMB1
LOAD=DL SF=1
LOAD=LL SF=1

OUTPUT

; No Output Requested
END

; The following data is used for graphics, design and pushover analysis. ; If changes are made to the analysis data above, then the following data ; should be checked for consistency.

SAP2000 V7.40 SUPPLEMENTAL DATA

MATERIAL STEEL FY 2.531051E+07
MATERIAL CONC FYREBAR 4.218418E+07 FYSHEAR 2.812279E+07 FC 2812279 FCSHEAR 2812279

STATICLOAD DL TYPE DEAD
STATICLOAD LL TYPE LIVE
END SUPPLEMENTAL DATA

Si usted es una persona ordenada paciente y carece de una versión superior al SAP2000_6.11 esta forma de crear sólidos es adecuada sin embargo para generar varios sólidos de formas muy complejas, es muy moroso y susceptibles a que se pueda producir un error de sintaxis.


Usted debe de crear una sección de datos con el título de **SOLID**, y poner todo el formato explicado anteriormente como se muestra arriba para generar dichos elementos.


METODO GRAFICO.

El método grafico es una manera mas fácil de generar estos elementos mediante el AutoCad tomando en cuenta todas las consideraciones que se explicaron en el capítulo anterior, es decir solo crear elementos **POLIGONO MESH** o **SOLIDS**. Sin embargo es necesario abrir el archivo *.**\$2k** para asignar las propiedades del material a dicho elemento.











Nota: ver carpeta de los sólidos en el cd

DESCRIPCION DE LOS ICONOS DE LA BARRA DE HERRAMIENTAS PRINCIPAL

Icono	Nombre del botón	Acción
	New Model	Empezar un nuevo modelo
	Open *.SDB file	Abrir un archivo SAP2000 existente
	Save Model	Salvar el modelo actual
	Undo	Deshacer el ultimo cambio
	Redo	Rehacer el ultimo cambio
	Refresh Window	Renovar la ventana actual usando los últimos datos
	Lock/Unlock Model	Cerrar un modelo contra cambios para protegerlo.
	Run Analysis	Ejecutar el análisis
	Zoom Restore	Acercamiento visual definido por el mouse
	Full View	Restaurar la vista del modelo completo
	Restore Previous View	Restaurar la vista previa del modelo

	Zoom In	Acercamiento visual
	Zoom Out	Alejamiento visual
	Pan	Mueve dinámicamente la estructura en cualquier dirección
	Show 3-d view	Muestra el modelo en tres direcciones
	Show 2-d View of X-Y/r-r-ø Plane	Muestra el modelo en dos direcciones paralelo al plano X-Y/r-r-ø
	Show 2-d View of X-Z/r-r-Z Plane	Muestra el modelo en dos direcciones paralelo al plano X-Z/r-r-Z Plane
	Show 2-d View of Y-Z/ø-Z Plane	Muestra el modelo en dos direcciones paralelo al plano Y-Z/ø-Z Plane
	Perspective Toggle	Perspectiva en tres direcciones
	Shrink Elements	Disminuye los elementos para mejor visualización de las conexiones
	Set Element	Ajustar la visibilidad para ver las propiedades de los elementos
	Up One Gridline	Sube una línea del grillado en un plano
	Down One Gridline	Baja una línea de grillado en un plano

DESCRIPCION DE LOS ICONOS DE LA BARRA DE HERRAMIENTAS PRINCIPAL

Icono	Nombre del botón	Acción
	Pointer Tool	Selecciona los elementos individualmente o dentro de una ventana
	Select All	Selecciona todos los elementos
	Restore Previous Selection	Rehabilitar los elementos previamente seleccionados
	Clear Selection	Deja libre todos los elementos seleccionados
	Set Intersecting Line Select Mode	Selecciona todos los elementos interceptados por una línea
	Reshape Element	Mueve los elementos
	Add Special Joint	Añade un nudo
	Draw Frame Element	Dibuja un elemento FRAME localizándolo en sus esquinas
	Draw Shell Element	Dibuja un elemento SHELL localizándolo en sus esquinas
	Quick Draw Frame Element	Dibuja un elemento FRAME directamente sobre el grillado

	Quick Draw Shell Element	Dibuja un elemento SHELL directamente sobre el grillado
	Assign Joint Restraints	Asigna restricciones de traslacion y rotacion
	Assign Frame Sections	Asigna secciones y propiedades materiales a los FRAMES
	Assign Shell Sections	Asigna secciones y propiedades materiales a los SHELLS
	Assign Joint Load	Asigna cargas a los nudos (fuerzas y momentos)
	Assign Frame Span Loading	Asigna cargas a los FRAMES (fuerzas y momentos)
	Assign Shell Uniform Loading	Asigna cargas distribuidas a los SHELLS
	Show Undeformed Shape	Muestra la forma original de la estructura
	Display Static Deformed Shape	Muestra la forma deformada debido a las cargas estaticas
	Display Mode Shapes	Muestra la forma modal y sus periodos
	Display Element Force/Stress Diagram	Muestra los datos del analisis para los elementos de la estructura
	Set Output Table Mode	Muestra los datos del analisis en forma de tabla de un elemento

Traduccion de algunos comandos

Add Auto Select....	Agregue Auto Selección
Add Body	Agregue Cuerpo
Add Diaphragm	Agregue Diafragma
Add Grid Line	Agregue Línea de Reja
Add I/Wide Flange	Agregue Perfil I
Add New Combo	Agregue Nueva Combinación
Add Standard Vehicle	Agregue Vehículo Normal
Add To Existing Loads	Agregue A Cargas Existentes
Analysis Type	Tipo del análisis
Assign	Asigne
Assignment Lanes	Carriles de asignación
Auto selection	auto selección
Axes	Ejes
Bay Width	Ancho del Vano
Beam	Viga
Bending/Tension	Flexión / Tensión
Bottom	Fondo
Break at intersections	rompa en intersecciones
By Joint Pattern	Por Modelo del nudo
Cartesian	Cartesiano
Concrete Design	diseño de concreto
Concrete Srength	Resistencia del Concreto
Constraints	Constrñimiento
Cover To Rebar Center	recubrimiento al Centro de la barra

243

Change Load	Cambiar Carga
Changing Member Properties	Cambiando Propiedades del Miembro
Damper	Amortiguador
Damping Exponent	Exponente de amortiguamiento
Define Combination	Defina Combinación
Depth	Profundidad
Design Input	Diseño de Entrada
Design Output	Diseño de salidas
Details	Detalles
Displacements	Desplazamientos
Display Design Info	despliegue Información del diseño
Divide Frames	Divida elementos
Divide into	Divida en
Draw	Dibuje
Dynamic Analysis	Análisis dinámico
Eccentricities	Excentricidades
Edit Grid...	editando Reja...
Effective Stiffness	Rigidez Efectiva
Element Overwrite Assignments	El elemento reescribe Asignaciones
Element Section	Sección del elemento
End	Extremo
Envelopes	envolventes
File	Archivo
Fill Diagram	Llenar Diagrama
Fill Elements	Llenar Elementos

244

Apéndice 3

Flange Thickness	Espesor de la pestaña
Forces	Fuerzas
Frame Sections	Secciones de Pórtico
Frame Static Loads	Cargas Estáticas de Pórtico
Getting Started	Empezando
Glue Joints To Grid Lines	pegando los nudos a las Líneas de la grilla
Height of Truss	Altura del entramado
Import I/Wide Flange	Importar Perfil I
Increment Data	Incrementar Datos
Interaction	Interacción
Joint Patterns	Modelos de nudos
Joint Reaction Forces	Fuerzas de Reacción de los nudos
Labels	Etiquetas
Lanes	carriles
Last/First	último/principio
Load Case Name	Nombre del Caso de Carga
Load Combinations	Combinaciones de Carga
Lock/Unlock Model	Abrir/Cerrar el Modelo
Longitudinal Reinforcing	Refuerzo longitudinal
Membrane	Membrana
Mesh Shells	Cáscaras de la malla
Middle	Medio
Minimum Graphic font Size	Tamaño mínimo del conjunto de caracteres del Gráfico
Mirror	Espejo

Modify Grid Lines	Modifique Líneas de la Reja
Modify/Show Material	Modifique/Muestre Material
Move Grid Line	Mueva Línea de Reja
Moving Load Cases	Casos de Carga Móviles
Multiplier	Multiplicador
New Model From Template	Nuevo Modelo De la Predeterminado
Number of Bays	Número de Vanos
Number of Grids Spaces	Número de Espacios de las Rejas
Number of Output Time Steps.	Número de Rendimiento de los Pasos del Tiempo.
Number of Spans	Número de Palcos
Number of Stories	Número de Pisos
on-line	en-línea
Open Model File	Abrir Archivo Ejemplar
Options	Opciones
Ordinate	Ordenada
Output Segment	Segmento del rendimiento
Outside Depth	Profundidad Exterior
Perspective Toggle	En perspectiva
Plot Functions.	Graficar Funciones
Point and Uniform	Puntual y Uniforme
Preferences	Preferencias
Pressure	Presión
Quick Draw Frame Element	Dibuje Rápidamente Elemento de Marco
ReDefine Element Design Data	Redefina Datos de Diseño del Elemento

ReDesign	Rediseño
Refresh Window	Refresquese Ventana
Reinforcing Yield Stress	Tensión a refuerzo de fluencia
Replace Auto W/ Optimal Sections	Reemplace Secciones Óptimas Autol W /
Replicate	Copia
Restore Previous Selection	Restaura Selección Anterior
Restraints	Vínculos
Right Arrow	Flecha Derecha
Run Analysis	Ejecute Análisis
Save As	Guarde Como
Save Model File As	Guarde el Modelo Como
Scale Factor	Factor de Escala
Select All	Seleccione Todos
Select Design Combos	Seleccione Combos de Diseño
Self weight Multiplier	Multiplicador de peso Propio
Set 3D View	Ponga Vista 3D
Set Elements	Elementos fijos
Set Intersecting Line Select Mode	Juego que Corta Linea el Modo Selecto
Set Options	Opciones fijas
Set P-Delta Parameters	Parámetros del P-delta fijos
Shell Static Loads	Cargas Estáticas de Cáscaras
Show Undeformed Shape	Muestra la Forma sin deformación
spans	palmas
Springs	Resortes
Start Design/Check Of Structure	Empiece Diseño/Verificación de la

Static Load Cases	Estructura
Steel	Casos de Carga estáticos
Story Height	Acero
Thickness	Altura del Piso
Title.	Espesor
Top	Título.
Truss Bay Length	Cima
Uniform unlock	Longitud de Vano de la Cercha
Update Analysis Sections	Uniforme
Updating Analysis Section will unlock model	Abrir
Vehicles Classes	Actualize Secciones del Análisis
Vertical Truss	Actualizando Sección del Análisis abrirá el modelo
View	Clases de Vehículos
View Direction Angle	Cercha vertical
Web Thickness	Vista
	Angulo de Dirección de Vista
	Espesor de la placa

FIN

24.8