



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

**Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Mecánica**

Estudio de software MDSolids versión 4.1.0 para la confección de un manual de aprendizaje.

Seminario de Título presentado en
conformidad a los requisitos para
obtener el título de Ingeniero de
Ejecución en Mecánica.

Profesor Guía:
Sr. Heraldo Alejo Bastidas Medel

Eduardo Antonio Valdés Caro
Jaime Sebastián Villalón Espinoza

2014

DEDICATORIA

Dedicamos el presente seminario de título a nuestras familias, en especial a nuestros padres por todo lo que nos han dado en esta vida y quienes siempre fueron un apoyo fundamental en lo largo de nuestra carrera.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Profesor Heraldo Bastidas Medel por haber confiado en nosotros, por la paciencia, disposición y dirección de este seminario.

Es de agradecer al Profesor Víctor Duran Sáez quien nos aconsejó y orientó en este proceso.

RESUMEN

El Seminario de Título presenta el estudio del software educacional MDSolids versión 4.1.0 con el fin de generar un manual para la instrucción del programa, a la vez creando una herramienta de estudio complementario en lo que respecta a la resolución de problemas y ejercicios.

La memoria de título consta de cinco capítulos. En el primer capítulo se presenta las distintas características del programa como su estilo, comunicación visual, explicación de los ejercicios y su estructura. En el segundo se presenta la herramienta de ayuda de MDSolids el cual entrega toda la información de ayuda pertinente. En el tercero se presentan los módulos que conforman a MDSolids y sus distintas características. En el cuarto se mencionara la herramienta de aprendizaje interactivo. En quinto se mostraran las validaciones y simulación de MDSolids en base teórica disponibles en libros de textos de Mecánica de los Materiales.

TABLA DE CONTENIDOS

Capítulo 1) Introducción al software.....	1
1.1 MDSolids.....	1
1.2 Estilo.....	2
1.3 Comunicación visual.....	2
1.4 Explicación de los ejercicios.....	2
1.5 Característica.....	2
1.6 Estructura de MDSolids.....	3
Capítulo 2) MDSolids Documento de ayuda	4
2.1 MDSolids navegador.....	4
2.2 Ayuda módulos MDSolids.....	4
Capítulo 3) Módulos.....	5
3.1 Biblioteca de problemas.....	6
3.2 Armaduras.....	7
3.3 Estructura estáticamente indeterminada.....	8
3.4 Análisis general de fuerzas axiales, torsión y estructuras de vigas...9	
3.5 Torsión.....	10
3.6 Vigas estáticamente determinadas.....	14
3.7 Flexión.....	15
3.8 Propiedades de la sección.....	16
3.9 Círculo de Mohrs.....	17
3.10 Esfuerzos combinados	18
3.11 Recipientes a presión de paredes delgadas.....	21
3.12 Columnas.....	22
Capítulo 4) Herramientas de aprendizaje interactivo.....	23
Capítulo 5) Problemas resueltos.....	24
Conclusión.....	52
Bibliografía.....	53

INTRODUCCIÓN

El Seminario de Título presenta el software educativo MDSolids que fue creado por el profesor Timothy A. Philpot actualmente docente de la Missouri University of Science and Technology, Estados Unidos.

En 1979 obtuvo una licenciatura en Ciencias en Ingeniería en la Universidad de Kentucky y una maestría en Ingeniería (Civil) en la Universidad Cornell en 1980. Durante su carrera académica, ha enseñado y desarrollado numerosos cursos de pregrado en ingeniería mecánica, diseño estructural y construcción.

Sus esfuerzos de investigación actualmente se centran en el desarrollo de software educativo para la ingeniería mecánica.

MDSolids es una herramienta de aprendizaje que ayudan a la comprensión de los fenómenos que ocurren en la resistencia de los materiales. La solución entregada por el software se puede utilizar para rastrear errores en los cálculos manuales, también proporciona un breve comentario de texto que describe el procedimiento de solución para muchos de los cálculos. Estas explicaciones pueden ayudar al estudiante a desarrollar las habilidades para resolver los problemas necesarios para complementar el estudio de la mecánica de materiales. El software contiene ilustraciones, gráficos y animaciones para ayudar a comprender cómo los elementos estructurales se deforman y cómo se distribuyen los esfuerzos a lo largo de una viga, columna, miembro de torsión, o de otros elementos.

MDSolids dispone de doce módulos para el análisis de diversos tópicos de la mecánica de los materiales.

Se presentarán características generales del programa y se realizarán validaciones de problemas utilizando libros de textos usados en el curso.

Uno de los objetivos de esta memoria de título es crear un manual del programa MDSolids y que se use como herramienta de apoyo al proceso de aprendizaje en lo que respecta a la resolución de problemas mediante la utilización de software.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Apoyar en el proceso de aprendizaje en lo que respecta a la resolución de problemas mediante la utilización del software MDSolids como complemento a cursos del área de la mecánica de materiales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-Presentar las características generales del software MDSolids

-Realizar validación de la simulación de MDSolids en base teórica disponibles en libros de textos de Mecánica de los Materiales.

-Generar un manual que facilite el uso del software como complemento a las asignaturas de mecánica de materiales; Mecánica General, Resistencia de los Materiales y Diseño Elemento de Máquina.

CAPÍTULO 1) INTRODUCCIÓN AL SOFTWARE

MDSolids es un software de aprendizaje para el estudiantes de ingeniería, con el fin de apoyar en la resolución de problemas y ejercicios, su sistema de cálculo se basa en los principios teóricos de la mecánica de los materiales, en la carrera de Ingeniería de Ejecución Mecánica de la Universidad del Bio-Bío esta materia se encuentran en las asignaturas de Mecánica General y Resistencia de los Materiales.

1.1) MDSolids

Es un software diseñado para ayudar al estudio de la mecánica de los materiales, esta materia se enseña a menudo bajo el título de resistencia de materiales, o mecánica de sólidos.

El objetivo principal de la mecánica de los materiales es relacionar las fuerzas internas, deformaciones de un cuerpo sólido, fuerzas externas y momentos que actúan sobre dicho cuerpo.

Los conceptos desarrollados en el curso le proporcionan al futuro profesional las herramientas necesarias para establecer dimensiones y materiales necesarios para una estructura o máquina.

La misión de MDSolids es crear en el estudiante las habilidades de resolución de problemas técnicos, trabajando una gran variedad de problemas de la mecánica de los materiales, proporcionando al estudiante una visualización de la naturaleza de los esfuerzos internos y deformaciones.

1.2) Estilo

A lo largo de la historia de MDSolids, se ha ofrecido al estudiante opciones de gráficos intuitivas, para ingresar los datos o unidades requeridas.

MDSolids a primera vista se aprecia una interfaz dividida en doce módulos los cuales abarcan todos los aspectos enseñados en el curso de la mecánica de los materiales, estos módulos contienen una amplia gama de problemas.

1.3) Comunicación Visual

MDSolids en cada ejercicio presenta ilustraciones, gráficos y animaciones para ayudar a comprender como los elementos estructurales se deforman y como se distribuyen los esfuerzos en toda la extensión de una viga, columna, miembro de torsión, o de otros elementos.

1.4) Explicación de los Ejercicios

Muchos de los módulos de MDSolids proporcionan un breve comentario de texto que describe el procedimiento de resolución de los problemas. Estas explicaciones pueden ayudar al estudiante a desarrollar habilidades para resolver problemas y obtener el éxito en los cursos.

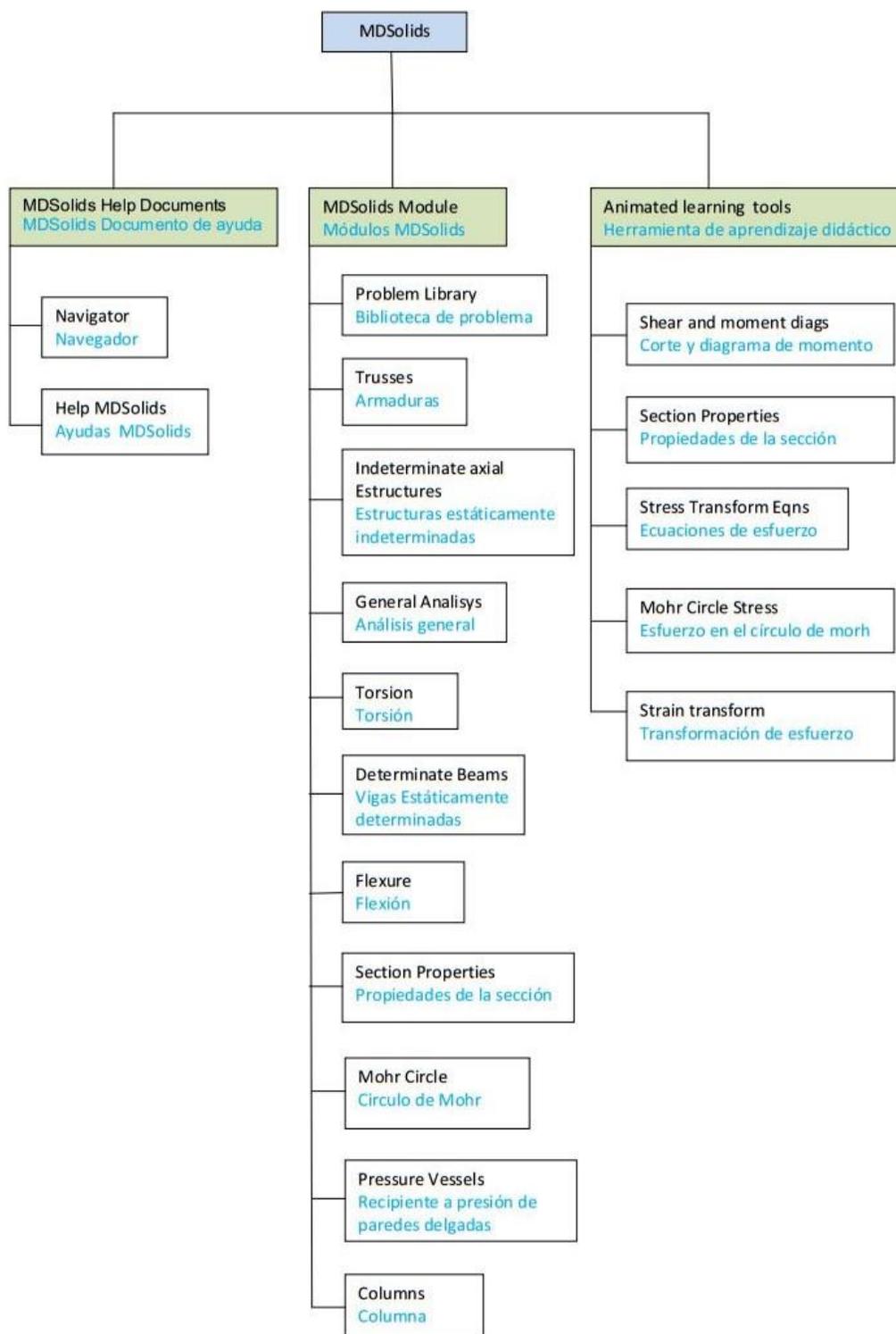
1.5) Características

MDSolids ofrece opciones gráficas e intuitivas para todos los datos requeridos o unidades, también el estudiante es libre de mezclar las unidades de cualquier forma deseada.

El software está escrito en el lenguaje de programación Visual Basic para ejecutarse en el entorno de Windows, siendo compatible con Windows 8, Windows 7 y todas las versiones anteriores de Windows.

1.6) Estructura de MDSolids

MDSolids se divide en tres secciones en forma de pestañas, en ellas se pueden acceder a las distintas funciones que ofrece el software, siendo esta una manera fácil y cómoda de encontrar las actividades a realizar.



CAPÍTULO 2) MDSOLIDS HELP DOCUMENTS (MDSOLIDS DOCUMENTO DE AYUDA)

En esta sección se encontrara toda la ayuda de cada módulo de MDSolids, esta se divide en dos unidades:

- MDSolids navigator (Navegador de MDSolids).
- MDSolids module (Ayuda para los módulos de MDSolids).

2.1) MDSolids navigator (Navegador de MDSolids)

En esta unidad se encontraran títulos de libros de mecánica de los materiales, en donde cita problemas con sus respectivas designaciones, mostrando al estudiante cómo se debe desarrollar al utilizar el programa, dando las instrucciones requeridas para el ejercicio.

Los títulos que se encuentran son:

- Mechanics of Materials, 3rd Edition, by Roy R. Craig, Jr.
- Mechanics of Materials: An Integrated Learning System, 3rd y 2nd Edition
Timothy A. Philpot

2.2) MDSolids module (Ayuda para los módulos de MDSolids)

En esta unidad se podrá encontrar consejos y guías de cómo trabajar en cada módulo de MDSolids, mostrando ilustraciones de ayuda para el ingreso y manejo de este.

CAPÍTULO 3) MÓDULOS

MDSolids se agrupa en distintos módulos, los cuales están dedicados a determinar varios tipos de problemas, en cada uno de ellos hay rutinas de ejercicios los cuales ayudaran al estudiante a descubrir y experimentar con los problemas de mecánica de los materiales, logrando un mejor entendimiento de la teoría.

MDSolids está conformado por doce módulos los cuales son:

- Biblioteca de problema.
- Armaduras.
- Estructura estáticamente indeterminadas.
- Análisis general de fuerzas axiales, Torsión y estructuras de vigas.
- Torsión.
- Vigas estáticamente determinadas.
- Flexión.
- Propiedades de la sección.
- Círculo de Mohrs.
- Esfuerzos Combinados.
- Recipientes a presión de paredes delgadas.
- Columnas.

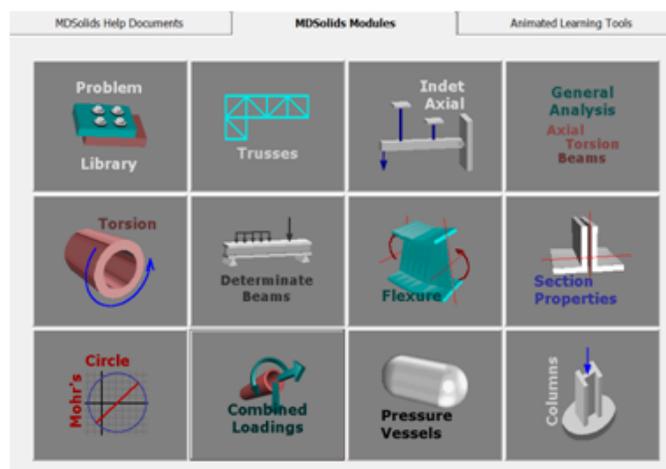


Figura 3.1 Pantalla principal MDSolids

3.1) PROBLEMA LIBRARY (BIBLIOTECA DE PROBLEMA)

Este módulo contiene ocho unidades en los cuales encontraremos distintos tipos de problemas de la resistencia de materiales, estas unidades son:

- Normal stress (Esfuerzo Normal).
- Direct shear stress (Esfuerzo de Corte Directo).
- Normal and shear stress (Esfuerzo Normal y Cortante).
- Bearing stress (Presión de Contacto).
- Factors of safety (Factor de Seguridad).
- Normal strain (Tensión Normal).
- Axial deformation (Deformación Axial).
- Material properties (Propiedad de los Materiales).

En la biblioteca de problemas existen varias opciones de cálculo, que se presentan en forma de preguntas frecuentes a cada tipo de problema. Estas opciones permiten al estudiante adaptar los cálculos.

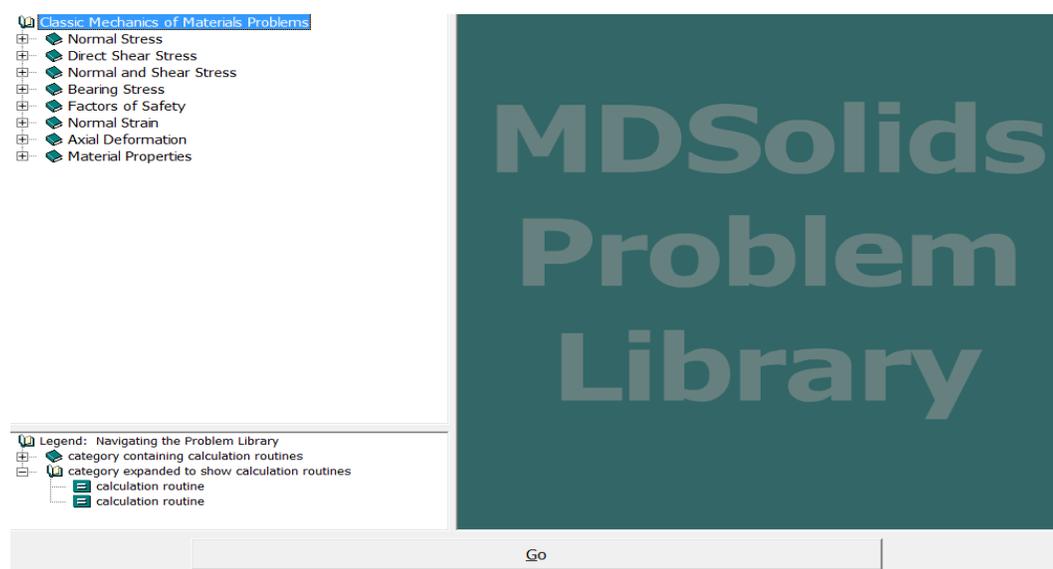


Figura 3.2 Interfaz del Módulo Problem Library

3.2) TRUSSES (ARMADURAS)

En este módulo se puede diseñar distintos tipos de armadura y calcular las reacciones que existen entre cada miembro. El módulo resuelve problemas estáticamente determinados (isostáticos).

Las dimensiones de la armadura se establecen mediante la creación de una red definida por el usuario, luego se dibuja la forma de la armadura deseada a través de los nodos, finalmente se definen los apoyos y las cargas para proceder con el cálculo de las fuerzas y reacciones que se producirán en la armadura (ver figura 3.3).

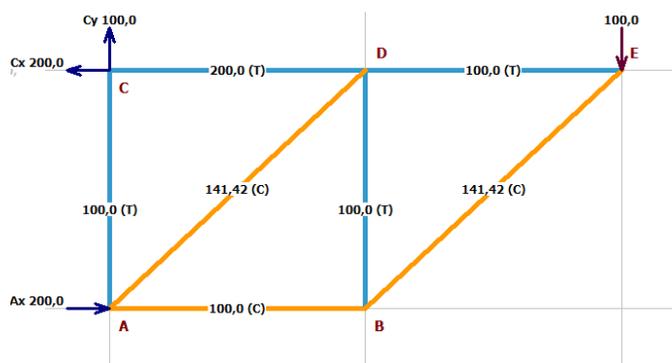


Figura 3.3 Armadura definida con todos sus componentes.

Después de completar con éxito un análisis, la herramienta Stresses (esfuerzos) será activada. Al hacer clic en esta herramienta del menú, se mostrará una tabla que contiene los resultados del análisis de la armadura, en esta ventana, se puede especificar el esfuerzo normal y calcular la sección transversal en cada miembro o viceversa tal como se muestra en la figura 3.4.

Member	Force (lb)	Area (in. ²)	Stress (psi)
AB	-100,0	2,5000	-40,0
AC	100,0	3,0000	33,3
AD	-141,4	2,5000	-56,6
BD	100,0	2,5000	40,0
BE	-141,4	1,0000	-141,4
CD	200,0	2,0000	100,0
DE	100,0	1,5000	66,7

Force Units: lb | Area Units: in.² | Stress Units: psi

Buttons: Compute

Figura 3.4 Herramienta Stresses.

3.3) INDETERMINATE AXIAL STRUCTURES (ESTRUCTURAS ESTÁTICAMENTE INDETERMINADAS)

Este módulo considera varios tipos de problemas comunes que involucran la Deformación axial:

- Problemas en el que dos miembros axiales se unen en serie tal como se muestra en la figura 3.6 (a).
- Problemas en el que dos miembros son paralelos o coaxial, aplicando una fuerza determinada tal como se muestra en la figura 3.6 (b).
- Problemas que implican a un elemento rígido soportado por una conexión de pasador, sostenido por dos barras y por último se aplica una fuerza en un extremo, tal como se muestra en la figura 3.6 (c).
- Problemas en la que un manguito contiene un perno que se aprieta por un valor de fuerza determinada tal como se muestra en la figura 3.6 (d).

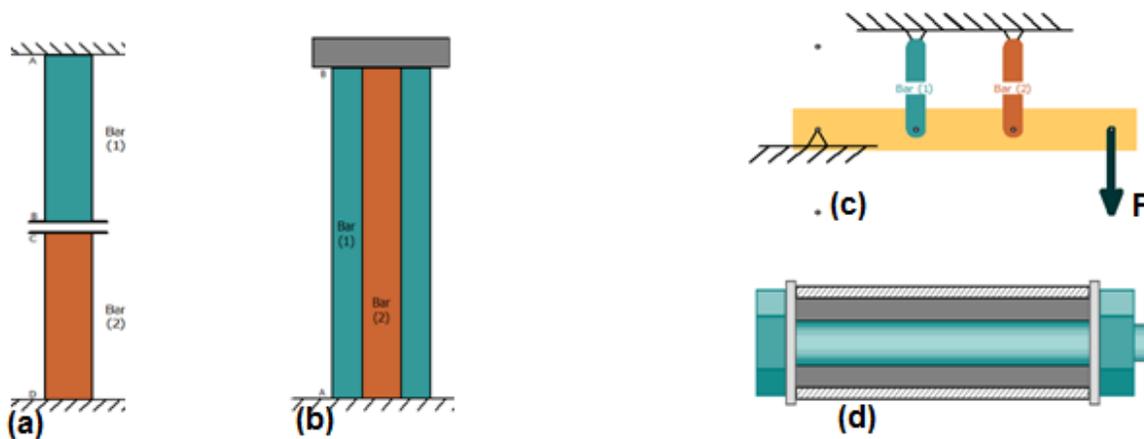


Figura 3.6 Tipos de Problemas

Los problemas pueden ser isostáticos o hiperestáticos, para resolver este tipo de problema se necesita una ecuación adicional, esta ecuación se denomina ecuación de compatibilidad.

Otras consideraciones que pueden incluir son los efectos térmicos en los miembros y la existencia de holgura en las conexiones de las barras axiales.

3.4) GENERAL ANALYSIS AXIAL, TORSION, BEAMS (ANÁLISIS GENERAL DE FUERZAS AXIALES, TORSIÓN Y ESTRUCTURAS DE VIGAS).

El módulo de análisis general es una herramienta amplia en lo que respecta en cantidad de variables a considerar en el cálculo, existen tres tipos de estructuras:

- Estructuras axiales.
- Estructuras de torsión.
- Estructuras de vigas.

El módulo de análisis general puede realizar cálculos tanto para estructuras estáticamente determinadas e indeterminadas.

El modelo de análisis es definido por el usuario en términos de elementos y nodos. Las celdas de color amarillo en el formulario de análisis general denotan los datos de entrada (ver figura 3.7).

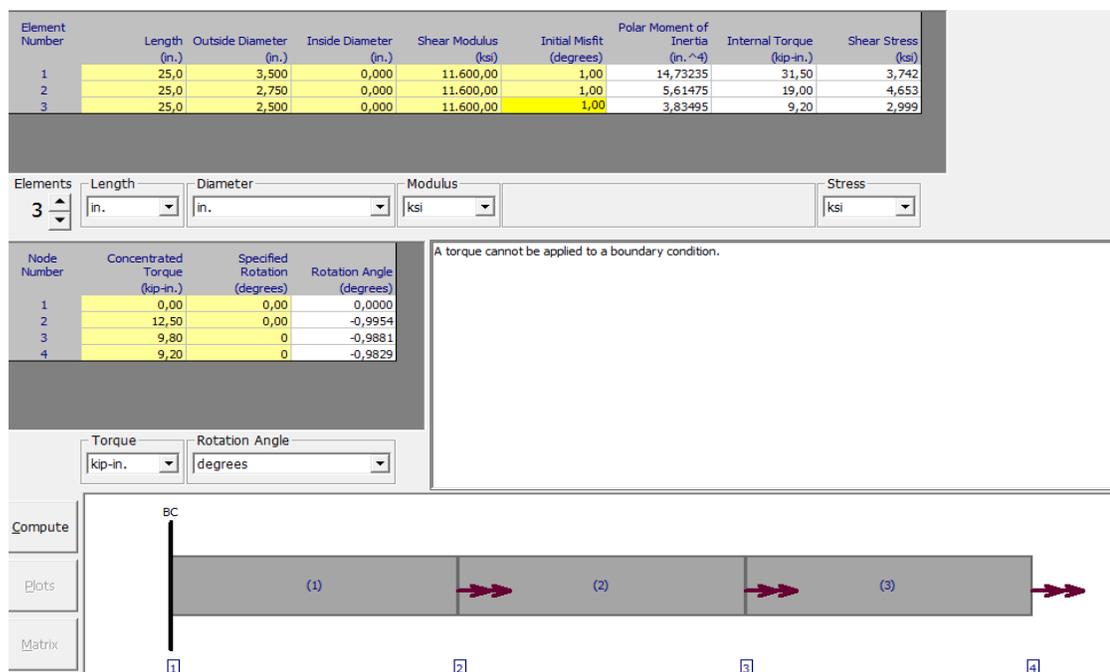


Figura 3.7 Modelos de Análisis General.

3.5) TORSION (TORSIÓN)

La torsión es el efecto producido por aplicar fuerzas paralelas de igual magnitud pero en sentidos opuestos en el mismo sólido.

El software MDSolids puede realizar distintos tipos de ejercicios a los cuales son:

- Simple torsión (torsión simple).
- Power shaft (transmisión de potencia).
- Power and idler shafts (transmisión de potencia a engranaje).
- Múltiples torques (árbol de transmisión).
- Indeterminate coaxial shafts (Árbol sometido a torsión estáticamente indeterminado).
- Indeterminate end-to-end shaft (Árbol sometido a torsión empotrado de extremo a extremo estáticamente indeterminado).

3.5.1) Simple torsión (Torsión simple)

Se puede definir un miembro de torsión simple, como un eje con un par de torsión, el eje se ilustra en una representación 3D con una cuadrícula superpuesta para ilustrar la torsión producida (ver figura 3.8). Este módulo también analiza problemas con efectos de fuerzas axiales y efectos de torsión. Si el eje es un tubo, los efectos de la presión pueden ser incluidos, también los cálculos de Círculo de Mohr se pueden iniciar desde el módulo de torsión.

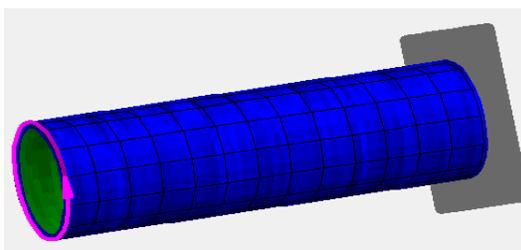


Figura 3.8 Representación 3D de Torsión simple.

3.5.4) Múltiples Torques (Árbol de Transmisión)

Consiste en un eje con múltiples pares de torsión, este módulo puede ser utilizado para problemas de estática para producir un diagrama de esfuerzo de corte o un diagrama de ángulo de giro (ver figura 3.11 y 3.12).

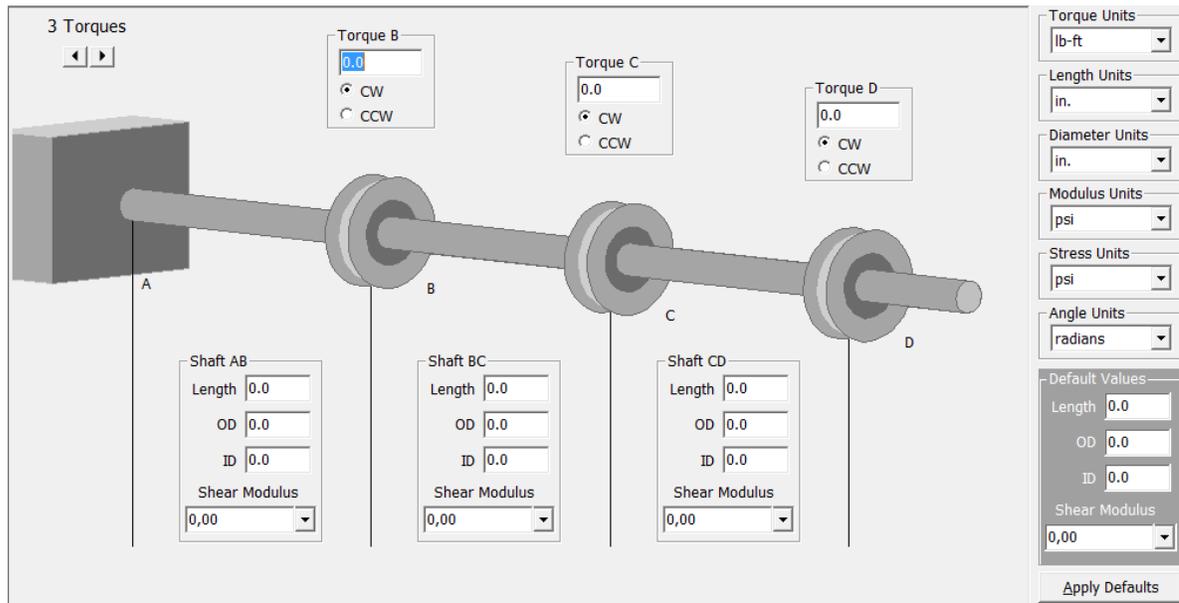


Figura 3.11 Representación de Árbol de Transmisión MDSolids.

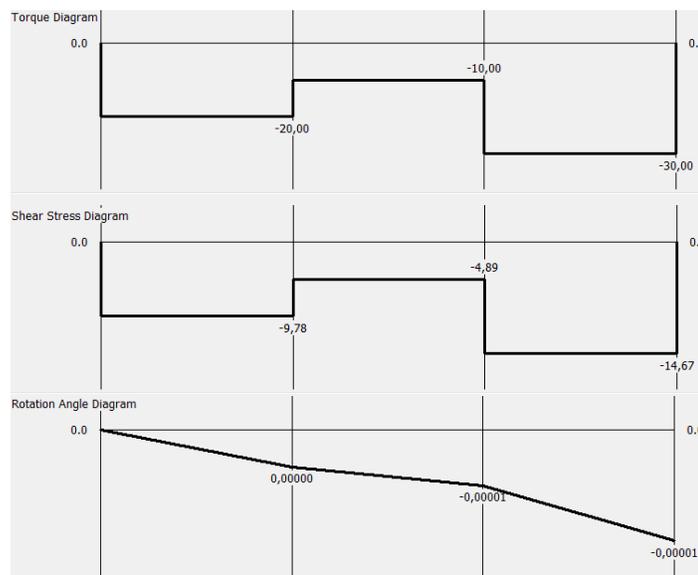


Figura 3.12 Diagrama de torsión, esfuerzo de corte y ángulos de giro

3.5.5) Indeterminate coaxial shafts (Árbol sometido a torsión estáticamente indeterminado)

En la unidad se utiliza para analizar los arboles compuestos que comprenden un núcleo y una cubierta exterior que pueden ser de distinto material, tal como se muestra en la figura 3.13.

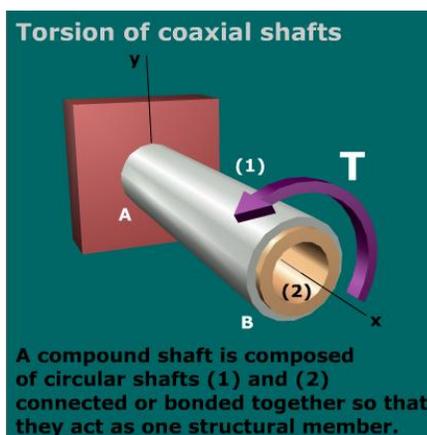


Figura 3.13 Representación de árbol sometido a torsión estáticamente indeterminado.

3.5.6) Indeterminate end-to-end shaft (Árbol sometido a torsión empotrado de extremo a extremo estáticamente indeterminado)

Esta unidad considera dos árboles que están conectados por una brida central donde se aplica una torsión concentrada, los dos árboles pueden ser de distintos material, tal como se muestra en la figura 3.14.

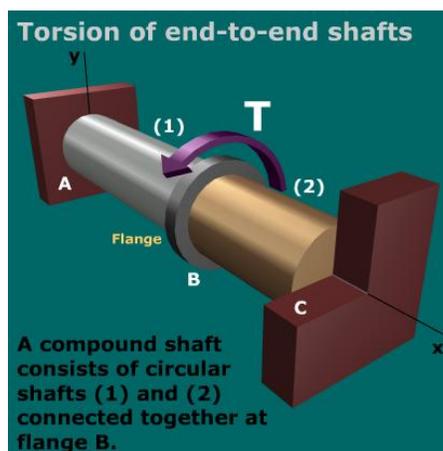


Figura 3.14 Representación de árbol sometido a torsión empotrado de extremo a extremo estáticamente indeterminado.

DETERMINATE BEAMS (VIGAS ESTÁTICAMENTE DETERMINADAS)

En este módulo los usuarios pueden definir una viga estática en distintas situaciones de estudio, las cuales pueden ser empotradas o en puntos de apoyos. En lo que respecta las cargas pueden aplicarse a las vigas en forma puntual, uniformemente distribuida, linealmente variable y también con momentos.

Los iconos mostrados en un formato de barra de herramientas permiten a los estudiantes seleccionar la carga deseada. Los diagramas que muestran la fuerza cortante, momento, deformación y deflexión son graficados inmediatamente después de la entrada de una carga. Esto permite ver el efecto de cada carga al ser añadida.

También cabe señalar que se puede designar el tipo de perfil de la viga para así calcular el esfuerzo del material.

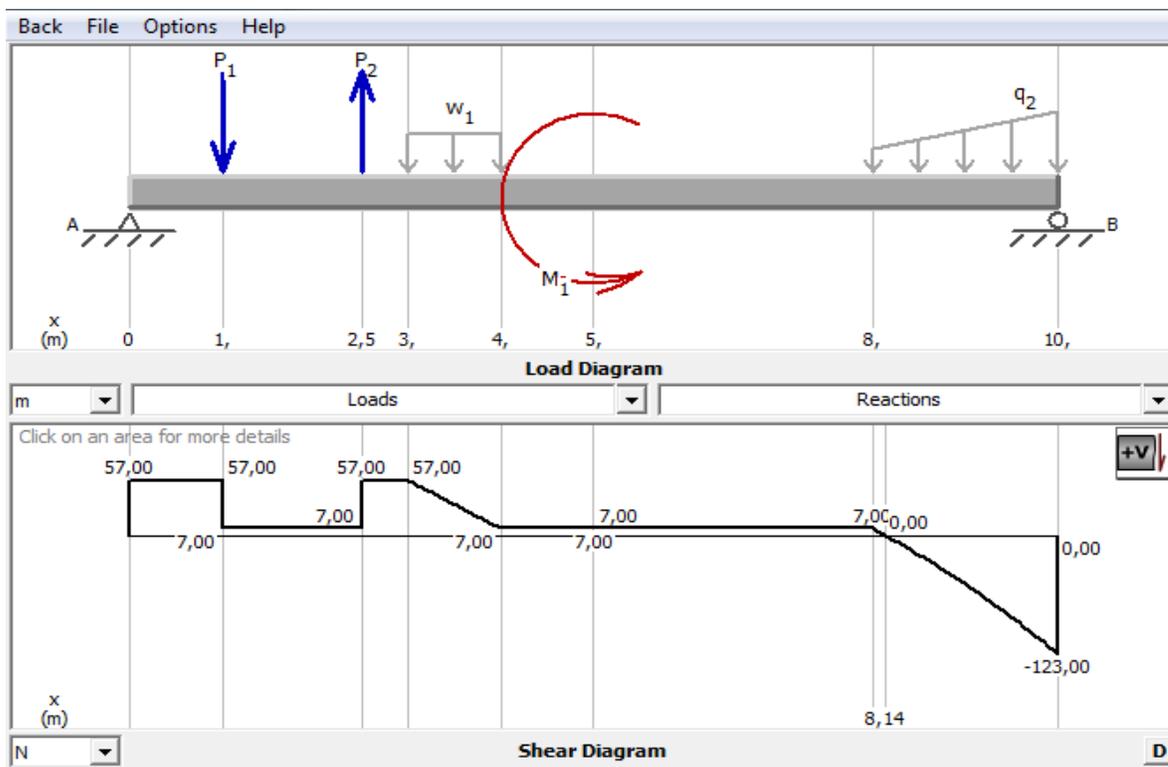


Figura 3.15 Viga sometida a distintas fuerzas

3.6) FLEXURE (FLEXION)

Para este módulo el primer paso a realizar es seleccionar una sección transversal, el software puede mostrar la forma y trazar la distribución de cualquier esfuerzo normal o cortante, los cuales varían en la coordenadas de la sección.

El software incluye una pestaña desplegable en la que los usuarios puedan indicar una posición específica en las coordenadas de la sección, también muestra los valores de esfuerzo normal y cortante calculados para ese punto.

Las distribuciones de esfuerzo se trazan y algunos ejercicios específicos pueden ser calculados para secciones compuestas, además las fuerzas axiales en la sección transversal también pueden ser consideradas de modo que las cargas combinadas puedan ser analizadas, después de calcular los esfuerzos que actúan, el programa los muestra en forma grafica, también crea un modelado 3D donde se puede apreciar los efectos producidos por la fuerzas.

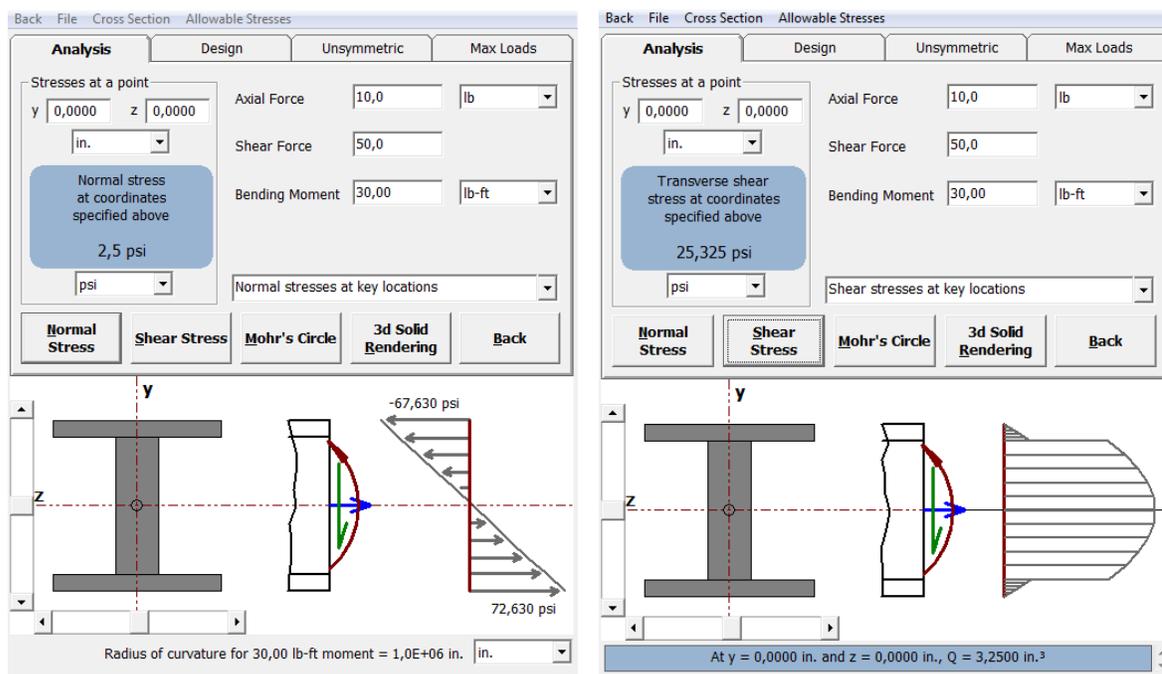


Figura 3.16 Esfuerzo normal y de corte en un perfil.

3.7) SECTION PROPERTIES (PROPIEDADES DE LA SECCIÓN)

Se pueden calcular las propiedades de la sección transversal de variadas figuras genéricas como perfiles estructurales en: "I, T, C, L, Z", circular, sólida, tubular, formas rectangulares y además se incluyen formas dobles de I, T, C y L.

Las propiedades de la sección calculadas incluyen: Localización del centroide, módulo resistente, radio de giro, módulo de elasticidad, momento polar de inercia, momentos de inercia máximos y mínimo.

El módulo de elasticidad de la sección se puede introducir directamente o se puede seleccionar de una lista de materiales comunes. Las propiedades de sección también pueden ser calculadas para áreas transversales compuestas, en donde dos materiales diferentes pueden ser seleccionados y asignados a las partes deseadas de las secciones. Para las secciones compuestas los resultados se dan en términos del método de área transformada, MDSolids incluye las dimensiones y propiedades seleccionadas por el American Institute of Steel Construction (AISC) de una lista de perfiles de acero estándar.

En cada análisis de sección transversal el programa genera una tabla con los parámetros calculados.

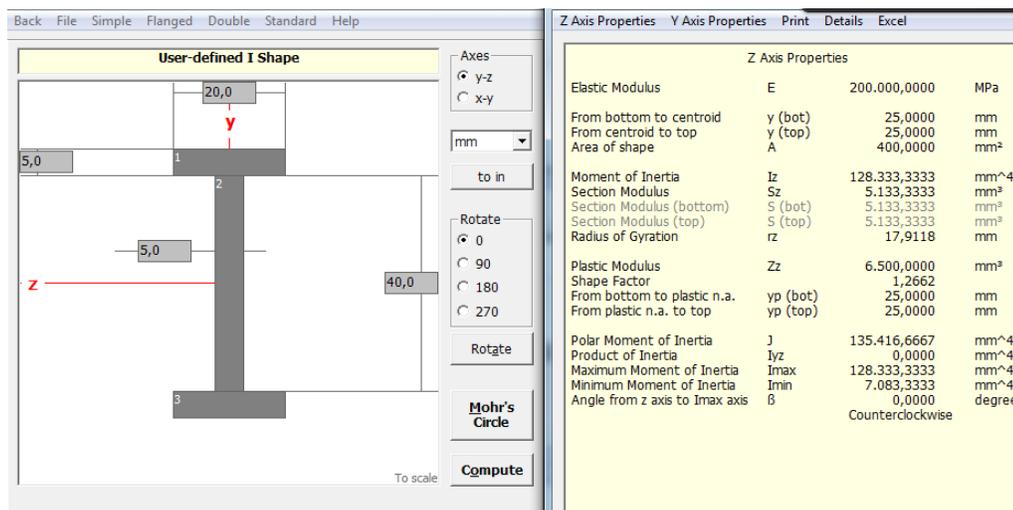


Figura 3.17 Propiedades de la sección de un perfil estructural.

3.8) CIRCLE MOHR (CIRCULO DE MOHRS)

El Círculo de Mohr es una técnica usada en ingeniería, para representar gráficamente y calcular con ella momentos de inercia, deformaciones y tensiones, adaptándose a las características de una circunferencia (ver figura 3.18). También es posible realizar el cálculo del esfuerzo cortante máximo absoluto y la deformación máxima absoluta.

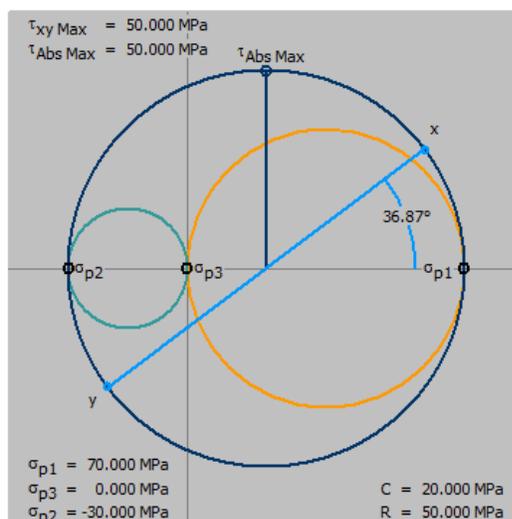


Figura 3.18 Círculo de Mohr MDSolids.

MDSolids considera las transformaciones del Círculo de Mohr aplicadas a los problemas de esfuerzo plano o deformación plana, además contiene tres tipos de análisis que se pueden trabajar con el módulo:

- Plane stress (esfuerzo plano).
- Plane strain (deformación plana).
- Strain rosettes (rosetas de deformación).

3.9) COMBINED LOADINGS (ESFUERZOS COMBINADOS)

Se presentan distintos tipos de problemas, los cuales difieren en su geometría y en la distribución de las fuerzas aplicadas. Está dividido en siete tipos de problemas puntuales.

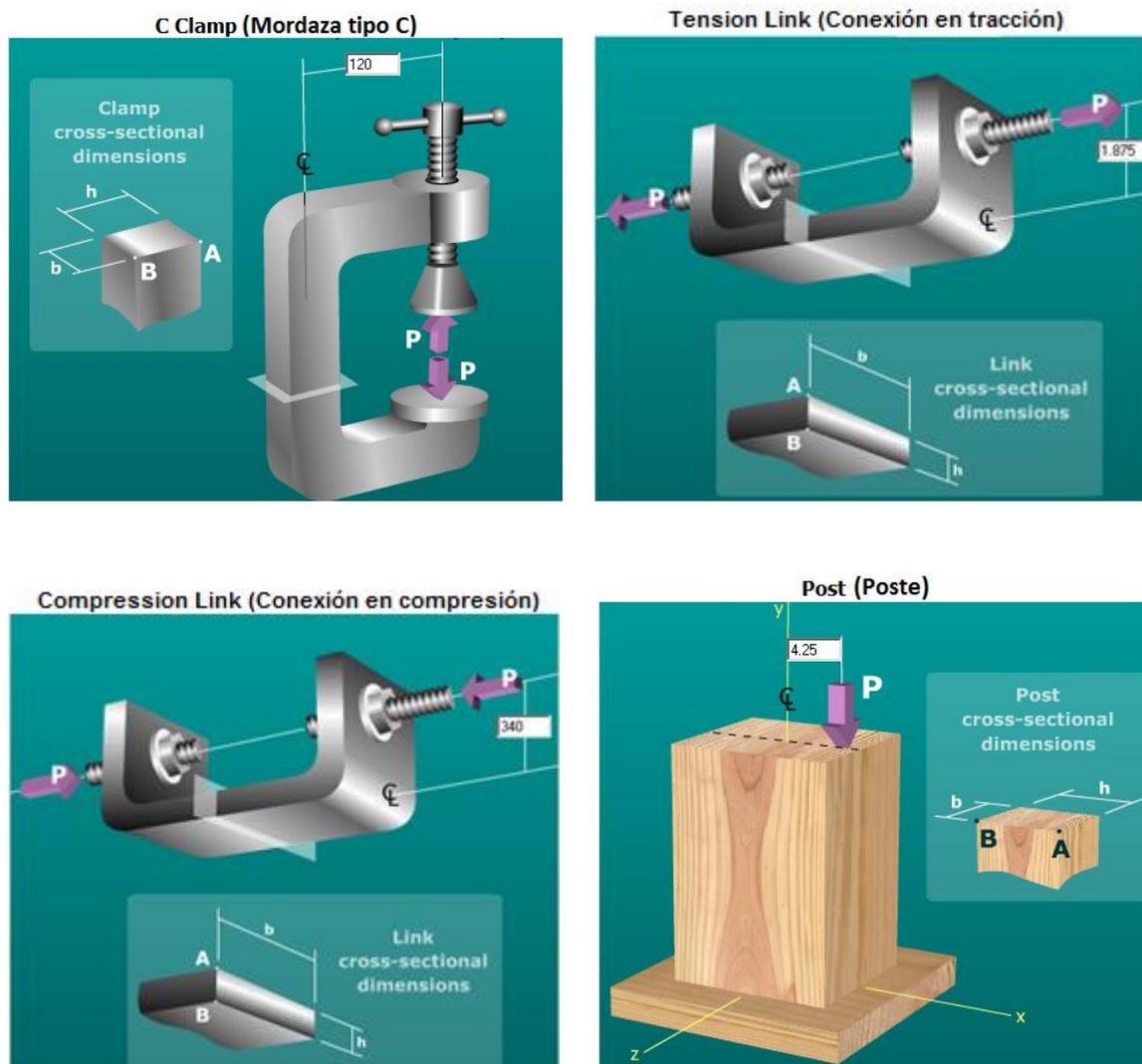


Figura 3.19 Distintas configuraciones de esfuerzos combinados.

En cada una de estas configuraciones, la fuerza axial se aplica a una cierta distancia desde el centroide de la sección transversal, dado que la carga es excéntrica, el esfuerzo normal, la tensión axial y esfuerzo de flexión se producirá en la sección de interés.

3.10.1) Post and beams (Poste y Viga en Voladizo)

En esta sección se estudia la situación de un poste y viga en voladizo, en esta configuración se produce gran fuerza de cizallamiento y un momento de flexión en la sección.

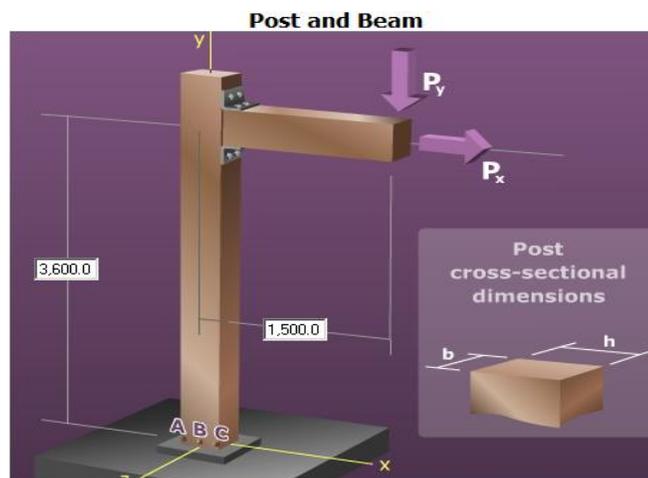


Figura 3.20 Poste y viga en voladizo.

En la base del poste, habrá tres puntos denominados A, B, y C.

Los cálculos de esfuerzo se realizan para cada uno de estos tres puntos en la base del poste tal como se muestra en la figura 3.20.

3.10.2) Esfuerzos combinados en una barra o tubo

La combinación de esfuerzos son generados por distintas configuraciones de fuerzas produciendo las tres clases básicas de esfuerzos: tensión, compresión y de corte.

En esta unidad se aplicará este concepto a distintos elementos empotrados como tubos y barras.

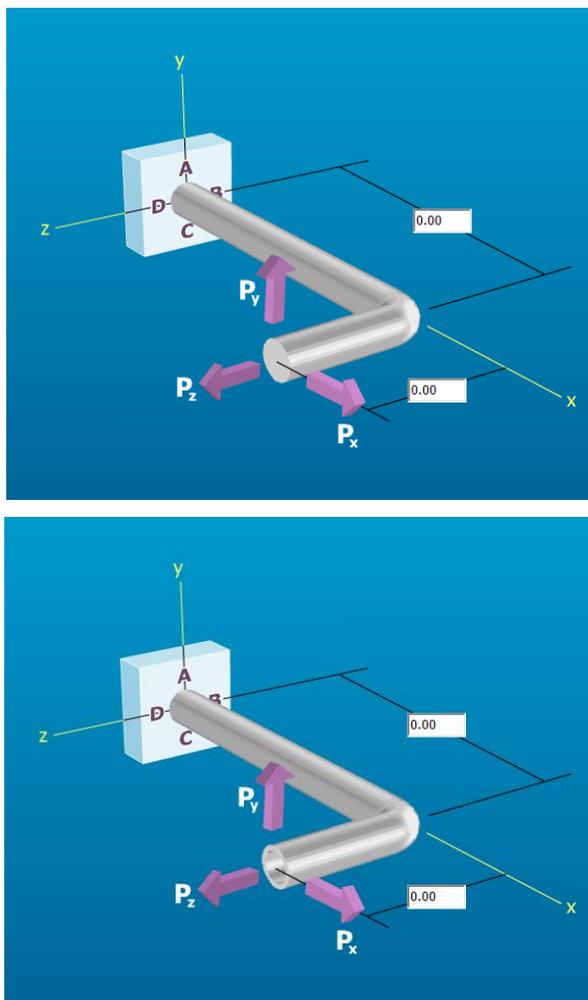


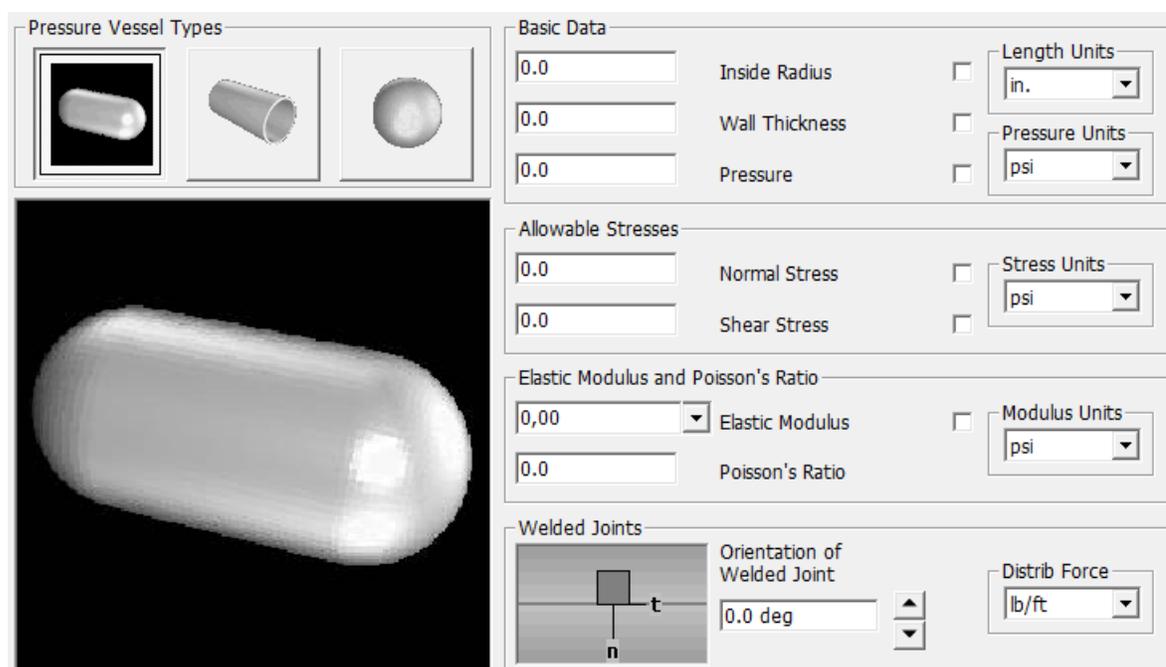
Figura 3.21 Configuración de una barra y un tubo.

Estas dos opciones sólo se diferencian en los siguientes aspectos: Propiedades de la sección, ya sea para una barra circular sólida o un tubo. La presión interna puede ser considerada en las configuraciones de tubo.

3.10) PRESSURE VESSELS (RECIPIENTE A PRESIÓN DE PAREDES DELGADAS)

Un recipiente a presión de pared delgada es un contenedor diseñado para fluidos (gases o líquidos) a presiones mucho mayores que la presión ambiental. El programa calculara todos los datos que se puedan y los mostrara en una plantilla el procedimiento a seguir para obtener los resultados. Este módulo consiste en tres tipos diferentes de recipientes los cuales son:

- Esférico
- Conducto
- Cilíndricos con cabezas formadas esféricas



The screenshot shows a software interface for designing thin-walled pressure vessels. It features a 'Pressure Vessel Types' section with three icons: a cylinder, a pipe, and a sphere. A large 3D model of a cylindrical vessel with hemispherical ends is displayed. The interface includes several input fields and dropdown menus for defining vessel parameters and material properties.

Section	Parameter	Value	Unit
Basic Data	Inside Radius	0.0	in.
	Wall Thickness	0.0	psi
	Pressure	0.0	psi
Allowable Stresses	Normal Stress	0.0	psi
	Shear Stress	0.0	psi
Elastic Modulus and Poisson's Ratio	Elastic Modulus	0,00	psi
	Poisson's Ratio	0.0	psi
Welded Joints	Orientation of Welded Joint	0.0 deg	lb/ft
	Distrib Force	lb/ft	lb/ft

Figura 3.22 Presentación de módulo recipiente de paredes delgadas.

También permite obtener el Círculo de Mohrs, obteniendo así el esfuerzo normal y cortante, además se puede calcular las fuerzas producidas en costuras de soldadura longitudinal y circunferencial.

3.11) COLUMNS (COLUMNAS)

Este módulo se basa en la fórmula de pandeo de Euler, MDSolids realiza ejercicios de pandeo con perfiles estructurales estandarizados o con dimensiones personalizadas, al calcular el pandeo de la columna, el software muestra las vistas, ilustrando el eje fuerte y el eje débil.

Cualquier condición de soporte en los extremos (articulado, fijo, empotrado y libre) puede ser especificado, la carga crítica de pandeo y el esfuerzo son entregados por el software, además de la dirección del pandeo .

También se puede agregar soportes intermedios en cualquier dirección, posición y se mostrara un gráfico de esfuerzo crítico vs esbeltez, los resultados de las dos direcciones de pandeo se indicaran sobre la curva, opcionalmente se puede definir el límite de elasticidad del material o el límite de proporcionalidad de modo que el pandeo de Euler pueda ser evaluado. Se pueden realizar diseños utilizando el acero estándar, el aluminio y también madera.

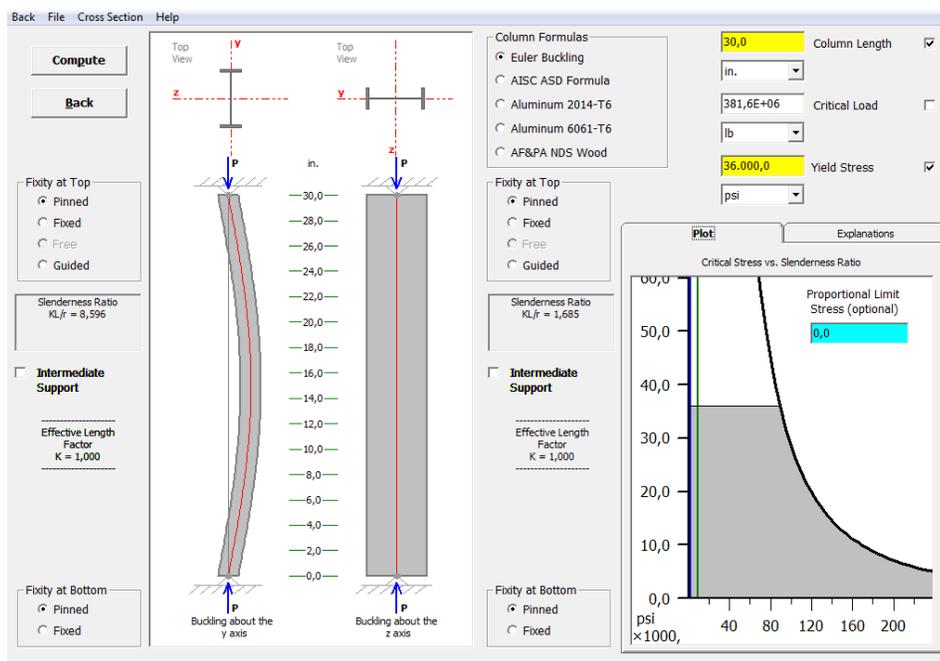


Figura 3.23 Columna simulada en MDSolids.

CAPÍTULO 4) ANIMATED LEARNING TOOLS (HERRAMIENTAS DE APRENDIZAJE INTERACTIVO)

En esta pestaña MDSolids enseña distintos conceptos de la Mecánica de los Materiales los cuáles en un principio se entregan en forma teórica, para luego realizar juegos donde se probara lo aprendido en la unidad.

Esta herramienta está dividida en 5 unidades:

- Shear y moment diags(Diagrama de corte y momento)
- Section properties(Propiedades de la sección)
- Stress transform eqns(Ecuaciones transformación de esfuerzos)
- Mohr's circle stress(Esfuerzo en el Circulo de Mohr)
- Strain transform(transformación de esfuerzo)

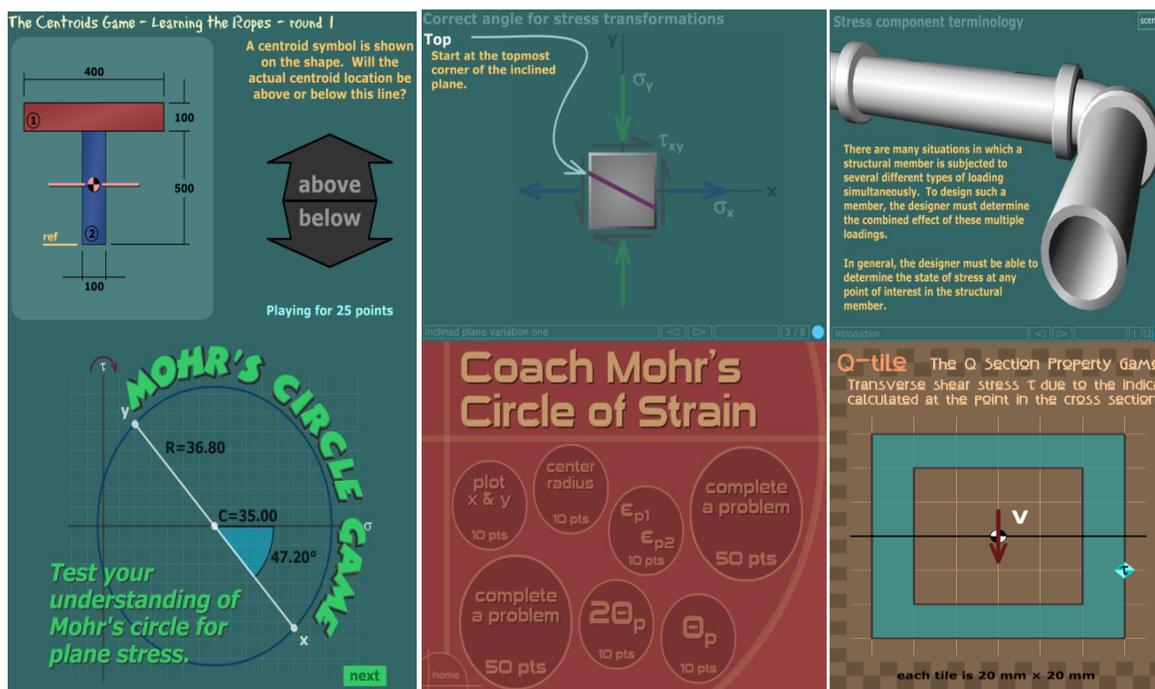


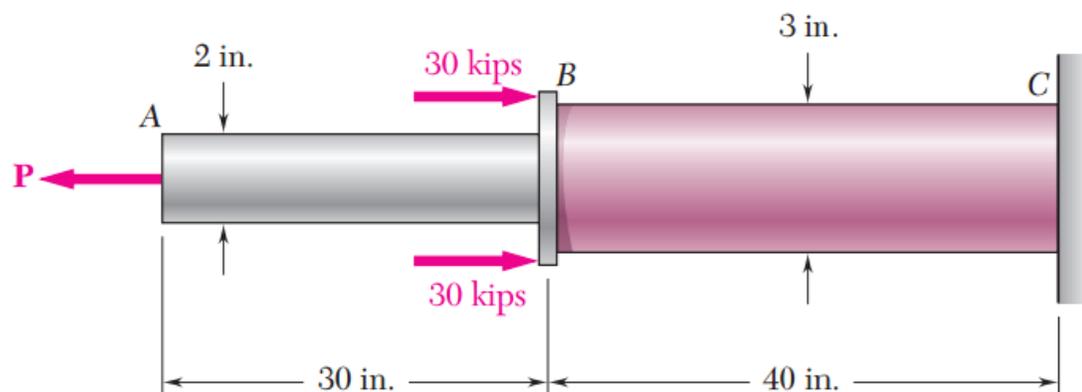
Figura 3.24 Distintas unidades de herramientas de aprendizaje con animación.

CAPÍTULO 5) PROBLEMAS RESUELTOS

En los capítulos anteriores se dieron a conocer las características del software MDSolids, indicando sus unidades y el tipo de problema que se pueden realizar en ellos. En este capítulo se realizarán validaciones de problemas en base teórica de variados módulos utilizando problemas de los textos usados en la mecánica de materiales, indicando el procedimiento que se debe tomar en MDSolids para obtener los resultados.

Problema 1:

Dos barras cilíndricas sólidas AB y BC se encuentran soldadas en B y cargadas, si se sabe que $P=40$ kips, determine el esfuerzo normal promedio en la sección media.



Procedimiento de solución con MDSolids:

- Haga clic sobre el módulo **Problem Library** (Biblioteca de problemas).
- Despliegue el icono del libro **normal stress** (esfuerzo normal).
- Despliegue **segmented axial members** (miembros cargados axialmente).
- Despliegue **horizontal axial members** (miembros axiales horizontales).
- Haga doble clic sobre la etiqueta **rod diameters specified** (diámetros específicos) de una barra.
- Seleccione el número de segmento de la barra.
- Introduzca los datos y unidades.
- Haga clic en **compute** (calcular).

Resultados obtenidos por MDSolids:

El resultado obtenido por el software coincide con la respuesta del texto, el esfuerzo normal de la barra AB es $\sigma = -2,83$ ksi y el de la barra BC es de $\sigma = 12,733$ ksi.

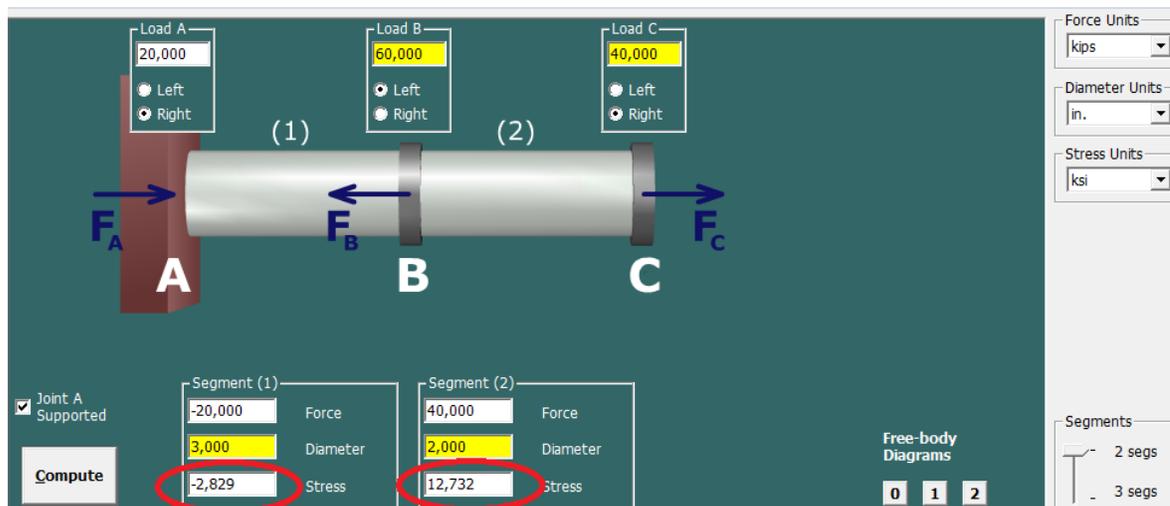


Figura 5.1 Ilustración de barra cilíndrica MDSolids.

El software también entregará el procedimiento a seguir para obtener este ejercicio, el cuadro explicativo se encuentra en la parte superior derecha (ver figura 5.2).

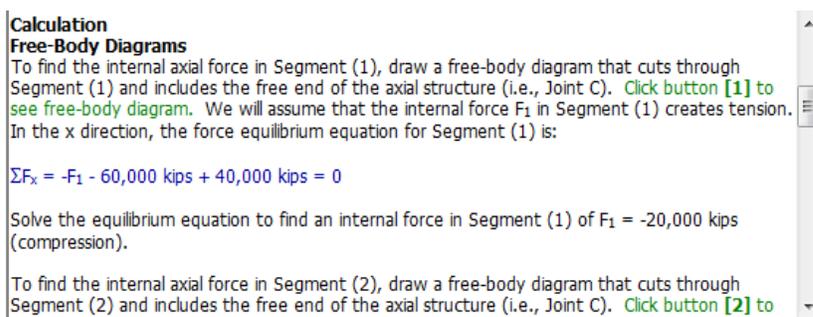


Figura 5.2 Procedimiento de ejercicios MDSolids.

Mecánica de Materiales por Ferdinand P. Beer "et all". 5^{ta} México, McGraw-Hill, 2010. 788p.

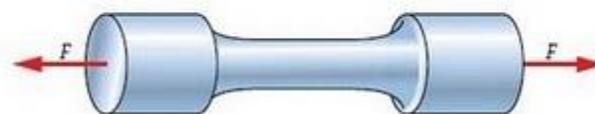
Problema 2:

Los datos de la tabla siguiente se obtuvieron de un ensayo en tensión con acero de alta resistencia. La muestra de ensayo tenía un diámetro de 0.505 pulg y una longitud calibrada de 2 pulg. En la fractura, el alargamiento entre las marcas de calibración fue 0.12 pulg y el diámetro mínimo fue 0.42 pulg.

Trace la curva esfuerzo-deformación unitaria convencional para el acero y determine el límite proporcional, el módulo de elasticidad, el esfuerzo de fluencia a un desplazamiento de 0.1 por ciento y la reducción porcentual de área.

Tabla 5.1 Datos de ensayo de tracción.

Carga (lb)	Alargamiento (pulg)
0	0
1000	0,0002
2000	0,0006
6000	0,0019
10000	0,0033
12000	0,0039
12900	0,0043
13400	0,0047
13600	0,0054
13800	0,0063
14000	0,009
14400	0,0102
15200	0,013
16800	0,023
18400	0,0336
20000	0,0507
22400	0,1108
22600	Fractura



Procedimiento de solución con MDSolids:

- Haga clic sobre el módulo **Problem Library** (biblioteca de problemas).
- Despliegue el icono del libro **material properties** (propiedades de los materiales).
- Haga doble clic sobre la etiqueta **stress-train curves** (curva esfuerzo - deformación)
- Introduzca los datos y unidades
- Haga clic en **Plot** (graficar)

Resultados obtenidos por MDSolids:

El resultado obtenido por el software coincide con el resultado del texto, además el software entrega la gráfica esfuerzo-deformación (ver figura 5.3 y tabla 5.2).

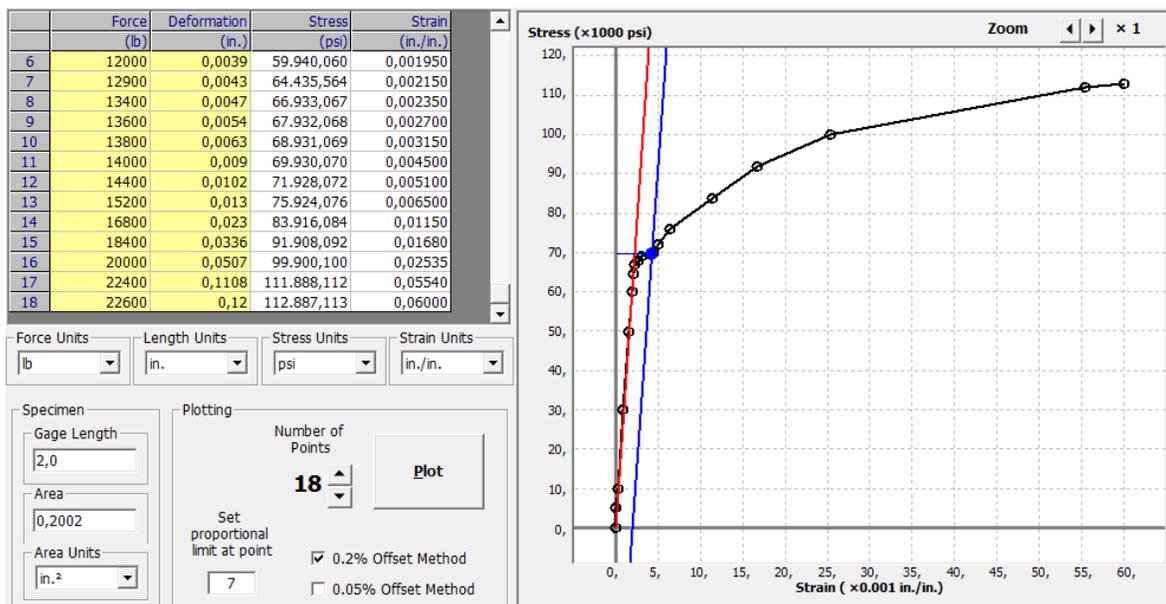


Figura 5.3 Grafica esfuerzo-deformación MDSolids.

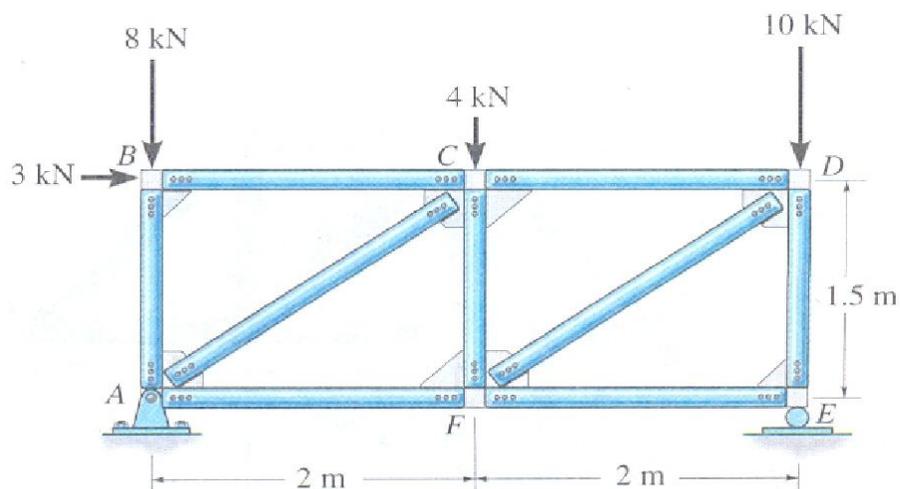
Tabla 5.2 Resultados obtenidos por MDSolids.

Ultimate Stress (punto de ruptura)	112887 psi
Proportional Limit (limite proporcional)	64435,6psi
Elastic Modulus (módulo de elasticidad)	$30,4 \times 10^6$ psi
0.20% Yield Stress (esfuerzo de fluencia)	69776,5PSI
Percent Elongation (porcentaje de alargamiento)	6 %

James M. Gere y Barry J. Goodno. Mecánica de materiales. Séptima edición. Mexico, CENGAGE Learning, 2009, 1025p.

Problema 3:

Determine la fuerza en cada miembro tubular de la armadura y establezca si los miembros están en tensión o en compresión. Si el esfuerzo admisible de cada miembro es de 125 MPa, ¿cuál será el área de la sección transversal mínima de cada miembro?



Procedimiento de solución con MDSolids:

- Haga clic sobre el módulo **Trusses** (armadura).
- Haga doble clic sobre **new truss** (nueva armadura)
- Defina los parámetros de la armadura.
- Haga clic en **create** (crear) y construya la armadura.
- Haga clic en **supports** (apoyos) y defina su ubicación.
- Haga clic en **loads** (cargas) y defina la ubicación de las fuerzas.
- Haga clic en **compute** (calcular).
- Haga clic en **stress** (esfuerzos) se puede definir el área o el esfuerzo admisible de cada barra.
- Haga clic en **compute** (calcular).

Resultados obtenidos por MDSolids:

El resultado obtenido por el software coincide con el resultado del texto y se pueden apreciar las reacciones de cada barra, además le entrega un color característico a cada barra, para así distinguir la compresión (C), la tensión (T) y los miembros de fuerza cero (ver figura 5.4).

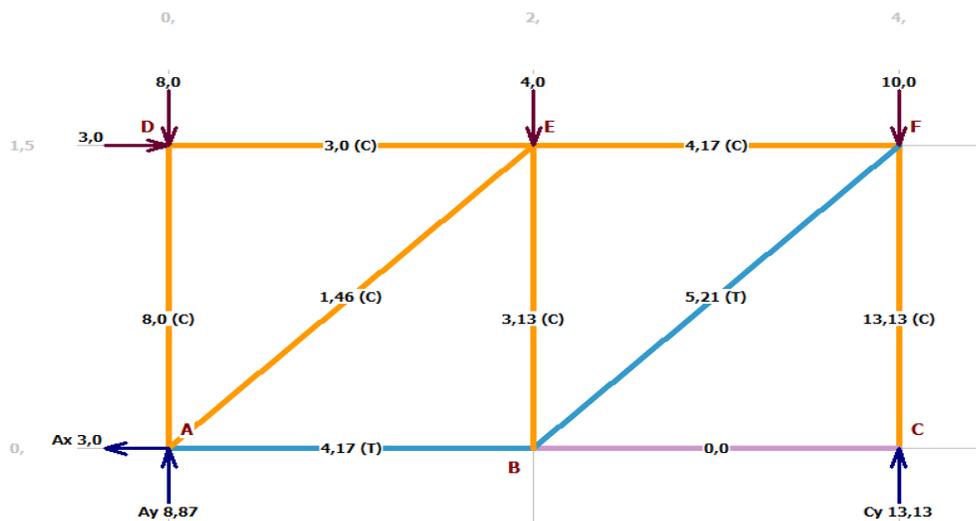


Figura 5.4 Armadura calculada por MDSolids.

Resultado de la opción stress (esfuerzo) muestra el área transversal requerida para cada barra tal como se muestra en la figura 5.5.

Member	Force (kN)	Area (mm ²)	Stress (MPa)
AB	4,167	33,34	124,985
AD	-8,000	64,00	124,985
AE	-1,458	11,66	124,985
BC	0,000	0,00	124,985
BE	-3,125	25,00	124,985
BF	5,208	41,66	124,985
CF	-13,125	105,00	124,985
DE	-3,000	24,00	124,985

Force Units: kN | Area Units: mm² | Stress Units: MPa

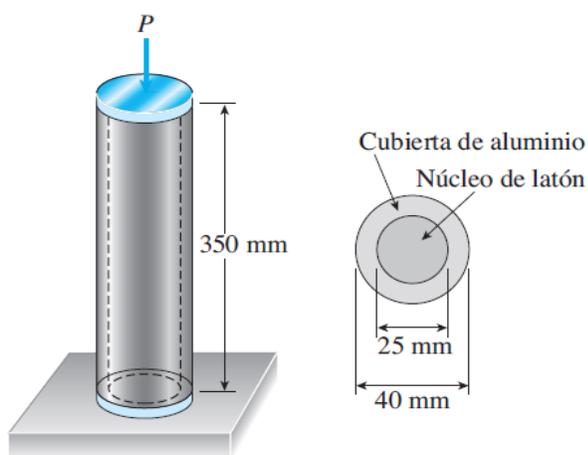
Figura 5.5 Herramienta stress MDSolids.

Russel C. Hibbeler. Mecánica Vectorial para Ingenieros Estática. Decima edición, MÉXICO, PEARSON Educación Hall, 2004. 656p.

Problema 4:

Un conjunto cilíndrico que consiste de un núcleo de latón y una cubierta de aluminio se comprime por una carga P . Las longitudes de la cubierta de aluminio y del núcleo de latón son 350 mm, el diámetro del núcleo es de 25 mm y su diámetro exterior es 40 mm. Además, los módulos de elasticidad de aluminio y el latón son 72 GPa y 100 GPa, respectivamente.

¿Cuál es la carga máxima permisible, si los esfuerzos permisibles en el aluminio y el latón son 80 MPa y 120 MPa, respectivamente?



Procedimiento de solución con MDSolids:

- Haga clic sobre el módulo **Indeterminate axial Structures** (estructuras estáticamente indeterminadas)
- Haga doble clic en barra de menú en **analysis options** (opciones de análisis)
- Seleccione la opción **coaxial bars** (barras coaxiales).
- Introduzca los datos y unidades.
- Para las variables que se van a calcular deje las casillas en blanco
- Haga clic en **compute** (calcular).
- Seleccione la opción **show equations** (ver ecuaciones) para ver el procedimiento teórico.

Resultados obtenidos por MDSolids:

Los resultados coinciden con respecto al entregado por el texto siendo la carga máxima de 116,6 kN (ver figura 5.6).

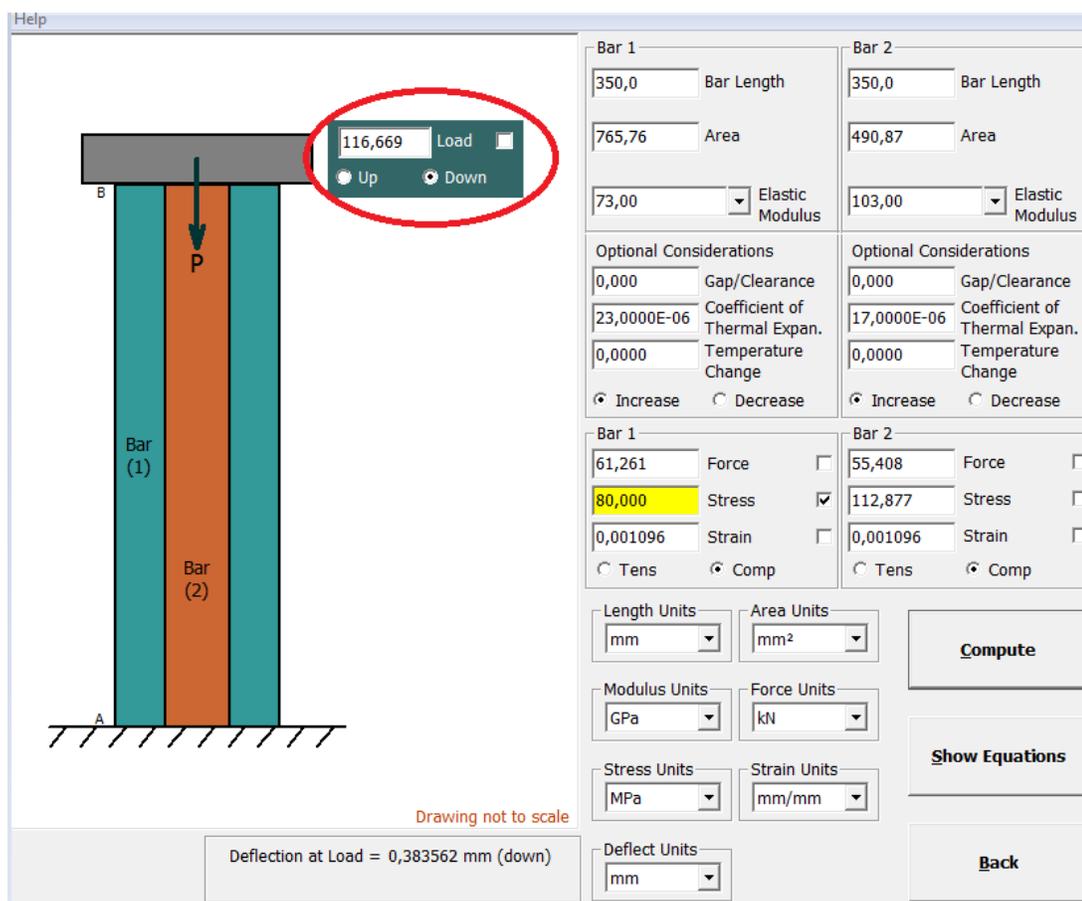


Figura 5.6 Módulo Indeterminate axial

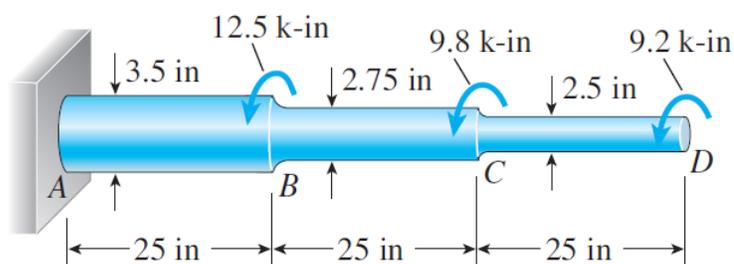
James M. Gere y Barry J. Goodno. Mecánica de materiales. Séptima edición. Mexico, CENGAGE Learning, 2009, 1025p.

Problema 5:

Un eje escalonado ABCD que consiste en segmentos circulares sólidos se somete a tres pares de torsión, como se muestra en la figura. Los pares de torsión tienen magnitudes de 12,5 kip-pulg, 9,8 kip-pulg y 9,2 kip-pulg. La longitud de cada segmento es de 25 pulg y los diámetros de los segmentos son de 3,5 pulg, 2,75 pulg y 2,5 pulg. El material es acero con módulo de elasticidad en cortante $G=11,6 \times 10^3$ ksi.

a) Calcule el esfuerzo cortante máximo en el eje.

b) Calcule el ángulo de torsión en el extremo D.



Procedimiento de solución con MDSolids:

- Haga clic sobre el modulo **general analysis** (análisis general)
- Haga doble clic sobre el menú en **analysis options** (opciones de análisis) seleccionar la opción **torsional deformation** (torsión deformación).
- Seleccione la cantidad de elementos a utilizar.
- Introduzca los datos y unidades.
- Haga clic en **compute** (calcular).

Resultados obtenidos por MDSolids.

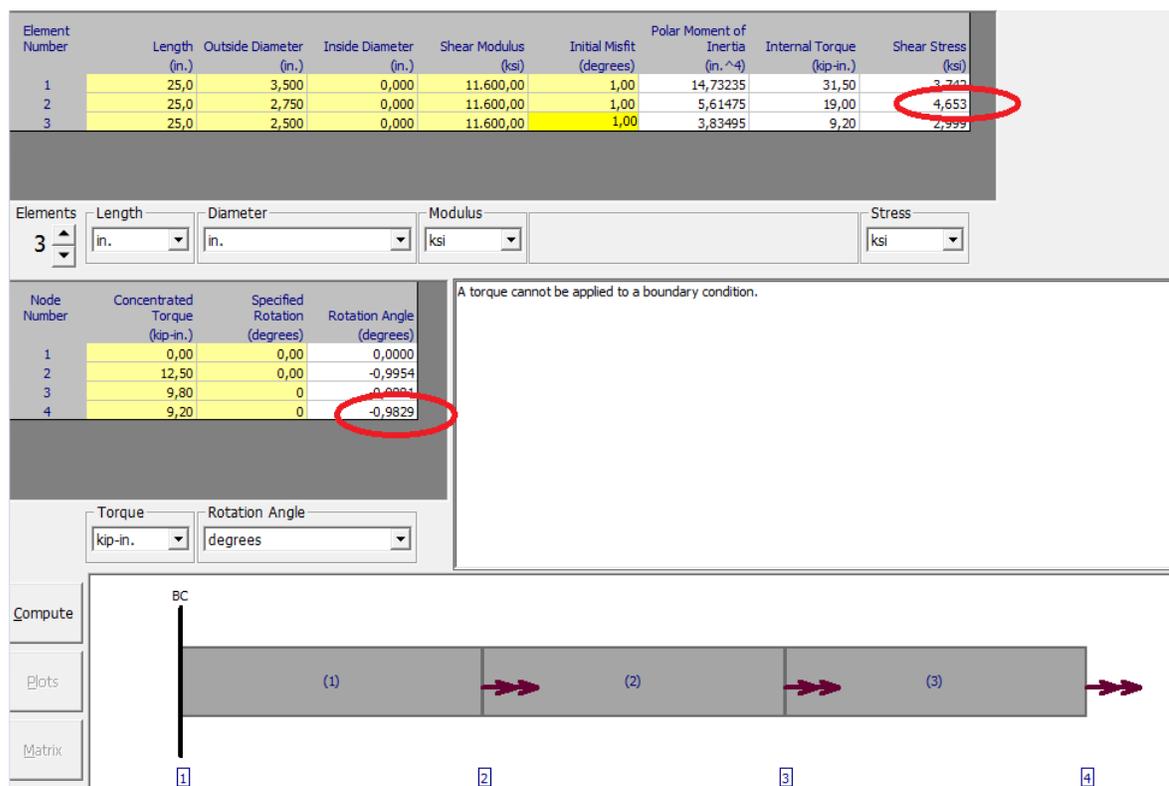


Figura 5.7 Módulo general analysis, torsional deformation.

- a) El esfuerzo cortante máximo en el eje está ubicado en la sección (2) del eje (ver figura 5.7) dando como resultado $T=4,6$ ksi.
- b) El ángulo de torsión que se encuentra en el extremo D es de $\alpha =0,98$ grados.

Los resultados coinciden de manera aceptable con respecto al entregado por el texto.

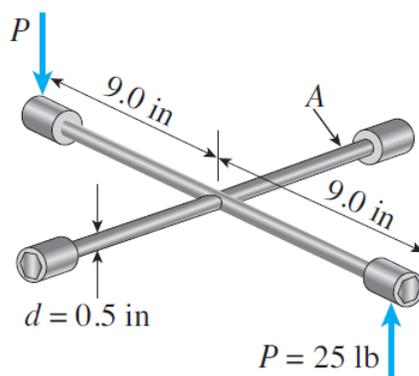
James M. Gere y Barry J. Goodno. Mecánica de materiales. Séptima edición. Mexico, CENGAGE Learning, 2009, 1025p.

Problema 6:

Al desmontar una rueda para cambiar un neumático, un conductor aplica fuerza $P=25$ lb en los extremos de dos de los brazos de una llave de cruz. La llave está hecha de acero con módulo de elasticidad en cortante $G=11.4 \times 10^6$ psi. Cada brazo de la llave tiene longitud de 9 Pulg y tiene una sección transversal circular sólida con diámetro $\varnothing=0.5$ Pulg.

Determine el esfuerzo cortante máximo en el brazo que gira la tuerca del birlo.

Determine el ángulo de torsión (en grados) de este mismo brazo.



Procedimiento de solución con MDSolids:

- Haga clic sobre el modulo **Torsión**
- Haga doble clic sobre el menú en **Analysis Options** (opciones de análisis) seleccionar la opción **Torsión Simple**.
- Introduzca los datos y unidades.
- Para las variables que se van a calcular deje las casillas en blanco.
- Haga clic en **compute** (calcular).

Resultados obtenidos por MDSolids.

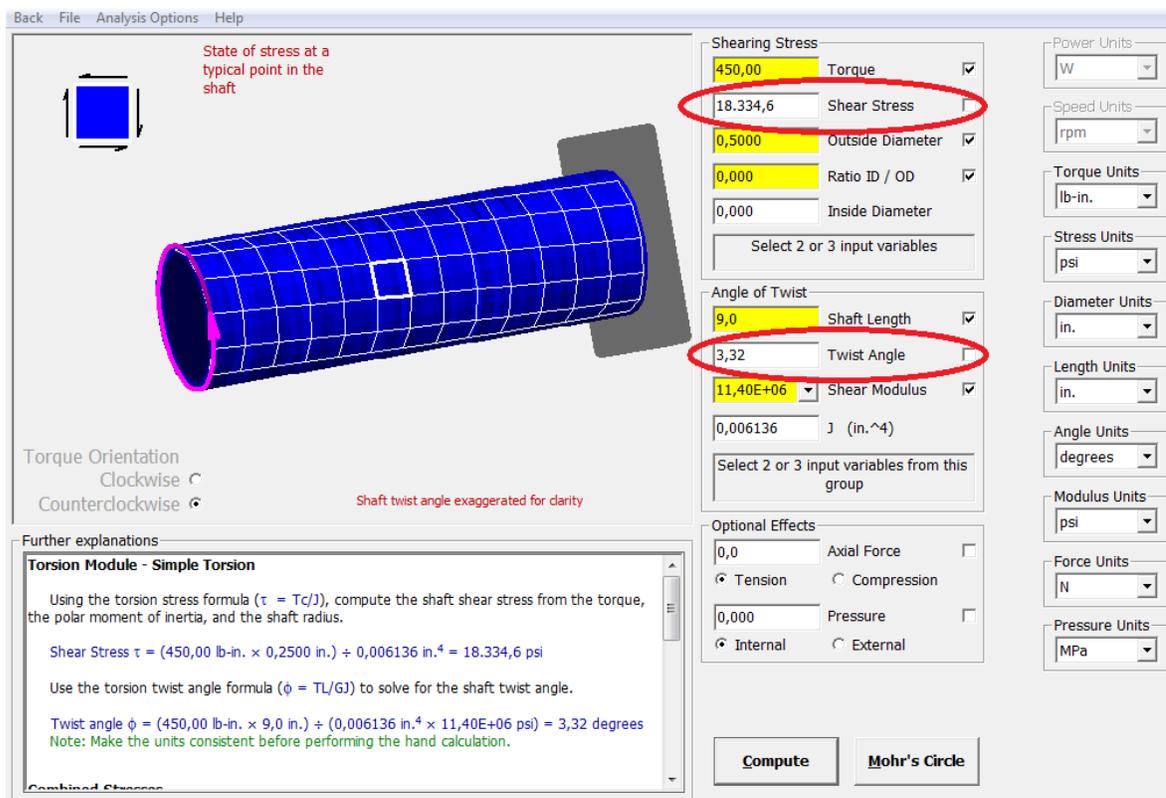


Figura 5.8 Módulo torsion MDSolids.

El esfuerzo de corte es entregado por el programa en las casilla llamada shear stress(esfuerzo de corte) su valor es de $T=18334$ psi y su ángulo de torsion es de $\alpha=3,32^\circ$.

Los resultados coinciden de manera aceptable con respecto al entregado por el texto.

James M. Gere y Barry J. Goodno. Mecánica de materiales. Séptima edición. Mexico,CENGAGE Learning, 2009,1025p.

Problema 7:

¿Cuál es la potencia máxima que puede suministrar un eje hueco de hélice (diámetro exterior de 50 mm, diámetro interior de 40 mm y módulo de elasticidad en corte de 80 GPa) que gira a 600 rpm si el esfuerzo cortante permisible es de $T_{Adm} = 100 \text{ MPa}$ y la razón de torsión permisible es $\theta = 3 \text{ grado/m}$?

Procedimiento de solución con MDSolids:

- Haga clic sobre el módulo **Torsión**
- Haga doble clic sobre el menú en **analysis options** (opciones de análisis) seleccionar la opción **power shafts** (potencia en el eje).
- Introduzca los datos y unidades.
- Para las variables que se van a calcular deje las casillas en blanco. Haga clic en **compute** (calcular).

Resultados obtenidos por MDSolids.

La potencia máxima que se puede suministrar en el eje hueco es de 91,047 kW. Los resultados coinciden de manera aceptable con respecto al entregado por el texto.

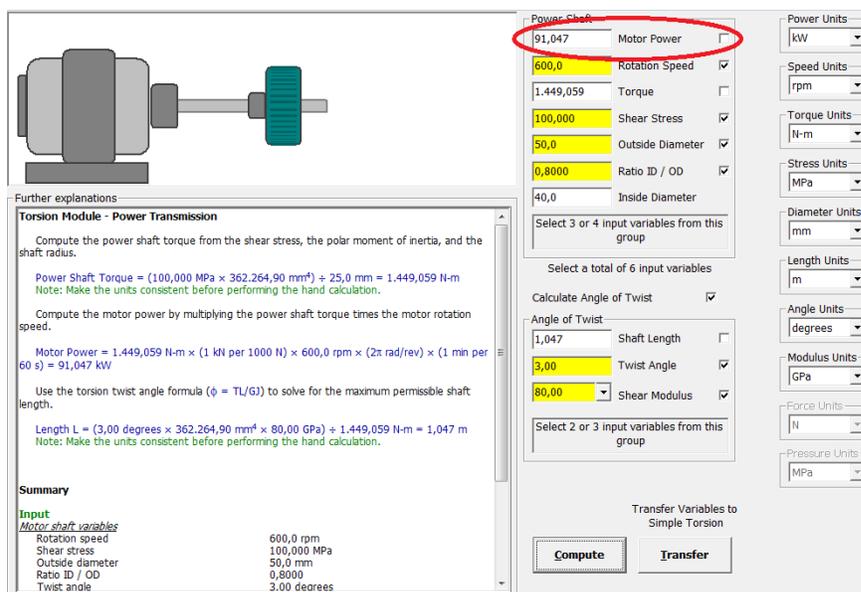
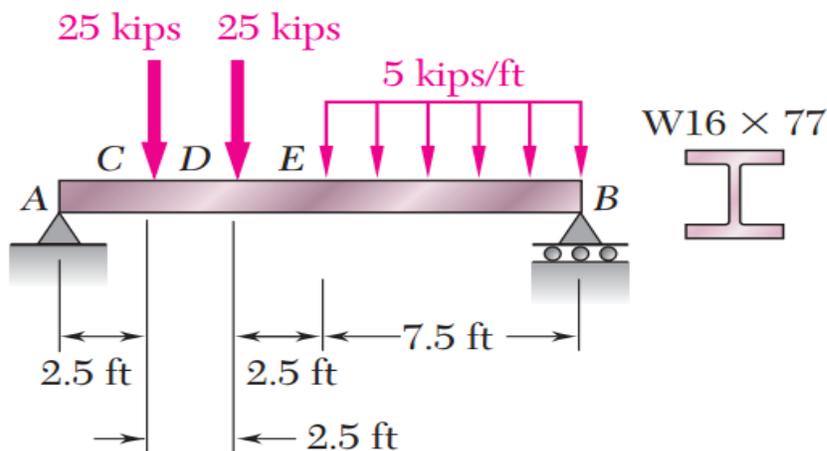


Figura 5.9 Módulo torsion MDSolids.

James M. Gere y Barry J. Goodno. Mecánica de materiales. Séptima edición. Mexico, CENGAGE Learning, 2009, 1025p.

Problema 8:

Para la viga y las cargas que se muestran en la figura, determine el esfuerzo normal máximo debido a la flexión sobre un corte transversal en C.



Procedimiento de solución con MDSolids:

- Haga clic sobre el módulo **Determinate Beams** (vigas estáticamente determinadas).
- Seleccione la situación de estudio de la viga para el análisis.
- Introduzca la dimensión de la viga y la posición de los soportes.
- Haga clic en el tipo de carga que quiera aplicar e indique su coordenada.
- El software le entregara inmediatamente los diagramas y sus resultados.
- Haga clic en **option** y selecciones **design** (Diseñar).
- Haga clic en **cross section** (sección transversal) y Seleccione el perfil estructural correspondiente a la viga.
- Agregar la coordenada del punto a evaluar.
- Hacer clic en **normal stress** (esfuerzo normal).

Resultados obtenidos por MDSolids.

El esfuerzo normal máximo debido a la flexión sobre un corte transversal en el punto C es de $\sigma = 10,452$ ksi (ver figura 5.10).

Los resultados coinciden de manera aceptable con respecto al entregado por el texto.

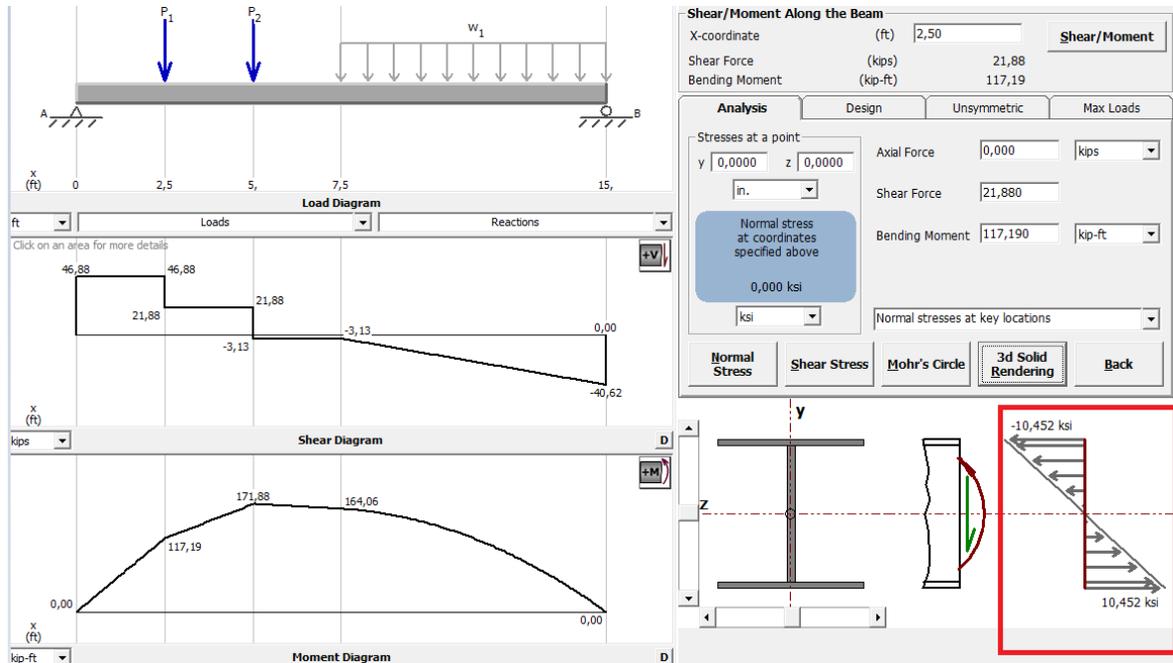
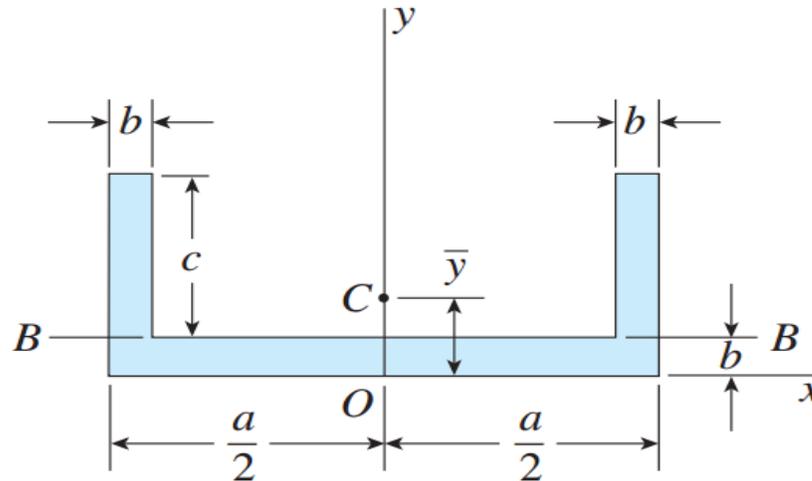


Figura 5.10 Módulo Determinate Beams

Problema 9:

Calcule la distancia \bar{y} al centroide C de la sección en canal que se muestra en la figura si $a=6$ Pulg, $b=1$ Pulg y $c=2$ Pulg.



Procedimiento de solución con MDSolids:

- Haga clic sobre el módulo **Section Properties** (propiedades de la sección).
- Haga doble clic sobre **flanged** y seleccione el tipo de perfil que desea.
- Introduzca los datos y unidades.
- Haga clic en **compute** (calcular).

Resultados obtenidos por MDSolids.

La distancia Y al centroide C es de 1,1 Pulg , como se muestra en la figura 5.11. Los resultados coinciden de manera aceptable con respecto al entregado por el texto.

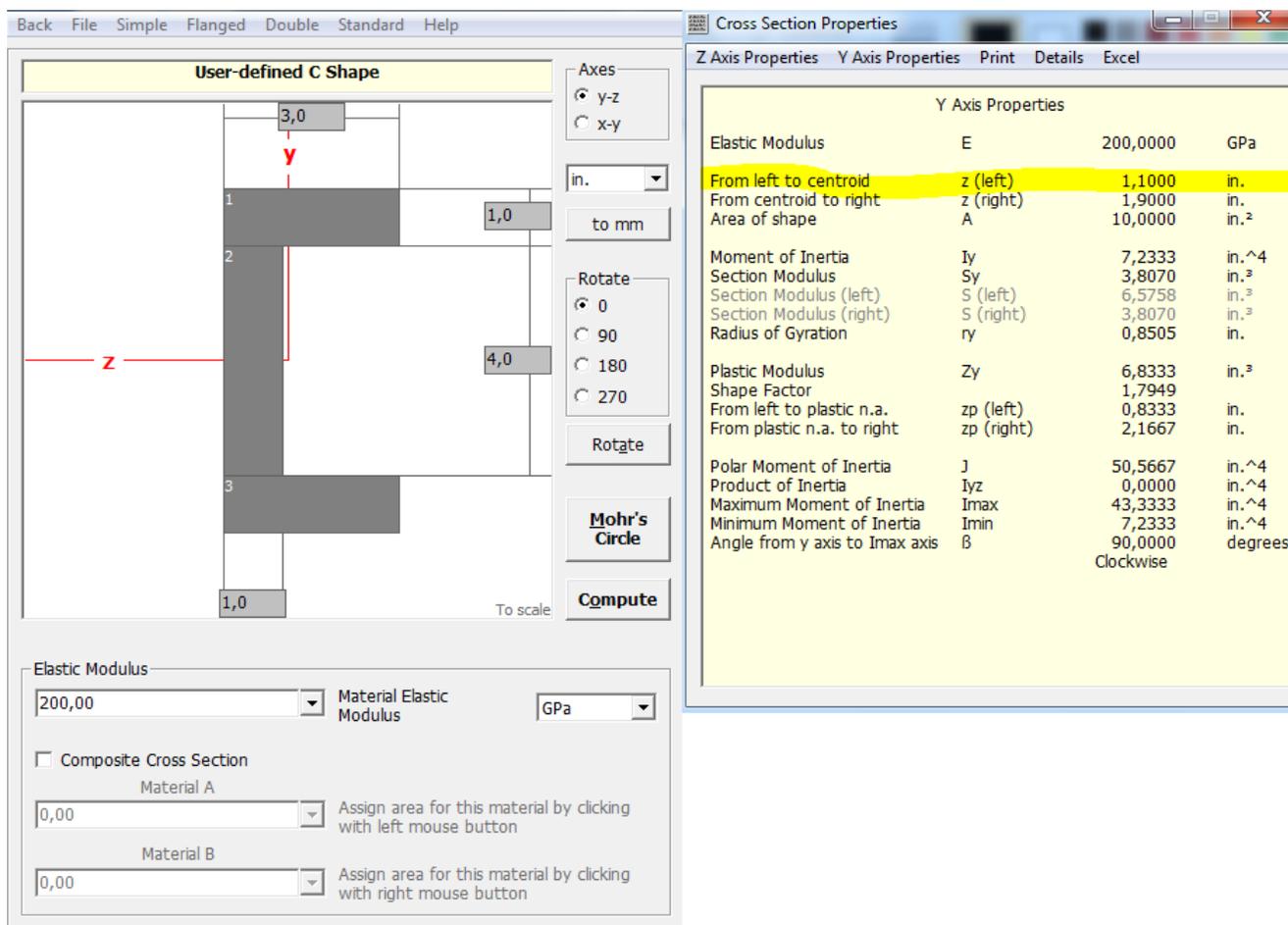


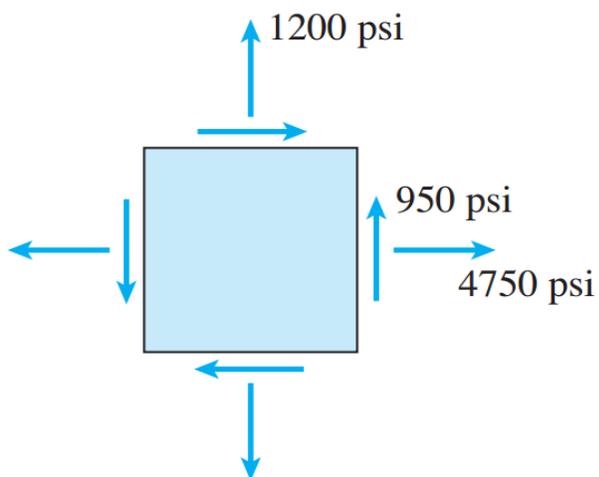
Figura 5.11 Módulo section properties MDSolids.

James M. Gere y Barry J. Goodno. Mecánica de materiales. Séptima edición. Mexico, CENGAGE Learning, 2009, 1025p.

Problema 10:

Un elemento en esfuerzo plano está sometido a esfuerzos $\sigma_x=4750$ psi, $\sigma_y=1200$ psi y $T_{xy}=950$ psi, determine los esfuerzos que actúan sobre un elemento orientado a un ángulo de $\alpha=60^\circ$ desde el eje x, donde el ángulo α es positivo cuando va en el sentido de las manecillas del reloj.

Muestre que estos esfuerzos en un diagrama de un elemento orientado según el ángulo α .



Procedimiento de solución con MDSolids:

- Haga clic sobre el módulo **Circle Mohrs (Circulo de Mohrs)**
- Haga doble clic sobre el menú en **analysis options** (opciones de análisis) seleccionar la opción **Plane stress** (esfuerzo plano).
- Introduzca los datos y unidades.
- Haga clic en **compute** (calcular).

Resultados obtenidos por MDSolids.

El programa MDSolids obtiene los diagramas y entrega la orientación automáticamente.

Los esfuerzos son:

$$\sigma_n = 2910,2 \text{ psi} ; \tau_{nt} = -2012,2 \text{ psi}$$

El diagrama del elemento con un ángulo de $\alpha = 60^\circ$ se muestra en un cuadro rojo tal como se muestra en la figura 5.12.

Los resultados coinciden de manera aceptable con respecto al entregado por el texto.

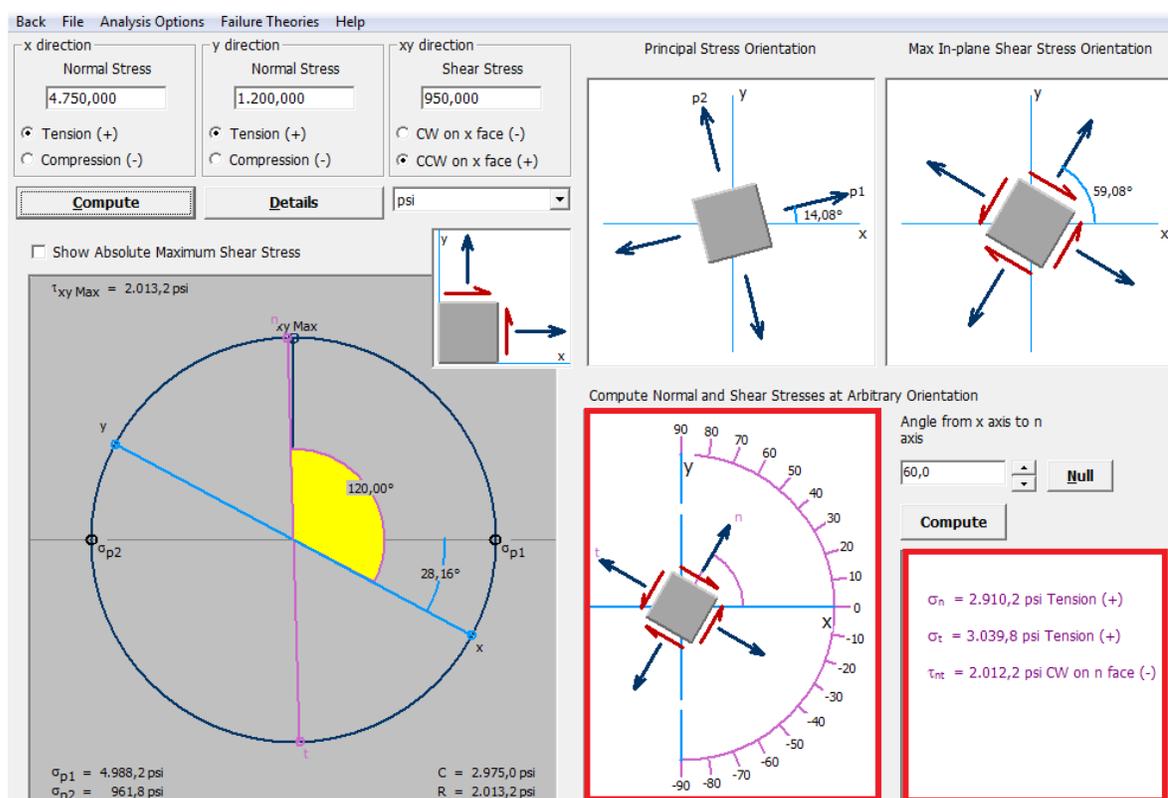
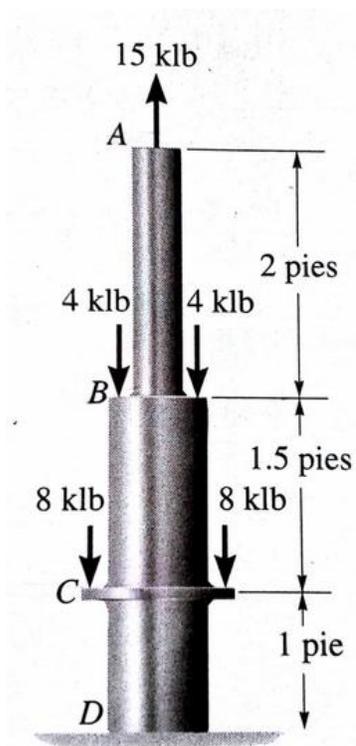


Figura 5.12 Círculos de Mohrs, diagrama resultado

James M. Gere y Barry J. Goodno. Mecánica de materiales. Séptima edición. Mexico, CENGAGE Learning, 2009, 1025p.

Problema 11

La barra compuesta de acero A-36 está hecha de dos segmentos AB y BD que tienen áreas transversales de $A_{AB} = 1 \text{ pulg}^2$ y $A_{BD} = 2 \text{ pulg}^2$. Determine el desplazamiento vertical del extremo A y el de B respecto a C.



Procedimiento de solución con MDSolids:

- Haga clic sobre el módulo **Problem Library** (Biblioteca de problemas).
- Despliegue el icono del libro **normal stress** (esfuerzo normal).
- Despliegue **segmented axial members** (miembros cargados axialmente).
- Despliegue **verticaal axial members** (miembros axiales verticales).
- Haga doble clic sobre la etiqueta **rod areas specified** (area especificada de una barra).
- Seleccione el número de segmento de la barra.
- Introduzca los datos y unidades.
- Haga clic en **compute** (calcular).

Resultados obtenidos por MDSolids:

El desplazamiento vertical del extremo A se muestra en la ilustración con el nombre sección (1), con una deformación vertical de 0,01241 pulg y el desplazamiento de B respecto a C se aprecia en la sección (2) con un desplazamiento de 0,002172 pulg (ver figura 5.13).

Los resultados coinciden de manera aceptable con respecto al entregado por el texto.

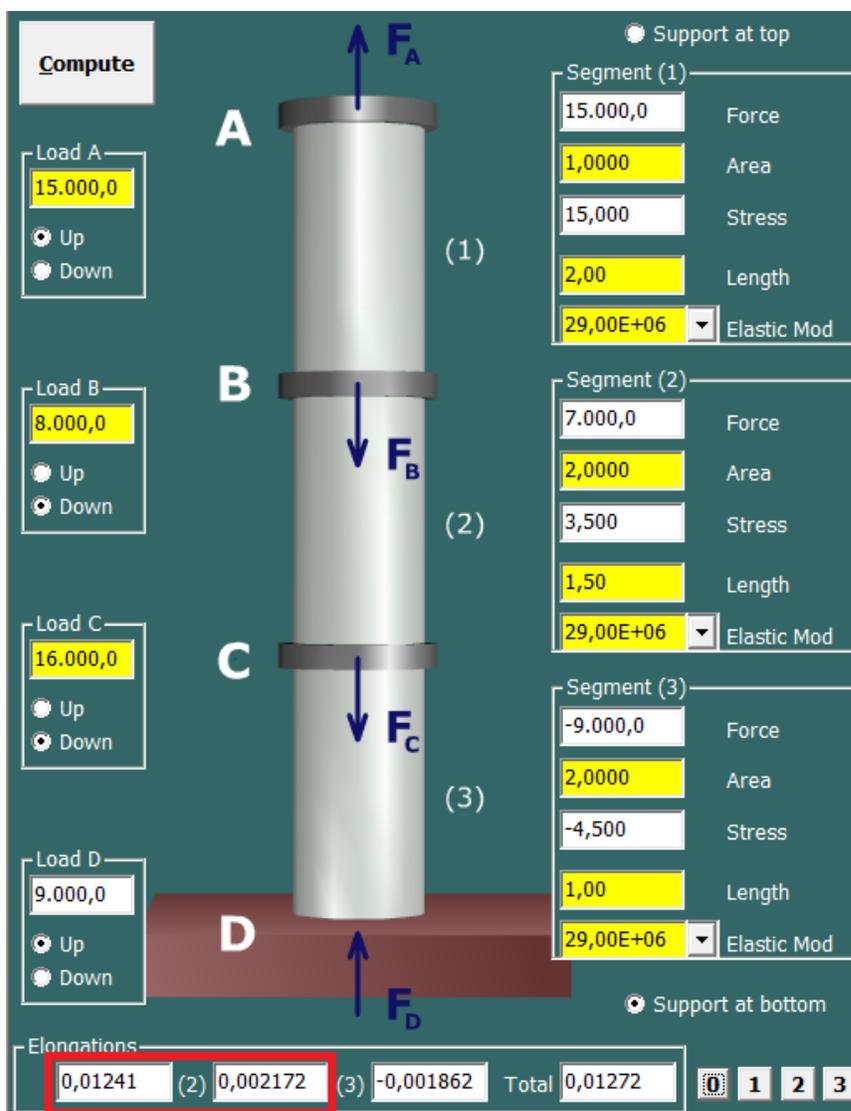


Figura 5.13 Desplazamiento vertical de una barra por MDSolids.

Problema 12

El tubo cuadrado tiene paredes de 0,5 pulg de espesor, y es de aleación de aluminio 2014-T6; empotrado en su en su extremo inferior y articulado en su extremo superior. Determine la carga axial máxima que puede soportar.



Procedimiento de solución con MDSolids:

- Haga clic sobre el módulo **Columns** (columnas).
- Seleccione el tipo de perfil a utilizar en la herramienta **cross section** (sección transversal).
- Especifique el tipo de fijación de la columna en los extremos de la columna en la opción **fixity at top** (fijación en la parte superior) y **fixity at bottom** (fijación en la parte inferior).
- Despliegue **vertical axial members** (miembros axiales verticales).
- Marque en **column length** (longitud de columna) e ingrese valor.
- Marque el tipo de material utilizado en la columna.
- Haga clic en **compute** (calcular).

Resultados en MDSolids:

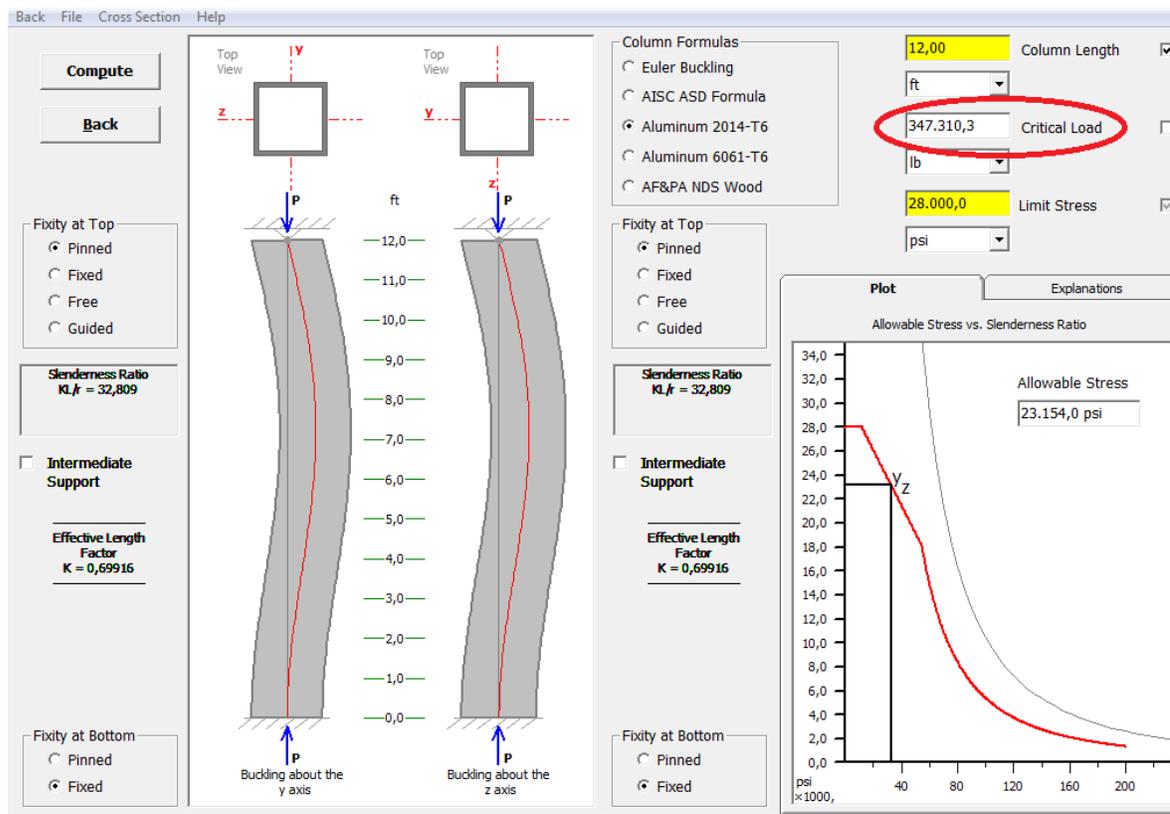


Figura 5.14 Columna simulada por MDSolids.

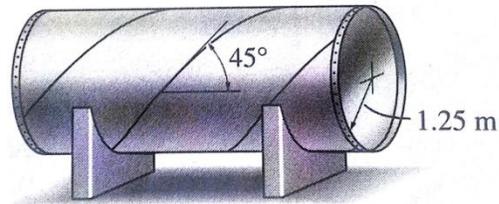
La carga axial máxima que puede soportar esta columna se mostrara en la casilla de **Critical load** (carga crítica), el valor obtenida por el programa es de $P=347310,3$ lb (ver figura 5.14).

Los resultados coinciden de manera aceptable con respecto al entregado por el texto.

Russel C. Hibbeler. Mecánica de Materiales. Sexta edición, MÉXICO, PEARSON Educación, 2006. 896p.

Problema 13:

El recipiente cilíndrico a presión tiene un radio interior de 1,25 m, y el espesor de su pared es de 15 mm .El recipiente fabricado con placas de aceros soldadas en la unión de 45° .Determine los componentes de esfuerzo normal y cortante a lo largo de esta unión, si el recipiente está sujeto a una presión interna de 8 MPa.



Procedimiento de solución con MDSolids:

- Haga clic sobre el módulo **Pressure vessels** (Recipiente a presión de paredes delgadas).
- Seleccione el tipo de recipiente a presión.
- Marque e ingrese los datos de entrada.
- Haga clic en **compute** (calcular).

Resultado obtenidos por MDSolids:

The screenshot shows the MDSolids Pressure Vessels module interface. It includes a 'Pressure Vessel Types' section with three icons (cylinder, pipe, sphere), a large 3D model of a cylindrical vessel, and several configuration panels: 'Basic Data' (Inside Radius: 1,250.00 mm, Wall Thickness: 15.00 mm, Pressure: 8.00 MPa), 'Allowable Stresses' (Normal Stress: 0.0 MPa, Shear Stress: 0.0 MPa), 'Elastic Modulus and Poisson's Ratio' (Elastic Modulus: 0.00 MPa, Poisson's Ratio: 0.0), and 'Welded Joints' (Orientation: 45.0 deg, Distrib Force: lb/ft). A text box at the bottom provides stress analysis results, with a red box highlighting the 'Stresses on a weld' section. On the right side, there are buttons for 'Compute' and 'Mohr's Circle'.

The text box contains the following information:

The absolute maximum shear stress on the outside surface of a closed cylindrical pressure vessel occurs in an out-of-plane direction. This shear stress is given by $t_{max} = pr/4t = (8,00 \text{ MPa})(1,250,00 \text{ mm})/(4 \times 15,00 \text{ mm}) = 166,67 \text{ MPa}$. The maximum shear stress in the plane of the cylinder wall (in-plane shear stress) is given by $t = pr/4t = (8,00 \text{ MPa})(1,250,00 \text{ mm})/(4 \times 15,00 \text{ mm}) = 166,67 \text{ MPa}$.

On the inside surface of a closed cylindrical pressure vessel, the absolute maximum shear stress must account for the radial stress created directly by the pressure. The most positive principal stress is the hoop stress, $s_1 = s_h$, and the most negative principal stress is the radial stress, $s_3 = s_r = -p$. Therefore, the absolute maximum shear stress on the inside surface of the cylinder is $t_{max} = (s_1 - s_3) / 2 = [666,67 \text{ MPa} - (-8,00 \text{ MPa})] = 337,33 \text{ MPa}$.

Stresses on a weld
 The normal and shear stresses acting perpendicular to the specified welded joint (that is, in the n-direction) are $s_n = 500,00 \text{ MPa}$ and $t_{nt} = 166,67 \text{ MPa}$ (CW on the n face), respectively. The normal and shear stresses acting parallel to the specified welded joint (i.e., in the t-direction) are $s_t = 500,00 \text{ MPa}$ and $t_{tn} = 166,67 \text{ MPa}$ (CCW on the t face), respectively.

Force transmitted across a seam
 With an internal pressure of $p = 8,00 \text{ MPa}$, a distributed force of $(666,67 \text{ MPa})(15,00 \text{ mm}) = 685.217,66 \text{ lb/ft}$ acts across a longitudinal seam, and a distributed force of $(333,33 \text{ MPa})(15,00 \text{ mm}) = 342.608,83 \text{ lb/ft}$ acts across a circumferential seam.

Figura 5.15 Módulo Pressure vessels

El esfuerzo normal y tangencial que actúan perpendicularmente a la unión soldada especificada (es decir, en la dirección n) son $\sigma_n = 500,00 \text{ MPa}$ y $T = 166,67 \text{ MPa}$ (sentido horario en la cara n), respectivamente.

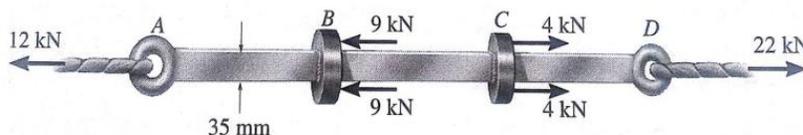
El esfuerzo normal y tangencial que actúan en paralelo a la junta soldada especificado (es decir, en la dirección t) son $\sigma_t = 500,00 \text{ MPa}$ y $T = 166,67 \text{ MPa}$ (sentido anti horario en la cara t), respectivamente (ver figura 5.15).

Los resultados coinciden de manera aceptable con respecto al entregado por el texto.

Russel C. Hibbeler. Mecánica de Materiales. Sexta edición, MÉXICO, PEARSON Educación, 2006. 896p.

Problema 14

La barra en la figura tiene un ancho constante de 35 mm y un espesor de 10 mm. Determine el esfuerzo normal promedio máximo en la barra cuando ella está sometida a las cargas mostradas.



Procedimiento de solución con MDSolids:

- Haga clic sobre el módulo **Problem Library** (Biblioteca de problemas).
- Despliegue el icono del libro **normal stress** (esfuerzo normal).
- Despliegue **segmented axial members** (miembros cargados axialmente).
- Despliegue **horizontal axial members** (miembros axiales horizontales).
- Haga doble clic sobre la etiqueta **rod areas specified** (área especificada de una barra).
- Seleccione el número de segmento de la barra e Introduzca los datos y unidades.
- Haga clic en **compute** (calcular).

Resultados obtenidos por MDSolids:

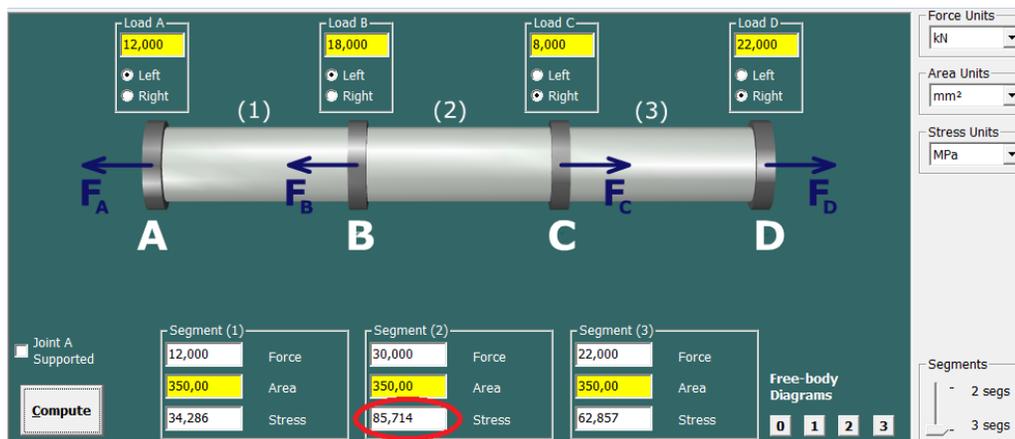


Figura 5.16 Deformación de una barra horizontal MDSolids.

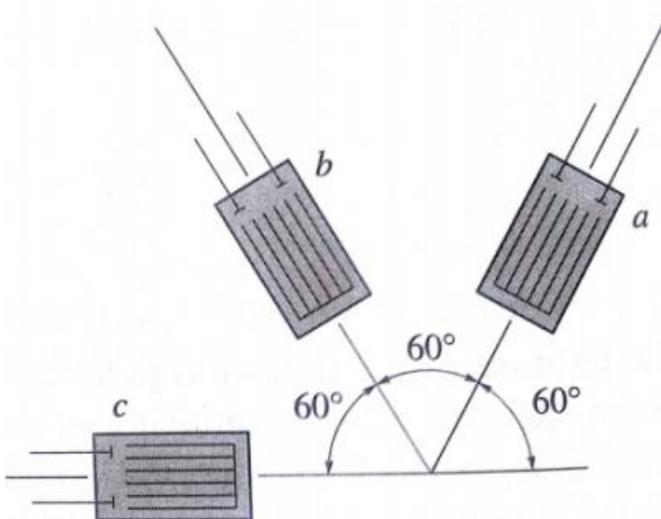
El esfuerzo normal promedio máximo es apreciado en la sección (2) de la barra con un $\sigma_n = 85,714$ MPa.

Los resultados coinciden de manera aceptable con respecto al entregado por el texto.

Russel C. Hibbeler. Mecánica de Materiales. Sexta edición, MÉXICO, PEARSON Educación, 2006. 896p.

Problema 15

Las rosetas de deformación de 60° se montan en una viga. Cada galga se tiene las siguientes lecturas: $\epsilon_a = 250$ micras, $\epsilon_b = -400$ micras, $\epsilon_c = 280$ micras. Determine las deformaciones unitarias principales en el plano y) la deformación unitaria cortante máxima.



Procedimiento de solución con MDSolids:

- Haga clic sobre el módulo **Circle Mohr**(Círculo de Mohrs).
- Haga clic sobre **Analysis Options** (Opciones de análisis)
- seleccione **strain rosettes** (Galgas extensiométricas), luego seleccione el tipo de banda extensiométrica correspondiente al problema.
- Ingrese el valor de las deformaciones, especificando entre elongación o contracción de cada galga.
- Haga clic en **compute** (calcular).

Resultado obtenido por MDSolids:

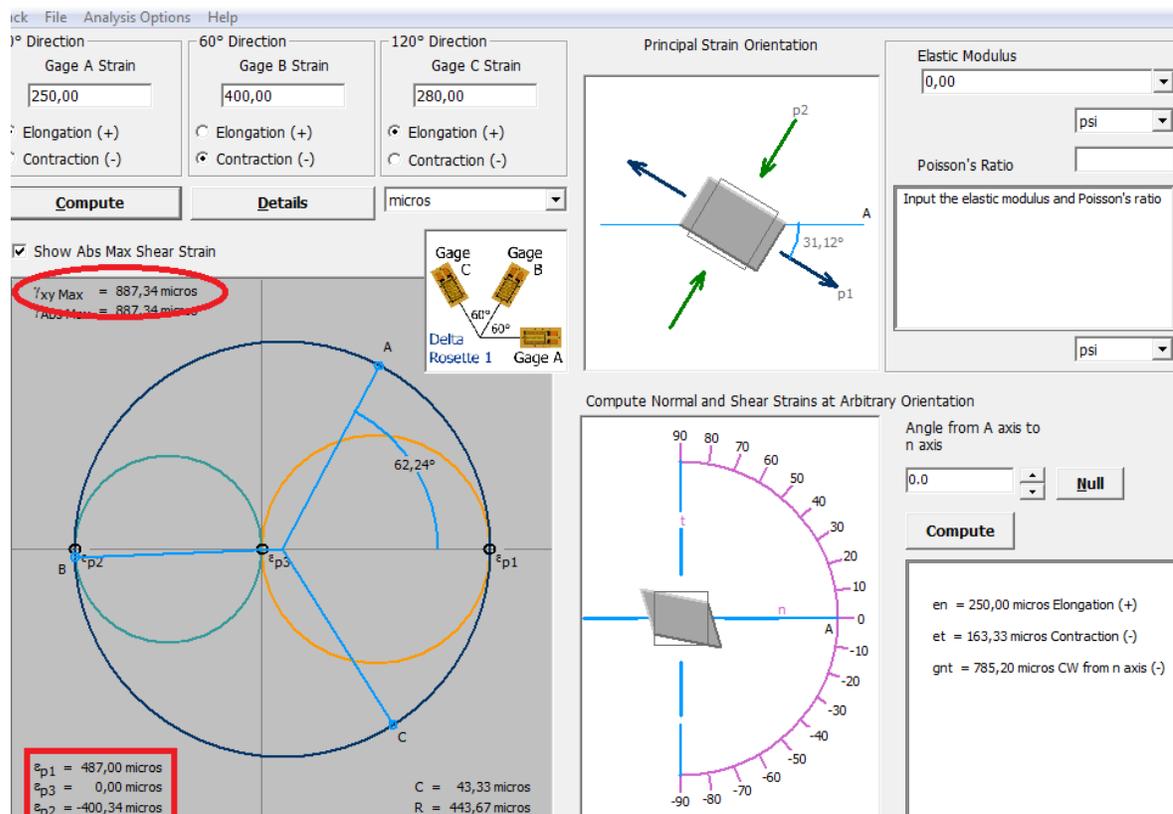


Figura 5.17 Módulo Circulo mohrs, strain rosettes

Las deformaciones obtenidas fueron $\epsilon_1 = 487$ micras $\epsilon_2 = -400$ micras $\epsilon_3 = 0$ y un $\tau_{\max} = 887,34$ micras.

Los resultados coinciden de manera aceptable con respecto al entregado por el texto.

Russel C. Hibbeler. Mecánica de Materiales. Sexta edición, MÉXICO, PEARSON Educación, 2006. 896p.

CONCLUSIÓN

El Seminario de Título presentó el estudio del software educativo MDSolids versión 4.10 generando un manual para la instrucción del programa, a la vez creando una herramienta de estudio complementario en lo que respecta a la resolución de problemas y ejercicios.

Al término del presente Seminario, se puede manifestar el logro de los objetivos planteados, se abordaron distintas características del programa, como su interfaz, diseño y lo amigable que puede ser con el estudiante, también se realizaron validaciones de problemas contenidos en textos comúnmente usados en los cursos de mecánica de materiales, esto ayudara a verificar los cálculos realizados a mano, detectando los errores.

Se puede agregar que el software tiene algunas limitaciones en lo que respecta a resolución de ejercicios específicos, lo cual demuestra que es un software educativo y no un software profesional de ingeniería, pero esto no quiere decir que sea un software deficiente, si no al contrario, es una gran herramienta de apoyo que abarca la mayoría de los tópicos de la mecánica de materiales.

MDSolids puede evolucionar aún más en las próximas versiones, esperamos que la realización del manual en español facilite el uso de este software a los estudiantes y sea de gran utilidad para sus estudios.

BIBLIOGRAFIA

- Russel C. Hibbeler. Mecánica de Materiales. Sexta edición, MÉXICO, PEARSON Educación, 2006. 896p.
- Russel C. Hibbeler. Mecánica Vectorial para Ingenieros Estática. Decima edición, MÉXICO, PEARSON Educación Hall, 2004. 656p.
- James M. Gere y Barry J. Goodno. Mecánica de materiales. Séptima edición. Mexico, CENGAGE Learning, 2009, 1025p.
- Mecánica de Materiales por Ferdinand P. Beer “et al”. 5^{ta} México, McGraw-Hill, 2010. 788p.

Por asuntos legales de copyright se utilizó la licencia full de MDSolids versión 4.1 y permiso de realizar este trabajo por parte del autor del software.

Order Invoice / Receipt

Your order was processed successfully on Sun Sep 21 2014

Order Number: U6309735002

Our Details	Your Details
<p>Sold by: SWREG Inc. 10380 Bren Road West Minnetonka MN, 55343 US</p> <p>Registration ID: 35-2308811</p>	<p>Name: Eduardo Antonio Zip/Postal code: 4030000 Country: Chile Email: eavaldes@alumnos.ubiobio.cl Payment Method: Visa**5546</p>

Product Code	Name	Delivery Method	Price	Quantity	Total
476182	MDSolids (Full Version)	Electronic Delivery 1-4	US \$75.00	1	US \$75.00
Total					US \$75.00
Grand Total					US \$75.00

Please note that if you have paid by credit card, the charge will appear on your statement as *DRI*MDSolids Full Ve*

Copyright © 2014 [SWREG Inc.](#)

Powered by [SWREG](#)