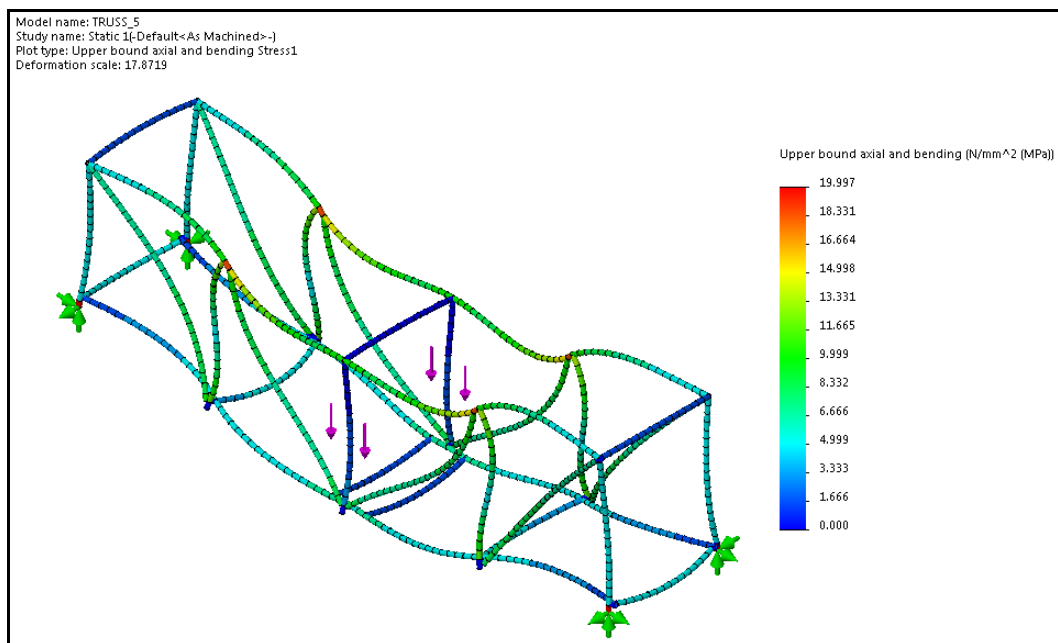


Proyecto de diseño de un puente



Oficinas Corporativas

Dassault Systèmes SolidWorks Corp.
175 Wyman Street
Waltham, MA 02451 USA
Teléfono: +1-781-810-5011
Email: info@solidworks.com

Oficinas centrales Europa

SolidWorks Europe SARL
53 Avenue de l'Europe
13090 Aix-en-Provence
France
Teléfono: +33-(0)4-13-10-80-20
Email: infoeurope@solidworks.com

Oficinas en España

SolidWorks Ibérica y América Latina
Edificio EsadeCreapolis
Avenida Torreblanca 57, Oficina 2B6
08172 Sant Cugat del Vallès - España
Teléfono: +34-902-147-741
Email: infospain@solidworks.com

© 1995-2013, Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, una compañía de Dassault Systèmes S.A., 175 Wyman Street, Waltham, Massachusetts 02451 EE. UU. Reservados todos los derechos.

La información y el software contenidos en este documento están sujetos a cambio sin previo aviso y no representan un compromiso por parte de Dassault Systèmes SolidWorks Corporation (DS SolidWorks).

No se puede reproducir ni transmitir ningún material en ninguna forma ni a través de ningún medio, electrónico o manual, con ningún propósito sin el consentimiento expreso por escrito de DS SolidWorks.

El software descrito en este documento se proporciona con una licencia y se puede usar o copiar únicamente según los términos de la licencia. Todas las garantías ofrecidas por DS SolidWorks con respecto al software y a la documentación se establecen en el contrato de licencia y nada de lo que establezca o implique este documento o su contenido se considerará o estimará como una modificación o enmienda de las condiciones, incluidas las garantías, de dicho contrato de licencia.

Avisos de patentes

El software CAD mecánico en 3D SOLIDWORKS® está protegido por las patentes de EE. UU. 5.815.154, 6.219.049, 6.219.055, 6.611.725, 6.844.877, 6.898.560, 6.906.712, 7.079.990, 7.477.262, 7.558.705, 7.571.079, 7.590.497, 7.643.027, 7.672.822, 7.688.318, 7.694.238, 7.853.940, 8.305.376 y por las patentes de otros países, p. ej., EP 1.116.190 B1 y JP 3.517.643.

El software eDrawings® está protegido por las patentes de EE. UU. 7.184.044 y 7.502.027, y por la patente canadiense 2.318.706.

Patentes de EE. UU. y extranjeras pendientes.

Marcas comerciales y nombres de productos para los productos y servicios SOLIDWORKS

SOLIDWORKS, 3D ContentCentral, 3D PartStream.NET, eDrawings y el logotipo de eDrawings son marcas comerciales registradas y FeatureManager es una marca comercial registrada conjunta de DS SolidWorks.

CircuitWorks, FloXpress, PhotoView 360 y TolAnalyst son marcas comerciales de DS SolidWorks.

FeatureWorks es una marca comercial registrada de Geometric Ltd.

SOLIDWORKS 2014, SOLIDWORKS PDM Professional, SOLIDWORKS Workgroup PDM, SOLIDWORKS Simulation, SOLIDWORKS Flow Simulation, eDrawings, eDrawings Professional, SOLIDWORKS Sustainability, SOLIDWORKS Plastics, SOLIDWORKS Electrical y SOLIDWORKS Composer son nombres de productos de DS SolidWorks.

Los demás nombres de productos o marcas son marcas comerciales o marcas comerciales registradas de sus respectivos propietarios.

SOFTWARE INFORMÁTICO COMERCIAL - PATENTADO

El software es un "artículo comercial" según su definición en 48 C.F.R. 2.101 (OCT 1995), que consiste en "software informático comercial" y "documentación de software comercial" de acuerdo con el uso de dichos términos en 48 C.F.R. 12.212 (SEPT 1995) y se proporciona al Gobierno de EE. UU. (a) para adquisición por o en nombre de agencias civiles, de acuerdo con la política descrita en 48 C.F.R. 12.212; o (b) para adquisición por o en nombre de unidades del Departamento de Defensa, de acuerdo con la política descrita en 48 C.F.R. 227.7202-1 (JUN 1995) y 227.7202-4 (JUN 1995).

En caso de que reciba una solicitud de una agencia del Gobierno de Estados Unidos para suministrar el software con derechos más amplios que los descritos anteriormente, deberá notificar a DS SolidWorks del alcance de la solicitud y DS SolidWorks tendrá cinco (5) días laborables para, a su entera discreción, aceptar o rechazar dicha solicitud. Contratista/fabricante: Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, 175 Wyman Street, Waltham, Massachusetts 02451 EE. UU.

Avisos de copyright para los productos SOLIDWORKS Standard, Premium, Professional y Education

Partes de este software © 1986-2013 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. Reservados todos los derechos.

Este trabajo contiene el siguiente software propiedad de Siemens Industry Software Limited:

D-Cubed™ 2D DCM © 2013. Siemens Industry Software Limited. Reservados todos los derechos.

D-Cubed™ 3D DCM © 2013. Siemens Industry Software Limited. Reservados todos los derechos.

D-Cubed™ PGM © 2013. Siemens Industry Software Limited. Reservados todos los derechos.

D-Cubed™ CDM © 2013. Siemens Industry Software Limited. Reservados todos los derechos.

D-Cubed™ AEM © 2013. Siemens Industry Software Limited. Reservados todos los derechos.

Partes de este software © 1998-2013 Geometric Ltd.

Partes de este software incluyen PhysX™ by NVIDIA 2006-2010.

Partes de este software © 2001-2013 Luxology, LLC. Reservados todos los derechos, patentes pendientes.

Partes de este software © 2007-2013 DriveWorks Ltd.

Copyright 1984-2010 Adobe Systems Inc. y quienes otorgan sus licencias. Reservados todos los derechos. Protegido por las patentes de EE. UU. 5.929.866, 5.943.063, 6.289.364, 6.563.502, 6.639.593, 6.754.382, patentes pendientes.

Adobe, el logotipo de Adobe, Acrobat, el logotipo de Adobe PDF, Distiller y Reader son marcas comerciales registradas o marcas comerciales de Adobe Systems Inc. en los Estados Unidos y en otros países.

Para obtener más información acerca del copyright de DS SolidWorks, consulte Ayuda > Acerca de SolidWorks.

Avisos de copyright para los productos de SOLIDWORKS Simulation

Partes de este software © 2008 Solversoft Corporation.

PCGLSS © 1992-2013 Computational Applications and System Integration, Inc. Reservados todos los derechos.

Avisos de copyright para el producto SOLIDWORKS PDM Professional

Outside In® Viewer Technology, © 1992-2012 Oracle © 2011, Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

Avisos de copyright para los productos de eDrawings

Partes de este software © 2000-2013 Tech Soft 3D.

Partes de este software © 1995-1998 Jean-Loup Gailly and Mark Adler.

Partes de este software © 1998-2001 3Dconnexion.

Partes de este software © 1998-2013 Open Design Alliance. Reservados todos los derechos.

Partes de este software © 1995-2012 Spatial Corporation.

El software eDrawings® for Windows® está basado en parte en el trabajo de Independent JPEG Group.

Partes de eDrawings® for iPad® copyright © 1996-1999 Silicon Graphics Systems, Inc.

Partes de eDrawings® for iPad® copyright © 2003-2005 Apple Computer Inc.

Número de documento: PME0524-ESP

Contenido

Introducción	ix
Objetivos de esta lección	ix
Utilización de este manual	ix
¿Qué es SOLIDWORKS?	ix
Prerrequisitos	ix
Convenciones empleadas en este manual	x
Antes de empezar	x
Análisis de una estructura con SOLIDWORKS y SOLIDWORKS Simulation	xii
 Lección 1: Diseño de estructuras	 1
Objetivos de esta lección	1
¿Qué es una estructura?	2
Diseños de estructuras	2
Cabezas de armadura	3
Vigas	4
Resistencia	4
Forma de la sección transversal	5
Desplazamiento	5
Momento de inercia del área	5
Material	7
Paredes de las cabezas de armadura	8
Triángulos	8

Lección 2: Uso de la calculadora de vigas	11
Objetivos de esta lección	11
Uso de los cálculos de vigas	11
Orden de magnitud	12
Inicio de SOLIDWORKS y apertura de una pieza	12
Adición de SOLIDWORKS Simulation como complemento	12
Geometría del modelo	13
Simplificación del análisis	14
Viga simplemente apoyada	14
Sujeciones	14
Cargas externas	14
Modelo teórico	15
¿Por qué son importantes las vigas simplemente apoyadas?	15
Datos necesarios para el cálculo de vigas	16
Recopilación de datos	17
Asignación de un material	17
Propiedades de sección	19
Uso de la opción Medir	21
Calculadora de vigas	21
 Lección 3: Análisis de la estructura	 23
Objetivos de esta lección	23
Análisis de la estructura	23
¿Qué es SOLIDWORKS Simulation?	23
Análisis estructural	24
Fases del análisis estructural	25
Ciclo de diseño	26
Cambios en el modelo	26
Creación de un estudio	27
Gestor de diseño del FeatureManager y gestor de estudios de Simulation	28
Entorno	28
Configuración de unidades	30
Preprocesamiento	31
Material	31
Sujeciones	31
Fuerzas externas	32
Mallado del modelo	35
Análisis	36
Expectativas	36
Terminología	37
Flexión y desplazamiento	37
Tensión y compresión	38
Tensiones	38

Límite elástico	38
Factor de seguridad	38
Posprocesamiento	39
Interpretación de los resultados	40
Creación de un nuevo trazado	40
Iteración de los cambios	42
Determinación de la carga	42
Edición de los datos de simulación	42
Conclusión	42
Lección 4: Realización de cambios de diseño	43
Objetivos de esta lección	43
Adición al diseño	43
Apertura del diseño	43
Estudio existente	44
Cambio de la carga	44
Arriostramiento transversal	45
Apertura del diseño	45
Estudio existente	45
¿Qué hizo el arriostramiento transversal?	46
Uso de trazados	46
Factor del trazado de deformación	46
Superposición del modelo	47
El eslabón más débil	48
Uso de la identificación de valores	49
Ajuste del formato de número	50
Solución	52
Acabado del arriostramiento	52
Comparación de tensiones	52
Vigas superiores	53
Relación resistencia/peso	55
Comparación de eficacia	56
Otros aspectos a explorar	57
Lectura del trazado	58
Lección 5: Uso de un ensamblaje	59
Objetivos de esta lección	59
Prueba de un ensamblaje	59
Ensayo mediante el bloque de prueba	59
Cambio del modelo	60
Detección de colisión	61
Actualización del análisis	62

Lección 6: Realización de dibujos de la estructura	65
Objetivos de esta lección	65
Dibujos	65
Creación de un dibujo y vistas	65
¿Qué es una tabla de listas de cortes para pieza soldada?	67
¿Por qué hay dos elementos de la misma longitud?	68
Globos	69
Lección 7: Informes y SOLIDWORKS eDrawings	71
Objetivos de esta lección	71
Informes y SOLIDWORKS eDrawings	71
Creación de un informe	71
SOLIDWORKS eDrawings para compartir información	75
Ventajas de eDrawings	75
Visualización de eDrawings	75
Creación de un SOLIDWORKS eDrawing	76
Interfaz de usuario de eDrawings	77
Funciones de eDrawings	77
Reproducción de una animación de eDrawings	77
Almacenamiento de eDrawings	78
Almacenamiento del eDrawing	78
Otros aspectos que se deben explorar	79
Lección 8: Creación y prueba de la estructura	81
Objetivos de esta lección	81
Creación de la estructura	81
Corte a la longitud adecuada	81
Prueba de la estructura	90
Creación del vano	90
Detalles	90
Aplicación de la carga	91
Uso de objetos comunes con pesos conocidos	91

Lección 9: Perfiles de pieza soldada y miembros estructurales.	93
Objetivos de esta lección	93
Creación de perfiles de pieza soldada y miembros estructurales	93
¿Qué es una pieza soldada?	94
Creación de un nuevo perfil de pieza soldada	95
Carpeta del perfil de pieza soldada	96
Cambio del sistema de unidades	97
Creación de un nuevo croquis	98
Croquizado de un rectángulo	98
Acotar	99
Guardar el croquis como operación de biblioteca	100
Creación de un perfil de pieza soldada similar	101
Información adicional sobre perfiles de pieza soldada	102
Creación de un croquis de pieza soldada	103
Croquizado de una línea	103
Entidades simétricas	106
Adición de miembros estructurales	108
Miembro estructural	108
Sólidos múltiples	111
 Glosario	 113

Introducción

Objetivos de esta lección

- ❑ Describir la relación entre piezas, ensamblajes y dibujos.
- ❑ Identificar los componentes principales de la interfaz de usuario de SOLIDWORKS.
- ❑ Descargar y extraer los archivos complementarios necesarios.

Utilización de este manual

El *Proyecto de diseño de un puente* le ayuda a entender los principios del análisis estructural mediante SOLIDWORKS y SOLIDWORKS Simulation como parte integral de un proceso de diseño creativo e iterativo.

En este proyecto, aprenderá con la práctica mientras que completa un análisis estructural.

¿Qué es SOLIDWORKS?

SOLIDWORKS es un software de automatización de diseño. En SOLIDWORKS, puede croquizar ideas y experimentar con diferentes diseños para crear modelos 3D mediante la sencilla interfaz gráfica de usuario de Windows®.

SOLIDWORKS lo utilizan estudiantes, diseñadores, ingenieros y otros profesionales para producir piezas, ensamblajes y dibujos simples y complejos.

Prerrequisitos

Antes de empezar el *Proyecto de diseño de un puente*, debe completar los siguientes tutoriales integrados en el software SOLIDWORKS:

- ❑ Lección 1: Piezas
- ❑ Lección 2: Ensamblajes
- ❑ Lección 3: Dibujos

Puede acceder a los tutoriales haciendo clic en **Ayuda, Tutoriales de SOLIDWORKS, Empezar a trabajar**. El tutorial cambia el tamaño de la ventana de SOLIDWORKS y se ejecuta a su lado.

Como alternativa, puede completar las siguientes lecciones de la *Guía del estudiante de CAD*:

- ❑ Lección 1: Uso de la interfaz
- ❑ Lección 2: Funcionalidad básica
- ❑ Lección 3: Iniciación práctica en 40 minutos
- ❑ Lección 4: Conceptos básicos de ensamblaje
- ❑ Lección 6: Conceptos básicos de dibujo

Convenciones empleadas en este manual

En este manual se emplean las siguientes convenciones tipográficas:

Convención	Significado
Arial negrita	Los comandos y las opciones de SOLIDWORKS aparecen en este estilo. Por ejemplo, Insertar, Saliente indica que se debe elegir la opción Saliente del menú Insertar .
Courier New	Los nombres de operaciones y archivos aparecen en este estilo. Por ejemplo, Sketch1 (Croquis1).
17 Lleve a cabo este paso.	Los pasos que se deben seguir en las lecciones se numeran en Arial en negrita.

Antes de empezar

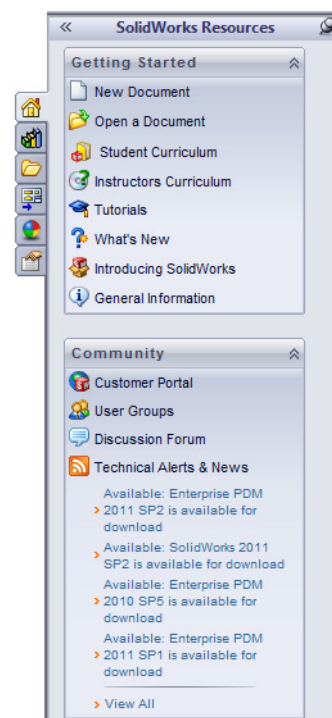
Si aún no lo he hecho, copie los archivos complementarios de las lecciones en su equipo antes de comenzar este proyecto.

1 Inicie SOLIDWORKS.

Utilice el menú **Inicio** para iniciar la aplicación **SOLIDWORKS**.

2 Recursos de SOLIDWORKS.

Haga clic en la pestaña **Recursos de SOLIDWORKS**  y en **Student Curriculum**.



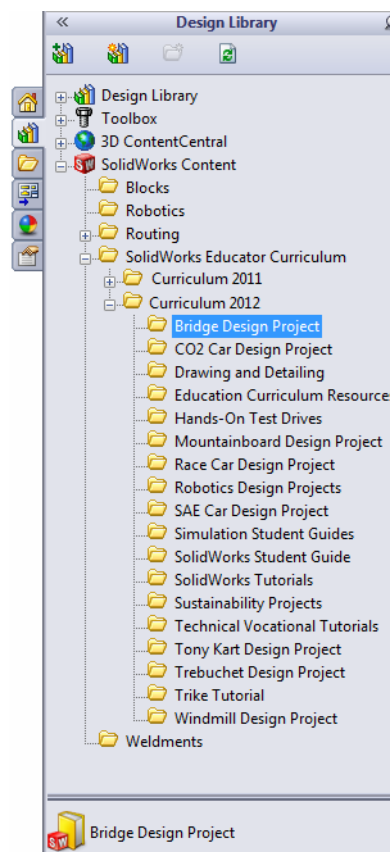
3 Contenido de SOLIDWORKS.

Expanda la carpeta *SOLIDWORKS Educator Curriculum*.

Expanda la carpeta *Curriculum <año>* que corresponda.

Haga clic en la carpeta *Bridge Design Project*.

El panel inferior mostrará un icono que representa un archivo zip que contiene los archivos complementarios para este proyecto.



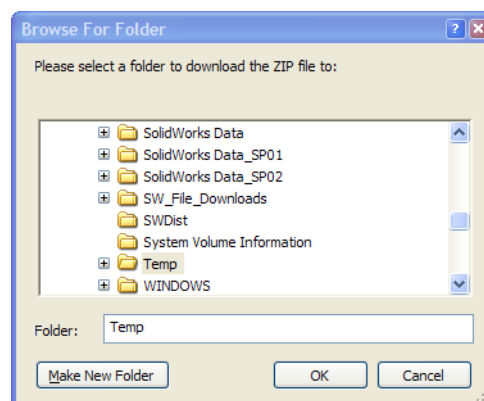
4 Descargue el archivo zip.

Presione **Ctrl** y haga clic en el icono de *Bridge Design Project - English*.

Se le pedirá que indique una carpeta para guardar el archivo zip.

Pregunte a su profesor dónde debe guardar el archivo zip. Generalmente, la carpeta *C:\Temp* es una buena ubicación.

Haga clic en **Aceptar**.

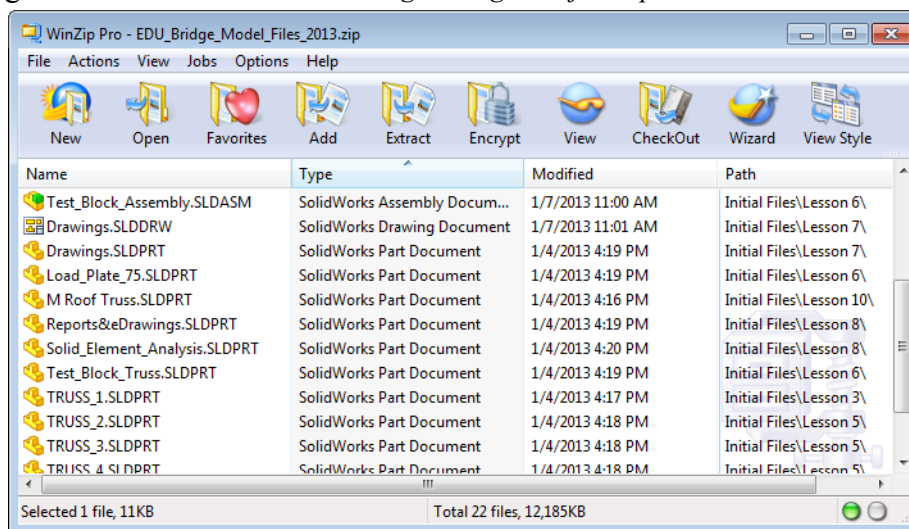


Sugerencia: Recuerde dónde la guardó.

5 Abra el archivo zip.

Vaya a la carpeta donde lo guardó en el paso 4.

Haga doble clic en el archivo *Bridge Design Project.zip*.



6 Haga clic en Extraer.



Haga clic en **Extraer** y vaya a la ubicación donde desea guardar los archivos. El sistema creará automáticamente una carpeta denominada *Bridge_Design_Project_ENG* en la ubicación que especifique. Por ejemplo, quizás desee guardarla en *Mis documentos*. Consulte con su profesor dónde puede guardar los archivos.

Ahora tiene una carpeta llamada *Bridge Design Project* en su disco. Los datos de esta carpeta se utilizarán en los ejercicios.

Sugerencia: Recuerde dónde la guardó.

Análisis de una estructura con SOLIDWORKS y SOLIDWORKS Simulation

Durante esta sesión, aprenderá a analizar una estructura con SOLIDWORKS y SOLIDWORKS Simulation. También puede crear la estructura con madera de balsa (consulte Creación de la estructura en la página 81).

Cuando haya comprobado la facilidad de uso del software de modelado de sólidos SOLIDWORKS, utilizará un ensamblaje para comprobar si los componentes encajan correctamente.

Luego realizará un dibujo de uno de los componentes, completo con una lista de cortes. Si hay una impresora disponible, puede imprimir una copia de su dibujo.

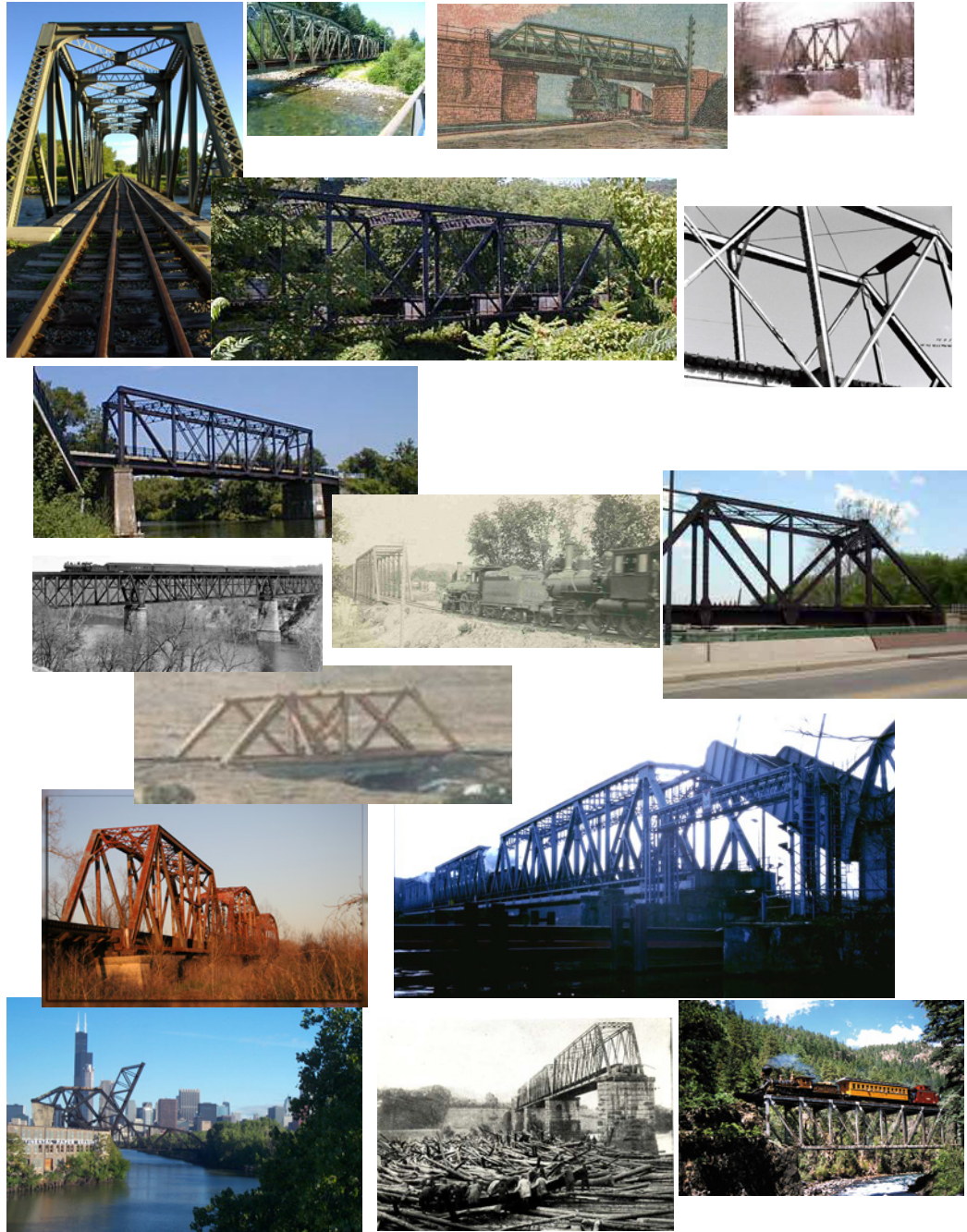
Lección 1: Diseño de estructuras

Objetivos de esta lección

- ☐ Definir una estructura.
- ☐ Describir varios tipos de cabeza de armadura.
- ☐ Entender el concepto de viga.
- ☐ Entender los factores que proporcionan resistencia a una viga.
- ☐ Calcular un momento de inercia.
- ☐ Entender la importancia del arriostramiento triangular en una estructura.

¿Qué es una estructura?

Las estructuras son armaduras que se utilizan normalmente en los puentes de ferrocarriles, automóviles y tráfico peatonal. Se pueden ver ejemplos de estas estructuras en todos los países.



Diseños de estructuras

Los diseños de estructuras están pensados para ser estructuras simples y eficaces, lo que significa que son fáciles de construir y logran sus objetivos con la mínima cantidad de materiales. Hay muchos diseños de estructuras distintos; la diferencia se basa en la carga que debe soportar la estructura y el vano que debe cruzar. El diseño de la estructura puede repetirse sobre varios vanos en el mismo puente.

Cabezas de armadura

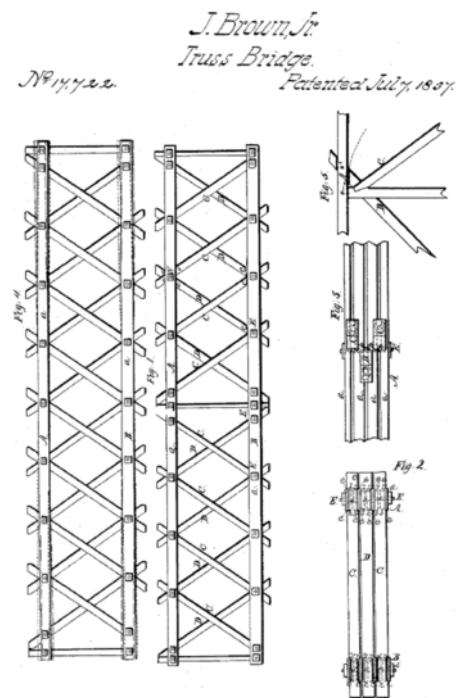
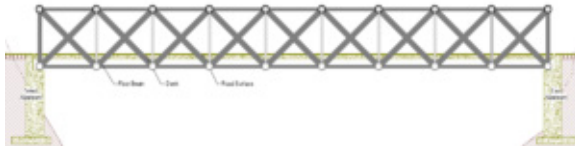
Las cabezas de armadura son tipos de estructuras específicos que se utilizan normalmente en los puentes de ferrocarril. Suelen estar formadas por una superficie de carretera o rieles (plataforma), dos paredes y, a veces, arriostramiento en la parte superior. Más adelante analizará el diseño de una cabeza de armadura.



Busque **cabeza de armadura** para obtener más información.

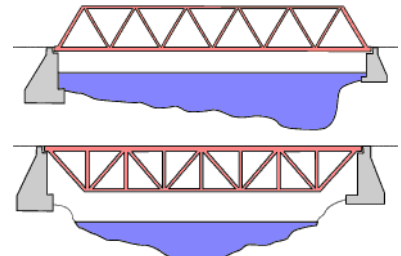
Cabeza de armadura Brown

La **cabeza de armadura Brown** (se muestra la patente) se usó en el diseño de puentes cubiertos. Esta cabeza de armadura es una cabeza de "caja" (llamada así por su forma de caja) que era tan eficaz que pudo construirse usando solo las vigas de arriostramiento transversal (diagonal) para soportarla.



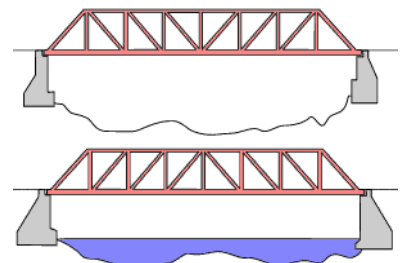
Cabeza de armadura Warren

La **cabeza de armadura (o celosía) Warren** es otro tipo sencillo y económico. Puede invertirse y usarse con o sin el arriostramiento vertical, dependiendo de la carga que tenga que llevar.



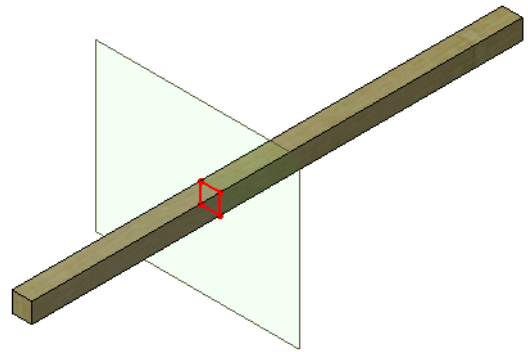
Cabezas de armadura Pratt y Howe

Las cabezas de armadura Pratt y Howe son muy similares. Al igual que la cabeza de armadura Warren invertida que se mostró anteriormente, las dos tienen arriostramiento vertical y transversal. La diferencia es la dirección del arriostramiento transversal.



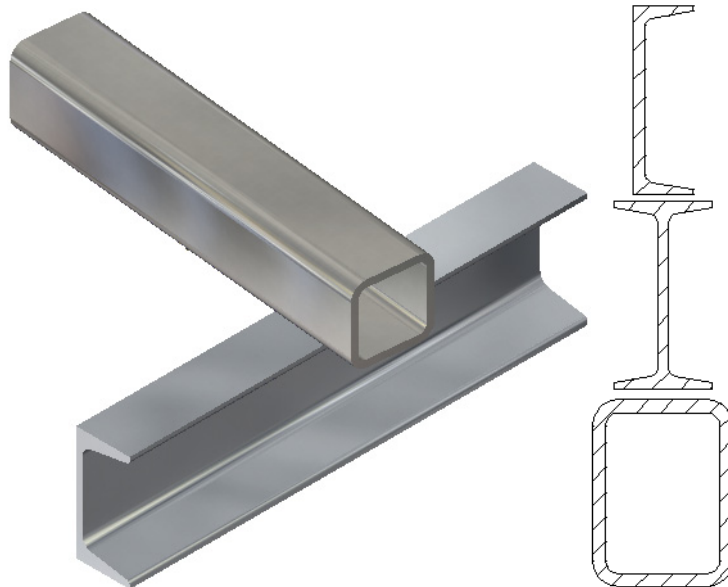
Vigas

Una **viga** es un objeto que tiene la misma sección transversal en toda su longitud. En este caso, la sección transversal es cuadrada. Las estructuras como las cabezas de armadura están compuestas de vigas.



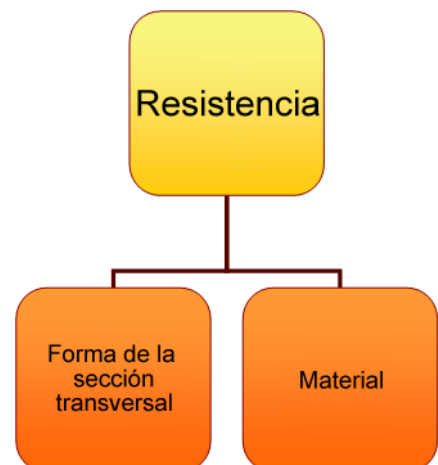
Vigas de acero

Las vigas de acero utilizan formas estándar, como canales, vigas en I y tubos.



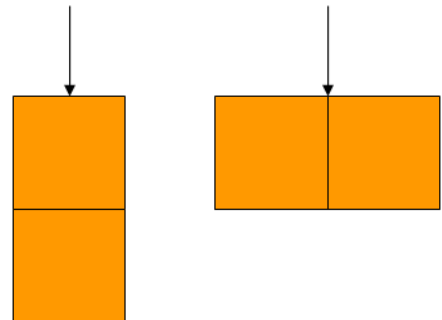
Resistencia

La resistencia de una viga depende de dos factores: la **forma de la sección transversal** y el **material**.



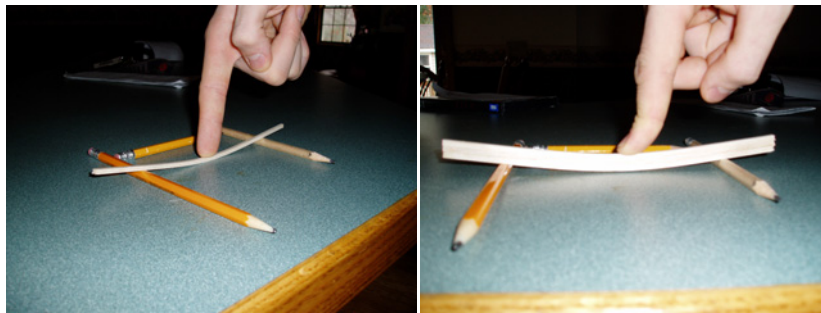
Forma de la sección transversal

El apilamiento de dos vigas cuadradas crea una sección “más profunda”. Cuanto más profunda sea la sección (izquierda), más resistente será la viga. Las secciones más anchas (derecha) ayudan un poco, pero no demasiado.



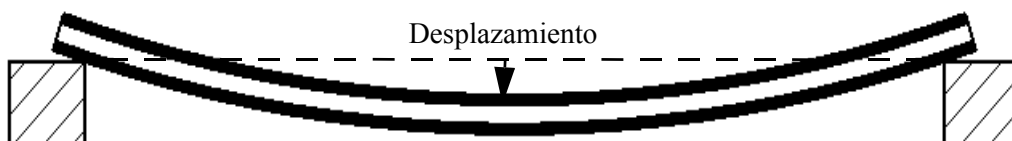
Pruébalo.

Observe la diferencia en la resistencia entre una viga de madera de balsa y tres vigas apiladas al intentar presionarlas hacia abajo. Utilice lápices para los soportes y la distancia.



Desplazamiento

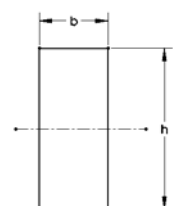
Uno de los resultados que buscaremos en el análisis estructural es el mayor **desplazamiento**. Es la distancia que se movió la viga desde el inicio cuando se le aplicó una *fuerza externa*. El desplazamiento nos ayudará a determinar la capacidad de la estructura.



Momento de inercia del área

La razón por la que las vigas más profundas son más resistentes es el **momento de inercia del área**. Se trata de una fórmula calculada con las cotas de anchura (b) y altura (h) de la sección transversal. Es una medida solo de la resistencia de la sección de la viga, no del material.

El momento de inercia del área se usa en cálculos como la resistencia de una viga a la flexión. Cuanto mayor sea el valor, mayor será la resistencia a la flexión.







Cálculo del momento de inercia del área

Con la siguiente fórmula, puede calcular este valor para diversas disposiciones de las secciones transversales rectangulares.

$$AreaMomentofInertia = \frac{b \times h^3}{12}$$

Intente realizar algunos cálculos

Intente realizar algunos cálculos con la fórmula anterior y los valores que se muestran en la tabla siguiente. Los valores se basan en la sección transversal de una viga de madera de balsa cuadrada de **3,175 mm** (1/8").

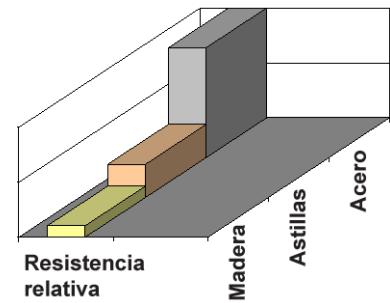
Número de secciones cuadradas	Disposición de las secciones cuadradas	b	h	Momento de inercia del área
1		3,175 mm	3,175 mm	_____
2 apiladas		3,175 mm	2 X 3,175 mm	_____
2 (una al lado de la otra)		2 X 3,175 mm	3,175 mm	_____
3 apiladas		3,175 mm	3 X 3,175 mm	_____

Preguntas

- ¿Qué disposición tiene el mayor valor? _____
- ¿La disposición 2 (una al lado de la otra) es tan resistente como la de 2 apiladas? _____
- ¿Qué disposición es la más débil? _____

Material

El material de la viga es otro factor crítico para determinar su resistencia. Tome tres materiales como ejemplo: madera, cobre y acero. La resistencia relativa de cada uno se muestra en el gráfico situado a la derecha. En general, el acero es más resistente que el cobre, que a su vez es más resistente que la madera. Tenga en cuenta que existe un amplio intervalo de valores dentro de cada tipo de material y hay varios tipos de *propiedades de material*, como el *módulo de Young* y el *coeficiente de Poisson*, que se utilizan para definir un material.



Nota: Los metales son productos manufacturados y, debido a la forma en que se crean, tienen la misma resistencia en todas las direcciones. Este tipo de materiales se denominan materiales *isotrópicos*.



Busque **propiedades de material** para obtener más información.

Madera como material

La madera es un material especialmente difícil de predecir debido a las vetas que tiene. Las vetas hacen que la resistencia sea diferente en cada dirección y, por tanto, no es realmente un material isotrópico. La porosidad de la madera de balsa hace que sea muy susceptible a la humedad, lo que puede causar grandes variaciones en los valores de las propiedades.

Los valores que estamos usando son estimaciones. Si elige construir y comprobar una estructura, el resultado será relativo, pero los valores pueden variar.

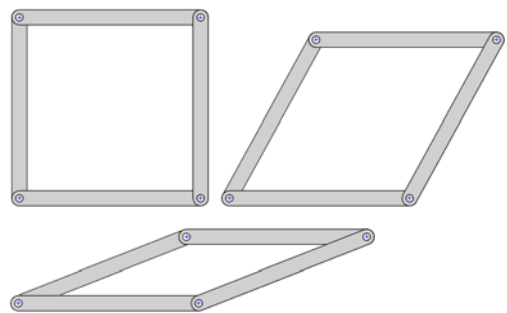
Paredes de las cabezas de armadura

Las paredes de una cabeza de armadura son mucho más que solo una barrera para evitar que caigan objetos. Las paredes suelen contener arriostramiento en las direcciones vertical y diagonal. Cuando una cabeza de armadura contiene arriostramiento vertical y diagonal, suele ser más estable.

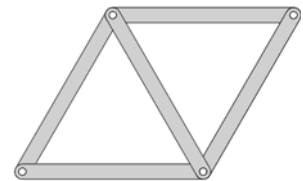
Triángulos

Muchas estructuras, especialmente los diseños de cabezas de armadura, contienen triángulos. ¿Por qué son tan importantes los triángulos? Una razón es la estabilidad. La estabilidad se logra usando barras de arriostramiento transversales para formar triángulos. Las formas triangulares crean estabilidad en la cabeza de armadura.

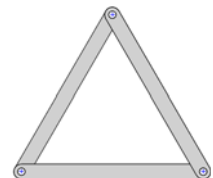
Piense en un conjunto de miembros conectados en una forma cuadrada mediante tornillos o pasadores. Manteniendo la parte inferior quieta, empuje la parte superior o el lateral. Puede formar un cuadrado, pero también puede empujarse fácilmente y formar un paralelogramo aplanado.



La adición diagonal de un quinto miembro marca una gran diferencia. La forma está ahora bloqueada en esa posición. La adición ha dividido el paralelogramo en dos triángulos.

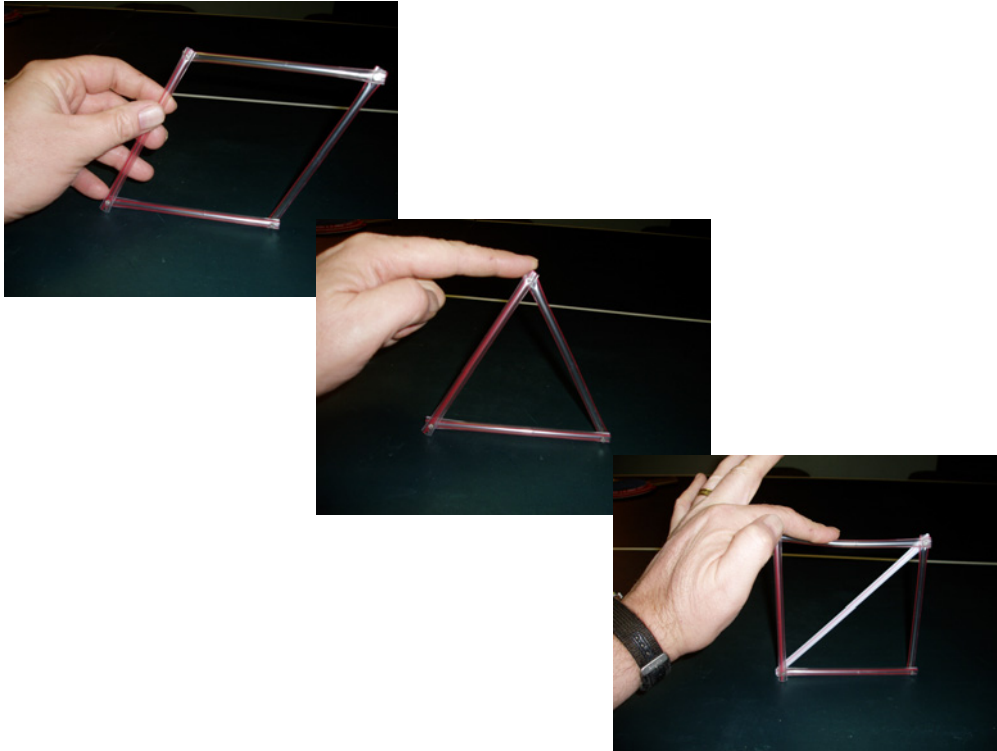


Con los mismos miembros y cierres, cree un triángulo. Esta vez se utilizan menos miembros, pero se consigue estabilidad.



Pruébalo.

Puede simular este proceso con algo tan flexible como una pajita para beber. Utilice pequeños pasadores para conectarlas.



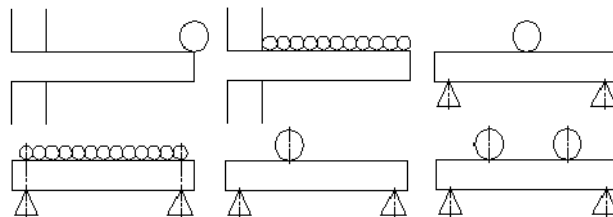
Lección 2: Uso de la calculadora de vigas

Objetivos de esta lección

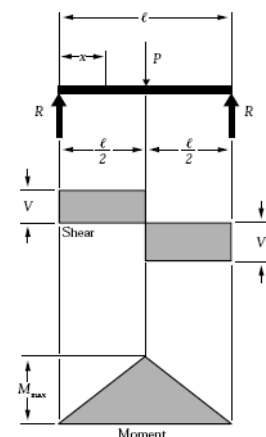
- ❑ Iniciar SOLIDWORKS.
- ❑ Agregar el software SOLIDWORKS Simulation como complemento.
- ❑ Abrir una pieza de SOLIDWORKS existente.
- ❑ Entender el funcionamiento de una viga simplemente apoyada.
- ❑ Asignar un material.
- ❑ Calcular las propiedades de sección.
- ❑ Utilizar la herramienta Medir.
- ❑ Utilizar la calculadora de vigas para calcular un desplazamiento.

Uso de los cálculos de vigas

Antes de realizar cualquier tipo de análisis, es conveniente tener una idea de los resultados que pueden esperarse. Si bien no sabrá cuánto peso puede soportar la estructura, puede realizar una estimación fundamentada sobre uno o más de los resultados que obtendrá. Es aquí donde pueden utilizarse los cálculos de vigas (fórmulas simples para vigas). A continuación, se detallan algunos de los cálculos de vigas disponibles.



Nota: Los cálculos de vigas manuales generalmente incluyen fórmulas y tienen este aspecto.



Orden de magnitud

¿Será el desplazamiento (consulte Desplazamiento en la página 5) de 1 mm aproximadamente? ¿O será de 10 mm? La diferencia es **10** veces mayor que la anterior y aumenta, por lo que se denomina **orden de magnitud**. Un cálculo inicial puede darle una idea del orden de magnitud de los resultados. Esto le ayudará a determinar si el análisis se realizó correctamente.

Preguntas


- 1 ¿Cuál es el siguiente valor después de 1 mm y 10 mm utilizando un orden de magnitud ascendente? _____
- 2 ¿Cuáles son los valores que faltan en este grupo? 5 mm, _____, 500 mm

Inicio de SOLIDWORKS y apertura de una pieza


1 Inicie la aplicación SOLIDWORKS.

En el menú **Inicio**, haga clic en **Programas, SOLIDWORKS, SOLIDWORKS**.

Adición de SOLIDWORKS Simulation como complemento

SOLIDWORKS Simulation se incluye con **SOLIDWORKS Education Edition**. Para utilizarlo, debe activarlo mediante **Herramientas, Complementos**. Haga clic en **Complementos activos e Iniciar** en SOLIDWORKS Simulation, SOLIDWORKS Toolbox Library y SOLIDWORKS Toolbox Utilities, y haga clic en .

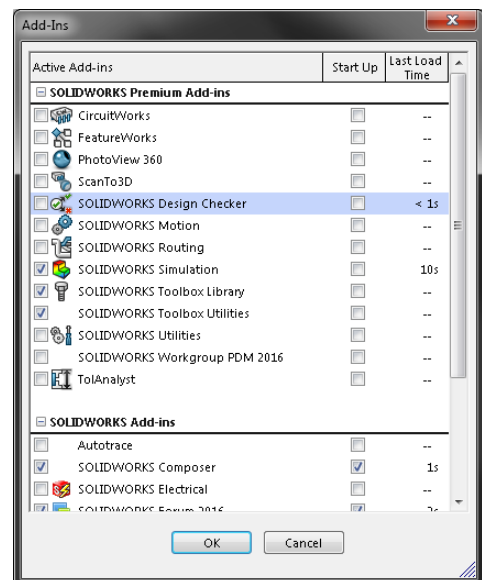
Ubicación

- Barra de menús: **Opciones, Complementos** 
- Menú: **Herramientas, Complementos**

2 Selecciones de complementos.

Haga clic en **Herramientas, Complementos** y active las opciones **Complementos activos e Iniciar** en **SOLIDWORKS Simulation, SOLIDWORKS Toolbox Library y SOLIDWORKS Toolbox Utilities**.

Haga clic en .




Advertencia

Si no se añade **SOLIDWORKS Simulation**, **SOLIDWORKS Toolbox Library** y **SOLIDWORKS Toolbox Utilities**, no se puede completar el proyecto.


Apertura de una pieza

Los archivos de SOLIDWORKS existentes pueden abrirse con la herramienta **Abrir**.

Ubicación

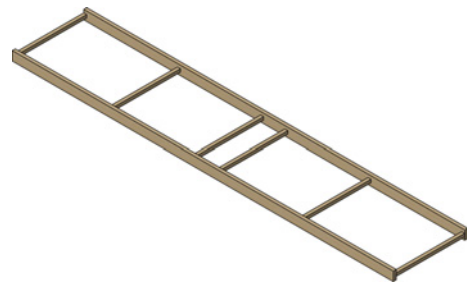
- Barra de menús: **Abrir** 
- Menú: **Archivo**, **Abrir**
- Método abreviado del teclado: **Ctrl+O**

3 Abra el archivo de pieza.

Haga clic en **Abrir** .

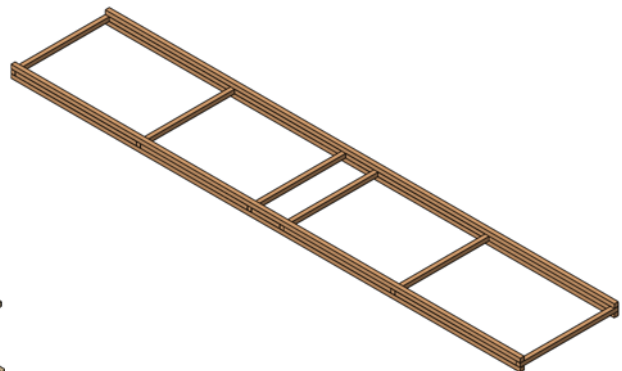
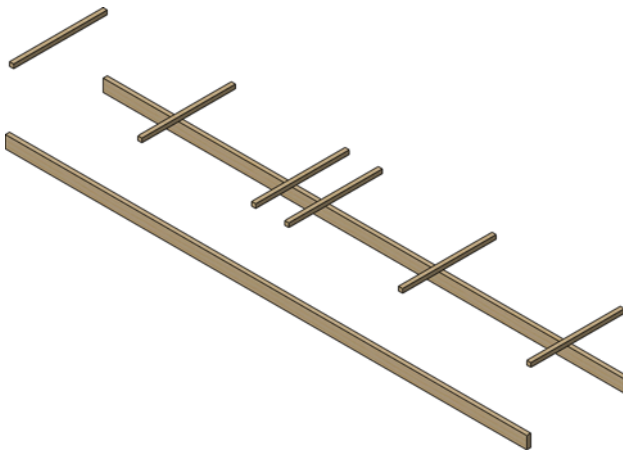
En la ventana **Abrir**, vaya a la carpeta *Bridge Design Project\Student\Lesson 2*.

Seleccione *TRUSS_1.sldprt* y haga clic en **Abrir**.



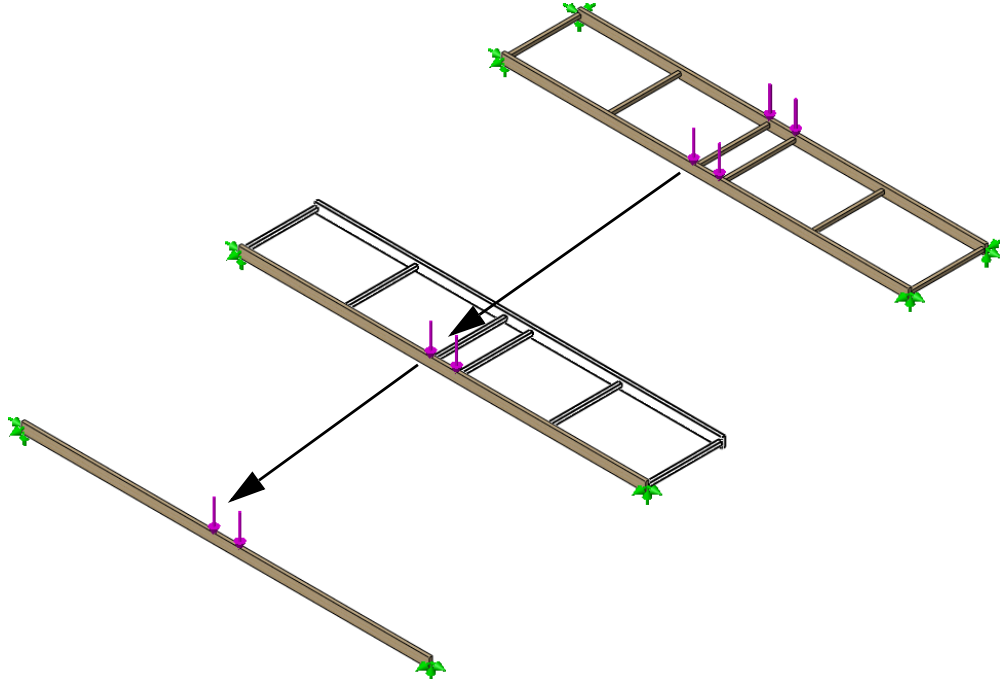
Geometría del modelo

Este modelo se compone de una serie de *vigas* encontradas. Las vigas representan los palos de madera de balsa. En su proyecto, las vigas se combinan pegándolas. En una estructura real, las vigas se soldarían o unirían con tornillos.



Simplificación del análisis

El modelo se muestra como dos vigas paralelas conectadas por vigas más pequeñas en diversos lugares. Si tomamos la mitad del modelo (solo la viga grande) y aplicamos la mitad de las cargas, tendremos una idea de cuáles serán los valores en el análisis real.



Viga simplemente apoyada

Este tipo de cálculo de viga generalmente se denomina “viga simplemente apoyada” donde los puntos de contacto no están completamente fijos y se aplica una carga. Hay dos definiciones importantes que necesitará conocer: las sujeciones y las cargas externas.

Sujeciones

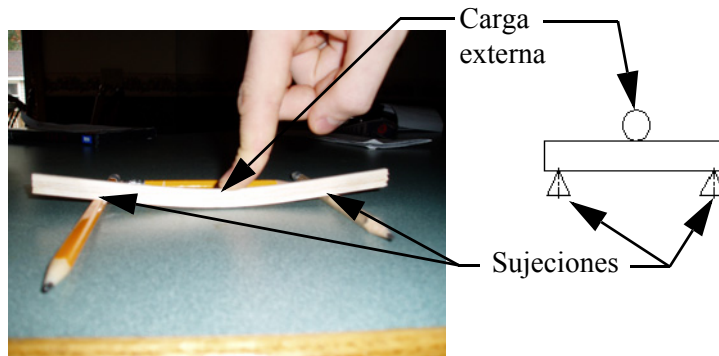
Las sujeciones se utilizan para limitar el movimiento de determinados puntos en el modelo. Son generalmente puntos de contacto. También se denominan restricciones.

Cargas externas

Las cargas o fuerzas externas pueden utilizarse para agregar cargas de **fuerza** o **gravedad** a la estructura. La incorporación de una fuerza requiere una ubicación en la estructura, un valor (en newtons) y una dirección.

Modelo teórico

Este es el modelo teórico (derecha) de la viga soportada por los lápices en la lección anterior.

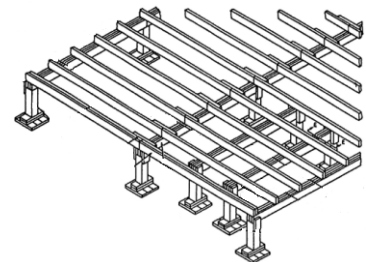


¿Por qué son importantes las vigas simplemente apoyadas?

Aunque el modelo teórico puede parecer muy simple, resulta muy práctico para ciertas estructuras reales. Puede ver ejemplos de la viga simplemente apoyada en muchos lugares.

Estructuras

Los vanos con estructura de madera y acero para casas y edificios se diseñan utilizando vigas simplemente apoyadas.



Catapulta

El brazo de la catapulta gira sobre un eje entre las estructuras. El eje es una viga simplemente apoyada.

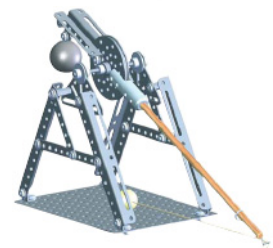


Tabla de montaña

Si se pone de pie en el centro de una tabla de montaña, usted sería la carga externa y las ruedas serían las sujeciones. La estructura puede aproximarse con una viga simplemente apoyada.

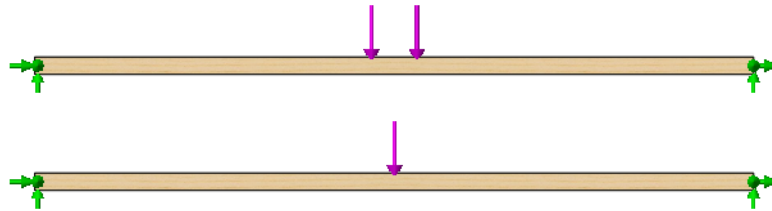


Nota: Este ejemplo es un “análisis simplificado” que toma un problema de 3 dimensiones y lo simplifica en un problema de 2 dimensiones. Aún será necesario realizar una simulación completa.

Suposiciones conservadoras

Los ingenieros generalmente usan “suposiciones conservadoras” para que el análisis sea peor que la realidad para la estructura. Al hacerlo, se agrega un nivel de seguridad adicional al diseño y se lo hace más fuerte de lo que debería ser. A continuación se detallan algunas de las suposiciones que se harán:

- 1 Usar los extremos de la estructura como sujeciones es peor que usar los puntos de contacto reales.
- 2 Usar una carga externa simple en el centro es peor que utilizar dos cargas externas cerca del centro.



Datos necesarios para el cálculo de vigas

Hay diversos datos necesarios para la utilización de este cálculo de vigas. Son los siguientes:

Datos	Ubicación	Definición
Módulo de elasticidad	Propiedades de material	Rigidez del material
Momento de inercia	Propiedades de sección	Resistencia a la flexión
Longitud	Geometría	Longitud para cruzar el vano
Carga	(dada)	Carga externa

Unidades comunes

En este proyecto, se utilizan unidades métricas comunes. Algunas de las unidades comunes que se utilizan en los sistemas de unidades SI e IPS (pulgada, libras, segundos) son:

Datos	Unidades SI	Unidades IPS
Módulo de elasticidad	Pa, MPa,	psi
Momento de inercia	mm ⁴ , cm ⁴ , m ⁴	pulg. ⁴
Longitud	mm, cm, m	pulg., pie
Carga	N, kN	libra

Nota: En este análisis, utilizaremos el sistema de unidades **SI**. El sistema de unidades SI también se denomina Sistema internacional de unidades. Utiliza unidades métricas, como metros, milímetros y newtons.



Busque **Sistema internacional de unidades** para obtener más información.

Recopilación de datos

Los datos necesarios se recopilarán mediante diferentes herramientas en los pasos siguientes. Se calcularán los valores que faltan en el gráfico incluido a continuación.

Nota: Como suposición inicial, asumiremos que la carga de peso total en la estructura completa es de **40 N**. Para el cálculo de vigas, utilizaremos la mitad de ese valor, $40 \text{ N}/2 = \mathbf{20 \text{ N}}$.

Datos	Valor	Unidades
Módulo de elasticidad (presión)	????	Pa (pascales)
Momento de inercia (longitud ⁴)	????	cm ⁴
Longitud	????	mm
Carga (fuerza)	20	N (newtons)

Asignación de un material

El primer paso consiste en asignar un **material** a las vigas del modelo. Queremos crear la estructura con madera de balsa.

Ubicación

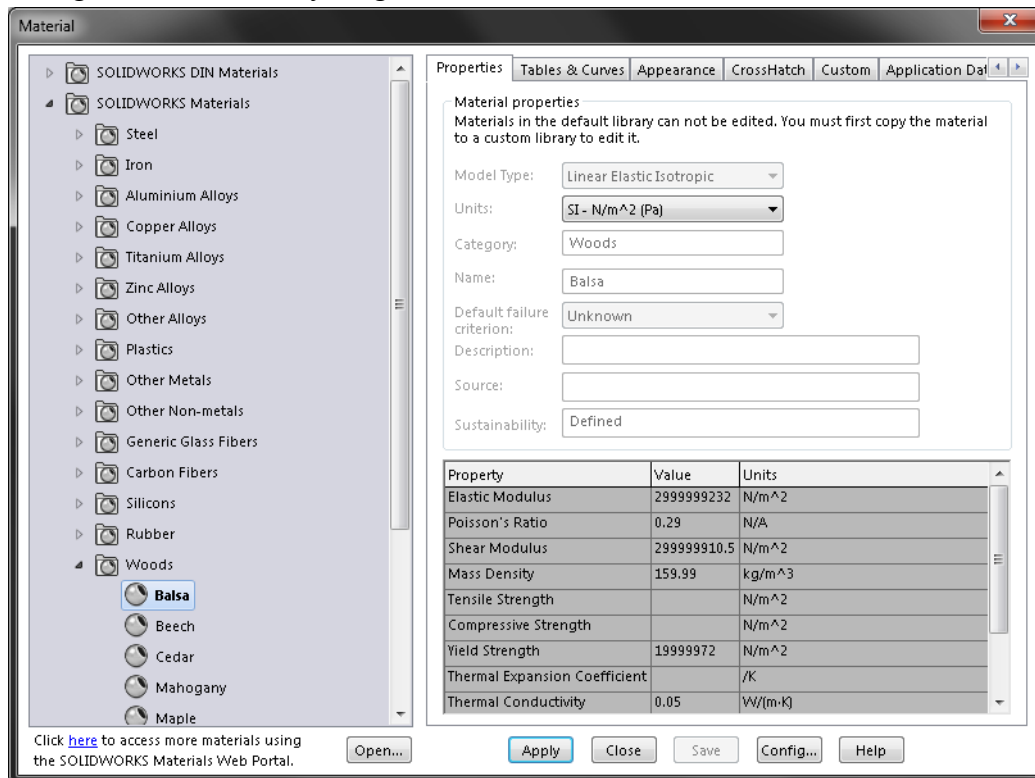
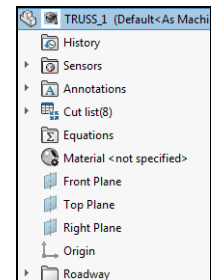
- Menú: **Editar, Apariencia, Material**
- Menú contextual: haga clic con el botón derecho del ratón en la operación *Material* y haga clic en **Editar material**.

4 Material.

Haga clic con el botón derecho del ratón en la operación *Material* y seleccione **Editar material**. Expanda las carpetas *SOLIDWORKS Materials* y *Woods* de la izquierda y haga clic en *Balsa*.

En **Unidades**, seleccione **SI - N/m² (Pa)**.

Haga clic en **Aplicar** y luego en **Cerrar**.



Nota: El material utilizado, *balsa*, se elige para que el análisis sea útil para aquellos que realmente diseñarán, construirán y realizarán ensayos de la estructura. La madera de balsa es un material común para los estudiantes que crean proyectos.

El valor del **módulo elástico** o **módulo de elasticidad** = 2999999232 N/m².

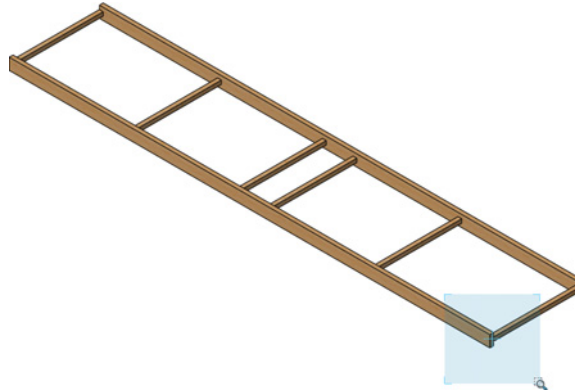
*Aprenderá más acerca de los materiales, la construcción y los ensayos en lecciones posteriores.

Propiedades de sección

Las propiedades de sección se basan en la sección transversal de la viga.

5 Zoom encuadre.

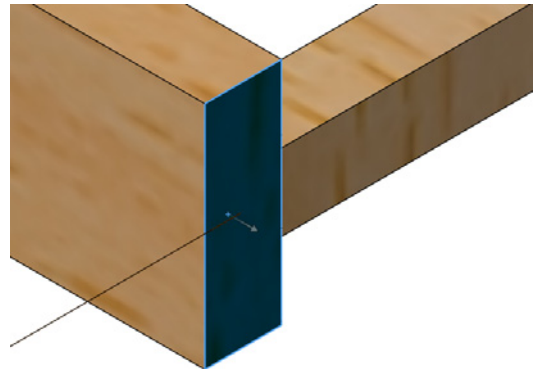
Haga clic en **Ver**, **Modificar**, **Zoom encuadre** y arrastre una ventana, de la parte superior izquierda a la parte inferior derecha, alrededor de la esquina de la estructura como se muestra.




Nota: Presione la tecla **Esc** para desactivar la herramienta zoom.

6 Selección de cara.

Seleccione la cara como se muestra.



Ubicación

- ❑ Administrador de comandos: **Evaluar > Propiedades de sección** 
- ❑ Menú: **Herramientas, Propiedades de sección**

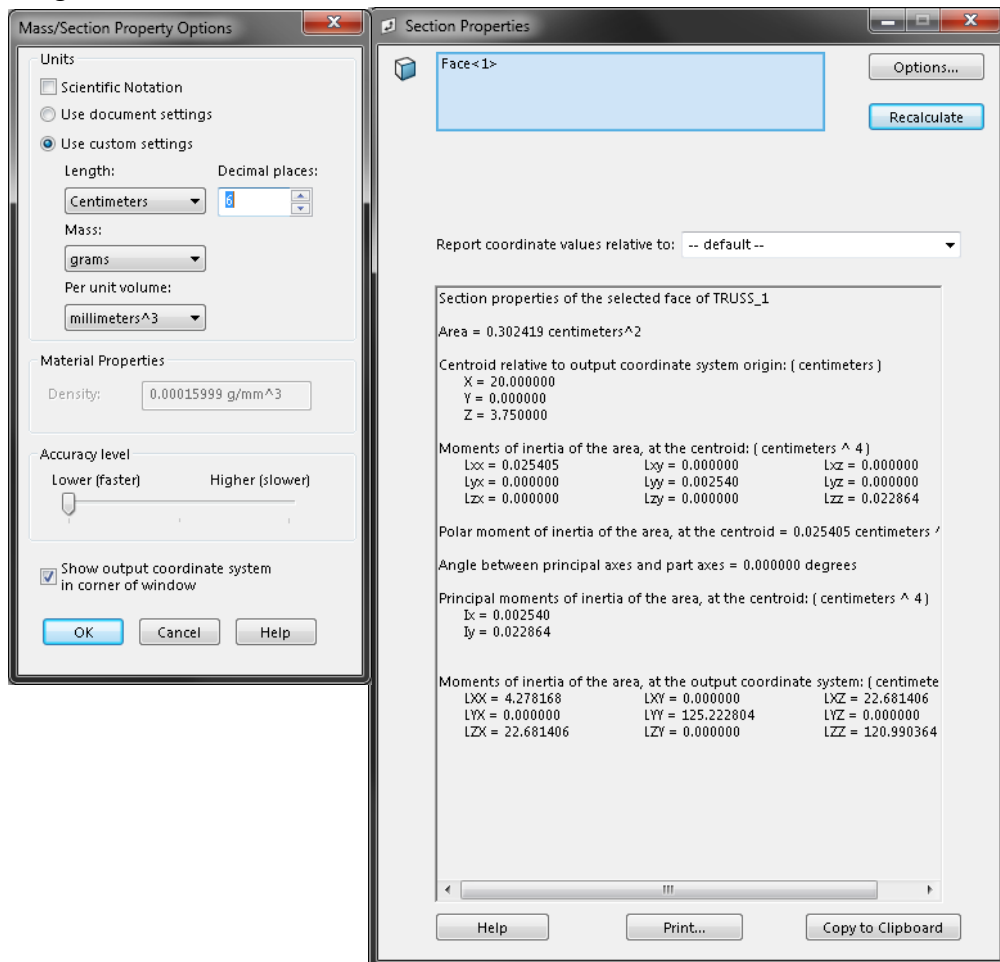
7 Propiedades de sección.

Haga clic en **Herramientas, Propiedades de sección**. Haga clic en **Opciones y Utilizar configuraciones personalizadas**. Seleccione **Centímetros** y **6** lugares decimales como se muestra.

Haga clic en **Aceptar** y en **Recalcular**.

Momentos de inercia del área, en el centro de gravedad: (centímetros ^ 4) $L_{xx} = 0,025405$.

Haga clic en **Cerrar**.



8 Zoom.

Haga clic en **Ver, Modificar, Zoom ajustar** o haga clic en la tecla **f** para volver a la vista completa.

Uso de la opción Medir

La opción Medir puede utilizarse para medir distancias o ángulos mediante la geometría del modelo.

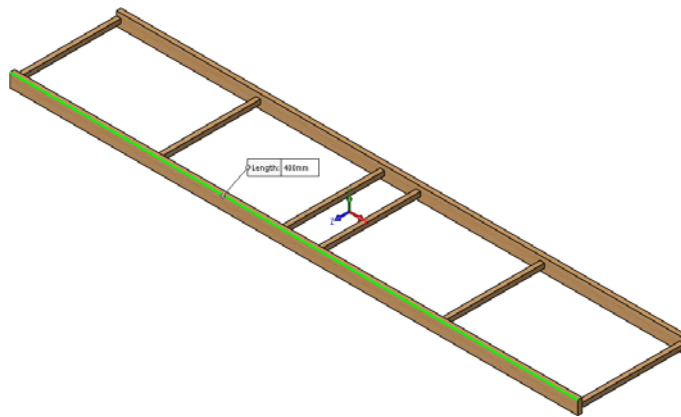
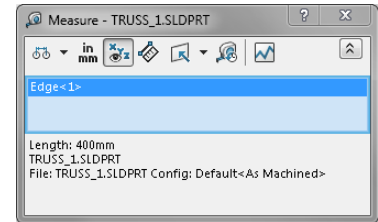
Ubicación

- Administrador de comandos: **Evaluar > Medir** 
- Menú: **Herramientas, Medir**

9 Medir.

Haga clic en **Herramientas, Medir**. Seleccione una arista de la viga como se muestra. Se muestra la longitud de la viga.

Longitud: 400 mm.



10 Cierre.

Haga clic en la “x” en la esquina superior derecha del cuadro de diálogo para cerrarlo.

Calculadora de vigas

La calculadora de vigas utiliza los datos introducidos para determinar el mayor desplazamiento o deflexión de la viga.

Ubicación

- Administrador de comandos: **Productos Office > Calculadora de vigas** 
- Menú: **Toolbox, Calculadora de vigas**

11 Inicie la calculadora de vigas.

Haga clic en **Calculadora de vigas**.

12 Configuración.

Elimine los valores del campo **Flecha** (el botón **Resolver** no estará disponible hasta que se eliminen los valores de dicho campo). Utilice las barras de desplazamiento para acceder a la opción **Soportado en ambos extremos, carga en el medio**. Haga clic en **Eje Y local, Métrico y Desviación**.

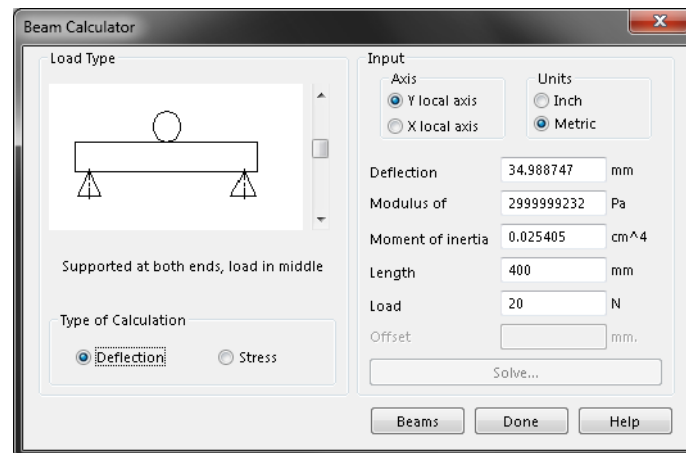
13 Escriba los valores.

Escriba o copie y pegue los valores que se incluyen a continuación en el cuadro de diálogo:

Datos	Valor	Unidades
Módulo de elasticidad (presión)	2999999232	Pa (pascales)
Momento de inercia (longitud^4)	0,025405	cm^4
Longitud	400	mm
Carga (fuerza)	20	N (newtons)

14 Obtenga la solución.

Haga clic en **Resolver**. El desplazamiento es de aproximadamente **35 mm** en la zona de carga. Haga clic en **Finalizado**.



Preguntas

- ¿Es este desplazamiento mayor o menor que una pulgada? _____
- Convierta el desplazamiento a pulgadas: $35 \text{ mm} / 25,4 =$ _____ pulg.

15 Cierre la pieza.

Haga clic en **Archivo, Cerrar** para cerrar la pieza.

Cuando aparezca el mensaje *¿Desea guardar cambios en TRUSS_1?*, haga clic en **No guardar**.

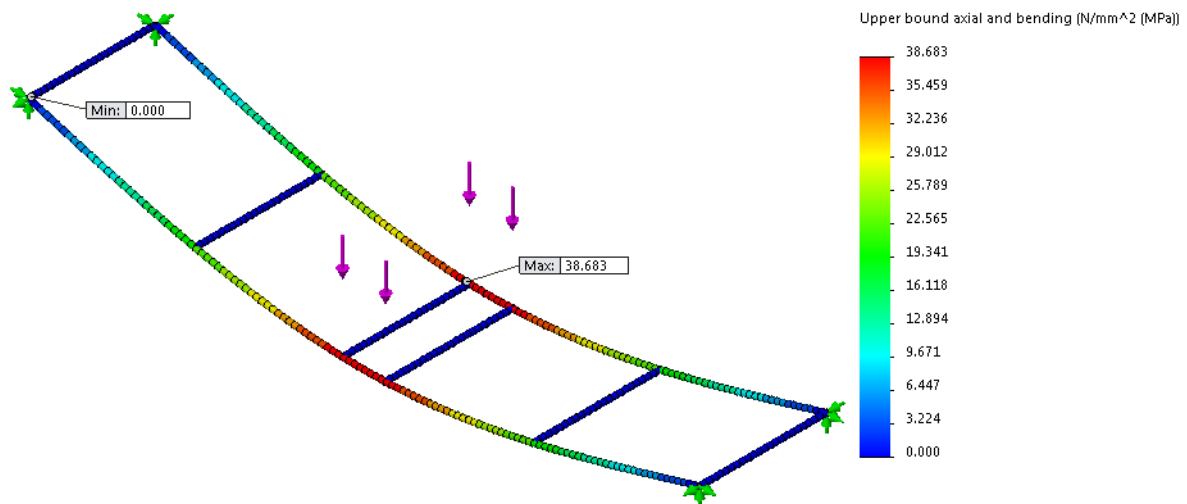
Lección 3: Análisis de la estructura

Objetivos de esta lección

- ❑ Comprender las funciones de SOLIDWORKS Simulation.
- ❑ Describir las fases de un análisis estructural.
- ❑ Comprender el entorno del análisis, incluidas las sujeciones y las cargas.
- ❑ Utilizar SOLIDWORKS Simulation.
- ❑ Ver el resultado de un análisis.

Análisis de la estructura

Durante esta lección, utilizará SOLIDWORKS Simulation para analizar la estructura de viga.



¿Qué es SOLIDWORKS Simulation?

SOLIDWORKS Simulation es una herramienta de análisis estructural para diseñadores incorporada a SOLIDWORKS. Mediante este software podrá analizar el modelo sólido directamente. También puede configurar fácilmente las unidades, el tipo de material, las cargas externas, etc. mediante un estudio. Puede realizar los cambios en el modelo sólido y actualizar los resultados del análisis estructural.

Hay varios pasos para el análisis:

- 1 Crear un diseño en SOLIDWORKS.
SOLIDWORKS Simulation puede analizar piezas y ensamblajes.
- 2 Crear un nuevo estudio estático en SOLIDWORKS Simulation. Los proyectos de SOLIDWORKS Simulation contendrán toda la configuración y los resultados de un problema, así como cada proyecto que esté asociado al modelo. Incluye la adición de sujeciones y cargas externas y el mallado del modelo.
- 3 Ejecutar el análisis. A veces se denomina resolución.
- 4 Ver los resultados de SOLIDWORKS Simulation, los cuales incluyen trazados, informes y eDrawings.

Análisis estructural

El análisis estructural es un proceso de ingeniería que utiliza la física y las matemáticas para predecir el comportamiento de una estructura bajo cargas externas como pesos y presiones. Entre los muchos productos que requieren un análisis estructural se encuentran los edificios, los puentes, los aviones, los barcos y los automóviles.

Mediante el análisis estructural podemos determinar las *tensiones*, *el factor de seguridad* y los *desplazamientos*.

Tensiones: las cargas externas aplicadas a una estructura crean tensiones y fuerzas internas que pueden hacer que la estructura falle o se rompa.

Factor de seguridad: el factor de seguridad (FDS) es la relación de la tensión real dividida por la tensión máxima que el material puede soportar.

$$\frac{\text{Maximum Stress under Loading}}{\text{Maximum Stress of the Material}} = FOS$$

Si tenemos un valor de **FDS > 1**, la estructura es segura. Si tenemos un valor de **FDS < 1**, la estructura no se considera segura.

Desplazamientos: como se mencionó en una lección anterior, las cargas externas aplicadas a una estructura pueden forzar que la estructura se mueva desde su posición sin carga. El desplazamiento es la distancia que recorre un punto desde su posición original.

El análisis estructural se utiliza en muchos campos de la industria manufacturera:

☐ **Edificios y puentes**

Suelos, paredes y cimientos.

☐ **Aviones**

Fuselaje, alas y tren de aterrizaje de aviones.

☐ **Barcos**

Cascos, mamparos y superestructuras.

☐ **Automóviles**

Chasis, carrocería y pruebas de colisiones.

Razones para el análisis de diseño

Después de crear el diseño en SOLIDWORKS, puede ser necesario responder a preguntas como:

- ❑ ¿La cubierta de la cabeza de armadura cubre el vano necesario?
- ❑ ¿Cuál es el diseño más eficaz para la cabeza de armadura?
- ❑ ¿Cuál es la carga máxima que puede soportar la cabeza de armadura?

En ausencia de herramientas de análisis, se llevan a cabo costosos ciclos de diseño de prueba de prototipos para asegurarse de que el rendimiento del producto cumpla con las expectativas del cliente. En cambio, el análisis de diseño permite realizar los ciclos de diseño de forma rápida y económica en modelos informáticos. Incluso cuando los costes de fabricación no son un aspecto importante, el análisis de diseño proporciona grandes ventajas para la calidad del producto, ya que permite a los ingenieros detectar problemas de diseño mucho más rápidamente que si se tiene que crear un prototipo. El análisis de diseño facilita también el estudio de muchas opciones de diseño y ayuda a desarrollar diseños optimizados. Los análisis rápidos y económicos a menudo revelan soluciones no intuitivas y suponen una ventaja para los ingenieros al permitirles entender mejor el comportamiento del producto.

Fases del análisis estructural

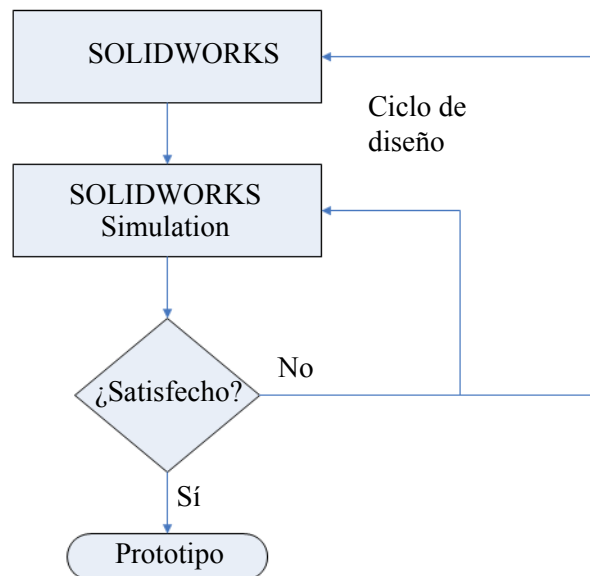
SOLIDWORKS Simulation le guía a través de las diferentes fases del análisis estructural. Esto es lo que sucede en estas fases:

- ❑ **Preprocesamiento:** en esta fase, agregará la información necesaria acerca de la estructura y su entorno. Esto incluye materiales, sujeciones y cargas externas aplicadas a la estructura.
- ❑ **Análisis:** el modelo se descompone en pequeñas piezas llamadas elementos mediante un proceso denominado mallado. En este proyecto, los elementos son **elementos de viga**. A continuación, esta información se utiliza para crear un modelo de elementos finitos y resolverlo. Esto incluye la página **Analizar** del asistente de SOLIDWORKS Simulation.
- ❑ **Posprocesamiento:** los resultados se presentan en forma de gráfico para que puedan identificarse las áreas con problemas. Esto incluye las páginas **Optimizar** y **Resultados** del asistente de SOLIDWORKS Simulation.

Una vez completadas todas las fases, puede guardar toda la información del análisis con el modelo. Cuando se guarde la información del análisis, los cambios futuros serán más rápidos.

Ciclo de diseño


El **ciclo de diseño** se utiliza para realizar un cambio en el modelo o la información de preprocesamiento. Los cambios en el modelo deben ser cambios de tamaño, como la longitud de las vigas. Los cambios en la información de preprocesamiento incluyen los cambios en el material, las sujeciones o la carga. Cualquier cambio hace que se vuelva a analizar el modelo hasta que se alcance la mejor solución.



Cambios en el modelo

La pieza de SOLIDWORKS ahora es muy simple, pero se agregarán laterales y barras de arriostramiento y verá por qué son aspectos importantes de la estructura. Ábrala y observe el modelo y lo que representa.

1 Vuelva a abrir el archivo de pieza.

Haga clic en **Abrir** .

En la ventana **Abrir**, vaya a la carpeta *Bridge Design Project\Student\Lesson 2*.

Seleccione *TRUSS_1.sldprt* y haga clic en **Abrir**.

Es la misma pieza que se utilizó en la lección anterior.



Creación de un estudio

Para realizar un análisis estructural, debe crearse un nuevo estudio.



SOLIDWORKS Simulation utiliza un **estudio** para guardar y organizar todos los datos asociados con un análisis estructural.

El estudio también se utiliza para especificar el tipo de análisis que está ejecutando. Hay muchos tipos disponibles. Son los siguientes:

- ☐ **Estático**
- ☐ **De frecuencia**
- ☐ **De pandeo**
- ☐ **Térmico**
- ☐ **Análisis de caída**
- ☐ **De fatiga**
- ☐ **No lineal**
- ☐ **Dinámico lineal**
- ☐ **Diseño de recipiente a presión**


En este proyecto, utilizaremos un análisis **estático**. Este tipo de estudio se utiliza para predecir dónde fallará una estructura debido a la tensión.

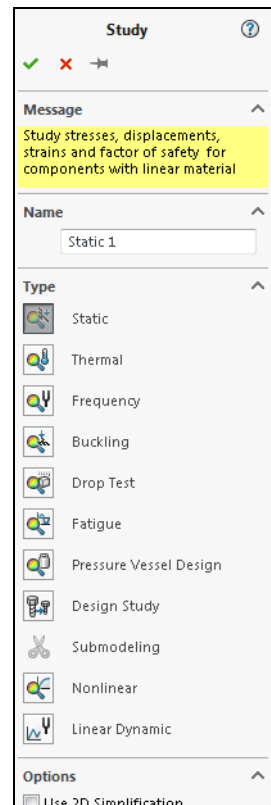
Ubicación

- Administrador de comandos: **Simulation > Asesor de estudios**  **> Nuevo estudio** 
- Menú: **Simulation, Estudio**

2 Cree un nuevo estudio.

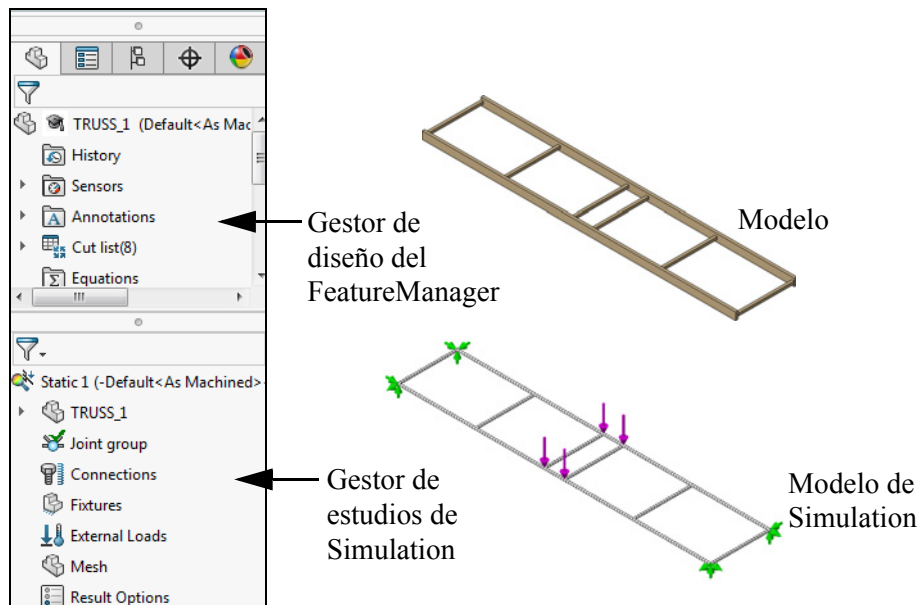
Haga clic en **Simulation, Estudio**. Utilice el nombre predeterminado *Static 1* (*Estático 1*) y haga clic en **Estático**.

Haga clic en .



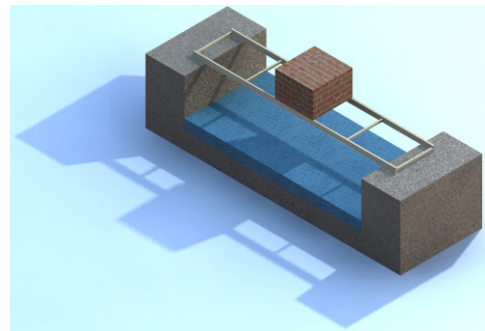
Gestor de diseño del FeatureManager y gestor de estudios de Simulation

El **gestor de diseño del FeatureManager** aparece encima del **gestor de estudios de Simulation** en la parte izquierda de la pantalla. El gestor superior enumera las operaciones de la geometría del modelo, mientras que el gestor inferior enumera las operaciones del modelo de simulación o análisis.



Entorno

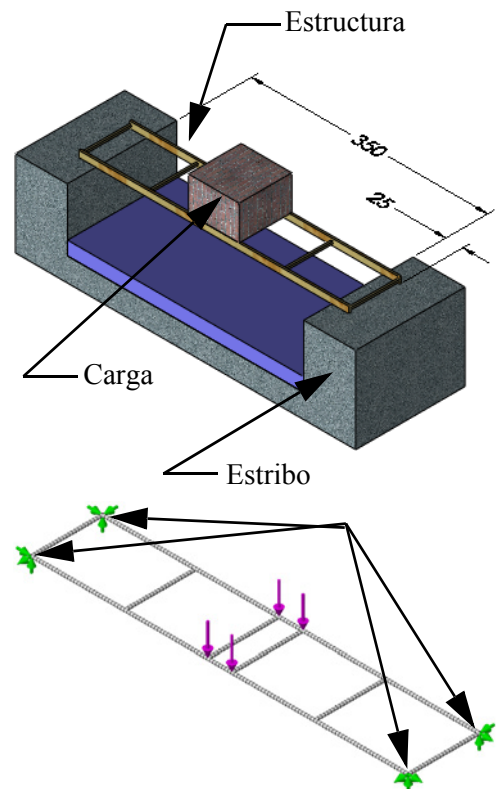
El entorno describe el modo en que se utiliza la estructura. En este caso, el modelo representa una estructura que cruza un río. Al conocer la colocación de la estructura y las cargas externas que deben cruzarla, podemos determinar dos aspectos críticos necesarios para SOLIDWORKS Simulation: las **sujeciones** y las **cargas externas**.



Sujeciones

Las **sujeciones** son las áreas de la estructura que se fijarán o tendrán una limitación en el movimiento. El vano se define como la distancia de cruce que no está soportada, en este caso **350 mm**. En cada extremo hay **25 mm** de superposición, donde los extremos de la estructura están soportados por el estribo o puntal. El vano siempre es inferior a la longitud total de la estructura.

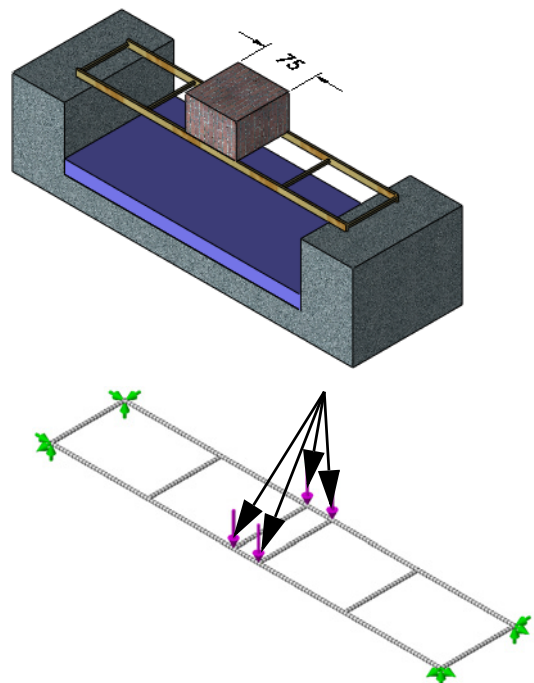
Las sujeciones se definen en los extremos del modelo en cuatro lugares.



Cargas externas

El modelo debe tener **cargas externas** que imponen fuerzas a la estructura. Digamos que hay una pila de ladrillos rectangular en el centro del vano, cruzando la estructura. Supongamos que el peso total de los ladrillos es **40 N**.

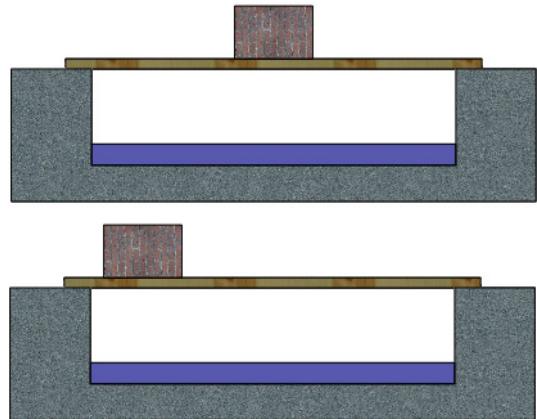
Hay cuatro puntos de carga, uno para cada punto donde las vigas se conectan cerca del centro del vano. Esto significa que la carga de cada punto es $40 \text{ N} / 4 = 10 \text{ N}$ (aproximadamente 2,25 libras).



¿Por qué está la carga en el centro?

Cuando utilizan un modelo de análisis estructural, a los ingenieros les gusta realizar lo que se denomina análisis del “peor caso”. Es la situación en la que es más probable que la estructura se rompa debido a las condiciones del entorno.

Colocar la carga en el centro del vano es el peor caso para una estructura de cabeza de armadura como esta.



¿Cuánto cree que soportará?

La estructura es bastante débil en este punto, pero la irá reforzando a medida que avance en esta guía. ¿Cuál es la fuerza máxima que puede soportar? Haga una suposición.

Fuerza = _____ N

Nota: Si piensa en libras (lb), empeece a pensar en el sistema métrico. Convierta las libras a newtons (N) mediante esta fórmula:

1 libra = 4,4482 N

Configuración de unidades

Las **opciones** se pueden configurar para crear resultados coherentes durante todo el análisis. En este ejemplo, se seleccionarán las unidades mm y MPa.

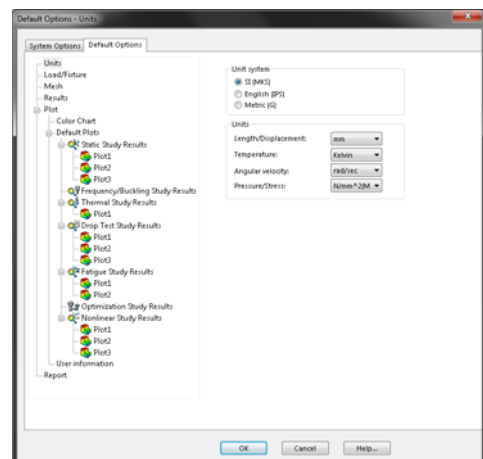
Ubicación

- Menú: **Simulation, Opciones**

3 Establezca las unidades.

Haga clic en **Simulation, Opciones** y en la pestaña **Opciones predeterminadas**. En **Unidades**, seleccione **mm** para **Longitud/desplazamiento** y **N/mm² (MPa)** para **Presión/Tensión**.

Haga clic en **Aceptar**.



Preprocesamiento


La primera fase del análisis estructural es el preprocesamiento, que recopila toda la información necesaria y la aplica al modelo de simulación. La información que suministraremos o crearemos incluye:

- ❑ **Material:** el material de las vigas.
- ❑ **Sujeciones:** posiciones que no pueden moverse libremente.
- ❑ **Cargas externas:** fuerzas que se aplican al modelo.
- ❑ **Malla:** modelo de simulación, basado en el modelo, que divide las vigas en pequeñas partes denominadas elementos.

Material

El material es un valor obligatorio que establece las propiedades del material y la apariencia de la geometría del modelo. En este caso, se aplicará a todas las vigas a la vez.

Ubicación

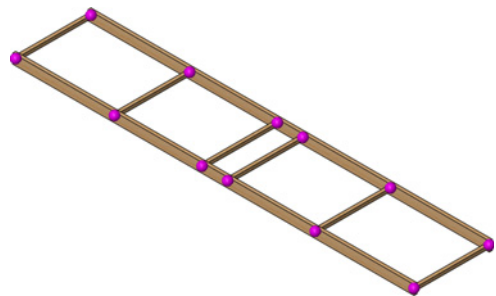
- Administrador de comandos: **Simulation > Aplicar material** 
- Menú: **Simulation, Material**
- Gestor de estudios de Simulation: haga clic con el botón derecho del ratón en el nombre de la pieza y seleccione **Aplicar el material a todo**

4 Establezca el material.

Haga clic en **Simulation, Material, Aplicar el material a todo**. Expanda la carpeta *Maderas* y seleccione *Balsa*. Haga clic en **Aplicar** y **Cerrar**.

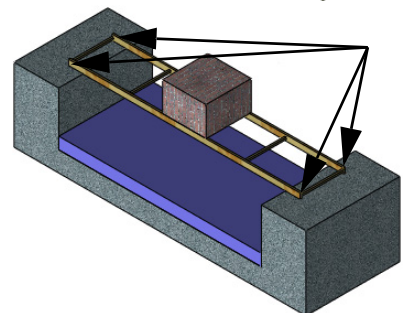
¿Qué son las uniones?

Las uniones se generan automáticamente donde se encuentran las líneas constructivas de las vigas. Estas uniones se utilizarán para encontrar las sujeciones y las cargas externas que siguen.



Sujeciones


Las sujeciones se utilizan para limitar el movimiento de determinados puntos en el modelo. Se asignarán sujeciones a los puntos donde los extremos de la estructura se asientan en el estribo.




¿Qué tipo de sujeciones?

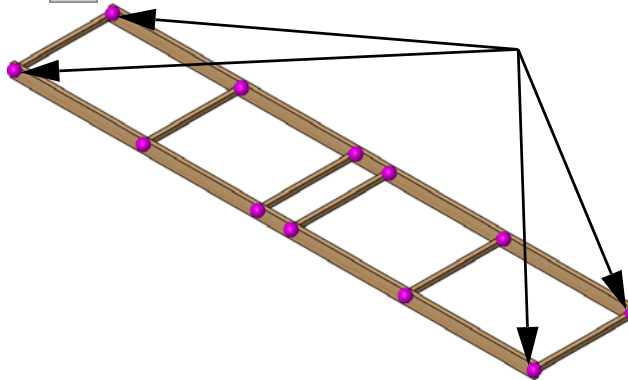
En este proyecto, el puente se colocará sobre el estribo de modo que cruce el vano. El puente entrará en contacto con el estribo, pero no se pegará ni se asociará de ninguna manera.

Ubicación

- Administrador de comandos: **Simulation > Asesor de sujeciones**  >
- Menú: **Simulation, Cargas/Sujeción, Sujeciones**
- Gestor de estudios de Simulation: haga clic con el botón derecho del ratón en **Sujeciones** y seleccione **Geometría fija**


5 Agregue sujeciones.

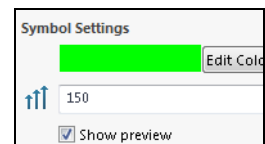
Haga clic en **Simulation, Cargas/Sujeción, Sujeciones**. Haga clic en **Inamovible (sin traslación)**  y seleccione las uniones como se muestra.



Nota: Para corregir errores, haga clic con el botón derecho en el cuadro donde aparecen las selecciones y seleccione **Borrar selecciones**. Cuando el cuadro esté vacío, vuelva a realizar la selección.

6 Tamaño de los símbolos.

Expanda la sección **Configuración de símbolo** y aumente el valor de **Tamaño de símbolo** a **150**. Esto aumenta el tamaño de los símbolos y los hace más visibles. Haga clic en .

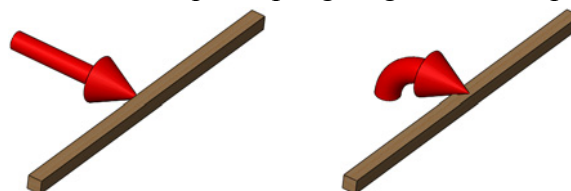


Fuerzas externas

La fuerza total sobre la estructura se dividirá de manera equitativa en cuatro fuerzas de **5 N** colocadas cerca del centro de la estructura.

Fuerzas


Las fuerzas tienen dirección y un valor (magnitud). Pueden ser una *fuerza* directa, como sostener un peso, o un *momento* que se pliega o gira como el pomo de una puerta.




Gravedad

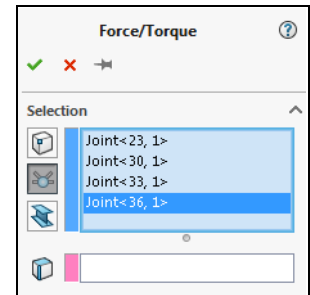
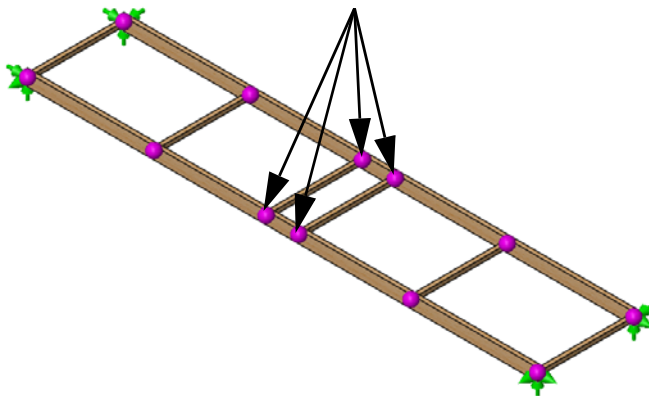
La gravedad utiliza el peso de la estructura como una carga. No es significativa en este proyecto y no se tendrá en cuenta.

Ubicación

- Administrador de comandos: **Simulation > Asesor de cargas externas**  >
- Menú: **Simulation, Cargas/Sujeción, Fuerza**
- Gestor de estudios de Simulation: haga clic con el botón derecho del ratón en **Cargas externas** y seleccione **Fuerza**

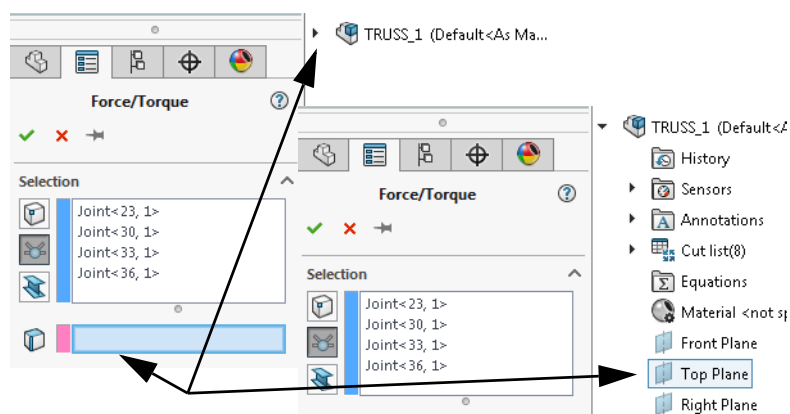
7 Agregue fuerzas.

Haga clic en **Simulation, Cargas/Sujeción, Fuerza**. Haga clic en **Uniones**  y seleccione las uniones visibles como se muestra.



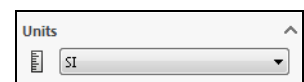
8 Establezca la dirección.

Haga clic en el campo **Dirección** y expanda el gestor de diseño del FeatureManager desplegable. Haga clic en la operación **Top Plane** (Planta).





9 Establezca las unidades.

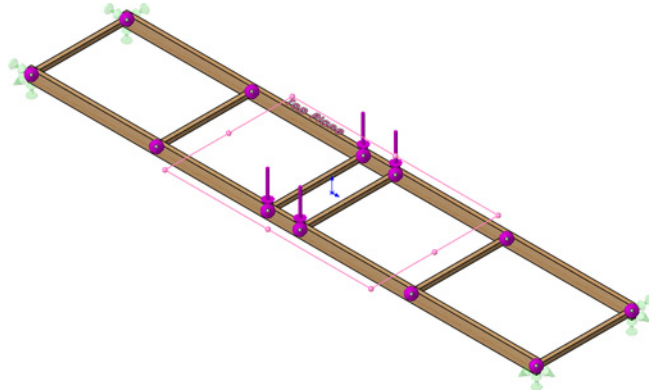
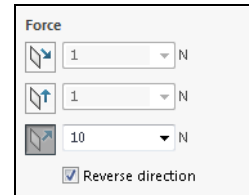
Asegúrese de que las **unidades** se establezcan en el **SI**.



10 Asigne una fuerza.


Haga clic en **Normal al plano**  y establezca el valor en **10 N** como se muestra. Haga clic en **Invertir dirección** para que las flechas apunten hacia abajo.

Haga clic en .



Sugerencia: Las opciones de **Configuración de símbolo** pueden utilizarse como las opciones de las sujeciones para aumentar o reducir el tamaño del símbolo. Se han establecido en **150**.

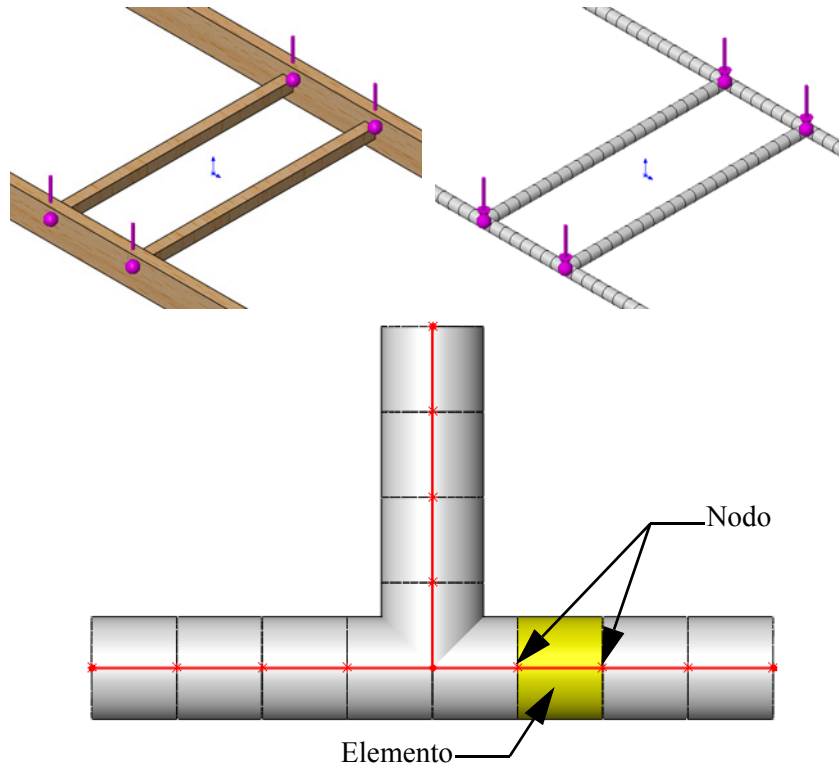
11 Guarde.

Haga clic en **Guardar**  para guardar el modelo y los datos de simulación.



Sugerencia: Es recomendable guardar periódicamente y evitar la pérdida no intencionada de los datos.

Mallado del modelo

La malla debe crearse para generar las pequeñas piezas utilizadas en el análisis. El modelo del análisis se compone de una serie de nodos y elementos conectados.

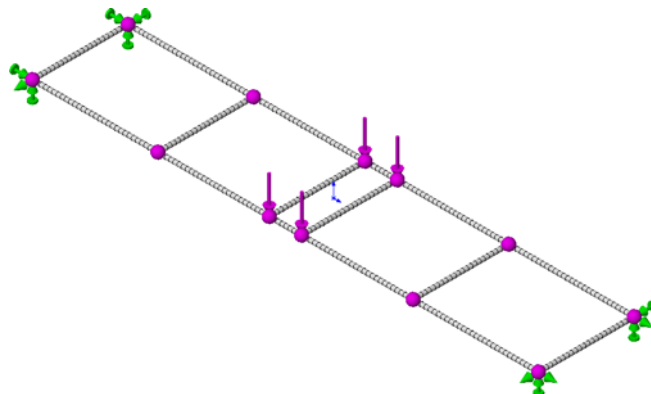


Ubicación

- Administrador de comandos: **Simulation > Ejecutar**  **> Crear malla** 
- Menú: **Simulation, Malla, Crear**
- Gestor de estudios de Simulation: haga clic con el botón derecho del ratón en **Malla** y seleccione **Crear malla**

12 Mallado.

Haga clic en **Simulation, Malla, Crear**. Se crea una malla utilizando la geometría del modelo.



Nota: Este paso se incluye automáticamente en **Simulation, Ejecutar**, pero se muestra aquí para resaltar la malla.



Análisis

El análisis es lo más fácil. SOLIDWORKS Simulation toma los datos introducidos y hace el trabajo para averiguar el resultado. Va a utilizar la configuración predeterminada para que el resultado sea más rápido.

Expectativas

En la lección anterior, los cálculos de vigas se utilizaron para determinar un desplazamiento aproximado basado en un análisis simplificado de una viga simplemente apoyada. Ese análisis determinó que el desplazamiento era de aproximadamente **35 mm**. Esperamos que el desplazamiento obtenido del análisis de simulación se encuentre en el mismo orden de magnitud, entre **3,5 mm** y **350 mm**; se espera que se aproxime al resultado de **35 mm**.

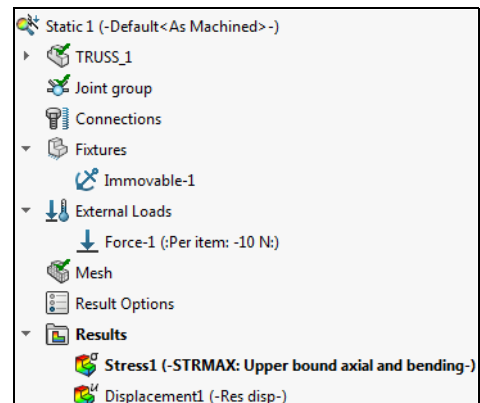
Ubicación

- Administrador de comandos: **Simulation > Ejecutar**  > **Ejecutar** 
- Menú: **Simulation, Ejecutar**
- Gestor de estudios de Simulation: haga clic con el botón derecho del ratón en el nombre del estudio y seleccione **Ejecutar**

13 Ejecute.

Haga clic en **Simulation, Ejecutar**. Cuando la ejecución se complete, verá dos operaciones en la carpeta *Resultados* del gestor de estudios de Simulation.

La simulación está lista para el posprocesamiento.



Terminología

Mientras se ejecuta el análisis, veremos algunos términos que pueden ayudarle a interpretar el resultado.

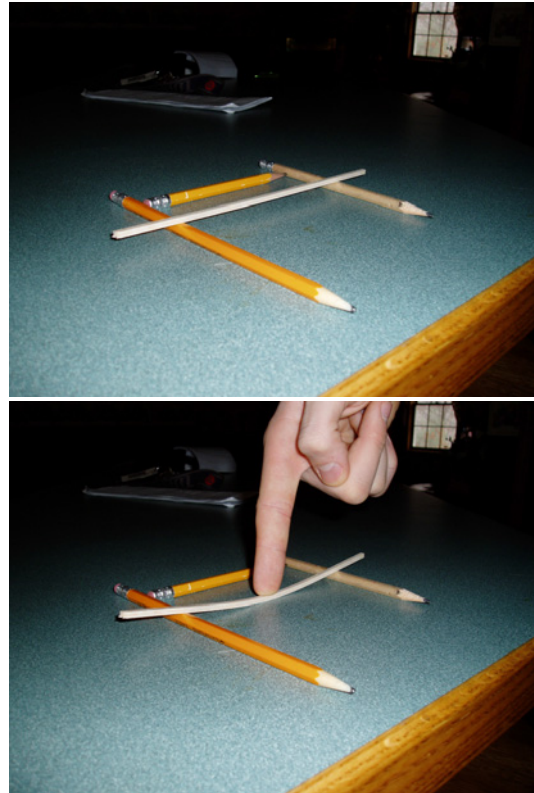
Flexión y desplazamiento

La **flexión** está causada por una carga que se aplica a una viga. La carga provoca la flexión de la viga, que se mueve en la dirección de la carga.

El **desplazamiento** es el movimiento de la viga desde su posición original. El desplazamiento del “peor caso” se produce cuando la carga está en el centro de la viga.

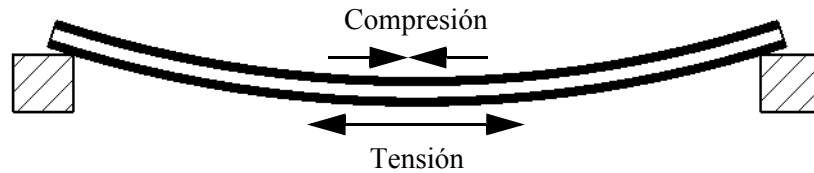
Puede ver el desplazamiento si es lo suficientemente grande, pero generalmente es muy pequeño.

¿Hay algún lugar en su casa donde el suelo cruja cuando camina sobre él? El crujido lo provoca el desplazamiento de la viga del suelo que se flexiona bajo la carga de su peso.



Tensión y compresión

Cuando la viga se flexiona, su parte superior (la cara en la que se aplica la carga) se comprime (se une), mientras que la cara opuesta sufre tensión (se separa).



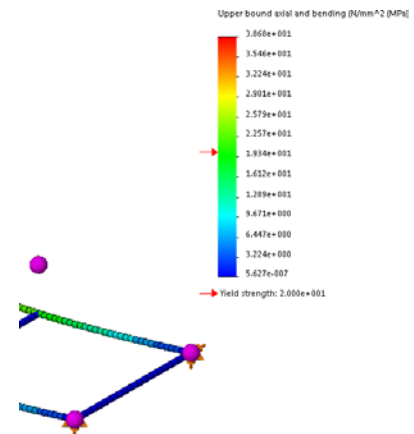
Busque **tensión y compresión** para obtener más información.

Tensiones

La **tensión** es una cantidad medida por la fuerza por unidad de área dentro de una estructura, la cual está causada por cargas externas aplicadas fuera de la estructura. La tensión no puede verse, pero puede hacer que la estructura se rompa.

Las unidades comunes son los newtons por metro cuadrado, los pascuales y las libras por pulgada cuadrada (psi).

La tensión puede hacer que la viga se rompa bajo una carga. SOLIDWORKS Simulation proporciona mapas en los que se muestran las áreas con tensiones altas y bajas en la estructura.



Límite elástico

¿Cuánto puede soportar la viga antes de romperse? Utilizamos el **límite elástico** como límite de la resistencia de la viga en función de las tensiones que soporta la viga. Tanto la sección de la viga como el material contribuyen a la resistencia.

Nota: En metales, el material suele flexionarse por la carga, pero vuelve a su forma original cuando la carga se elimina. El límite elástico es el punto en el que el material se flexiona y permanece flexionado cuando se elimina la carga. Esto se denomina deformación plástica.

Factor de seguridad

El **factor de seguridad** (FDS) es una forma rápida de ver el resultado del análisis. Se define como la relación de la tensión más alta y el límite elástico del material. Si tenemos un valor de **FDS > 1**, la estructura es segura. Si tenemos un valor de **FDS < 1**, la estructura no es segura.

Nota: Normalmente, los ingenieros diseñan para obtener un FDS superior a 2. En general, las estructuras se “sobrediseñan” por motivos de seguridad y fiabilidad.



Busque **tensión (física)**, **límite estático** o **factor de seguridad** para obtener más información.

Posprocesamiento

Una vez completado el análisis, el posprocesamiento puede comenzar.

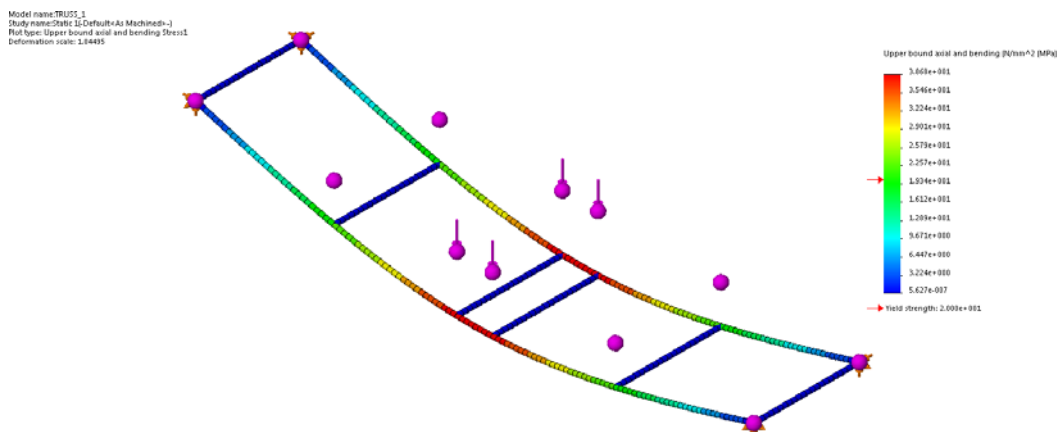
El posprocesamiento produce dos trazados en la carpeta *Resultados* del gestor de estudios de Simulation que pueden verse y modificarse. Estos trazados le ayudarán a comprender y modificar la estructura del puente.

Cuando comienza el posprocesamiento, se publican dos trazados en la carpeta *Resultados*: *Stress 1 (-STRMAX-High axial and bending)* y *Displacement1 (-Res disp-)*.

El trazado de tensiones se selecciona y se visualiza automáticamente.

14 Distribución de la tensión.

En la pantalla se muestra el modelo con desplazamiento. La **distribución de la tensión** está representada mediante los colores en el modelo desplazado. En el gráfico se muestra la distribución; los colores cálidos para las tensiones más altas y los colores fríos para las tensiones más bajas.

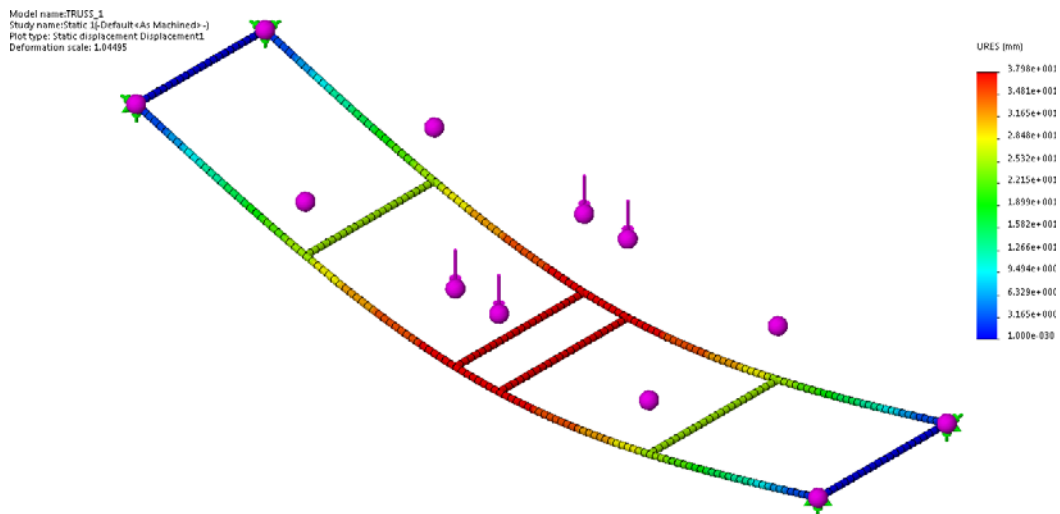


Nota: Las uniones ● pueden estar ocultas. Haga clic con el botón derecho del ratón en *Joint group* y seleccione **Ocultar** o **Mostrar**.

15 Desplazamiento.

Haga doble clic en el trazado *Desplazamientos1 (-Despl res-)* para verlo.

Lección 3: Análisis de la estructura



Interpretación de los resultados

Los trazados de tensiones y desplazamientos son útiles porque nos indican los valores reales y dónde son más altos. ¿Qué es un MPa? Tratemos de entender lo que significan los resultados. Estos son los resultados por el momento (*los suyos pueden variar un poco*):

Tensión	Desplazamiento
38,683 MPa (megapascasles)	3,798e + 001 mm

Números

El desplazamiento se muestra en la notación científica (sus resultados pueden tener una combinación de formatos diferente).

3,798e + 001 significa $3,798 \times 10^1$ o $3,798 \times 10^1 = 3,798 \times 10 = \underline{\hspace{2cm}}$ mm

¿A cuántas pulgadas equivale? Divida el resultado anterior entre 25,4 = pulg.

Unidades


Entender las unidades es importante para interpretar los resultados. Las unidades de longitud como los mm o las pulgadas son conocidas. Es posible que la tensión no lo sea. Las unidades de tensión son unidades de presión que miden fuerza/superficie. Quizás haya visto psi (libras por pulgada cuadrada) al inflar un neumático de bicicleta. Esta es la presión de un neumático en unidades comunes:

60 psi = 4,136854e + 005 Pa = 0,4136854 MPa ($1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2 = 1.000.000 \text{ Pa}$)

Creación de un nuevo trazado


Lo que es necesario saber es: ¿cuánta tensión puede soportar la estructura? La mejor solución es crear un trazado de **Factor de seguridad**. Se trata de un proceso de tres pasos.

Ubicación

- Administrador de comandos: **Simulation > Asesor de resultados**  **> Nuevo trazado > Factor de seguridad**
- Gestor de estudios de Simulation: haga clic con el botón derecho del ratón en la carpeta *Resultados* y haga clic en **Definir trazado de factor de seguridad**


16 Trazado de factor de seguridad.

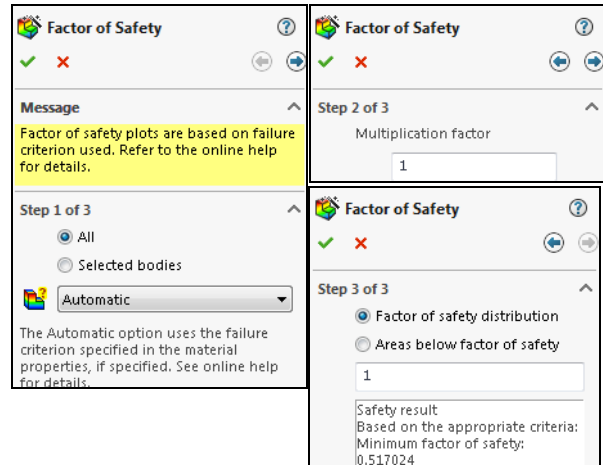
Haga clic con el botón derecho del ratón en la carpeta *Resultados* en el gestor de estudios de Simulation y seleccione **Definir trazado de factor de seguridad**.

Mantenga la configuración predeterminada y haga clic en **Siguiente** .

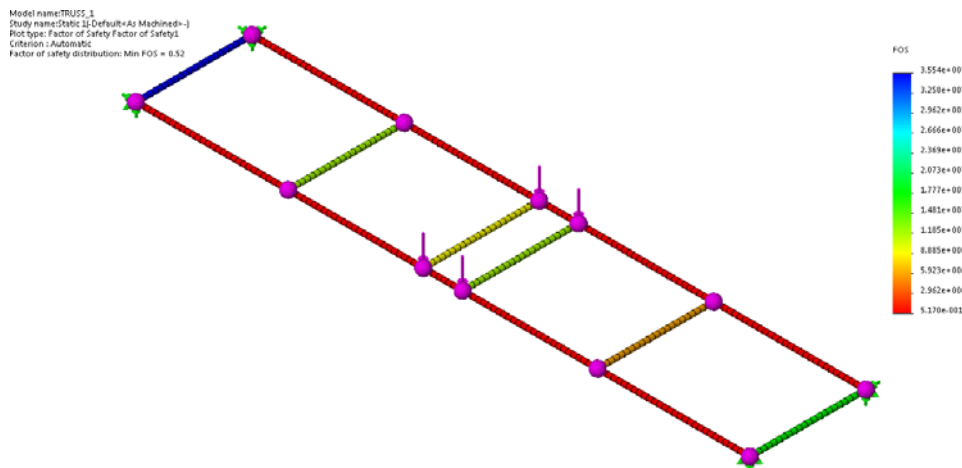
Mantenga el **Factor de multiplicación** en 1 y haga clic en **Siguiente** .

Haga clic en **Áreas por debajo del factor de seguridad**.

Haga clic en .



Nota: El factor de seguridad actual se incluye en el cuadro de diálogo como 0,517024 o 0,5 aproximadamente. Esto es menos que el valor mínimo de 1. El trazado aparece coloreado en azul o rojo.



¿Qué nos indica el trazado de factor de seguridad?

Las áreas que están por debajo del factor de seguridad se muestran en rojo en el trazado. Si un FDS de **1** es el límite, eso significa que la carga es demasiado pesada para que la estructura la soporte.

La carga debe reducirse.

Iteración de los cambios

Puesto que la estructura no puede soportar la carga, el siguiente paso consiste en averiguar cuál es la carga que la estructura puede soportar. Para hacerlo, cambiaremos la carga y volveremos a analizar la estructura hasta que podamos obtener un FDS de aproximadamente 1. Esto se denomina *iteración*.

Determinación de la carga

Antes de repetir un cambio y disminuir la carga, necesitamos decidir cuál es la disminución necesaria. La información actual nos indica que el FDS es de aproximadamente **0,5** para una carga de $4 \times 10 \text{ N} = 40 \text{ N}$.

Si multiplicamos el FDS por la carga total, el resultado debería producir un FDS de aproximadamente 1.

FDS X carga total = $0,5 \times 40 \text{ N} = 20 \text{ N}$ o **5 N** por cara.

Mediante la iteración, volveremos a analizar el modelo para ver si esta fórmula puede validarse.


Edición de los datos de simulación

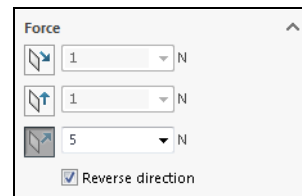
Los datos de simulación, como una carga externa, pueden editarse para reflejar el nuevo valor. Los resultados no se actualizarán hasta que el análisis se haya ejecutado nuevamente.

Ubicación

- Menú contextual: haga clic con el botón derecho del ratón en la operación de sujeción o carga y seleccione **Editar definición**

17 Edite la carga externa.

Haga clic con el botón derecho del ratón en la operación *Force-1* (:Por elemento: -10 N:) y seleccione **Editar definición**. Establezca la carga en **5 N** y haga clic en .



18 Vuelva a ejecutar.

Haga clic en **Simulation, Ejecutar** para volver a ejecutar el análisis.

19 Factor de seguridad.

Haga doble clic en el resultado *Factor de seguridad1* (-Automático-). El FDS es azul, lo que significa mayor que 1.

20 Cierre la pieza.

Haga clic en **Archivo, Cerrar** y, a continuación, en **Guardar** para guardar los cambios.

Conclusión

A partir del análisis, es obvio que la estructura era inadecuada para soportar la carga inicial. Mediante SOLIDWORKS Simulation, hemos podido repetir y descubrir la mayor carga que puede soportar la estructura.

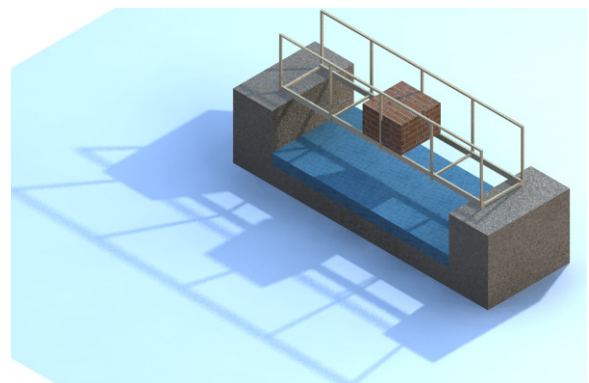
Lección 4: Realización de cambios de diseño

Objetivos de esta lección

- ❑ Entender la importancia del arriostramiento transversal.
- ❑ Averiguar la carga máxima.
- ❑ Ver trazados de desplazamiento.
- ❑ Editar trazados y gráficos para mejorar la visualización.
- ❑ Calcular la relación resistencia/peso.


Adición al diseño

Basándonos en el análisis de la estructura realizado con SOLIDWORKS Simulation, podemos concluir que la estructura necesita un refuerzo. Esta versión tiene paredes laterales agregadas que refuerzan el diseño y le permiten soportar cargas mayores.



Apertura del diseño

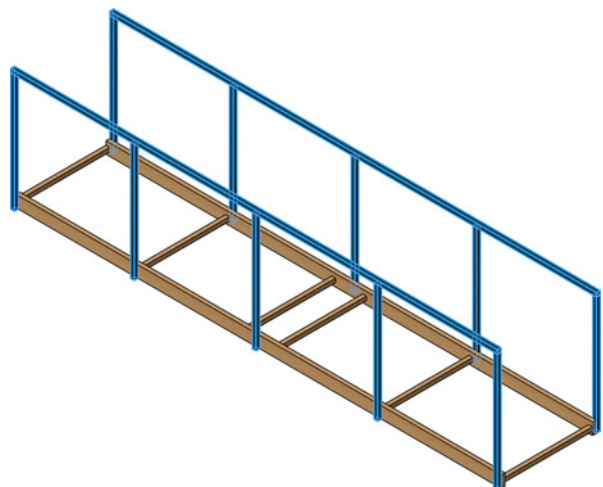
1 Abra el archivo de pieza.

Haga clic en **Abrir** .

En la ventana **Abrir**, vaya a la carpeta *Bridge Design Project\Student\Lesson 4*.

Seleccione *TRUSS_2.sldprt* y haga clic en **Abrir**.

Esta versión tiene laterales compuestos de miembros verticales y horizontales.

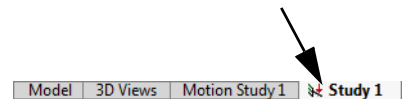


Estudio existente

Esta pieza es igual a la anterior con la adición de las paredes. También tiene un estudio denominado *Estudio1* que utiliza los mismos valores que la pieza anterior.

2 Acceda a un estudio existente.

Haga clic en la pestaña *Estudio1* ubicada en la parte inferior izquierda de la pantalla. Aparece el gestor de estudios de Simulation. El análisis tiene sujeciones, cargas externas y malla.



3 Ejecute el análisis.

Haga clic en **Simulation, Ejecutar**.

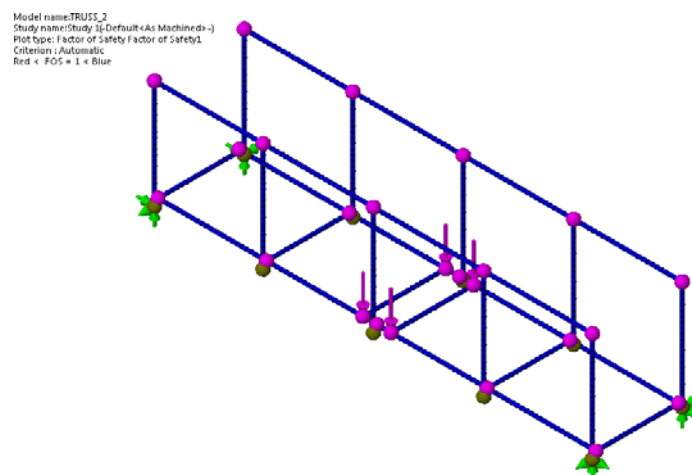
La simulación está lista para el posprocesamiento. Tenga en cuenta que el trazado de factor de seguridad *no* se crea automáticamente.

4 Trazado de factor de seguridad.

Haga clic con el botón derecho del ratón en la carpeta *Resultados* en el gestor de estudios de Simulation y seleccione **Definir trazado de factor de seguridad**. Utilice el mismo procedimiento que en Creación de un nuevo trazado en la página 40.

5 Etiquetas.

Haga clic con el botón derecho del ratón en el resultado *Factor of Safety1 (-FOS-)* y seleccione **Opciones de gráfico**. Haga clic en **Mostrar anotación mín.** y en



Los resultados muestran que el FDS ha disminuido en comparación con una carga inicial similar en la lección anterior.

Cambio de la carga

Repetiremos las cargas externas para ver cuánto puede soportar esta versión de la estructura, usando nuevamente un FDS de **1** como objetivo. En la lección anterior aprendimos que la multiplicación de la carga total por el factor de seguridad producía la carga máxima permitida.

$$20 \text{ N} \times 0,684 = 13,68 \text{ N} \text{ cada carga es } 13,68 \text{ N}/4 = \mathbf{3,42 \text{ N}}$$

6 Edite la carga externa.

Haga clic con el botón derecho del ratón en la operación *Force-1 (:Por elemento: -5 N:)* y seleccione **Editar definición**. Establezca la carga en **3,42 N** y haga clic en

7 Vuelva a ejecutar.

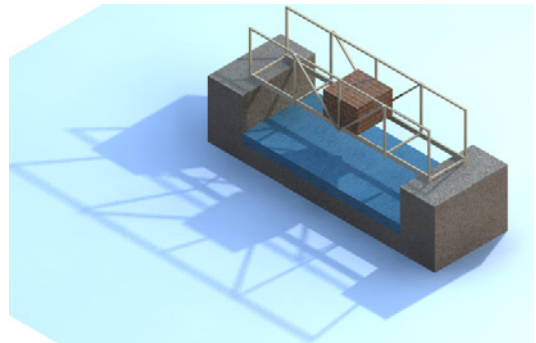
Haga clic en **Simulation, Ejecutar** para volver a ejecutar el análisis. El factor de seguridad mínimo nuevamente debería acercarse a **1**.


8 Cierre la pieza.

Haga clic en **Archivo, Cerrar** y, a continuación, en **Guardar** para guardar los cambios.

Arriostramiento transversal

En una lección anterior, se trató el valor de los triángulos y el arriostramiento transversal (Triángulos en la página 8). Veremos una estructura con cierto arriostramiento transversal para ver cómo cambia el resultado. Igual que antes, la carga permanece con el mismo valor (**3,42 N** en cuatro lugares) y todo es igual, a excepción del arriostramiento agregado.

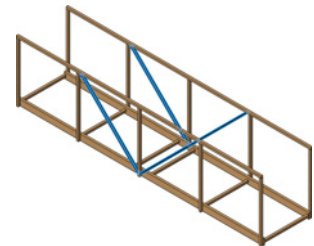
**Apertura del diseño****1 Abra el archivo de pieza.**

Haga clic en **Abrir** .

En la ventana **Abrir**, vaya a la carpeta *Lesson 4*.

Seleccione *TRUSS_3.sldprt* y haga clic en **Abrir**.

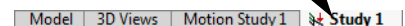
Esta versión es similar a la anterior con la adición de arriostramiento transversal en la sección central.

**Estudio existente**

Esta pieza es igual a la anterior con la adición de arriostramiento transversal. También tiene un estudio denominado *Estudio1* que utiliza los mismos valores que la pieza anterior.

2 Acceda a un estudio existente.


Haga clic en la pestaña *Estudio 1* ubicada en la parte inferior izquierda de la pantalla. Aparece el Gestor de estudios de Simulation. El análisis tiene sujeciones, cargas externas y malla.

**3 Ejecute el análisis.**

Haga clic en **Simulation, Ejecutar**.

La simulación está lista para el posprocesamiento. Cree el trazado de FDS. El valor es mayor que 1 (agregue etiquetas utilizando el procedimiento que se muestra en paso **5** en la página 44).

4 Edite la carga externa.

Haga clic con el botón derecho del ratón en la operación *Force-1* y seleccione **Editar definición**. Establezca la carga en **5,4 N** y haga clic en .

5 Vuelva a ejecutar.

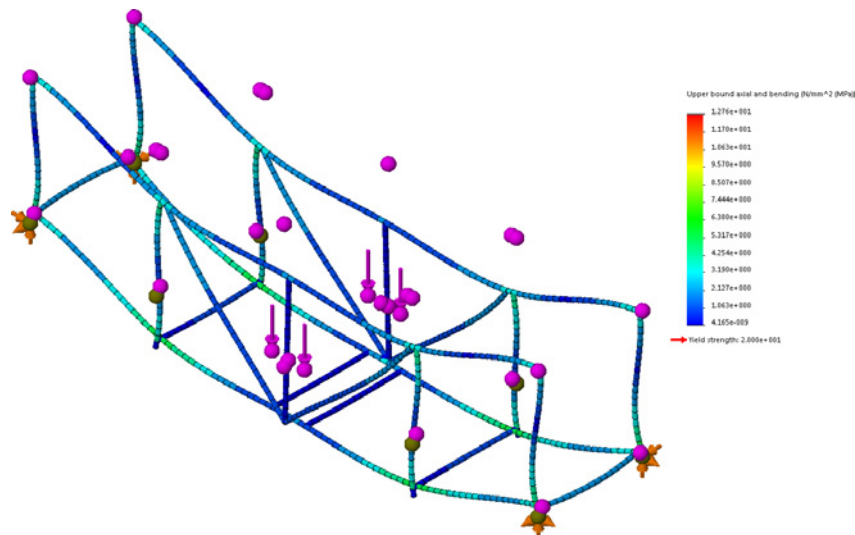
Haga clic en **Simulation, Ejecutar** para volver a ejecutar el análisis. El FDS mínimo nuevamente debería acercarse a **1**.

¿Qué hizo el arriostramiento transversal?

El arriostramiento transversal crea triángulos que "tensan" la estructura y le ayudan a resistir la flexión y la torsión. Para ver su efectividad, veremos el resultado.

6 Trazado de tensiones.

Haga clic con el botón derecho del ratón en el trazado *Stress1 (Tensión1) (-STRMAX: Tensión axial y de flexión en el límite superior-)* para ver el trazado de tensiones.



Uso de trazados

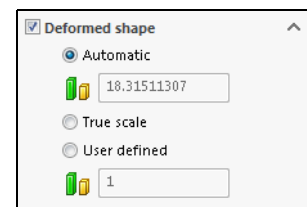
Hay muchas opciones que pueden utilizarse para facilitar la lectura y la comprensión de los trazados. Analizaremos algunas opciones para cambiar el aspecto de los mismos.

Factor del trazado de deformación

Es posible que la forma deformada del trazado de tensión utilice un desplazamiento exagerado, que puede resultar muy grande. Para exagerar el desplazamiento, puede establecer la forma deformada en un valor **Automático** o **Definido por el usuario** de su elección.

7 Forma deformada.



Haga clic con el botón derecho del ratón en el trazado *Stress1 (Tensión1) (-STRMAX: Tensión axial y de flexión en el límite superior-)* y seleccione **Editar definición**. Asegúrese de que las opciones **Forma deformada** y **Automático** estén seleccionadas. Haga clic en

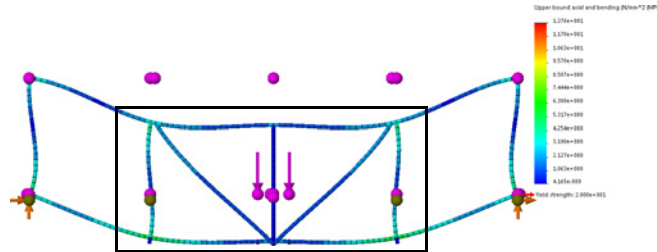


Ubicación

- Barra de herramientas transparente Ver: **Orientación de la vista** , **Frontal**
- Método abreviado del teclado: **Ctrl+1**

8 Vista frontal.

Haga clic en **Frontal**  en el icono **Orientación de vista**  y observe la distribución de la tensión del modelo desde el frente. La sección central del modelo, con arriostramiento transversal, mantiene su forma mejor que los extremos debido a la resistencia agregada por el arriostramiento.



Superposición del modelo

Las opciones de **Configuración** permiten superponer la forma no deformada y cambiar el aspecto del gráfico para mostrar los cambios en un color distinto.


Ubicación

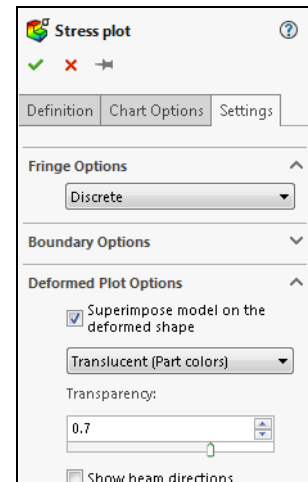
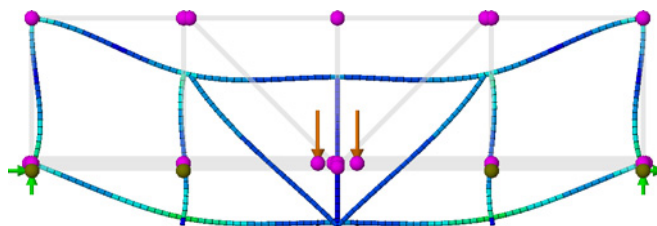
- Menú contextual: haga clic con el botón derecho del ratón en un trazado y seleccione **Configuración**

9 Configuración.

Haga clic con el botón derecho del ratón en el trazado *Stress1* (*Tensión1*) (-STRMAX: Tensión axial y de flexión en el límite superior-) y seleccione **Configuración**.

En **Opciones de borde**, seleccione **Discreto**. En **Opciones de trazado de deformación**, haga clic en **Superponer el modelo sobre la deformación** y establezca la **Transparencia** en **0,7**.

Haga clic en .



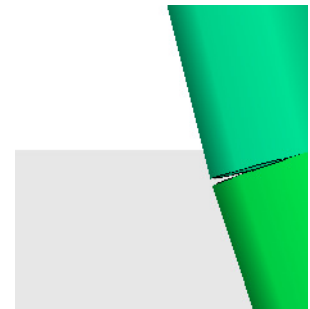
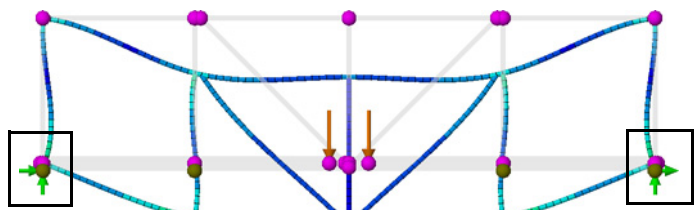
Nota: El título y los gráficos de colores pueden moverse mediante las acciones de arrastrar y colocar.

El eslabón más débil

¿Conoce la expresión “el eslabón más débil”? El significado literal es la parte más vulnerable de una cadena, el eslabón con más posibilidades de romperse.

Si observa atentamente la sección inferior izquierda de la imagen, verá la etiqueta del valor de tensión más alto. Este es el eslabón más débil, un área de *tensión alta*.

Debe haber un área de tensión alta similar (en rojo) a la derecha, cerca de la sujeción. Si amplía la vista con el zoom podrá verla.

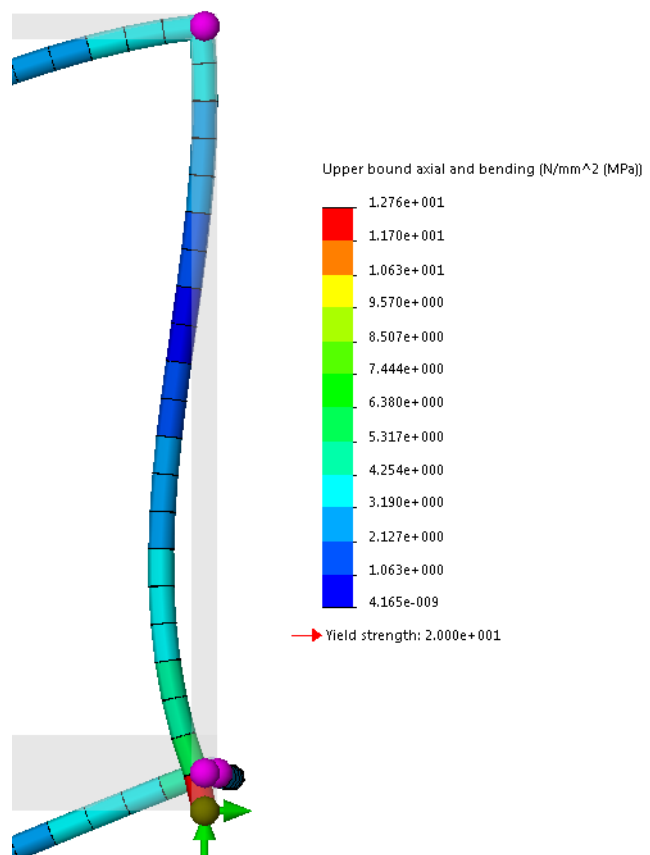


Colores de distribución de la tensión

La distribución de la tensión siempre incluye un gráfico de colores que permite comparar los colores con los valores de tensión reales. La tensión máxima aparece en amarillo/rojo/naranja y la más baja aparece en tonos azules.

Se utiliza SOLIDWORKS Simulation para identificar los “eslabones más débiles” del modelo para que puedan repararse.

Tenga en cuenta que la tensión más alta quizás no haga que la estructura falle. Siga la flecha **Límite elástico**, que es el punto de fallo.



Uso de la identificación de valores

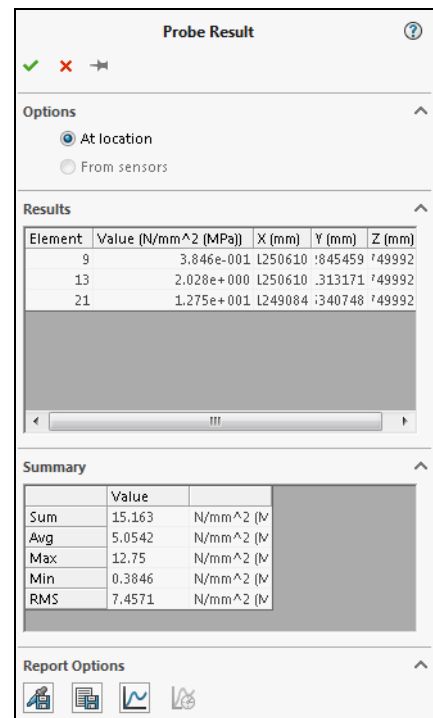
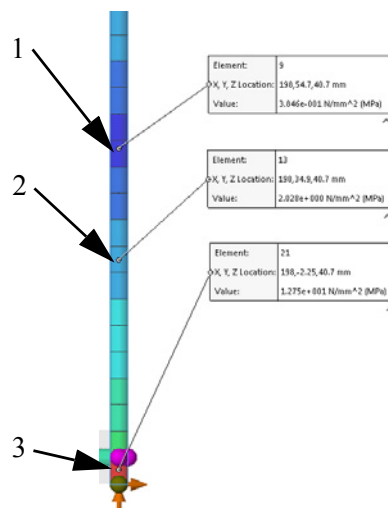
Las identificaciones de valores le permiten obtener información más detallada de un trazado mediante la selección directa de los elementos. El elemento recibirá una etiqueta que muestra el valor exacto, por tipo, de dicho elemento. Los trazados también pueden generarse a partir de los datos de la identificación de valores.

Ubicación

- Administrador de comandos: **Simulation > Herramientas de trazado**  > **Identificar valores** 
- Menú: haga clic en **Simulation, Herramientas de resultados, Identificar valores**


10 Agregue una instancia de identificación de valores.


Haga clic en **Simulation, Herramientas de resultados, Identificar valores**. Seleccione los elementos de arriba hacia abajo, en orden, como se muestra. Los valores muestran que el valor de tensión aumenta considerablemente del primero a los últimos elementos seleccionados.

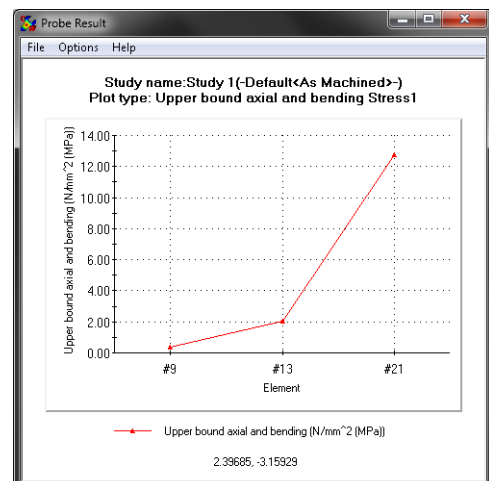


Nota: Realice selecciones similares a las que se muestran aquí. Las etiquetas que se ven pueden tener valores y números de elementos algo diferentes.

11 Trazado.

Haga clic en **Trazado**  para crear una instancia de **Identificar resultados**. El cambio en el valor de tensión en esos pocos elementos es significativa como lo demuestra el trazado.


Haga clic en la “x” para cerrar el cuadro de diálogo **Identificar resultados** y en  para cerrar el PropertyManager **Identificar resultados**.



12 Isométrica.

Haga clic en **Isométrica**  en el icono **Orientación de vista** .

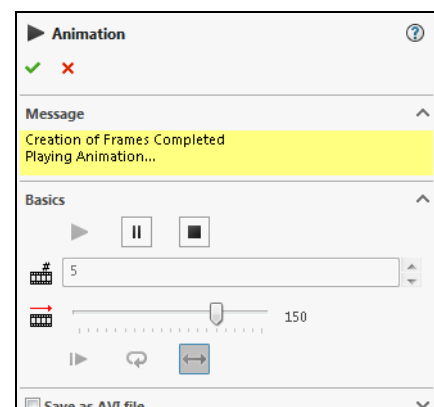
13 Forma deformada.

Haga clic con el botón derecho del ratón en el trazado *Stress1 (Tensión1) (-STRMAX: Tensión axial y de flexión en el límite superior-)* y seleccione **Editar definición**. Haga clic en **Forma deformada** y en **Automático**. Haga clic en .

14 Anime.

Haga clic en **Simulation, Herramientas de resultados, Animar**. Mueva el control deslizante de **Velocidad** al valor de **10** como se muestra.

Haga clic en .



Ajuste del formato de número

Los valores que acompañan a los gráficos utilizan un formato de número basado en el tamaño. Por ejemplo, si los números son muy pequeños o muy grandes, se utiliza una notación científica. Puede cambiar el formato de número para facilitar la lectura de los gráficos. Aquí se muestra el mismo número en tres formatos de número diferentes.

Notación científica	Flotante	General
3,727e+000	3,727	3,73

15 Desplazamiento.

Haga doble clic en el trazado *Desplazamientos1 (-Despl res-)*. Los números de desplazamiento tienden a ser pequeños y en este gráfico oscilan entre 0 y 3 mm aproximadamente. Se expresan en notación científica pero sería más fácil leerlos en formato decimal.


Ubicación

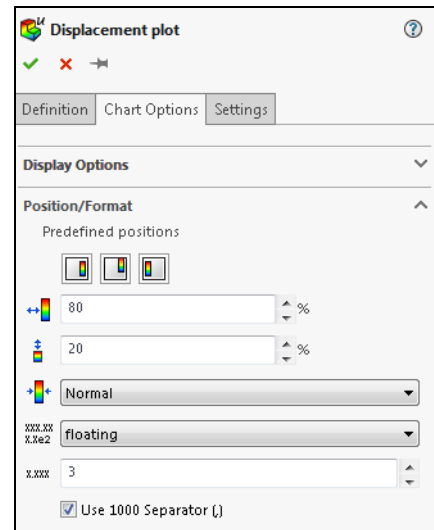
- Menú contextual: haga clic con el botón derecho del ratón en un trazado y seleccione **Opciones de gráfico**

16 Opciones de gráfico.

Haga clic con el botón derecho del ratón en el trazado *Desplazamientos1 (-Despl res-)* y seleccione **Opciones de gráfico**. En **Posición/Formato**, seleccione **Formato de número flotante**.

Los números son tan fáciles de leer como los números de formato flotante.

Haga clic en .



Solución

Ahora que se han identificado las zonas débiles, se pueden solucionar. ¿Cuál cree que es la mejor solución para este problema?

- 1 Disminuya la carga para aumentar el FDS a un valor mayor que 1.
- 2 Agregue arriostramiento transversal a las secciones sin arriostramiento.

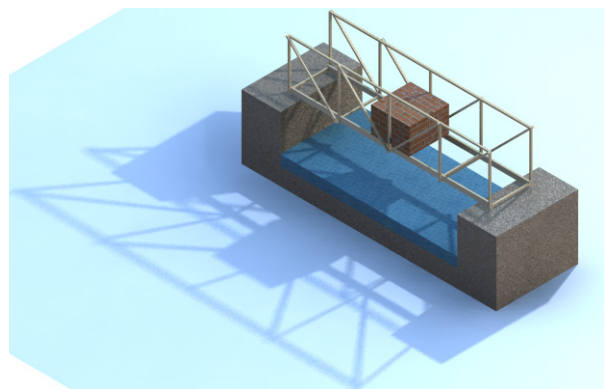
Elegiremos el elemento 2 y luego maximizaremos la carga sobre la estructura.

17 Cierre la pieza.


Haga clic en **Archivo, Cerrar** y, a continuación, en **Guardar** para guardar los cambios.

Acabado del arriostramiento

Para completar el arriostramiento transversal, se han agregado miembros en las secciones externas. Veamos qué hace esto en la estructura.



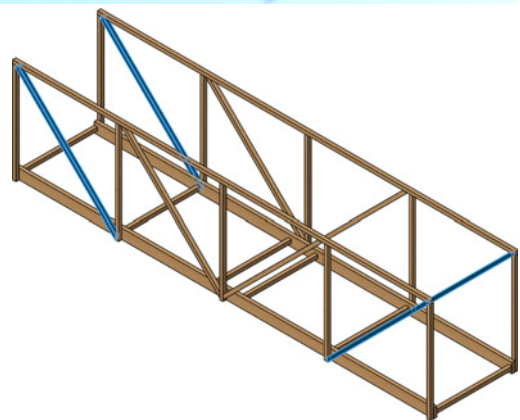
1 Abra el archivo de pieza.

Haga clic en **Abrir** .

En la ventana **Abrir**, vaya a la carpeta *Lesson 4*.

Seleccione *TRUSS_4.sldprt* y haga clic en **Abrir**.

Esta versión es similar a la anterior con un arriostramiento transversal total.



2 Vuelva a ejecutar.

Abra el estudio existente *Estudio1* y vuelva a ejecutar el análisis.

Comparación de tensiones

El arriostramiento agregado parece haber sido muy efectivo. ¿Cómo podemos asegurarlo? La tensión máxima se ha reducido.

¿Espera que el valor de FDS aumente o disminuya? _____

3 Trazado de factor de seguridad.

Cree un trazado de factor de seguridad y verifique el valor del FDS.

4 Maximice la carga externa.

Nuevamente, maximizaremos la carga para un factor de seguridad de **1**.

$$5,64 \times 5,4 \text{ N} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$$

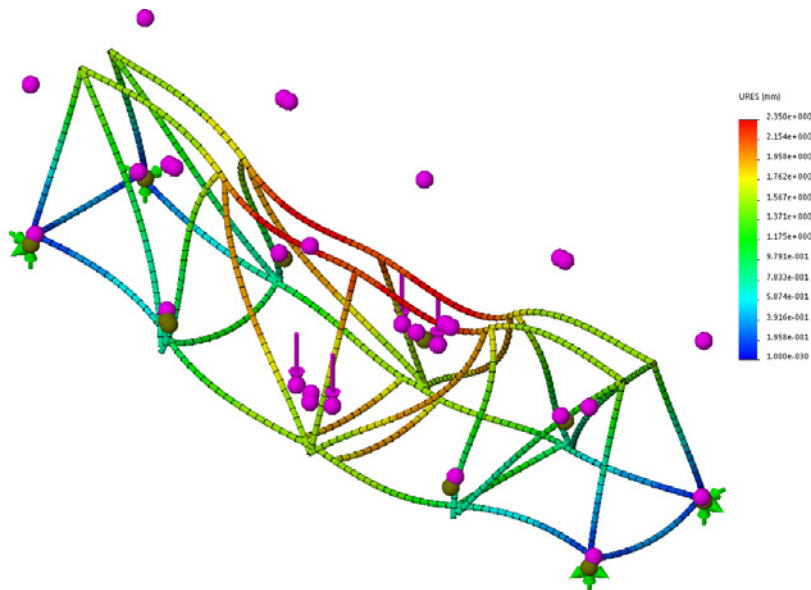
Edite la carga externa de la operación *Force-1* y establézcala en **30,46 N**.

5 Vuelva a ejecutar.

Haga clic en **Simulation, Ejecutar** para volver a ejecutar el análisis. El FDS mínimo nuevamente debería acercarse a **1**.

6 Desplazamiento.

Haga doble clic en el trazado *Desplazamientos1 (-Despl res-)*. Anime el trazado.



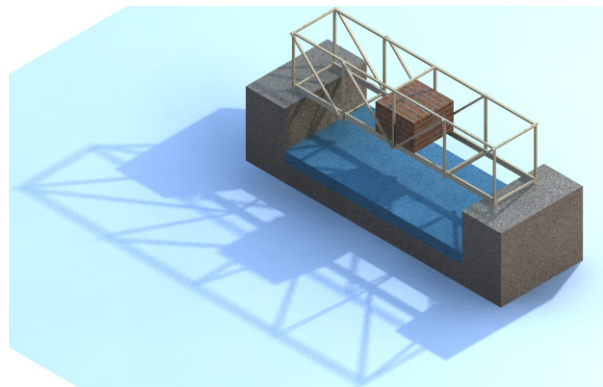
Los desplazamientos son más pequeños, pero quizás advierta que el modelo tiene una forma extraña. Las partes superiores de las paredes se flexionan hacia dentro. Se requieren algunos arriostramientos adicionales.

7 Cierre la pieza.


Haga clic en **Archivo, Cerrar** y, a continuación, en **Guardar** para guardar los cambios.

Vigas superiores

Para completar la estructura, se han agregado miembros en la parte superior de las paredes, conectándolas. Veamos qué hace esto en la estructura.



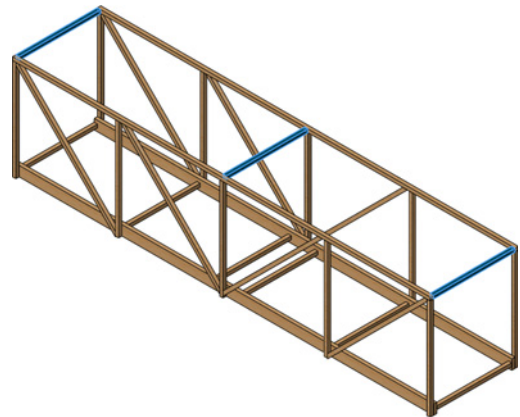
1 Abra el archivo de pieza.

Haga clic en **Abrir** .

En la ventana **Abrir**, vaya a la carpeta *Lesson 4*.

Seleccione *TRUSS_5.sldprt* y haga clic en **Abrir**.

Esta versión es similar a la anterior con tres barras de arriostramiento superiores agregadas.



2 Abra un estudio existente.

Abra el estudio existente *Estudio1*.


3 Análisis y ediciones.

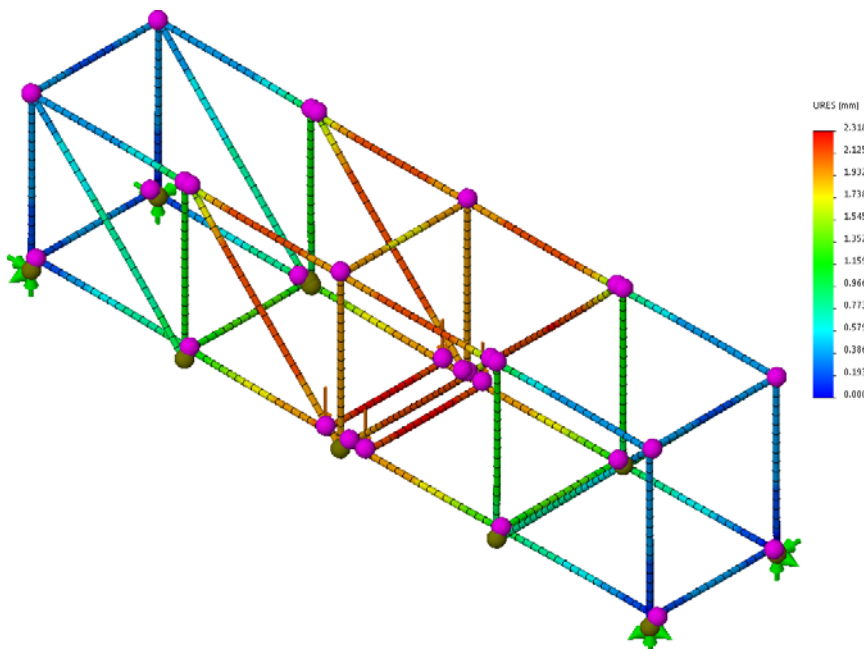
Ejecute el análisis y cree un trazado de FDS. El FDS disminuye por encima de **1**.

Para acercar el FDS a 1, cambie la carga a 37,95 y ejecute de nuevo.

4 Desplazamiento.

Si bien el arriostramiento adicional hizo muy poco para cambiar la carga máxima, reduce el desplazamiento máximo.

Haga clic con el botón derecho del ratón en el desplazamiento y seleccione **Editar definición**. Establezca el valor de **Forma deformada** en **Escala real** y haga clic en . También haga clic en **Opciones de gráfico** y seleccione **Flotante** como el **Formato de número**.




Relación resistencia/peso

Esta es solo una de las muchas estructuras que pueden diseñarse para soportar una carga. Si hubiera tres estructuras diferentes que soportaran tres cargas distintas, ¿cómo podría determinar qué diseño es el más eficaz? Puede usar la **relación resistencia/peso** (carga máxima/peso de la estructura).

¿Qué hace nuestro peso de la estructura?

Mediante SOLIDWORKS, es fácil averiguar las propiedades de la masa. Se han calculado para el modelo automáticamente.

Ubicación

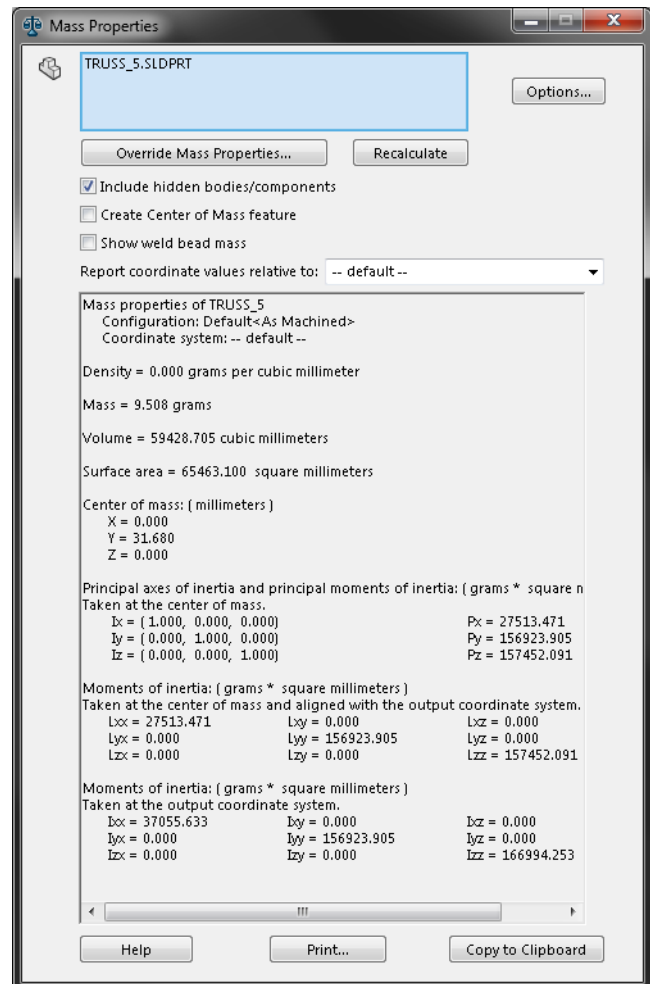
- Administrador de comandos: **Evaluar > Propiedades físicas** 
- Menú: **Herramientas, Propiedades físicas**

5 Propiedades físicas.

Haga clic en **Herramientas, Propiedades físicas** para ver una lista de las propiedades físicas de la pieza. La información clave es la línea de **Masa**. Es el peso total de la estructura en gramos.

Haga clic en **Cerrar**.

Nota: Conversión de gramos a newtons: 1 gramo es 0,01 newtons aproximadamente.



Comparación de eficacia

Utilice la información del siguiente gráfico para calcular la **capacidad de carga máxima** y la **eficacia** para cada iteración en el diseño. ¿Qué diseño es el más eficaz?

Estructura	Carga máxima	Peso de la estructura	Eficacia (Carga máxima/ peso)
TRUSS_1	20 N	4,566 g = _____N	_____
TRUSS_2	13,68 N	7,418 g = _____N	_____
TRUSS_3	21,6 N	8,266 g = _____N	_____
TRUSS_4	121,84 N	9,130 g = _____N	_____
TRUSS_5	151,8 N	9,508 g = _____N	_____

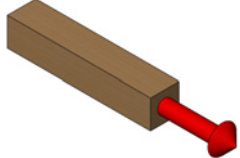
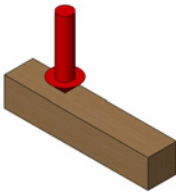
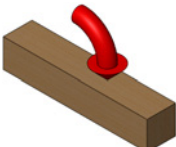
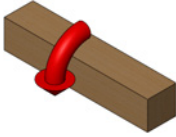
¿Qué iteración de la estructura ha resultado ser la más eficaz? _____

6 Cierre la pieza.

Haga clic en **Archivo, Cerrar** y, a continuación, en **Guardar** para guardar los cambios.

Otros aspectos a explorar

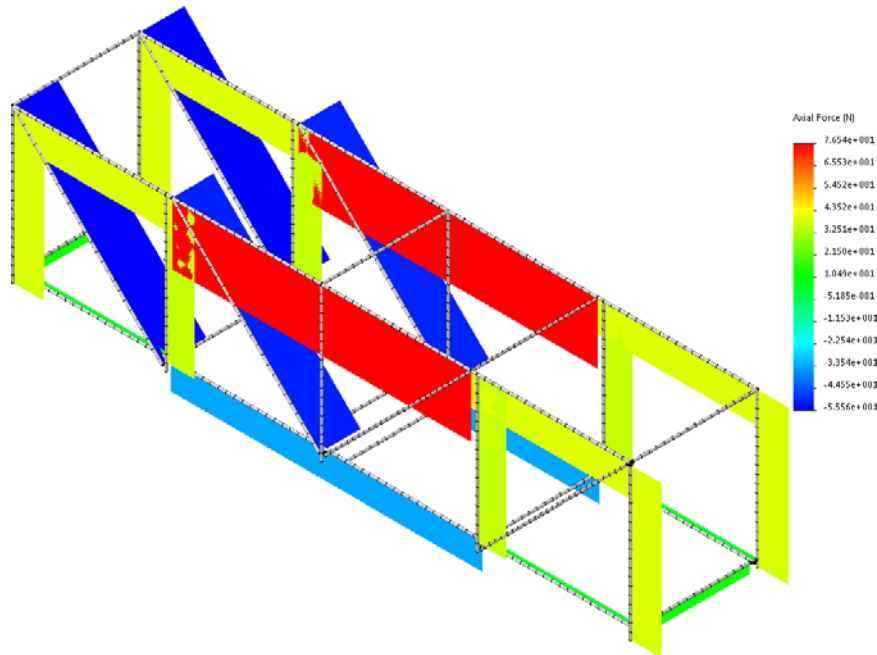
Cada simulación puede tener múltiples trazados para mostrar los resultados de diferentes maneras, pero el análisis de vigas tiene un tipo único, el **diagrama de vigas**. Este trazado puede utilizarse para mostrar diversas cantidades directamente en las vigas. Las fuerzas y cortaduras se muestran en newtons (**N**), los momentos y la torsión en newton-metros (**N-m**).

Tipo de fuerza de vigas	Dirección de fuerza
Fuerza axial	
Fuerza cortante (direccional)	
Momento (direccional)	
Torsión	

Un diagrama de viga puede agregarse a los resultados haciendo clic con el botón derecho del ratón en la carpeta Resultados y seleccionando **Definir diagramas de vigas**. También se debe seleccionar uno de los tipos anteriores.

Lectura del trazado

Como ejemplo, observe el trazado utilizando la **Fuerza axial**. La fuerza axial en los miembros del arriostramiento angular es de color azul, lo que significa que el valor se encuentra entre **-44 N** y **55 N**. Los arriostramientos están en tensión, porque sus valores de fuerza axial son negativos.



Nota: Las fuerzas axiales en el miembro vertical más cercano a las cargas externas son muy pequeñas porque los arriostramientos absorben la mayor parte de la carga.

Lección 5: Uso de un ensamblaje

Objetivos de esta lección

- ☐ Abrir un ensamblaje.
- ☐ Mover los componentes del ensamblaje.
- ☐ Comprobar las interferencias entre los componentes del ensamblaje.
- ☐ Realizar un cambio en una pieza mientras está en el ensamblaje.


Prueba de un ensamblaje

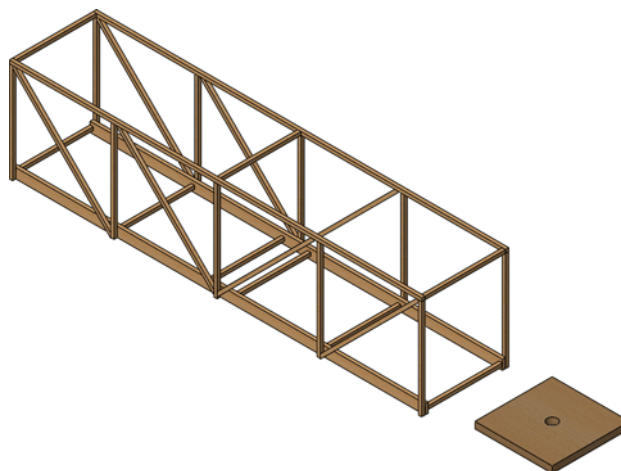
Los ensamblajes son archivos de SOLIDWORKS que contienen varias piezas. Podemos usar un ensamblaje para comprobar si un bloque de prueba, que representa un vehículo, puede moverse por la estructura.

Ensayo mediante el bloque de prueba



Si fuera a construir y comprobar esta estructura, tendría que cumplir ciertos criterios de longitud, anchura y altura. Uno de los criterios sería una prueba para ver si un bloque de madera de un determinado tamaño y longitud podría pasar.

1 Abra el archivo de ensamblaje.

Haga clic en **Abrir** . En la ventana **Abrir**, vaya a la carpeta *Bridge Design Project\Student\Lesson 5*. Seleccione *Test_Block_Assembly.sldasm* y haga clic en **Abrir**. El ensamblaje incluye una copia de la estructura previa y una representación de un bloque de madera.

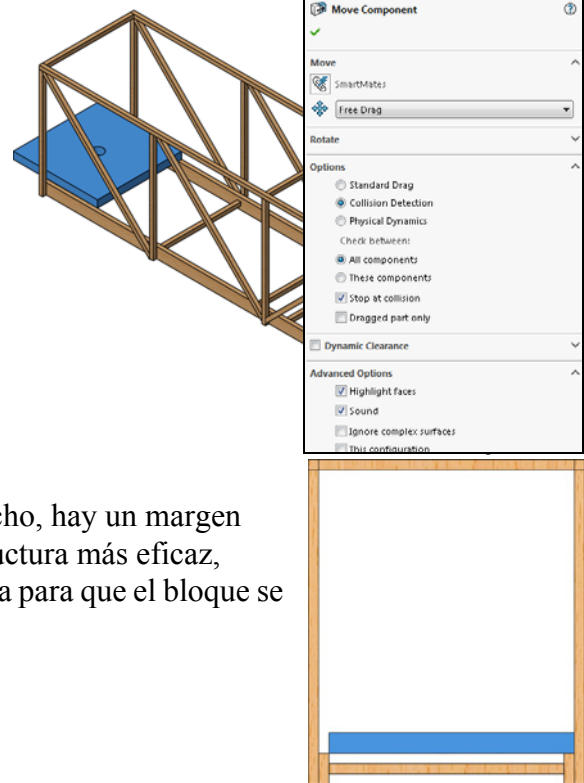


Ubicación


- Administrador de comandos: **Ensamblaje > Mover componente**  > **Mover componente** 
- Menú: **Herramientas, Componente, Mover**

2 Mueva el componente.

Seleccione el componente *Load_Plate_75* y haga clic en **Herramientas, Componente, Mover**. En el cuadro de diálogo, haga clic en **Detección de colisión, Todos los componentes, Detener al colisionar, Resaltar caras y Sonido**. Seleccione y arrastre *Load_Plate_75* a través de la estructura. Debería moverse suavemente a través de la estructura y de vuelta a la posición inicial fuera de la estructura.



3 Ajuste.

El bloque se ajusta a la estructura. De hecho, hay un margen mayor del necesario. Para obtener la estructura más eficaz, debemos limitar la anchura de la estructura para que el bloque se ajuste a un margen muy pequeño. Haga clic en .

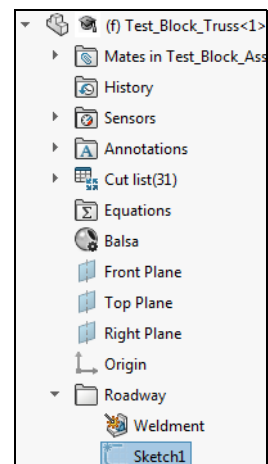
Cambio del modelo

Los cambios realizados en un modelo afectan al ensamblaje y al análisis.



4 Expanda las operaciones.

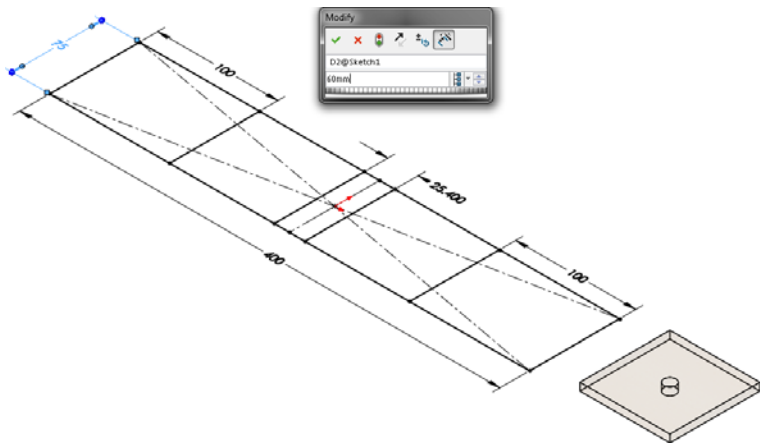
En el FeatureManager, haga doble clic en el componente *Test_Block_Truss* y, a continuación, en la carpeta *Roadway* para expandirla.

Haga doble clic en la operación *Sketch1* (Croquis1).



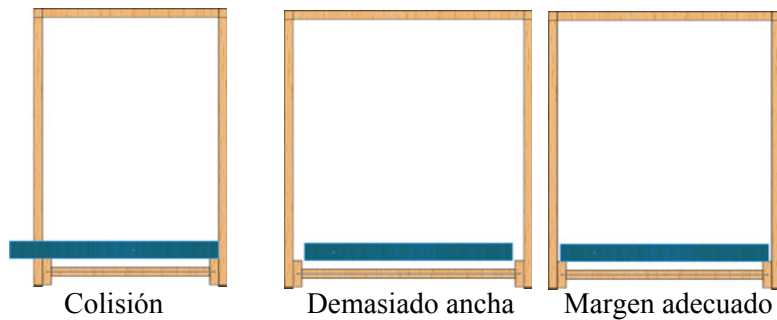
5 Cambie la cota.

Haga doble clic en la cota **75** y cámbiela a **60**. Haga clic en **Reconstrucción**  y en . El tamaño de la pieza de la estructura cambia.



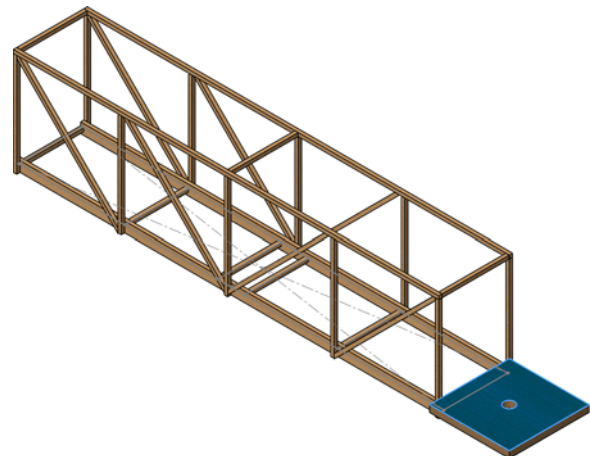
Detección de colisión

Los márgenes son pequeñas distancias entre las piezas diseñadas para que encajen correctamente. Si cualquier pieza es demasiado pequeña o demasiado grande, el ensamblaje no encajará correctamente.



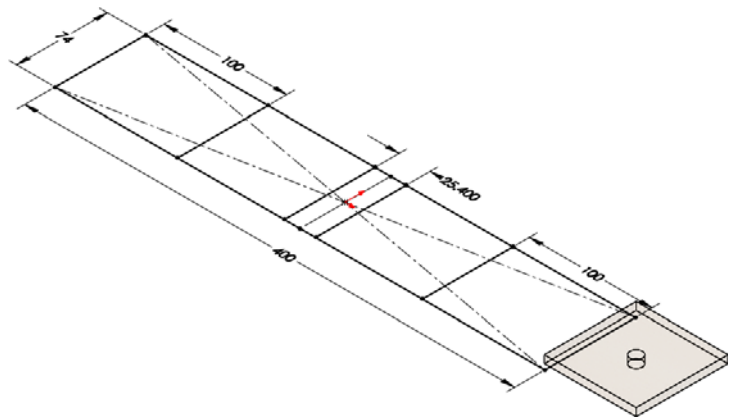
6 Mueva.

Utilice el mismo procedimiento **Mover** de antes (paso 2) e intente mover el bloque por la estructura. Colisiona con la estructura.



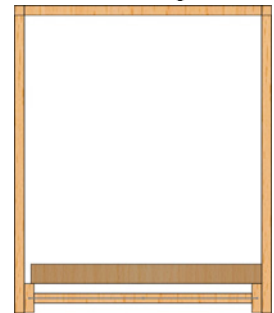
7 Aumente la anchura.

Mediante el mismo procedimiento de cambio de cota (paso 5), cambie la cota a **74 mm**.




8 Corrija el tamaño.

Este tamaño proporciona un pequeño margen y permite que el bloque se deslice.



9 Abra la pieza.

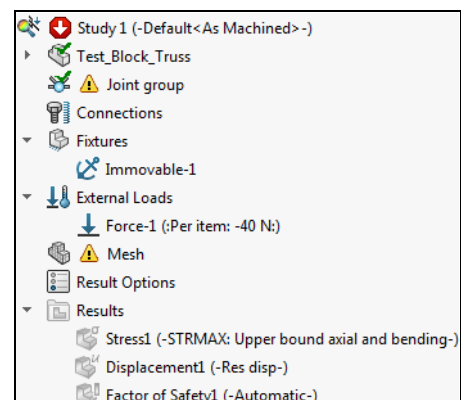
Haga clic con el botón derecho del ratón en *Test_Block_Truss* en el FeatureManager y seleccione **Abrir pieza** . La pieza de la estructura se abre en su propia ventana.

Actualización del análisis

El modelo ha cambiado y ahora es más angosto. El cambio del modelo producirá diversos errores en las uniones que, a su vez, provocarán errores en las sujeciones, las cargas y la malla.

10 Advertencias y errores.

Haga clic en *Estudio1*. Hay marcadores de advertencia y error en diversas operaciones.

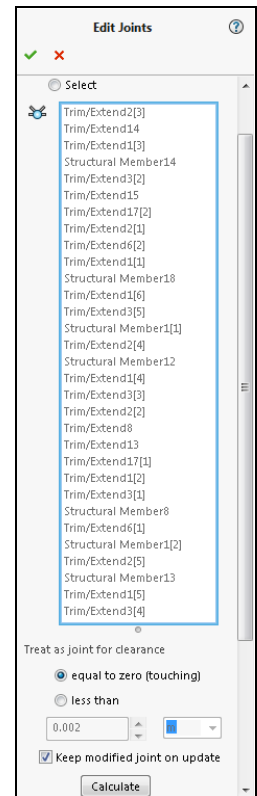


11 Grupo de juntas.


Haga clic con el botón derecho del ratón en *Joint Group* y seleccione **Editar**.

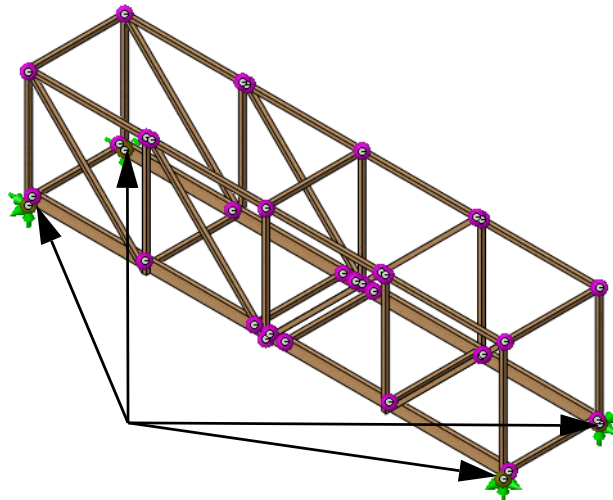
Haga clic en **Calcular** y en .

El mensaje dice *Se vuelven a calcular las juntas. Las juntas calculadas pueden tener el mismo aspecto, pero el orden puede ser distinto. Es posible que sea necesario volver a definir el elemento de sujeción/carga/conexión.* Haga clic en **Aceptar**.




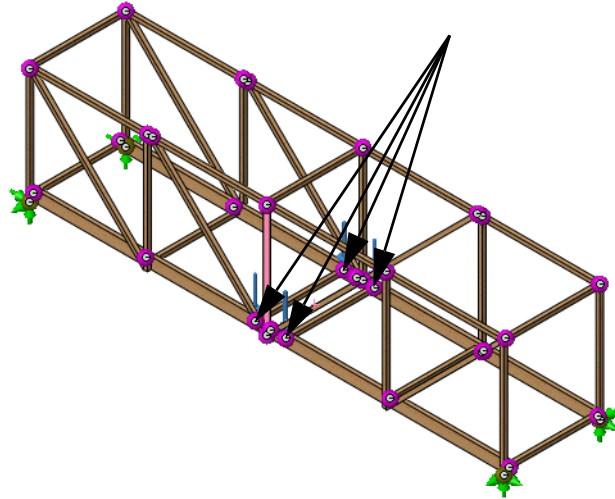
12 Sujeción.

Haga clic con el botón derecho del ratón en la sujeción *Immovable-1* y seleccione **Editar definición**. Compruebe que se hayan seleccionado las mismas cuatro uniones (verdes) y haga clic en .



13 Carga.

Haga clic con el botón derecho del ratón en la carga externa *Force-1* (:Por elemento: - 37,95 N:) y seleccione **Editar definición**. Compruebe que están seleccionadas las cuatro juntas como se muestra y haga clic en .



14 Mallado y ejecución.

Haga clic con el botón derecho del ratón en la operación *Mesh* (Malla) y seleccione **Crear malla y ejecutar**. Los cambios son insignificantes. Haga clic en **Archivo, Cerrar** y guarde todos los cambios.

Lección 6: Realización de dibujos de la estructura

Objetivos de esta lección

- ❑ Agregar una vista de dibujo de la pieza.
- ❑ Crear una tabla de listas de cortes para pieza soldada.
- ❑ Agregar globos a una vista de dibujo.

Dibujos

SOLIDWORKS permite crear fácilmente dibujos de piezas y ensamblajes. Estos dibujos están totalmente asociados a las piezas y ensamblajes a los que hacen referencia. Si cambia una cota en el dibujo acabado, ese cambio se propagará al modelo. De igual forma, si cambia el modelo, el dibujo se actualizará automáticamente.

Los dibujos comunican tres cosas acerca de los objetos que representan:

- ❑ **Forma:** las *vistas* comunican la forma de un objeto.
- ❑ **Tamaño:** las *cotas* comunican el tamaño de un objeto.
- ❑ **Otra información:** las *notas* comunican información no gráfica acerca de procesos de fabricación, como perforación, fresado, refrentado, pintura, chapado, esmerilado, tratamiento térmico, eliminación de rebabas, etc.

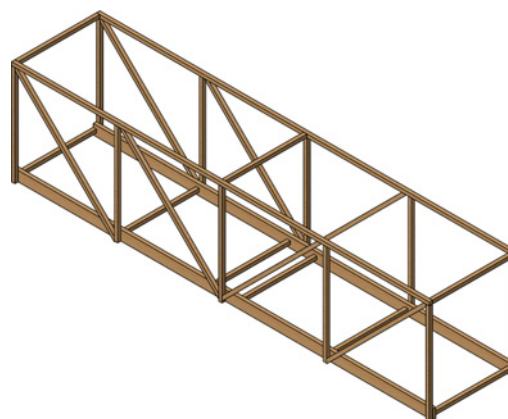
Creación de un dibujo y vistas

Una vez completado el modelo, puede hacerse un dibujo con esa pieza. En este ejemplo, se ha asociado una hoja de dibujo en blanco a la pieza.

- 1 Abra el archivo de pieza **Drawings**.

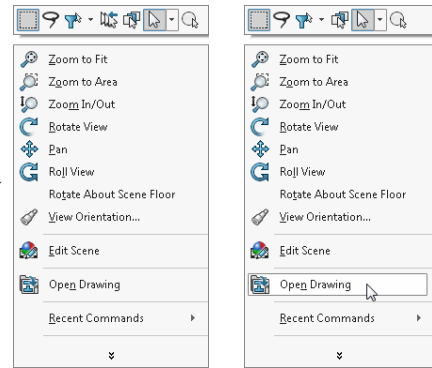
En la ventana **Abrir**, vaya a la carpeta *Bridge Design Project\Student\Lesson 6*.

La pieza es un modelo completo de la estructura.





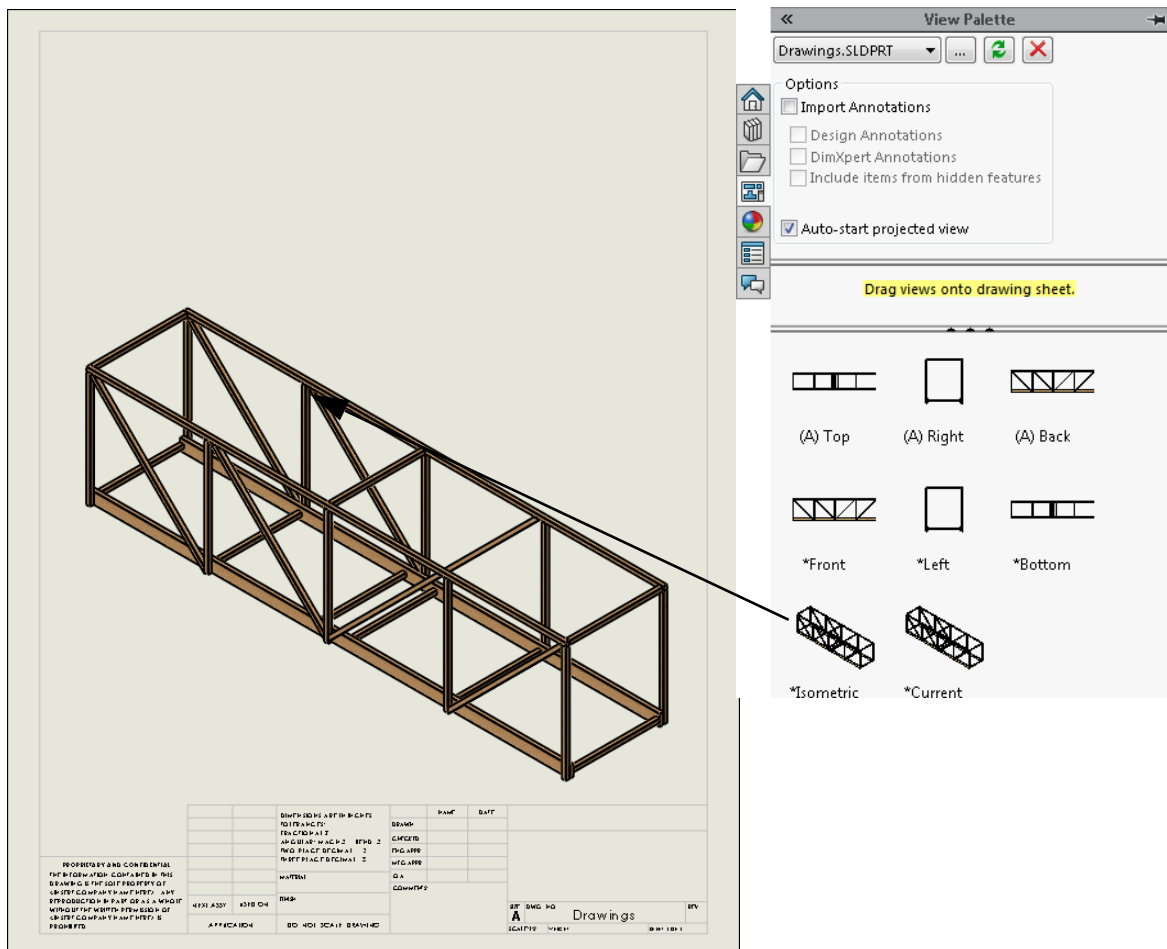
2 Abra el archivo de dibujo.

Esta pieza tiene un archivo de dibujo asociado. No tiene vistas de dibujo ni notas, pero contiene gran parte de la configuración que necesitamos. Para abrirlo, haga clic con el botón derecho del ratón en la zona de gráficos y seleccione **Abrir dibujo**.



3 Expanda la Paleta de visualización.

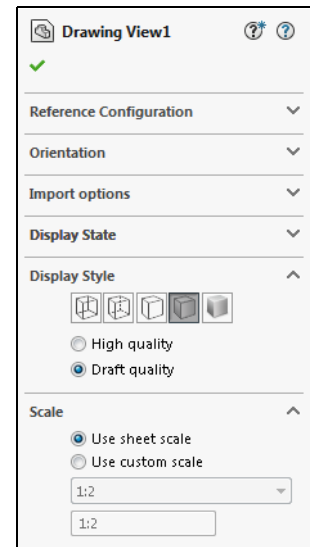
Haga clic en **Paleta de visualización**  para expandirla. La Paleta de visualización contiene vistas de la pieza actual. Haga clic en **Actualizar**  y desactive **Importar anotaciones**. Arrastre y coloque una vista **Isométrica* de la Paleta de visualización en la hoja de dibujo.



4 Propiedades de la vista del dibujo.

Seleccione **Sombreado con aristas**  en **Estilo de visualización**. Haga clic en **Escala de hoja**.



Haga clic en  para completar la vista.



¿Qué es una tabla de listas de cortes para pieza soldada?

La **tabla de listas de cortes para pieza soldada** es una lista de los miembros o vigas de la pieza. Están organizadas en grupos por longitud e incluyen un número de elemento, cantidad, descripción y longitud. Toda esta información se extrae de la pieza.

Ubicación

- Administrador de comandos: **Anotación > Tablas**  > **Lista de cortes para pieza soldada** 
- Menú: **Insertar, Tablas, Lista de cortes para pieza soldada**

5 Lista de cortes para pieza soldada.

Haga clic en **Insertar, Tablas, Lista de cortes para pieza soldada** y seleccione la vista de dibujo.

Seleccione el archivo *Bridge_Weldments.sldwldtbl* como la **Plantilla de tabla**.

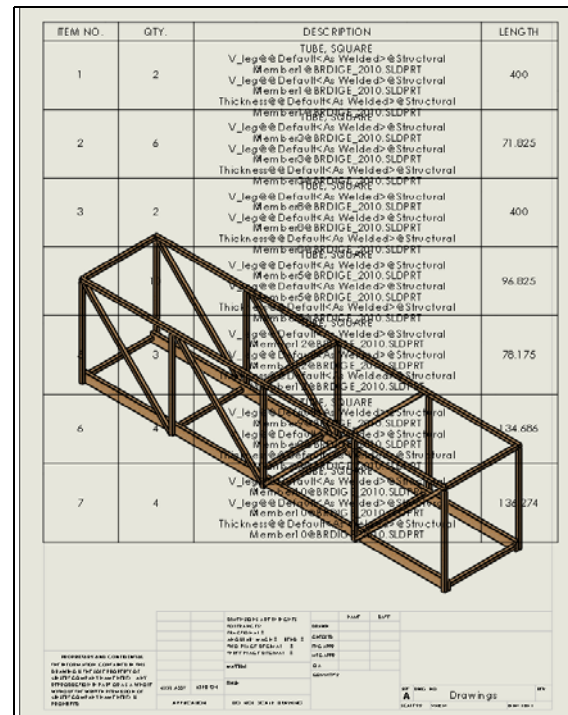
El archivo se guarda en la carpeta *Bridge Design Project\Student\Lesson 6*, la misma carpeta donde se guarda la pieza.

Haga clic en  y mueva el cursor al dibujo.



6 Coloque la tabla.

Vaya a la esquina superior izquierda del dibujo y haga clic para colocar la tabla.



ITEM NO.	QTY.	DESCRIPTION	LENGTH
1	2	TUBE, SQUARE V_Jeg@Default@Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR V_Jeg@Default@Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR Thickness@Default@Welded@Structural	400
2	6	Member@BRIDGE_2010.SLDPR V_Jeg@Default@Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR V_Jeg@Default@Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR Thickness@Default@Welded@Structural	71.825
3	2	Member@BRIDGE_2010.SLDPR V_Jeg@Default@Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR V_Jeg@Default@Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR Thickness@Default@Welded@Structural	400
4	10	Member@BRIDGE_2010.SLDPR V_Jeg@Default@Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR V_Jeg@Default@Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR Thickness@Default@Welded@Structural	96.825
5	3	Member@BRIDGE_2010.SLDPR V_Jeg@Default@Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR V_Jeg@Default@Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR Thickness@Default@Welded@Structural	78.175
6	4	Member@BRIDGE_2010.SLDPR V_Jeg@Default@Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR V_Jeg@Default@Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR Thickness@Default@Welded@Structural	134.686
7	4	Member@BRIDGE_2010.SLDPR V_Jeg@Default@Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR V_Jeg@Default@Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR Thickness@Default@Welded@Structural	136.274

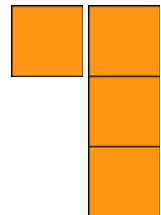
7 Cambie el tamaño de las columnas.

Arrastre los bordes de las columnas y las filas de la tabla para cambiar su tamaño. Puede cambiarse el tamaño de todos los bordes de las columnas y las filas.

	A	B	D
ITEM NO.	QTY.	LENGTH	
1	2	400	
2	6	71.825	
3	2	400	
4	10	96.825	
5	3	78.175	
6	4	134.686	
7	4	136.274	

¿Por qué hay dos elementos de la misma longitud?

Se utiliza una viga diferente a la que corresponde al miembro superior de las paredes para representar una pila de tres vigas que constituye la parte inferior del puente. Así que, aunque los elementos 1 al 3 tienen la misma longitud, se consideran vigas diferentes.




Sugerencia: En la sección de construcción se incluirán los tamaños reales de las vigas individuales.

Globos


Los globos etiquetan los miembros de la pieza y los relacionan con los números de la lista de cortes en la lista de cortes para pieza soldada.

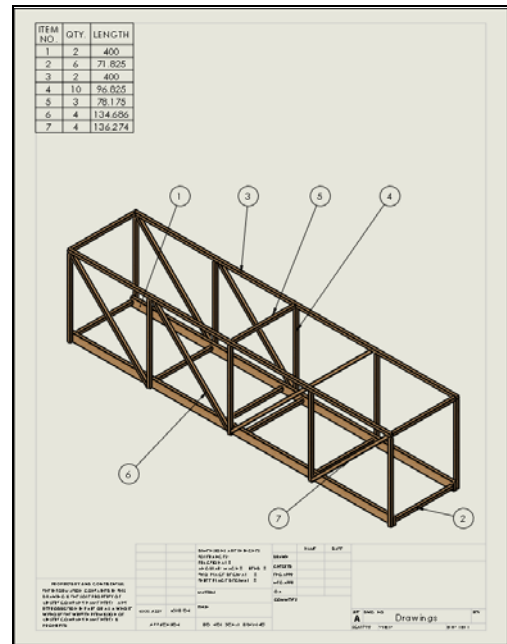
Ubicación

- Administrador de comandos: **Anotación > Globo** 
- Menú: **Insertar, Anotación, Globo**

8 Globos.

Haga clic en **Globo**. Haga clic en el miembro y, a continuación, haga clic para colocar el texto. Repita el proceso para agregar algunos globos.

Haga clic en .

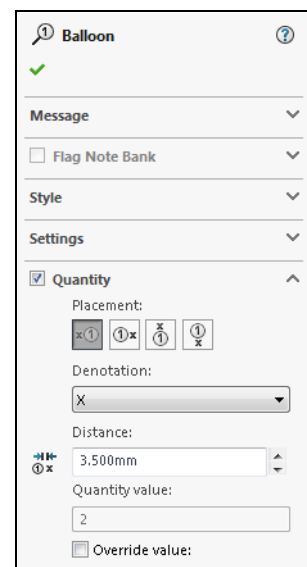
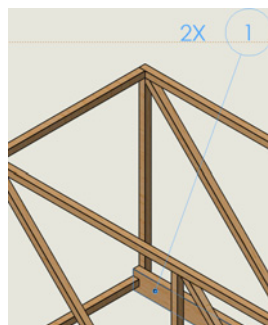


Nota: Puede mover los globos arrastrando el texto.

9 Cantidades de globos.

Puede establecerse la cantidad de elementos en un globo. Haga clic en un globo y en **Cantidad**.

Seleccione una **Ubicación** y haga clic en .



10 Cierre el dibujo y la pieza.

Haga clic en **Archivo, Cerrar** y guarde todos los archivos.

Lección 7: Informes y SOLIDWORKS eDrawings

Objetivos de esta lección

- Crear un informe HTML.
- Cargar el complemento SOLIDWORKS eDrawings.
- Describir un archivo de SOLIDWORKS eDrawings.
- Crear SOLIDWORKS eDrawings a partir de datos de SOLIDWORKS Simulation.
- Guardar el archivo SOLIDWORKS eDrawings como un archivo HTML.

Informes y SOLIDWORKS eDrawings

Hay muchas formas de generar datos a partir del análisis estructural. Un **informe** es útil para imprimir y ver texto y datos estadísticos. Utilice **SOLIDWORKS eDrawings** para ver, compartir y manipular los trazados de resultados de análisis sin tener que abrir la pieza.

1 Abra el archivo de pieza *Reports&eDrawings*.


En la ventana **Abrir**, vaya a la carpeta *Bridge Design Project\Student\Lesson 7*.

Abra el archivo de pieza *Reports&eDrawings*. Haga clic en *Static 1 (Estático 1)* y ejecute el análisis.

Creación de un informe

Mediante SOLIDWORKS Simulation, puede crear un informe que puede imprimirse y captura todos los datos importantes.

Ubicación

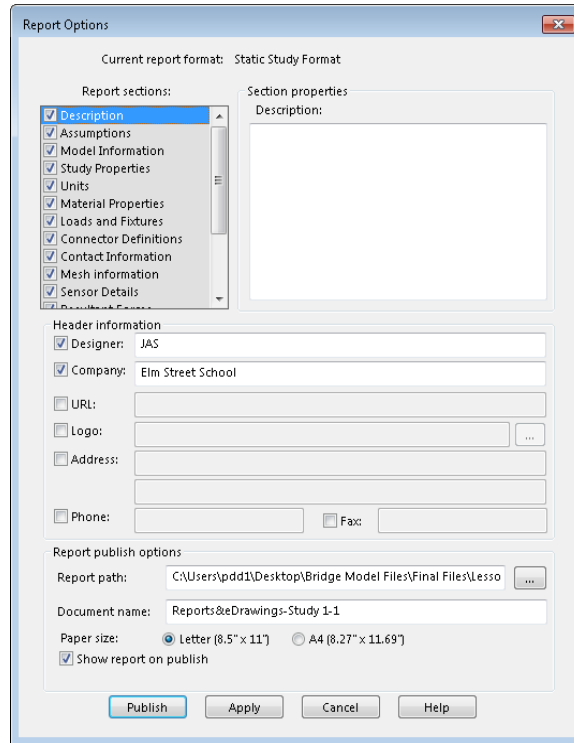
- Administrador de comandos: **Simulation > Informe** 
- Menú: **Simulation, Informe**

2 Informe.

Haga clic en **Simulation, Informe**.

3 Cuadro de diálogo.

Haga clic en **Diseñador** y en **Compañía**. En **Diseñador**, agregue sus iniciales. En **Compañía**, agregue el nombre de su centro académico.

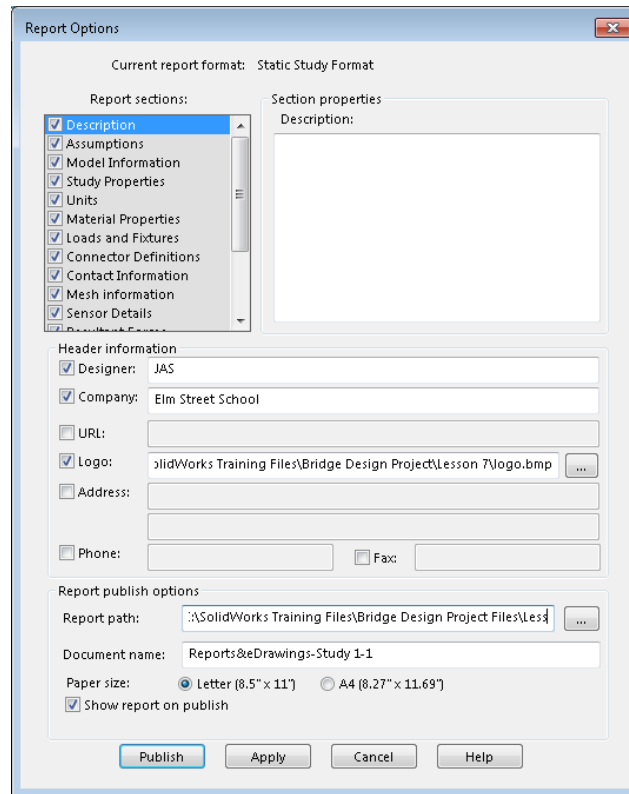


4 Logotipo.

Haga clic en **Logotipo**. Haga clic en el botón **Examinar** y seleccione el archivo *logo.bmp* en la carpeta *Lesson 7*.

5 Descripción.

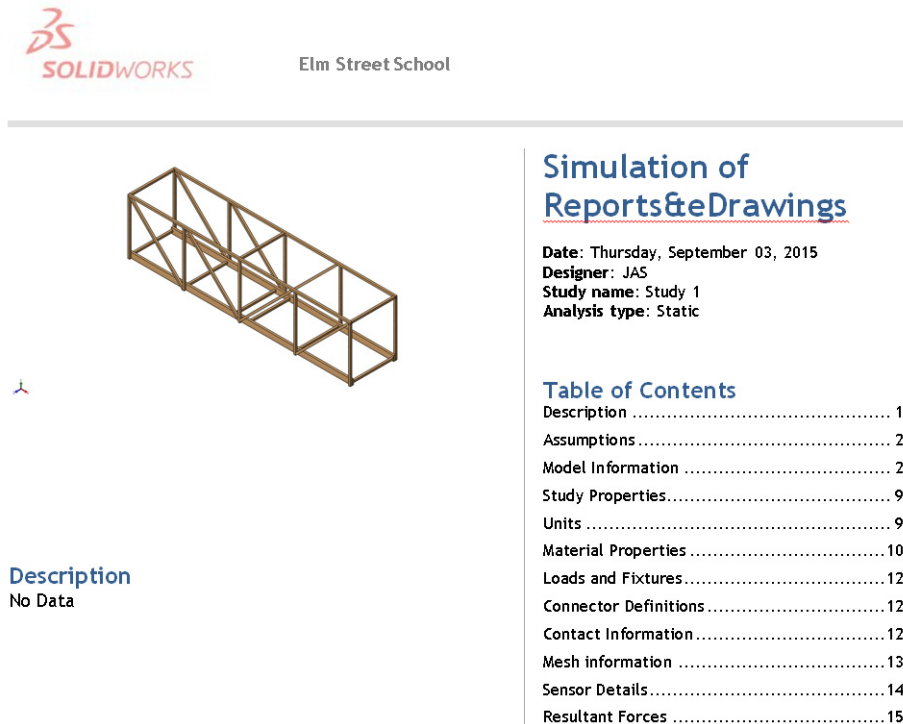
Haga clic en **Descripción**, escriba *This is the structural analysis of a balsa wood truss* (Este es el análisis estructural de una cabeza de armadura de madera de balsa) en la sección de comentarios y haga clic en **Publicar**.



Sugerencia: La **Ruta al informe** puede establecerse para recibir el informe y los datos asociados.

6 Informe.

El informe, completado con datos e imágenes, aparece en una nueva ventana cuando se genera. Cierre la ventana o imprima el informe.



Los resultados se colocan en la misma carpeta que la pieza de forma predeterminada. Pueden imprimirse y abrirse independientemente de SOLIDWORKS o SOLIDWORKS Simulation.

Nota: No cierre la pieza.

SOLIDWORKS eDrawings para compartir información

eDrawings® es una herramienta de comunicaciones por correo electrónico diseñada para mejorar significativamente el uso compartido y la interpretación de dibujos mecánicos 2D. Los eDrawings son lo suficientemente pequeños para enviarlos por correo electrónico, se ven de forma independiente y son mucho más fáciles de entender que los dibujos 2D en papel.

Ventajas de eDrawings

- ❑ Los destinatarios no necesitan tener la aplicación SOLIDWORKS para ver el archivo.
- ❑ Se pueden ver piezas, ensamblajes y dibujos fuera de SOLIDWORKS.
- ❑ Los archivos son lo suficientemente compactos como para enviarlos por correo electrónico.
- ❑ La creación de eDrawings es rápida y sencilla.
- ❑ Puede publicar un eDrawing a partir de cualquier archivo de SOLIDWORKS.
- ❑ También puede crear eDrawings a partir de otros sistemas de CAD.

Visualización de eDrawings

Puede ver eDrawings de una forma muy dinámica e interactiva. A diferencia de los dibujos 2D estáticos, los eDrawings pueden animarse y verse de forma dinámica desde todos los ángulos. La capacidad de interactuar con eDrawings fácilmente, de forma interactiva, la convierte en una herramienta de colaboración de diseño muy eficaz.

eDrawings Professional le brinda la posibilidad de realizar marcas y anotaciones de los eDrawings que mejoran aún más la colaboración en el diseño.

Visualización de animaciones de eDrawing

Una animación demuestra automáticamente cómo se relacionan las vistas de los dibujos entre ellas y con el diseño físico. Con solo hacer clic en un botón, eDrawings “anima” todas las vistas contenidas en cada hoja del dibujo, transformando una vista en otra.

La animación muestra de forma continua el eDrawing desde diferentes vistas. Este movimiento dinámico es similar a girar una pieza con la mano para inspeccionarla.

Creación de un SOLIDWORKS eDrawing

Los eDrawings son una forma fácil de compartir datos, especialmente los datos de imágenes generados por SOLIDWORKS Simulation.

7 Trazado.

Haga doble clic en el trazado *Displacement1 (-Res disp-)* para activarlo. Este es el trazado que se guardará en el eDrawing.

8 Guarde.

Haga clic en **Simulation, Herramientas de resultados, Guardar como**. Guarde los datos utilizando el tipo de archivo *eDrawings Files (*.analysis.eprt)*. Haga clic en **Guardar**.

El nombre predeterminado tiene la forma:

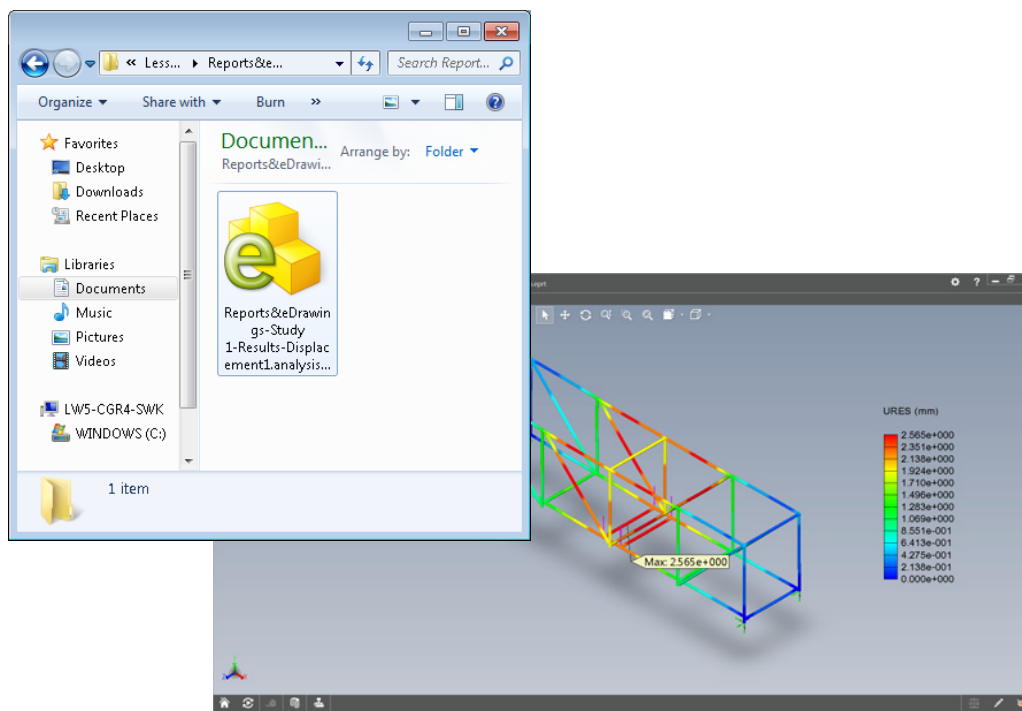
part name-study name-results-plot type. En este caso es

Reports&eDrawings-Static 1-Results-Displacement1.analysis.eprt

Se guarda en la misma carpeta creada por el informe.

9 Abra el eDrawing.

Haga doble clic en el archivo eDrawings en la carpeta. Aparece la ventana eDrawings.

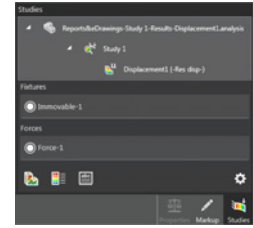


Nota: Si eDrawings no se ha utilizado antes, puede aparecer una solicitud de permiso de carga.

Interfaz de usuario de eDrawings

10 Configuración.


Haga clic en la pestaña **Estudios**  y en las opciones **Mostrar malla** , **Mostrar leyenda**  y **Mostrar título** .

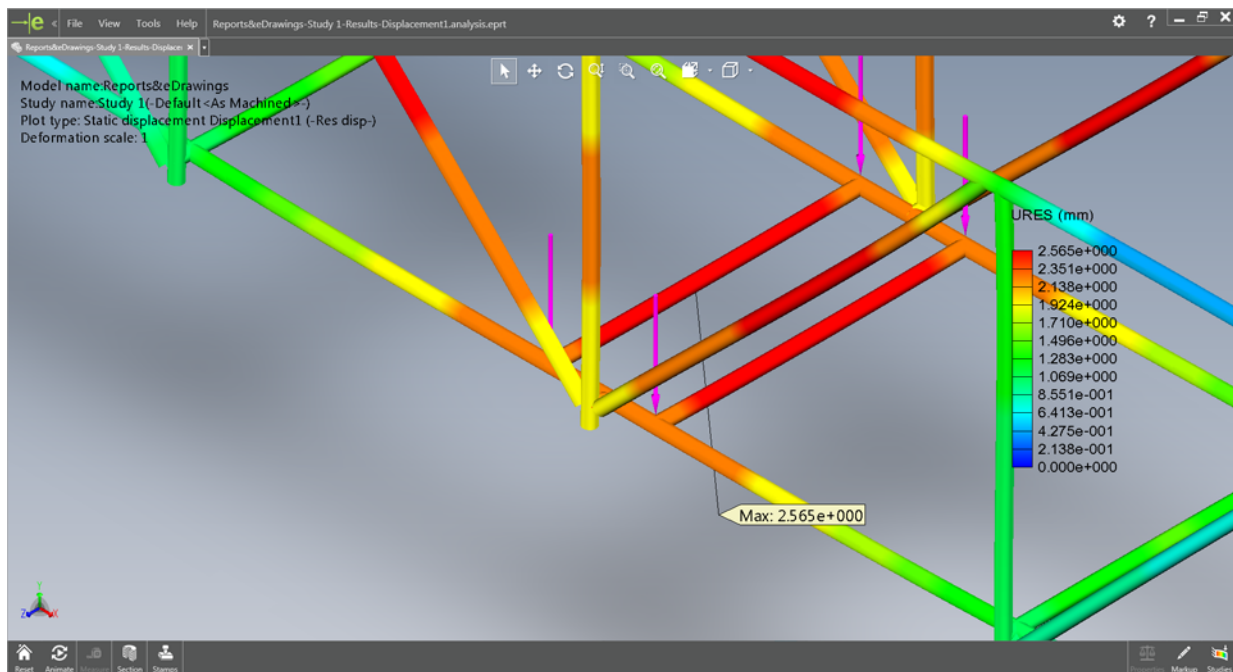


Funciones de eDrawings

Puede animar, acercar, alejar, desplazar y girar la imagen mediante diversas herramientas.


11 Mueva los componentes.

Haga clic en **Zoom encuadre**  y arrastre una ventana alrededor de la sección central de la estructura.



Reproducción de una animación de eDrawings


12 Reproduzca la animación.

Haga clic en **Reproducir** . Se inicia un bucle de reproducción continuo que muestra cada vista de la secuencia. La secuencia de animación está controlada por el sistema; no puede establecerla el usuario.

13 Detenga la animación.

Haga clic en **Detener**  para detener la animación.

14 Restablezca la vista.

Para devolver la animación al inicio de la secuencia, haga clic en **Restablecer** .

Almacenamiento de eDrawings

Haga clic en **Archivo, Guardar**  o pulse **Ctrl+S** para guardar el archivo abierto en eDrawings Viewer. Puede guardar los archivos con los siguientes tipos de archivo:

- ☐ Archivos de eDrawings (*.eprt, *.easm o *.edrw)
- ☐ Archivos zip de eDrawings
 - Un archivo zip de eDrawings contiene el visor de eDrawings y el archivo de eDrawings. Puede descomprimir el archivo zip de eDrawings y ejecutar el archivo ejecutable de eDrawings para extraer el visor de eDrawings y abrir el archivo de eDrawings, ambos incrustados.
- ☐ Archivos HTML de eDrawings
- ☐ Archivos ejecutables de eDrawings
 - Puede guardar los archivos como archivos ejecutables (*.exe) de eDrawings autoextraíbles que contengan el visor de eDrawings y el archivo de eDrawings. Algunos programas de correo electrónico, programas antivirus y la configuración de seguridad de Internet impiden que se reciba correo electrónico con archivos ejecutables adjuntos.
- ☐ Archivos de imágenes BMP, TIFF, JPEG, PNG o GIF
 - Puede guardar todos los tipos de archivo que puede abrir en el visor de eDrawings como archivos BMP (*.bmp), TIFF (*.tif), JPEG (*.jpg), PNG (*.png) o GIF (*.gif).

Almacenamiento del eDrawing

15 Guarde el eDrawing.

Haga clic en **Archivo, Guardar como**. Para **Guardar como tipo**: haga clic en *Archivos HTML de eDrawing (*.htm)* para guardar el eDrawing como un archivo HTML. Este archivo se puede ver en un explorador web. Haga clic en **Guardar**.

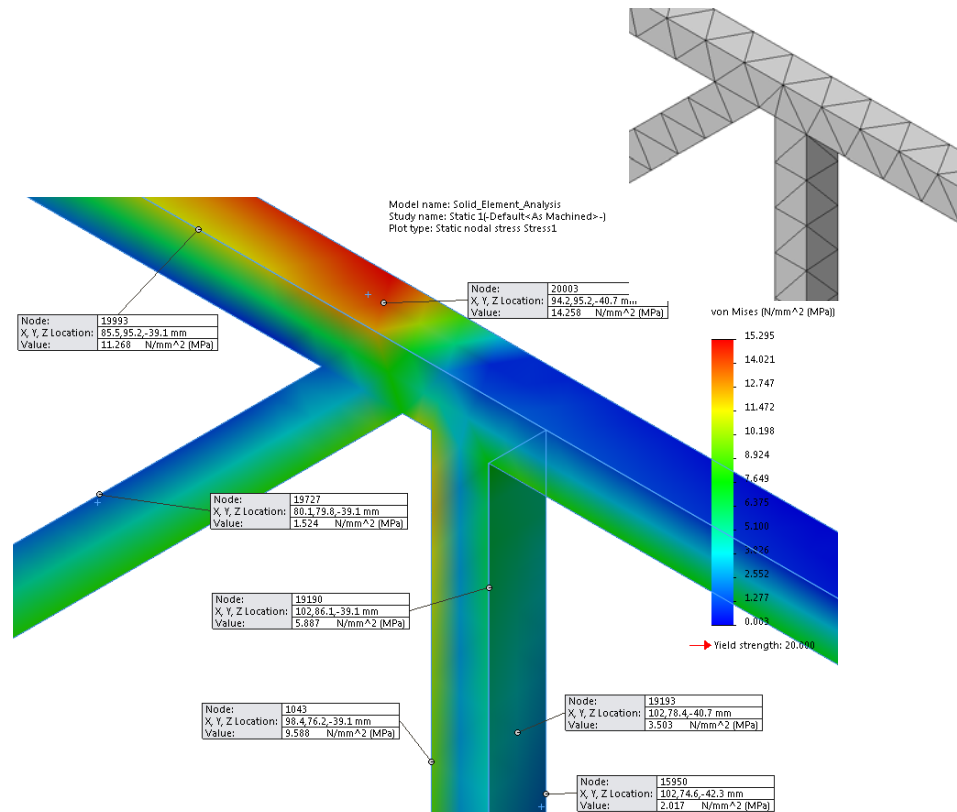
Guarde el archivo en la carpeta *Reports&eDrawings-Static 1*.

16 Cierre todos los archivos.

Otros aspectos que se deben explorar

Una malla de viga es un método muy rápido y eficiente para analizar un modelo de viga y funciona bien para reflejar el estado general de la estructura. Sin embargo, los elementos de viga no pueden analizar lo que sucede a través del espesor de la viga porque solo generan resultados en los nodos que se encuentran en la línea constructiva de la viga.

La utilización de una malla sólida crea elementos y nodos a través del espesor del modelo. Esto proporciona varios nodos a través del espesor y los resultados correspondientes.



Para explorar, abra el archivo de pieza *Solid_Element_Analysis* y haga clic en **Simulation, Ejecutar**. Los trazados de resultados se organizan de la misma manera que los resultados de análisis de viga.

Lección 8: Creación y prueba de la estructura

Objetivos de esta lección

- ☐ Abrir e imprimir archivos PDF informativos.
- ☐ Cortar las vigas con las longitudes adecuadas.
- ☐ Ensamblar las vigas para crear la cabeza de armadura.
- ☐ Probar la armadura aplicando una carga.

Creación de la estructura

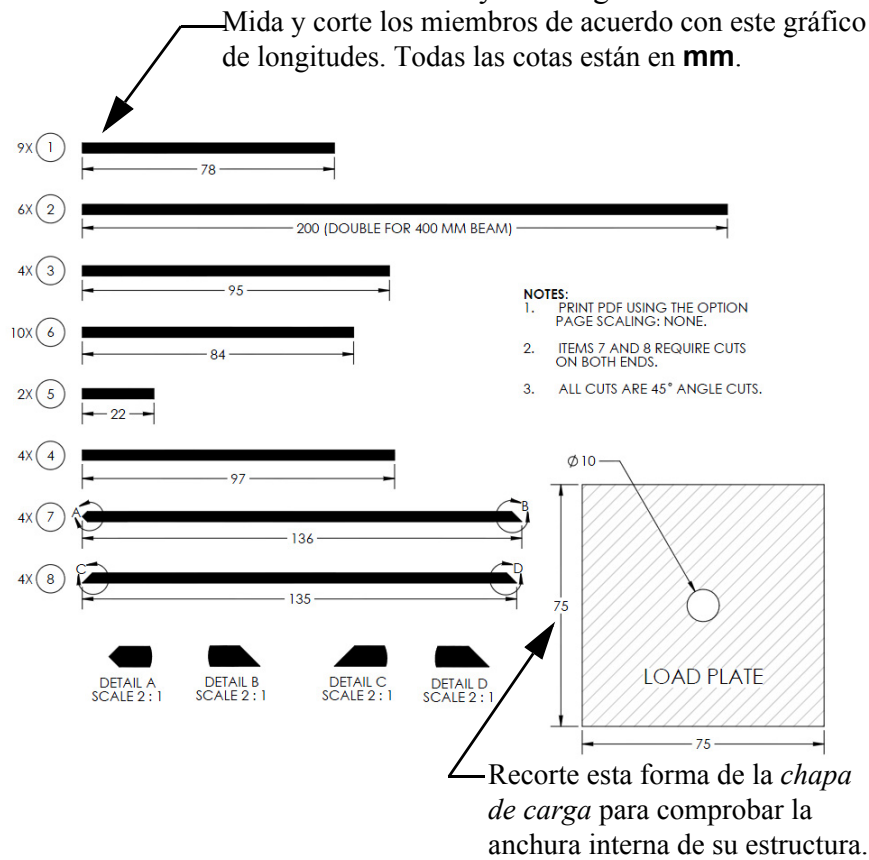
Si la clase decide crear la estructura y probarla, necesitará palos de madera de balsa de 1/8" x 1/8". Son necesarias longitudes de al menos 24" o 400 mm. También es necesario pegamento y un cuchillo para cortar los palos.

Corte a la longitud adecuada

Para construir esta estructura se necesitan **43** miembros con **8** longitudes distintas. Hay dos archivos PDF que pueden ayudarle en el proceso de construcción. Se encuentran en la misma carpeta que estas instrucciones.

1 Abra e imprima el archivo *Measuring Chart.PDF*.

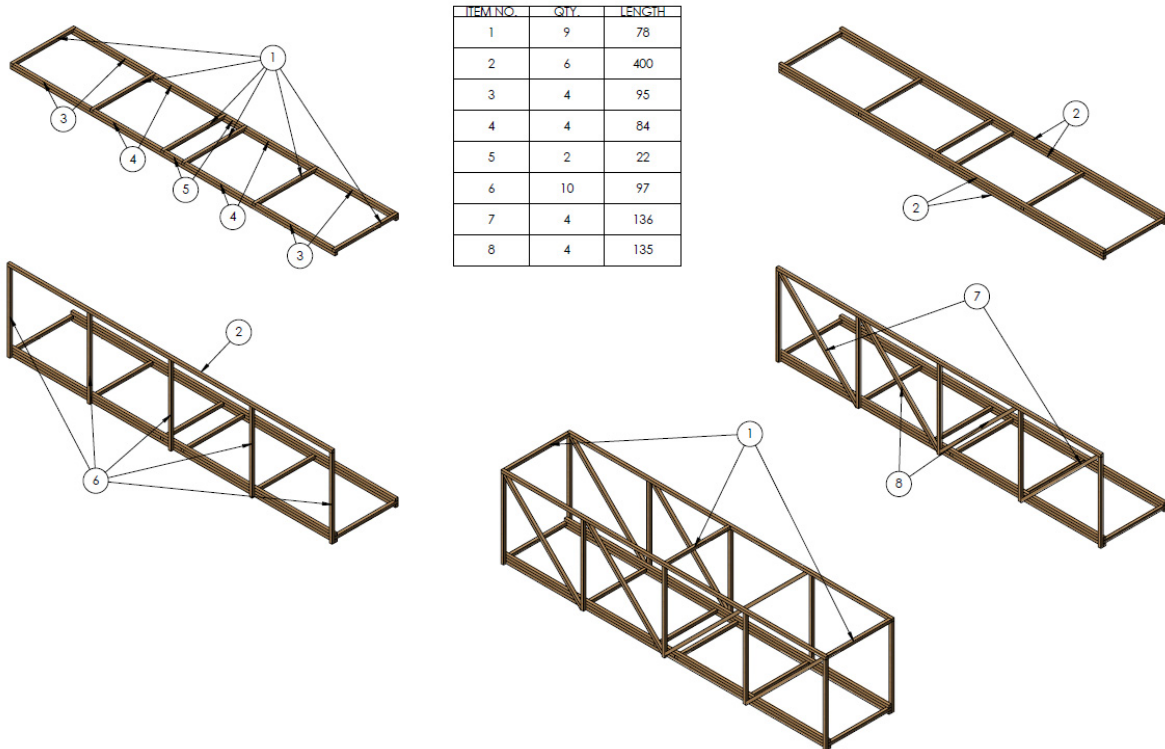
Vaya a la carpeta *_ENG*, abra el archivo *Measuring Chart.PDF* e imprímalo con las precauciones indicadas en el archivo PDF y en la siguiente nota.



Nota: Imprima este PDF utilizando la opción **Escala de página: Ninguno** para obtener valores precisos.

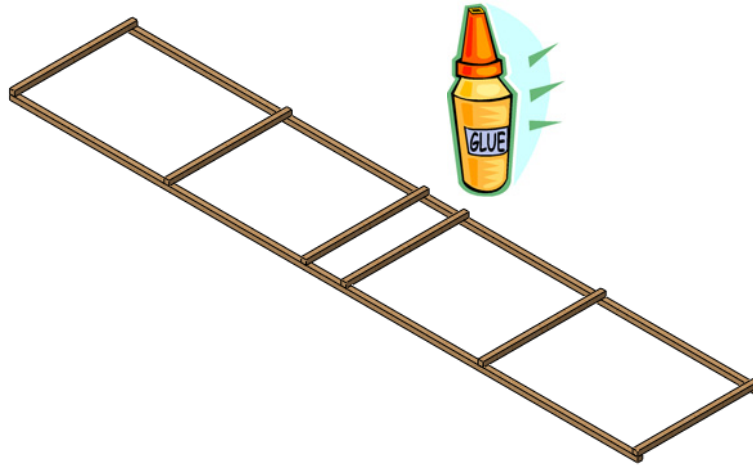
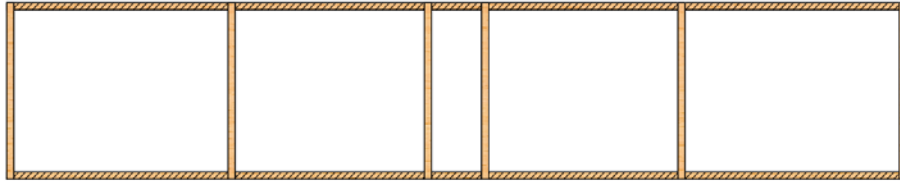
2 Abra e imprima el archivo *Construction Guide.PDF*.

Abra el archivo *Construction Guide.PDF* e imprímalo.



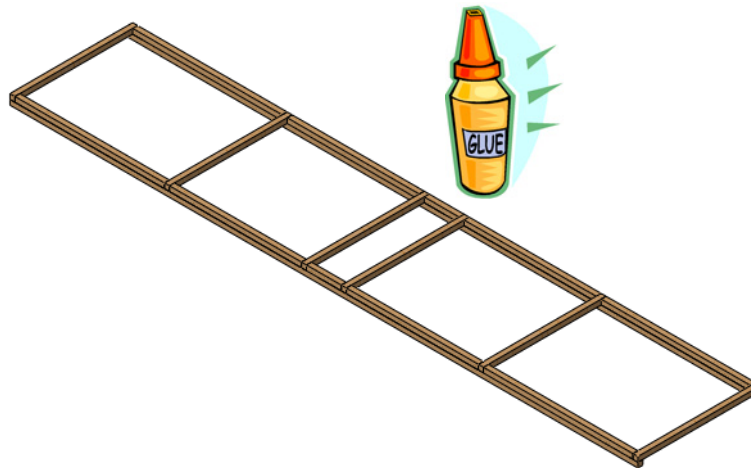
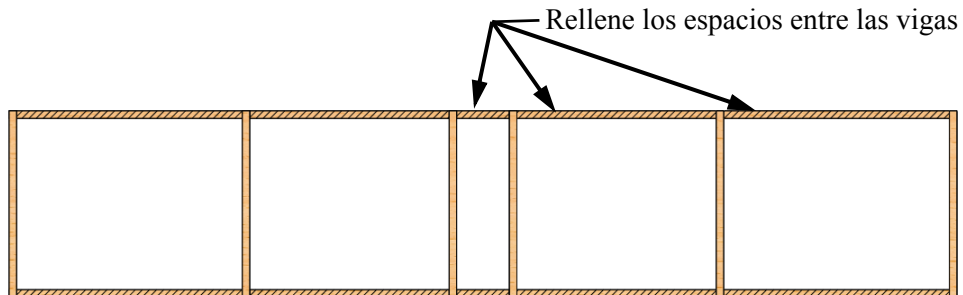
3 Estructura inferior.

Pegue las vigas transversales de los extremos a las vigas longitudinales. No pegue todavía las vigas transversales interiores.



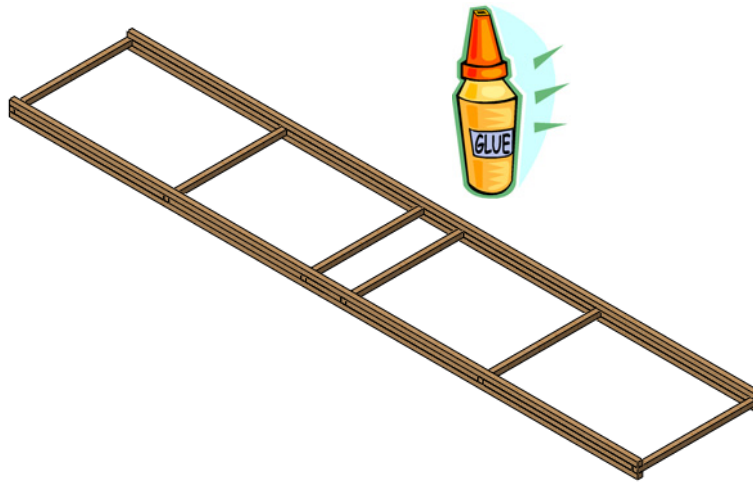
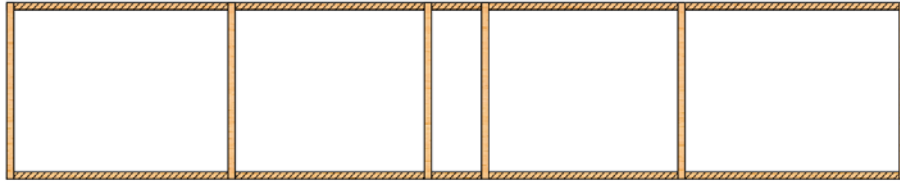
4 Rellene los espacios entre las vigas.

Rellene los espacios entre las vigas (zona sombreada) cortando vigas para que encajen en ellos y colocándolas en su sitio. Pegue todas las vigas.



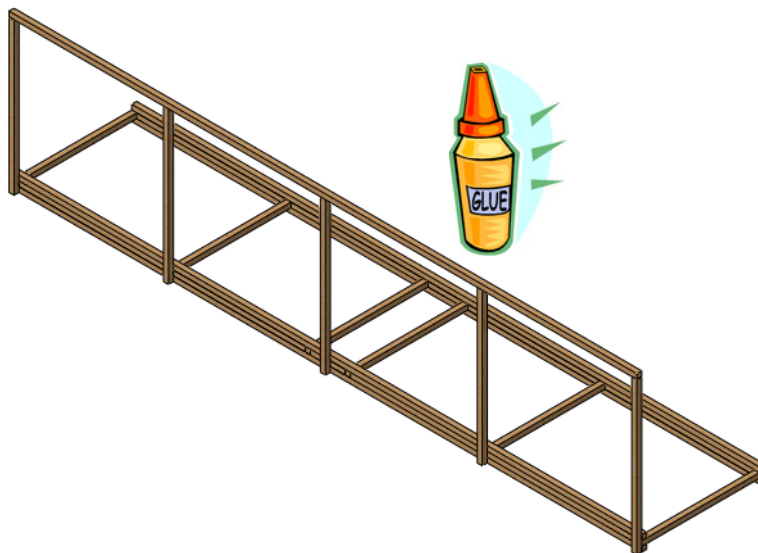
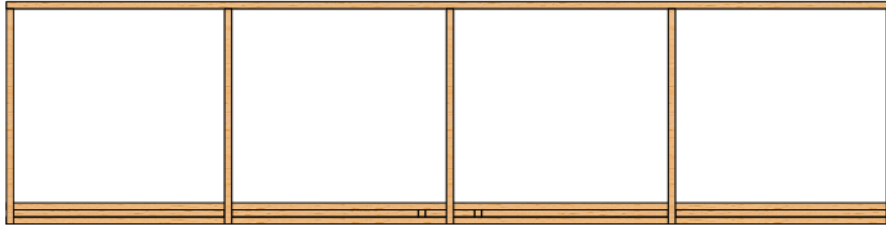
5 Rieles externos triples.

Pegue las vigas largas sobre las vigas de relleno, como se muestra. Pegue todas las vigas.



6 Paredes laterales.

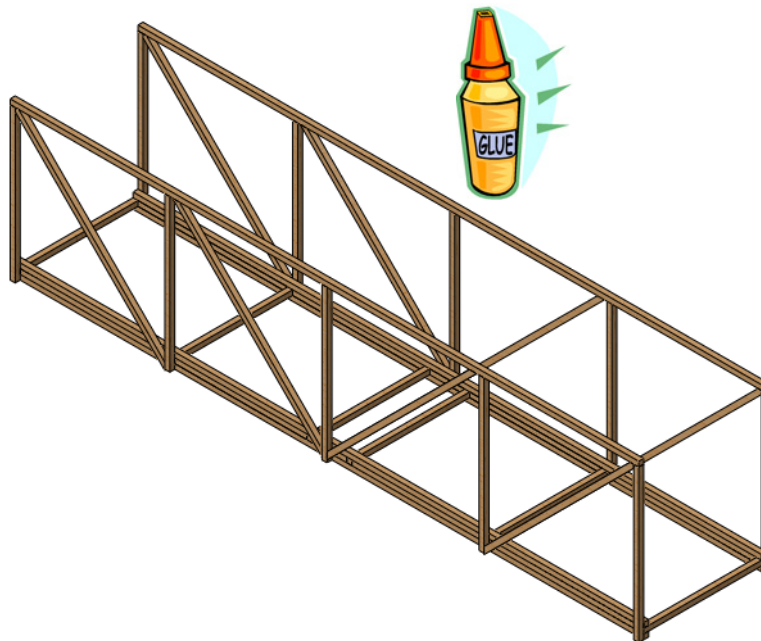
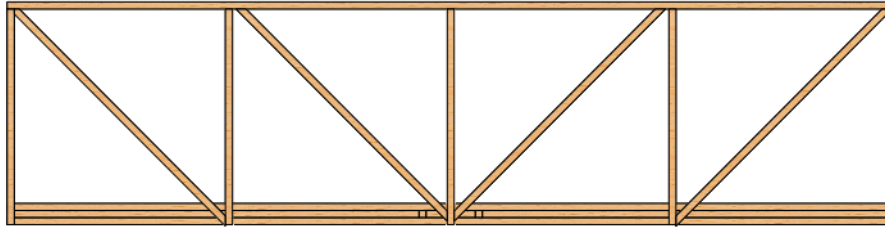
Pegue todas las vigas.



Sugerencia: Quizás desee crear un lateral y, a continuación, agregarle arriostramiento transversal (paso 7 en la página 88) antes de empezar con el lateral opuesto.

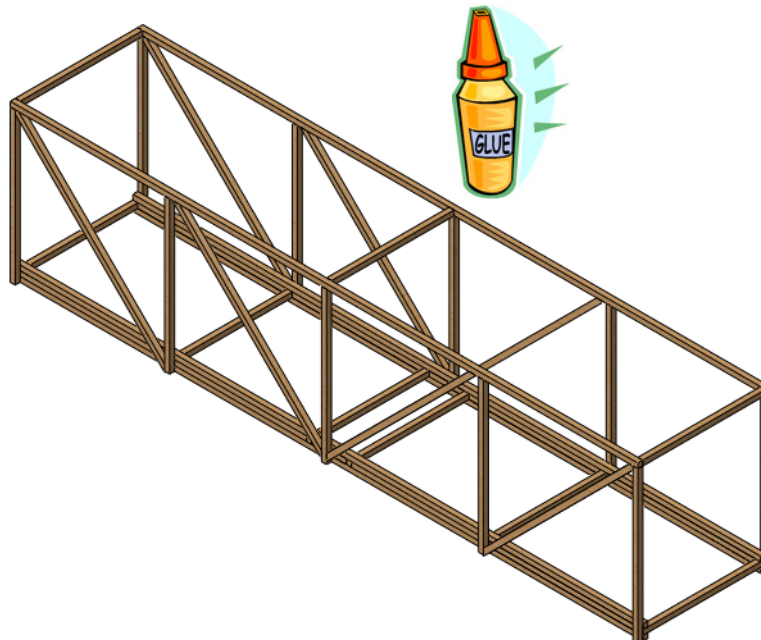
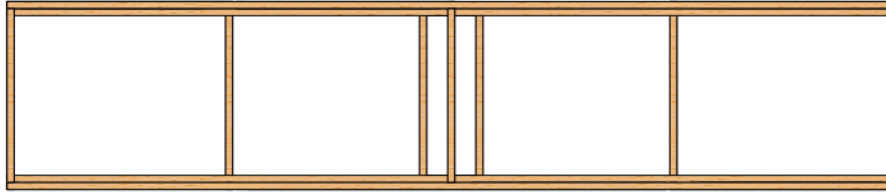
7 Arriostramiento transversal.

Todos los miembros del arriostramiento deben cortarse (a 45 grados) para que encajen en la estructura existente. Pegue todas las vigas.



8 Soportes transversales superiores.

Pegue todas las vigas.



Prueba de la estructura

Se puede realizar una prueba de la estructura colocándola en un espacio vacío y aplicando una carga en el centro del puente. Consulte los siguientes detalles para obtener más información.

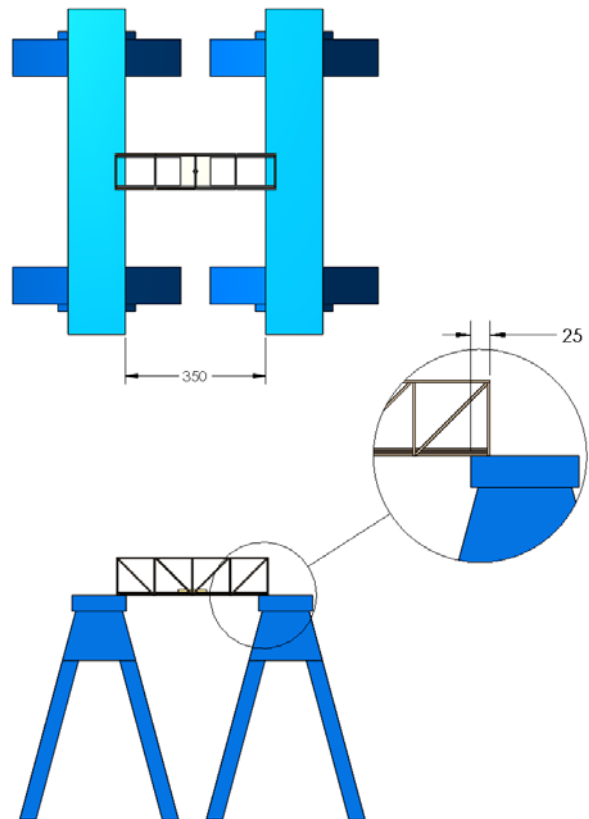
Creación del vano

Una forma de crear un vano es colocar dos caballetes a una determinada distancia, como se muestra a continuación. Al colocar el modelo de forma que se superponga a cada caballete en la misma medida, se simula el entorno del análisis.

Detalles

Utilice dos superficies que sean fuertes y tengan igual altura (unos caballetes o unas tablas son adecuados) para crear el vano de **350 mm** que es necesario. Cada extremo de la estructura debe superponerse a la superficie **25 mm**.

Sugerencia: Asegúrese de que las tablas o los caballetes sean lo suficientemente fuertes para soportar la carga sin flexionarse.



Aplicación de la carga

Para medir la resistencia de una estructura, esta debe cargarse como se modeló.

Uso de objetos comunes con pesos conocidos

Se pueden usar muchos objetos comunes para aplicar la carga. Las latas de comida vienen en diferentes tamaños; pueden pesarse y usarse. También pueden usarse monedas para aplicar una carga en incrementos muy pequeños. Tomemos un penique como ejemplo.

Un penique aplica una fuerza de aproximadamente **0,0245 N** a la estructura. Esto no es mucho y está muy lejos de la carga total que nos gustaría probar. ¿Realmente alguien desea contar cientos o miles de peniques para cada prueba? Las monedas se pueden hacer paquetes para depositarlos en un banco. Los paquetes de peniques contienen 50 monedas. Realice cálculos para grandes cantidades de peniques, paquetes y el coste.



Peniques	Carga (N)	Paquetes de peniques	Coste (\$)
50	$50 \times 0,0245 = 1,225$	1	0,50 \$
100	$___ \times 0,0245 = ______$	$______$	$______$
500	$______ \times 0,0245 = ______$	$______$	$______$
1000	$______ \times 0,0245 = ______$	$______$	$______$
5000	$______ \times 0,0245 = ______$	$______$	$______$

Sujeción de la carga

Cuelgue una bolsa de la compra con las asas de cordón o de otro material más fuerte de la chapa de carga pasando el cordón por el orificio de la chapa y sujetándolo con un clavo o un lápiz. Añada la carga llenando la bolsa lentamente con los pesos que ha elegido.



Lección 9: Perfiles de pieza soldada y miembros estructurales

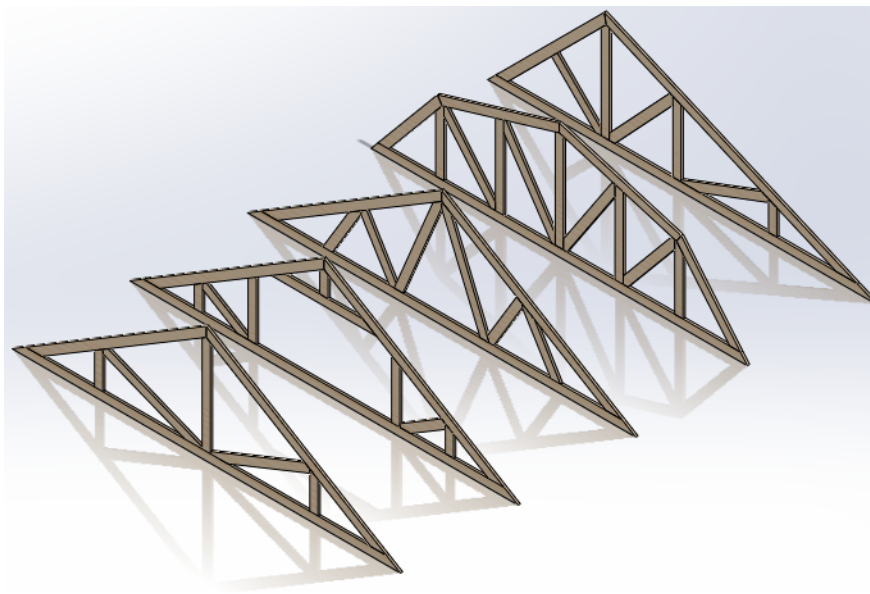
Objetivos de esta lección

- ☐ Crear un nuevo perfil de pieza soldada.
- ☐ Crear un croquis de pieza soldada.
- ☐ Agregar miembros estructurales a un croquis de pieza soldada.

Creación de perfiles de pieza soldada y miembros estructurales

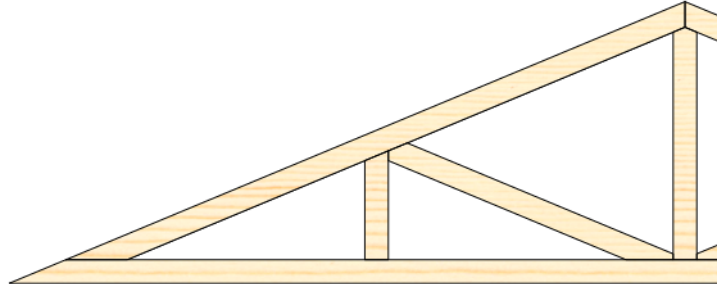
Las piezas analizadas en la lección anterior se consideran piezas soldadas. Se trata de un tipo especial de pieza que se usa para modelar un grupo de miembros estructurales que están conectados.

En esta lección aprenderá a crear este tipo de piezas modelando armaduras de techados prefabricados.



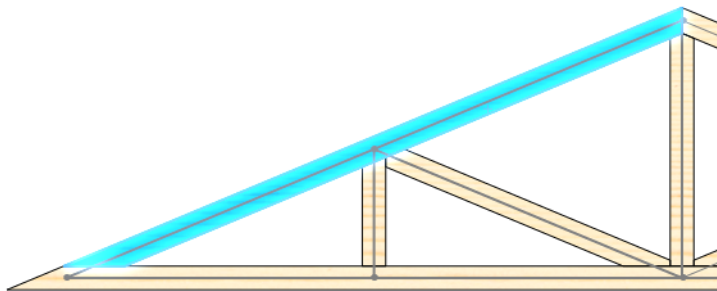
¿Qué es una pieza soldada?

Una **pieza soldada** es una pieza formada por sólidos múltiples, denominados miembros estructurales, que están conectados para formar una única estructura.



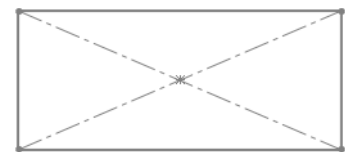
¿Qué son los miembros estructurales?

Los sólidos individuales representan vigas de acero o madera y se denominan **miembros estructurales**. La posición y longitud de los miembros estructurales se basan en secciones transversales o perfiles de pieza soldada que se aplican a las líneas de un croquis.



¿Qué son los perfiles de pieza soldada?

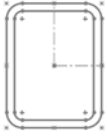





Los perfiles de pieza soldada son croquis de operaciones de biblioteca que representan formas estándar de secciones transversales estructurales como tubos, vigas en I, ángulos, tuberías, canales o madera. El perfil se ubica por la posición original.



Perfiles de pieza soldada existentes

La carpeta *weldment profiles* existente se encuentra en *C:\Archivos de programa\SolidWorks Corp\SOLIDWORKS\lang\english\weldment profiles*.

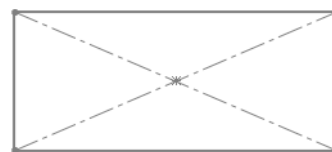
Las subcarpetas *ansi inch* e *iso* contienen varios tamaños de estas formas comunes.

Formas predeterminadas de perfil de pieza soldada		
<i>tubo rectangular</i> 	<i>hierro angular</i> 	<i>tubo cuadrado</i> 
<i>canal c</i> 	<i>sección s</i> 	<i>tubería</i> 

Advertencia sobre las rutas

Todas las rutas de esta lección se basan en la instalación predeterminada de SOLIDWORKS en la unidad "C". Si no ha instalado SOLIDWORKS utilizando la configuración predeterminada, las rutas deberán modificarse.

Nota: Ningún perfil de pieza soldada existente representa la sección transversal de los palos de madera de balsa o su relación mucho mayor, madera 2 x 4. Esto implica que es necesario crear un nuevo perfil de pieza soldada.



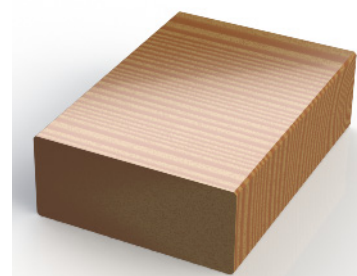
Creación de un nuevo perfil de pieza soldada

Un perfil de pieza soldada es un croquis 2D que se guarda como un tipo de archivo determinado en una carpeta determinada.

En este ejemplo, el croquis será un rectángulo centrado.

El tipo de archivo es una operación de biblioteca. La carpeta es la de *perfiles de pieza soldada*.

El primer paso consiste en crear una nueva carpeta en el lugar indicado para guardar el nuevo archivo.



Carpeta del perfil de pieza soldada

Todos los perfiles de pieza soldada están configurados para que puedan encontrarse en una carpeta determinada, la carpeta de *perfiles de pieza soldada*. Puede agregar una nueva carpeta a las predeterminadas utilizando **Nueva carpeta**. Los nuevos perfiles pueden guardarse en esta nueva carpeta.

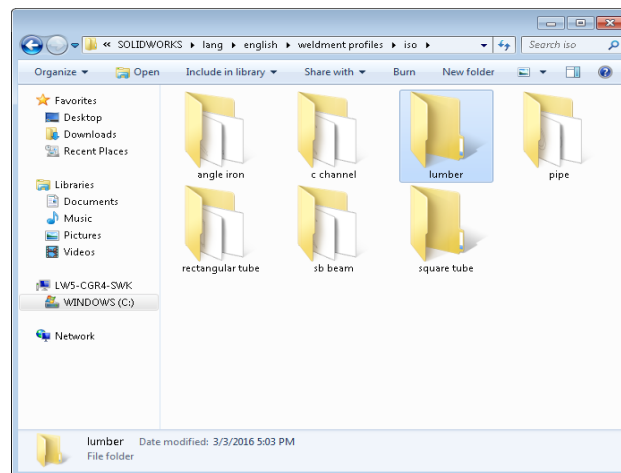
1 Carpeta.

Haga clic en **Inicio, Mi PC** y vaya a la carpeta *C:\Archivos de programa\SolidWorks Corp\SOLIDWORKS\lang\english\weldment profiles*.

Si desea más información sobre este tema, consulte la sección Advertencia sobre las rutas en la página 95.

2 Nueva carpeta.

Haga clic en **Nueva carpeta** y cambie el nombre de la carpeta a *lumber* (madera).



Creación de una pieza nueva

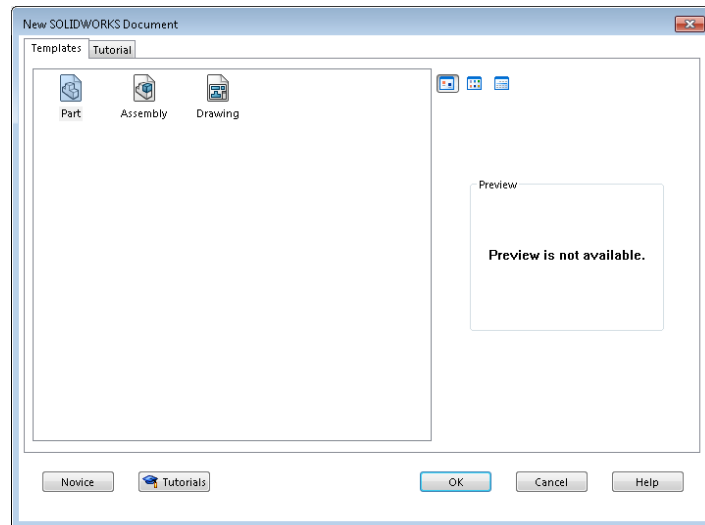
Los croquis se crean en las piezas, así que el primer paso es crear una nueva pieza.

Ubicación

- Barra de menús: **Nueva**
- Menú: **Archivo, Nueva**
- Método abreviado del teclado: **Ctrl+N**

3 Nueva pieza.

Haga clic en **Nuevo**. Haga clic en *Pieza* y, a continuación, en **Aceptar**.




Cambio del sistema de unidades

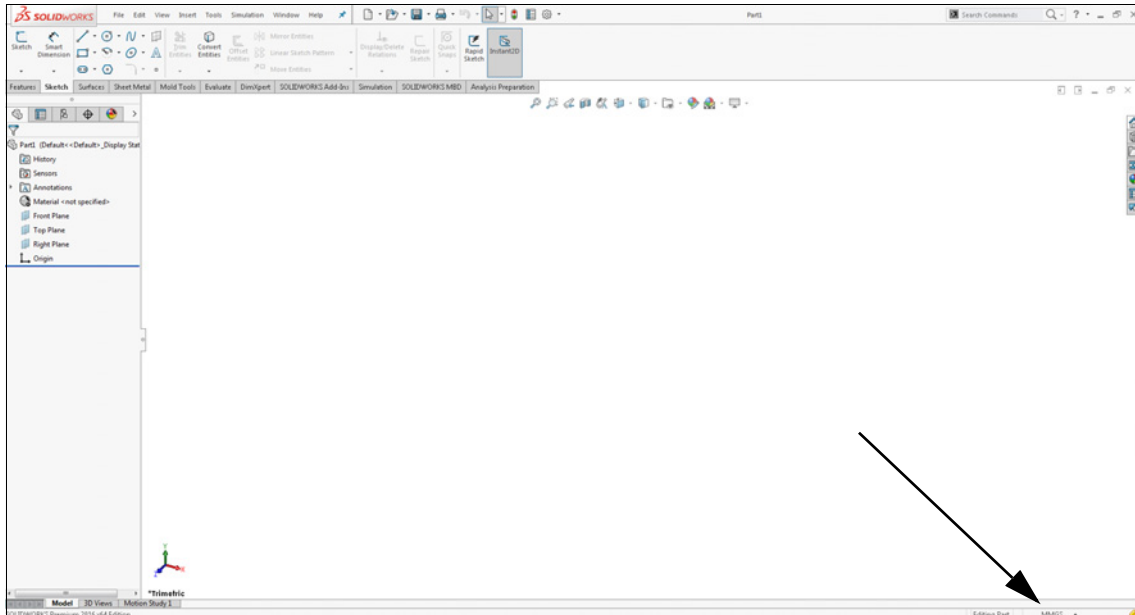
El **sistema de unidades** es una combinación de las unidades de longitud, masa y tiempo que SOLIDWORKS utiliza para realizar cálculos. El sistema de unidades predeterminado puede ser MMGS, IPS o algún otro grupo común. En este ejemplo, queremos usar el sistema de unidades **IPS**, que incluye: **I**nches (pulgadas), **P**ounds (libras) y **S**econds (segundos).

Otros tipos pueden ser:

- ☐ **MKS** (**M**etro, **K**ilogramo, **S**egundo)
- ☐ **CGS** (**CM**, **G**ramo, **S**egundo)
- ☐ **MMGS** (**MM**, **G**ramo, **S**egundo)

4 Sistema de unidades.

Seleccione **IPS (pulgada, libra, segundo)** del menú **Sistema de unidades** . De esta forma, las unidades se cambian a pulgadas.





Nota: El menú se encuentra en la parte inferior de la pantalla a la derecha del mensaje *Editando pieza*, como se muestra aquí.


Creación de un nuevo croquis

En SOLIDWORKS, los croquis se utilizan para crear geometría 2D, como líneas, arcos, círculos y rectángulos. Son esenciales para la creación de geometría en SOLIDWORKS.

Ubicación

- Administrador de comandos: **Croquis > Croquis** 
- Menú: **Insertar, Croquis**
- Menú contextual: haga clic con el botón derecho del ratón en un plano y seleccione **Croquis** 



5 Croquis nuevo.

Haga clic en *Plano frontal* y seleccione **Croquis** .

Croquizado de un rectángulo



Un rectángulo es una geometría de croquis formada por cuatro líneas. La versión del **rectángulo de centro** se ubica en el centro y tiene dos líneas horizontales y dos verticales.

Ubicación

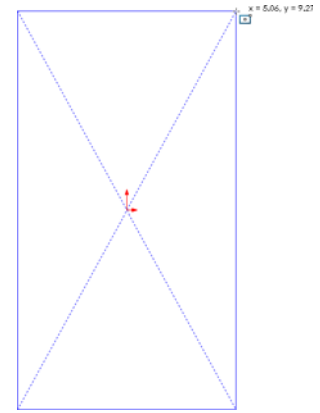
- Administrador de comandos: **Croquis > Rectángulo**  > **Rectángulo de centro** 

- Menú: **Herramientas, Entidades de croquis, Rectángulo de centro**
- Menú contextual: haga clic con el botón derecho del ratón en el croquis y seleccione **Rectángulo de centro**

6 Rectángulo.

Haga clic en **Rectángulo de centro**  y en el origen.
Después, sepárese diagonalmente del centro y haga clic en una ubicación similar a la mostrada. Haga clic en .

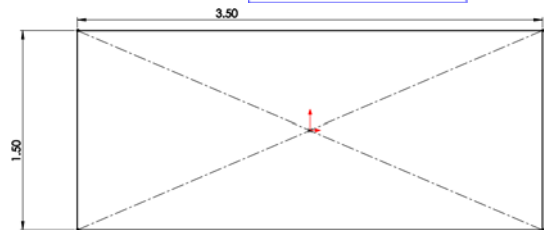
Nota: En esta fase no importa el tamaño real. Se determinará en los próximos pasos.




Acotar

La herramienta de acotación se denomina **Cota inteligente** porque la misma herramienta se utiliza para crear varios tipos de cotas. Las cotas ayudan a definir el tamaño del perfil y también se pueden utilizar para cambiarlo.



En esta sección se utilizará para crear cotas lineales, pero también para crear cotas angulares, radiales y de diámetro.

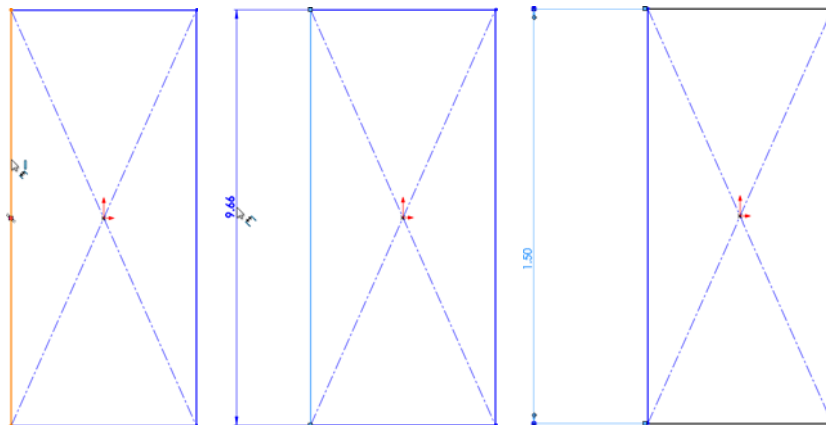


Ubicación

- Menú: **Herramientas, Cotas, Inteligente**
- Menú contextual: haga clic con el botón derecho del ratón en el croquis y seleccione **Cota inteligente** .

7 Cota vertical.

Haga clic en **Cota inteligente**  y seleccione la línea vertical de la izquierda como se muestra. Desplácela a la izquierda y vuelva a hacer clic para colocar la cota. En el cuadro de diálogo que aparece, escriba 1,5 para establecer el valor de cota y haga clic en .




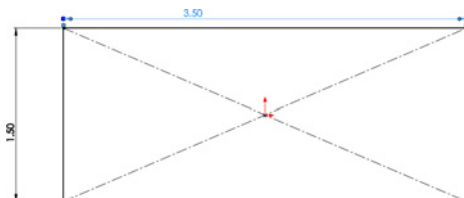
Color de la geometría

¿Por qué algunas líneas siguen siendo azules y otras ahora son negras? En los croquis se utiliza un código de color para etiquetar el estado de la geometría.

- ❑ *Azul* significa que no está suficientemente definida y necesita más definición, en este caso una cota. Se trata del estado *inacabado*.
- ❑ *Negro* significa que está totalmente definida. Se trata del estado *deseado*.
- ❑ *Rojo* significa que hay un conflicto que debe solucionarse. Por ejemplo, si intenta que una línea sea al mismo tiempo horizontal y vertical, se produce un conflicto o un estado de definido en exceso, ya que no es posible. Se trata del estado *roto*.


8 Cota horizontal.

Haga clic en la línea horizontal superior como se muestra. Desplácela hacia arriba y vuelva a hacer clic para colocar la cota. En el cuadro de diálogo que aparece, escriba 3,5 para establecer el valor de cota y haga clic en .



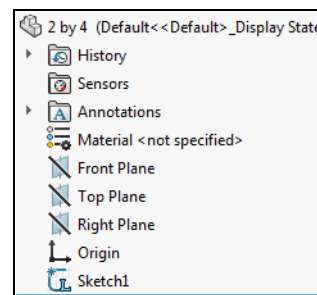
Nota: Toda la geometría es de color negro, lo que significa que está totalmente definida.

9 Salga del croquis.

Haga clic en **Salir de croquis**  en la esquina superior derecha de la pantalla.

Guardar el croquis como operación de biblioteca

El croquis necesita guardarse como un tipo determinado de archivo, una operación de biblioteca, para que pueda utilizarse como perfil de pieza soldada. Además, debe guardarse en una carpeta definida expresamente para contener perfiles de pieza soldada.



Ubicación

- Barra de menú: **Guardar** , **Guardar como** 
- Menú: **Archivo, Guardar como**

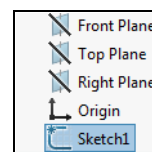
10 Operación de biblioteca.

Haga clic en *Sketch1* en el gestor de diseño del FeatureManager.

Haga clic en **Archivo, Guardar como**.

Haga clic en **Guardar como tipo: Lib Feat Part (*.sldlfp)**.

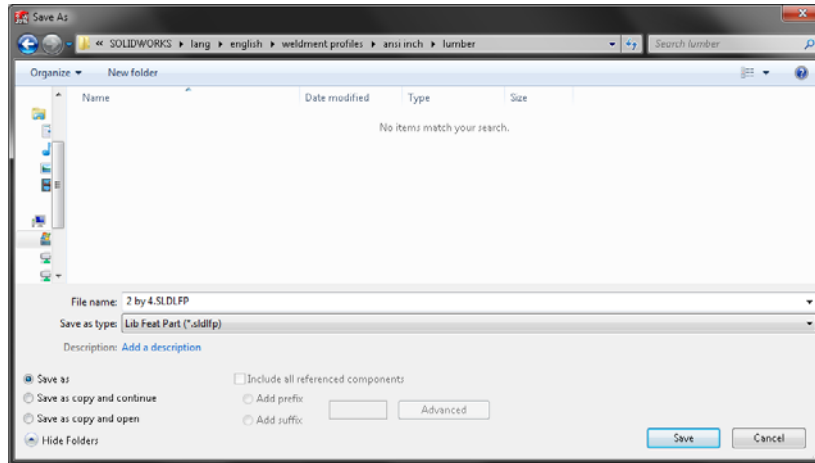
Vaya a la carpeta *C:\Archivos de programa\SolidWorks Corp\SOLIDWORKS\lang\english\weldment profiles\ansi inch\lumber*.



Nota: Es imprescindible seleccionar el croquis en primer lugar.

11 Nombre.

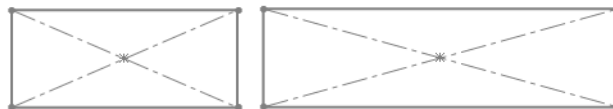
Escriba el nombre *2 by 4* y haga clic en **Guardar**.



Nota: Puede que aparezca un mensaje de advertencia indicando que no tiene permiso para guardar en esa ubicación. Si esto ocurre, guarde el archivo en otra ubicación y muévelo manualmente a la carpeta lumber de la ubicación indicada anteriormente.

Creación de un perfil de pieza soldada similar

Se necesitan diferentes perfiles para representar diferentes formas o tamaños de perfiles de pieza soldada. Puede crearse una sección de madera más grande, de 2 x 6, desde un perfil de pieza soldada existente de 2 x 4 si se copia y edita el archivo.



12 Guardar como.

Haga clic en **Guardar como**, introduzca un nombre para la nueva operación de biblioteca de *2 by 6* y haga clic en **Guardar**.



Editar croquis.

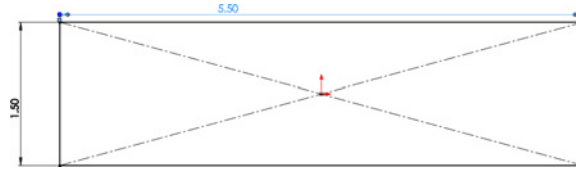
Los croquis existentes pueden editarse para agregar o cambiar geometría o cotas.

Ubicación


- Menú contextual: haga clic con el botón derecho del ratón en un croquis y seleccione **Editar croquis**
- Menú: seleccione un croquis y haga clic en **Editar, Croquis**

13 Edite un croquis.

Haga clic con el botón derecho del ratón en el croquis *Sketch1* y seleccione **Editar croquis** . Haga doble clic en la cota **3,5** y cámbiela a **5,5**. Haga clic en .




14 Salga del croquis.

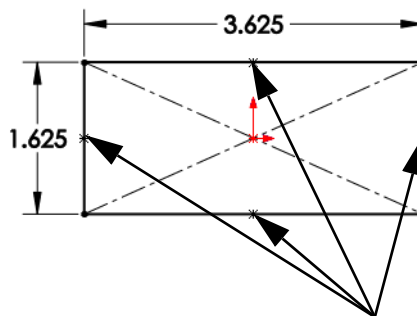
Haga clic en **Salir de croquis**  en la esquina superior derecha de la pantalla.

15 Guarde y cierre.

Haga clic en **Archivo, Cerrar** y en **Guardar**.

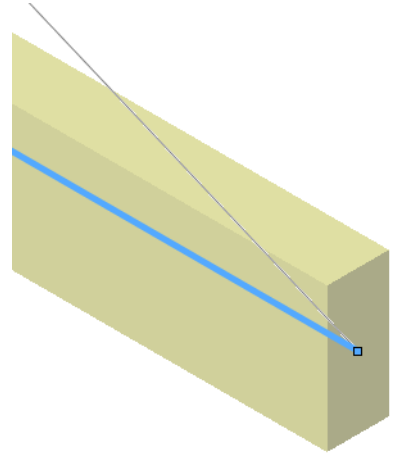
Información adicional sobre perfiles de pieza soldada

Un tipo más general de perfil de pieza soldada para esta forma incluiría un **punto**  en el punto medio de cada arista como se muestra a continuación. De esta forma se confiere más flexibilidad a la hora de colocar el perfil. En este ejemplo no son necesarios.




Creación de un croquis de pieza soldada

El croquis de pieza soldada se utiliza para definir la posición y longitud de todos los miembros estructurales.



16 Abra la pieza **M Roof Truss**.

Haga clic en **Abrir** .

En la ventana **Abrir**, seleccione el tipo:

SOLIDWORKS Files (*.sldprt; *.sldasm; *.slddrw) y vaya a la carpeta *Bridge Design Project\Student\Lesson 9*.

Seleccione *M Roof Truss.sldprt* y haga clic en **Abrir**.

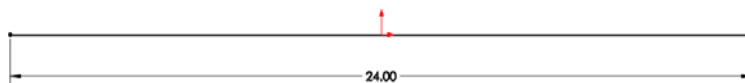
Nota: Las unidades de esta pieza son los **pies** y el material establecido es el **Pino**.

17 Cambie a vista frontal.

Haga clic en **Orientación de vista**  y seleccione **Frontal** .

18 Edite un croquis.


Edite el croquis *Sketch1*. Si desea obtener más información, consulte Editar croquis. en la página 101.




Croquizado de una línea


Cada línea define un único miembro estructural en la pieza soldada.

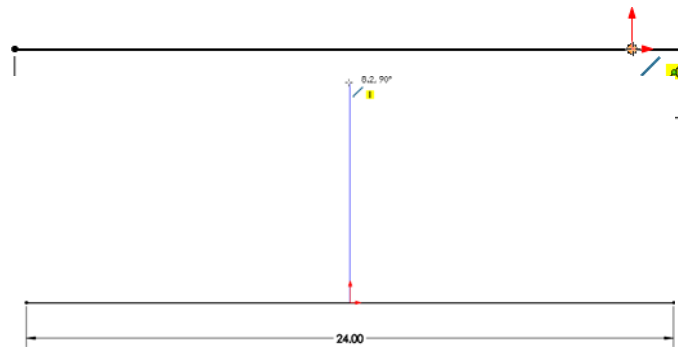
Ubicación

- Administrador de comandos: **Croquis > Línea** 
- Menú: **Herramientas, Entidades de croquis, Línea**
- Menú contextual: haga clic con el botón derecho del ratón en el croquis y seleccione **Línea**

19 Línea vertical.

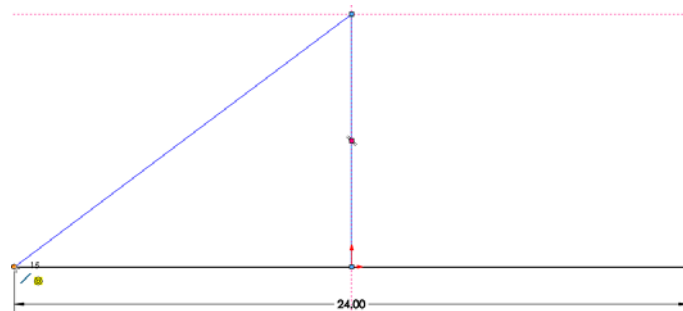
Haga clic en **Línea** . Haga clic en el origen, desplácela verticalmente y vuelva a hacer clic como se muestra.

Nota: El marcador de relación **Vertical**  indica que la línea es totalmente vertical.



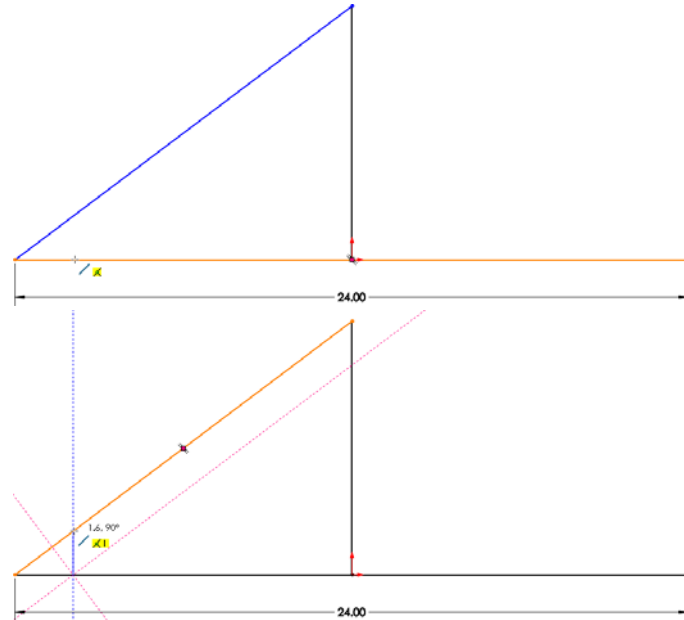
20 Línea angular.

Vuelva a hacer clic en el punto final inferior izquierdo para agregar otra línea como se muestra.




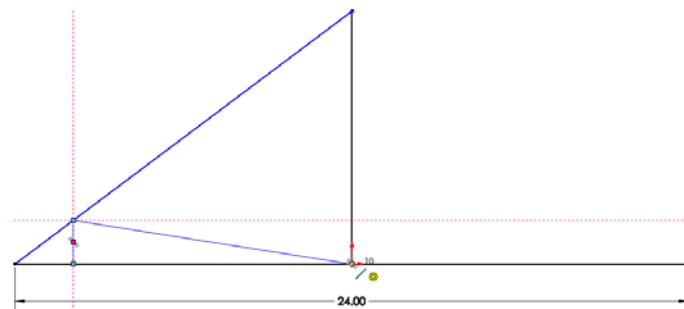
21 Arriostramiento vertical.

Para crear una línea, haga clic en la línea horizontal inferior y desplácela verticalmente hacia arriba. Vuelva a hacer clic en la línea angular para crear una línea corta y vertical.




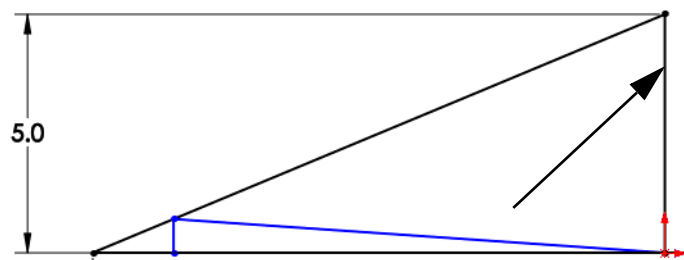
22 Arriostramiento angular.

Vuelva al origen y haga clic de nuevo para crear un arriostramiento angular. Haga clic en .




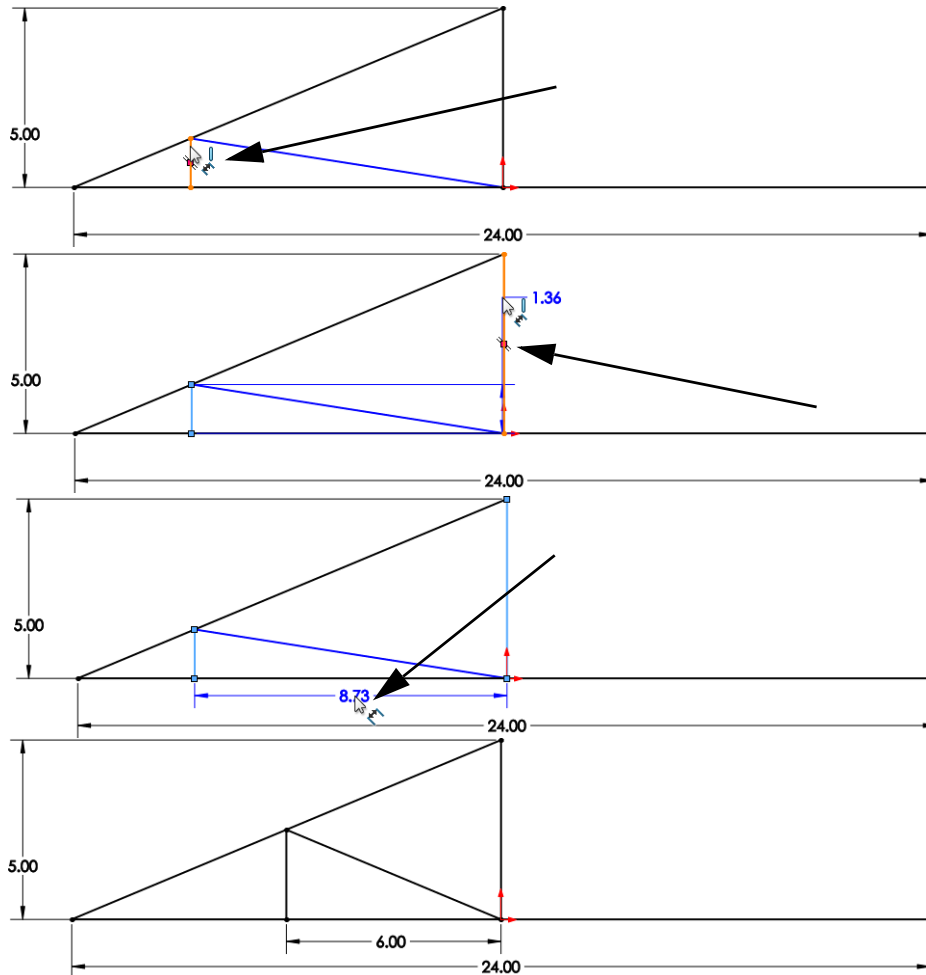
23 Cota vertical.

Haga clic en **Cota inteligente** , seleccione la línea vertical y agregue una cota. Establezca el valor de la cota en **5** como se muestra.



24 Cotas entre líneas.

Haga clic en la línea corta vertical seguida por la línea constructiva vertical. Haga clic debajo del croquis y coloque la cota. Establezca el valor de la cota en **6** y haga clic en .



Entidades simétricas

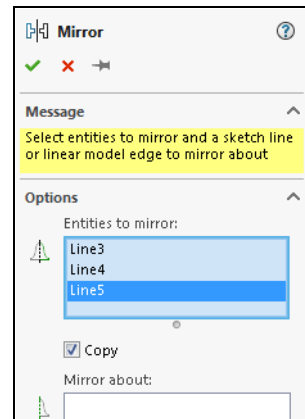
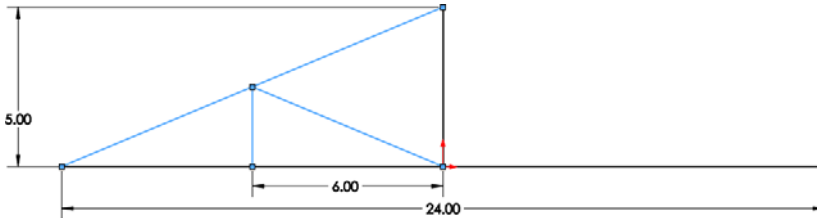
La geometría del croquis puede copiarse si se aplica la simetría en la línea.

Ubicación


- Administrador de comandos: **Croquis > Entidades simétricas** 
- Menú: **Herramientas, Herramientas de croquis, Simetría**

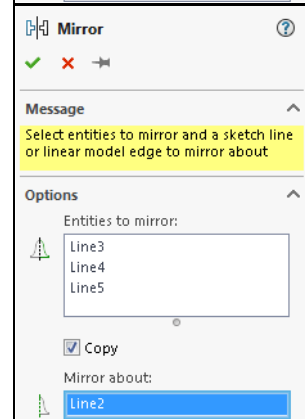
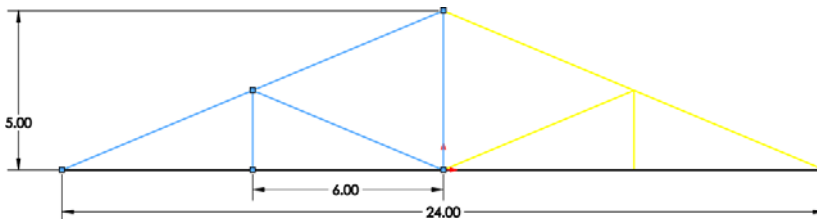
25 Entidades a las que aplicar simetría.

Haga clic en **Entidades simétricas**  y en las tres líneas que se muestran a continuación.




26 Simetría con respecto a.

Haga clic en el campo **Con respecto a:** y en la línea constructiva vertical como se muestra. Haga clic en .



27 Salga del croquis.

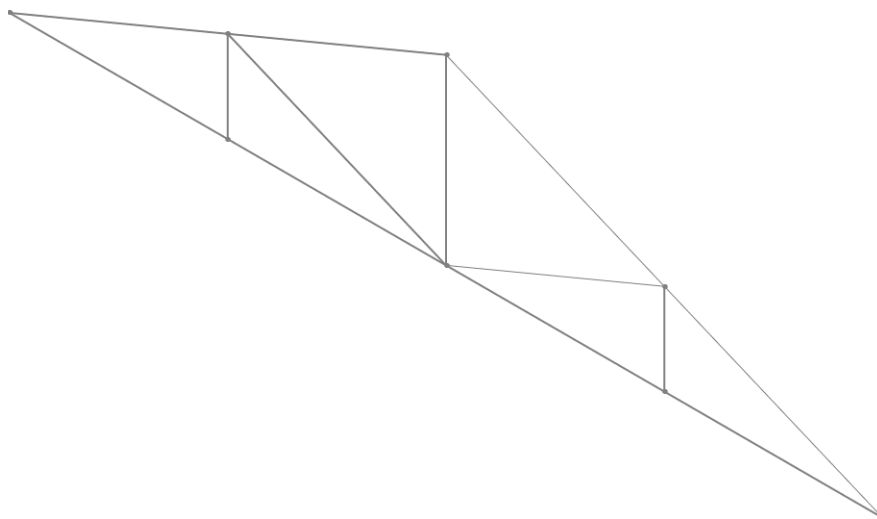
Haga clic en **Salir de croquis**  en la esquina superior derecha de la pantalla.

28 Guarde.

Haga clic en **Guardar** .

29 Cambie a vista isométrica.

Haga clic en **Orientación de vista**  y seleccione **Isométrica** .



Adición de miembros estructurales

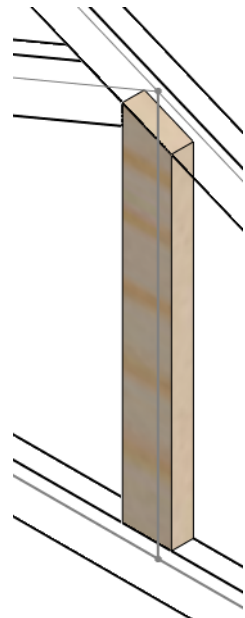
Los miembros estructurales se agregan utilizando geometría de croquis existente con un perfil seleccionado.

Miembro estructural

La longitud de un miembro estructural se basa en la longitud y posición de la línea seleccionada.

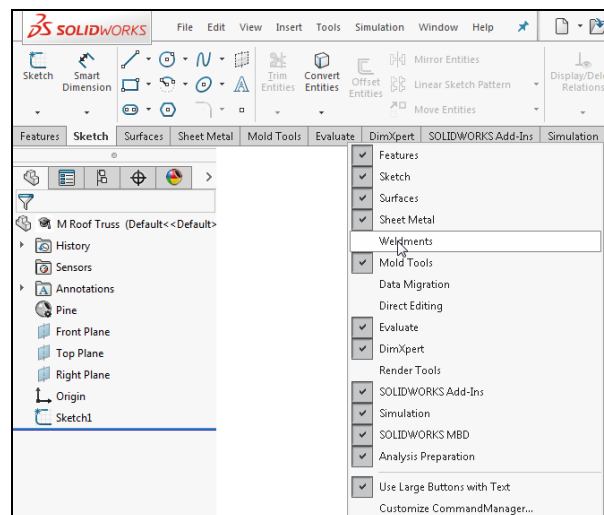
Grupos

Los grupos son conjuntos de selecciones que obligan a un miembro estructural a recortarse según otros. De esta forma, el miembro estructural se recorta automáticamente con el tamaño y la forma adecuados.



Pestañas del administrador de comandos


No todas las pestañas del administrador de comandos están visibles. Si la pestaña **Piezas soldadas** no está visible, haga clic con el botón derecho del ratón en alguna de las pestañas del administrador de comandos y seleccione **Piezas soldadas** para mostrarla.

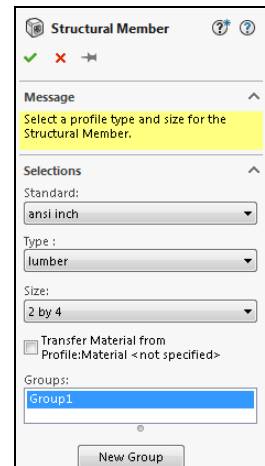
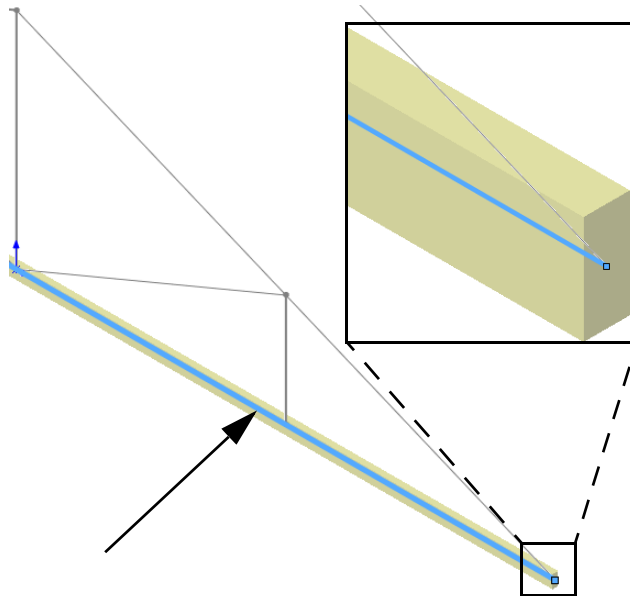


Ubicación

- Administrador de comandos: **Piezas soldadas > Miembro estructural** 
- Menú: **Insertar, Piezas soldadas, Miembro estructural**

30 Miembro estructural.

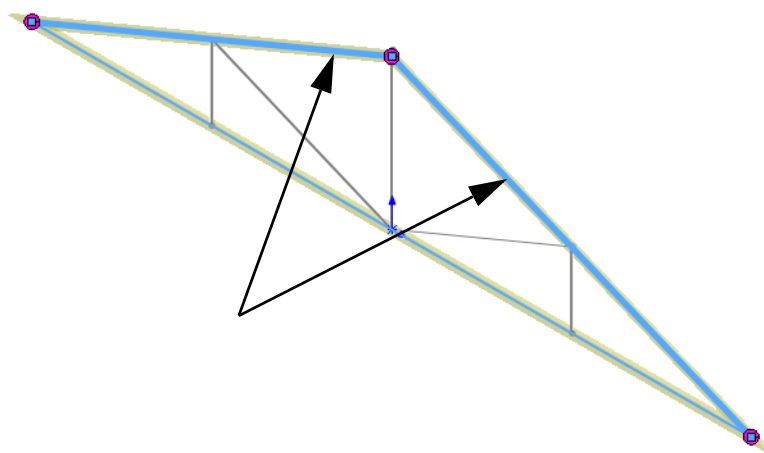
Haga clic en **Miembro estructural**  y haga clic en *ansi inch* (pulgada ansi), *lumber* (madera) y *2 by 4* (2 por 4). Haga clic en la línea horizontal inferior como se muestra. No haga aún clic en Aceptar.



Nota: La vista preliminar muestra la orientación del perfil cuando se aplica a la línea.

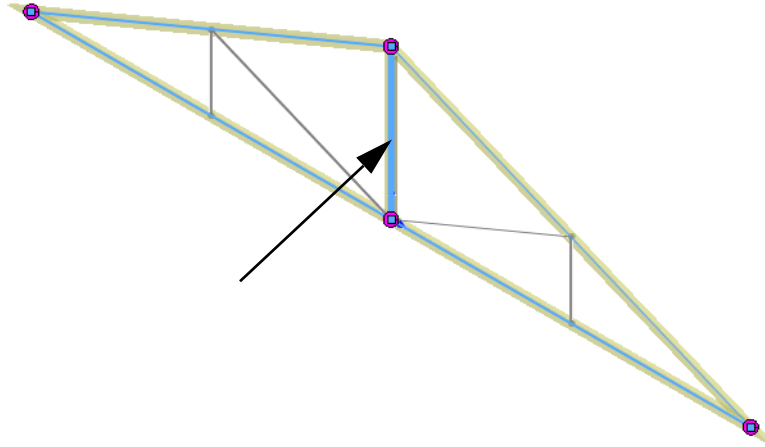
31 Nuevo grupo.

Haga clic en **Nuevo grupo** y seleccione tanto la línea superior como la angular. No haga aún clic en Aceptar.



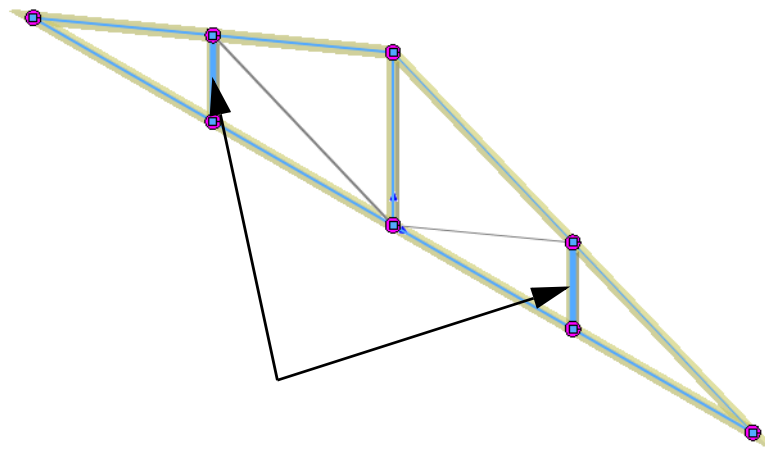
32 Siguiendo grupo nuevo.

Haga clic en **Nuevo grupo** y seleccione la línea constructiva vertical. No haga aún clic en Aceptar.




33 Siguiendo grupo nuevo.

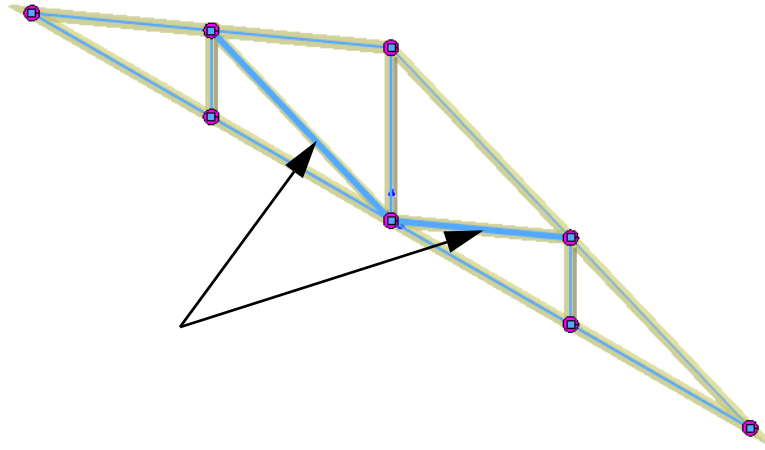
Haga clic en **Nuevo grupo** y seleccione ambas líneas exteriores verticales. No haga aún clic en Aceptar.



34 Nuevo grupo final.

Haga clic en **Nuevo grupo** y seleccione ambas líneas exteriores angulares.

Haga clic en .

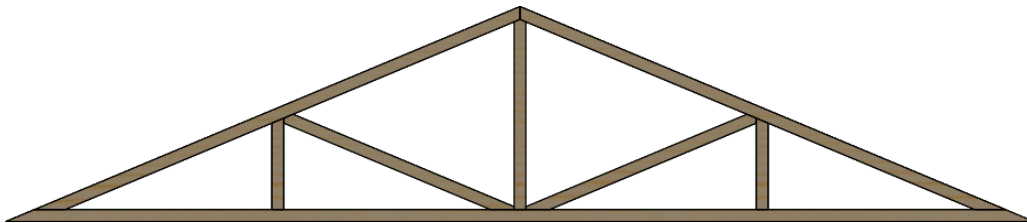


35 Cambie a vista frontal.

Haga clic en **Orientación de vista**  y seleccione **Frontal** .

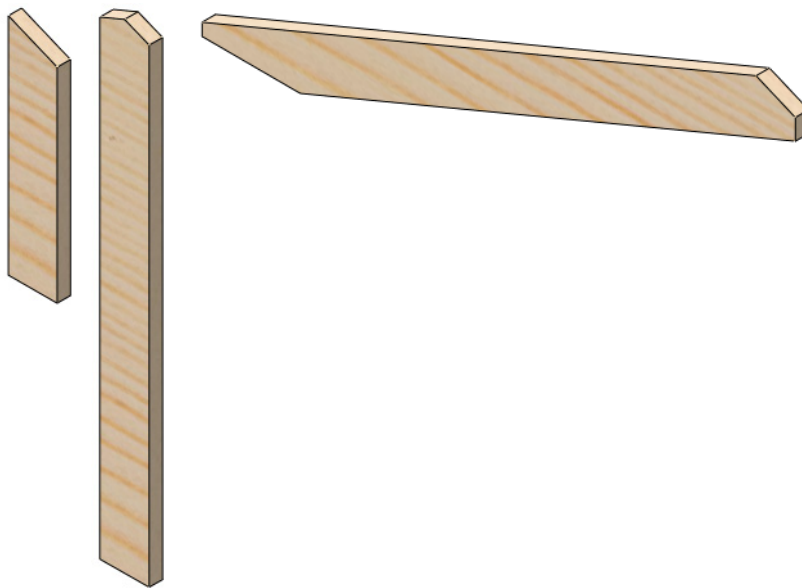
36 Oculte el croquis.

Haga clic con el botón derecho del ratón en *Sketch1* y seleccione **Ocultar** .




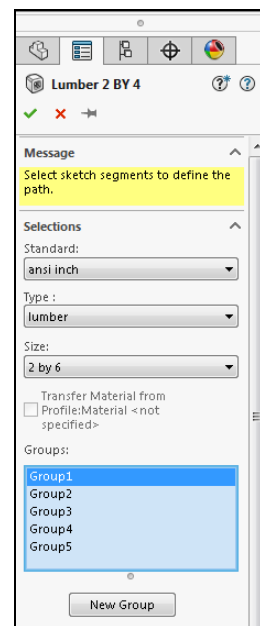
Sólidos múltiples

Al agregar miembros estructurales se crean sólidos múltiples en la pieza. Como se ha utilizado **Nuevo grupo**, cada uno está recortado con el tamaño y la forma adecuados.




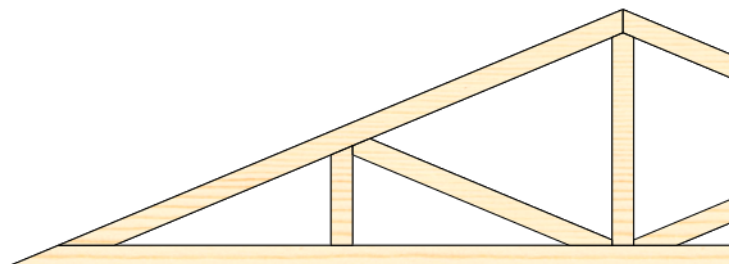
37 Edite una operación.

Haga clic con el botón derecho del ratón en la operación *Structural Member1* (Miembro estructural1) y seleccione **Editar operación** .



38 Cambie el tamaño.

Seleccione el **tamaño 2 by 6** (2 por 6) y haga clic en .



39 Cierre la pieza.

Haga clic en **Archivo, Cerrar** y, a continuación, en **Guardar** para guardar los cambios.

Término	Definición
análisis	Proceso que modela el comportamiento de una estructura para determinar si puede soportar las cargas externas para las que está diseñada. Se calculan cantidades como los desplazamientos, las tensiones y el factor de seguridad.
animar	Ver un modelo o eDrawing de forma dinámica. La animación simula movimiento o muestra distintas vistas.
cabeza de armadura	Estructura de puente sencilla normalmente usada por los ferrocarriles.
cara	Área seleccionable (plana o de otra forma) de un modelo o superficie con contornos que ayudan a definir la forma del modelo o la superficie. Por ejemplo, un sólido rectangular tiene seis caras.
carga externa	Fuerza o presión que se aplica a una estructura desde el exterior. Para una cabeza de armadura, puede ser el peso de un tren.
componente	Cualquier pieza o subensamblaje dentro de un ensamblaje.
croquis	Un croquis 2D es un conjunto de líneas y otros objetos 2D en un plano o cara que forma la base para una operación, como una base o un saliente. Un croquis 3D no es plano y puede usarse para guiar el trazado de un barrido o un recubrimiento, por ejemplo.
desplazamiento	Movimiento de una viga desde su posición original cuando se aplica una carga.
dibujo	Representación 2D de una pieza o un ensamblaje 3D. La extensión de un archivo de dibujo de SOLIDWORKS es *.slddrw.
distribución de la tensión	“Mapa” de colores que muestra el grado de tensión en cualquier lugar de la pieza. Los colores se utilizan para representar intervalos de valores de tensión.
documento	Un documento de SOLIDWORKS es un archivo que contiene una pieza, un ensamblaje o un dibujo.
eDrawing	Representación compacta de una pieza, un ensamblaje o un dibujo. Los eDrawings son lo suficientemente compactos como para poder enviarlos por correo electrónico y pueden crearse para distintos tipos de archivo CAD, incluidos archivos y datos de SOLIDWORKS.
elemento	Forma simple utilizada para representar una pequeña parte del modelo. La suma de todos los elementos representa el modelo completo.

Término	Definición
ensamblaje	Documento en el que se acoplan las piezas, las operaciones y otros ensamblajes (subensamblajes). Las piezas y los subensamblajes existen en documentos independientes del ensamblaje. La extensión de un nombre de archivo de ensamblaje de SOLIDWORKS es *.sldasm.
entorno	Factores externos que afectan a la estructura. Se incluyen las cargas externas aplicadas a dicha estructura y los lugares donde está restringido el movimiento.
estructura	Conjunto de vigas que se utiliza para formar una sola pieza. En SOLIDWORKS, este tipo de pieza se denomina pieza soldada; son varias piezas soldadas para formar una sola.
estudio de simulación	Carpeta utilizada para guardar un análisis completo, que incluye: materiales, sujeciones, cargas externas y malla.
factor de seguridad	Valor que se calcula en un análisis que determina si una estructura es lo suficientemente resistente como para soportar las cargas externas que se le apliquen.
fases del análisis estructural	Etapas de un análisis genérico que incluyen el preprocesamiento (configuración), el análisis y el posprocesamiento (ver los resultados). En concreto, utilizamos SOLIDWORKS Simulation.
flexión	Lo que le ocurre a una viga cuando se carga en toda su extensión.
gestor de diseño del FeatureManager	Se encuentra en la parte izquierda de la ventana de SOLIDWORKS y proporciona una vista general de la pieza, el ensamblaje o el dibujo activos.
gestor de estudios de Simulation	Gestor con estructura de árbol, similar al gestor de diseño del FeatureManager, que contiene las operaciones que conforman una simulación.
hoja de dibujo	Página de un documento de dibujo.
límite elástico	Límite de resistencia de una viga basado en las tensiones de la viga.
línea	Entidad de croquis recta con dos puntos finales. Una línea se puede crear proyectando una entidad externa, como una arista, un plano, un eje o una curva de croquis en el croquis.
mallado	Proceso de división del modelo en pequeñas piezas denominadas elementos.
material	Lo que se utiliza para crear las vigas de la estructura. En una estructura real, normalmente es acero, pero puede ser madera u hormigón. Nosotros usamos madera.
miembro estructural	Sólido único en una estructura de piezas soldadas que representa una viga o la longitud de la madera.
modelo	Geometría de sólidos 3D en un documento de ensamblaje o pieza. Si un documento de ensamblaje o pieza contiene varias configuraciones, cada configuración será un modelo independiente.

Término	Definición
newton	Unidad de fuerza del Sistema internacional de unidades (SI) (m-kg-s). Una fuerza de un newton acelerará una masa de un kilo a la velocidad de un metro por segundo. En el sistema inglés tradicional, un newton representa aproximadamente 0,225 libras de fuerza (lbf). El newton toma su nombre de Isaac Newton (1642-1727), que fue la primera persona en entender claramente la relación entre fuerza (F), masa (m) y aceleración (a), expresada mediante la fórmula $F = ma$.
nodo	Punto utilizado para conectar y dar forma a los elementos.
operación	Forma individual que, combinada con otras operaciones, compone una pieza o un ensamblaje. Las operaciones siempre se enumeran en el gestor de diseño del FeatureManager.
pascal	Unidad de presión y tensión del Sistema internacional de unidades (SI) (m-kg-s). Se define como un newton por metro cuadrado. En el sistema inglés tradicional, un pascal representa aproximadamente $145,04 \times 10^{-6}$ libras por pulgada cuadrada (psi). Puesto que se trata de una cantidad muy pequeña, con frecuencia se utilizan las unidades relacionadas MPa (megapascuales) y kPa (kilopascuales). El pascal toma su nombre de Blaise Pascal (1623-1662), un famoso matemático y físico.
perfil de pieza soldada	Croquis 2D que representa la sección transversal de un miembro estructural.
pieza	Objeto 3D individual compuesto por operaciones. Una pieza puede pasar a ser un componente de un ensamblaje y puede representarse en 2D en un dibujo. Algunos ejemplos de piezas son los tornillos, los pasadores, las chapas, etc. La extensión de un archivo de pieza de SOLIDWORKS es *.sldprt.
pieza soldada	Estructura basada en un croquis 2D o 3D, un perfil y sólidos múltiples en una pieza individual.
rectángulo	Combinación de cuatro líneas que crean una forma rectangular en un croquis.
resistencia	La resistencia o rigidez de una viga incluye la forma de sección transversal (momento de inercia del área) y el material.
restricción	Describe qué pieza del modelo no puede moverse en el análisis.
sistema de unidades	Combinación de unidades de longitud, masa y tiempo que se suelen describir mediante selecciones como IPS (pulgada, libra, segundo) o MMGS (milímetro, gramo, segundo).
SOLIDWORKS Simulation	Software dentro de SOLIDWORKS que se utiliza para realizar un análisis estructural.
sujeción	Las sujeciones se utilizan para limitar el movimiento de puntos en el modelo. También se denominan restricciones.

Término	Definición
tensión	Cantidad medida por la fuerza por unidad de área dentro de una estructura causada por cargas externas aplicadas fuera de la estructura. Las unidades comunes son los pascales y las libras por pulgada cuadrada.
tensión y compresión	Fuerzas internas de una viga causadas por la flexión.
viga	Miembro estructural con una sección transversal constante. Suele cargarse de forma que se flexione.
vista etiquetada	Vista específica de una pieza o un ensamblaje (isométrica, superior, etc.), o nombre definido por el usuario para una vista concreta. Las vistas etiquetadas de una lista de orientación de vistas pueden insertarse en dibujos.
zona de gráficos	Zona de la ventana de SOLIDWORKS en la que aparece la pieza, el ensamblaje o el dibujo.