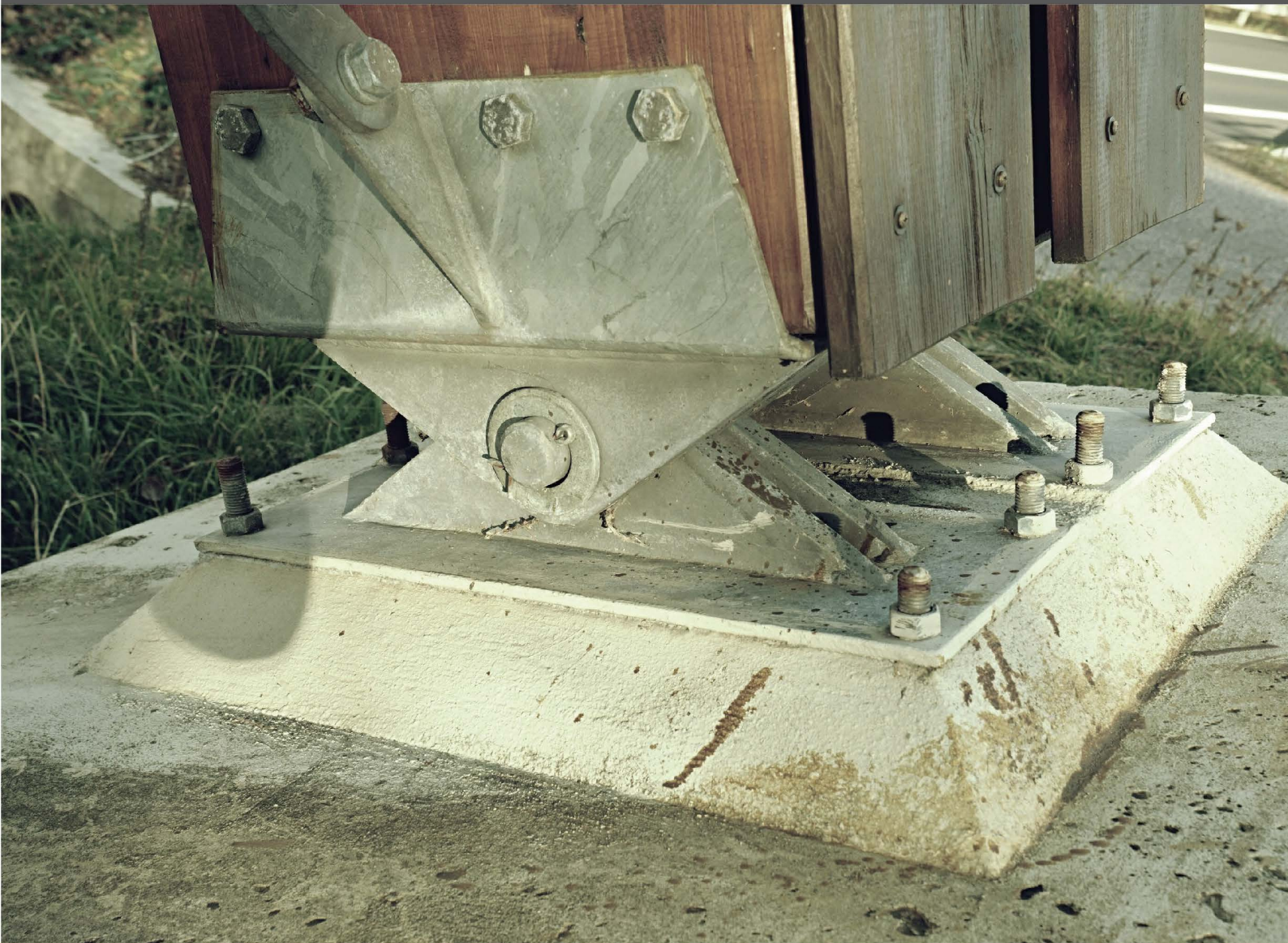




MATRIX | STRUCTURES

Shear Force



MATRIX

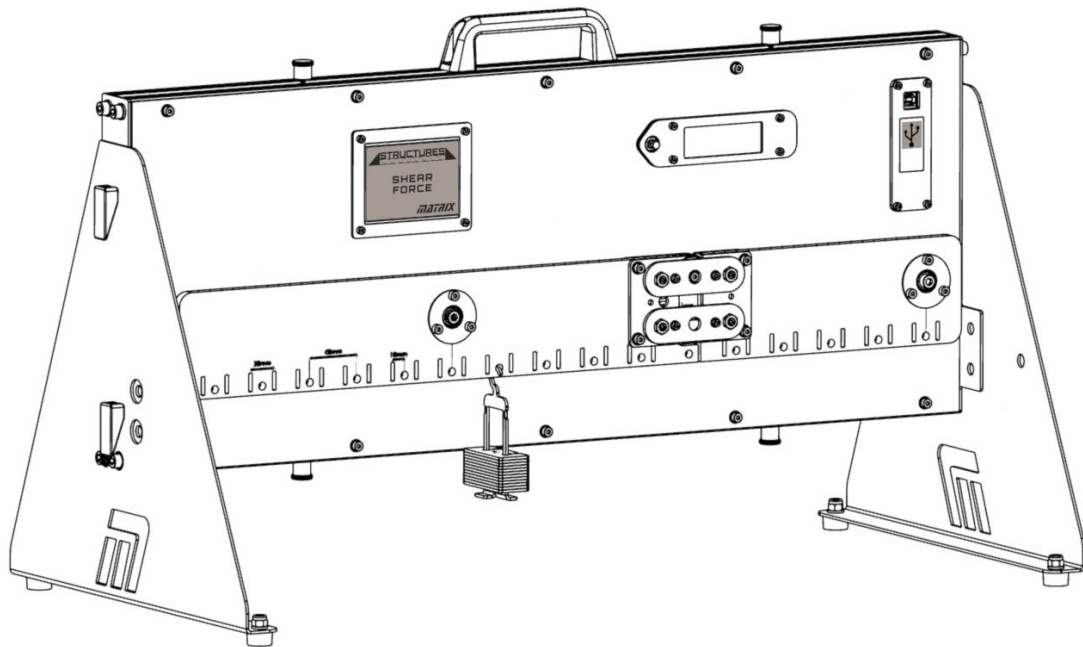
CP4708

www.matrixtsl.com

Copyright © 2021 Matrix Technology Solutions Limited

Fuerza de cizallamiento

Ficha 1 -	Cambiar la carga	7
Ficha 2 -	Desplazamiento de la carga	9
Ficha 3 -	Cargas múltiples	11
Ficha 4 -	Carga uniformemente distribuida	12
Folleto para el alumno		14
Notas para el instructor		23



Antecedentes:

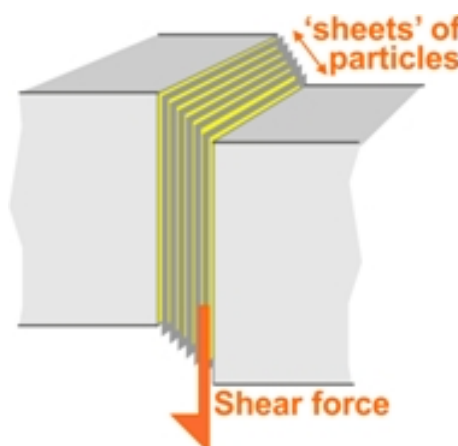
Cuando una fuerza actúa sobre una estructura como una viga, puede hacer que se doble o incluso que se agriete.

Las partículas que componen el haz se atraen entre sí, por eso el haz es un objeto rígido. Bajo la acción de una fuerza externa que actúa hacia abajo, se aplastan unas contra otras cerca de la superficie superior y se separan más cerca del borde inferior.



Internamente, estas fuerzas, vistas en un corte transversal de la viga, pueden considerarse como una combinación de una fuerza resultante y un par resultante. El par resultante interno se denomina **momento flector**. La fuerza resultante interna se denomina **fuerza cortante**.

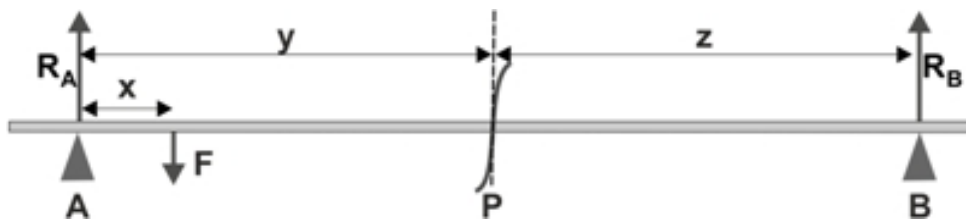
Cuando esta fuerza de cizallamiento es lo suficientemente grande, puede hacer que las láminas de partículas de la viga se deslicen unas sobre otras. Es parecido al efecto de empujar lateralmente la carta superior de una baraja. La baraja se deforma cuando cada carta se desliza sobre la que tiene debajo.



Fondo

El siguiente diagrama muestra las fuerzas **externas** que actúan sobre una viga de peso despreciable, apoyada sobre soportes simples, **A** y **B**, con una carga puntual **F** actuando sobre ella. Los apoyos ejercen fuerzas de reacción **R_A** y **R_B**. Observando estas fuerzas, dado que la viga está en equilibrio:

$$R_A + R_B = F$$



Se hace un corte imaginario en el punto **P**. La sección etiquetada como **AP** está en equilibrio, por lo que las fuerzas que actúan sobre ella deben anularse.

Estas fuerzas son la fuerza de reacción **R_A** en el apoyo **A**, la fuerza **F** y la fuerza cortante **V**. La fuerza cortante es interna. Una fuerza de cizalladura interna igual opuesta, que actúa justo después de la rebanada **P**, la anula.



La ecuación anterior muestra que la fuerza **F** es mayor que la reacción **R_A**. Por lo tanto, la fuerza cortante **V** debe actuar verticalmente hacia arriba para mantener la sección **AP** en equilibrio.

Dado que esta sección está en equilibrio:

$$R_A + V = F$$

La fuerza **F** es conocida. La fuerza de reacción **R_A** puede calcularse aplicando el principio de momentos sobre el apoyo **B**.

De este modo se puede calcular la fuerza cortante **V**.

(Alternativamente, mirando el segmento **PB**, que también está en equilibrio:

$$V = R_B$$

La fuerza de reacción **R_B** puede calcularse aplicando el principio de momentos sobre el apoyo **A**).

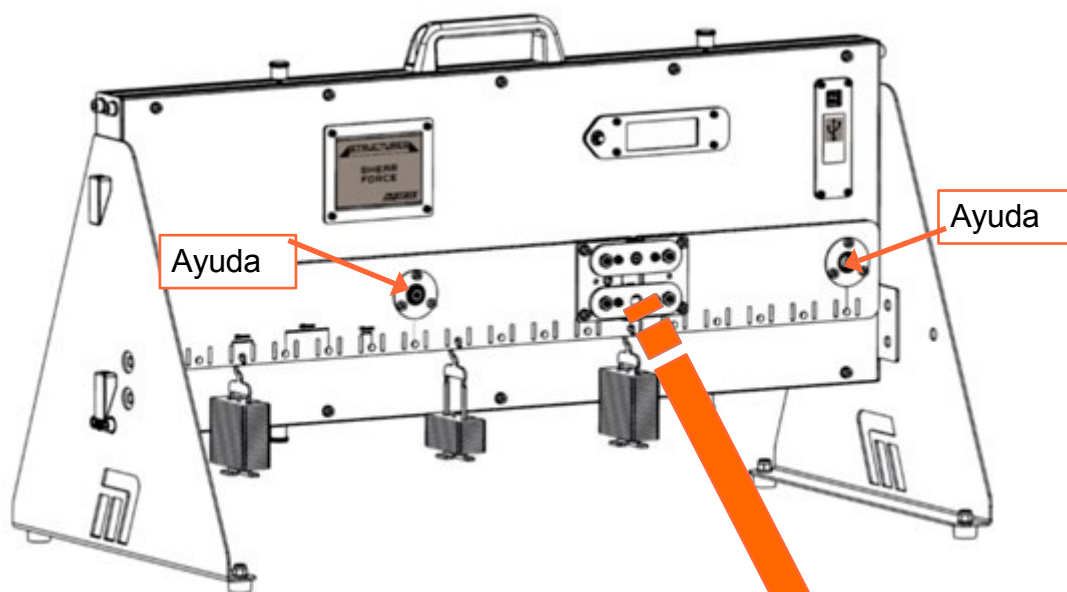
El aparato:

El aparato "Estructuras - Fuerza cortante" permite investigar esta fuerza cortante interna. Consiste en una viga, apoyada en dos puntos, dividida en dos secciones unidas por un pivote.

Una célula de carga, que abarca el espacio entre las secciones, mide la fuerza entre las dos secciones. A partir de ella, puede calcularse la fuerza de cizallamiento en esa sección.

El aparato está diseñado para funcionar con una alimentación de 5v. Esto significa que un cable USB conectado a un ordenador o a un enchufe será suficiente. El software de adquisición de datos sólo funciona a través del ordenador, por lo que la configuración recomendada es tener el USB enchufado al ordenador que está ejecutando el software. Sin embargo, si desea realizar el experimento sin el software, tendrá que conseguir un enchufe USB para el estilo de enchufe local correcto.

Detalle del montaje de la célula de carga:



Estas dos barras forman parte del sistema de articulación que garantiza que las dos secciones de la viga se muevan en paralelo, reflejando el efecto de la fuerza cortante.

Ficha 1

Cambiar la carga

El diseño de una estructura determina las cargas que es capaz de soportar. Puede ser peligroso superar la carga máxima.

En un puente como el de la fotografía, el punto más débil suele estar en el centro del vano.

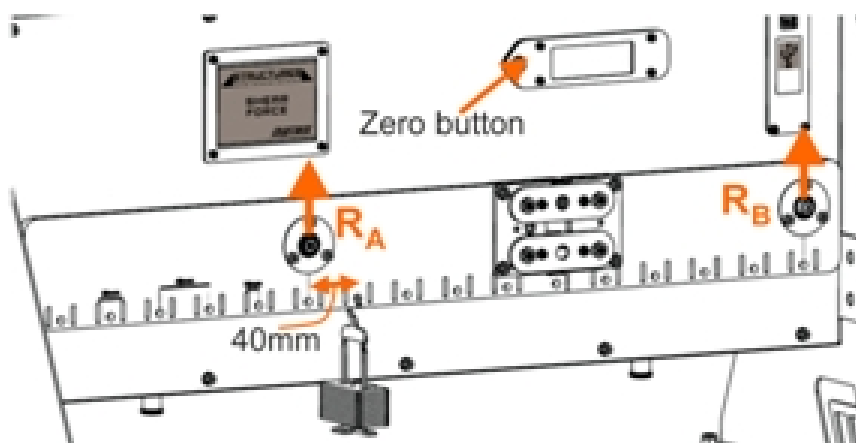
El ingeniero estructural debe ser capaz de predecir los efectos de diferentes cargas sobre la estructura.

Este experimento explora el efecto que tiene el cambio de la carga sobre una viga en la fuerza cortante resultante.



Te toca a ti:

- Asegúrese de que el aparato esté nivelado.
- Pulse el botón de la pantalla LCD para poner a cero el equipo. Esto elimina el peso de la viga y la célula de carga en los cálculos posteriores.
- Coloque una percha de masa vacía a 40 mm (un orificio) del soporte izquierdo, como que se muestra en el siguiente diagrama.
- Registra la carga medida por la célula de carga, ya sea en una hoja de cálculo o en la tabla del Student Handout.
- Aumente la masa en la percha en pasos de 40 g, hasta un máximo de 300 g y registre la carga medida cada vez.



Ficha 1

Cambiar la carga

A su disposición

- Utiliza las fórmulas dadas en el Student Handout para determinar:
 - la fuerza de reacción R_B ;
 - los valores medidos y calculados de la fuerza cortante, V .
- Utiliza los ejes proporcionados para trazar gráficos de la fuerza cortante medida frente a la carga suspendida y de la fuerza cortante calculada frente a la carga suspendida.
- En el Student Handout, responde a la pregunta sobre cómo obtener el valor de la reacción fuerza R_A .

¿Y qué?

El esfuerzo cortante calculado y el medido experimentalmente producen trazos muy similares en los gráficos, lo que demuestra que las ecuaciones utilizadas para obtener el valor calculado son robustas y pueden utilizarse para predecir el comportamiento de las vigas.

Desafío:

- Utilice el diagrama de cuerpo libre proporcionado en el Manual del Alumno para completar el diagrama de fuerza cortante para este montaje cuando la carga aplicada es máxima (2,94N).

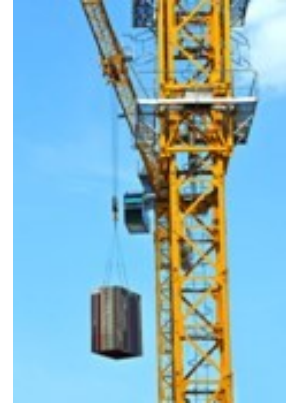
Ficha 2

Desplazamiento de la carga

El trabajo de una grúa, como la grúa torre que se muestra al lado, es mover cargas pesadas de un lugar a otro.

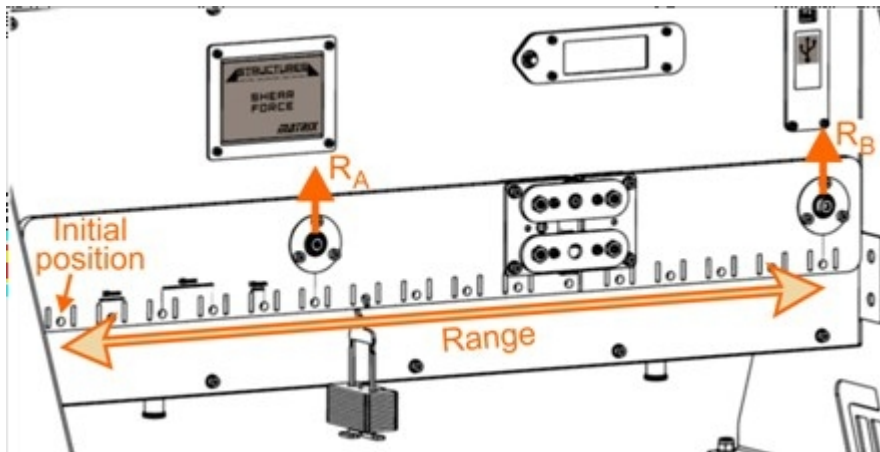
En el proceso, a medida que la carga se desplaza, cambian los esfuerzos que produce en la estructura de la grúa. La grúa debe diseñarse para soportar la tensión máxima. El ingeniero de diseño debe ser capaz de predecir cuál será ese máximo.

Este experimento explora el efecto de mover una carga fija a lo largo de la viga sobre el esfuerzo cortante resultante.



Te toca a ti:

- Asegúrese de que el aparato esté nivelado.
- Pulse el botón de la pantalla LCD para poner a cero el equipo y eliminar el peso de la viga y la célula de carga.
- El experimento utiliza una carga fija de 300 g (2,94 N). Coloca inicialmente un colgador de masa de 300g en el extremo izquierdo de la viga, como se muestra en el diagrama siguiente.
- Registre la carga medida por la célula de carga en una hoja de cálculo o en la tabla del Material para el alumno.
- Mueva el colgador de masa de 300 g hasta el siguiente orificio de la derecha (es decir, a 40 mm de la posición inicial) y registre la nueva lectura de la célula de carga.



Ficha 2

Desplazamiento de la carga

Hasta la vista.....

- Continúe así, moviendo la carga de 300 g a lo largo de la viga, agujero por agujero, y registrando las lecturas de la célula de carga.
- Utilice estas lecturas para calcular las fuerzas de reacción en los apoyos **A** y **B** para cada posición. Determine entonces los valores medidos y calculados de la fuerza cortante.
- Represente gráficamente la fuerza cortante medida en función de la distancia y la fuerza cortante calculada en función de la distancia.

En el Student Handout se proporcionan los ejes adecuados.

Elige una escala adecuada para el eje vertical y añade etiquetas apropiadas para mostrar tu elección.

¿Y qué?

La fuerza de cizallamiento producida por la carga depende exactamente de dónde se aplica la carga.

Cuando la carga está directamente debajo de un soporte, no hay fuerza de cizallamiento en la rebanada de la célula de carga.

Cuando la carga llega a la rodaja, la fuerza de cizallamiento cambia de signo. La célula de carga se encuentra inicialmente bajo tensión y, de repente, bajo compresión cuando pasa la carga.

Desafío:

- Confirme estos resultados repitiendo el proceso con una carga diferente. Para agilizar la investigación, desplace la nueva carga en pasos de 80 mm (dos orificios).

Al igual que en la primera parte, registra los resultados en una hoja de cálculo o en la tabla del Student Handout.

Ficha 3

Cargas múltiples

Las dos primeras investigaciones analizaron el efecto de una sola carga sobre la viga.

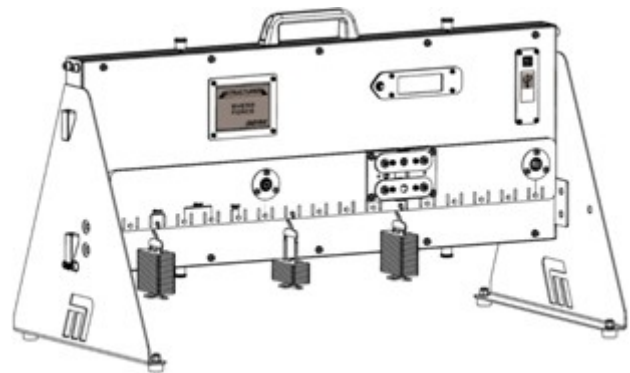
En la vida real, las estructuras tienen que soportar muchas cargas simultáneamente. Sin embargo, el principio de superposición de fuerzas dice que el efecto global de muchas cargas es simplemente la suma de sus efectos individuales.

En otras palabras, el enfoque utilizado en investigaciones anteriores, para una sola carga, es igualmente válido aquí.



Esquema:

Investiga el efecto global sobre el esfuerzo cortante de colocar tres cargas diferentes en tres lugares distintos de la viga.



Te toca a ti:

Desafío:

- Coloca tres cargas diferentes en distintas posiciones de la viga.
- Registra sus pesos, sus posiciones y la lectura resultante de la célula de carga.
- Calcule la fuerza de cizallamiento resultante en la rebanada utilizando la fuerza medida por la célula de carga.
- En el Student Handout, dibuja el diagrama de cuerpo libre para este sistema.
- Aplique el principio de los momentos para deducir las fuerzas de reacción generadas por los apoyos.
- Calcule la fuerza de cizalladura teórica en la rebanada utilizando una de estas fuerzas de reacción.
- Comprueba este valor calculándolo de nuevo, utilizando la otra fuerza de reacción.
- Anota los resultados y tus cálculos en las tablas que aparecen en el Student Handout o en una hoja de cálculo.
- Repita el mismo proceso para tres disposiciones de carga diferentes.

Ficha 4

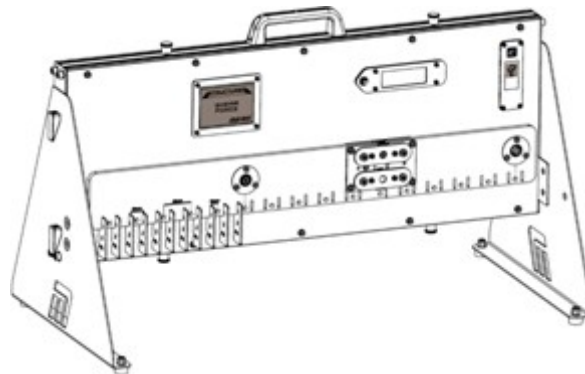
Carga uniformemente distribuida

Hasta ahora sólo hemos considerado las cargas puntuales, cuyos efectos se concentran en puntos concretos de la estructura. Muy a menudo, las cargas del mundo real están distribuidas, es decir, repartidas por una región. Una carga uniformemente distribuida (UDL) es una carga que se reparte de tal manera que cada unidad de longitud de la estructura está cargada en la misma medida.



Esquema:

El objetivo es investigar el efecto sobre el esfuerzo cortante de una carga uniformemente distribuida situada en el extremo izquierdo de la viga.



Te toca a ti:

Desafío:

- Crea la carga uniformemente distribuida colocando once masas de 20g en agujeros adyacentes en el extremo izquierdo de la viga, como se muestra en el diagrama, creando una carga de 2,16N.
- Registre la lectura resultante de la célula de carga.
- Calcule la fuerza de cizallamiento en la rebanada utilizando esta fuerza medida por la célula de carga.
- En el Student Handout, dibuja el diagrama de cuerpo libre para este sistema.
- Utiliza el principio de momentos para deducir las fuerzas de reacción generadas por los apoyos.
- Por lo tanto, calcule la fuerza de cizallamiento teórica en la rebanada .
- Comprueba este valor calculándolo de nuevo, utilizando la otra fuerza de reacción.
- Anota los resultados y tus cálculos en las tablas que aparecen en el Student Handout o en una hoja de cálculo.

Ficha 4

Carga uniformemente distribuida

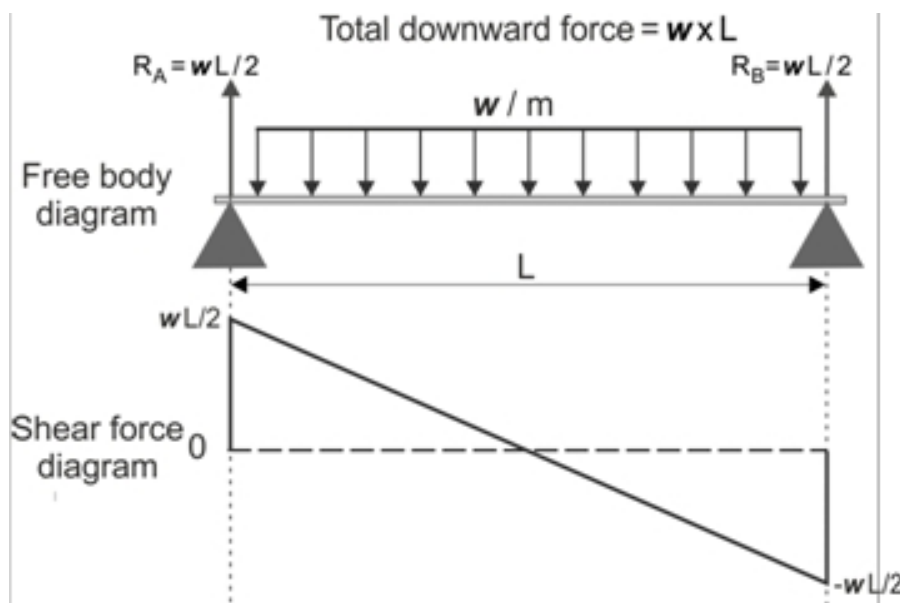
Y qué:

La última investigación se centró en las cargas en tres puntos.

Imagina un gran número de cargas puntuales situadas unas junto a otras: es una carga distribuida.

El hecho de que sea una carga distribuida no afecta a las fuerzas de reacción resultantes en los apoyos, pero sí a las fuerzas cortantes producidas.

El diagrama muestra el efecto de una carga uniformemente distribuida sobre la fuerza cortante resultante. Una consecuencia de ello es que es menos probable que las UDL provoquen la flexión o el fallo de una estructura que las cargas puntuales.



Folleto para el alumno

Folleto para el alumno

Ficha 1 - Cambiar la carga

Masa m de carga en g	Peso F de la carga en N	Fuerza de reacción R_B en N	Calculado fuerza cortante V en N	Célula de carga LECTURA	Lectura de la célula de carga L en N	Fuerza cortante medida V en N
20						
60						
100						
140						
180						
220						
260						
300						

Completa la tabla utilizando las fórmulas siguientes:

Peso = masa x fuerza del campo gravitatorio.

donde fuerza del campo gravitatorio = $9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

. (Nótese que todas las masas deben estar en kg).

Por lo tanto:

$$F = m / 1000 \times 9,81 \text{ y } L = c / 1000 \times 9,81$$

Aplicación del principio de momentos a fuerzas externas que ejercen momentos sobre el apoyo **A**:

$$R_B \times 0.4 = F \times 0.04 \Rightarrow R_B = (F \times 0,04) / 0,4$$

Mirando el segmento **PB**, que está en equilibrio:

$$V = R_B$$

¿Cómo utilizarías los resultados anteriores para obtener los valores de la fuerza de reacción R_A en el apoyo **A**?

.....

.....

.....

.....

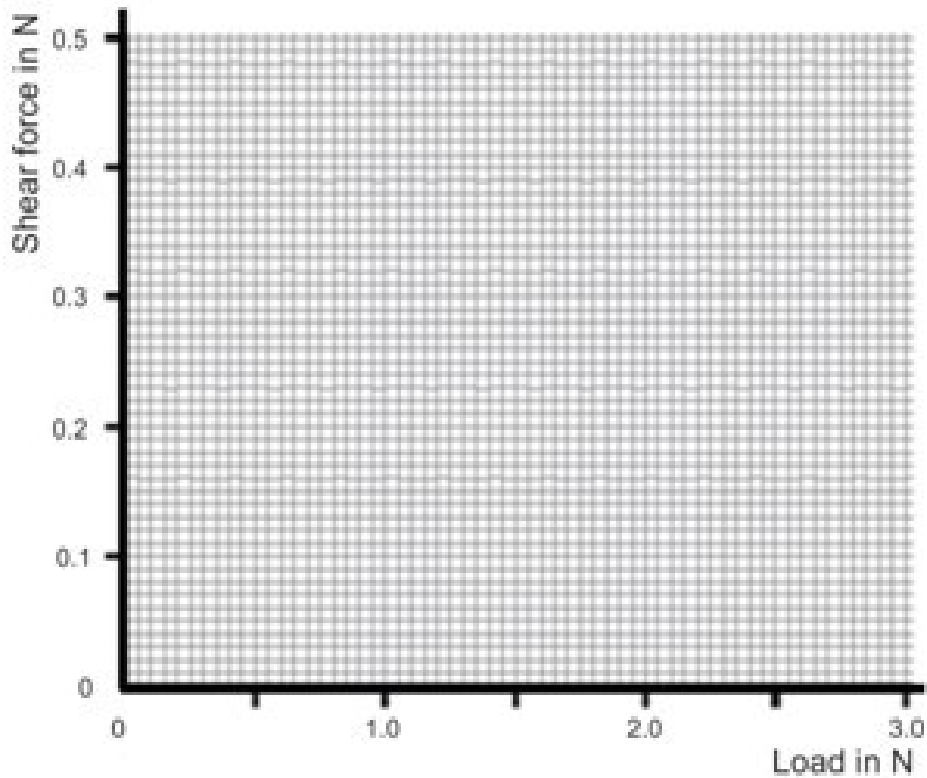
Folleto para el alumno

Ficha 1

Gráficos del esfuerzo cortante en función de la carga suspendida para los valores medidos y calculados:

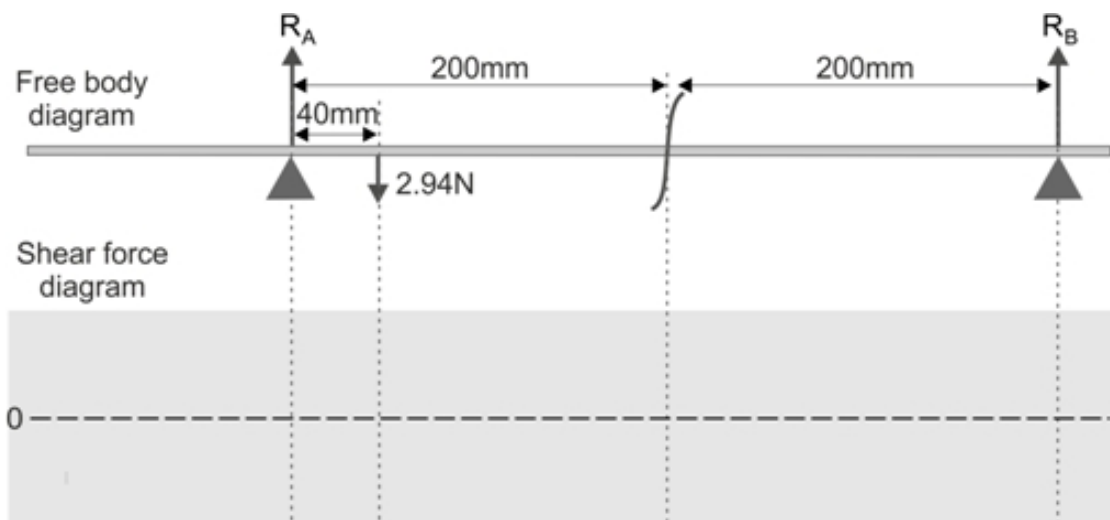
Muestra tus medidas como pequeñas cruces.

Utiliza colores diferentes para los dos trazos, de modo que puedas distinguirlos fácilmente.



Challenge:

Diagrama de cuerpo libre para una carga aplicada de 2,94N (carga máxima).



Folleto para el alumno

Ficha 2 - Desplazamiento de la carga

1. Carga = 300 g:

Distancia x desde la izquierda en m	Célula de carga LECTURA	Célula de carga lectura L en N	Reacción fuerza R_A en N	Reacción fuerza R_B en N	Medido fuerza cortante V en N	Calculado fuerza cortante V en N
0						
0.04						
0.08						
0.12						
0.16						
0.20						
0.24						
0.28						
0.32						
0.36						
0.40						
0.44						
0.48						
0.52						
0.56						
0.60						

Desafío:

2. Carga =:

Distancia x desde la izquierda en m	Célula de carga LECTURA	Célula de carga lectura L en N	Reacción fuerza R_A en N	Reacción fuerza R_B en N	Medido fuerza cortante V en N	Calculado fuerza cortante V en N
0						
0.08						
0.16						
0.24						
0.32						
0.40						
0.48						
0.56						
0.60						

Folleto para el alumno

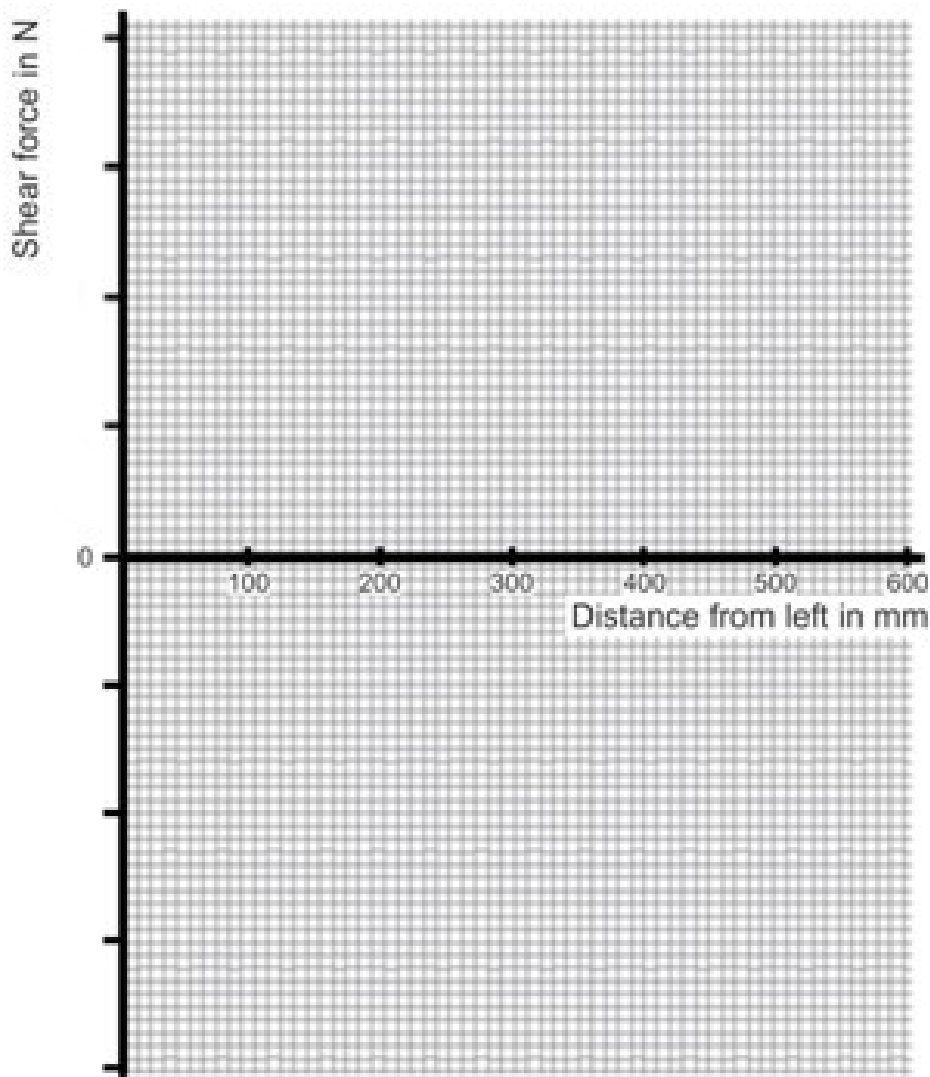
Ficha 2

Para la carga de 300 g, traza en los mismos ejes los gráficos de la fuerza cortante **medida** frente a la distancia **x** y la fuerza cortante **calculada** frente a la distancia **x**

Gráfico del esfuerzo cortante en función de la distancia a lo largo de la viga:

Muestra tus medidas como pequeñas cruces.

Utiliza colores diferentes para los dos trazos, de modo que puedas distinguirlos fácilmente.



Folleto para el alumno

Ficha 3 - Cargas múltiples

Si lo desea, utilice el espacio siguiente para dibujar tablas con sus resultados.

Diagrama de cuerpo libre de la disposición:

Folleto para el alumno

Ficha 4 - Carga uniformemente distribuida

Si lo desea, utilice el espacio siguiente para dibujar tablas con sus resultados.

Diagrama de cuerpo libre de la disposición:

Notas para el Instructor

Sobre este curso

Introducción

El módulo "Estructuras - Fuerza cortante" introduce a los estudiantes en el concepto de fuerza cortante, uno de los resultados de aplicar una carga a una viga.

Utilizando el kit, los alumnos completan una serie de hojas de trabajo que se centran en una serie de temas que se encuentran en el BTEC Higher National y cursos equivalentes. Al principio, estas hojas de trabajo proporcionan todos los detalles de las investigaciones. Con el tiempo, ese "andamiaje" se reduce, animando a los alumnos a demostrar sus conocimientos y comprensión en situaciones nuevas.

Objetivo

El curso enseña a los estudiantes las relaciones entre las cargas aplicadas y los esfuerzos cortantes resultantes.

Conocimientos previos

Se espera que los estudiantes hayan seguido un curso introductorio de ciencias que les permita tomar, registrar y analizar observaciones científicas. Se requiere cierta capacidad matemática: capacidad para tomar lecturas de una escala analógica, capacidad para comprender la transposición de fórmulas, capacidad para utilizar una calculadora para realizar cálculos y capacidad para trazar un gráfico.

Usando este curso:

Se espera que las hojas de trabajo y el Student Handout se impriman / fotocopien, preferiblemente en color, para uso de los alumnos.

El Student Handout es un registro de las medidas tomadas en cada hoja de trabajo y preguntas relacionadas con

para ellos. Los estudiantes no necesitan una copia permanente de las hojas de trabajo, pero sí necesitan su propia copia del Student Handout.

Este formato fomenta el autoaprendizaje y permite a los alumnos trabajar al ritmo que mejor se adapte a sus capacidades. Corresponde al profesor comprobar que los alumnos comprenden las fichas a medida que las van completando. Una forma de hacerlo es "firmar" cada hoja de trabajo, a medida que el alumno la completa, y en el proceso tener una breve charla para evaluar la comprensión del alumno de las ideas involucradas en los ejercicios que contiene.

Somos conscientes de que usted, como profesional de la materia, es el principal responsable de determinar cómo y qué aprenden los alumnos. Las hojas de trabajo no pretenden suplantar estos u otros conocimientos de apoyo que decida impartir.

Para los expertos en la materia, las "Notas para los instructores" se proporcionan simplemente para revelar el pensamiento que subyace al enfoque adoptado. Para el personal cuyo conocimiento básico de la materia no pertenezca al ámbito cubierto por el curso, estas notas pueden servir tanto de aclaración como de orientación.

La hora:

Los alumnos tardarán entre tres y cinco horas en completar las hojas de trabajo. Se necesitará un periodo de tiempo similar para apoyar el aprendizaje resultante.

Objetivos de aprendizaje

Al finalizar con éxito este curso, el alumno será capaz de:

- describir cómo las fuerzas de compresión y tracción en una viga cargada dan lugar a una fuerza cortante;
- calcular el momento de una fuerza dada alrededor de un punto especificado;
- aplicar el principio de los momentos a una viga en equilibrio;
- utilizar datos sobre las fuerzas que actúan sobre una viga en equilibrio y sus posiciones para calcular la fuerza cortante generada en un corte concreto de la viga;
- describir la función de una célula de carga;
- poner a cero una célula de carga;
- utilizar una célula de carga para obtener un valor medido de la fuerza de cizallamiento;
- dados los datos sobre las fuerzas que actúan sobre una viga y sus posiciones, dibuja:
 - un diagrama de cuerpo libre;
 - y un diagrama de fuerza cortante. para representar la disposición;
- investigar cómo cambia la fuerza cortante producida por una carga puntual a medida que el punto en el que se encuentra la carga se aplica se desplaza a lo largo de la viga;
- idear un experimento para investigar el principio de superposición de fuerzas en una viga sometida a varias fuerzas simultáneas;
- aplicar el principio de superposición de fuerzas para obtener el efecto global de múltiples fuerzas puntuales que actúan simultáneamente sobre una viga;
- distinguir entre una carga puntual y una carga uniformemente distribuida;
- diseñar un experimento para investigar el efecto de una carga uniformemente distribuida sobre la fuerza cortante resultante en una viga.

Notas para el instructor

Hoja de trabajo	Notas										
<p>Introducción</p> <p>Calendario 15 - 20 minutos</p>	<p>Conceptos implicados:</p> <table border="0"> <tr> <td>compresión</td> <td>fuerza de tracción</td> <td>fuerza</td> </tr> <tr> <td>cortante</td> <td>momento flector</td> <td>par</td> </tr> <tr> <td></td> <td>célula de carga de equilibrio</td> <td></td> </tr> </table> <p>La introducción pretende mostrar cómo el proceso que provoca la flexión de una viga puede describirse como el resultado de un momento flector y una fuerza cortante. El instructor podrá desarrollar las ideas aquí expuestas.</p> <p>En particular, dependiendo de la experiencia previa de los alumnos, puede resultar ventajoso explorar las implicaciones del "equilibrio" para un cuerpo sometido a un sistema de fuerzas y momentos. Es importante que comprendan las fórmulas de la página 5.</p>	compresión	fuerza de tracción	fuerza	cortante	momento flector	par		célula de carga de equilibrio		
compresión	fuerza de tracción	fuerza									
cortante	momento flector	par									
	célula de carga de equilibrio										
<p>1</p> <p>Cambiar la carga</p> <p>Cronometraje 30 - 45 minutos</p>	<p>Conceptos implicados:</p> <table border="0"> <tr> <td>masa</td> <td>peso</td> <td>campo gravitatorio</td> <td>fuerza</td> <td>diagrama</td> </tr> <tr> <td>de cuerpo libre</td> <td>diagrama de fuerza</td> <td>cortante</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Como es la primera vez que los alumnos utilizan este equipo, es posible que algunos necesiten orientación.</p> <p>Dependiendo de su capacidad y experiencia matemáticas, los alumnos pueden necesitar ayuda para comprender el argumento que se da en el Material para el alumno y que conduce a una fórmula para el valor teórico de la fuerza cortante.</p> <p>Las mediciones se utilizan para trazar gráficos que deben justificar la validez de las fórmulas utilizadas para calcular el valor teórico de la fuerza cortante.</p> <p>Si los alumnos no están familiarizados con el procedimiento para dibujar diagramas de cuerpo libre y de esfuerzo cortante, el instructor debe ayudarles con una serie de ejercicios antes de que aborden el reto que aquí se plantea.</p>	masa	peso	campo gravitatorio	fuerza	diagrama	de cuerpo libre	diagrama de fuerza	cortante		
masa	peso	campo gravitatorio	fuerza	diagrama							
de cuerpo libre	diagrama de fuerza	cortante									
<p>2</p> <p>Desplazamiento de la carga</p> <p>Cronometraje 30 - 45 minutos</p>	<p>No hay conceptos nuevos.</p> <p>Las técnicas utilizadas aquí son un reflejo de las de la investigación anterior. Antes se aplicaba una carga variable en un lugar fijo. Aquí, una carga constante se desplaza a varios lugares. Los alumnos deben ser conscientes de esta comparación para que les sirva de ayuda en posteriores diseños de investigación.</p> <p>Las mediciones se procesan del mismo modo que antes.</p>										

Notas para el instructor

Hoja de trabajo	Notas
<p>3 Cargas múltiples</p> <p>Cronometraje 40 - 60 minutos</p>	<p>No hay conceptos nuevos.</p> <p>Los alumnos diseñan su propia investigación sobre el efecto de las cargas múltiples en la fuerza cortante producida. Un debate inicial sobre los factores a tener en cuenta en el diseño de la investigación podría ayudar a distinguir entre lo que es relevante y lo que no lo es.</p> <p>El instructor podría asignar diferentes cargas y posiciones de carga a los distintos grupos. Posteriormente, podrían compartir sus conclusiones y se les pediría que justificaran su planteamiento ante otros grupos en un debate en clase.</p> <p>Las técnicas que requieren son las practicadas en las investigaciones anteriores.</p>
<p>4 Carga uniformemente distribuida</p> <p>Cronometraje 40 - 60 minutos</p>	<p>Conceptos implicados: carga uniformemente distribuida</p> <p>Dependiendo de la experiencia de los alumnos, puede ser necesario un debate inicial para comparar las cargas puntuales y las cargas distribuidas, con ejemplos de cada una de ellas. El instructor podría dar una visión general de los diferentes tipos de carga distribuida para evitar la idea errónea de que todas las cargas distribuidas están uniformemente distribuidas.</p> <p>Una vez más, los alumnos diseñan su propia investigación, esta vez, sobre el efecto de una carga uniformemente distribuida en la fuerza cortante. Los resultados podrían compartirse mediante presentaciones en grupo.</p> <p>Como ampliación, los alumnos podrían explorar los efectos de otras formas de distribución de la carga.</p> <p>En la sección "Y qué", los diagramas muestran la relación entre el UDL y la fuerza cortante resultante. Esto puede no ser inmediatamente evidente para los estudiantes sin el apoyo adicional del instructor.</p>