



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA**

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE  
ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL ÁREA  
DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA  
PLATAFORMA EDUCAFI**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**I N G E N I E R O C I V I L**

**P R E S E N T A :**

**XIMENA PENÉLOPE AMEZCUA PASTRANA**

**DIRECTOR DE TESIS :**

**M.I. OCTAVIO GARCÍA DOMÍNGUEZ**



---

CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO. D.F. FEBRERO, 2015.

Mi eterno agradecimiento a la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ingeniería que me mostraron el camino para formarme como profesionalista.

Agradezco a todas aquellas personas que se atravesaron en mi camino y me mostraron su bondad, cariño, paciencia y tolerancia durante esta etapa de mi vida, en especial a mis padres.

Al M.I. Octavio García por su apoyo incondicional.

Al Ing. Raúl Verduzco por su confianza y apoyo.

Gracias

A mi novio por su amor y paciencia.

*“Lo que el hombre construye con cimientos y buenas bases perdura para la eternidad”*

Carlos Amezcua

# ÍNDICE

---

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 OBJETIVOS	2
1.3 ALCANCES E IMPACTO	3
II. TIC's	4
2.1 INTRODUCCIÓN A LAS TIC'S	4
2.2 LAS TIC'S EN LA EDUCACIÓN	5
2.3 APLICACIONES DE LAS TIC'S EN LA EDUCACIÓN	7
III. HERRAMIENTAS WEB USADAS EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA	11
3.1 PLATAFORMAS EDUCATIVAS	11
3.2 REDES SOCIALES	12
3.3 AMBIENTES VIRTUALES	12
3.4 HERRAMIENTAS DE CÓMPUTO Y EQUIPOS MÓVILES	14
IV. PLATAFORMAS EDUCATIVAS	15
4.1 DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y PRINCIPALES PLATAFORMAS	15
V. PLATAFORMA EDUCATIVA EDUCAFI	18
5.1 ASPECTOS BÁSICOS DE EDUCAFI	18
5.2 POTENCIAL	18
5.3 ACCESIBILIDAD	21
5.4 HERRAMIENTAS	23
5.5 USOS Y APLICACIONES	26
VI. DESARROLLO DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE ANÁLISIS NUMÉRICO REQUERIDO EN LAS ASIGNATURAS DEL ÁREA DE ESTRUCTURAS	47
6.1 NECESIDADES DE LA INGENIERÍA CIVIL Y DEL ÁREA DE ESTRUCTURAS	47
6.2 CONTENIDOS TEMÁTICOS DE LAS ASIGNATURAS DEL ÁREA DE ESTRUCTURAS	52
6.3 PROPUESTA DE EJEMPLOS A DESARROLLAR	66
6.4 PROCESO DE INFORMACIÓN	76
6.5 SOLUCIÓN PARAMÉTRICA DE LOS EJEMPLOS	77

VII. IMPLEMENTACIÓN DEL MATERIAL DIDÁCTICO EN LA PLATAFORMA EDUCAFI	93
7.1 INCORPORACIÓN DE LA INFORMACIÓN A LA PLATAFORMA	93
7.2 ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DE LA INFORMACIÓN DENTRO DE LA PLATAFORMA	102
7.3 SIMULACIÓN DEL PROCESO DE APLICACIÓN Y EVALUACIÓN	109
7.4 REPORTE DE EVALUACIÓN	115
VIII. CONCLUSIONES	122
REFERENCIAS	125
ANEXOS	
ANEXO I. ÍNDICE DE PROBLEMAS	
ANEXO II. SOLUCIÓN PARAMÉTRICA DE LOS PROBLEMAS	
ANEXO III. ORGANIZACIÓN DE LAS CALIFICACIONES DEL EXAMEN REALIZADO EN EDUCAFI	

# I. INTRODUCCIÓN

---

## 1.1 ANTECEDENTES

Tradicionalmente, la enseñanza y el aprendizaje de la ingeniería, como parte de las ciencias físico-matemáticas conllevan un manejo importante de cálculos y/o desarrollos matemáticos que pueden ser tediosos, pero necesarios para comprender los conceptos y/o fenómenos físicos que se estudien, y sobre todo para desarrollar las destrezas y habilidades requeridas por los alumnos.

La formación de profesionales en la ingeniería fue impactada en las últimas décadas por el avance tecnológico y la globalización mundial de las economías, incrementando notablemente la competencia en todas las áreas.

De manera particular, la ingeniería civil no sólo debe atender el desarrollo y mantenimiento de la infraestructura del país, sino impulsar el desarrollo tecnológico e industrial. Por lo anterior, las perspectivas de esta licenciatura indican que se requerirán estudiantes con una formación integral e innovadora, con habilidades y aptitudes para dar solución a problemas complejos que satisfagan las necesidades de la sociedad.

Se ha comentado en diferentes foros, entre ellos el Congreso de Ingeniería Civil y el Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica que, en la mayoría de los casos, los egresados de la carrera de ingeniería civil requieren un grado mayor de especialización, así como mayores y mejores habilidades y destrezas para cumplir con el perfil solicitado por los empleadores (sector público, privado y paraestatal). Las numerosas opiniones en este sentido, concuerdan con la pertinencia de contar con planes de estudio dinámicos que incluyan actividades académicas cuyos contenidos reflejen el estado actual del conocimiento aplicado a la práctica y por otro lado incorporen el uso de los desarrollos tecnológicos recientes.

Como una respuesta a esta situación, surge la necesidad de incorporar nuevas metodologías de enseñanza, que permitan mejorar las habilidades de los estudiantes haciendo uso de los desarrollos tecnológicos, herramientas y programas de cómputo actuales para incorporarlos al desarrollo de sus actividades.

De manera particular, en lo que concierne al área de Estructuras, se busca que los egresados, además de tener conocimientos sobre todas las disciplinas que forman parte de la ingeniería civil, cuenten con una sólida formación en el Área de la Ingeniería Estructural, que les permita comprender el comportamiento de sistemas estructurales ante sollicitaciones estáticas y dinámicas, así como desarrollar las habilidades requeridas para aplicar una metodología clara y de propósito general para llevar a cabo el diseño de una estructura (industrial, urbana, etc.), usando criterios de uso común en el medio profesional y, de manera importante, los desarrollos tecnológicos recientes.

Independientemente de los planes y programas de estudio, que a lo largo de la historia han existido, los contenidos temáticos troncales, que tradicionalmente han abarcado el área de estructuras, están relacionados con el estudio del comportamiento mecánico de los materiales y elementos estructurales, así como el análisis y diseño estructural. Es bien sabido que todos ellos implican un manejo numérico tedioso, repetitivo y detallado para lograr que los alumnos desarrollen las habilidades, destrezas y sensibilidad necesarias para la correcta interpretación de los resultados; por lo cual, es una de las áreas que más se ha beneficiado con el desarrollo de los equipos, herramientas y programas de cómputo actuales. Estas tecnologías incluyen aplicaciones alojadas en equipos personales o aquellas disponibles en servidores conectados a una red.

Otro tipo de aptitudes y habilidades que se espera que el egresado desarrolle son:

- La aplicación eficiente de sus conocimientos y habilidades para acceder a información actualizada de su campo de trabajo.
- Capacidad de análisis y evaluación crítica de información técnica de fuentes especializadas.
- Capacidad autodidacta para continuar actualizándose.
- Identificar y plantear problemas de su campo de estudio.
- Por su formación generalista, interactuar con otros tipos de especialistas y proponer soluciones racionales e innovadoras para problemas complejos de ingeniería.
- Exponer con claridad los conocimientos e ideas en relación con su área de trabajo.

Es decir, se espera que el egresado pueda aplicar una metodología clara y de propósito general para la solución de problemas en su campo de acción, empleando criterios de uso común en el medio profesional y, de manera importante, los desarrollos tecnológicos y computacionales recientes como herramienta de trabajo.

Para poder hacer frente a las demandas de los profesionales altamente capacitados, actualmente es necesario hacer uso de las nuevas tecnologías en la enseñanza, que nos permitan optimizar los tiempos y el manejo de la información dentro y fuera de las aulas. Tal es el caso de la plataforma educativa EDUCAFI, la cual se presenta en este trabajo como una herramienta importante de apoyo a la docencia en la ingeniería y, de manera ventajosa en el área de Estructuras.

## 1.2 OBJETIVOS

En este trabajo se tiene como objetivo principal mostrar el potencial de algunas de las herramientas y aplicaciones con las que cuenta la plataforma educativa EDUCAFI para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje en las asignaturas del área de estructuras.

Para ello se desarrollará una base de datos de problemas resueltos parametricamente con el propósito de aplicarlos como elementos de evaluación y diagnóstico en las áreas de

Estática y Análisis Estructural, todo ello administrado desde la plataforma educativa EDUCAFI.

### *1.3 ALCANCES E IMPACTO*

Se espera que el desarrollo de esta tesis contribuya al mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje, mediante el manejo eficiente de la información requerida para el buen desarrollo de las actividades docentes, permitiendo un mejor manejo de los elementos académicos requeridos para el desarrollo de las destrezas y habilidades de los alumnos.

Es de interés mencionar que el contenido de este trabajo ha sido seleccionado cuidadosamente para mostrar las bondades y facilidades que posee la plataforma, de tal forma que motive a los profesores y alumnos a utilizarla cotidianamente.

Se destaca que el manejo de la plataforma es muy intuitivo y no se requiere de grandes conocimientos en computación para su manejo, con lo que se salva una situación que ha sido una limitante para que muchos profesores utilicen estas herramientas.

# II. TIC's

---

## 2.1 INTRODUCCIÓN A LAS TIC'S

La tecnología ha impactado la vida del hombre en los albores del siglo XXI así pues las telecomunicaciones, la computación y el internet son ya tan familiares en todos los hogares como lo es la televisión.

Entendemos por *tecnologías de la información y la comunicación* (TIC's) a todos aquellos sistemas tecnológicos interconectados en una red mundial, mediante los cuales se recibe, almacena y transmite información en forma digital, la cual es posible poner a disposición de una persona para su consulta<sup>1</sup>.

Estos medios de almacenaje, distribución y de consulta pueden ser de diversa índole: redes de datos interconectadas físicamente (redes alámbricas), redes inalámbricas, red de internet, red telefónica (fija o celular), servidores, computadoras personales y cualquier otro dispositivo que sirva para este fin.

En otras palabras, las TIC's es un término que contempla toda la forma tecnológica usada para crear, almacenar, intercambiar y procesar información en sus varias formas, tales como datos, conversaciones de voz, imágenes fijas o en movimiento, presentaciones multimedia y otras formas, incluyendo aquéllas aún no concebidas. En particular las TIC's están íntimamente relacionadas con computadoras, software y telecomunicaciones.

Las TIC's son tecnologías y herramientas que las personas usan para intercambiar, distribuir y recabar información, así como para comunicarse con otras personas. Pueden agruparse en tres categorías:

- a) Las tecnologías de información que utilizan computadoras, las cuales se han vuelto indispensables en las sociedades modernas para procesar datos y economizar tiempo y esfuerzo.
- b) Las tecnologías de telecomunicaciones que incluyen teléfonos, transmisión de radio y televisión.
- c) Las redes de tecnologías, las cuales incluyen a la más conocida que es internet, abarcan también a la tecnología de teléfono celular, la tecnología de voz sobre IP (VoIP), las comunicaciones por satélite y otras formas de comunicación que aún están en desarrollo.

---

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería UNAM, *Incorporación de las tecnologías de la Información y la comunicación, TIC's en el proceso enseñanza y aprendizaje de las asignaturas de Ciencias Básicas* [en línea] <http://dcb.fi-c.unam.mx/ProyectoTICS/> [consulta: Agosto, 2014].

En la actualidad las TIC's juegan un papel muy importante, debido a que la tecnología y la ciencia avanzan rápidamente, por tal motivo es de imperiosa necesidad el tratar de estar actualizados en dichos avances y aprovechar al máximo la tecnología para su uso como herramienta en la educación formal y a distancia, así como de consulta.

## *2.2 LAS TIC'S EN LA EDUCACIÓN*

Las TIC's ayudan a los alumnos, docentes, padres de familia y demás integrantes de la comunidad educativa a potencializar el uso de las tecnologías de la información y la comunicación para favorecer el aprendizaje significativo y permanente.

Su estructura integral y creativa permite adquirir conocimientos nuevos y vincularlos con cosas que ya se conocen para solucionar problemas académicos y de la vida diaria.

Las tecnologías de información y comunicación han transformado a la educación. Esto ocurre no solo porque éstas han facilitado el desarrollo de algunas tareas que comúnmente realizaban los profesores, alumnos y administradores, sino porque también, han abierto oportunidades para modificar los ambientes de aprendizaje, en los cuales se llevan a cabo los procesos educativos, así como los métodos empleados para enseñar y aprender, e incluso cambiar los roles que anteriormente jugaba cada uno de los actores que intervienen en el proceso educativo.

Las TIC's pueden contribuir a poseer un acceso universal a la educación, a que exista una mayor igualdad en la instrucción, a que el ejercicio de la enseñanza y aprendizaje tenga una mayor calidad en el desarrollo profesional de los docentes, así como para que la gestión, dirección y administración sean más eficientes en el sistema educativo.

Amplían extraordinariamente el acceso al conocimiento, ya que las redes telemáticas cambian los procesos de comunicación y de adquirir conocimiento, se crean medios de difusión que ofrecen nuevas oportunidades, tomando en cuenta que hoy se vive una revolución social y cultural y ello obliga a replantear y revisar los modelos institucionales tradicionales de la educación.

Las universidades, ante los procesos de cambio que caracteriza a esta época, deben de estar en condición permanente de innovar e identificar nuevos caminos de desarrollo vinculados a las necesidades específicas de un mercado laboral cambiante y competitivo, a esto se vincula la necesidad de revisar los métodos de enseñanza y aprendizaje tradicionales.

Para poder incorporar estas herramientas a la enseñanza, es necesario una reflexión pedagógica previa, en pensar cómo y en qué sentido se incorporan a la enseñanza, qué actitudes, qué aprendizajes y qué habilidades favorecen; acompañado de un compromiso por parte de los docentes para el cambio que esto implica y de la institución educativa

para que satisfaga las demandas que su puesta en práctica implica; es decir, no siguiendo una moda que solo implique un cambio en los instrumentos que median y apoyan a la enseñanza, sino de encontrarle el sentido que lleva a ese cambio.

Hablar de diseño educativo es también una innovación en el lenguaje de los educadores, supone un vínculo y ruptura simultánea, entre una tradición esencialmente verbal de la enseñanza y centrada en el docente como actor, a una nueva concepción multilingüística, multimediática, orientada a las actividades de aprendizaje que debe realizar el estudiante.

La informática incide a través de múltiples facetas en el proceso de formación de las personas y del desenvolvimiento de la sociedad, lo que puede ser observado desde distintos ángulos<sup>2</sup>, dentro de los que cabe destacar:

- a) La informática como tema propio de enseñanza en todos los niveles del sistema educativo, debido a su importancia en la cultura actual, se le denomina también *educación informática*.
- b) La informática como herramienta para resolver problemas en la enseñanza práctica de muchas materias es un nuevo medio de aprendizaje que opera como factor que modifica en mayor o menor grado el contenido de cualquier currículo educativo se le conoce como *informática educativa*.
- c) La informática como medio de apoyo administrativo en el ámbito educativo se le conoce también como *informática de gestión*.

Las nuevas tecnologías de la comunicación e información permiten no solo la disociación de dichas variables, sino también la posibilidad de la interacción de los participantes en el acto comunicativo de la enseñanza, interacción tanto sincrónica como asincrónica, de manera que el aprendizaje se producirá en un espacio físico pero no real en el cual se tienden a desarrollar nuestras interacciones comunicativas mediáticas. Ello implicará que podremos interactuar con otras personas ubicadas dentro de la red global de comunicaciones, independientemente del lugar donde se ubiquen, facilitándose, de esta forma, el acercamiento entre los sujetos.

La informática en el ámbito escolar constituye una acción necesaria y urgente, que debe impulsarse en mayor medida, para que los docentes incorporen este revolucionario recurso al currículo y lo trasladen a los alumnos como herramienta insustituible, al servicio de una enseñanza transformadora.

---

<sup>2</sup> Mtra. María de los Ángeles Navales Coll, Mtro. Oscar Omaña Cervantes, Dr. Claudio Daniel Perazz. *Las tecnologías de la información y la comunicación y su impacto en la educación*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. [en línea] <http://bibliotecadigital.conevyt.org.mx/colecciones/documentos/somece/43.pdf> [consulta: Septiembre, 2014]

## 2.3 APLICACIONES DE LAS TIC'S EN LA EDUCACIÓN

En el ámbito académico, estas herramientas han facilitado a un gran número de profesores y estudiantes el acceso a la información, y han modificado significativamente el proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, saber manejarlas no es suficiente; hay que aprender a integrarlas en el proceso de aprendizaje, si se quieren desarrollar las capacidades que les permitan a los estudiantes una adecuada inserción en el campo laboral.

Los estudiantes se han apropiado de las TIC's de manera natural, pues la mayoría creció con ellas y las han utilizado en muchas actividades de su vida diaria y ahora sólo han tenido que adoptarlas en su quehacer educativo.

Para ello se requiere contar con otra estructura curricular que brinde más opciones de desarrollo que las ofrecidas hasta el momento y a su vez, los docentes modificar sus prácticas, si no quieren verse rebasados por una generación de estudiantes cambiante.<sup>3</sup>

Al tocar este tema solo queda señalar que las tecnologías de comunicación e información tienen un sinnúmero de aplicaciones, bien puede ser en las ramas de la ciencia de la tecnología, sociología, ciencias exactas, en fin, no existe rama donde no se podría aplicar, pues con el desarrollo de la tecnología estas quedan al alcance de todos, destacando que la mayoría de ellas son ya muy comunes en casa (internet, televisión, celulares, computadoras, etc.)

La educación a distancia así como la consulta y la investigación están al alcance de todos, rompiendo el esquema de la enseñanza tradicional en las aulas.

Las TIC's se pueden utilizar para desarrollar material didáctico digital a través del empleo de software especializado. A continuación se describen algunos de estos programas de acuerdo a su aplicación:

### *Software de aplicación para el área de conocimiento de matemáticas y de física:*

- *Mathcad*

Es un software distribuido por la empresa PTC, creado para resolver, analizar y compartir cálculos de ingeniería con otras aplicaciones, presentando una interfaz fácil de usar, donde la notación matemática es de actualización instantánea, la información de unidades y las potentes prestaciones de cálculo permiten a los usuarios agilizar y optimizar el tedioso proceso numérico requerido en ingeniería. De manera simple, Mathcad conjunta hojas de cálculo, procesador de texto, software para presentaciones y aplicaciones de programación en uno mismo. Entre la riqueza de posibilidades que ofrece Mathcad también encuentran las operaciones de cálculo simbólico, así como aquellas donde se persigue la obtención de un resultado numérico.

---

<sup>3</sup> A. Haro Ruiz y G. Mata Hernández, *Las TIC's en el proceso de formación de ingenieros, conocimiento y utilización*. Ponencia Asociación Nacional de Escuelas y Facultades de Ingeniería, 2011.

- Matlab

Es “un lenguaje de computación técnico de alto nivel y un entorno interactivo para el desarrollo de algoritmos, visualización de datos, análisis de datos y cálculo numérico”. Esta aplicación cuenta con más de 20 años de historia, es usada por miles de universidades y centros de investigación pues ofrece una amplia gama de aplicaciones, incluyendo el procesamiento de señales e imágenes, comunicaciones, diseño de control, prueba y medición, modelado y análisis financiero y biología computacional.

Algunas de las principales características ofrecidas por el lenguaje y entorno Matlab son: herramientas interactivas para la exploración iterativa, el diseño y la resolución de problemas; funciones matemáticas para álgebra lineal, estadísticas, análisis de Fourier; filtrado, optimización e integración numérica; funciones de gráficos en 2-D y en 3-D para visualizar datos; herramientas para la construcción de interfaces gráficas de usuario (GUI); funciones para la integración de algoritmos basados en aplicaciones externas e idiomas, tales como C, C++, Fortran, Java, COM y Microsoft Excel, entre otras características.

- Maple

Es un software de aplicación que permite realizar desde sencillos cálculos matemáticos, pasando por el desarrollo de hojas de cálculo y la enseñanza de conceptos fundamentales, hasta la creación de sofisticados modelos de simulación de alta fidelidad, incluye cientos de funciones matemáticas, así como una utilidad para la visualización de gráficas matemáticas en 2D y 3D.

- Cabri II Plus

Es un software de geometría dinámica que permite la construcción en computadora de figuras geométricas, aportando así una nueva dimensión con respecto a las construcciones clásicas utilizando papel, lápiz, regla, compás y goma de borrar. Entre sus principales características, esta aplicación permite desplegar lugares geométricos, de puntos u objetos, de lugares, y también permite las intersecciones entre ellos. Cuenta también con una herramienta denominada "ecuación", la cual permite obtener la ecuación de un lugar en el caso de las curvas algebraicas.

### ***Herramientas WEB para resolver problemas relacionados a las áreas de conocimiento de matemáticas y de física:***

Además del software anteriormente citado, existen en internet numerosos sitios que ofrecen los llamados *applets*, que son mini programas que simulan algún fenómeno o proceso y son útiles para comprender mejor algunos conceptos. Los materiales didácticos ofrecidos por estos sitios pueden aprovecharse ventajosamente como recursos de aprendizaje con solo elaborar las guías de uso apropiadas para el profesor y el alumno.

Algunos de estos sitios son:

Mathway <http://www.mathway.com/>

Applets Java de Matemáticas <http://www.walter-fendt.de/m14s/>

Calculadora en red Wiris <http://www.wiris.net>

### ***Software para elaborar material didáctico digital:***

Para elaborar material didáctico digital, tales como guías, video explicativo, y presentaciones multimedia, algunas de las aplicaciones que podrán emplear los profesores son:

- ***Capturadores de video***

Son todos los programas de aplicación que incluyen diversas utilidades que permiten realizar la grabación de cualquier acontecimiento que suceda en la pantalla del computador; ofreciendo la posibilidad de editar el video resultante y compartirlo.

A través de este tipo de software los profesores podrán construir materiales multimedia, en los que, incluyendo diversos recursos como imágenes, audio y/o enlaces, elaborarán contenidos didácticos que faciliten la comprensión de los temas de estudio o la resolución de problemas complejos. Por ejemplo, un profesor podrá elaborar un video donde vaya narrando cada uno de los pasos a seguir para resolver un problema de matemáticas y compartir dicho video como recurso con sus estudiantes en el aula virtual de su curso, que se encuentre alojada en plataformas educativas como la que presentará más adelante (EDUCAFI), para que los alumnos tengan la oportunidad de reproducirlo el número de veces que consideren necesario para lograr alcanzar el aprendizaje.

Dentro de esta categoría podemos mencionar:

#### ***Camtasia Studio***

Este paquete ofrece un conjunto de herramientas entre las que encontramos: Camtasia Recorder (principal utilidad del software con la cual se registra en un archivo de video lo que ocurra en la pantalla del computador), Camtasia Menu Marker, Camtasia Audio Editor, Camtasia Theater y Camtasia Player.

#### ***Adobe Captivate***

Permite agregar interactividad a los videos generados grabándolos en formato flash sin requerir que los usuarios tengan conocimientos de programación.

### ***Software para elaborar presentaciones multimedia:***

Adicional a la tradicional herramienta Power Point para elaborar presentaciones digitales, actualmente existen en el mercado otras aplicaciones que permiten elaborar presentaciones mucho más innovadoras e interactivas.

- *Prezi*

Es una aplicación que permite realizar presentaciones digitales en línea en un espacio de trabajo grande llamado el lienzo, en el que todos los elementos de la presentación son visibles; y mediante la organización de dichos elementos en el lienzo se crea una línea de la historia. A diferencia de otras herramientas para elaborar presentaciones, Prezi no solo permite crear una relación lineal entre los elementos, sino que también se puede crear un flujo libre de la historia. Esta herramienta permite crear presentaciones digitales mucho más dinámicas e innovadoras.

- *Impress*

Forma parte del paquete de Open Office, es un programa con funcionalidades similares a las de Power Point y puede exportar presentaciones como archivos SWF de Adobe Flash permitiendo que sean ejecutados en cualquier computadora con Adobe Flash Player instalado. También incluye la capacidad de crear archivos pdf Impress.

- *Flash*

Es una aplicación de Macromedia, que es muy comúnmente utilizada para crear mini películas para sitios web, pero que tiene muchas más potencialidades; en el ámbito educativo puede ser utilizada tanto para crear *applets* como para hacer presentación de diapositivas para clases y conferencias.

# III. HERRAMIENTAS WEB USADAS EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA

---

## 3.1 PLATAFORMAS EDUCATIVAS

El proceso de aprendizaje no es ajeno a los cambios tecnológicos, por lo que, en los últimos años, se han desarrollado un conjunto de aplicaciones informáticas de tipo sincrónicas o asincrónicas que van a facilitar la gestión, desarrollo y distribución de cursos a través de Internet, a éstas se les llama plataformas educativas. En otras palabras, son una herramienta para crear sitios web dinámicos en línea, es decir, es un entorno de enseñanza dirigido, que permite a los profesores tener una herramienta de apoyo para la docencia en la cual puede colocar toda la información que requiere para ésta, incluyendo foros, actividades, tareas de alumnos, aplicar exámenes en línea, publicar evaluaciones finales entre otros recursos, estableciendo actividades de aprendizaje con el fin de interactuar con sus alumnos para lograr los objetivos planteados.

La educación a través de la red, bien en modo parcial (*blended education*, aprendizaje semi-presencial) o bien en modo completo (*online education*) ha tenido un notable crecimiento en los últimos años, provocando una interacción intensa entre profesor alumno y alumnos entre sí.

Tradicionalmente, la educación a través de la red ha recurrido a herramientas estandarizadas o de desarrollo propio, para llevar a cabo la interacción entre los diversos participantes en el proceso (profesores, alumnos, supervisores, tutores, encargados de administración). Estas herramientas son conocidas como *Lerning Management Systems* ó LMS, las cuales ofrecen a los alumnos un entorno cerrado y controlado para crear un ambiente lo más uniforme y familiar posible, en el que las instituciones académicas pueden establecer elementos correspondientes a funciones tales como:

- a) Foros de participación
- b) Herramientas de retroalimentación
- c) Módulos educativos de contenidos
- d) Mecanismos de comunicación

Las herramientas de comunicación que integran a las plataformas educativas son:

- a) Correo electrónico: Es un recurso basado en internet, que permite el intercambio de mensajes entre dos o más usuarios. El mensaje puede contener texto, imágenes, audio y/o video, además de tener la capacidad para enviar archivos adjuntos de cualquier clase.

b) Chat: Se refiere a un recurso basado en internet que permite el intercambio de mensajes cortos en tiempo real, también en esta aplicación es posible el intercambio de archivos.

c) Blog: Esta herramienta de comunicación ofrece un espacio donde un individuo o grupo publican contenidos (textos, fotografías, videos) permitiendo además que los navegantes del blog comenten los contenidos publicados en el mismo.

d) Wikis: Son un espacio web cuyos contenidos son producidos por varias personas de forma asincrónica; a diferencia de los blogs no permiten que los navegantes o lectores dejen comentarios de los contenidos. Las wikis constituyen una de las herramientas que apoyaran el aprendizaje colaborativo y cooperativo.

Las alternativas de las plataforma tradicionales son de muchos tipos, en la mayoría de los casos se utilizan los blogs como herramienta en presencia del alumno, en la que éste entrega sus trabajos y opiniones que le son requeridas. Prácticamente todas las herramientas para gestionar blogs tienen funciones similares y, particularmente, aquellas que resultan importantes para el desarrollo del curso.

### *3.2 REDES SOCIALES*

En la actualidad uno de los medios de comunicación más importante y el más conocido para buscar cualquier tipo de información es el INTERNET, en donde nacen las redes sociales con la necesidad de establecer un vínculo de comunicación entre las personas, esto debido a su fácil acceso y contacto. Ayudadas aún más por la tecnología móvil, (celulares o tabletas electrónicas) para hacerlo en cualquier lugar y momento. Estas redes ya se han convertido en algo cotidiano para la mayoría de los jóvenes, lo que les permite no sólo interactuar con otras personas sino también a compartir información, opiniones, música, etc. Todo esto ha generado un cambio en la vida de la sociedad por su rápido avance y por la extensión de sus aplicaciones modificando así la forma de interactuar en las relaciones humanas.

Este tipo de programas está siendo cada vez más utilizada en ambientes académicos para hacer más eficiente la comunicación y el intercambio de información.

### *3.3 AMBIENTES VIRTUALES*

Los ambientes virtuales son sistemas computacionales de realidad virtual, consisten en mundos artificiales donde se puede navegar y realizar tareas específicas, como simular un vuelo, dar un paseo en una planta de energía nuclear, etc. Para desarrollar estos mundos se combinan tareas de modelado tridimensional y de desarrollo de ambientes interactivos que al integrarse con los modelos permiten al usuario interactuar en un entorno virtual.

Dicho de otra manera, la realidad virtual es un medio compuesto por simulaciones de computadora interactivas que reaccionan a la posición y acciones del usuario y producen retroalimentación en uno a más sentidos, generando la sensación de estar inmerso o presente en una simulación.

Un ambiente virtual es capaz de proporcionar información a uno o varios de los sentidos de los usuarios: visión, sonido, tacto y gusto, con el propósito de que se sienta inmerso en un mundo que reacciona antes sus acciones. A diferencia de una película tridimensional, donde la información se integra en una secuencia de imágenes definidas de antemano y en la que el participante no puede intervenir; o de una aplicación multimedia, donde la interacción está limitada a seleccionar la secuencia en que se despliegan los objetos bidimensionales, un ambiente virtual es naturalmente tridimensional, dinámico y cambiante según los movimientos o peticiones del usuario, quien puede explorar y experimentar de acuerdo con las situaciones generadas como combinaciones de su interacción con el mundo virtual y a la retroalimentación que éste, a su vez le proporciona el participante.

Cabe destacar que, la Universidad Nacional Autónoma de México (*UNAM*) cuenta con un espacio multidisciplinario denominado “Sala Ixtli”, la cual cuenta con un sistema de realidad virtual inmersiva, que mediante el despliegue estereoscópico de contenidos tridimensionales de su acervo, brinda acceso a este recurso a profesores, investigadores y alumnos de la UNAM, Instituciones incorporadas e Instituciones externas en las modalidades de demostración, clases, sesiones de trabajo, conferencias, seminarios y exámenes de grado.

Además cuenta adicionalmente con sistema de videoconferencias, un sistema avanzado de sonido, un Access grid y conexión a Internet.

El despliegue e interacción con elementos tridimensionales y en especial la realidad virtual inmersiva son elementos que de forma natural facilitan la comprensión de fenómenos y conceptos relacionados con estructuras complejas.

Por otro lado, el observatorio de visualización Ixtli, cuenta con expertos en ambientes virtuales y visualización, quienes ofrecen sus conocimientos, habilidades y experiencia para otorgar asesorías especializadas en estos temas. El asesoramiento consiste en la orientación y acompañamiento acerca del manejo de información visual, programas y utilerías, así como para el desarrollo de proyectos mediante diferentes metodologías.

Las ventajas de poder utilizar ambientes virtuales inmersivos es el poder acceder a espacios inaccesibles o con riesgo, y poder modificar los eventos que ahí ocurren.

Existen varios sistemas tridimensionales interactivos como son los creados con *Virtual Reality Modeling (VRML)*, con alto grado de interactividad y fácil acceso desde páginas web. Estos mundos virtuales se les conoce como no inmersivos, ya que carecen de la sensación de presencia, la cual se logra con el uso de hardware especial de despliegue, dispositivos, audio espacial y la generación de espacios tridimensionales con escala 1 a 1 con el mundo real.

### *3.4 HERRAMIENTAS DE CÓMPUTO Y EQUIPOS MÓVILES*

Los programas antes mencionados requieren equipos y/o dispositivos con características particulares para su uso, por lo cual además de las computadoras y equipos de alto rendimiento como servidores o estaciones de trabajo, han tenido un auge importante; otro tipo de dispositivos compactos móviles como son los teléfonos celulares, tabletas electrónicas, lap-tops, etc., ofrecen capacidades de visualización y manejo de información en ambientes amigables que son muy atractivos para los usuarios.

El tipo de información y software que poseen estas herramientas es diverso, sin embargo, el impacto que están teniendo en aspectos académicos es cada vez mayor y hasta cierto punto se está creando una fuerte dependencia. Esto ha sido favorecido en gran medida debido al incremento en la cobertura del internet (Wi-Fi).

# IV. PLATAFORMAS EDUCATIVAS

---

## 4.1 DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y PRINCIPALES PLATAFORMAS

Una plataforma educativa es un entorno de trabajo instalado en una máquina/servidor, utilizando herramientas que servirán para la enseñanza y aprendizaje en ella, siendo su principal característica establecer un marco homogéneo para todos los participantes en un programa o proyecto y siendo todas aquellas aplicaciones referenciadas como *LMS*.

Una de las plataformas educativas más populares es MOODLE, esta plataforma es definida como “un sistema de gestión de cursos de código abierto” conocido también como sistema de gestión de aprendizaje o como entorno de aprendizaje virtual. Es muy popular entre los educadores del mundo, la principal ventaja que ofrece es precisamente esa integración de diversos recursos de comunicación y de gestión de la información, que pueden emplear los profesores para apoyar sus actividades de docencia presencial.

MOODLE fue diseñado por el australiano Martin Dougiamas, apareciendo la primera versión el 20 de agosto del 2002; a partir de esta fecha han aparecido nuevas versiones de forma regular que han ido incorporando nuevos recursos, actividades y mejoras demandadas por la comunidad de usuarios.

La palabra MOODLE es un acrónimo de *MODULAR OBJET-ORIENTED DINAMIC LEARNING ENVIROMENT*, entorno de aprendizaje dinámico orientado a objetos y módulos<sup>4</sup>.

Una de las principales características de MOODLE sobre otros sistemas es que está hecho en base a la pedagogía social constructivista donde la comunicación tiene un espacio relevante en el camino de la construcción del conocimiento, siendo el objetivo generar una experiencia de aprendizaje enriquecedora.

MOODLE es de código abierto, esto significa que es un software libre por lo tanto puede ser utilizado sin pagar licencias, la o las personas que lo instalen están autorizadas a copiar, usar y modificarlo, en conclusión es un sistema permanentemente activo, seguro, y en constante evolución.

A principios del 2008 en el panorama de la educación, la red reflejaba un fuerte predominio de una plataforma LMS denominada Blackboard de software comercial, contra MOODLE que se planteaba como alternativa interesante debido a su mayor flexibilidad y menor costo.

Mientras tanto la evolución de la red, sufrió cambios importantes de 2005 a 2009 con el desarrollo de la web. En el que el usuario no solo se limita a leer o visualizar contenidos

---

<sup>4</sup> Jesús Baños Sancho, *La plataforma educativa Moodle, creación de aulas virtuales, Manual de consulta para el profesorado*, (Versión 1.8) Getafe, Octubre de 2007, [en línea] <http://www.estadistica.ucr.ac.cr/contenido/docs/material/moodle.pdf> [consulta: septiembre, 2014]

sino que incrementa su nivel de participación produciendo contenidos propios y publicándolos mediante herramientas sencillas.

En el esquema actual, el usuario no solo emplea una computadora y un disco duro, sino que accede a la red mediante una amplia variedad de dispositivos y desde prácticamente cualquier lugar el mismo alumno se conecta desde la computadora al aula, desde su casa, desde su laptop, desde una tableta o desde un celular, en cada uno de ellos utiliza diferentes hardwares, sistemas operativos o programas mientras que sus datos se encuentran en la propia red.

Las plataformas son los sistemas informáticos que se basan en la *World Wide Web* (www). Existen las de software libre y las comerciales, ambas se encuentran disponibles en la red ofreciendo diferentes herramientas que permiten adaptarse a las necesidades de cada usuario.

Existen diversas plataformas educativas y, de acuerdo a las necesidades de la institución (número de usuarios, cursos a mantener, código abierto/libre *v.* código cerrado/propietario) se deberá determinar cuál es la más adecuada.

Las plataformas se estructuran de forma modular, con un menú que da acceso a las diferentes opciones y que puede ser adaptada por la institución o por el profesor para ofrecer unas u otras funcionalidades o incluso para integrar módulos externos.

En la actualidad las plataformas comerciales más conocidas por las cuales hay que realizar un pago para la compra de licencia son WEB COURSE TOOL, LEARNINGSACE Y BLACKBOARD; en ellas no se puede realizar modificación alguna del programa.

Por otra parte, son plataformas de software libre y gratuito las que reúnan las siguientes características:

1. Que se utilice para cualquier propósito.
2. Que se pueda estudiar y adaptar a las diferentes necesidades de los usuarios.
3. Que se distribuya libremente.
4. Que se pueda mejorar.

Las principales plataformas libres son: MOODLE, CLAROLINE, TELEDUC, ILIAS, GANESHA, FLE3, entre otras<sup>5</sup>.

Conviene destacar que la Facultad de Ingeniería, en función de sus necesidades ha seleccionado y ha puesto a la disposición de los profesores y alumnos, una excelente plataforma libre basada en MOODLE denominada EDUCAFI con la cual cada profesor podrá gestionar un entorno virtual de aprendizaje que optimice el manejo de la información y algunos recursos empleados en el aprendizaje y evaluación de sus alumnos.

---

<sup>5</sup> Plataformas educativas [en línea] <http://agora.ucv.cl/manual/plataformas/plataformas.html> [consulta: agosto, 2014]

Las Plataformas Educativas deben ser *interactivas*, es decir, que el usuario sea el protagonista de su formación; *flexible*, que se adapte a la estructura, a los planes de estudio, a los contenidos y estilos pedagógicos de la institución; *escalable*, que funcione igualmente con un grupo pequeño o grande de usuarios y finalmente que cumpla con la *estandarización*, donde los cursos sirvan para la institución que los ha creado como para otras que sigan el mismo estándar, con lo cual se garantiza la permanencia de los cursos evitando que queden obsoletos y, con ello, hacer una evaluación y comportamiento del aprendizaje de los alumnos a través de estadísticas.

Debido a la gran aceptación que han tenido las plataformas educativas en las instituciones educativas más reconocidas a nivel mundial y los buenos resultados que estas reportan, podemos considerarlas como un recurso fundamental para mejorar la docencia y el aprendizaje tanto en el aula como a distancia.

# V. PLATAFORMA EDUCATIVA EDUCAFI

---

## 5.1 ASPECTOS BÁSICOS DE EDUCAFI

EDUCAFI es una plataforma educativa que constituye un entorno de aprendizaje dirigido y que permite a los profesores tener una herramienta de apoyo para la docencia en la cual puede colocar toda la información de su clase, incluyendo la creación de foros de discusión, desarrollo de actividades, recepción de tareas, aplicación de exámenes en línea, publicación de evaluaciones, entre otros recursos, fortaleciendo las actividades de interacción con sus alumnos lo que reditua, generalmente, en un mayor aprendizaje y consecución de los objetivos planteados.

El sistema que administra la plataforma educativa tiene el propósito de facilitar el acceso a diversos recursos o herramientas para que el profesor y el estudiante dispongan de un espacio virtual en el que puedan acceder a diversos contenidos de interés y/o desarrollos académicos.

Esta plataforma es administrada por la Unidad de Servicios de Cómputo Académico (UNICA) de la Facultad de Ingeniería y esta basada en la aplicación MOODLE la cual, como se mencionó anteriormente, pertenece al grupo de los Gestores de Contenidos Educativos. De manera más general, podemos decir que MOODLE es una aplicación para crear y gestionar plataformas educativas.

Dicho de otra manera, UNICA describe a EDUCAFI de la siguiente forma, “es una plataforma Educativa basada en la WEB, disponible en línea para ser utilizada como recurso adicional a la actividad docente desarrollada”<sup>6</sup>.

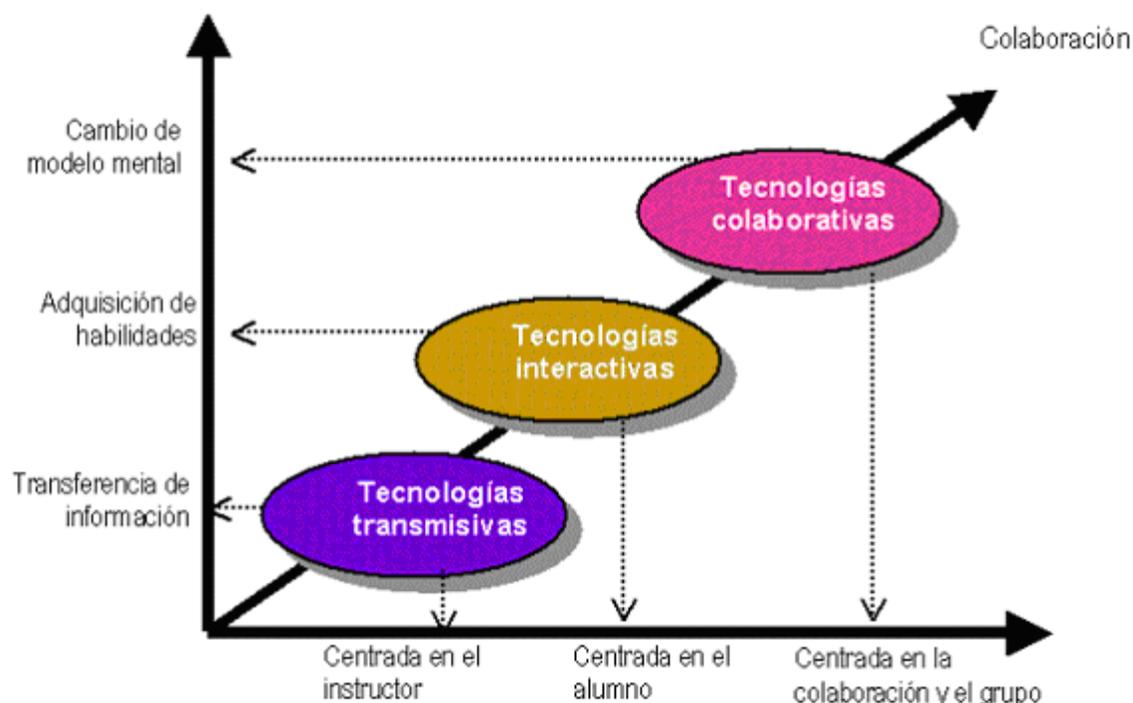
## 5.2 POTENCIAL

El estudio de las posibilidades que ofrece la plataforma EDUCAFI son prácticamente las mismas que ofrece por sí mismo MOODLE como herramienta educativa. En la referencia (Getafe, 2007<sup>4</sup>) se plantea un esquema sobre los modelos de tecnologías aplicadas a la formación a distancia, fig. 5.2-1, los cuales se describen a continuación.

---

<sup>4</sup> Jesús Baños Sancho, *La plataforma educativa Moodle, creación de aulas virtuales, Manual de consulta para el profesorado*, (Versión 1.8) Getafe, Octubre de 2007, [en línea] <http://www.estadistica.ucr.ac.cr/contenido/docs/material/moodle.pdf> [consulta: septiembre, 2014]

<sup>5</sup> Unidad de Servicios de Cómputo Académico (UNICA), *Plataforma Educativa EDUCAFI Tecnología y aprendizaje en el desarrollo de la actividad académica*, [en línea] [https://educafi.fi-a.unam.mx/Documentos/triptico\\_educafi\\_2009-2.pdf](https://educafi.fi-a.unam.mx/Documentos/triptico_educafi_2009-2.pdf) [consulta: agosto, 2014]



*Figura 5.2-1. Modelos de tecnología aplicadas a la formación a distancia*

### *Tecnoloxías transmisivas*

Estas tecnoloxías se centran en ofrecer información al estudiante. Las presentaciones multimedia son instrumentos pedagógicos que siguen estando al servicio de una metodología tradicional de "enseñanza" y "aprendizaje" que distingue claramente entre el que "sabe" y los que "aprenden". Con este modelo, toda la actividad se centra en el docente que ejerce la función de transmisor de la información y el estudiante sigue siendo sujeto pasivo. En este esquema los receptores están más motivados porque se utilizan medios audiovisuales.

### *Tecnoloxías interactivas*

Estas tecnoloxías se centran más en el alumno o alumna quien tiene un cierto control sobre el acceso a la información (control de navegación) que se le quiere transmitir. Así pues, en este modelo, hay que cuidar especialmente la interfaz entre el usuario y el sistema ya que de ella dependerán en gran medida las posibilidades educativas.

En estas tecnoloxías interactivas situaríamos a los programas de enseñanza asistida por computadora, los productos multimedia en CD-ROOM o DVD y algunas Web interactivas. La computadora actúa como un sistema que aporta la información (contenidos formativos, ejercicios, actividades, simulaciones etc.) y, en función de la interacción del usuario, le propone actividades, lleva un seguimiento de sus acciones y realiza una retroalimentación hacia el usuario-estudiante en función de sus acciones.

Con estas tecnologías, se pueden abordar objetivos formativos relacionados con el entretenimiento para ciertas acciones, la simulación de procesos o la adquisición de habilidades mediante la interacción con la propia herramienta. También nos permite diversificar intereses, líneas de trabajo, adaptar ritmos de aprendizaje, etc.

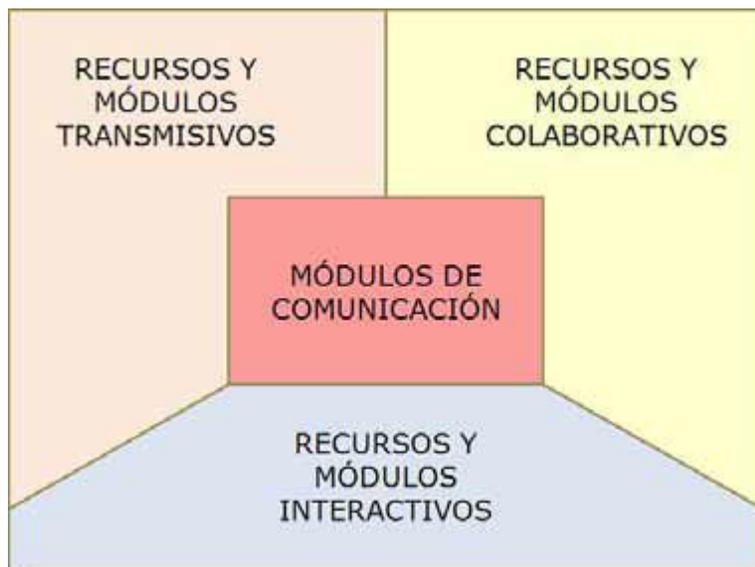
### *Tecnologías colaborativas*

Las TIC's pueden contribuir a la introducción de elementos interactivos y de intercambio de ideas y materiales tanto entre el profesorado y alumno como entre los mismos estudiantes. Estas posibilidades cooperativas engloban prácticamente a todas las formas de comunicación habituales de la enseñanza tradicional.

Pero debe quedar claro que, la simple incorporación de las TIC's en los procesos de enseñanza y aprendizaje no garantiza la efectividad en los resultados. Debe existir un proyecto pedagógico que soporte las posibilidades. Si este proyecto no existe o está insuficientemente sustentado, aparecerán frustraciones que no deben, en ningún caso, ocultar las posibilidades de las TIC's cuando estas se utilizan adecuadamente.

Esta metodología requiere una participación activa, mayor compromiso e implicación en el proceso de aprendizaje por parte de todos los que formarán parte de la llamada "comunidad de aprendizaje".

Los tres tipos de tecnologías son necesarias y el reto que nos propone MOODLE (EDUCAFI) es combinar adecuadamente los distintos elementos tecnológicos y pedagógicos en un diseño global de entornos virtuales de aprendizaje sustentados en los principios del aprendizaje colaborativo.



*Figura 5.2-2. Recursos y módulos de Moodle (EDUCAFI)*

La abundancia de material de apoyo en línea puede ayudar a los alumnos a tener una clara idea de los elementos estudiados y fomentar de igual manera la interconexión con el profesor para favorecer el proceso de la enseñanza-aprendizaje.

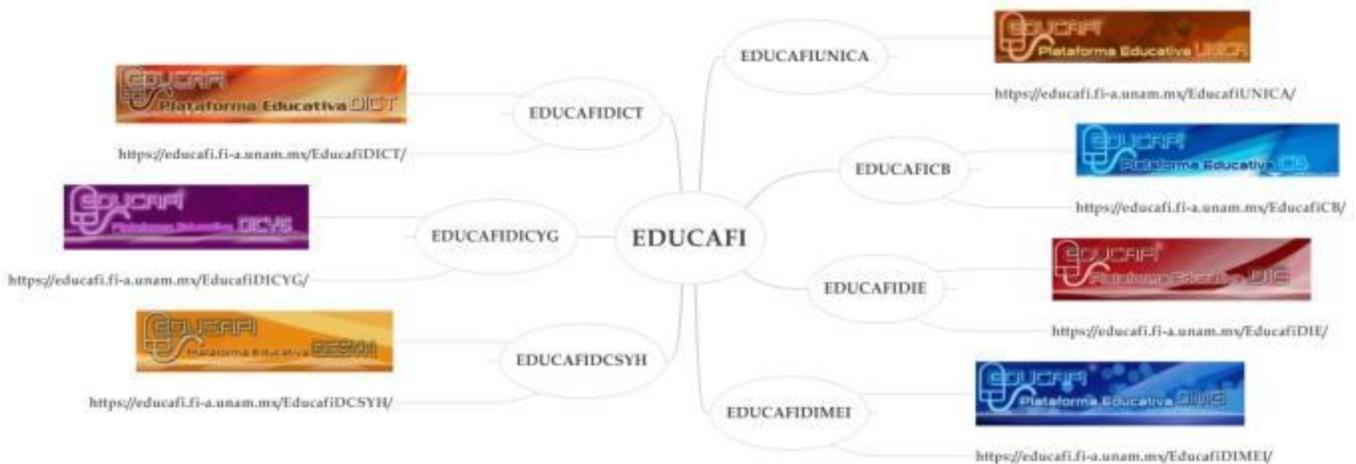
### 5.3 ACCESIBILIDAD

EDUCAFI es una aplicación web a la que se accede por medio de cualquier navegador Web (Google Chrome, Internet Explorer, Safari, Mozilla, Firefox, Opera, etc.). Esto quiere decir que, además de disponer de conexión a Internet, tendremos que conocer la dirección web (URL) del servidor donde se encuentra alojada nuestra plataforma educativa.

EDUCAFI cuenta con siete apartados que hacen referencia a las divisiones que contempla la Facultad de Ingeniería para su funcionamiento:

- UNICA, Unidad de Servicios de Cómputo Académico.
- CB, Ciencias Básicas.
- DIE, División de Ingeniería Eléctrica.
- DIMEI, División de Ingeniería Mecánica e Industrial.
- DCSYH, División de Ciencias Sociales y Humanidades.
- DICYG, División de Ingeniería Civil y Geomática.
- DICT, División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra.

A continuación se presenta de manera general los apartados antes mencionados y su dirección web.



Para poder acceder al sistema deberemos estar registrados como usuarios de alguno de los apartados de EDUCAFI (EDUCAFIUNICA, EDUCAFICB, EDUCAFIDIE, EDUCAFIDIMEI, EDUCAFIDCSYH, EDUCAFIDICYG, EDUCAFIDICT). Una vez identificado el apartado en el que estamos inscritos, los datos de la cuenta de usuario y contraseña se introducen en el bloque de Entrar situado en la parte superior derecha o en la parte central inferior.

Una vez dentro del sistema, se mostrará la página principal del sitio, en esta pantalla aparecerán todos los cursos a los que se está inscrito. Esta primera interfaz se le denominará Pantalla de Bienvenida, figura 5.3-1.

Usted no se ha autenticado. ([Entrar](#))





**Plataforma Educativa DICYG**

Unidad de Servicios de Cómputo Académico, Facultad de Ingeniería

**Visitas** ↑

8864

---

**Reloj EDUCAFI** ↑

Hora del servidor: 9:11 :

Hora en tu computadora: 9:11 :

---

**Menú principal** ↑

Coordinación

Ing. Beatriz Barrera Hernández

Administración

Ing. Alejandra Barlo Gervasio

Dra. Karla Cerón Jiménez

Laura Gabriela Ramírez Sánchez

Izzam-Jul Barrera Chávez

Contacto

[educafi@ingenieria.unam.mx](mailto:educafi@ingenieria.unam.mx)

---

**Usuarios en línea** ↑

(últimos 5 minutos)

Ninguno

### Semestre en curso 2014-2

#### Aviso de Mantenimiento

A todos nuestros usuarios:

Les informamos que del 4 al 14 de julio de 2014 se van a realizar mantenimientos del servicio eléctrico que afectaran al Edificio Principal (conjunto norte) por lo tanto, a partir del viernes 4 de julio a las 18:00 horas se dará de baja el servidor EDUCAFI, reanudando el servicio el lunes 14 de julio a partir de las 09:00 horas.



### Programa de Formación de Becarios

La UNIDAD DE SERVICIOS DE CÓMPUTO ACADÉMICO de la FACULTAD DE INGENIERÍA, te invita a ser parte de este selecto grupo.

**Requisitos:**

- Ser alumno regular de la Facultad.
- Tener promedio mínimo de 8.5.
- Cursar entre el 2o. y 6o. Semestre.
- Presentar y aprobar el examen de selección.
- Disponer de 20 horas a la semana para la fase de capacitación.

**Entrega de solicitud**

En la Unidad de Servicios de Cómputo Académico, edificio E 2º piso

Informes al Tel. 5622-0951 y 5622-0926

e-mail [dsa@ingenieria.unam.mx](mailto:dsa@ingenieria.unam.mx)

**Entrar** ↑

Nombre de usuario

Contraseña

[¿Olvidaste o perdiste tu contraseña?](#)

---

**¿Qué es EDUCAFI?**

Es una Plataforma Educativa basada en WEB, disponible en red para ser utilizada como un recurso adicional a la actividad docente desarrollada. Permite al profesor interactuar con sus alumnos, en donde se proporcionan materiales de apoyo como: foros, tareas, realizar exámenes en línea, etc.

---

**Calendario** ↑

◀ julio 2014 ▶

Dom	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

### Recuperación de contraseñas

Si olvidó o extravió su contraseña de acceso a EDUCAFI puede solicitar una recuperación, si su correo electrónico está actualizado en la plataforma, dar clic en [¿olvidaste o perdiste tu contraseña?](#) que se encuentra en la parte superior derecha de la pantalla de inicio y seguir los pasos indicados.

Si su correo electrónico no está actualizado en su perfil, puede solicitar una nueva contraseña a [educafi@ingenieria.unam.mx](mailto:educafi@ingenieria.unam.mx) anexando sus datos:

- Si es alumno, nombre, número de cuenta, asignatura que cursa y nombre del profesor.
- Si es profesor, nombre y asignatura(s) que imparte.

**Estimados Docentes**  
Para tener una cuenta en EDUCAFI, Altas, bajas, .....  
[Sequir Leyendo](#)

**Estimados Alumnos**  
Se solicita a todos los alumnos revisen y actualicen su perfil.....  
[Sequir Leyendo](#)

Usted no se ha autenticado. ([Entrar](#))

**Figura 5.3-1. Pantalla de Bienvenida EDUCAFI**

## 5.4 HERRAMIENTAS

EDUCAFI cuenta con diversos bloques que se encuentran distribuidos en 3 columnas, izquierda y derecha, y una central que ocupa la mayor parte de la pantalla.

La columna central contiene los elementos propios del curso: normalmente vínculos a diferentes recursos y actividades, mientras que en las columnas izquierda y derecha se sitúan bloques, como el de Reloj, Visitas, Menú principal, Usuarios en línea, Calendario, Mensajes, entre otros.

Como hemos dicho, los bloques se sitúan en las columnas laterales de la interfaz del curso.

Existen varios tipos de bloques con diversas funcionalidades: informar, controlar, gestionar, etc. Algunos trabajan de manera independiente y otros colaboran entre sí.

A continuación se describen brevemente los bloques principales, mientras que en la fig. 5.4-2 se presenta la ubicación de cada uno de ellos dentro de la pantalla de bienvenida.

En el *Menú principal (1)*, situado en la parte central de la columna izquierda, se presentan mensajes de los administradores de la plataforma educativa.

El *Calendario (2)*, ubicado como último bloque de la columna derecha, nos permite visualizar los eventos que se llevarán a cabo durante el día, semana, mes o durante el curso, como la entrega de tareas, reuniones, exámenes etc. Los eventos poseen un código de colores según el tipo de evento, Global, Curso, Grupo ó Usuario.

Los eventos globales son eventos importantes para todo el sitio, visibles por todos los grupos y sólo pueden ser añadidos por el administrador. Por su parte, los eventos de curso son fechas importantes para los estudiantes inscritos a un curso, como fechas de exámenes o convocatorias, son manejados por los profesores y podrán ser vistos por sus alumnos. Los eventos de grupo, son similares a los eventos de curso, pero en este caso afectan sólo a un determinado grupo creado dentro de un curso. Por último, los eventos de usuario, los coloca el mismo usuario de manera que podrán llevar un tipo de agenda personal o recordatorio y solo podrán ser vistos por los usuarios que lo hayan creado.

Los *Mensajes (3)* constituyen un sistema de comunicación interna directa entre todos los usuarios del sitio sin necesidad de usar el correo electrónico. A través de los mensajes es posible enviar y recibir mensajes tipo chat, con cualquiera de los usuarios que hayamos agregado a nuestra lista de contactos. Como en cualquier chat, este bloque permite bloquear, eliminar, buscar o añadir contactos, guardar conversaciones, así como posee ventanas emergentes y es posible enviar copias por correo electrónico.

El bloque de *Usuarios en línea (4)* muestra los usuarios que se han conectado en un periodo de tiempo. Si lo deseamos, haciendo clic sobre el usuario conectado, podremos mandar un mensaje privado.

Tenemos también disponible el bloque de *Novedades* (5), el cual presenta las cabeceras de las últimas noticias o mensajes publicados por el profesor en el Foro de Noticias. Siguiendo el hipervínculo se accede al foro donde esta publicada la noticia y se puede ver el mensaje completo.

En el bloque de *Mis cursos* (6), se observan los cursos en los que el usuario se encuentra inscrito y puede tener un fácil acceso a los mismos.

Otra herramienta que nos brinda la plataforma es el *Perfil personal*, al hacer clic sobre el nombre de algún participante la plataforma nos presenta una breve información con varios elementos activos, como nombre, imagen de perfil, correo electrónico, configuración de correo.

EDUCAFI  
Plataforma Educativa DICYG

INGENIERIA

EDUCAFI DICYG > AMEZCUA PASTRANA XIMENA PENELOPE  
Unidad de Servicios de Cómputo Académico, Facultad de Ingeniería

**AMEZCUA PASTRANA XIMENA PENELOPE**

Perfil [Editar información](#) [Blog](#)

 País: México  
Ciudad: DF  
Cursos: [EducafiDICYG](#)  
Último acceso: domingo, 20 de julio de 2014, 09:50 (4 minutos 33 segundos)

[Cambiar contraseña](#) [Mensajes](#)

Usted se ha autenticado como [AMEZCUA PASTRANA XIMENA PENELOPE](#) (Salir)

EDUCAFI DICYG

*Figura 5.4-1. Pantalla de perfil personal*

**EDUCAFI**  
Plataforma Educativa DICYG

Unidad de Servicios de Cómputo Académico, Facultad de Ingeniería

**1** Menú principal

- Coordinación
  - Ing. Beatriz Barrera Hernández
- Administración
  - Ing. Alejandra Bartolo Gervasio
  - Don Karla Cerón Jiménez
  - Laura Gabriela Ramírez Sánchez
  - Izamn-Íul Barrera Chávez
- Contacto
  - educafi@ingenieria.unam.mx

**2** Calendario

septiembre 2014

Dom	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

**3** Mensajes

No hay mensajes en espera  
[Mensajes...](#)

**4** Usuarios en línea

(últimos 5 minutos)

- M.I. Octavio García Domínguez
- RODRIGUEZ TREJO NADIA
- HASSANI JOSELYN
- MOCTEZUMA ESPINOSA JOSE REYNALDO

**5** Semestre en curso 2015-1

### Recuperación de contraseñas

Si olvidó o extravió su contraseña de acceso a EDUCAFI puede solicitar una recuperación, si su correo electrónico está actualizado en la plataforma, dar clic en [¿olvidaste o perdiste tu contraseña?](#) que se encuentra en la parte superior derecha de la pantalla de inicio y seguir los pasos indicados.

Si su correo electrónico no está actualizado en su perfil, puede solicitar una nueva contraseña a [educafi@ingenieria.unam.mx](mailto:educafi@ingenieria.unam.mx) anexando sus datos:

- Si es alumno, nombre, número de cuenta, asignatura que cursa y nombre del profesor.
- Si es profesor, nombre y asignatura(s) que imparte.

**6** Mis cursos

**METACURSO - ANÁLISIS ESTRUCTURAL C2014-2**

Teacher: [M.I. Octavio García Domínguez](#)  
 Teacher: [M. en I. Carlos Villaseñor M.](#)  
 Teacher: [M.I. Miguel Ángel Zuñiga Bravo](#)

**METACURSO - ESTÁTICA ESTRUCTURAL C2014-2**

Teacher: [M.I. Octavio García Domínguez](#)  
 Teacher: [M. en I. Carlos Villaseñor M.](#)  
 Teacher: [M.I. Miguel Ángel Zuñiga Bravo](#)

Buscar cursos:  Ir

Usted se ha autenticado como [M.I. Octavio García Domínguez](#) (Salir)

**moodle**

Figura 5.4-2. Distribución de bloques en pantalla de bienvenida

## 5.5 USOS Y APLICACIONES

Hasta el momento solo se han mencionado las herramientas básicas de esta plataforma educativa; sin embargo, no son las únicas herramientas con las que cuenta. Cabe destacar que todos los apartados de EDUCAFI, tienen la misma distribución y manejo en su interfaz; sin embargo, por ser el tema de interés nos enfocaremos únicamente al apartado de EDUCAFIDICYG, que corresponde al de la rama de la Ingeniería Civil, y por lo tanto a las materias de Estructuras.

Como se observa al inicio de este capítulo, en EDUCAFI es posible interactuar con los alumnos no sólo a través de mensajes y eventos en el calendario, sino también se pueden dar de alta, actualizar y borrar alumnos, foros, grupos de usuarios, archivos, exámenes, tareas, encuestas, chat, entre otras; todas ellas se encuentran como funciones para cada uno de los cursos.

De manera particular, la plataforma se encuentra organizada en cursos. Un curso es una colección de recursos, actividades y herramientas de comunicación que se ponen a disposición de un grupo de profesores y alumnos. En un curso podemos encontrar tres tipos de elementos:

- **Módulos de comunicación:** para permitir que los alumnos puedan hablar con el profesor (hacer preguntas, plantear dudas, etc.) y, mucho más importante, puedan comunicarse entre ellos y construir su propia comunidad de aprendizaje.
- **Módulos de materiales:** los elementos que representan los contenidos materiales de la asignatura, curso o espacio. Son todo tipo de textos, libros, apuntes, presentaciones de diapositivas, enlaces a páginas web externas, etc. pensados para que los estudiantes los lean y estudien sobre ellos.
- **Módulos de actividades:** son la parte activa y colaborativa donde el alumno tiene que hacer algo más allá de meramente leer un texto. Debates y discusiones, resolución de problemas propuestos, redacción de trabajos, creación de imágenes, web-quests y talleres, entre otros, pueden ser ejemplos de actividades realizables en la plataforma.

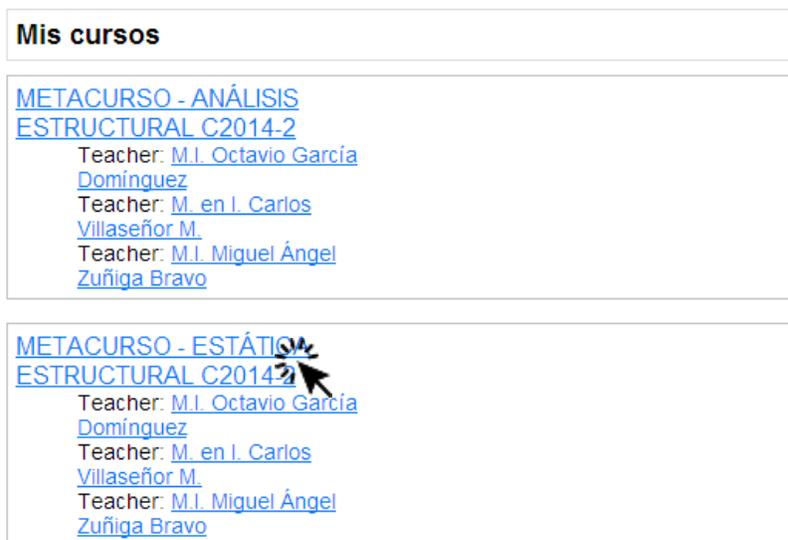
El curso virtual no es más que una colección de estos elementos definida y estructurada por el equipo docente que lo ha diseñado conforme a unos objetivos de aprendizaje y una metodología concreta.

Se destaca que el profesor tiene un control total sobre todas las opciones del curso, registro y seguimiento de los accesos del usuario, reportes de cada estudiante, así como también de una detallada historia de la participación de cada alumno incluyendo mensajes enviados y entradas. El profesor puede enviar observaciones al alumno.

Por su parte, el usuario (alumno) está únicamente habilitado para acceder al curso, ver su contenido, contestar exámenes, ver y enviar tareas al profesor, ver calificaciones a cerca de los exámenes y tareas, así como acceder a los diferentes foros e interactuar con sus compañeros y el profesor.

A continuación se describirá el manejo de los recursos dentro de la plataforma.

Para acceder a los cursos, basta con darle clic al nombre del curso que queremos acceder fig. 5.5-1 y nos redirecciona a una nueva pantalla, la cual se muestra en la fig. 5.5-2.



*Figura 5.5-1. Elección de curso*

En esta nueva pantalla, se observan algunos de los bloques de la pantalla de bienvenida, y unos nuevos bloques descritos brevemente a continuación:

El bloque *Personas* (7) contiene el enlace a Participantes que es un listado de la totalidad de participantes del curso. Por defecto, aparecen primero el profesorado y después el alumnado, ordenados por el último acceso al curso.

El bloque *Actividades* (8) muestra todas las categorías de recursos y actividades que el profesorado ha utilizado en el curso. Este bloque se puede utilizar para navegar de forma rápida por los diferentes tipos de actividades, independientemente del tema o sección en las que estén ubicadas.

El bloque *Buscar en los foros* (9) permite buscar entre los mensajes publicados en los foros de un curso la información tecleada en el cuadro de texto del bloque. Las búsquedas se realizan de forma similar a las realizadas en Google.

El bloque *Eventos próximos* (10) recuerda la proximidad de un evento, ya sea un evento global, de curso o de usuario.

El bloque *Actividad reciente* (11) muestra, de una forma abreviada, los acontecimientos producidos en el curso desde la última visita. Lo podemos utilizar para tener una visión rápida del desarrollo del trabajo realizado, tanto por nosotros mismos, como por nuestros compañeros. La lista de acontecimientos puede contener: Nuevos usuarios del curso (alumnos y profesores), nuevos elementos del curso incorporados por el docente (tareas, cuestionarios, etc.), nuevos mensajes en los foros.



**Figura 5.5-2. Pantalla del curso elegido**

El bloque *Administración* (12) es diferente según el rol del usuario. Mientras que todos los enlaces de este bloque están disponibles para el profesorado del curso, los estudiantes tan solo verán un enlace a su propio libro de calificaciones y, si está permitido, sus propios registros del curso.

Este bloque contiene las funciones propias y específicas que permiten al profesorado configurar el curso y ajustar los detalles de funcionamiento del resto de módulos de recursos y actividades didácticas (gestionar las matrículas de los estudiantes, la creación y asignación de grupos, ver el libro de calificaciones del curso, crear escalas para calificar, cambiar el formato del curso, realizar copias de seguridad y restaurarlas, acceder a los archivos del curso, etc.).

En la siguiente tabla se describen brevemente todas las opciones que contiene, dejando para más adelante su estudio en detalle:

<i>Icono</i>	<i>Función</i>
	<i>Activar edición:</i> se trata del mismo botón que podemos encontrar a la derecha de la barra de navegación del curso. Mientras no esté activada la edición, no se podrán introducir actividades ni recursos.
	<i>Configuración:</i> proporciona acceso al formulario de configuración del curso, desde donde podremos cambiar su nombre, formato, descripción, permisos de acceso, etc.
	<i>Asignar roles:</i> acceso a la pantalla de asignación y anulación de roles. Recordamos que un rol es un identificador del estatus del usuario en un contexto particular
	<i>Calificaciones:</i> los estudiantes pueden ver sus propias calificaciones de todas las actividades susceptibles de ser evaluadas. El docente verá las calificaciones de todos los estudiantes.
	<i>Grupos:</i> gestión de los estudiantes en grupos.
	<i>Copia de seguridad:</i> para realizar copias de seguridad del curso
	<i>Restaurar:</i> restaurar una copia de seguridad hecha previamente.
	<i>Importar:</i> para importar recursos y actividades desde otros cursos
	<i>Reiniciar:</i> permite vaciar un curso de datos de usuario, conservando las actividades y otros ajustes
	<i>Informes:</i> nos ofrece informes sobre los registros, la actividad y las estadísticas de las opciones seleccionadas de los usuarios y actividades seleccionadas (por ejemplo, cuándo han iniciado sesión, qué han hecho, etc.).
	<i>Preguntas:</i> podemos utilizarlo para crear o editar preguntas de un banco de preguntas del curso. Estas preguntas se podrán incluir en cualquier cuestionario o lección del curso.
	<i>Archivos:</i> accede a la carpeta de archivos del curso.
	<i>Desmatricular en:</i> permite desmatricularse o matricularse de un curso.
	<i>Perfil de usuario</i>

Bloque de *Diagrama de Temas (13)*, este bloque define el formato de la columna central, en él se definirá la disposición básica del curso, como una plantilla, la cual afecta el modo de presentación de la información, la colocación de los paneles de funciones entre otros. El Diagrama de Temas es el formato por defecto. En este formato las secciones de contenidos están organizadas por Temas o Bloques temáticos, dónde los temas no están limitados por el tiempo, por lo que no hay que especificar fechas. Por otro lado, la primera sección (Tema 0) está siempre visible y contiene, al menos, el Foro de Noticias. Las demás secciones, se pueden ocultar o borrar.

Una vez seleccionado el curso, se puede comenzar con el proceso de agregar contenidos y actividades al mismo. Esta operación se realiza desde el *Modo de edición* eligiendo, para cada sección, los recursos y módulos de actividades de las correspondientes listas desplegables. A continuación describiremos algunas de las actividades que nos permite implementar la plataforma educativa EDUCAFI.

### *Agregar un Cuestionario*

La actividad *Cuestionario* es una herramienta muy potente y extremadamente flexible que permite al profesorado diseñar cuestionarios consistentes y plantear estrategias de evaluación que serían imposibles de llevar a cabo con cuestionarios en papel. Se puede utilizar en evaluaciones iniciales (para tener una primera idea del grado de conocimientos y habilidades por parte de los estudiantes), en exámenes tipo test (con la ventaja de que el cuestionario se puede generar aleatoriamente y que su corrección es inmediata), en pruebas de nivel competencia curricular, en todas las posibilidades de autoevaluación, para facilitar a los estudiantes la monitorización de su propio rendimiento, como instrumento de refuerzo y repaso, etc. En todos los casos, es fundamental que los cuestionarios estén bien diseñados para que realmente sirvan al logro de sus objetivos.

Características de los cuestionarios.

- Pueden crearse cuestionarios con una gran variedad de tipos de preguntas (opción múltiple, verdadero/falso, respuesta corta, rellenar huecos, etc.).
- Las preguntas se organizan por categorías dentro un banco de preguntas y pueden ser reutilizadas en el mismo curso o en otros cursos.
- Se pueden generar cuestionarios aleatorios a partir de las preguntas almacenadas en el banco de preguntas.
- Las preguntas pueden crearse en HTML, con elementos multimedia y pueden importarse desde archivos de texto externos.
- Los cuestionarios pueden tener un límite de tiempo a partir del cual no estarán disponibles.
- Las preguntas y las respuestas de los cuestionarios pueden ser mezcladas (aleatoriamente) para dificultar las copias entre el alumnado.

- Podemos permitir a los estudiantes realizar intentos repetidos sobre una pregunta o bien que respondan el cuestionario varias veces (con la opción de que cada intento se construya sobre el anterior).
- Cada intento será registrado y calificado pudiendo elegir el docente si se debe mostrar algún comentario o las respuestas correctas al finalizar la actividad.
- Un cuestionario se puede resolver en varias sesiones, pudiéndose reanudar desde la última página de la anterior sesión.

Los cuestionarios de MOODLE tienen dos componentes principales: el cuerpo del cuestionario (con todas sus opciones), y las preguntas a las que los estudiantes deben responder. Desde este punto de vista, un cuestionario es como un contenedor de preguntas de varios tipos extraídas del banco de preguntas y colocadas en un cierto orden. El cuerpo del cuestionario es lo primero que ven los alumnos y alumnas cuando acceden a la actividad y define como interactuarán con ella.

En el diagrama de flujo presentado en la fig. 5.5-4 se presenta de manera sencilla y esquemática como crear un cuestionario.

Para crear el cuerpo de un cuestionario, hay que activar el *modo de edición* y, a continuación, seleccionar *Cuestionario* de la lista desplegable *Agregar una actividad*; incisos (a) y (b) de la fig. 5.5-3. Esto nos llevará al formulario de configuración del mismo mostrado en la fig. 5.5-5 y fig. 5.5-6.

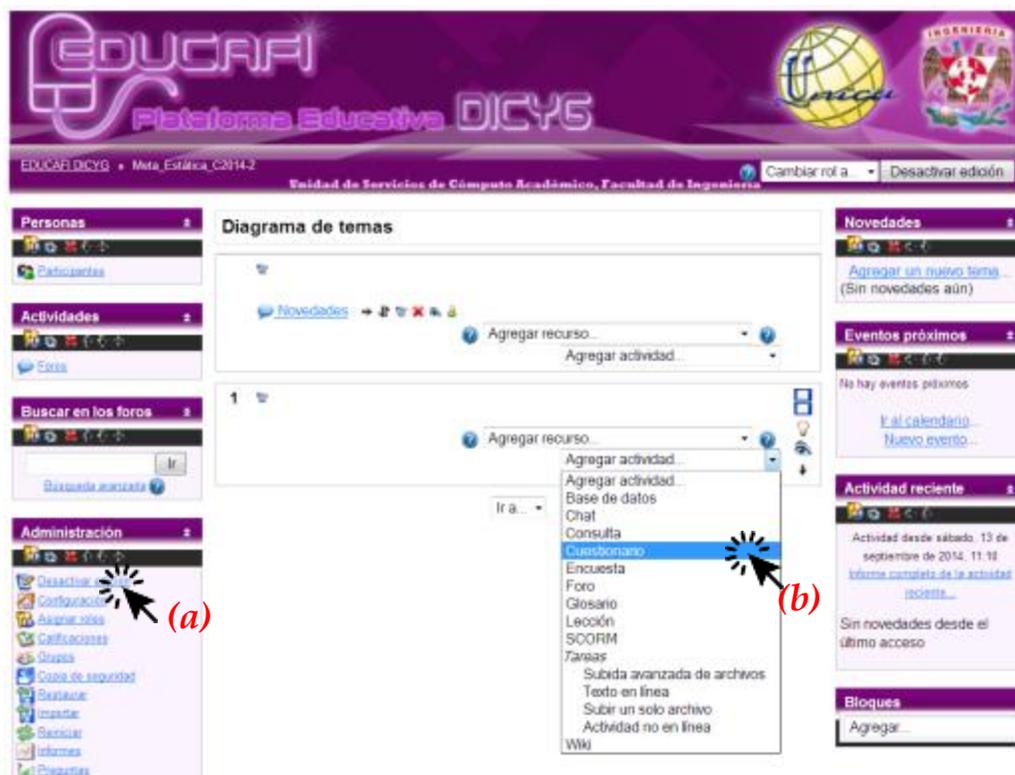


Figura 5.5-3. Como crear el cuerpo de un cuestionario

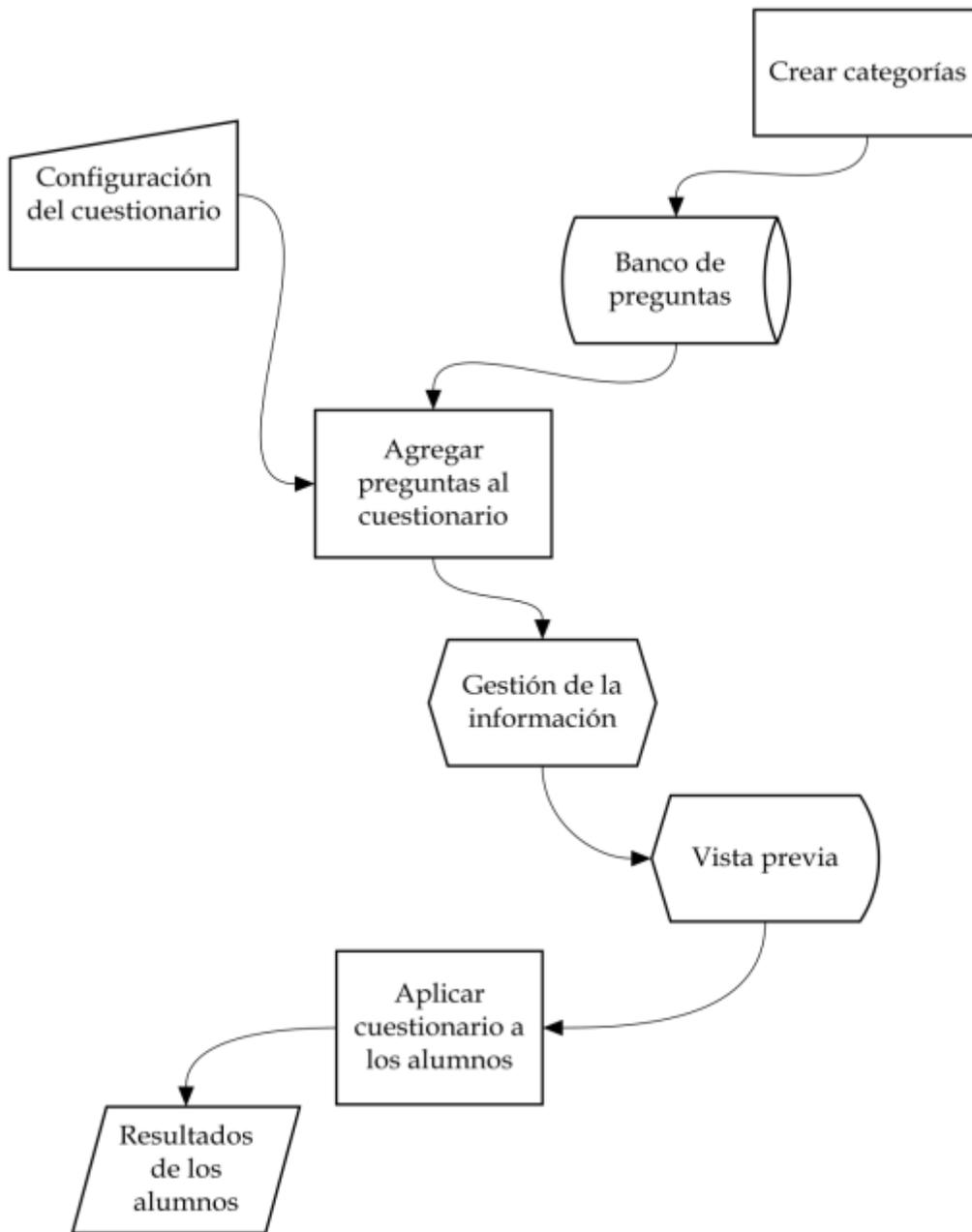


Figura 5.5-4. ¿Cómo crear un cuestionario?

Agregando Cuestionario a tema 1

**Ajustes generales**

Nombre\*

Introducción

Trebuchet 1 (8 pt) Idioma B I U S X K

Ruta:

**Tiempo**

Abrir cuestionario 15 septiembre 2014 12 35  Deshabilitar

Cerrar cuestionario 15 septiembre 2014 12 35  Deshabilitar

Límite de tiempo (en minutos) 0  Habilitar

Tiempo entre el primer y el segundo intento Ninguno

Tiempo entre los intentos posteriores Ninguno

**Mostrar**

Número máximo de preguntas por página Sin límite

Barajar preguntas No

Barajar dentro de las preguntas Sí

**Intentos**

Intentos permitidos Intentos ilimitados

Cada intento se basa en el anterior No

Modo adaptativo Sí

Texto identificativo con el que quedará enlazado el cuestionario en la página principal del curso.

Texto que se mostrará a los estudiantes cada vez que inicien el cuestionario. (Describir la finalidad del cuestionario, incluir instrucciones de resolución, indicar los criterios de calificación, etc.)

Límite temporal para forzar a los alumnos a que realicen el cuestionario en ese tiempo.

Período de tiempo durante el cual se podrá acceder a la actividad (dd/mm/año/hora/min). Fuera de esas fechas el cuestionario no será accesible a los estudiantes.

O barajar respuestas, permite que se puedan barajar al azar el orden de presentación de las posibles opciones de respuesta.

El orden de las preguntas del cuestionario se barajará aleatoriamente cada vez que un estudiante intente resolverlo. Dificulta la memorización posicional de las preguntas y la copia entre estudiantes.

Permite al estudiante responder varias veces a una pregunta del cuestionario, en el caso de que su primera respuesta fuera incorrecta. Sin embargo, se aplicará una penalización cuyo factor se fija individualmente para cada pregunta cuando ésta se formula o edita.

Determina el número de intentos permitidos para resolver el cuestionario.

Da la posibilidad al estudiante de visualizar las respuestas que dio en un intento anterior.

Figura 5.5-5. Pantalla de configuración de un cuestionario

Se aplicará una penalización por cada respuesta errónea que se restará de la puntuación final de la pregunta.

El cuestionario aparece en una nueva ventana que ocupa toda la pantalla. Se establecen algunas restricciones sobre como copiar y pegar.

Permite establecer una contraseña de acceso al

Para cuestionarios donde se permiten múltiples intentos, se puede elegir que la calificación almacenada sea la puntuación más alta en cualquiera de los intentos, la media de todos los intentos, la del primer intento o la del último.

Aparece una matriz de opciones (casillas de verificación) que sirven para controlar si los estudiantes pueden revisar sus intentos de resolución del cuestionario y en qué momento pueden hacerlo.

En esta sección se puede introducir un texto (retroalimentación) que verá el estudiante cuando haya completado un intento de resolver el cuestionario. El texto puede depender de la calificación que el estudiante haya

En este formulario hay campos obligatorios

**Calificaciones**  
 Método de calificación: Calificación más alta  
 Aplicar penalizaciones: Sí  
 Número de decimales en calificaciones: 2

**Revisar opciones**

Inmediatamente después de cada intento	Más tarde, mientras el cuestionario está aún abierto	Después de cerrar el cuestionario
<input checked="" type="checkbox"/> Respuestas -	<input checked="" type="checkbox"/> Respuestas -	<input checked="" type="checkbox"/> Respuestas -
<input checked="" type="checkbox"/> Soluciones -	<input checked="" type="checkbox"/> Soluciones -	<input checked="" type="checkbox"/> Soluciones -
<input checked="" type="checkbox"/> Comentario -	<input checked="" type="checkbox"/> Comentario -	<input checked="" type="checkbox"/> Comentario -
<input checked="" type="checkbox"/> Retroalimentación general	<input checked="" type="checkbox"/> Retroalimentación general	<input checked="" type="checkbox"/> Retroalimentación general
<input checked="" type="checkbox"/> Puntuaciones -	<input checked="" type="checkbox"/> Puntuaciones -	<input checked="" type="checkbox"/> Puntuaciones -
<input checked="" type="checkbox"/> Retroalimentación general	<input checked="" type="checkbox"/> Retroalimentación general	<input type="checkbox"/> Retroalimentación general

**Seguridad**  
 Mostrar el cuestionario en una ventana "segura": No  
 Se requiere contraseña:   Desenmascarar  
 Se requiere dirección de red:

**Ajustes comunes del módulo**  
 Modo de grupo: No hay grupos  
 Visible: Mostrar  
 Número ID:   
 Categoría de calificación actual: Sin categorizar

**Retroalimentación general**  
 Límites de calificación: 100%  
 Comentario -   
 Límites de calificación:   
 Comentario -   
 Límites de calificación: 0%  
 Agregar 3 campos más de retroalimentación

Guardar cambios y regresar al curso | Guardar cambios y mostrar | Cancelar

Figura 5.5-6. Pantalla de configuración de un cuestionario (continuación)

Una vez llenado el formulario de configuración del cuestionario, se da clic en guardar cambios y regresar al curso, de esta manera tenemos un nuevo cuestionario en la pantalla del curso en el bloque de Temas fig.5.5-7, al elegirlo ingresamos a una nueva pantalla en la que a partir del banco de preguntas podemos agregar las preguntas que formarán parte del cuestionario fig.5.5-8.

De manera general, en esta página encontramos dos secciones. A la izquierda se muestra un listado con las preguntas del cuestionario (inicialmente esta lista estará vacía). A la derecha se encuentra el banco o repositorio de preguntas, organizado por categorías. Desde este banco se pueden copiar preguntas a cualquier cuestionario, independientemente del curso.

Se destaca que en el capítulo siguiente se describirá a detalle cómo generar las preguntas que forman parte del Banco de preguntas, así como la creación de categorías.

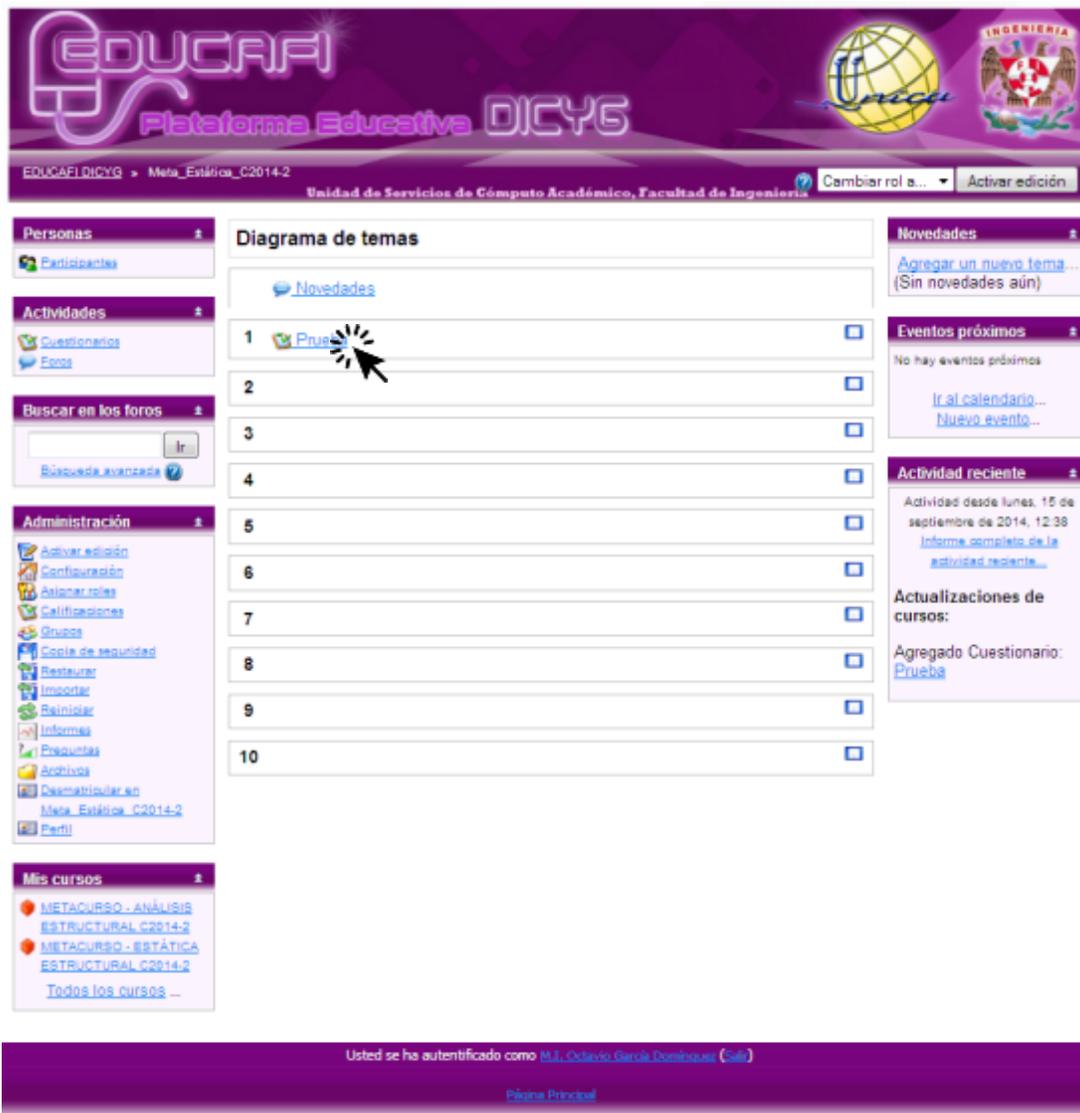


Figura 5.5-7. Pantalla del curso





EDUCAFI DICYG > Meta Estática CA0142 > Cuestionarios > Exámenes > Editando Cuestionario

Unidad de Servicios de Cómputo Académico, Facultad de Ingeniería

[Actualizar Cuestionario](#)

[Información](#)
[Resultados](#)
[Vista previa](#)
[Editar](#)

[Cuestionario](#)
[Preguntas](#)
[Categorías](#)
[Importar](#)
[Exportar](#)

**Preguntas en este cuestionario**

Aún no se han agregado preguntas

**Banco de preguntas**

Categoría: I. Sistemas de Fuerzas y Momentos

Incluir sub-categorías

Mostrar también preguntas antiguas

Mostrar el texto de la pregunta en la lista de preguntas

[Crear una pregunta nueva](#)

Elegir...

Página: 1 [2 \(Siguiente\)](#)

Ordenar por tipo, nombre

Acción	Nombre de la pregunta	Tipo
	I.1 Pregunta 001.v001	
	I.1 Pregunta 002.v001	
	I.1 Pregunta 003.v001	
	I.1 Pregunta 004.v001	
	I.1 Pregunta 005.v001	
	I.1 Pregunta 006.v001	
	I.1 Pregunta 007.v001	
	I.1 Pregunta 008.v001	
	I.1 Pregunta 009.v001	
	I.1 Pregunta 010.v001	
	I.1 Pregunta 011.v001	
	I.1 Pregunta 012.v001	
	I.1 Pregunta 013.v001	
	I.1 Pregunta 014.v001	
	I.1 Pregunta 015.v001	
	I.1 Pregunta 016.v001	
	I.1 Pregunta 017.v001	
	I.1 Pregunta 018.v001	
	I.1 Pregunta 019.v001	
	I.1 Pregunta 020.v001	

Página: 1 [2 \(Siguiente\)](#)

[Mostrar 39](#)

[Seleccionar todos](#) / [Omitir todos](#)

Con seleccionadas:

[« Añadida cuestionario](#)
[Borrar](#)
[Mover a >>](#)

I. Sistemas de Fuerzas y Momentos

Agregar 1 preguntas aleatorias [Agregar](#)

Usted se ha autenticado como [D.J. Octavio García Domínguez](#) (Salir)

Figura 5.5-8. Pantalla de edición de preguntas que formarán el cuestionario

La pantalla de *edición de preguntas* muestra las preguntas de la categoría seleccionada actualmente. Podemos escoger una categoría en el menú desplegable *Categoría* (fig. 5.5-8 No.1). Activando la casilla de verificación *Incluir subcategorías* (fig. 5.5-8 No.2) se mostrarán también las preguntas de todas las subcategorías. Es una buena costumbre crear más categorías para organizar y evitar mantener todas las preguntas en una enorme lista. También podemos implementar una jerarquía de categorías creando subcategorías dentro de una categoría padre (fig. 5.5-9).



**Figura 5.5-9. Listado de categorías y subcategorías del menú desplegable *Categorías***

Existen dos procedimientos para incorporar las preguntas que formaran parte del cuestionario; el primero, en el que se selecciona una por una dando clic en la caja de seleccionar (1.1 Fig.5.5-10), una vez seleccionadas las que se desean se da clic sobre el botón *Añadir a cuestionario* (1.2 Fig.5.5-10), automáticamente las preguntas seleccionadas se mostrarán en la columna izquierda de la pantalla (1.3 Fig. 5.5-10). El segundo procedimiento, consiste en agregar preguntas aleatorias al cuestionario, en el que primero se debe seleccionar cuántas preguntas se desean añadir en la lista desplegable 2.1 Fig.5.5-11 y luego dar clic en *Agregar* (2.2 Fig. 5.5-11), inmediatamente se verán el número de preguntas aleatorias determinado en la columna izquierda de la pantalla (2.3 Fig. 5.5-11).

Es importante destacar la posibilidad de mezclar preguntas aleatorias y no aleatorias para asegurarnos de que determinadas preguntas sean siempre incluidas en el cuestionario.

Cuando se ha terminado de agregar el contenido del cuestionario, basta con dar clic en el botón de guardar cambios, situado en la columna izquierda de la pantalla.

EDUCAFI DICYG » Meta Estática C2014-2 » Cuestionarios » Prueba » Editando Cuestionario Actualizar Cuestionario

Unidad de Servicios de Cómputo Académico, Facultad de Ingeniería

Resultados Vista previa Editar

Cuestionario Preguntas Categorías Importar Exportar

### 1.3 Preguntas en este cuestionario

Ordenar#	Nombre de la pregunta	Tipo	Calificación	Acción
	11.1 Pregunta 007.v001		1	

Total: 1

Calificación máxima: 10

Mostrar saltos de página

Mostrar herramienta de reordenación

### Banco de preguntas

Categoría: I. Sistemas de Fuerzas y Momentos

Incluir sub-categorías

Mostrar también preguntas antiguas

Mostrar el texto de la pregunta en la lista de preguntas

Elegir...

Página: 1 2 (Siguiente)

Ordenar por tipo, nombre

Acción	Nombre de la pregunta	Tipo
	I.1 Pregunta 001.v001	
	I.1 Pregunta 002.v001	
	I.1 Pregunta 003.v001	
	I.1 Pregunta 004.v001	
	I.1 Pregunta 005.v001	
	I.1 Pregunta 006.v001	
	I.1 Pregunta 007.v001	
	I.1 Pregunta 008.v001	
	I.1 Pregunta 009.v001	
	I.1 Pregunta 010.v001	
	I.1 Pregunta 011.v001	
	I.1 Pregunta 012.v001	
	I.1 Pregunta 013.v001	
	I.1 Pregunta 014.v001	
	I.1 Pregunta 015.v001	
	I.1 Pregunta 016.v001	
	I.1 Pregunta 017.v001	
	I.1 Pregunta 018.v001	
	I.1 Pregunta 019.v001	
	I.1 Pregunta 020.v001	

Página: 1 2 (Siguiente)

[Mostrar 39](#)

[Seleccionar todos](#) / [Omitir todos](#)

Con seleccionadas:

I. Sistemas de Fuerzas y Momentos

Agregar 1 preguntas aleatorias

Usted se ha autenticado como M.I. Octavio García Domínguez (Salir)

**Figura 5.5-10. Añadir preguntas manualmente**

EDUCAFI DICYG » Meta Estática C2014-2 » Cuestionarios » Prueba » Editando Cuestionario Actualizar Cuestionario

Unidad de Servicios de Cómputo Académico, Facultad de Ingeniería

Resultados Vista previa Editar

Cuestionario Preguntas Categorías Importar Exportar

### 2.3 Preguntas en este cuestionario

Ordenar	#	Nombre de la pregunta	Tipo	Calificación	Acción
↓	1	Pregunta aleatoria (I. Sistemas de Fuerzas y Momentos)	?	1	↔
↑ ↓	2	Pregunta aleatoria (I. Sistemas de Fuerzas y Momentos)	?	1	↔
↑	3	Pregunta aleatoria (I. Sistemas de Fuerzas y Momentos)	?	1	↔

Total: 3

Calificación máxima: 10

Guardar cambios

Mostrar saltos de página

Mostrar herramienta de reordenación

Ir

### Banco de preguntas

Categoría: I. Sistemas de Fuerzas y Momentos

Incluir sub-categorías

Mostrar también preguntas antiguas

Mostrar el texto de la pregunta en la lista de preguntas

Crear una pregunta nueva

Elegir...

Página: 1 2 (Siguiente)

Ordenar por tipo, nombre

Acción	Nombre de la pregunta	Tipo
↔	I.1 Pregunta 001.v001	?
↔	I.1 Pregunta 002.v001	?
↔	I.1 Pregunta 003.v001	?
↔	I.1 Pregunta 004.v001	?
↔	I.1 Pregunta 005.v001	?
↔	I.1 Pregunta 006.v001	?
↔	I.1 Pregunta 007.v001	?
↔	I.1 Pregunta 008.v001	?
↔	I.1 Pregunta 009.v001	?
↔	I.1 Pregunta 010.v001	?
↔	I.1 Pregunta 011.v001	?
↔	I.1 Pregunta 012.v001	?
↔	I.1 Pregunta 013.v001	?
↔	I.1 Pregunta 014.v001	?
↔	I.1 Pregunta 015.v001	?
↔	I.1 Pregunta 016.v001	?
↔	I.1 Pregunta 017.v001	?
↔	I.1 Pregunta 018.v001	?
↔	I.1 Pregunta 019.v001	?
↔	I.1 Pregunta 020.v001	?

Página: 1 2 (Siguiente)

2.1 [Mostrar 39](#)

Selección de preguntas / Omitir todas

Con selecciones:

« Añadir Cuestionario Borrar Mover a »»

I. Sisten fuerzas y Momentos

Agregar 1 preguntas aleatorias Agregar

2.2

Usted se ha autenticado como M.J. Octavio García Domínguez (Salir)

**Figura 5.5-11. Agregar preguntas de manera aleatoria**

Una vez creado el cuestionario, podremos entrar en él (siempre y cuando esté disponible) siguiendo su enlace en la página principal del curso.

Cuando un estudiante hace clic en el nombre del cuestionario, aparecerá en la página su nombre e introducción. Normalmente, la introducción ofrece al estudiante información sobre los objetivos del cuestionario y la forma de evaluación. También puede mostrar las fechas y horas de apertura y cierre del cuestionario.

El estudiante no podrá acceder a él antes de la fecha/hora de apertura y deberá asegurarse de que envía todas las respuestas antes de la fecha/hora de cierre del cuestionario. Normalmente las respuestas fuera de plazo no serán puntuadas.

Si un estudiante ya ha intentado contestar el cuestionario, verá una tabla con una lista de todos los intentos previos junto con la hora en que los hizo, la puntuación conseguida, las calificaciones correspondientes a cada intento y, opcionalmente, la respuesta o mensaje configurado para esa puntuación

Cuando es el profesor el que hace clic en el cuestionario, verá la pestaña *Información* con el nombre del cuestionario y su descripción, la fecha límite para su resolución, los intentos permitidos, el método de calificación y el número de estudiantes que han intentado contestarlo. También está disponible el botón *Previsualizar el cuestionario ahora* para ejecutar el cuestionario. En cualquier momento podrá editar el cuestionario haciendo clic en el botón del ángulo superior derecho *Actualizar cuestionario* (Fig.5.5-12).



**Figura 5.5-12. Pantalla de gestión de un cuestionario**

En este apartado vamos a ver la utilidad de las pestañas que podemos encontrar en la parte superior de la página del cuestionario (Fig. 5.5-12):

La pestaña *Información* (previamente descrita), nos muestra el contenido del campo *Introducción* que se describió en el formulario de configuración del cuestionario. Normalmente contiene explicaciones y observaciones para que los estudiantes lo respondan adecuadamente, el método de calificación y el botón para comenzar su realización.

La pestaña *Resultados*, nos da acceso a la página de gestión de los resultados de los cuestionarios, una vez que se han contestado.

La pestaña *Vista previa*, nos muestra el cuestionario tal y como lo verán los estudiantes.

Por último, la pestaña *Editar*, nos lleva a la página de gestión y creación de categorías y preguntas.

### *Agregar una Tarea*

Una tarea es una actividad de la plataforma EDUCAFI que permite al profesorado asignar un trabajo a los estudiantes que éstos deberán preparar normalmente en un formato electrónico (documento de texto, presentación electrónica, imagen gráfica, video, archivo fuente en un determinado lenguaje, etc.) y remitirlo, subiéndolo al servidor. Los documentos quedarán almacenados para su posterior evaluación a la que podrá añadirse un comentario que llegará de forma independiente al estudiante mediante correo electrónico.

Hay cuatro tipos de tareas:

Actividad offline: este tipo de tarea es útil cuando el trabajo se realiza fuera de la plataforma y, además, lo deben realizar en un formato no electrónico como, por ejemplo, una lámina de dibujo. Los estudiantes pueden ver una descripción de la tarea, pero no pueden subir archivos. No obstante, los profesores pueden calificar a todos los estudiantes y los estudiantes recibirán notificaciones de sus calificaciones.

Subir un único archivo: en este caso, se permite que los estudiantes puedan subir un archivo de cualquier tipo. Éste podría ser un documento realizado con un procesador de textos, o una imagen, un sitio web comprimido o algo que se les ha pedido que envíen. El profesorado puede calificar *online* las tareas remitidas de este modo.

Texto en línea: permite al estudiante hacer uso del editor de texto HTML para escribir directamente el trabajo solicitado.

Subida avanzada de archivos: este tipo de tarea se utiliza cuando se solicita al estudiante que entregue más de un archivo. Normalmente, el número de archivos que debe subir se especificará en la descripción de la tarea.

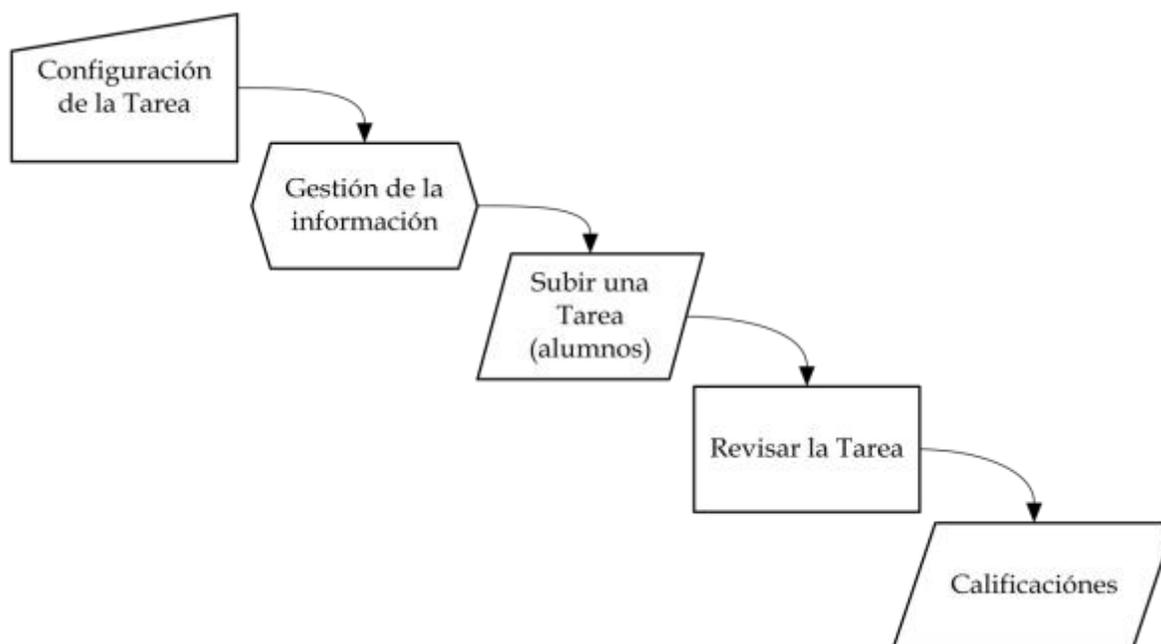
Características de las tareas:

- Puede especificarse la fecha final de entrega de una tarea, que aparecerá en el calendario del curso, y la calificación máxima o el uso de escalas personalizadas que se le podrá asignar.
- Los estudiantes pueden subir sus tareas (en cualquier formato de archivo) al servidor. Se registra la fecha en que se han subido.
- Se permite enviar tareas fuera de tiempo, pero el profesor/a puede ver claramente el tiempo de retraso.
- En cada tarea en particular, puede evaluarse a toda la clase (calificaciones y comentarios) en una única página con un único formulario.
- Las observaciones del profesor/a se adjuntan a la página de la tarea de cada estudiante y se le envía un mensaje de notificación.

- El profesorado tiene la posibilidad de permitir el reenvío de una tarea tras su calificación (para volver a calificarla).
- Se permite el uso de tareas no en línea, donde en vez de un archivo digital, la tarea es una actividad externa como por ejemplo recitar un poema o realizar una actividad físico-deportiva.
- Se permite el uso de tareas en línea de texto. Cumplen la función de un cuaderno de clase.

En la fig. 5.5-13 se presenta un diagrama de flujo que ilustra de manera esquemática los pasos a seguir para crear una tarea en la plataforma EDUCAFI.

La primera parte del proceso de creación de una tarea es común a todos los tipos de tareas. Recordemos que para crear una nueva tarea hay que activar el *modo de edición* y, a continuación, seleccionamos el *tipo de tarea* de la lista desplegable *Agregar una actividad* de la sección que nos interese, inciso (a) y (b) de la fig. 5.5-14. Esto nos lleva al formulario de configuración de la misma Fig. 5-15 a 5.5-20.



**Figura 5.5-13. Diagrama de flujo para crear una tarea**

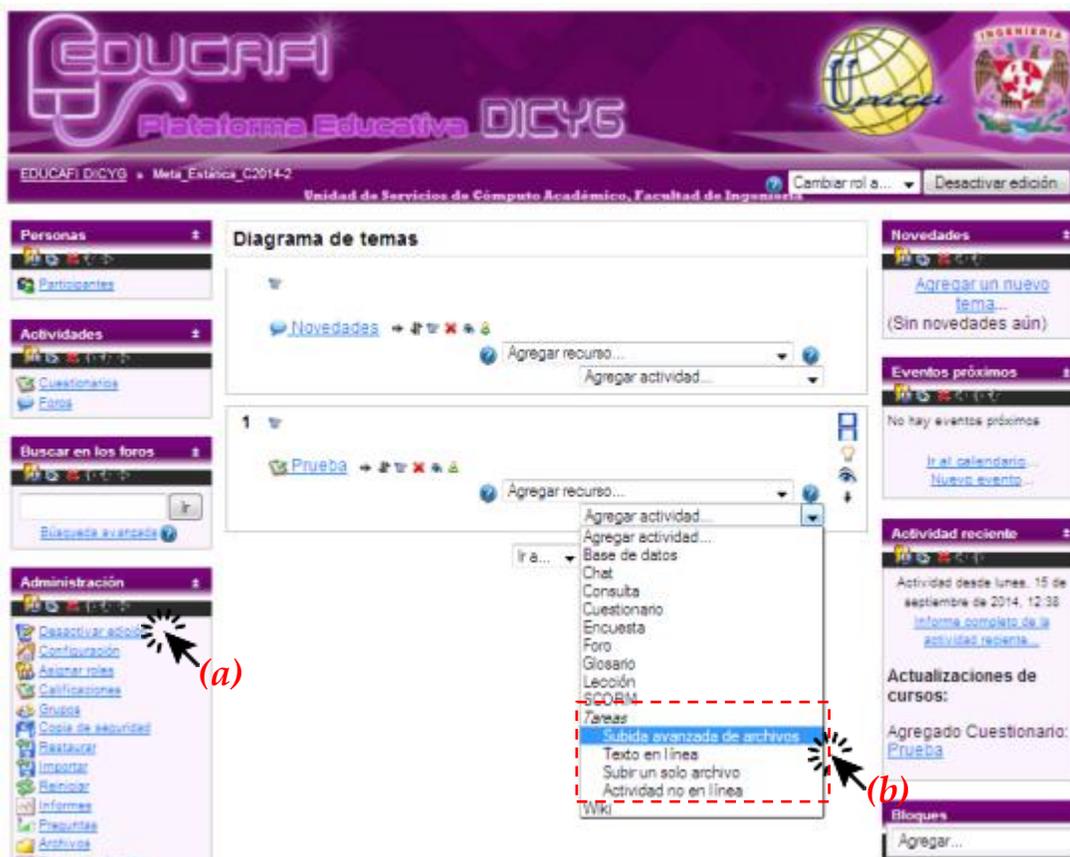


Figura 5.5-14. Como crear una tarea



**Agregando Tarea a tema 1**

**Ajustes generales**

Nombre de la tarea\*

Descripción\*

Trabuchet: 1 (8 pt) Idioma: B Z U S X Y [Rich Text Editor]

Ruta:

Calificación 100

Disponibilidad: 15 septiembre 2014 17:00 [Deshabilitar]

Fecha de entrega: 22 septiembre 2014 17:00 [Deshabilitar]

Impedir envíos retrasados: No

Es el texto identificativo con el que quedará enlazada la tarea en la página principal del curso.

En este cuadro se plantea el enunciado y descripción del trabajo que deben realizar los estudiantes.

El profesorado puede decidir si permite al estudiante enviar sus trabajos una vez que ha expirado la fecha de entrega de la tarea.

Calificación máxima asignada a la tarea y la fecha límite de entrega de la misma (indica también cuántos días/horas faltan para el vencimiento del plazo).

**Figura 5.5-15. Pantalla de configuración de una tarea, ajustes generales**

**Subida avanzada de archivos**

Tamaño máximo: 1Mb

Permitir eliminar: Sí

Número máximo de archivos subidos: 3

Permitir notas: No

Ocultar descripción antes de la fecha disponible: No

Alertas de email a los profesores: No

Habilitar Enviar para marcar: No

Los participantes podrán eliminar archivos subidos en cualquier momento antes de ser calificados.

Los estudiantes pueden escribir notas y comentarios en el área de texto.

Establece el máximo número de archivos que puede subir cada estudiante. Este número no se muestra al estudiante, por lo que debería indicarse en el apartado de descripción cuántos archivos debe subir.

**Figura 5.5-16. Pantalla de configuración de una tarea, Tarea tipo subida avanzada de archivos**



Figura 5.5-17. Pantalla de configuración de una tarea, Tarea tipo Texto en línea

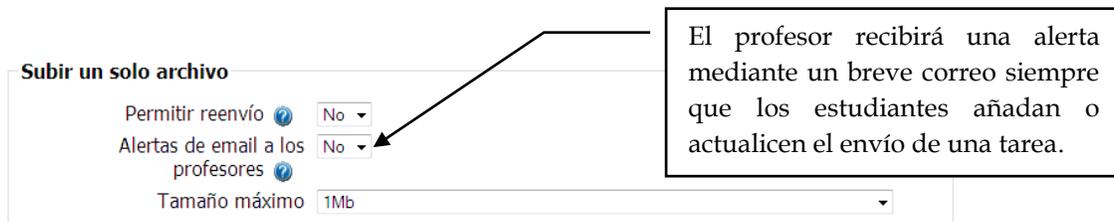
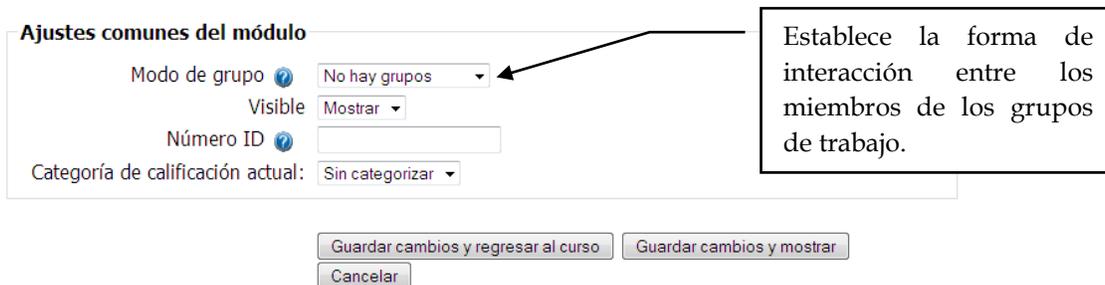


Figura 5.5-18. Pantalla de configuración de una tarea, Tarea tipo subir un solo archivo



Figura 5.5-19. Pantalla de configuración de una tarea, Tarea tipo actividad no en línea



En este formulario hay campos obligatorios



Figura 5.5-20. Pantalla de configuración de una tarea, ajustes comunes del módulo

Una vez configurada la tarea, los estudiantes podrán leer el enunciado y comenzar a enviar sus trabajos. Para ello deberán seleccionar un archivo de su PC y subirlo a través de un formulario incluido en la propia tarea. Una vez seleccionado el archivo, hay que pulsar sobre el botón *subir este archivo*.

Podemos revisar los trabajos de los estudiantes pulsando sobre el enlace a la tarea desde la página principal del curso, en la columna *Enviada* o mediante un enlace que aparece en la parte superior derecha de la tarea. La página de revisión a la que accedemos nos mostraría

un listado de los estudiantes, el nombre del archivo que subió y en qué fecha lo hizo y, a la derecha, el enlace *Calificación*. Pulsando sobre dicho enlace, se abre la ventana de retroalimentación para ese estudiante. En dicha ventana encontramos un enlace al archivo subido por el estudiante. Al hacer clic sobre él se nos da la posibilidad de descargarlo o de abrirlo. Una vez corregido el trabajo, procederemos a su calificación mediante la lista desplegable *Calificación* y, opcionalmente, podemos utilizar el editor HTML para introducir nuestra valoración del trabajo y algunos comentarios sobre el mismo.

La página de revisión de la Fig. 5.5-21 nos muestra, en formato tabla, un listado de los estudiantes, la fecha en que subió el archivo, la fecha de corrección por parte del profesor/a, la calificación otorgada y los comentarios del profesorado respecto a la tarea corregida.

EDUCAFI Plataforma Educativa DICYG

Unidad de Servicios de Cómputo Académico, Facultad de Ingeniería

Ver todas las calificaciones del curso

Nombre: Todos ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ  
 Apellido: Todos ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

Nombre / Apellido	Calificación	Comentario	Última modificación (Estudiante)	Última modificación (Profesor)	Estado	Calificación final
Alvaro Inocente					Calificación	

Envíos mostrados por página 10   
 Permitir calificación rápida   
 Guardar preferencias

Usted se ha autenticado como M.I. Osvaldo García Domínguez (id)

Mostrar menú

**Figura 5.5-21. La página de revisión**

Como se observa, el manejo de los recursos, actividades e información en la plataforma es muy intuitiva y no se requiere de grandes conocimientos en computación para su manejo.

# VI. DESARROLLO DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE ANÁLISIS NUMÉRICO REQUERIDO EN LAS ASIGNATURAS DEL ÁREA DE ESTRUCTURAS

---

## 6.1 NECESIDADES DE LA INGENIERÍA CIVIL Y DEL ÁREA DE ESTRUCTURAS

Actualmente los profesores de la Facultad de Ingeniería tienen acceso a varios servicios de apoyo para el desarrollo de sus actividades docentes, tales como talleres de cómputo, salones equipados con video-proyectores, pizarrón electrónico, asesoría técnica, entre otros. Sin embargo, todavía existe un número considerable de profesores que, por distintos motivos, no han explotado cabalmente los medios y recursos que se han puesto a su disposición. Por otro lado, los alumnos que recibe nuestra facultad en la actualidad ya nacieron o crecieron en la llamada era de la información; hoy en día buscan distintas formas de aprender y no se conforman con la enseñanza a la manera tradicional; por lo que los profesores deben cambiar el paradigma en el que el profesor llega a impartir su cátedra y el alumno llega a escuchar al salón de clase; lo que nos lleva a emprender la búsqueda de nuevos métodos de enseñanza y de aprendizaje, así como de nuevas herramientas de apoyo, desarrollar y poner a disposición de profesores y alumnos los materiales didácticos necesarios con apoyo de medios digitales como los multimedia y las tecnologías de la información y la comunicación.

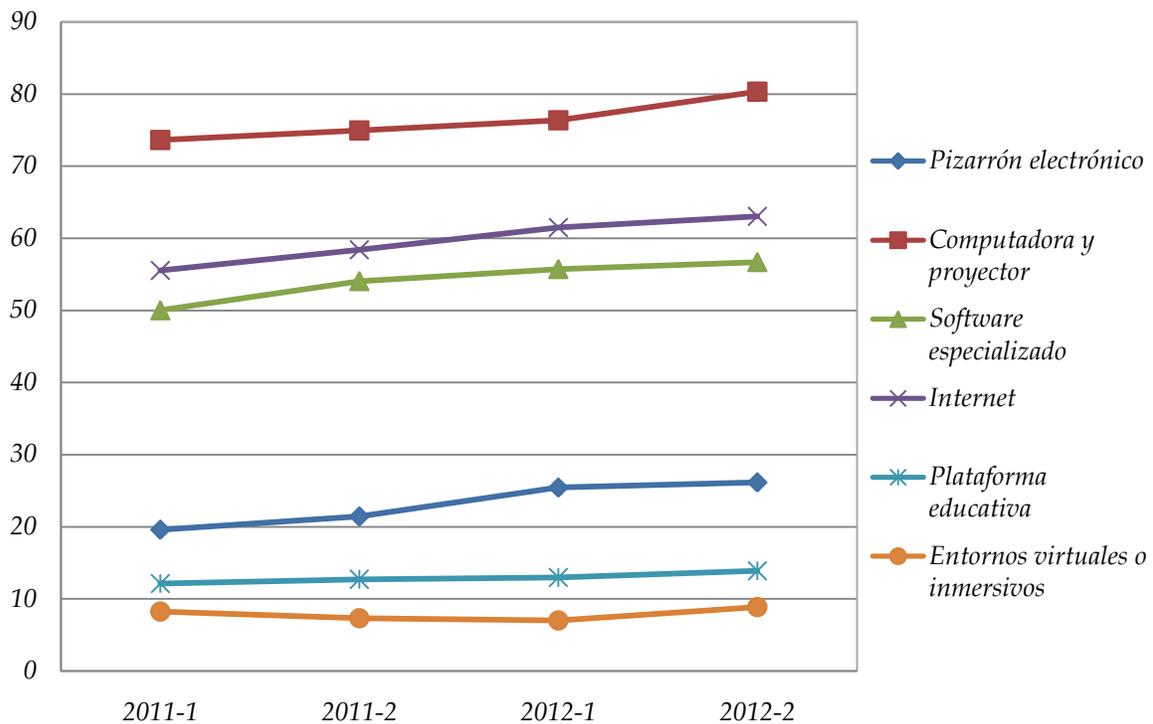
De acuerdo a la “Encuesta para profesores sobre el uso de las tecnologías de la información y la comunicación, TIC’s”<sup>1</sup>, los profesores encuestados, en general, tienen clara la idea de lo que son las TIC’s y las aplicaciones que tienen en la docencia; su utilización, para la mayoría ha contribuido de manera significativa, siendo éstas una herramienta de apoyo alternativa y, para otros, importante. Asimismo, varios profesores consideran que su dominio de habilidades en el uso de tales medios es bueno así como la confianza para emplearlos.

La frecuencia de uso de dichos medios es relativamente alta. De los medios más utilizados se encuentran el video proyector, el Internet y el correo electrónico. Por otro lado el pizarrón electrónico, la plataforma educativa EDUCAFI, los simuladores, *applets*, videos, chat, blog, sitio web personal y docente son los menos o casi nunca utilizados.

Las ventajas que le encuentran a las TIC's son positivas y afirman que les facilita mucho su actividad docente, no obstante las desventajas que pueden presentar como consecuencia de su abuso o mal manejo en la enseñanza.

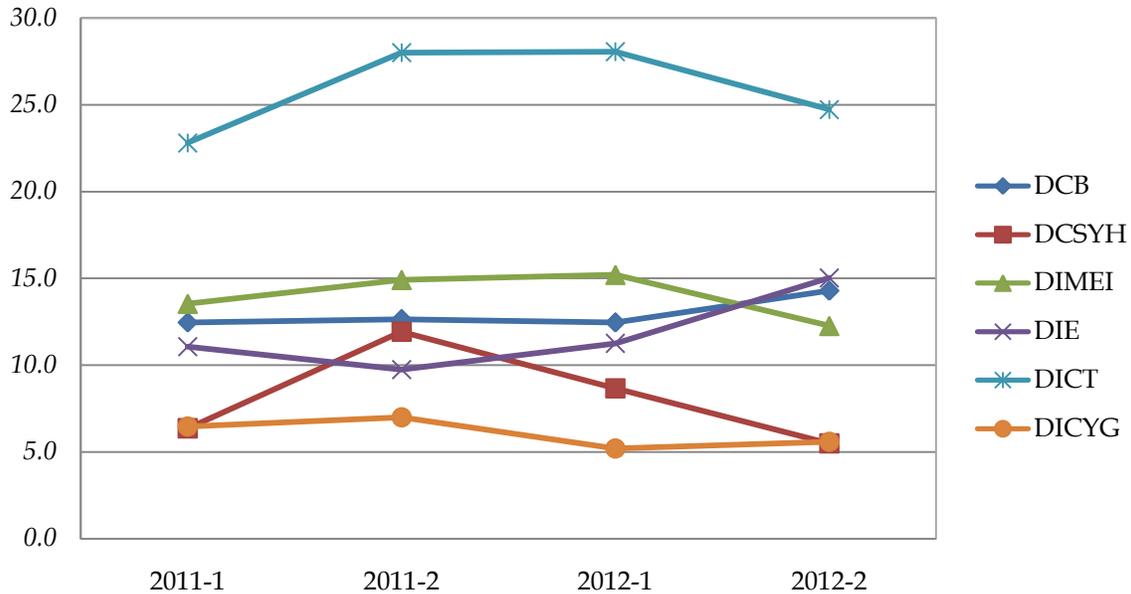
El material didáctico digital que comúnmente crean los profesores son presentaciones en Power Point así como en otras paqueterías. Debido a esto, la mayoría afirma que requiere cursos de capacitación en el uso de software especializado y en el uso de las TIC's. Algunos profesores manifiestan desconocimiento en el uso de dichos medios.

Por su parte, de acuerdo a la encuesta que se realizó a los profesores de la Facultad de Ingeniería que impartieron asignaturas en los semestres 2011-1 a 2012-2, se obtuvo el porcentaje de uso que se muestra en la fig. 6.1-1y fig.6.1-2



**Figura 6.1-1. Porcentaje de uso de las TIC's en la Facultad de Ingeniería de la UNAM**

Como se muestra en la fig. 6.1-1 el porcentaje de uso en general de las TIC's presenta máximos puntuales del 80% en el caso del uso de computadora y proyector, 60 % internet y 55% software especializado, en todos ellos se ve una clara tendencia a aumentar conforme al tiempo, sin embargo, el uso del pizarrón electrónico, plataforma educativa y entornos virtuales o inmersivos se encuentra en todos los casos por debajo del 30%, y donde la pendiente que se forma es casi lineal, es decir, sin ninguna tendencia a incrementar el porcentaje de su uso. Esta situación, justifica, en parte, el desarrollo de este trabajo.



**Figura 6.1-2. Porcentaje de uso de plataformas educativas por división**

Como se observa en la fig. 6.1-2, el uso de las plataformas educativas por los profesores de la División de Ingenierías Civil y Geomática es menor en comparación con otras divisiones, del orden del 6% en promedio, incluso el uso de la misma ha disminuido ligeramente en comparación con el semestre 2011-1.

De manera general, el uso de las plataformas educativas por parte de los profesores como apoyo para el desarrollo de sus clases está por debajo del 30%.

Los resultados de las encuestas antes mencionadas, hacen evidente un atraso tecnológico en el uso de herramientas modernas dentro del sistema educativo actual de la Facultad de Ingeniería, y particularmente en la DICYG.

Este trabajo de tesis forma parte de la etapa inicial de una estrategia del departamento de estructuras para auxiliar a los alumnos y, particularmente, a los profesores a introducirse gradual y fácilmente al uso de las TIC's, en especial en el empleo de la plataforma educativa EDUCAFI, como herramienta de apoyo para el desarrollo de sus clases. Esta etapa estará enfocada al desarrollo de material didáctico correspondiente a los contenidos temáticos del análisis estructural de sistemas isostáticos e hiperestáticos.

En las figs. 6.1-3 y 6.1-4 se presentan las materias del plan de estudios en proceso de aprobación de la carrera de Ingeniería Civil, destacándose en color azul las asignaturas asociadas al área de estructuras, dentro de las ciencias básicas, ciencias de la ingeniería e ingeniería aplicada.



Figura 6.1-3. Áreas de la Ingeniería civil

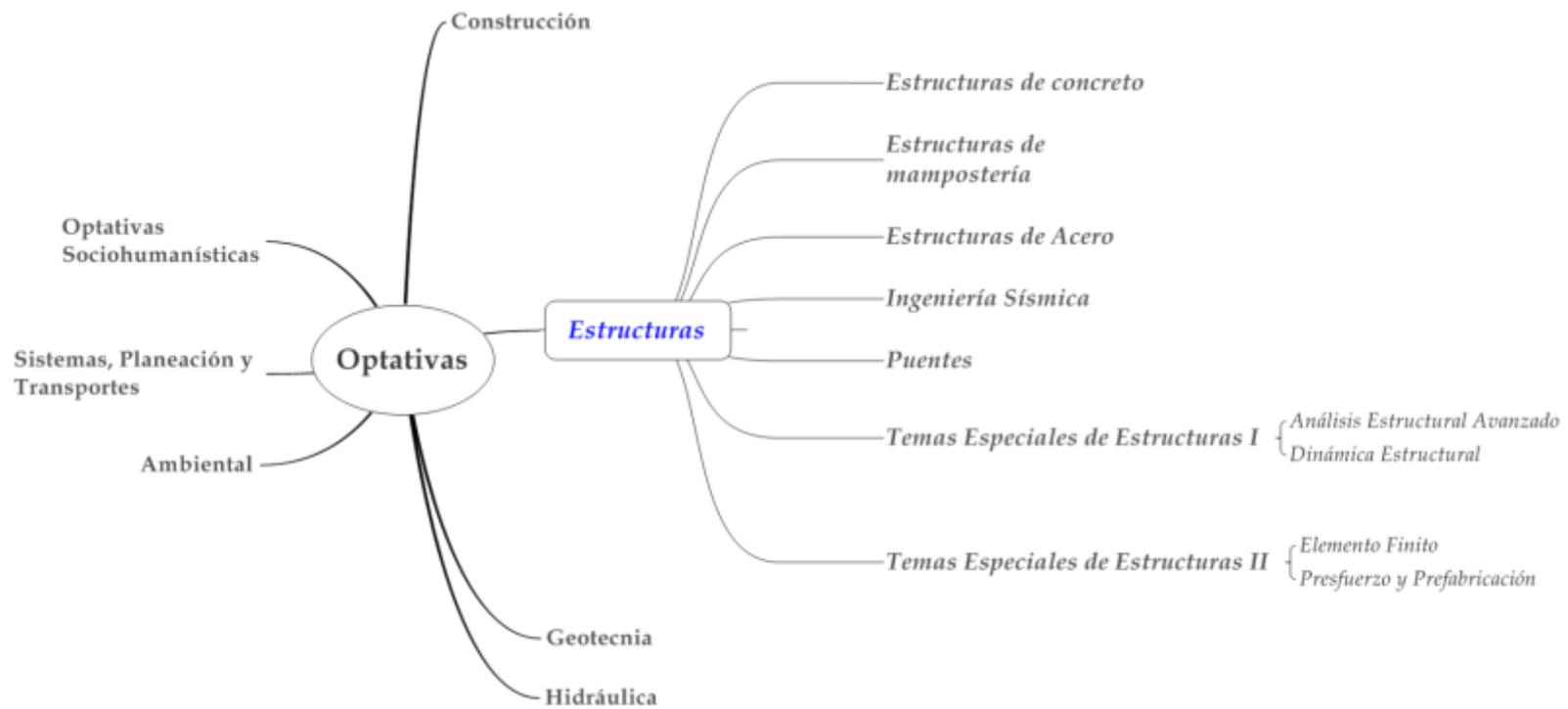


Figura 6.1-4. Áreas de la Ingeniería civil, materias optativas del área de estructuras

## 6.2 CONTENIDOS TEMÁTICOS DE LAS ASIGNATURAS DEL ÁREA DE ESTRUCTURAS

El realizar una obra de ingeniería implica llevar un orden, que empieza con el planteamiento del problema y termina con la ejecución de su solución. En términos generales, el proceso se divide en cinco etapas:

1. Planeación
2. Proyecto
3. Análisis
4. Diseño
5. Ejecución de la obra

### 1. Planeación

La etapa de planeación es el estudio del programa de las necesidades y análisis de los recursos, para obtener el planteamiento general de la solución.

Un programa de necesidades se deriva del conocimiento del problema por resolver, de cuya solución general se determina un plan a seguir. Para esto se considera toda la gama de elementos que puedan influir en la solución del problema o que aporten alguna proposición particular para ella.

### 2. Proyecto

El proyecto involucra la geometría general y distribución particular del sistema mecánico o estructural, de acuerdo con los servicios que prestará durante su vida útil. Una vez conocidos el programa de necesidades por satisfacer y, en general, los recursos disponibles para ello, se elabora un proyecto o una proposición concreta para resolver el problema, pero sin entrar en detalles sobre las dimensiones de los elementos de dicha proposición.

### 3. Análisis

Dentro del análisis, primero se determinan todas las cargas que actúan sobre el sistema, incluyendo las de su peso propio. Después, se definen los tipos de uniones que deben existir entre los diversos elementos del sistema y entre éstos y el sistema de tierra o algún otro al cual se fije.

Por último, se calculan los elementos mecánicos (fuerzas y momentos) de las secciones transversales de los elementos del sistema. Lo que interesa especialmente, es determinar los elementos mecánicos de valores característicos, o sea, máximos, mínimos, nulos y la posición de todos ellos, lo mismo que las funciones que los definen.

#### **4. Diseño**

En función de los elementos mecánicos (fuerzas y momentos) obtenidos en la etapa anterior y tomando en cuenta la forma de las secciones transversales de los diferentes miembros y los materiales disponibles para su construcción, se obtienen las dimensiones de cada elemento estructural, vertiendo los datos correspondientes en los diferentes tipos de planos.

#### **5. Ejecución**

Una vez terminadas las etapas anteriores, se tiene una serie de planos, en los cuales se concreta y detalla la solución propuesta originalmente por el ingeniero; dicho conjunto abarca las diferentes vistas arquitectónicas, los sistemas internos y externos de unión, la situación y características de las instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas, neumáticas y cualquier otra que fuera necesaria, las diferentes secciones transversales de los miembros con sus dimensiones particulares y los materiales que constituyen la estructura. Cada plano irá acompañado de los detalles que aclaren y simplifiquen posteriormente el proceso constructivo. Para realizar la obra, se elabora un plan a seguir según la planeación realizada en la primera etapa y considerando todos los recursos disponibles. Se idea también un programa de construcción para la obra.

#### **Perfil del egresado de Ing. Civil**

El plan de estudios en proceso de aprobación, trata de abarcar y conjuntar estas 5 etapas, en sus diferentes áreas, a saber, Ambiental, Construcción, Estructuras, Geotecnia, Hidráulica y Sistemas de Planeación y Transporte; formando egresados que posean:

- Conocimientos de Física, Matemáticas y Química, que le permitirán desarrollar las teorías de las Ciencias de la Ingeniería Civil; así como, la capacidad para aplicar los conocimientos propios de su disciplina, a fin de dar solución integral a problemas concretos.
- Una Actitud consciente respecto a las necesidades, los recursos y los problemas propios de cada comunidad donde desarrolle su ejercicio profesional.
- La capacidad para organizar, presupuestar y supervisar. Además de tener la aptitud no sólo para crear tecnología propia mediante la investigación, sino además, para asimilar, adaptar y aplicar la tecnología extranjera, en beneficio del país.
- La habilidad para adaptarse a los cambios del medio ambiente y a las condiciones de vida y del trabajo que su profesión le imponen.
- La aptitud para participar y coordinar grupos interdisciplinarios y de especialistas de otras ramas de la Ingeniería.
- Una actitud de servicio a la comunidad y de comprensión hacia los fenómenos sociales que a éstas les afecten.
- El interés por mantener una constante actualización; y la disposición para participar en los programas de educación, capacitación y entrenamiento de nuevos cuadros, así como recursos humanos.

Por su parte, el área de estructuras tiene como objetivo que el estudiante posea conocimientos generales sobre:

- El comportamiento mecánico de materiales como el concreto y el acero.
- El dimensionamiento básico de elementos estructurales de concreto reforzado y, en menor medida, de elementos de acero, con base en normas de diseño.
- La modelación y análisis de sistemas estructurales utilizados principalmente en edificación, empleando herramientas y programas de cómputo.
- El cálculo de acciones estáticas y dinámicas que actúan sobre diversos sistemas estructurales utilizados principalmente en edificación.
- El desarrollo de proyectos estructurales diversos.

### Contenidos Temáticos

Los contenidos temáticos están basados en conceptos propios de la Ingeniería Estructural, por lo que es importante su claro entendimiento. Entre ellos se encuentran:

- *Estructura*, es un conjunto de elementos estructurales que interactúan entre sí, convenientemente dispuestos y vinculados con el propósito de soportar las cargas aplicadas sobre ella y transferirlas a sus apoyos.
- Los *elementos estructurales*, son las piezas fundamentales de una estructura. Son elementos físicos y están contruidos por materiales que deben ser resistentes y poco deformables. La clasificación clásica contempla elementos de tipo barra, placa y sólidos, tema que trataremos más adelante.
- *Modelación estructural*, es el proceso mediante el cual se intenta reproducir la geometría, así como las características físicas y propiedades mecánicas de los materiales que forman a los elementos y/o sistema estructural, sometidos a fuerzas externas. Para ello se hace uso de formulaciones analíticas o ecuaciones matemáticas cuya solución nos define el comportamiento de la estructura en función de algunos parámetros como fuerzas internas y deformaciones de elementos, así como desplazamientos de los nudos.
- Las *cargas o acciones*, son todas las fuerzas o agentes externos que pueden actuar sobre la estructura durante su vida útil.

Las tareas sustanciales de la Ingeniería Estructural abarcan al Análisis Estructural y al Diseño Estructural. La primera de ellas se encarga de, partiendo de un predimensionamiento estructural, obtener las fuerzas internas de los elementos que determinan el nivel de esfuerzos a los que están sometidos por efecto de las cargas externas. Con esta información es posible dar paso al Diseño Estructural, el cual se encarga del dimensionamiento de los elementos estructurales que satisfaga el cumplimiento de los estados límite de resistencia última y de servicio. Para este último, es necesario determinar

los desplazamientos y/o deformaciones de los elementos. De encontrarse dichos estados límite en condiciones aceptables, se procede a la elaboración de planos.

En resumen, el diseño estructural implica realizar las siguientes tareas:

- Proponer la disposición general de los elementos que conforman el sistema de soporte (estructura), analizando los posibles tipos o formas estructurales que representen soluciones factibles de acuerdo a su uso.
- Identificar y determinar, con base en normas, las características de los tipos de acciones que podrían presentarse durante la vida útil de la estructura.
- Efectuar el análisis y diseño preliminares de las soluciones posibles.
- Selección de una solución para realizar el análisis y diseño estructural final de la estructura, incluyendo la preparación de planos estructurales, especificaciones, proceso constructivo, etc.

Es importante mencionar, que una propuesta de solución a un problema específico, debe ser la más conveniente después de haber considerado la diversidad de factores, entre los que se encuentran la funcionalidad, resistencia, durabilidad, economía, impacto ambiental y estéticos con objeto de lograr el mayor beneficio social posible.

Con base en el producto final, que se espera del área de estructuras dentro de una obra de ingeniería civil, es evidente la necesidad de articular racionalmente los contenidos temáticos en asignaturas que incluyen ciencias básicas, ciencias de la ingeniería e ingeniería aplicada.

A continuación se presentan los contenidos que conforman el nuevo plan de estudios de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, en el área de estructuras. Como puede observarse, en la gran mayoría de ellos, el manejo y/o desarrollo numérico es importante, y tradicionalmente ha sido tedioso y complejo, sin embargo, necesario para que los alumnos consoliden sus conocimientos. Por ello, es altamente recomendable que en esta área se aprovechen ventajosamente los numerosos desarrollos tecnológicos actuales (equipos y software), que además de reforzar aspectos conceptuales, nos ayuden a desarrollar mayores y mejores destrezas y habilidades; este es el caso de la plataforma educativa EDUCAFI, que ofrece a nuestra comunidad académica la Facultad de Ingeniería.

### *Estructuras Isostáticas*

#### **1. Introducción a la ingeniería estructural**

**1.1.** El campo de la ingeniería estructural.

**1.2.** Formas estructurales más comunes en la ingeniería civil: edificios urbanos e industriales, puentes, estadios, recipientes, antenas, chimeneas, muelles, etc

**1.3.** Elementos estructurales básicos y sus funciones: columnas, vigas, muros, losas, cables, etc.

**1.4.** Objetivos del análisis estructural. Estructuras isostáticas e hiperestáticas y métodos de solución.

**1.5.** La evolución de las herramientas de cómputo y la ingeniería estructural.

2. **Formas y propiedades geométricas de secciones transversales de elementos estructurales**
  - 2.1. Centroides de secciones estructurales.
  - 2.2. Momentos y productos de inercia. Radios de giro.
  - 2.3. Teorema de ejes paralelos.
  - 2.4. Secciones compuestas. Uso de catálogos de secciones.
  
3. **Acciones gravitacionales sobre estructuras**
  - 3.1. Cargas muertas.
  - 3.2. Pesos volumétricos de los materiales más usuales en la construcción.
  - 3.3. Idealización de cargas: concentradas, lineales, distribuidas en una superficie.
  - 3.4. Áreas tributarias.
  - 3.5. Cargas vivas.
  - 3.6. Cargas vivas según el Reglamento de Construcciones para el D.F.
  - 3.7. Otras cargas vivas.
  - 3.8. Análisis de cargas gravitacionales en edificaciones.
  - 3.9. Solución de ejemplos con computadora.
  
4. **Equilibrio en sistemas estructurales**
  - 4.1. Aplicaciones del principio de superposición.
  - 4.2. Identificación de estructuras inestables, isostáticas e hiperestáticas.
  - 4.3. Cálculo de reacciones en estructuras isostáticas.
  
5. **Elementos mecánicos en vigas y marcos**
  - 5.1. Definición de elementos mecánicos: fuerza axial, fuerza cortante, momento flexionante, momento torsionante y la relación entre ellos.
  - 5.2. Convención de signos. Sistema de coordenadas globales y locales.
  - 5.3. Elementos mecánicos en vigas y marcos. Trazo de diagramas.
  - 5.4. Método de ecuaciones.
  - 5.5. Método de suma de áreas.
  - 5.6. Método de superposición.
  - 5.7. Solución de ejemplos con computadora.
  
6. **Armaduras**
  - 6.1. Hipótesis para el modelo de armaduras.
  - 6.2. Funcionamiento estructural y tipos de armaduras.
  - 6.3. Estabilidad de armaduras.
  - 6.4. Método de los nudos.
  - 6.5. Método de las secciones.
  - 6.6. Solución de ejemplos con computadora.
  
7. **Arcos**
  - 7.1. Elementos mecánicos en arcos y trazo de diagramas.
  
8. **Cables**
  - 8.1. Cables flexibles e inextensibles.
  - 8.2. Cables con cargas concentradas.
  - 8.3. Cable parabólico.
  - 8.4. Catenaria.
  - 8.5. Solución de ejemplos con computadora.

### *Mecánica de materiales I*

1. **Introducción**
  - 1.1. Consideraciones básicas de las propiedades mecánicas de los materiales.
  - 1.2. Hipótesis utilizadas en la teoría elástica.
  - 1.3. Equilibrio de los cuerpos deformables.
  - 1.4. Esfuerzos y deformaciones.
  - 1.5. Módulo de elasticidad.
  - 1.6. Ley de Hooke.
  
2. **Carga axial**
  - 2.1. Mecanismo producido por la fuerza axial.
  - 2.2. Deformaciones debidas a carga axial.
  - 2.3. Relaciones fuerza- desplazamiento y esfuerzo-deformación en barras sometidas a carga axial.
  - 2.4. Relación de Poisson.
  - 2.5. Gráficas esfuerzo vs deformación en materiales de uso común en la ingeniería civil.

- 2.6. Variación de la sección transversal y fuerza axial en el eje longitudinal de la barra.
  - 2.7. Secciones transversales de barras formadas por más de un material.
  - 2.8. Sistemas estructurales hiperestáticos sujetos a fuerza axial.
  - 2.9. Ejemplo demostrativo.
- 3. Flexión**
- 3.1. Mecanismo producido por el momento flexionante.
  - 3.2. Esfuerzos y deformaciones normales al plano de la sección transversal.
  - 3.3. Relación momento-curvatura.
  - 3.4. Fórmula de la flexión.
  - 3.5. Obtención de esfuerzos en secciones transversales de barras formados por un sólo material.
  - 3.6. Momento resistente.
  - 3.7. Flexión biaxial.
  - 3.8. Sección transformada.
  - 3.9. Ecuaciones de singularidad.
  - 3.10. Método de la doble integración para cálculo de giros y deflexiones.
  - 3.11. Método de la viga conjugada para cálculo de giros y deflexiones.
  - 3.12. Análisis de elementos estructurales hiperestáticos sometidos a flexión.
  - 3.13. Ejemplo demostrativo.
- 4. Flexión y carga axial combinadas**
- 4.1. Mecanismo producido por la flexión y carga axial combinadas.
  - 4.2. Esfuerzos debidos a la flexión y fuerza axial combinadas.
  - 4.3. Núcleo central.
- 4.4. Diagramas de interacción momento-fuerza axial.
  - 4.5. Ejemplo demostrativo.
- 5. Pandeo en columnas**
- 5.1. Modelos teóricos.
  - 5.2. Fórmula de Euler.
  - 5.3. Pandeo elástico.
  - 5.4. Consideraciones básicas para la aplicación del concepto de inestabilidad por pandeo.
  - 5.5. Ejemplo demostrativo.
- 6. Cortante puro y torsión**
- 6.1. Esfuerzo cortante y deformación angular.
  - 6.2. Módulo de elasticidad en cortante.
  - 6.3. Torsión elástica en barras circulares.
  - 6.4. Esfuerzos, deformaciones, ángulo de rotación.
  - 6.5. Compatibilidad de deformaciones y sistemas hiperestáticos en barras sometidas a torsión.
  - 6.6. Analogía de la membrana.
  - 6.7. Ejemplo demostrativo.
- 7. Esfuerzo cortante en vigas**
- 7.1. Mecanismo producido por la fuerza cortante.
  - 7.2. Esfuerzo cortante.
  - 7.3. Diagramas de esfuerzos cortantes.
  - 7.4. Esfuerzo cortante en vigas de cualquier sección transversal.
  - 7.5. Flujo de cortante en vigas.
  - 7.6. Diseño de conectores para secciones ensambladas.
  - 7.7. Centro de torsión (secciones asimétricas).
  - 7.8. Ejemplo demostrativo.

## *Mecánica de materiales II*

- 1. Introducción al concreto reforzado**
- 1.1. Materiales para fabricación y control de calidad. Proceso de fabricación del acero.
  - 1.2. Propiedades mecánicas del concreto y del acero de refuerzo.
  - 1.3. Hipótesis del concreto reforzado.
  - 1.4. Ventajas y desventajas.
  - 1.5. Normas de diseño.
- 2. Flexión en vigas de concreto reforzado**
- 2.1. Hipótesis para el criterio de diseño por resistencia última.
  - 2.2. Flexión en elementos de sección rectangular simplemente armada.
  - 2.3. Tipos de fallas: balanceada, por tensión y compresión.
  - 2.4. Flexión en elementos de sección rectangular doblemente armada.

- 2.5. Flexión en elementos de sección transversal con patín (T, L, I).
  - 2.6. Ejemplo demostrativo.
- 3. Cortante en vigas de concreto reforzado**
- 3.1. Aplicaciones del estado plano de esfuerzos en elementos estructurales, utilizando ecuaciones de transformación y círculo de Mohr.
  - 3.2. Comportamiento y modos de falla a cortante en vigas sin refuerzo transversal.
  - 3.3. Analogía de la armadura.
  - 3.4. Resistencia del concreto a cortante y contribución del acero de refuerzo.
  - 3.5. Ejemplo demostrativo.
- 4. Columnas de concreto reforzado**
- 4.1. Columnas cortas sujetas a carga axial.
  - 4.2. Comportamiento de columnas y tipos de falla.
  - 4.3. Diagramas de interacción.
  - 4.4. Efectos de esbeltez.
  - 4.5. Dimensionamiento integral de columnas de concreto reforzado por flexocompresión y cortante, de acuerdo con normas de diseño vigentes.
  - 4.6. Ejemplo demostrativo.
- 5. Losas de concreto reforzado**
- 5.1. Disposiciones reglamentarias para el diseño de losas de concreto reforzado.
  - 5.2. Diseño de losas macizas en una dirección y perimetralmente apoyadas.
  - 5.3. Comportamiento, análisis y dimensionamiento.
  - 5.4. Ejemplos de diseño.

### *Análisis Estructural*

- 1. Introducción a las estructuras hiperestáticas**
- 1.1. Interacción entre el análisis y diseño estructural.
  - 1.2. Principios fundamentales: Continuidad, Ley de Hooke y Equilibrio.
  - 1.3. Grado de hiperestaticidad, grados de libertad y grado de indeterminación cinemática.
  - 1.4. Ventajas y desventajas de las estructuras hiperestáticas.
  - 1.5. Modelos estructurales.
  - 1.6. Alcances, limitaciones, ventajas y desventajas de las herramientas y programas de cómputo para análisis y diseño estructural.
- 2. Trabajo y energía**
- 2.1. Concepto de trabajo y energía de deformación.
  - 2.2. Teoremas aplicables al análisis estructural: Betti, Maxwell-Betti y Castigliano.
  - 2.3. Energía de deformación considerando flexión, cortante, axial y torsión.
  - 2.4. Concepto de trabajo y desplazamientos virtuales.
- 3. Método de las flexibilidades**
- 3.1. Concepto de flexibilidad.
  - 3.2. Compatibilidad de deformaciones y aplicación del principio de superposición.
  - 3.3. Estructura primaria.
  - 3.4. Ecuaciones de compatibilidad.
  - 3.5. Obtención de coeficientes de flexibilidad. Matriz de flexibilidades y características.
  - 3.6. Obtención de elementos mecánicos en estructuras hiperestáticas.
  - 3.7. Solución de ejemplos con computadora.
- 4. Método de las rigideces**
- 4.1. Concepto de rigidez y obtención de rigideces angulares y lineales.
  - 4.2. Aplicación del principio de superposición, definición de estructura primaria y obtención de momentos y fuerzas de empotramiento.
  - 4.3. Ecuaciones de equilibrio, matriz de rigidez de la estructura y sus características.
- 5. Obtención de desplazamientos en estructuras isostáticas por trabajos virtuales.**

- 4.4. Obtención de desplazamientos y elementos mecánicos en vigas continuas.
  - 4.5. Método de Cross para el análisis de vigas continuas.
  - 4.6. Introducción al análisis sísmico.
  - 4.7. Hipótesis para el análisis sísmico estático. Dedución de la fórmula básica.
  - 4.8. Determinación de fuerzas laterales en edificaciones regulares a base de marcos (despreciando la torsión).
  - 4.9. Análisis de marcos hiperestáticos.
  - 4.10. Conceptos de rigidez lateral, rigidez de entrepiso y distorsión de entrepiso.
  - 4.11. Análisis de armaduras hiperestáticas.
  - 4.12. Solución de ejemplos con computadora.
5. **Introducción a las líneas de influencia**
- 5.1. Definición de línea de influencia y su utilidad en el análisis de diversas estructuras.
  - 5.2. Líneas de influencia por trabajo virtual.
  - 5.3. Principio de MullerBreslau.
  - 5.4. Líneas de influencia para reacciones.
  - 5.5. Líneas de influencia para fuerza cortante.
  - 5.6. Líneas de influencia para momento flexionante.
  - 5.7. Solución de ejemplos con computadora.

### *Dimensionamiento de Elementos Estructurales*

- 1. **Introducción**
  - 1.1. La pieza estructural en el contexto de una estructura.
  - 1.2. Presentación de elementos y sistemas estructurales básicos de acero y concreto, además de sus funciones.
  - 1.3. Tipos de secciones transversales.
  - 1.4. Conceptos básicos de seguridad estructural.
- 2. **Aspectos complementarios para el dimensionamiento de vigas de concreto reforzado**
  - 2.1. Adherencia y anclaje.
  - 2.2. Deflexiones.
  - 2.3. Agrietamiento.
  - 2.4. Dimensionamiento integral de vigas de concreto reforzado por flexión, cortante y deflexiones, de acuerdo con normas de diseño vigentes.
- 3. **Dimensionamiento básico de vigas de acero**
  - 3.1. Introducción al diseño de elementos de acero.
  - 3.2. Secciones transversales compactas y no compactas.
  - 3.3. Revisión por pandeo local.
  - 3.4. Diseño de vigas a flexión con y sin soporte lateral.
  - 3.5. Diseño de elementos por cortante.
  - 3.6. Deflexiones.
  - 3.7. Dimensionamiento integral de vigas de acero por flexión, cortante y deflexiones, de acuerdo con las normas de diseño vigentes por el criterio de esfuerzos permisibles.
- 4. **Dimensionamiento básico de columnas de acero**
  - 4.1. Relación de esbeltez. Rangos de comportamiento elástico o inelástico.
  - 4.2. Longitud efectiva de pandeo y nomogramas. Revisión por pandeo local.
  - 4.3. Ecuaciones para el diseño de columnas.
  - 4.4. Dimensionamiento integral de columnas de acero, de acuerdo con las normas de diseño vigentes por el criterio de esfuerzos permisibles.
- 5. **Detallado básico de elementos estructurales**
  - 5.1. Características generales de planos estructurales: dimensiones, unidades de dibujo, notas generales, escalas, simbología y distribución general del contenido.
  - 5.2. Ingeniería básica e ingeniería de detalle.

- 5.3. Recomendaciones para dobleces de varillas y tablas auxiliares para el dibujo.
- 5.4. Plantas estructurales para proyectos de concreto reforzado y acero estructural.
- 5.5. Aspectos básicos del detallado del refuerzo en elementos de concreto y

tipos de conexiones en elementos de acero.

- 5.6. Planos estructurales de vigas y columnas de concreto reforzado.
- 5.7. Planos estructurales de vigas y columnas de acero estructural.
- 5.8. Elaboración de croquis y planos de un ejemplo sencillo.

## *Diseño Estructural*

### 1. Criterios de estructuración

- 1.1. Conceptos de estructuración.
- 1.2. Influencia de la forma en los efectos de las acciones.
- 1.3. Formas y materiales ideales según necesidades específicas.
- 1.4. Formas estructurales más comunes.
- 1.5. Recomendaciones sobre estructuración para construcciones en zonas sísmicas.
- 1.6. Sistemas de piso. Losas en una y en dos direcciones, losas planas, losas aligeradas, prefabricados y postensados.
- 1.7. Distintos tipos de estructuración en edificios.

de las presiones, principio de Bernoulli. Tipificación de estructuras en función de su respuesta ante las solicitaciones de viento. Régimen laminar y turbulento, velocidad crítica, vibraciones, vorticidad, vibraciones causadas por vórtices transversales al flujo (vórtices de Von Karman).

- 2.6. Obtención de fuerzas por viento para estructuras de baja y alta respuesta dinámica. Respuestas estructurales, presiones pseudoestáticas.
- 2.7. Otras acciones: cargas vehiculares en puentes carreteros y de ferrocarriles. Empujes estáticos y dinámicos de líquidos y seudolíquidos. Movimientos y deformaciones de carácter dinámico. Asentamientos diferenciales diferidos y súbitos.

### 2. Acciones sobre estructuras

- 2.1. Aspectos generales de reglamentación.
- 2.2. Solicitaciones sísmicas y características de los sismos.
- 2.3. Estructuras amortiguadas de varios grados de libertad. Modos de vibración. Factores de participación. Efectos del amortiguamiento estructural. Respuesta dinámica elástica. Espectros de respuesta elásticos e inelásticos. Espectros de diseño.
- 2.4. Determinación de efectos sísmicos en diferentes formas estructurales, por criterios estáticos. Ductilidad de estructuras usuales. Fuerzas y desplazamientos. Efectos de torsión. Distribución a los elementos resistentes.
- 2.5. Viento. Origen y características, factores que influyen en la intensidad

### 3. Proyecto estructural

- 3.1. Necesidades de la ingeniería básica. Diagramas de flujo y, en general, estudio de los requisitos que la forma estructural propuesta debe satisfacer.
- 3.2. Determinación de las acciones que se considerarán para el análisis del proyecto. Obtención de los elementos mecánicos y desplazamientos; revisión del cumplimiento de los estados límite de la forma estructural propuesta, con base en las normas vigentes en el sitio.
- 3.3. Elaboración de memoria de cálculos y planos estructurales.

## *Estructuras de concreto*

- 1. Conceptos y criterios generales para el diseño de estructuras de concreto**
  - 1.1. Las estructuras de concreto. Ventajas y desventajas.
  - 1.2. Parámetros que definen el comportamiento de elementos de concreto reforzado ante las acciones.
  - 1.3. Criterios de diseño. Estados límite de falla y servicio. Diseño por durabilidad. Diseño por sismo.
  - 1.4. Análisis. Efectos de esbeltez.
  - 1.5. Especificaciones para materiales.
  - 1.6. Factores de resistencia.
- 2. Dimensionamiento de sistemas de piso de concreto reforzado**
  - 2.1. Disposiciones reglamentarias para el diseño de losas de concreto reforzado.
  - 2.2. Diseño de losas de vigueta y bovedilla.
  - 2.3. Diseño de losas nervadas.
- 3. Muros de cortante**
  - 3.1. Introducción.
  - 3.2. Función y comportamiento estructural de muros de cortante.
  - 3.3. Análisis estructural.
  - 3.4. Disposiciones reglamentarias para el dimensionamiento y construcción de muros de cortante.
- 4. Requisitos complementarios para el diseño de estructuras de concreto reforzado**
  - 4.1. Anclaje.
  - 4.2. Recubrimientos.
  - 4.3. Tamaño máximo de agregados.
  - 4.4. Paquetes de varillas.
  - 4.5. Dobleces del refuerzo.
  - 4.6. Empalmes de varillas.
  - 4.7. Refuerzo por cambios volumétricos.
  - 4.8. Separación entre varillas o paquetes.
  - 4.9. Elementos estructurales y no estructurales embebidos en el concreto.
- 5. Conexiones en edificios**
  - 5.1. Introducción.
  - 5.2. Importancia del detallado en el proyecto y en la construcción.
  - 5.3. Disposiciones generales en zonas sísmicas.
  - 5.4. Detallado de conexiones viga-columna.
  - 5.5. Detallado de conexiones viga secundaria-viga principal.
  - 5.6. Detallado de conexiones viga-losa.
  - 5.7. Detallado de conexiones losa-columna.
  - 5.8. Detallado de conexiones columna-zapatas de cimentación.
  - 5.9. Detallado de conexión muro-columna-losa.
  - 5.10. Detallado de conexión de elementos de acero a la cimentación.
  - 5.11. Otros tipos de conexiones en estructuras de concreto.
- 6. Reparación y mantenimiento de estructuras de concreto**
  - 6.1. Inspección y diagnóstico de daños en elementos de concreto.
  - 6.2. Materiales para reparación.
  - 6.3. Procedimientos para reparación de elementos de concreto.
  - 6.4. Procedimientos comunes para refuerzo de estructuras de concreto.
  - 6.5. Protección y mantenimiento de las superficies de concreto y acero de refuerzo.
- 7. Proyecto de estructuras de concreto**
  - 7.1. Descripción del proyecto. Estructuración.
  - 7.2. Criterios generales de análisis y diseño.
  - 7.3. Estimación de cargas y propiedades mecánicas.
  - 7.4. Desarrollo de modelos matemáticos y análisis estructural de los mismos.
  - 7.5. Diseño estructural y elaboración de planos.

## *Estructuras de acero*

- 1. Comportamiento del acero**
  - 1.1. Gráficas esfuerzo-deformación.
  - 1.2. Efectos de tratamientos térmicos y mecánicos.
  - 1.3. Ductilidad, fatiga y falla frágil.
  - 1.4. Comportamiento elastoplástico del acero.
- 2. Discusión de casos prácticos de estructuraciones**
  - 2.1. Sistemas estructurales para edificios, naves industriales, etc. Elementos que los componen: traveses, columnas, contraventeos, conexiones, etc.
  - 2.2. Influencia de los elementos integrantes de la estructura y de las conexiones entre ellos en el comportamiento del sistema.
  - 2.3. Discusión de casos reales.
- 3. Diseño de miembros aislados cargados axialmente**
  - 3.1. Miembros simples en tensión. Área neta. Deformaciones. Vibraciones. Esbeltez.
  - 3.2. Miembros compuestos en tensión. Separadores. Conectores.
  - 3.3. Miembros simples en compresión. Inestabilidad (pandeo) general. Esbeltez. Rangos elásticos e inelásticos de pandeo. Fórmula de Euler. Teorías del módulo tangente y del módulo reducido de Engesser. Modelo de Shanley. Esfuerzos residuales. Curvas de diseño. Fórmula de Bleich. Pandeo local.
  - 3.4. Miembros compuestos en compresión. Especificaciones.
- 4. Diseño de miembros aislados cargados transversalmente**
  - 4.1. Flexión uniaxial en miembros simples. Plastificación y momento plástico. Factores de forma. Secciones típicas. Secciones compactas. Pandeo lateral torsional. Rangos elástico e inelástico de pandeo lateral. Momento de diseño. Fórmulas de diseño.
  - 4.2. Flexión uniaxial en miembros compuestos. Especificaciones. Vigas híbridas. Vigas compuestas acero-concreto.
  - 4.3. Flexión biaxial. Casos particulares.
  - 4.4. Cortante. Secciones laminadas. Secciones peraltadas con almas esbeltas. Pandeo de placas cargadas en su plano medio. Atiesadores. Resistencia postpandeo. Especificaciones y diseño.
  - 4.5. Diseño de miembros sujetos a esfuerzos combinados de flexión, carga axial y corte.
  - 4.6. Flexo-tensión.
  - 4.7. Flexo-compresión. Fórmulas de interacción. Efectos de la carga axial en la curvatura de la pieza. Factor de amplificación de momento. Momento de diseño. Fórmulas de diseño. Aplicaciones a secciones simples y compuestas.
- 5. Diseño de conexiones.**
  - 5.1. Conectores mecánicos: remaches, tornillos y pernos de alta resistencia. Conexiones soldadas.
  - 5.2. Tipos de conexiones e hipótesis fundamentales para su análisis y diseño. Aplicaciones y diseño de conexiones.
  - 5.3. Juntas de marcos rígidos. Criterios plásticos incorporados a un diseño elástico.
  - 5.4. Articulaciones. Pasadores.
  - 5.5. Placas de base y anclajes.
- 6. Proyecto de estructuras de acero**
  - 6.1. Descripción del proyecto. Estructuración.
  - 6.2. Criterios generales de análisis y diseño.
  - 6.3. Estimación de cargas y propiedades mecánicas.
  - 6.4. Desarrollo de modelos matemáticos y análisis estructural de los mismos.
  - 6.5. Diseño estructural y elaboración de planos.

## *Estructuras de mampostería*

- 1. Introducción**
  - 1.1. Breve historia de la mampostería.
  - 1.2. Función estructural de la mampostería.
  - 1.3. Mampostería estructural y no estructural en edificaciones (muros de carga, muros de relleno, etc.).
- 2. Tipos de mampostería y propiedades mecánicas**
  - 2.1. Tipos de mampostería más utilizadas en la construcción.
  - 2.2. Piezas naturales, piezas artificiales y su fabricación.
  - 2.3. Propiedades mecánicas de piezas aisladas.
  - 2.4. Morteros.
  - 2.5. Resistencia de pilas y muretes.
- 3. Mampostería confinada**
  - 3.1. Requisitos para mampostería confinada.
  - 3.2. Castillos y dadas exteriores.
  - 3.3. Resistencia a compresión y flexocompresión en el plano del muro.
  - 3.4. Resistencia a cargas laterales.
  - 3.5. Detallado.
- 4. Mampostería con refuerzo interior**
  - 4.1. Requisitos para mampostería con refuerzo interior.
  - 4.2. Resistencia a compresión y flexocompresión en el plano del muro.
  - 4.3. Resistencia a cargas laterales.
  - 4.4. Detallado.
- 5. Elementos de mampostería de piedras naturales**
  - 5.1. Requisitos mínimos de los materiales.
  - 5.2. Cimentaciones de mampostería.
  - 5.3. Muros de contención.
- 6. Análisis estructural de edificaciones de mampostería**
  - 6.1. Métodos aproximados.
  - 6.2. Método simplificado de acuerdo a las Normas Técnicas Complementarias vigentes.
  - 6.3. Otros métodos (columna ancha, elemento finito, etc.).
- 7. Rehabilitación de estructuras de mampostería**
  - 7.1. Materiales comúnmente utilizados en reparaciones.
  - 7.2. Inspección y diagnóstico de estructuras de mampostería con daño estructural.
  - 7.3. Procedimientos comunes para la reparación de elementos de mampostería.
  - 7.4. Procedimientos comunes para el refuerzo de estructuras de mampostería.
  - 7.5. Mantenimiento de estructuras de mampostería.
- 8. Desarrollo de proyecto**
  - 8.1. Información preliminar del proyecto.
  - 8.2. Alternativas de estructuración.
  - 8.3. Bajada de cargas y análisis del sistema estructural definitivo.
  - 8.4. Dimensionamiento de los elementos de mampostería.
  - 8.5. Elaboración de planos estructurales.

## *Ingeniería Sísmica*

- 1. Sismicidad y sismología**
  - 1.1. Tectónica de placas.
  - 1.2. Sismicidad en México y en el mundo.
  - 1.3. Daños ocasionados por sismos y experiencias derivadas.
  - 1.4. Instrumentación sísmica.
  - 1.5. Determinación de parámetros sísmicos.
  - 1.6. Propagación y atenuación de ondas sísmicas.
- 2. Riesgo sísmico**
  - 2.1. Registro de efectos sísmicos.
  - 2.2. Peligro sísmico.
  - 2.3. Regionalización sísmica.
  - 2.4. Microzonificación.
- 3. Dinámica estructural**
  - 3.1. Respuesta de sistemas de un grado de libertad.

- 3.2. Respuesta de sistemas de varios grados de libertad.
- 3.3. Espectros de respuesta y de diseño.
- 4. **Criterios de diseño**
  - 4.1. Filosofías del diseño sísmico.
  - 4.2. Proceso de diseño y construcción de edificaciones.
  - 4.3. Reglamentos y normas de diseño sísmico.
  - 4.4. Práctica profesional, investigación y docencia.
- 5. **Diseño sísmico conforme el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias**
  - 5.1. Requerimientos del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.
  - 5.2. Requerimientos de las Normas Técnicas Complementarias.
  - 5.3. Análisis sísmico dinámico modal espectral.
  - 5.4. Análisis sísmico estático.
  - 5.5. Método simplificado de análisis.
  - 5.6. Efectos de interacción suelo-cimentación-estructura.
- 6. **Aplicaciones**
  - 6.1. Influencia de la forma de la construcción.
  - 6.2. Sistemas estructurales.
  - 6.3. Detalle de elementos y conexiones.
  - 6.4. Uso de programas de computadora.
  - 6.5. Edificios urbanos.
  - 6.6. Construcciones industriales.

## *Puentes*

- 1. **Estudios preliminares**
  - 1.1. Tipos de puentes. Aspectos básicos para determinar la ubicación del puente. Aspectos topográficos, hidráulicos, hidrológicos, de mecánica de suelos, proyecto geométrico, etc.
  - 1.2. Aspectos fundamentales para el diseño del tipo de puente: viabilidad, disponibilidad de materiales y mano de obra, aspectos económicos sociales, etc.
  - 1.3. Procesos constructivos.
- 2. **Estructuración**
  - 2.1. En función de la carga viva: FFCC, carretera, peatones, etc.
  - 2.2. En función del claro.
  - 2.3. En función del material.
  - 2.4. En función de su destino: viaducto, puente, etc. Subestructura e infraestructura: pilas, estribos, etc.
  - 2.5. Tipos de superestructura: tramos libremente apoyados, tramos continuos, arcos, armaduras, marcos, puentes atirantados y colgantes.
- 3. **Subestructura y cimentación**
  - 3.1. Cimentación superficial y profunda.
  - 3.2. Pilas, estribos, caballetes, aleros, etc.
  - 3.3. Problemas en cimentaciones.
  - 3.4. Solicitaciones.
  - 3.5. Cargas permanentes.
  - 3.6. Carga viva e impacto.
  - 3.7. Sismo, viento.
  - 3.8. Frenaje.
  - 3.9. Cambios de temperatura.
  - 3.10. Asentamientos diferenciales.
  - 3.11. Empujes.
- 4. **Líneas de influencia**
  - 4.1. Puentes isostáticos.
  - 4.2. Puentes hiperestáticos (método de Müller Breslau).
  - 4.3. Aplicaciones a puentes isostáticos; tramos libremente apoyados a vigas Gerber.
  - 4.4. Aplicaciones a vigas continuas.
  - 4.5. Métodos de distribución transversal de cargas.
  - 4.6. Métodos aproximados. Método de la A.A.S.H.T.O., métodos de Courbon, Leonhardt, Guyon- Massonnet, etc.
  - 4.7. Métodos denominados exactos: Método del elemento finito, método de análisis espacial de un emparrillado de puentes, etc.
- 5. **Tipos de apoyos de puentes y detalles complementarios**
  - 5.1. Diseño de apoyos.
  - 5.2. Comportamiento a cortante.
  - 5.3. Métodos de análisis.

- 5.4. Dimensionamiento por flexión.
- 5.5. Dimensionamiento por cortante.

### *Temas especiales de estructuras I*

- 1. **Planteamiento del problema.**
  - 1.1. Antecedentes.
  - 1.2. Objetivos.
  - 1.3. Alcances y limitaciones.
- 2. **Diagnóstico o estado del arte.**
  - 2.1. Metodologías o tecnologías disponibles en México. Ventajas y desventajas.
  - 2.2. Metodologías o tecnologías disponibles en otros países. Ventajas y desventajas.
- 3. **Alternativa de solución.**
  - 3.1. Principios básicos.
  - 3.2. Procedimientos.
  - 3.3. Resultados y análisis.
- 4. **Casos estudio.**
  - 4.1. Realización de un proyecto específico durante el curso.

### *Temas especiales de estructuras II*

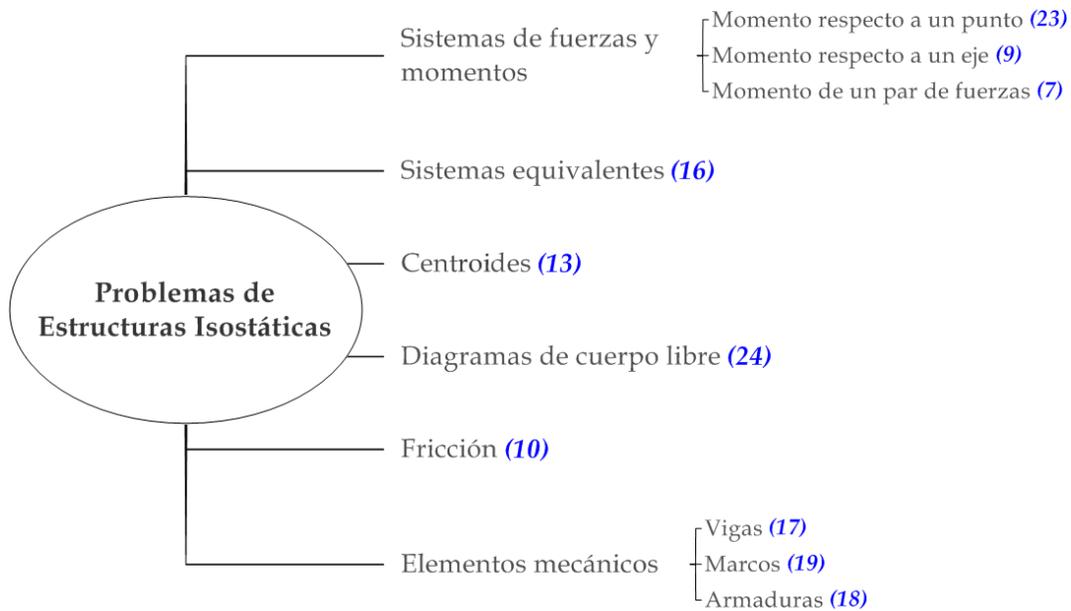
- 1. **Planteamiento del problema**
  - 1.1. Antecedentes.
  - 1.2. Objetivos.
  - 1.3. Alcances y limitaciones.
- 2. **Diagnóstico o estado del arte**
  - 2.1. Metodologías o tecnologías disponibles en México. Ventajas y desventajas.
  - 2.2. Metodologías o tecnologías disponibles en otros países. Ventajas y desventajas.
- 3. **Alternativa de solución**
  - 3.1. Principios básicos.
  - 3.2. Procedimientos.
  - 3.3. Resultados y análisis.
- 4. **Casos estudio**
  - 4.1. Realización de un proyecto específico durante el curso.

### 6.3 PROPUESTA DE EJEMPLOS A DESARROLLAR

Con la finalidad de contribuir, mejorar y hacer más eficiente el proceso de enseñanza aprendizaje en el área de estructuras, este trabajo pretende mostrar el manejo de algunas de las herramientas que ofrece la plataforma educativa EDUCAFI. Para ello se desarrolló una base de problemas típicos, resueltos de manera paramétrica, de tal manera que se tenga una posibilidad de generar “*n*” número de problemas.

Los problemas planteados abarcan básicamente los temas relacionados con la estática y el análisis de estructuras isostáticas, que tradicionalmente se han incluido en las asignaturas de Estructuras Isostáticas y, parcialmente en la de Análisis Estructural.

La base de problemas está formada por 156 problemas. Para tener un buen manejo de la información los problemas se dividieron en 6 subtemas, los cuales se presentan en la fig.6.3-1; con color azul se presenta el número de problemas desarrollados para cada subtema.



**Figura 6.3-1. Relación de problemas propuestos**

En el Anexo I se presenta el índice detallado de problemas.

A continuación se presentará un antecedente y/o descripción de la formulación matemática en la que se basa cada uno de los temas, necesaria para la solución de los problemas desarrollados.

- *Sistemas de fuerzas y momentos*

### Momento respecto a un punto

Desde el punto de vista cinemático y/o físico, el momento es la medida de la tendencia a rotar que causa una fuerza respecto a un punto o a un eje.

Matemáticamente, el momento de una fuerza  $F$  respecto a un punto  $P$  se obtiene mediante el siguiente producto vectorial:

$$M_p = r \times F$$

Dónde:

$r$  = vector de posición medido del punto ( $P$ ) donde se desea evaluar el momento hacia cualquier punto sobre la línea de acción de  $F$ .

$F$  = vector de fuerza que genera el momento.

$M$  = vector momento.

De forma escalar la magnitud del momento  $M_p$  se puede obtener mediante la siguiente expresión:

$$|M_p| = |F|d$$

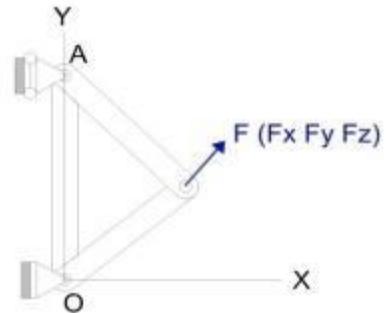
Dónde:

$d$  = distancia perpendicular desde  $P$  hasta la línea de acción de  $F$ .

Por las propiedades del producto vectorial, se puede deducir que el vector  $M_p$  es perpendicular al plano que contiene a los vectores  $r$  y  $F$ .

*Ejemplo ilustrativo:*

La línea de acción de la fuerza  $F$  que se muestra está contenida en el plano  $x$ - $y$ . El momento de  $F$  respecto al origen  $O$  es de 140 (N-m), y el momento de  $F$  respecto a  $A$  es de 280 (N-m). ¿Cuáles son las componentes de  $F$ ?



### Momento respecto a un eje

Un eje se puede definir como una sucesión infinita de puntos alineados en una misma dirección.

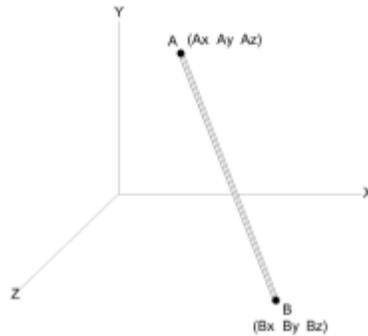
En términos generales, para determinar el momento de una fuerza respecto a un eje cualquiera  $e$ , se debe elegir inicialmente un punto cualquiera  $P$  sobre el mismo y determinar el momento  $M_p$  que ocasiona la fuerza  $F$  respecto a dicho punto  $P$ . La proyección del momento  $M_p$  sobre el eje, denotada por  $M_L$ , se obtiene empleando el

producto punto entre el vector  $M_P$  y un vector unitario  $u_e$  que define la dirección y sentido del eje, como se indica en la siguiente expresión:

$$M_L = [u_e \cdot (r \times F)]u_e$$

*Ejemplo ilustrativo:*

La tensión en el cable **AB** mostrado es de 200 lb. Determine los momentos respecto a cada uno de los ejes coordenados debidos a la fuerza ejercida por el cable en el punto **B**.



### Momento de un par de fuerzas

El momento de un par de fuerzas es un caso particular de momento, el cual está formado por dos fuerzas paralelas, de igual magnitud y en sentido contrario. Por lo anterior, el momento de un par tiende a generar rotaciones aunque la suma vectorial de las fuerzas sea nula, y tiene la propiedad de que el momento que se ejerce es el mismo respecto a cualquier punto en el que se evalúe.

El momento de un par, se puede expresar mediante la suma de los momentos de las fuerzas respecto a un punto cualquiera **P**, inclusive si este está contenido en la línea de acción de una de las fuerzas, lo cual simplifica el cálculo.

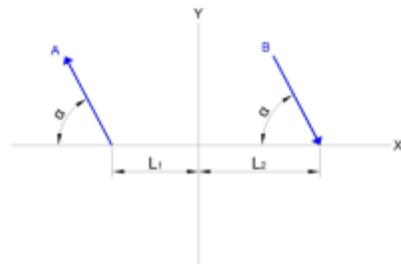
$$M = [r_1 \times F] + [r_2 \times (-F)] = (r_1 - r_2) \times F$$

También es posible determinar su módulo o magnitud, de forma análoga al momento respecto a un punto, es decir, con la ecuación:

$$M = |F|d$$

*Ejemplo ilustrativo:*

Las fuerzas **A** y **B** de la figura siguiente están contenidas en el plano  $x$ - $y$ . Determine el momento del par. ¿Qué valor tiene la suma de los momentos de las dos fuerzas respecto al punto **P**?



- *Sistemas equivalentes*

Los sistemas de fuerza y momentos que se estudian en ingeniería pueden ser complicados, pero si sólo interesan la fuerza total y el momento total ejercidos, un sistema complicado de fuerzas y momentos se puede representar mediante un sistema mucho más sencillo. Cinemáticamente podemos garantizar que los efectos que se generan sobre un cuerpo debido a dos sistemas, en principio distintos, son iguales siempre y cuando los sistemas sean equivalentes.

De tal modo que, un sistema de fuerzas y momentos es simplemente un conjunto particular de fuerzas y momentos debidas a pares. Se define que dos sistemas de fuerzas y momentos, designados como sistema 1 y 2, son equivalentes si se satisfacen las siguientes ecuaciones:

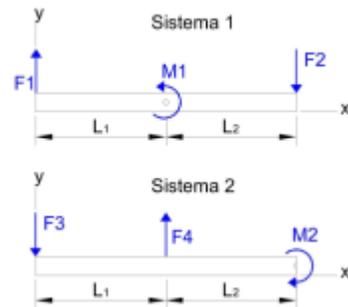
$$\left(\sum F\right)_1 = \left(\sum F\right)_2$$

$$\left(\sum M_p\right)_1 = \left(\sum M_p\right)_2$$

Lo anterior implica que la suma de fuerzas y de momentos (respecto a un punto común  $P$ ) en los dos sistemas tiene que ser iguales, respectivamente.

*Ejemplo ilustrativo:*

*Dos sistemas de fuerzas y momentos actúan sobre la viga mostrada. ¿Son equivalentes?*



- *Centroides*

El peso de un objeto no actúa en un solo punto; se encuentra distribuido sobre el volumen total del cuerpo. En cualquier caso, el peso puede representarse mediante una sola fuerza equivalente que actúa en un punto llamado centro de gravedad. Si el material que forma a un cuerpo es homogéneo, se puede derivar el concepto de centroide, definido como una propiedad que depende únicamente de su geometría. De esta manera, es posible determinar las coordenadas de los centroides de volúmenes, áreas y líneas, utilizando las siguientes ecuaciones:

$$\bar{x} = \frac{\int_V x dV}{\int_V dV}, \quad \bar{y} = \frac{\int_V y dV}{\int_V dV}, \quad \bar{z} = \frac{\int_V z dV}{\int_V dV}$$

Para el caso de áreas, por ejemplo en el plano x-y, las coordenadas del centroide se evalúan mediante las siguientes expresiones:

$$\bar{x} = \frac{\int_A x dA}{\int_A dA}, \quad \bar{y} = \frac{\int_A y dA}{\int_A dA}$$

Donde:

$\int_A y dA$  = es el momento estático respecto al eje x

$\int_A x dA$  = es el momento estático respecto al eje y

$\int_A dA$  = es el área total

Otra manera de obtener el centroide de una figura plana regular es dividiéndola en áreas simples, para las que se conoce su centroide particular, utilizando las ecuaciones siguientes:

$$\bar{x} = \frac{\sum_i \bar{x}_i A_i}{\sum_i A_i}, \quad \bar{y} = \frac{\sum_i \bar{y}_i A_i}{\sum_i A_i}$$

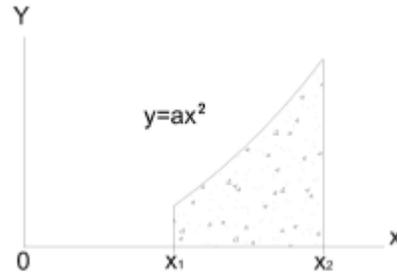
Donde:

$A_i$  = área de la i-ésima parte

$x_i$  y  $y_i$  = coordenadas del centroide de  $A_i$ .

*Ejemplo ilustrativo:*

*Determine el centroide del área mostrada.*



○ *Diagramas de cuerpo libre*

Un diagrama de cuerpo libre es un esquema o representación gráfica simplificada de un cuerpo, partícula o sistema en estudio, que contiene toda la información necesaria para resolver un problema dado. La elaboración de un diagrama de cuerpo libre implica tres pasos.

1. Identificar al objeto o alguna de sus partes que se desea aislar.
2. Dibujar un bosquejo del objeto aislado de su entorno considerando su interacción con otros elementos del sistema.
3. Indicar las fuerzas externas y/o internas que actúan sobre el objeto.

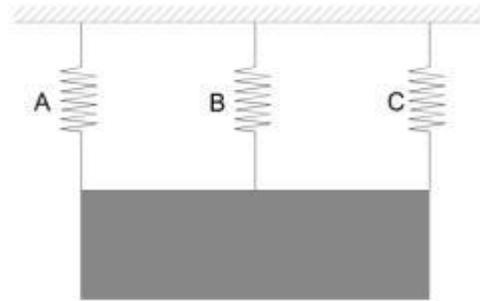
Para cuantificar los efectos de las fuerzas sobre el cuerpo o sistema en estudio, se necesita un sistema coordenado. A menudo es conveniente elegir el sistema de coordenadas antes de dibujar el diagrama de cuerpo libre, y en ciertos casos la mejor elección de un sistema coordenado no será evidente hasta después de dibujar el diagrama.

Para sistemas en equilibrio estático se emplearán las ecuaciones de equilibrio, que garantizan su estado de reposo, es decir, la suma de las fuerzas y la suma de los momentos que actúan sobre un objeto es igual a cero:

$$\Sigma F = 0; \quad \Sigma M = 0$$

*Ejemplo ilustrativo:*

En la figura siguiente, la barra horizontal de 200 lb está colgada de los resortes A, B y C. Las longitudes de los resortes son iguales. Las constantes de los resortes son  $k_A = k_C = 400$  lb/pie  $k_B = 300$  lb/pie. ¿Cuáles son las tensiones en los resortes?



○ **Fricción**

La teoría de la fricción de Coulomb (fricción en seco) permite estimar las fuerzas de fricción máxima que pueden generarse entre superficies en contacto y las fuerzas de fricción ejercidas por superficies deslizantes. De esta manera se pueden identificar dos tipos de fricción (estática y dinámica).

Para el caso de cuerpos en reposo, la fricción se desarrolla cuando existe tendencia al desplazamiento relativo entre dos cuerpos y alcanza su valor máximo, cuando hay desplazamiento inminente, definido por la siguiente ecuación:

$$f = \mu_s N$$

Donde

$\mu_s$  = coeficiente de fricción estática

$N$  = la fuerza normal a la superficie de contacto entre los cuerpos

Cuando el desplazamiento es inminente, el ángulo de fricción se puede calcular con la siguiente expresión:

$$\tan \theta_s = \mu_s$$

*Ejemplo ilustrativo:*

El peso de la caja es  $W = 30$  lb y la fuerza  $F$  es perpendicular a la superficie inclinada. El coeficiente de fricción estática entre la caja y la superficie inclinada es  $\mu_s = 0.2$ . ¿Qué valor tiene la mínima fuerza  $F$  necesaria para mantener la caja en reposo?



- *Elementos mecánicos*

### *Cargas lineales*

La carga lineal es aquella que se produce por el contacto entre dos cuerpos a través de una franja relativamente delgada comparada con su longitud, de tal forma que la carga se considera aplicada sobre una línea. La intensidad que esta tiene a lo largo de un eje cualquiera, se define mediante una función  $w$  la cual puede ser constante o variable.

La fuerza total resultante y el momento horario total respecto al origen debido a la carga distribuida  $w$  que actúa sobre un intervalo  $L$  del eje pueden determinarse por integración:

$$F = \int_L w dx$$

$$M = \int_L x w dx$$

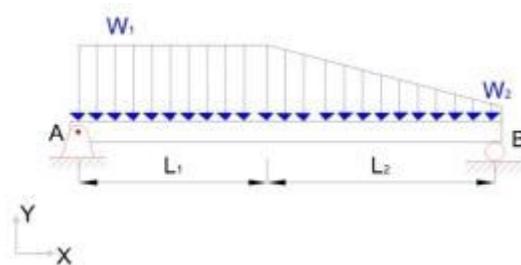
De las ecuaciones anteriores se puede deducir que la fuerza resultante es igual al "área"  $A$  de la carga lineal y se ubica en su centroide.

### *Cargas puntuales*

Son aquellas que se producen por la interacción entre dos cuerpos que están en contacto a través de una porción de área relativamente pequeña, de tal forma que la fuerza resultante se considera aplicada en un punto.

*Ejemplo:*

*Reemplace la carga distribuida por una fuerza resultante equivalente y especifique su ubicación, medida desde el punto A y, posteriormente, determine las reacciones en los apoyos que se generan producto de la acción de la carga sobre la viga.*



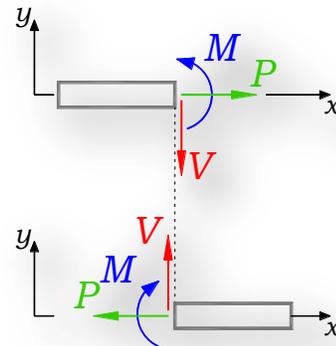
## Vigas y marcos

Las vigas son elementos estructurales capaces de soportar cargas en toda su longitud y transmitir las a sus apoyos. Las fuerzas internas que pueden desarrollarse para que una viga en el plano cumpla su función son: La fuerza axial, la fuerza cortante y el momento flexionante. Estas fuerzas son representadas mediante diagramas que ilustran no solo la intensidad sino la variación de esta en su longitud. Las fuerzas internas también son conocidas como elementos mecánicos.

Los marcos son sistemas estructurales formados por elementos vigas y columnas unidos rígidamente (monolíticamente), empleados para soportar una diversidad importante de cargas tanto en sus elementos como en sus nudos.

En la figura de la derecha, se representa la convención positiva adoptada para la fuerza axial  $P$ , la fuerza cortante  $V$  y el momento flector  $M$  en una sección cualquiera de una viga; dicha convención se asocia al efecto físico y/o forma de trabajo de las fuerzas internas.

Para el caso de la fuerza axial, se considera que la tensión será positiva. El momento flexionante se considera positivo cuando las tensiones se generan en las fibras inferiores del elemento; mientras que en el cortante no interesa el signo dado que el efecto final es el mismo (separación o corte de la pieza).

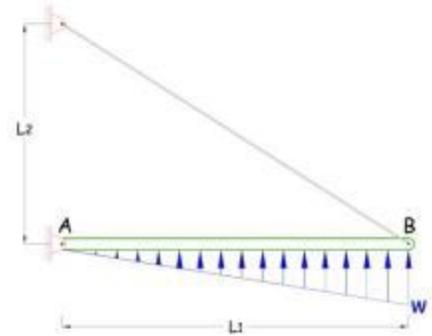


Por lo general, la determinación de los valores de  $P$ ,  $V$  y  $M$  en una sección transversal particular de una viga implica llevar a cabo tres pasos:

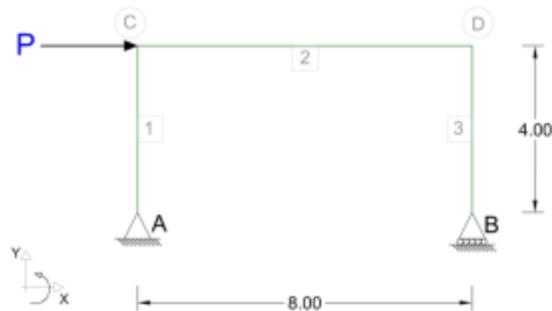
1. Dibujar el diagrama de cuerpo libre de la viga y determinar las reacciones en sus apoyos.
2. Trazar un o varios planos hipotéticos a través de la sección transversal de la viga donde se requiera determinar las fuerzas internas. El diagrama de cuerpo libre debe contener además de las cargas y reacciones, las fuerzas internas  $P$ ,  $V$  y  $M$  en sus direcciones positivas.
3. Aplicar las ecuaciones de equilibrio  $\sum F_x = 0$ ,  $\sum F_y = 0$  y  $\sum M = 0$  al diagrama de cuerpo libre para determinar las funciones matemáticas que permitan obtener los diagramas de  $P$ ,  $V$  y  $M$ , así como los puntos de interés (máximos o mínimos, puntos de inflexión).

Ejemplos ilustrativos:

Trace los diagramas de fuerza cortante y de momento para la siguiente viga.



Trace los diagramas de fuerza cortante, momento para el marco y de fuerza axial del siguiente marco:



### Armaduras

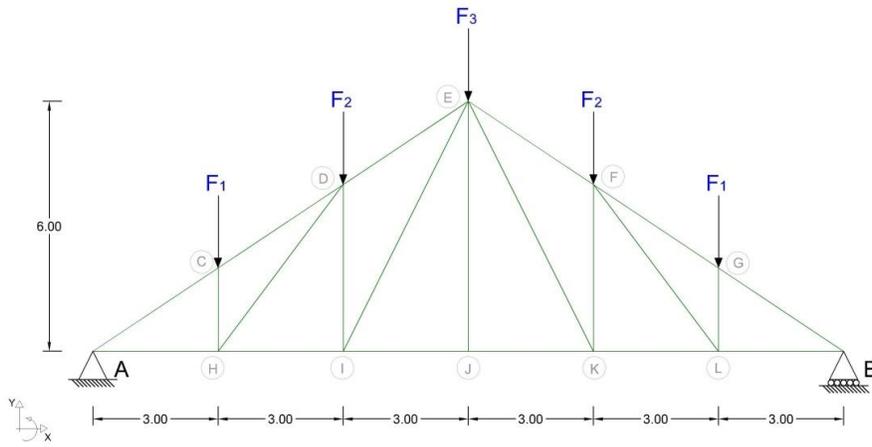
Es un sistema estructural formado por elementos relativamente esbeltos, con capacidad para soportar momentos flexionantes prácticamente nula, de tal forma que puede desprejiciarse y asumir que sus elementos se encuentran articulados. Por tal motivo, la estabilidad de este tipo de sistemas está supeditada a la formación de geometrías triangulares. Se asume también que las cargas se deberán aplicar sobre los nudos.

Para la solución de armaduras isostáticas se emplean básicamente dos métodos:

- Método de nudos. Consiste en el planteamiento del equilibrio en cada uno de los nudos, lo cual implica que el número de fuerzas desconocidas no debe exceder de dos (para modelos planos) y tres (para modelos tridimensionales), que corresponden respectivamente al número de ecuaciones de la estática aplicables.
- Método de secciones. Permite, de forma análoga a una viga, trazar un plano hipotético que corte no más de tres elementos en el caso de modelos bidimensionales y seis para modelos tridimensionales.

Ejemplo ilustrativo:

Determine las fuerzas en las barras de la siguiente armadura:



## 6.4 PROCESO DE INFORMACIÓN

Para un manejo eficiente de la información en la plataforma educativa EDUCAFI, se requiere organizarla y/o procesarla previamente, como se indica en el diagrama de flujo de la fig. 6.4-1.

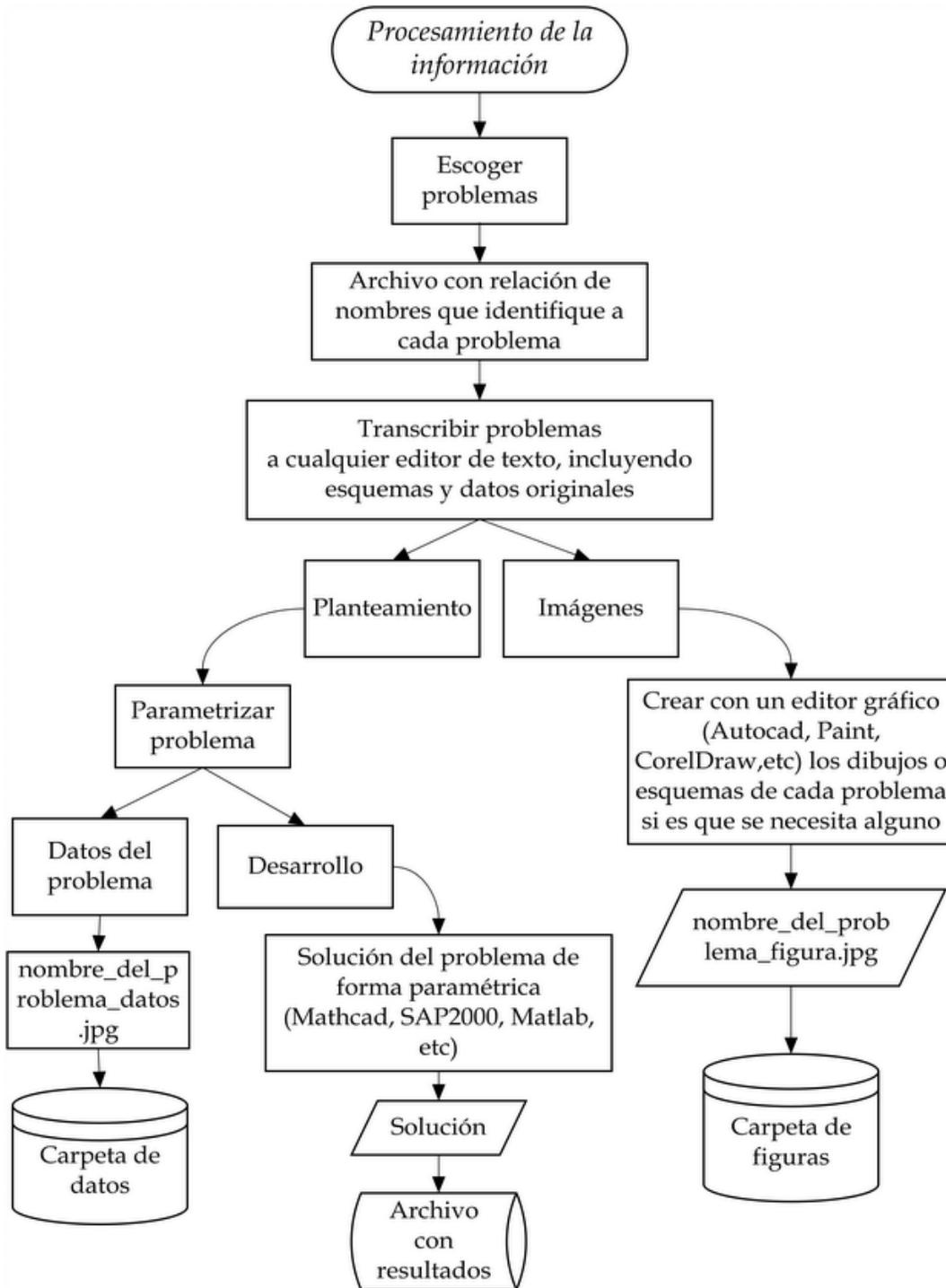


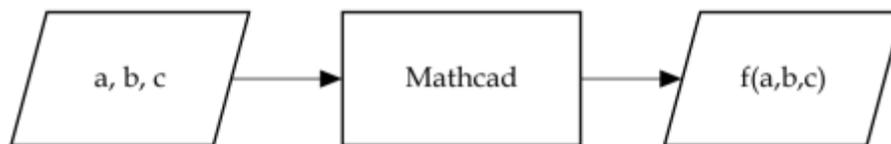
Figura 6.4-1. Procesamiento de la información

Con la finalidad de llevar un control adecuado de la información, se recomienda crear un índice de problemas a la par con el procesamiento de la información, como el que se presenta en el Anexo I. De esta forma se puede visualizar, de manera fácil y rápida, la base de datos de problemas agrupados por tema, el nombre de la figura o diagrama asociado a cada problema y el archivo con la solución paramétrica, entre otros; en general, podemos incluir en este índice el nombre de todos los archivos asociados a cada problema o tema.

### 6.5 SOLUCIÓN PARAMÉTRICA DE LOS EJEMPLOS

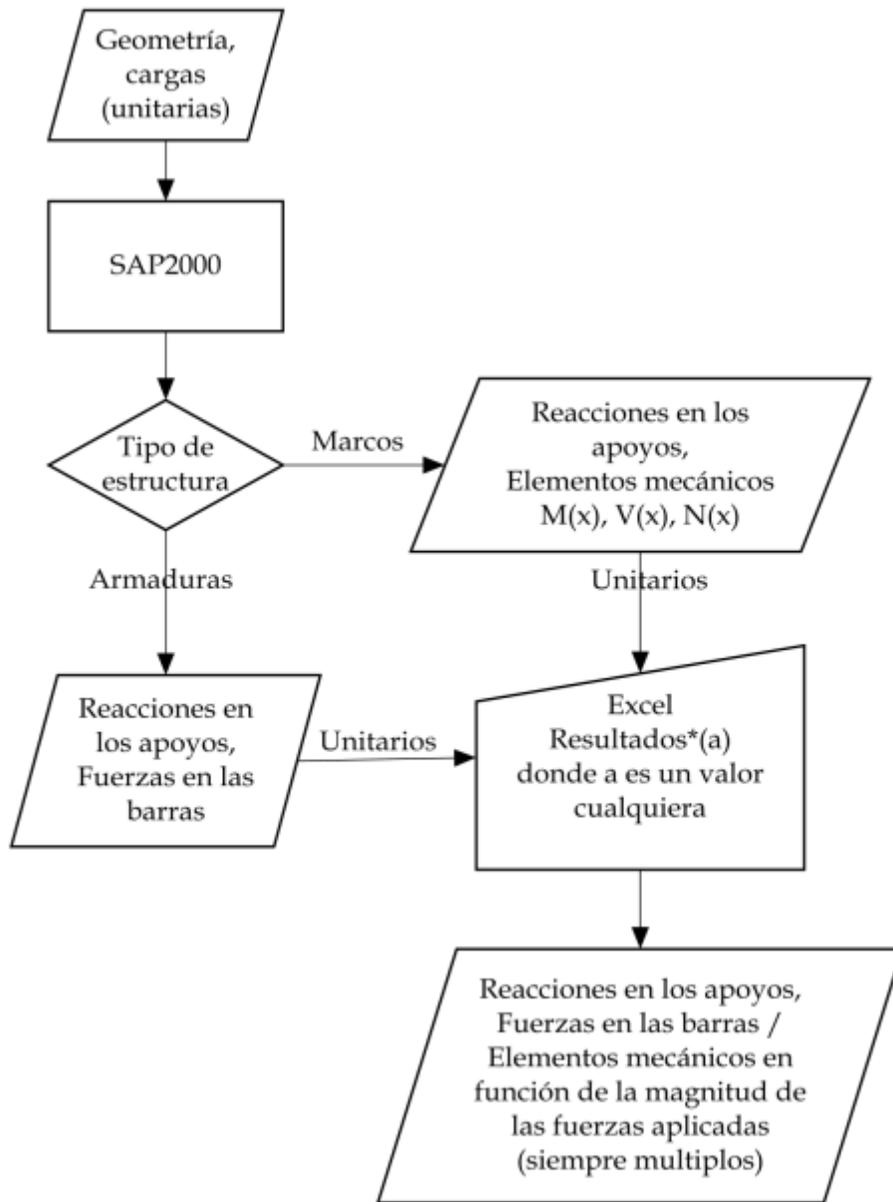
Teniendo el planteamiento de cada problema, la solución paramétrica permite resolver un número infinito de ejercicios. Para llevar a cabo lo anterior, se procede de la siguiente manera:

1. Se asignan nombres de variables a cada uno de los parámetros que definen al problema, a saber, longitudes de barras, fuerzas y/o momentos aplicados, ángulos, etc.
2. De acuerdo al tipo de problema que se desea resolver, se elige el software más adecuado para su solución (Mathcad, SAP2000, Excel, etc.). A continuación se indica la metodología empleada de acuerdo al software elegido para resolver cada problema.
  - 2.1. Problemas resueltos en con ayuda de Mathcad. Temas: Sistemas de Fuerzas y momentos, Sistemas Equivalentes, Diagramas de Cuerpo Libre, Centroides, Fricción y Vigas. A partir del marco teórico de cada problema, se utilizaron las ayudas matemáticas del programa Mathcad (operaciones con vectores, sistemas de ecuaciones, gráficas, funciones, etc.) para encontrar la solución general en función de las variables establecidas, según sea el caso (fig. 6.5-1).



*Figura 6.5-1. Solución paramétrica con Mathcad*

- 2.2. Problemas resueltos en SAP2000 y Excel. Temas: análisis de Marcos y Armaduras. En estos problemas, por simplicidad, se mantuvo constante la geometría y punto de aplicación de la carga, y únicamente es posible modificar la magnitud de las fuerzas aplicadas. Con la finalidad de hacer más eficiente el manejo de la información en este tipo de problemas, se generó un modelo en SAP2000 con la geometría establecida y cargas con magnitud unitaria, obteniendo las reacciones en los apoyos, elementos mecánicos en los marcos, y fuerzas en las barras en el caso de las armaduras. Con los resultados se procedió a elaborar en Excel una hoja de cálculo en la que se modifican únicamente las magnitudes de las fuerzas aplicadas (fig. 6.5-2).



*Figura 6.5-2. Solución paramétrica con SAP2000 y Excel*

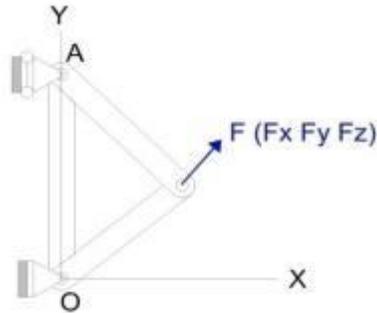
A continuación se presenta la solución paramétrica de un problema ilustrativo propuesto para cada tema. Mientras que en el Anexo II se presentan la solución paramétrica de cada uno de ellos.

○ *Sistemas de fuerzas y momentos*

Momento respecto a un punto

Ejemplo ilustrativo:

La línea de acción de la fuerza  $F$  que se muestra, pasa por el punto  $P$  y está contenida en el plano  $x$ - $y$ . El momento de  $F$  respecto al origen  $O$  es de  $140$  (N-m), y el momento de  $F$  respecto a  $A$  es de  $280$  (N-m). ¿Cuáles son las componentes de  $F$ ?



Datos:

$$A := \begin{pmatrix} 0 \\ 7 \\ 0 \end{pmatrix} \quad P := \begin{pmatrix} 5 \\ 3 \\ 0 \end{pmatrix} \quad M_O := 140 \quad M_A := 280 \quad \text{Unidades N y m}$$

Solución:

Primeramente se calculan de los vectores de posición de los puntos de interés hacia un punto conocido de la línea de acción de la fuerza (punto P). Posteriormente se evalúa el momento respecto a dichos puntos y se resuelve el sistema de ecuaciones resultantes para obtener las componentes de la fuerza  $F$ .

$$r_{AP} := P - A = \begin{pmatrix} 5 \\ -4 \\ 0 \end{pmatrix} \quad r_{OP} := P = \begin{pmatrix} 5 \\ 3 \\ 0 \end{pmatrix}$$

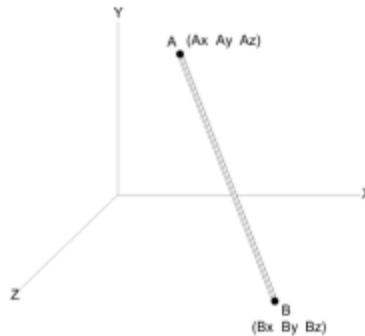
$$F := \begin{pmatrix} F_X \\ F_Y \\ 0 \end{pmatrix} \quad M_A := r_{AP} \times F \rightarrow \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 4 \cdot F_X + 5 \cdot F_Y \end{pmatrix} \quad M_O := r_{OP} \times F \rightarrow \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 5 \cdot F_Y - 3 \cdot F_X \end{pmatrix}$$

$$F_X := 1 \quad F_Y := 1 \quad \text{Given} \quad M_A = M_A \quad M_O = M_O \quad F := \text{Find}(F_X, F_Y) \rightarrow \begin{pmatrix} 20 \\ 40 \end{pmatrix}$$

## Momento respecto a un eje

Ejemplo ilustrativo:

La tensión en el cable **AB** mostrado es de 200 lb. Determine los momentos respecto a cada uno de los ejes coordenados debidos a la fuerza ejercida por el cable en el punto **B**.



Datos:

$$A := \begin{pmatrix} 2 \\ 5 \\ -2 \end{pmatrix} \text{ ft} \quad B := \begin{pmatrix} 10 \\ -2 \\ 3 \end{pmatrix} \text{ ft} \quad t_{AB} := 200 \text{ lbf}$$

Solución:

En función de las coordenadas de los puntos extremos del cable y la tensión a la cual está sometida, se determina el vector de fuerza que se empleará en el cálculo de los momentos respecto a los ejes coordenados.

$$u_{AB} := \frac{B - A}{|B - A|} = \begin{pmatrix} 0.681 \\ -0.596 \\ 0.426 \end{pmatrix} \quad r_{OB} := B - O = \begin{pmatrix} 10 \\ -2 \\ 3 \end{pmatrix} \cdot \text{ft}$$

$$T_{AB} := t_{AB} \cdot u_{AB} = \begin{pmatrix} 136.201 \\ -119.176 \\ 85.126 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf}$$

$$M_x := [(r_{OB} \times T_{AB}) \cdot u_x] \cdot u_x = \begin{pmatrix} 187.276 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

$$M_y := [(r_{OB} \times T_{AB}) \cdot u_y] \cdot u_y = \begin{pmatrix} 0 \\ -442.653 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

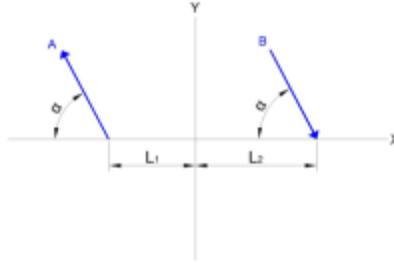
$$M_z := [(r_{OB} \times T_{AB}) \cdot u_z] \cdot u_z = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -919.357 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

## Momento de un par de fuerzas

Ejemplo ilustrativo:

Las fuerzas **A** y **B** de la figura siguiente están contenidas en el plano x-y.

- Determine el momento del par.
- ¿Qué valor tiene la suma de los momentos de las dos fuerzas respecto al punto **P**?



Datos:

$$L_1 := 20\text{ft}$$

$$A := 100\text{lb}$$

$$\alpha := 60^\circ$$

$$L_2 := 20\text{ft}$$

$$B := 100\text{lb}$$

$$P := \begin{pmatrix} 10 \\ -40 \\ 20 \end{pmatrix} \text{ft}$$

Solución:

Se propone emplear la forma escalar para determinar el momento del par de fuerzas, para ello se obtiene la distancia perpendicular entre dichas fuerzas y se multiplica por su magnitud.

$$a) \quad d := (L_1 + L_2) \cdot \sin(\alpha) = 34.641\text{ft}$$

$$M := -A \cdot d = -34641.02\text{lb} \cdot \text{ft}$$

Para el inciso b) se utilizará la forma vectorial por lo cual es necesario determinar los vectores de posición y las componentes de las fuerzas.

$$b) \quad \begin{matrix} \mathbf{P}_A := \begin{pmatrix} -L_1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} & \mathbf{P}_B := \begin{pmatrix} L_2 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} & \mathbf{F}_A := \begin{pmatrix} -A \cdot \cos(\alpha) \\ A \cdot \sin(\alpha) \\ 0 \end{pmatrix} & \mathbf{F}_B := -\mathbf{F}_A = \begin{pmatrix} 500 \\ -866.025 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{lb} \end{matrix}$$

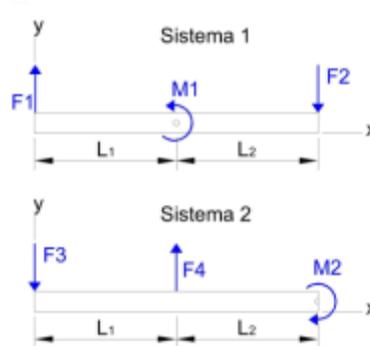
$$\mathbf{r}_A := \mathbf{P}_A - \mathbf{P} = \begin{pmatrix} -30 \\ 40 \\ -20 \end{pmatrix} \cdot \text{ft} \quad \mathbf{r}_B := \mathbf{P}_B - \mathbf{P} = \begin{pmatrix} 10 \\ 40 \\ -20 \end{pmatrix} \cdot \text{ft}$$

$$M := \mathbf{r}_A \times \mathbf{F}_A + \mathbf{r}_B \times \mathbf{F}_B = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -34641.02 \end{pmatrix} \cdot \text{lb} \cdot \text{ft}$$

○ **Sistemas equivalentes**

Ejemplo ilustrativo:

Dos sistemas de fuerzas y momentos actúan sobre la viga mostrada. ¿Son equivalentes?



Datos:

$$F_1 := 10$$

$$F_2 := 20$$

$$M_1 := 50$$

$$L_1 := 2$$

Unidades:  
lbf y ft

$$F_3 := 20$$

$$F_4 := 10$$

$$M_2 := 30$$

$$L_2 := 2$$

Solución:

Se determinan y comparan la suma de fuerzas y momentos en ambos sistemas, considerando que, para el caso de momentos, el punto seleccionado debe ser el mismo.

**Sistema 1**

$$\Sigma F_1 := \begin{pmatrix} 0 \\ F_1 - F_2 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ -10 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\Sigma M_1 := \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ M_1 - F_2(L_1 + L_2) \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -30 \end{pmatrix}$$

**Sistema 2**

$$\Sigma F_2 := \begin{pmatrix} 0 \\ -F_3 + F_4 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ -10 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\Sigma M_2 := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -M_2 + F_4 L_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -10 \end{pmatrix}$$

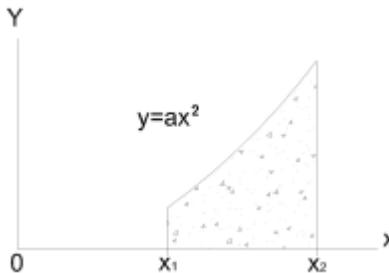
$$\text{equivalencia} := \begin{cases} \text{"Si son equivalentes"} & \text{if } [(\Sigma F_1 = \Sigma F_2) \wedge (\Sigma M_1 = \Sigma M_2)] \\ \text{"No son equivalentes"} & \text{if } [(\Sigma F_1 \neq \Sigma F_2) \vee (\Sigma M_1 \neq \Sigma M_2)] \end{cases}$$

equivalencia = "No son equivalentes"

○ Centroides

Ejemplo:

Determine el centroide del área mostrada.



Datos:

Se proporcionan los límites de la función que delimitan el área y el valor de la constante a.

$$x_1 := 2 \quad x_2 := 4 \quad a := 6$$

Solución:

Se determina el diferencial de área y se efectúan las integrales indicadas.

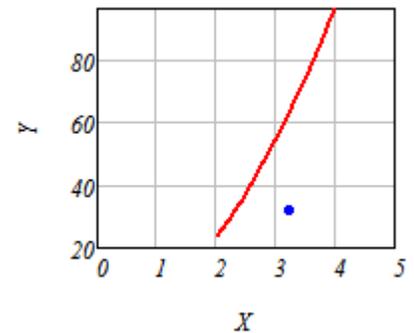
$$X_c = \frac{\int x \, dA}{\int \cdot dA} \quad Y_c = \frac{\int y \, dA}{\int \cdot dA} \quad dA := f(x) \cdot dx$$

$$f(x) := ax^2$$

$$y(x) := \frac{1}{2} \cdot (ax^2)$$

$$X := \frac{\int_{x_1}^{x_2} x \cdot f(x) \, dx}{\int_{x_1}^{x_2} f(x) \, dx} = 3.214$$

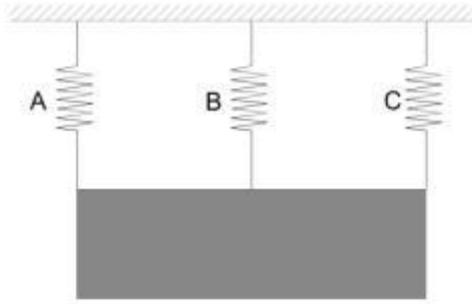
$$Y := \frac{\int_{x_1}^{x_2} y(x) \cdot f(x) \, dx}{\int_{x_1}^{x_2} f(x) \, dx} = 31.886$$



○ *Diagramas de cuerpo libre*

Ejemplo ilustrativo:

En la figura siguiente, la barra horizontal de 200 lb está colgada de los resortes **A**, **B** y **C**. Las longitudes de los resortes son iguales. Las constantes de los resortes son  $k_A=k_C= 400$  lb/pie  $k_B=300$  lb/pie. ¿Cuáles son las tensiones en los resortes?



Datos:

$$W := 200\text{lbf} \quad k_A := 400 \frac{\text{lb}}{\text{ft}} \quad k_B := 300 \frac{\text{lb}}{\text{ft}} \quad k_C := k_A = 400 \frac{\text{lb}}{\text{ft}}$$

Solución:

Se plantea el equilibrio, considerando que las deformaciones y por tanto las fuerzas en los resortes A y C son iguales.

$$\delta := 1\text{ft}$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad \text{Given} \quad k_A \cdot \delta + k_B \cdot \delta + k_C \cdot \delta = W \quad \delta := \text{Find}(\delta) = 0.182\text{ft}$$

$$T_A := k_A \cdot \delta = 72.727\text{lb}$$

$$T_B := k_B \cdot \delta = 54.545\text{lb}$$

$$T_C := k_C \cdot \delta = 72.727\text{lb}$$

○ **Fricción**

Ejemplo ilustrativo:

El peso de la caja es  $W=30\text{ lb}$  y la fuerza  $F$  es perpendicular a la superficie inclinada. El coeficiente de fricción estática entre la caja y la superficie inclinada es  $\mu_s=0.2$ . ¿Qué valor tiene la mínima fuerza  $F$  necesaria para mantener la caja en reposo?



Datos:

$$W := 30\text{ lbf} \quad \alpha := 20^\circ \quad \mu_s := 0.2$$

Solución:

Para mantener la caja en reposo el sistema debe estar en equilibrio y la fuerza de fricción máxima debe ser igual a fricción demandada

$$FR_{max} = FR$$

$$\Sigma F_x = 0 \quad FR := 1\text{ lbf} \quad \text{Given } FR - W \cdot \sin(\alpha) = 0 \quad FR := \text{Find}(FR) = 10.261\text{ lbf}$$

$$N = F + W \cdot \cos(\alpha) \quad FR_{max} = \mu_s \cdot N$$

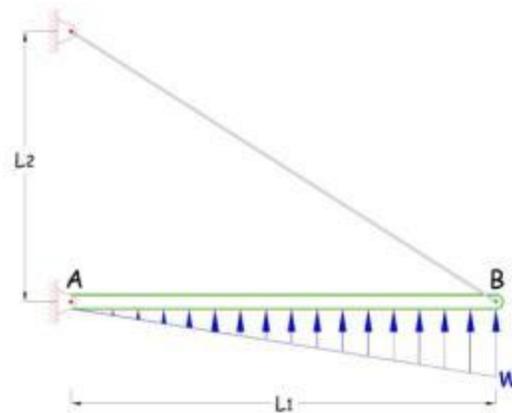
$$F := 1\text{ lbf} \quad \text{Given } \mu_s \cdot (F + W \cdot \cos(\alpha)) = FR \quad F := \text{Find}(F) = 23.112\text{ lbf}$$

- Elementos mecánicos

### Vigas y marcos

Ejemplos ilustrativos:

Trace los diagramas de fuerza cortante y de momento para la viga mostrada.



Datos:

$$L_1 := 6m$$

$$L_2 := 3m$$

$$w := 3 \frac{kN}{m}$$

Solución:

Determinamos el ángulo entre la viga y el cable  $\theta := \text{atan}\left(\frac{L_2}{L_1}\right) = 26.6^\circ$

Obtenemos la distancia perpendicular que hay del punto A al cable  $d := L_1 \cdot \sin(\theta) = 2.68m$

Determinando la suma de momentos respecto a A para determinar la tensión en el cable  $T_{CB} = 13.416kN$

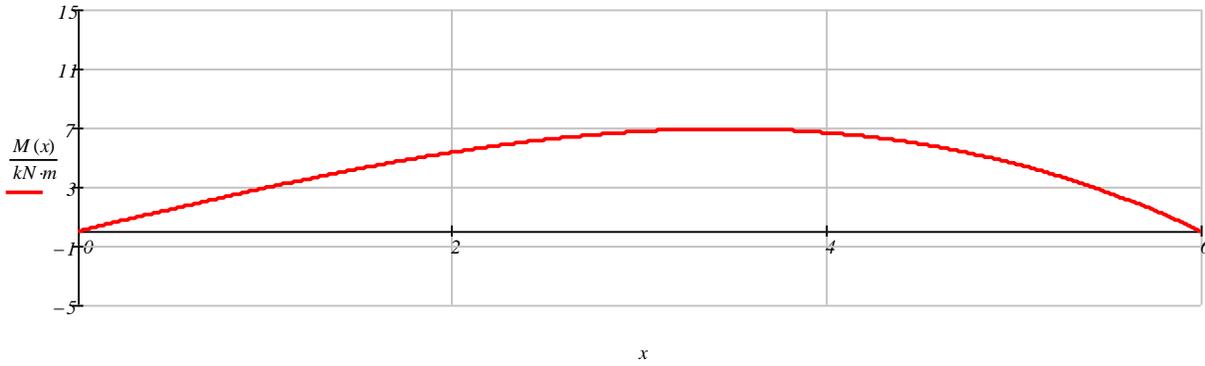
$$\sum M_A = 0 \quad \text{Given} \quad T_{CB} \cdot d - \frac{w \cdot L_1}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot L_1 = 0 \quad T_{CB} := \text{Find}(T_{CB}) = 13.416kN$$

Tomando de nuevo todo el sistema  $R_{Ay} := 1kN$

$$\sum F_y = 0 \quad \text{Given} \quad R_{Ay} - \frac{L_1 \cdot w}{2} + T_{CB} \cdot \sin(\theta) = 0 \quad R_{Ay} := \text{Find}(R_{Ay}) = 3 \cdot kN$$

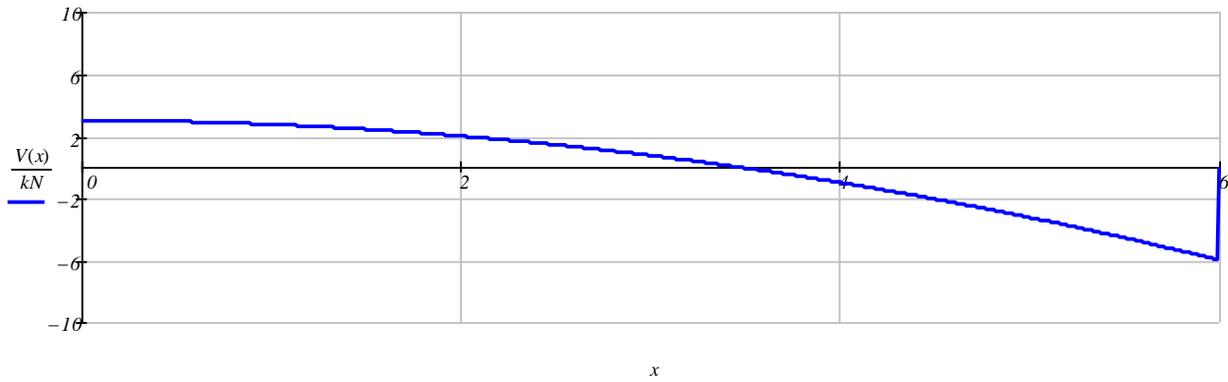
Obtención del diagrama de momento flexionante:

$$\sum M = 0 \quad M(x) := R_{Ay} \cdot x - x \cdot \frac{\left(\frac{x \cdot w}{L_I}\right)}{2} \cdot \frac{I}{3} \cdot x \quad (x \leq L_I) \quad x := 0m, 0.01m \dots (L_I)$$

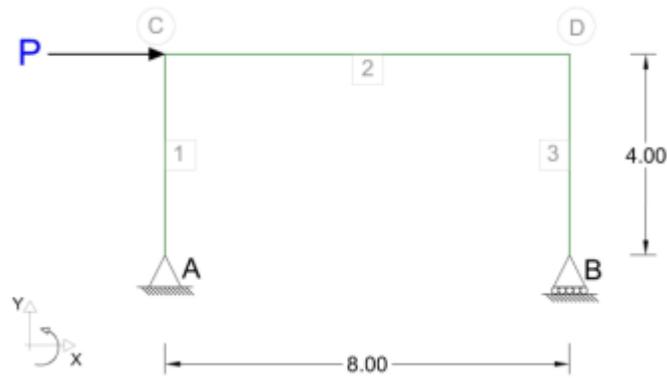


Obtención del diagrama de cortante:

$$\sum V = 0 \quad V(x) := R_{Ay} - x \cdot \frac{\left(\frac{x \cdot w}{L_I}\right)}{2} + T_{CB} \cdot \sin(\theta) \quad (x = L_I) \quad x := 0m, 0.01m \dots L_I$$



Trace los diagramas de fuerza cortante, momento para el marco y de fuerza axial del siguiente marco:



Datos:

$P=1 \text{ ton}$

Solución: **UNITARIA** ton y m  
 Reacciones:  $A_x$   $A_y$   $B_y$   
**-1** **-0.5** **0.5**

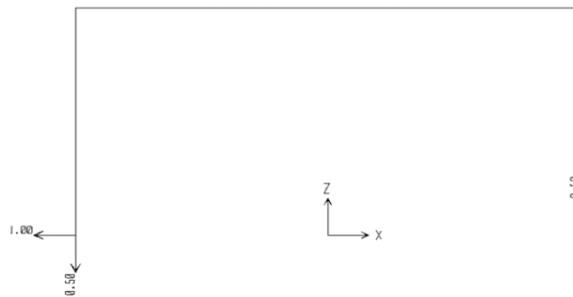


Diagrama de momentos

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
<b>0</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>
COLUMNA 1 (D-B)			
MD	MB		
<b>0</b>	<b>0</b>		

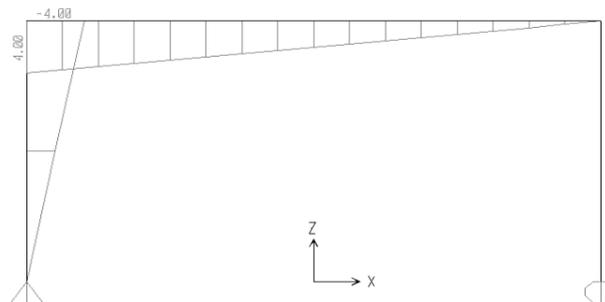


Diagrama de cortantes

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0.5</b>	<b>0.5</b>
COLUMNA 1 (D-B)			
VD	VB		
<b>0</b>	<b>0</b>		

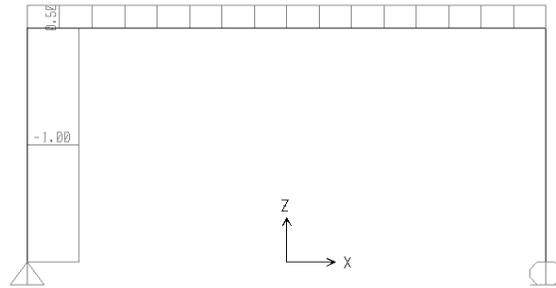
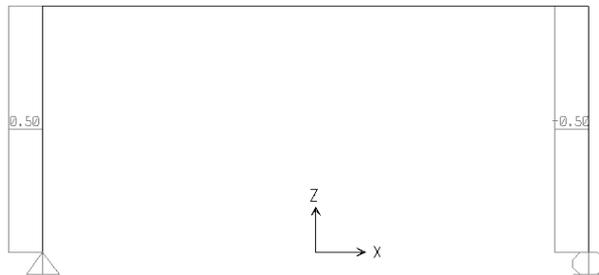


Diagrama de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
<b>0.5</b>	<b>0.5</b>	<b>-0.5</b>	<b>-0.5</b>
COLUMNA 1 (D-B)			
ND	NB		
<b>0</b>	<b>0</b>		



Datos:

**P= 2 ton**

P=2ton

Reacciones:      Ax              Ay              By  
                         -2              -1              1

Diagrama de momentos

COLUMNA 1 (A-C)	VIGA 2 (C-D)
MA              MC	MC              MD
<b>0              8</b>	<b>8              0</b>
COLUMNA 1 (D-B)	
MD              MB	
<b>0              0</b>	

Diagrama de cortantes

COLUMNA 1 (A-C)	VIGA 2 (C-D)
VA              VC	VC              VD
<b>2              2</b>	<b>1              1</b>
COLUMNA 1 (D-B)	
VD              VB	
<b>0              0</b>	

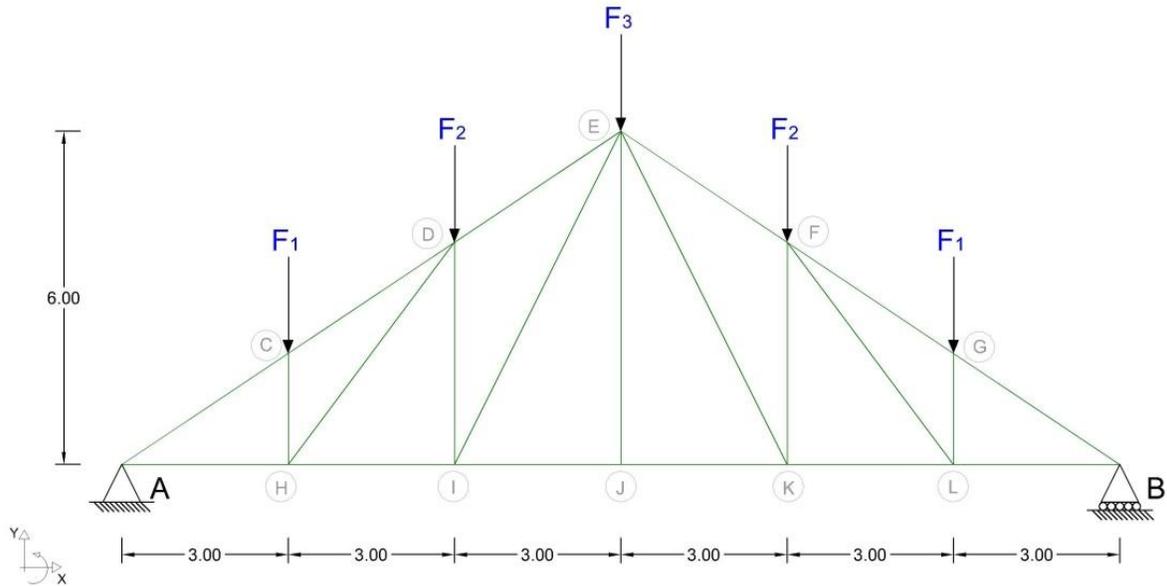
Diagrama de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)	VIGA 2 (C-D)
NA              NC	NC              ND
<b>1              1</b>	<b>-1              -1</b>
COLUMNA 1 (D-B)	
ND              NB	
<b>0              0</b>	

## Armaduras

Ejemplo ilustrativo:

Determine las fuerzas en las barras de la siguiente armadura:



Requisito: Se pide que se mantenga la proporcionalidad entre las cargas.

Datos:

F1	F2	F3
Tonf	Tonf	Tonf
1	2	3

FACTOR= 2

F1	F2	F3
Tonf	Tonf	Tonf
2	4	6

Solución: **UNITARIA**

TABLE: Joint Reactions

Joint	X	Y	Z
Text	Tonf	Tonf	Tonf
A	0.00	0.00	4.50
B	0.00	0.00	4.50

TABLE: Joint Reactions

Joint	X	Y	Z
Text	Tonf	Tonf	Tonf
A	0.00	0.00	9.00
B	0.00	0.00	9.00

**TABLE: Element Forces - Frames**

<b>Frame</b>	<b>P</b>
<b>Text</b>	<b>Tonf</b>
AC	-8.11
AH	6.75
CD	-8.11
DE	-7.21
EK	2.80
FG	-8.11
FL	1.25
GB	-8.11
HC	-1.00
HD	1.25
HI	6.00
ID	-2.50
IE	2.80
IJ	4.75
JE	0.00
JK	4.75
KF	-2.50
KL	6.00
LB	6.75
LG	-1.00

**TABLE: Element Forces - Frames**

<b>Frame</b>	<b>P</b>
<b>Text</b>	<b>Tonf</b>
AC	-16.23
AH	13.50
CD	-16.23
DE	-14.42
EK	5.59
FG	-16.23
FL	2.50
GB	-16.23
HC	-2.00
HD	2.50
HI	12.00
ID	-5.00
IE	5.59
IJ	9.50
JE	0.00
JK	9.50
KF	-5.00
KL	12.00
LB	13.50
LG	-2.00

# VII. IMPLEMENTACIÓN DEL MATERIAL DIDÁCTICO EN LA PLATAFORMA EDUCAFI

## 7.1 INCORPORACIÓN DE LA INFORMACIÓN A LA PLATAFORMA

Para incorporar la información desarrollada a la plataforma EDUCAFI, es necesario referirnos al capítulo 5.5.1 en el que se describe como crear un cuestionario a partir del banco de preguntas disponible. Con objeto de motivar al lector y fomentar el uso de esta herramienta, en este capítulo se mostrará con detalle cómo crear las preguntas y se recomendará cómo almacenarlas por categorías para su ágil manejo.

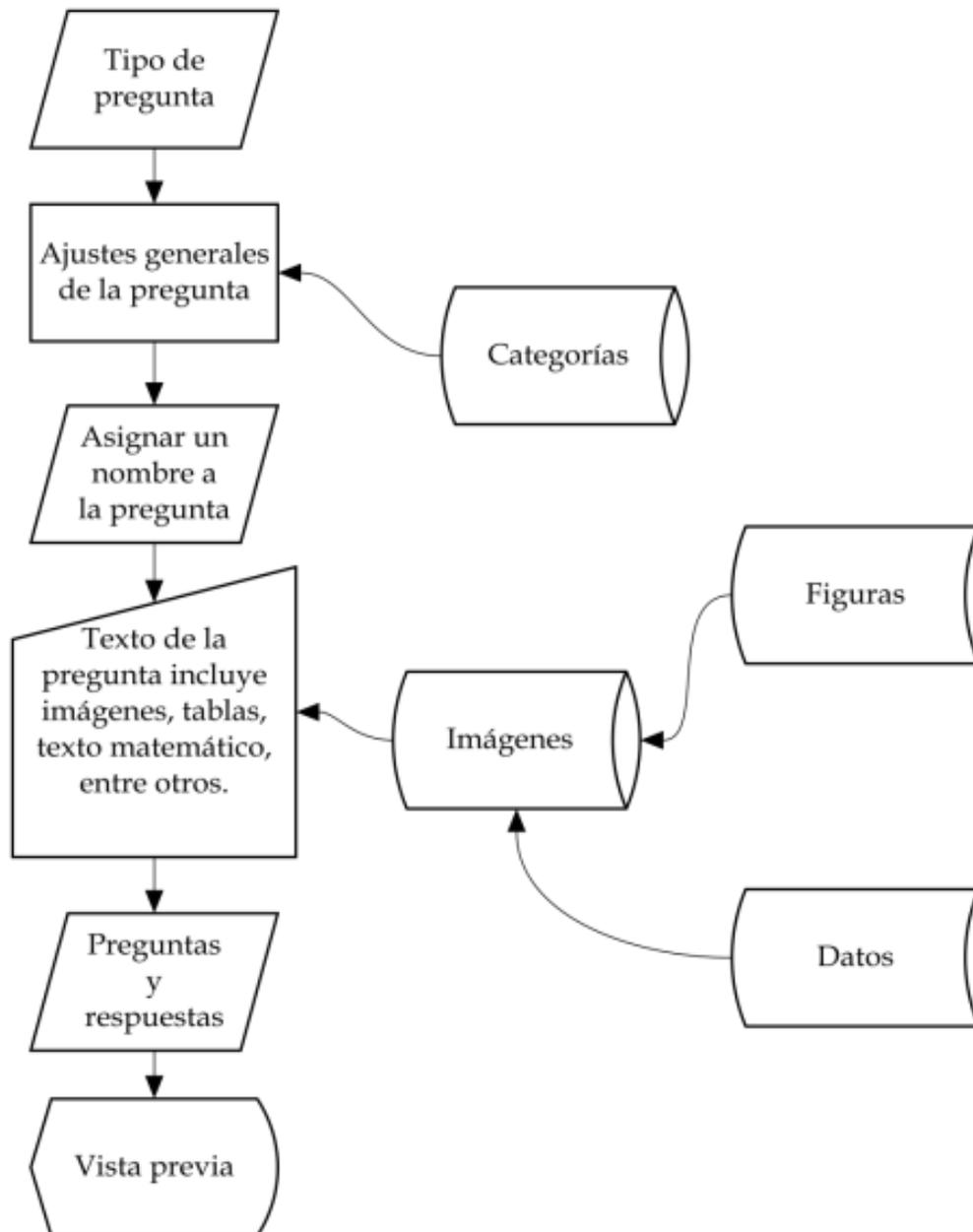
En el diagrama de flujo de la fig. 7.1-1 se presenta la secuencia que hay que seguir para crear una pregunta. Inicialmente, es preciso contar con un listado (índice) de categorías de acuerdo al contenido temático de la o las asignaturas.

Para añadir o editar una categoría hay que pulsar en la pantalla del curso la opción de preguntas (fig. 7.1-2), que automáticamente nos redirecciona a una nueva ventana en cuyas pestañas superiores se encuentra el enlace *Categorías* (No.1 de la fig. 7.1-3), en esta pantalla en el bloque inferior aparece el texto *Añadir categoría* y debajo una línea en blanco con varios campos vacíos que habrá que rellenar para crear la nueva categoría.

Por último, hay que pulsar el botón *Añadir* (No.2 de la fig. 7.1-3). La nueva categoría quedará guardada y aparecerá en el listado de categorías bajo la leyenda *Editar categorías* (No.3 de la fig. 7.1-3). Dicho listado muestra las categorías existentes con sus atributos, los cuales se pueden cambiar haciendo clic en su nombre, o en los iconos que se encuentran a un costado del nombre de la categoría, ellos se describen en la siguiente tabla. Cabe destacar que estos iconos tienen como objetivo el poder manipular los elementos dentro de la plataforma, y son los mismos para todas las actividades y recursos que maneja EDUCAFI:

<i>Icono</i>	<i>Función</i>
	<i>Borrar</i> : elimina permanentemente el recurso o la actividad en cuestión, incluyendo sus archivos asociados, si los hubiera, tanto si son del profesorado como del alumnado. Hay que tener cuidado al usar esta opción ya que no existe una forma de deshacer o restaurar lo borrado. Se destaca que, en el caso de las categorías, si una de ellas contiene preguntas, estas no se borrarán, sólo la categoría. El sistema preguntará a qué categoría se moverán esas preguntas y, a continuación, ejecuta la acción de borrar.
	<i>Editar</i> : nos lleva al formulario de configuración de la categoría

← ↑ ↓ → | *Desplazamiento:* permiten desplazar las categorías horizontal y verticalmente en la lista. El movimiento es secuencial.



*Figura 7.1-1. Como crear una pregunta*

The screenshot shows the EDUCAFI educational platform interface. At the top, there is a header with the EDUCAFI logo, the text 'Plataforma Educativa DICYG', and logos for 'INGENIERIA' and 'DICYG'. Below the header, there is a navigation bar with the text 'EDUCAFI DICYG > Meta\_Estática\_C2015-1' and buttons for 'Cambiar rol a...' and 'Activar edición'.

The main content area is titled 'Diagrama de temas' and contains the following sections:

- SISTEMA DE EVALUACIÓN DE APRENDIZAJE**
- ESTÁTICA ESTRUCTURAL**
- Objetivo**: Aplicar los conceptos aprendidos en clase para la solución de problemas que permitan reafirmar los conocimientos y el desarrollo de las destrezas y habilidades en temas relacionados con la Estática y el Análisis básico de estructuras.
- Forma de evaluación**: Los exámenes o series de ejercicios programados, tendrán un porcentaje dentro de la evaluación del curso y son de carácter obligatorio.
- Actividades y porcentajes**:
 

1. Serie de ejercicios para el examen parcial No.1	8.33%
2. Simulación examen parcial No.1	30%
3. Serie de ejercicios para el examen parcial No.2	8.33%
4. Simulación examen parcial No.2	30%
5. Serie de ejercicios para el examen parcial No.3	8.33%
6. Simulación examen parcial No.3	30%

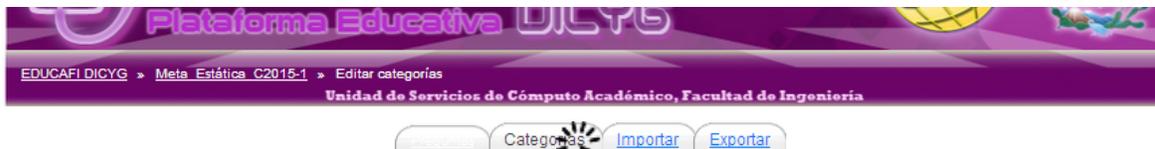
On the left side, there is a sidebar with the following sections:

- Personas**: Participantes
- Actividades**: Questionarios, Foros
- Buscar en los foros**: Búsqueda avanzada
- Administración**:
  - Activar edición
  - Configuración
  - Asignar roles
  - Calificaciones
  - Grupos
  - Copia de seguridad
  - Restaurar
  - Importar
  - Reiniciar
  - Informes
  - Prequisitos
  - Archivos
  - Desmatricular en
  - Meta\_Estática\_C2015-1
  - Perfil

On the right side, there are three sections:

- Novedades**: Agregar un nuevo tema... (Sin novedades aún)
- Eventos próximos**: No hay eventos próximos. Links: Ir al calendario..., Nuevo evento...
- Actividad reciente**: Actividad desde martes, 11 de noviembre de 2014, 23:06. Link: Informe completo de la actividad reciente... Sin novedades desde el último acceso

Figura 7.1-2. Pantalla del curso



## Editar categorías

### 3 Categorías de pregunta para 'Curso: METACURSO - ESTÁTICA ESTRUCTURAL C2015-1'

- [Valor por defecto para Meta\\_Estática\\_C2013-2 \(0\)](#) Categoría por defecto para preguntas compartidas en el contexto Meta\_Estática\_C2013-2. ✖ 🗑 ⬅ ➡ ⬆ ⬇
- [I. Sistemas de Fuerzas y Momentos \(0\)](#) ✖ 🗑 ⬅ ➡ ⬆ ⬇
  - [I.1 Momento respecto a un punto \(23\)](#) ✖ 🗑 ⬅ ➡ ⬆ ⬇
  - [I.2 Momento respecto a un eje \(9\)](#) ✖ 🗑 ⬅ ➡ ⬆ ⬇
  - [I.3 Momento de un par de fuerzas \(7\)](#) ✖ 🗑 ⬅ ➡ ⬆ ⬇
- [II. Sistemas equivalentes \(16\)](#) ✖ 🗑 ⬅ ➡ ⬆ ⬇
- [III. Centroides \(13\)](#) ✖ 🗑 ⬅ ➡ ⬆ ⬇
- [IV. Diagramas de cuerpo libre \(19\)](#) ✖ 🗑 ⬅ ➡ ⬆ ⬇
- [IV.1 Resortes \(5\)](#) ✖ 🗑 ⬅ ➡ ⬆ ⬇
- [V. Fricción \(10\)](#) ✖ 🗑 ⬅ ➡ ⬆ ⬇
- [VI. Elementos mecánicos \(2\)](#) ✖ 🗑 ⬅ ➡ ⬆ ⬇
  - [VI.1 Vigas \(0\)](#) ✖ 🗑 ⬅ ➡ ⬆ ⬇
  - [VI.2 Marcos \(0\)](#) ✖ 🗑 ⬅ ➡ ⬆ ⬇
  - [VI.3 Armaduras \(0\)](#) ✖ 🗑 ⬅ ➡ ⬆ ⬇

**Añadir categoría**

Nombre de la categoría → Padre ⓘ

Nombre\*

Información de la categoría

Breve descripción de la categoría.

En este formulario hay campos obligatorios

Permite situar la categoría como una subcategoría de otra. Si no hay más se colocará directamente Arriba

Figura 7.1-3. Pantalla de edición de categorías

Por otra parte, es necesario prever el uso de imágenes en el cuerpo de las preguntas, ya que al igual que las categorías deberán subirse previamente a la plataforma EDUCAFI para poderlas incorporar. A continuación se describirá el proceso que se requiere para subir imágenes a EDUCAFI.

En la pantalla del curso pulsamos sobre el apartado de *Archivos* (fig. 7.1-4), el cual automáticamente despliega una nueva ventana (fig. 7.1-5) en ella se pueden gestionar las imágenes y en general archivos que queremos utilizar dentro de la plataforma.

Para subir un archivo de imagen, se selecciona el botón *Subir un archivo* (fig. 7.1-5), el cual nos redirecciona a la pantalla en la que podremos elegir el archivo que deseamos incluir a la plataforma desde una PC (fig. 7.1-6).

The screenshot shows the course page for 'SISTEMA DE EVALUACIÓN DE APRENDIZAJE ESTÁTICA ESTRUCTURAL'. The page has a purple header with the EDUCAFI logo and the text 'Plataforma Educativa DICYG'. Below the header, there is a navigation bar with 'Unidad de Servicios de Cómputo Académico, Facultad de Ingeniería' and buttons for 'Cambiar rol a...' and 'Activar edición'. The main content area is titled 'Diagrama de temas' and contains the following sections:

- Objetivo:** Aplicar los conceptos aprendidos en clase para la solución de problemas que permitan reafirmar los conocimientos y el desarrollo de las destrezas y habilidades en temas relacionados con la Estática y el Análisis básico de estructuras.
- Forma de evaluación:** Los exámenes o series de ejercicios programados, tendrán un porcentaje dentro de la evaluación del curso y son de carácter obligatorio.
- Actividades y porcentajes:**

1. Serie de ejercicios para el examen parcial No.1	8.33%
2. Simulación examen parcial No.1	30%
3. Serie de ejercicios para el examen parcial No.2	8.33%
4. Simulación examen parcial No.2	30%
5. Serie de ejercicios para el examen parcial No.3	8.33%
6. Simulación examen parcial No.3	30%

On the left side, there are several menu items: 'Personas' (Participantes), 'Actividades' (Cuestionarios, Foros), 'Buscar en los foros' (with a search box), and 'Administración' (with various system management options like 'Activar edición', 'Configuración', etc.). On the right side, there are sections for 'Novedades' (Agregar un nuevo tema...), 'Eventos próximos' (No hay eventos próximos), and 'Actividad reciente' (Actividad desde martes, 11 de noviembre de 2014, 23:06).

Figura 7.1-4. Pantalla del curso

The screenshot shows the file management interface in EDUCAFI. The header is the same as in Figure 7.1-4. Below the header, there is a navigation bar with 'Unidad de Servicios de Cómputo Académico, Facultad de Ingeniería'. The main content area displays a list of files with the following columns: 'Nombre', 'Tamaño', 'Modificado', and 'Acción'.

Nombre	Tamaño	Modificado	Acción
<input type="checkbox"/> <a href="#">Apuntes de Estática Estructural</a>	4Kb	13 feb 2013, 07:22	<a href="#">Renombrar</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Archivos de MathCAD</a>	4Kb	13 feb 2013, 07:22	<a href="#">Renombrar</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Datos V001</a>	1.5Mb	8 sep 2014, 08:09	<a href="#">Renombrar</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">Fig</a>	20.8Mb	8 sep 2014, 08:08	<a href="#">Renombrar</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">sentido de momento.JPG</a>	3.2Kb	26 ago 2013, 07:40	<a href="#">Renombrar</a>

Below the table, there is a dropdown menu 'Con los archivos escogidos...' and four buttons: 'Crear un directorio', 'Seleccionar todos', 'No seleccionar ninguno', and 'Subir un archivo'.

Figura 7.1-5. Pantalla de archivos

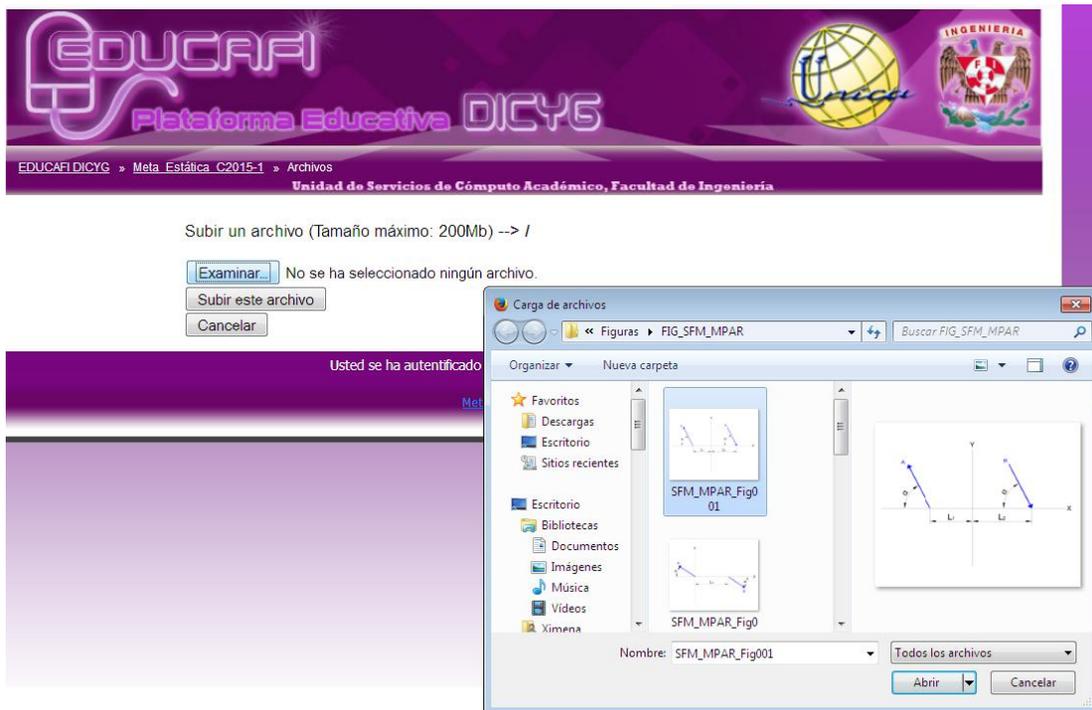


Subir un archivo (Tamaño máximo: 200Mb) --> /

No se ha seleccionado ningún archivo.

**Figura 7.1-6. Pantalla para subir un archivo**

A través de esta pantalla (fig., 7.1-6) con el botón de *Examinar*, se busca en el directorio de la PC donde se encuentran los archivos que se desean subir (fig. 7.1-7); una vez cargada la ruta, se da clic en *Subir este archivo*.



**Figura 7.1-7. Pantalla para subir un archivo, elegir ruta**



**Figura 7.1-8. Pantalla para subir un archivo, mover**

Al subir un archivo, este aparecerá automáticamente en la lista de archivos, si se selecciona la casilla, se puede mover a otro directorio o borrar el archivo. Se destaca que es posible renombrar el archivo desde la plataforma.

Por practicidad, se recomienda que si se va a realizar un banco de preguntas que requiera de un número importante de imágenes, estas se guarden en la computadora como un archivo .zip, el cual se agrega siguiendo el mismo procedimiento al descrito anteriormente.

Para nuestro caso, es necesario contar con las figuras o diagramas de cada uno de los problemas y, a su vez, con los datos del problema, que como se comentó en el capítulo 6.4 deberán guardarse como imágenes.

El procedimiento que se siguió para el efecto de este trabajo es el que se muestra gráficamente en la figura 7.1-9:

1. Identificar la figura o diagrama original del ejemplo a desarrollar y escanearla.
2. Una vez en digital, copiar la imagen y pegarla en Autocad, para reproducirla, en este paso se procede a dar nombre a las variables.
3. Imprimir imagen a .jpg desde Autocad.
4. Guardar la imagen con el nombre del problema para identificarlo en un futuro.

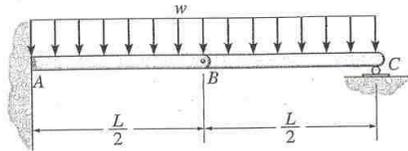
Para el manejo de las figuras de datos el procedimiento recomendado es el siguiente, cabe destacar que se requiere tener los datos como figuras, ya que, la finalidad a largo plazo de este trabajo es hacer crecer el banco de preguntas, variando únicamente los datos de los problemas creados podremos tener varias versiones, al contar con los datos guardados como figuras podremos tener un buen control de la información para facilitar el manejo de la misma dentro de la plataforma EDUCAFI. A continuación se describe el procedimiento empleado para la creación de las figuras de datos:

1. Mediante las literales asignada en las figuras de los problemas y a su vez con la solución paramétrica de los problemas realizada en Mathcad o Excel, seleccionamos los datos del problema (copy).
2. En un archivo en blanco de una herramienta gráfica como puede ser "Paint" o "Photoshop" pegamos (paste) los datos seleccionados previamente.
3. Finalmente se guarda el archivo con el mismo nombre del problema en formato .jpg

Este procedimiento se presenta gráficamente en la figura 7.1-10.

7.54

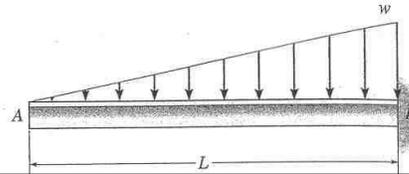
7.54. Trace los diagramas de fuerza cortante y de momento flexionante para la viga ABC. Observe que se tiene un pasador en B.



Prob. 7-54

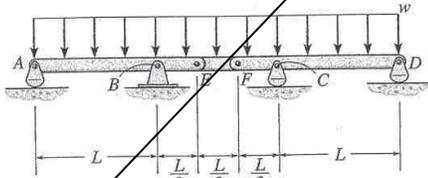
7.57

7.57. Si  $L = 18$  pies, la viga fallará cuando la fuerza cortante máxima sea  $V_{máx} = 800$  lb, o el momento máximo sea  $M_{máx} = 1200$  lb · pie. Determine la intensidad  $w$  más grande de la carga distribuida que la viga soportará.

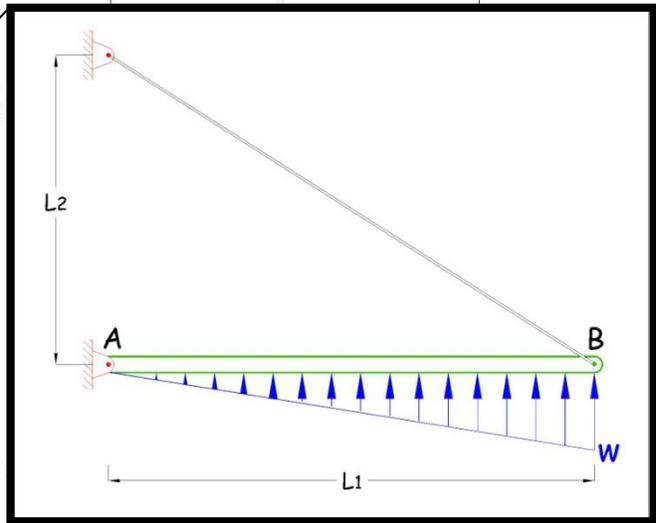


7.55

7.55. Trace los diagramas de fuerza cortante y de momento para la viga compuesta. La viga tiene pasadores en E y F.

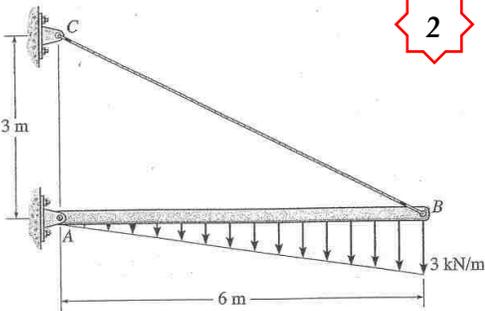


Prob. 7-55



7.56

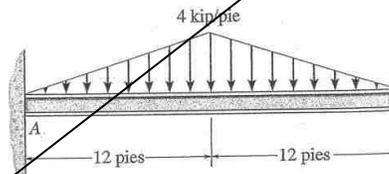
7.56. Trace los diagramas de fuerza cortante y de momento para la viga.



Prob. 7-56

7.59

7.59. Trace los diagramas de fuerza cortante y de momento para la viga.



Prob. 7-59

Figura 7.1-9. Procedimiento para generar imágenes en .jpg

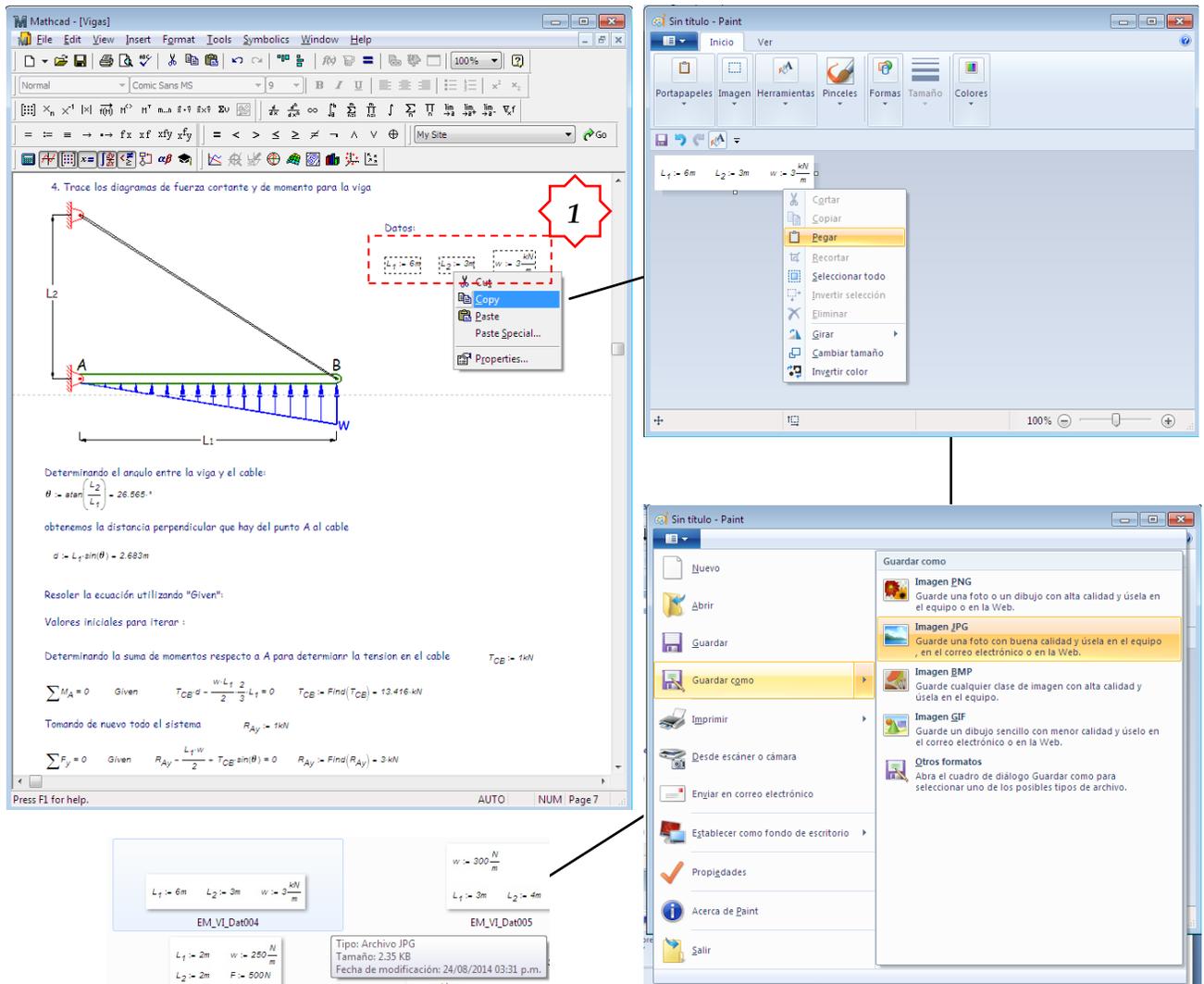


Figura 7.1-10. Procedimiento para generar imágenes de los datos de los ejemplos en .jpg

## 7.2 ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DE LA INFORMACIÓN DENTRO DE LA PLATAFORMA

Una vez creadas las categorías y con las imágenes necesarias dentro de la plataforma podemos dar paso al proceso de creación de preguntas dentro de la plataforma EDUCAFI.

Para su formulación, es necesario acceder desde la pantalla del curso al apartado de Preguntas (fig. 7.2-1), después de la lista desplegable seleccionamos la opción *Crear una nueva pregunta* (fig. 7.2-2) y, a continuación, se elige un tipo de pregunta de la lista de selección.

Después de elegir el tipo de pregunta deseado, se abre el correspondiente formulario de configuración, que es específico para cada tipo de pregunta.

**SISTEMA DE EVALUACIÓN DE APRENDIZAJE**

**ESTÁTICA ESTRUCTURAL**

**Objetivo**

Aplicar los conceptos aprendidos en clase para la solución de problemas que permitan reafirmar los conocimientos y el desarrollo de las destrezas y habilidades en temas relacionados con la Estática y el Análisis básico de estructuras.

**Forma de evaluación**

Los exámenes o series de ejercicios programados, tendrán un porcentaje dentro de la evaluación del curso y son de carácter obligatorio.

**Actividades y porcentajes**

1. Serie de ejercicios para el examen parcial No.1	8.33%
2. Simulación examen parcial No.1	30%
3. Serie de ejercicios para el examen parcial No.2	8.33%
4. Simulación examen parcial No.2	30%
5. Serie de ejercicios para el examen parcial No.3	8.33%
6. Simulación examen parcial No.3	30%

Figura 7.2-1. Pantalla del curso

**Banco de preguntas**

Categoría: I. Sistemas de Fuerzas y Momentos

Incluir sub-categorías

Mostrar también preguntas antiguas

Mostrar el texto de la pregunta en la lista de preguntas

Crear una pregunta nueva: Elegir...

Acción	Nombre	Tipo
	I.1 Respuestas anidadas (Cloze)	
	I.1 Opción múltiple	
	I.1 Respuesta corta	
	I.1 Numérica	
	I.1 Pregunta de emparejamiento de respuesta corta aleatoria	
	I.1 Verdadero/Falso	
	I.1 Pregunta 006.v001	
	I.1 Pregunta 007.v001	

Figura 7.2-2. Pantalla de banco de preguntas, crear nueva pregunta

Los tipos de preguntas posibles son:

Icono	Descripción
	<p><i>Opción múltiple:</i> preguntas en las que se da a elegir entre varias respuestas, pudiendo ser válidas más de una.</p>
	<p><i>Verdadero/Falso:</i> preguntas en las que el estudiante debe seleccionar entre dos opciones: Verdadero o Falso.</p>
	<p><i>Respuesta corta:</i> la respuesta es una palabra o frase corta. Puede haber varias respuestas correctas posibles con diferente puntuación.</p>
	<p><i>Numérica:</i> similar a las preguntas de respuesta corta pero la solución es un número al que se le puede permitir un cierto margen de error.</p>
	<p><i>Calculadas:</i> estas preguntas ofrecen una manera de crear preguntas numéricas individuales en las que se pueden utilizar variables que tomarán valores concretos en el momento de ejecutarse el cuestionario.</p>
	<p><i>Emparejamiento:</i> el estudiante debe relacionar los elementos de una lista "pregunta" con los de otra lista "respuesta"</p>
	<p><i>Respuestas incrustadas (Cloze):</i> consisten en un texto donde se pueden integrar varias preguntas incrustadas de tipo opción múltiple, preguntas cortas y numéricas.</p>
	<p><i>Ensayo:</i> el estudiante responde a una pregunta en formato libre. Estas preguntas no se califican automáticamente.</p>
	<p><i>Emparejamiento de respuestas cortas aleatoriamente:</i> la plataforma genera una pregunta de tipo Emparejamiento seleccionando al azar preguntas de tipo Respuesta corta existentes en la categoría actual.</p>
	<p><i>Descripción:</i> este formato no es una pregunta en sí misma. Todo lo que hace es mostrar un texto sin esperar respuesta.</p>

Para fines de este trabajo es necesario utilizar preguntas de tipo "emparejamiento", en ellas es posible incluir el planteamiento del problema y al menos tres incisos por pregunta, para lo que los alumnos tendrán una lista desplegable en cada inciso en la que deberán elegir la respuesta correcta. Se destaca que únicamente se describirá el procedimiento requerido para este tipo de preguntas, sin embargo, para los demás tipos de preguntas existentes el procedimiento requerido es similar.

Una vez elegido el tipo de pregunta accedemos a una nueva pantalla (fig. 7.2-3), en la que tenemos que llenar los diversos campos que aparecen, tales como la categoría a la que pertenecerá la pregunta que estamos creando, el nombre que le asignaremos, planteamiento del problema, el cual incluye las figuras de datos y diagramas, y respuestas correctas e incorrectas que verán los alumnos.

### Editando una pregunta de emparejamiento

Usted tiene permiso para:

- Editar esta pregunta
- Mover esta pregunta
- Guardar esto como pregunta nueva

Permite seleccionar la categoría en la que se guardará la pregunta.

#### Ajustes generales

Nombre de la pregunta

Categoría actual I.1 Momento respecto a un punto (23)  Usar esta categoría

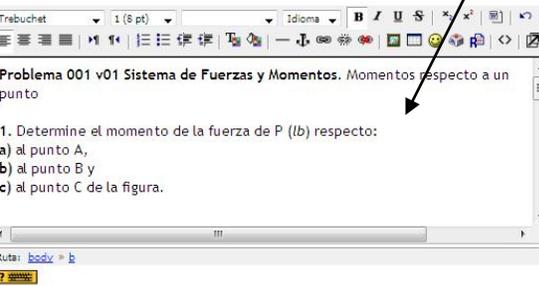
Guardar en categoría I.1 Momento respecto a un punto (23)

Nombre de la pregunta\* I.1 Pregunta 001.v001

Texto de la pregunta

El editor HTML Richtext ofrece una interface semejante a un procesador de textos como "Word", en esta ventana se escribe el planteamiento del problema incluyendo imágenes y datos

Valor por defecto de la pregunta



Factor de penalización por cada intento erróneo.

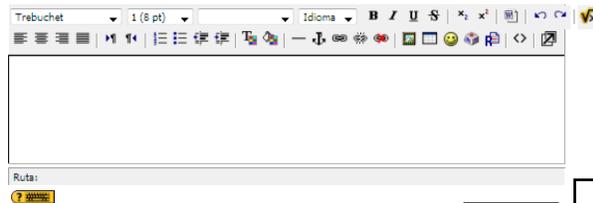
Formato Formato HTML

Imagen a mostrar Ninguno

Calificación por defecto de la pregunta\* 1

Factor de penalización\* 0.1

Retroalimentación general



Primera pregunta

Respuesta correcta a la primera pregunta

Segunda pregunta

Respuesta correcta a la segunda pregunta

Barajar

Opciones disponibles Debe llenar al menos tres preguntas. Las que deje en blanco no serán utilizadas.

Pregunta 1

Pregunta a) al punto A

Respuesta -300 lb-ft

Pregunta 2

Pregunta b) al punto B

Respuesta 0 (cero)

Figura 7.2-3. Formato para preguntas tipo emparejamiento

The screenshot displays a form with five question entries, each consisting of a 'Pregunta' (Question) field and a 'Respuesta' (Answer) field. The questions are as follows:

- Pregunta 3:** Pregunta: c) al punto C; Respuesta: 200 lb-ft. Annotated as 'Tercera pregunta' and 'Respuesta correcta a la tercera pregunta'.
- Pregunta 4:** Pregunta: (empty); Respuesta: 500 lb-ft. Annotated as 'Las preguntas en blanco se asocian a opciones erróneas'.
- Pregunta 5:** Pregunta: (empty); Respuesta: 10 ft. Annotated as 'Respuestas incorrectas que aparecerán en la lista desplegable de opción múltiple'.
- Pregunta 6:** Pregunta: (empty); Respuesta: 8.33 lb-ft. Annotated as 'Respuestas incorrectas que aparecerán en la lista desplegable de opción múltiple'.
- Pregunta 7:** Pregunta: (empty); Respuesta: 12.5 lb-ft. Annotated as 'Respuestas incorrectas que aparecerán en la lista desplegable de opción múltiple'.
- Pregunta 8:** Pregunta: (empty); Respuesta: 500 lb. Annotated as 'Respuestas incorrectas que aparecerán en la lista desplegable de opción múltiple'.

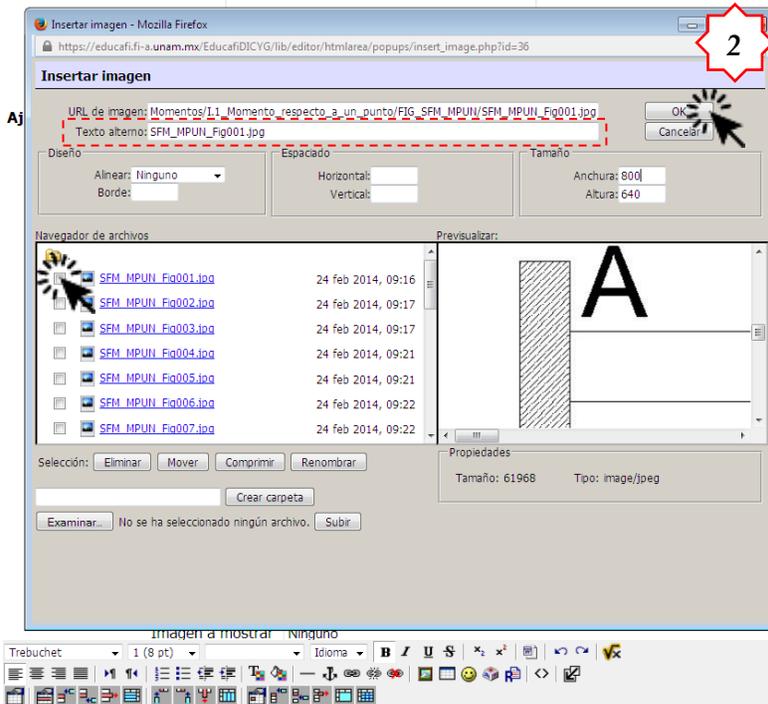
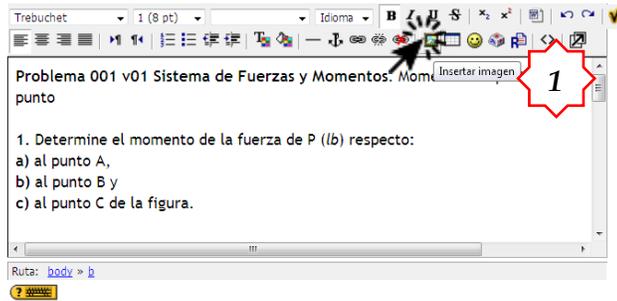
Below the questions, there is a button labeled '3 Más conjuntos de espacios en blanco'. At the bottom, a section titled 'Creado / Último guardado' shows creation and last saved dates. Three buttons are at the very bottom: 'Guardar cambios', 'Guardar como nueva pregunta', and 'Cancelar'. A red note below the buttons states: 'En este formulario hay campos obligatorios'.

**Figura 7.2-4. Formato para preguntas tipo emparejamiento (continuación)**

Para incluir imágenes dentro del planteamiento de las preguntas se sigue el siguiente procedimiento:

1. Dar clic en el símbolo de insertar imagen 
2. Seleccionar la imagen deseada en el navegador de archivos y asignarle un nombre en la casilla *Texto alternativo*.
3. Clic en *OK*, y automáticamente se cargará la imagen en el cuadro de texto.

Texto de la pregunta



Problema 001 v01 Sistema de Fuerzas y Momentos. Momentos respecto a un punto

1. Determine el momento de la fuerza de P (*lb*) respecto:
- a) al punto A,
  - b) al punto B y
  - c) al punto C de la figura.

$$L_1 = 6\text{ft} \quad L_2 = 4\text{ft} \quad P = 50\text{lb}$$

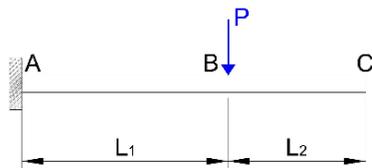


Figura 7.2-5. Agregando una imagen al planteamiento de la pregunta

Por último al terminar de llenar el formato tenemos varias opciones, *Guardar cambios*, donde la pregunta se guardará y reemplazará los datos que tenemos para la pregunta asociada a ese nombre; *Guardar como nueva pregunta*, los datos del formulario que estamos llenando se guardará como una nueva pregunta; y *Cancelar*, en esta opción no se guardará ningún cambio realizado en el formulario.

A medida que se van creando las preguntas, éstas se incorporan al “*Banco de preguntas*” en la categoría designada, como muestra la Fig. 7.2-6. Cada pregunta está identificada por su nombre y tipo (mediante un icono gráfico). En la lista aparecen también tres iconos que permiten gestionar cada pregunta, los cuales son los íconos estándar de *Edición* y de *Borrado* y el ícono de *Vista previa*, que permite visualizar la pregunta en una ventana separada, tal como se presentará en el cuestionario, y comprobar su funcionamiento (Fig. 7.2-7).

Se destaca que este procedimiento se realizó para cada uno de los ejemplos parametricamente desarrollado por lo que actualmente se cuenta con 156 problemas habilitados para su uso en EDUCAFI.

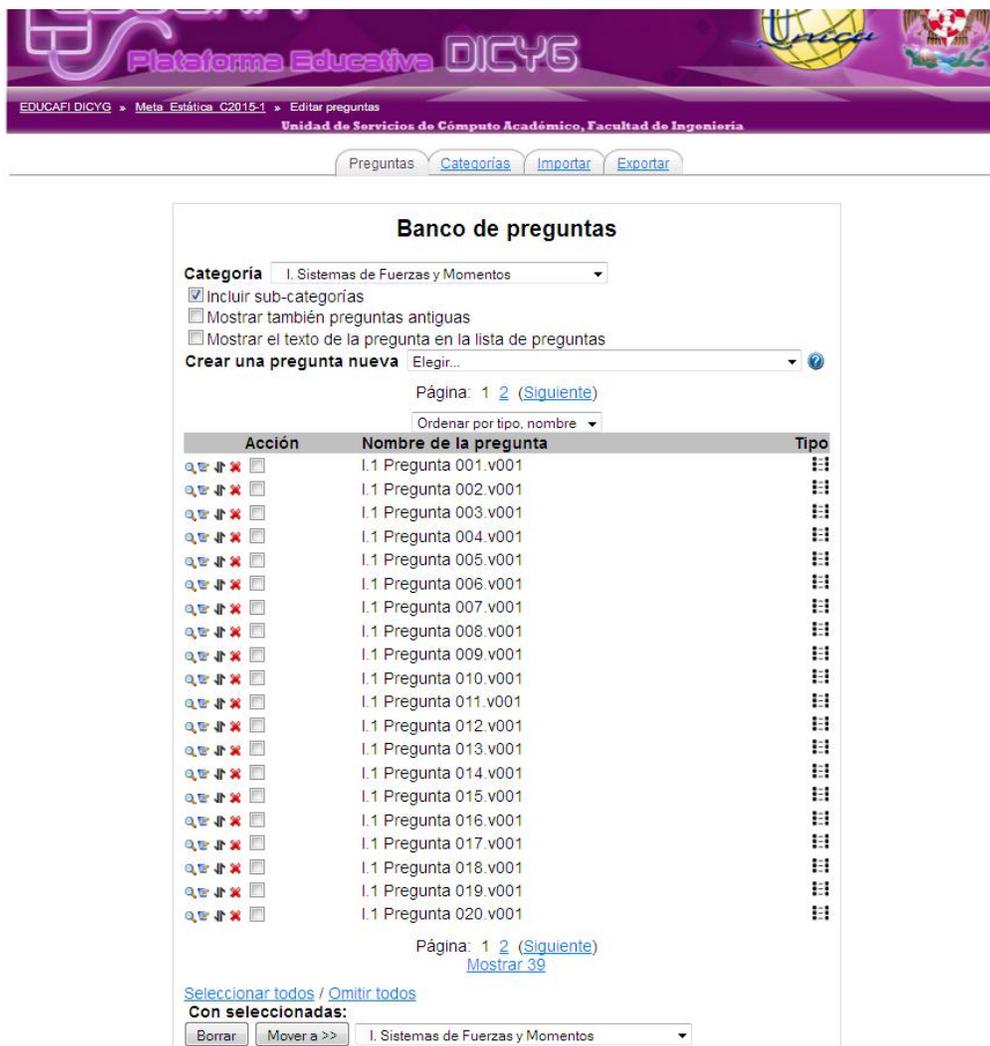


Figura 7.2-6. Pantalla de banco de preguntas, gestión de preguntas

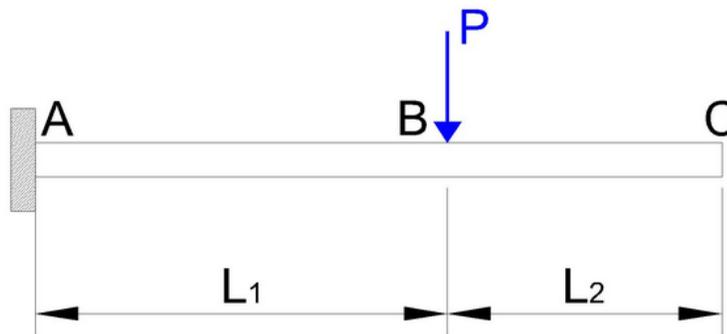
### Vista previa I.1 Pregunta 001.v001

**1** Problema 001 v01 Sistema de Fuerzas y Momentos. Momentos respecto a un punto

Puntos: --/1

1. Determine el momento de la fuerza de P (*lb*) respecto:
- a) al punto A,
  - b) al punto B y
  - c) al punto C de la figura.

$$L_1 = 6\text{ft} \quad L_2 = 4\text{ft} \quad P = 50\text{lb}$$



a) al punto A	Elegir...
c) al punto C	Elegir...
b) al punto B	Elegir...

Enviar

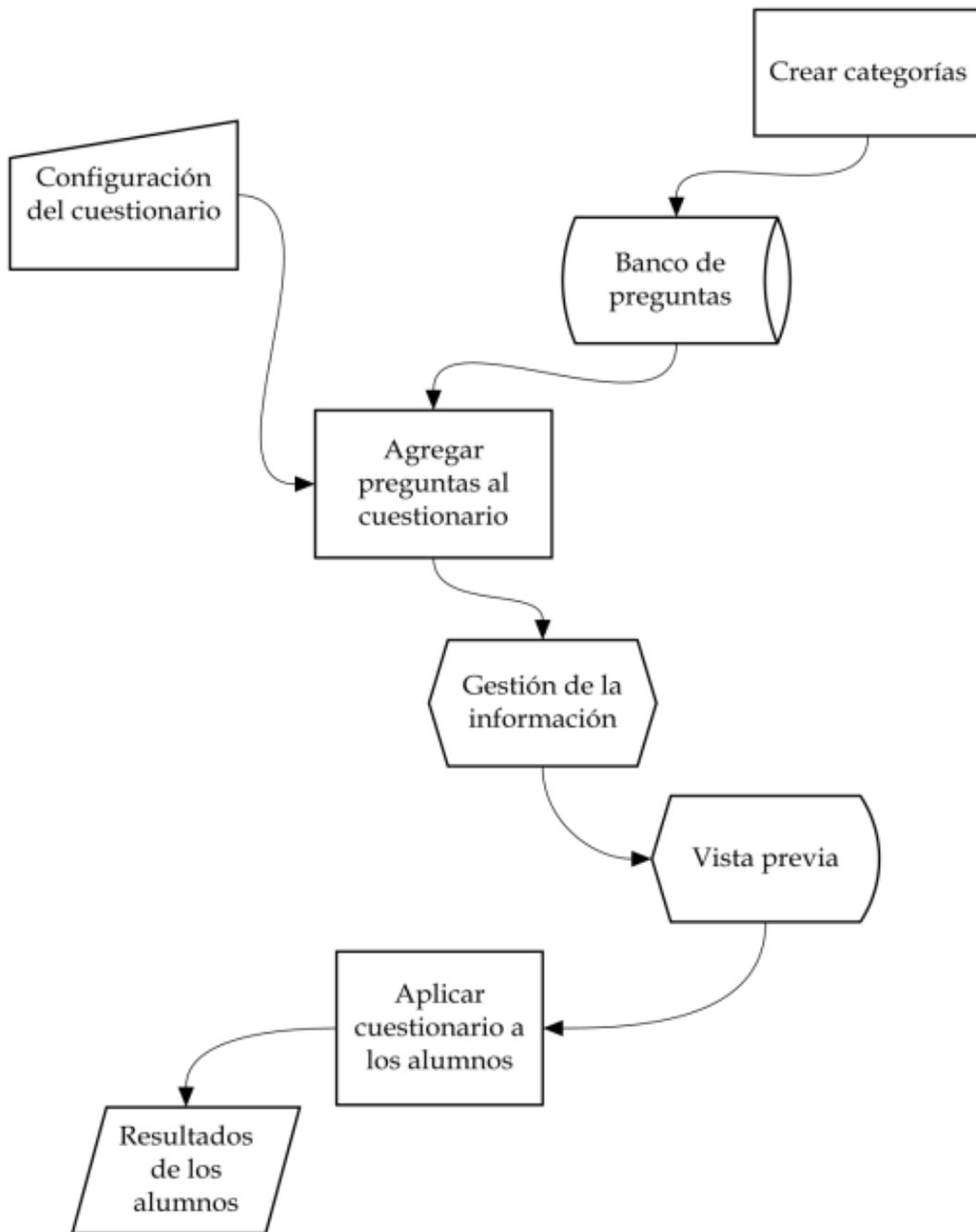
Enviar página    Enviar todo y terminar

Figura 7.2-7. Vista previa

### 7.3 SIMULACIÓN DEL PROCESO DE APLICACIÓN Y EVALUACIÓN

De acuerdo al diagrama de flujo de la figura 7.3-1, únicamente nos resta crear el cuestionario que servirá, para fines de este trabajo, como ejemplo de una de las posibilidades que tiene la plataforma EDUCAFI.

Se destaca que en este capítulo se presenta únicamente como se llenó el formulario del Cuestionario que se aplicó a los alumnos fig. 7.3-2 y 7.3-3, ya que en el capítulo 5.5 se describió a detalle cada una de sus partes y como crearlo. Cabe mencionar que para editar en cualquier momento las características del cuestionario creado basta por dar clic en el botón "Actualizar cuestionario" ubicado en la esquina superior derecha de la pantalla del cuestionario (Fig. 7.3-4).



*Figura 7.3-1. ¿Cómo crear un cuestionario?*

## Actualizando Cuestionario en tema 2

### Ajustes generales

Nombre\*

Introducción

Trebuchet 1 (8 pt) Idioma **B** *I* U ~~S~~  $\times_2$   $\times^2$

**Examen de reposición de los temas de Sistemas Equivalentes, Fricción, Centroides y Diagramas de Cuerpo Libre**

Instrucciones:

Ruta:

### Tiempo

Abrir cuestionario       Deshabilitar  
 Cerrar cuestionario       Deshabilitar  
 Límite de tiempo (en minutos)   Habilitar  
 Tiempo entre el primer y el segundo intento   
 Tiempo entre los intentos posteriores

### Mostrar

Número máximo de preguntas por página   
 Barajar preguntas   
 Barajar dentro de las preguntas

### Intentos

Intentos permitidos   
 Cada intento se basa en el anterior   
 Modo adaptativo

### Calificaciones

Método de calificación   
 Aplicar penalizaciones   
 Número de decimales en calificaciones

### Revisar opciones

Inmediatamente después de cada intento	Más tarde, mientras el cuestionario está aún abierto	Después de cerrar el cuestionario
<input type="checkbox"/> Respuestas -	<input type="checkbox"/> Respuestas -	<input checked="" type="checkbox"/> Respuestas -
<input type="checkbox"/> Soluciones -	<input type="checkbox"/> Soluciones -	<input type="checkbox"/> Soluciones -
<input type="checkbox"/> Comentario -	<input type="checkbox"/> Comentario -	<input checked="" type="checkbox"/> Comentario -
<input type="checkbox"/> Retroalimentación general	<input type="checkbox"/> Retroalimentación general	<input type="checkbox"/> Retroalimentación general
<input type="checkbox"/> Puntuaciones -	<input type="checkbox"/> Puntuaciones -	<input checked="" type="checkbox"/> Puntuaciones -
<input type="checkbox"/> Retroalimentación general	<input type="checkbox"/> Retroalimentación general	<input type="checkbox"/> Retroalimentación general

Figura 7.3-2. Plantilla recomendada para crear el cuestionario

**Seguridad**

Mostrar el cuestionario en una ventana "segura"  [?](#)

Se requiere contraseña   Desenmascarar [?](#)

Se requiere dirección de red  [?](#)

---

**Ajustes comunes del módulo**

Modo de grupo  [?](#)

Visible  [?](#)

Número ID  [?](#)

Categoría de calificación actual:  [?](#)

---

**Retroalimentación general** [?](#)

Límites de calificación	<input type="text" value="100%"/>
Comentario -	<input type="text" value="Muy bien!"/>
Límites de calificación	<input type="text" value="90%"/>
Comentario -	<input type="text" value="Muy bien!"/>
Límites de calificación	<input type="text" value="85%"/>
Comentario -	<input type="text" value="Bien!"/>
Límites de calificación	<input type="text" value="75%"/>
Comentario -	<input type="text" value="Suficiente"/>
Límites de calificación	<input type="text" value="69%"/>
Comentario -	<input type="text" value="Suficiente"/>
Límites de calificación	<input type="text" value="59%"/>
Comentario -	<input type="text" value="No aprobatoria"/>
Límites de calificación	<input type="text"/>
Comentario -	<input type="text"/>
Límites de calificación	<input type="text"/>
Comentario -	<input type="text"/>
Límites de calificación	<input type="text"/>
Comentario -	<input type="text"/>
Límites de calificación	<input type="text" value="0%"/>

*Figura 7.3-3. Plantilla recomendada para crear el cuestionario (continuación)*

## Segundo examen parcial

**Examen de reposición de los temas de Sistemas Equivalentes, Fricción, Centroides y Diagramas de Cuerpo Libre**

Instrucciones:

Las preguntas presentadas son de opción múltiple, deberán seleccionar la respuesta correcta en cada una de las casillas, cuidando no dejar ninguna vacía.

Este examen estará disponible únicamente el domingo 2 de noviembre de 18:00 a 20:30 hrs.

Para evitar problemas con el límite de tiempo, terminar el cuestionario y guardar cambios 5 min antes de la hora indicada.

Intentos permitidos: 2

Método de calificación: Calificación más alta

Este cuestionario está cerrado el domingo, 2 de noviembre de 2014, 20:30

[Intentos: 44](#)

### Resumen de sus intentos previos

Intento	Completado	Comentario -
---------	------------	--------------

*Figura 7.3-4. Plantilla recomendada para crear el cuestionario (continuación)*

Como se comentó, se debe asignar un nombre al cuestionario, en este caso se le consigno como "Segundo examen parcial", en el campo de introducción se establecieron las instrucciones generales que los alumnos verán antes de iniciar el cuestionario, las cuales se citan a continuación:

### ***Examen de reposición de los temas de Sistemas Equivalentes, Fricción, Centroides y Diagramas de Cuerpo Libre***

***Instrucciones:***

*Las preguntas presentadas son de opción múltiple, deberán seleccionar la respuesta correcta en cada una de las casillas, cuidando no dejar ninguna vacía.*

*Este examen estará disponible únicamente el domingo 2 de noviembre de 18:00 a 20:30 hrs.*

*Para evitar problemas con el límite de tiempo, terminar el cuestionario y guardar cambios 5 min antes de la hora indicada.*

En el cuestionario se eligieron ocho preguntas aleatorias, dos correspondientes al tema Sistemas Equivalentes, dos del tema de Centroides, dos de Diagramas de cuerpo libre y por último dos de Fricción.

El cuestionario se abrió el día 2 de noviembre y los alumnos tuvieron un tiempo de 2 horas 30 min para resolverlo. Cabe destacar que se les dio dos oportunidades para resolver satisfactoriamente el examen, con su respectiva penalización para cada intento incorrecto. En la fig. 7.3-5 se presenta la vista previa del “Segundo examen parcial”.

Una de las principales ventajas que ofrece la plataforma, es que los alumnos conozcan inmediatamente sus resultados, de esta manera el proceso que normalmente puede llevar al profesor calificar más de 30 exámenes toma en el sistema segundos.

The screenshot shows the 'Plataforma Educativa DICYG' interface. At the top, there is a navigation bar with the following text: 'EDUCAFI DICYG > Meta: Estática C2015-1 > Cuestionarios > Segundo examen parcial > Intento 1'. To the right of this bar is a button labeled 'Actualizar Cuestionario'. Below the navigation bar are three buttons: 'Resultados', 'Vista previa', and 'Editar'. The main content area is titled 'Vista previa del cuestionario' and contains a button 'Comenzar de nuevo'. Below this, there is a message: 'Los estudiantes verán este cuestionario en una ventana segura' and a note: 'Nota: Sus estudiantes no pueden acceder en este momento a este cuestionario'. The main question is 'Problema 6 v001 Centroides' with 'Puntos: 12'. The question text is: '6. Determine la coordenada y del centroide del área mostrada.' Below the text, there are two points defined:  $A := \begin{pmatrix} 6 \\ 0 \end{pmatrix}$  and  $B := \begin{pmatrix} 2 \\ 7 \end{pmatrix}$ , and two dimensions:  $g := 5$  and  $h := 2$ . A diagram shows a trapezoidal area in the first quadrant of a Cartesian coordinate system. The area is bounded by the X-axis, the Y-axis, a horizontal line at height  $g$ , and a vertical line at  $X=6$ . A point  $B$  is located at  $(2, 7)$ , and a point  $A$  is located at  $(6, 0)$ . The area is shaded gray. Below the diagram, there are three input fields for the answer: '¿Cuáles es la coordenada Y del centroide?', '¿Cuáles es la coordenada X del centroide?', and '¿Cuál es el área?'. Each field has a dropdown menu labeled 'Elegir...'. The first field is currently empty, the second field has 'Elegir...' selected, and the third field has 'Elegir...' selected.

**Figura 7.3-5. Vista previa del cuestionario**

## 7.4 REPORTE DE EVALUACIÓN

Como mencionamos en el capítulo anterior, la evaluación la realiza el sistema de manera inmediata en cuanto los alumnos finalizan y envían su examen. La calificación se guarda en el sistema de EDUCAFI y se encuentra disponible para su futura consulta tanto para los alumnos como para el profesor. Se destaca que los alumnos solo ven su calificación de manera individual y que aunque pueden ver en cual inciso se equivocaron, por la manera en que se recomienda llenar el formulario del cuestionario, no pueden ver las respuestas correctas.

Para ver los resultados de los alumnos como profesor, basta con hacer clic en el cuestionario en la pantalla del curso (fig. 7.4-1), este nos direcciona a la pantalla del cuestionario (fig. 7.4-2), en esta seleccionamos la pestaña de *Resultados* ubicada en la parte superior, ahí encontramos una lista con el nombre de los alumnos, hora en que iniciaron y en la que terminaron el examen, calificación del primer y segundo intento, y la calificación obtenida por pregunta (fig.7.4-3).

Cabe destacar que, es posible exportar los resultados a una hoja de Excel, para el manejo que se acostumbra normalmente por el profesor para la evaluación de los alumnos. Para exportar los datos, al final de la lista de alumnos, se presentan diversas opciones (fig. 7.4-4), en esta podemos seleccionar cuáles serán los rubros que queremos que estén reflejados en el archivo de Excel, para crear el archivo debe seleccionar las casillas ubicadas a la izquierda de la foto de los alumnos, las casillas que no estén seleccionadas no se incluirán en el archivo de Excel (fig.7.4-5).

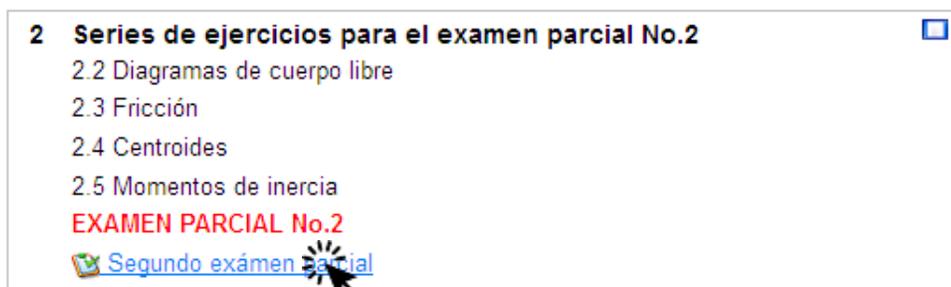


Figura 7.4-1. Selección del examen en la pantalla del curso

## Segundo examen parcial

### Examen de reposición de los temas de Sistemas Equivalentes, Fricción, Centroides y Diagramas de Cuerpo Libre

#### Instrucciones:

Las preguntas presentadas son de opción múltiple, deberán seleccionar la respuesta correcta en cada una de las casillas, cuidando no dejar ninguna vacía.

Este examen estará disponible únicamente el domingo 2 de noviembre de 18:00 a 20:30 hrs.

Para evitar problemas con el límite de tiempo, terminar el cuestionario y guardar cambios 5 min antes de la hora indicada.

Intentos permitidos: 2

Método de calificación: Calificación más alta

Este cuestionario está cerrado el domingo, 2 de noviembre de 2014, 20:30

[Intentos: 44](#)

### Resumen de sus intentos previos

Intento	Completado	Comentario -
Vista previa	domingo, 2 de noviembre de 2014, 20:30	

Continuar

Usted se ha autenticado como M.J. Octavio García Domínguez (Salir)

Figura 7.4-2. Pantalla del cuestionario

Plataforma Educativa DICYG

EDUCAFI DICYG > Meta Estática C2015-1 > Cuestionarios > Segundo examen parcial  
 Unidad de Servicios de Cómputo Académico, Facultad de Ingeniería

Resultados Vista previa Editar

Visión general Recalificar Calificación manual Análisis de ítems

Intentos: 44

Mostrando los intentos calificados y no calificados para cada usuario. El intento calificado para cada usuario está resaltado en verde. La calificación para este cuestionario es **Calificación más alta**.

Nombre : Todos ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ  
 Apellido : Todos ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

Página: 1 2 (Siguientes)

Ver todas las preguntas

Calificación obtenida en el primer intento (calificación más alta)

Calificación obtenida en el segundo intento

Calificación obtenida en cada pregunta

Nombre / Apellido	Comenzado el	Completado	Tiempo requerido	Calificación / 10	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	Comentario
OVANDO MENDOZA FATIMA ALEXANDRA	2 de noviembre de 2014, 18:03	-	abierto	-	-/1.3	-/1.2	-/1.3	-/1.2	-/1.3	-/1.2	-/1.3	-/1.2	-
GARCIA GARCIA JOSE MANUEL	2 de noviembre de 2014, 18:01	2 de noviembre de 2014, 20:22	2 horas 21 minutos	5.4	0/1.3	0.8/1.2	0.43/1.3	0.4/1.2	1.3/1.3	1.2/1.2	0.87/1.3	0.4/1.2	No aprobatoria
	2 de noviembre de 2014, 20:25	2 de noviembre de 2014, 20:25	20 segundos	5.4	0/1.3	0.8/1.2	0.43/1.3	0.4/1.2	1.3/1.3	1.2/1.2	0.87/1.3	0.4/1.2	No aprobatoria
BASSOCO CRUZ LUIS ALBERTO	2 de noviembre de 2014, 18:16	2 de noviembre de 2014, 20:25	2 horas 9 minutos	4.2	1.3/1.3	1.2/1.2	1.3/1.3	0/1.2	0/1.3	0/1.2	0/1.3	0.4/1.2	No aprobatoria
DIAZ PACHECO JESUS ANGEL	2 de noviembre de 2014, 18:16	2 de noviembre de 2014, 20:10	1 hora 53 minutos	7.07	0.87/1.3	1.2/1.2	0/1.3	0/1.2	1.3/1.3	1.2/1.2	1.3/1.3	1.2/1.2	Suficiente
	2 de noviembre de 2014, 20:14	2 de noviembre de 2014, 20:14	12 segundos	7.07	0.87/1.3	1.2/1.2	0/1.3	0/1.2	1.3/1.3	1.2/1.2	1.3/1.3	1.2/1.2	Suficiente
BOTTON ESCAFFI PIERO JOSE ARTURO	2 de noviembre de 2014, 18:04	2 de noviembre de 2014, 20:16	2 horas 11 minutos	7.93	0.87/1.3	1.2/1.2	1.3/1.3	1.2/1.2	1.3/1.3	0/1.2	0.87/1.3	1.2/1.2	Bien!
Eduardo García Tapia	2 de noviembre de 2014, 18:06	-	abierto	-	-/1.3	-/1.2	-/1.3	-/1.2	-/1.3	-/1.2	-/1.3	-/1.2	-
Heliodoro Juárez Meza	2 de noviembre de 2014, 18:02	2 de noviembre de 2014, 20:27	2 horas 25 minutos	8.2	1.3/1.3	1.2/1.2	1.3/1.3	0.8/1.2	1.3/1.3	1.2/1.2	1.3/1.3	0.8/1.2	Muy bien!
Joaquín Meléndez Gómez	2 de noviembre de 2014, 18:20	2 de noviembre de 2014, 20:28	2 horas 8 minutos	3.77	0.87/1.3	0.4/1.2	0/1.3	0.4/1.2	0/1.3	0/1.2	1.3/1.3	0.8/1.2	No aprobatoria

Figura 7.4-3. Pantalla de resultados

	<a href="#">MAURICIO</a>																		
	JUAREZ FLORES JUAN MANUEL	<a href="#">2 de noviembre de 2014, 18:07</a>		abierto		<a href="#">-/1.3</a>	<a href="#">-/1.2</a>	<a href="#">-/1.3</a>	<a href="#">-/1.2</a>	<a href="#">-/1.3</a>	<a href="#">-/1.2</a>	<a href="#">-/1.3</a>	<a href="#">-/1.3</a>	<a href="#">-/1.2</a>					
	JUAREZ QUIRARTE LUIS EDUARDO	<a href="#">2 de noviembre de 2014, 18:11</a>	<a href="#">2 de noviembre de 2014, 19:55</a>	1 hora 43 minutos	<b>5.6</b>	<a href="#">1.3/1.3</a>	<a href="#">1.2/1.2</a>	<a href="#">0.43/1.3</a>	<a href="#">0/1.2</a>	<a href="#">0.87/1.3</a>	<a href="#">0/1.2</a>	<a href="#">1.3/1.3</a>	<a href="#">0.4/1.2</a>	No aprobatoria					
		<a href="#">2 de noviembre de 2014, 19:55</a>	<a href="#">2 de noviembre de 2014, 20:08</a>	12 minutos 37 segundos	<b>5.6</b>	<a href="#">1.3/1.3</a>	<a href="#">1.2/1.2</a>	<a href="#">0.43/1.3</a>	<a href="#">0/1.2</a>	<a href="#">0.87/1.3</a>	<a href="#">0/1.2</a>	<a href="#">1.3/1.3</a>	<a href="#">0.4/1.2</a>	No aprobatoria					
	Promedio general				5.89	<a href="#">0.8/1.3</a>	<a href="#">1/1.2</a>	<a href="#">0.82/1.3</a>	<a href="#">0.73/1.2</a>	<a href="#">0.67/1.3</a>	<a href="#">0.64/1.2</a>	<a href="#">0.63/1.3</a>	<a href="#">0.62/1.2</a>	No aprobatoria					

Página: 1 [2](#) (Siguiente)

[Seleccionar todos / Omitir todos](#) [Eliminar los intentos seleccionados](#)

[Descargar en formato ODS](#) [Descargar en formato Excel](#) [Descargar en formato de texto](#)

**Preferencias sólo para esta página**

Mostrar/descargar [todos los intentos](#)

Mostrar/descargar  sólo el intento que es calificado para cada usuario (Calificación más alta)

**Sus preferencias para este informe**

Tamaño de página

Mostrar/descargar marcas para cada pregunta [Sí](#)

[Guardar preferencias](#)

Figura 7.4-4. Pantalla de resultados (exportar calificaciones)

<input checked="" type="checkbox"/>		GENIS SALINAS ALEJANDRA	<a href="#">2 de noviembre de 2014, 18:03</a>	<a href="#">2 de noviembre de 2014, 20:24</a>	2 horas 21 minutos	<b>8.27</b>	<a href="#">0.43/1.3</a>	<a href="#">1.2/1.2</a>	<a href="#">0.87/1.3</a>	<a href="#">1.2/1.2</a>	<a href="#">1.3/1.3</a>	<a href="#">1.2/1.2</a>	<a href="#">0.87/1.3</a>	<a href="#">1.2/1.2</a>	Bien!
<input checked="" type="checkbox"/>		HERNANDEZ ALCANTARA ASHLEY ZOEL	<a href="#">2 de noviembre de 2014, 18:04</a>	<a href="#">2 de noviembre de 2014, 18:47</a>	43 minutos 37 segundos	<b>4.57</b>	<a href="#">0.87/1.3</a>	<a href="#">1.2/1.2</a>	<a href="#">0.87/1.3</a>	<a href="#">0.8/1.2</a>	<a href="#">0/1.3</a>	<a href="#">0.4/1.2</a>	<a href="#">0.43/1.3</a>	<a href="#">0/1.2</a>	No aprobatoria
<input checked="" type="checkbox"/>		HERNANDEZ EQUIHUA DAVID	<a href="#">2 de noviembre de 2014, 18:02</a>	<a href="#">2 de noviembre de 2014, 20:12</a>	2 horas 9 minutos	<b>6.63</b>	<a href="#">1.3/1.3</a>	<a href="#">1.2/1.2</a>	<a href="#">1.3/1.3</a>	<a href="#">0.8/1.2</a>	<a href="#">0.43/1.3</a>	<a href="#">1.2/1.2</a>	<a href="#">0/1.3</a>	<a href="#">0.4/1.2</a>	Suficiente
<input checked="" type="checkbox"/>		HERNANDEZ LOPEZ LUIS EDUARDO	<a href="#">2 de noviembre de 2014, 18:04</a>	<a href="#">2 de noviembre de 2014, 20:28</a>	2 horas 25 minutos	<b>7.06</b>	<a href="#">0.93/1.3</a>	<a href="#">1.2/1.2</a>	<a href="#">1.3/1.3</a>	<a href="#">0.8/1.2</a>	<a href="#">0/1.3</a>	<a href="#">1.2/1.2</a>	<a href="#">0.43/1.3</a>	<a href="#">1.2/1.2</a>	Suficiente
<input checked="" type="checkbox"/>		HERNANDEZ SANJUAN DAVID GIOVANNI	<a href="#">2 de noviembre de 2014, 18:00</a>								<a href="#">-/1.3</a>	<a href="#">-/1.2</a>	<a href="#">-/1.3</a>	<a href="#">-/1.2</a>	-
<input checked="" type="checkbox"/>		JIMENEZ DE LA GARZA CESAR MAURICIO	<a href="#">2 de noviembre de 2014, 18:03</a>								<a href="#">-/1.3</a>	<a href="#">-/1.2</a>	<a href="#">-/1.3</a>	<a href="#">-/1.2</a>	-
<input checked="" type="checkbox"/>		JUAREZ FLORES JUAN MANUEL	<a href="#">2 de noviembre de 2014, 18:07</a>								<a href="#">-/1.3</a>	<a href="#">-/1.2</a>	<a href="#">-/1.3</a>	<a href="#">-/1.2</a>	-
<input checked="" type="checkbox"/>		JUAREZ QUIRARTE LUIS EDUARDO	<a href="#">2 de noviembre de 2014, 18:11</a>								<a href="#">0.87/1.3</a>	<a href="#">0/1.2</a>	<a href="#">1.3/1.3</a>	<a href="#">0.4/1.2</a>	No aprobatoria
<input checked="" type="checkbox"/>			<a href="#">2 de noviembre de 2014, 19:55</a>								<a href="#">0.87/1.3</a>	<a href="#">0/1.2</a>	<a href="#">1.3/1.3</a>	<a href="#">0.4/1.2</a>	No aprobatoria
		Promedio general					<a href="#">1.2</a>	<a href="#">0.67/1.3</a>	<a href="#">0.64/1.2</a>	<a href="#">0.63/1.3</a>	<a href="#">0.62/1.2</a>				No aprobatoria

Abriendo Meta\_Estatica\_C2015-1\_Segundo\_examen\_parcial.xls

Ha elegido abrir:

Meta\_Estatica\_C2015-1\_Segundo\_examen\_parcial.xls que es: Hoja de cálculo de Microsoft Office Excel 97-2003 de: https://educafi.fi-a.unam.mx

¿Qué debería hacer Firefox con este archivo?

Abrir con [Microsoft Office Excel \(predeterminada\)](#)

Guardar archivo

Hacer esto automáticamente para estos archivos a partir de ahora.

[Aceptar](#) [Cancelar](#)

Página: 1 [2](#) (Siguiente)

[Seleccionar todos / Omitir todos](#) [Eliminar los intentos seleccionados](#)

[Descargar en formato ODS](#) [Descargar en formato Excel](#) [Descargar en formato de texto](#)

Figura 7.4-5. Pantalla de resultados, exportar a Excel

En el Anexo III se presenta el archivo que genera EDUCAFI con las calificaciones obtenidas por los alumnos.

Por otra parte, EDUCAFI hace una estadística de los resultados obtenidos, en ella se observa un gráfico de barras de calificaciones  $v_s$  estudiantes (fig. 7.4-6).

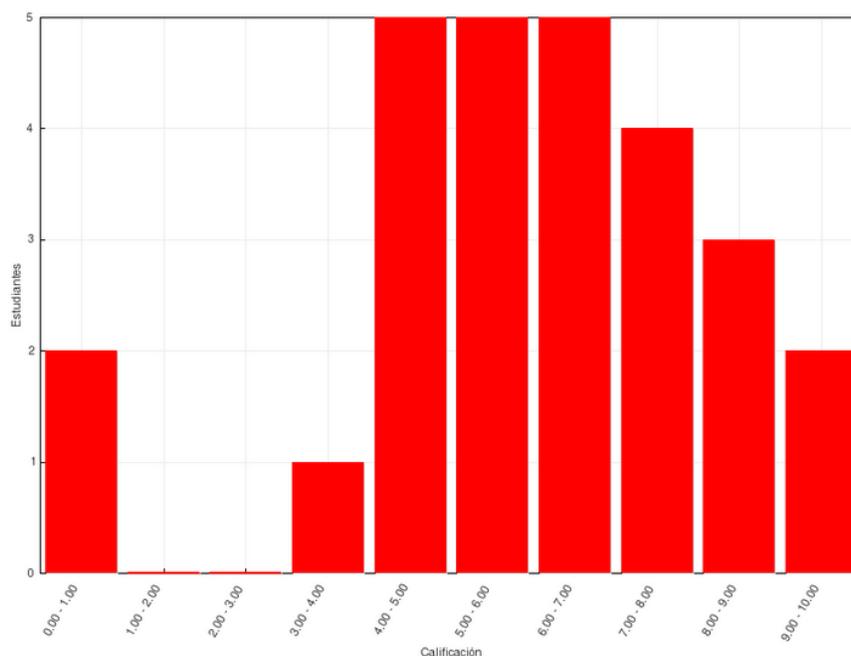
Sus preferencias para este informe

Tamaño de página

Mostrar/descargar marcas para cada pregunta

Guardar preferencias

**Gráfico de barras del número de estudiantes que alcanzan los rangos de calificación**



Usted se ha autenticado como M.I. Octavio García Domínguez (Salir)

**Figura 7.4-6. Gráfico de barras del número de estudiantes que alcanzan los rangos de calificación**

Otro dato importante, que cabe destacar a los profesores es que EDUCAFI realiza un seguimiento a los alumnos, es decir, guarda la hora, fecha y actividad que realizan los alumnos dentro de la plataforma; por lo que es posible identificar a qué hora algún alumno ingreso al sistema, a qué hora comenzó el examen cuanto tiempo tardó en cada reactivo y en qué momento envió sus resultados.

Con la finalidad de tener un parámetro de comparación, se realizó un examen escrito que abarco los mismos temas que el realizado en la plataforma.

El total de alumnos que realizaron el examen en EDUCAFI fue de 26, mientras que los alumnos que realizaron el examen presencial fueron 33.

Se destaca que una desventaja de la plataforma son los problemas “técnicos”, o eventualidades tecnológicas fuera del alcance del profesor y de EDUCAFI en sí, como fallas en el suministro eléctrico, fallas en los equipos utilizados, horario, entre otros.

Sin embargo, como podemos observar en la gráfica de la figura siguiente, los resultados obtenidos por los alumnos en el salón de clase son similares a las obtenidas en el examen realizado en la plataforma educativa EDUCAFI.

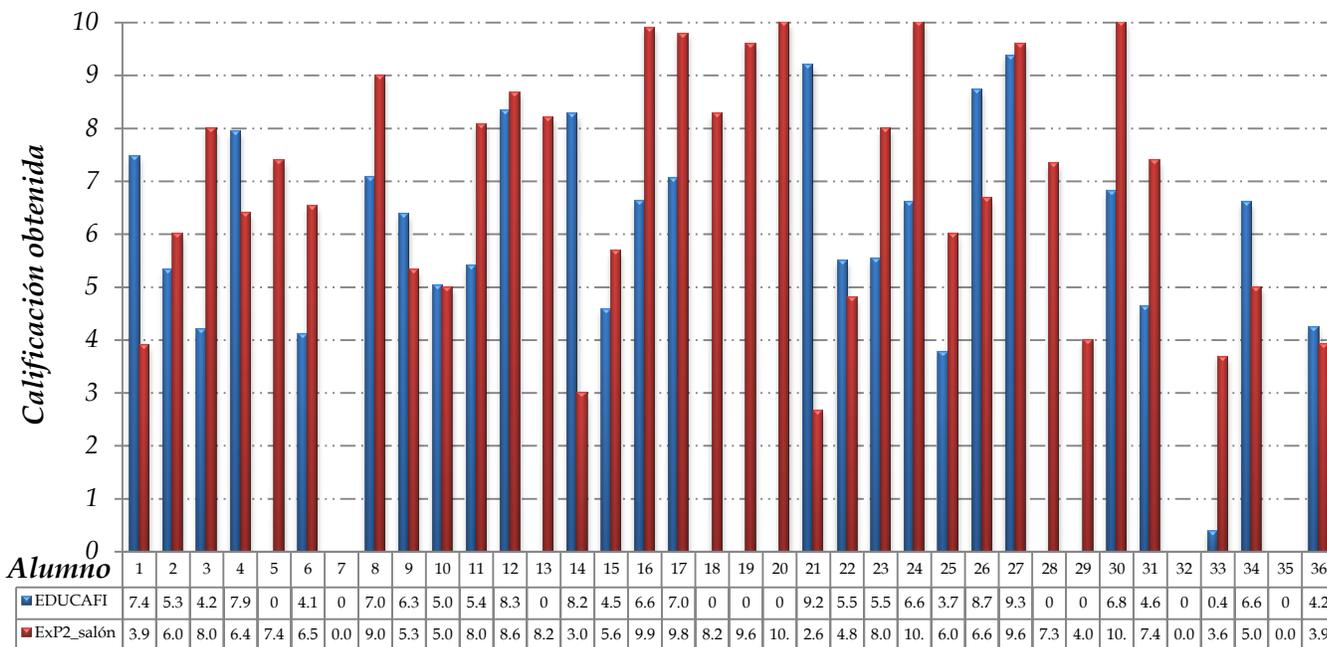
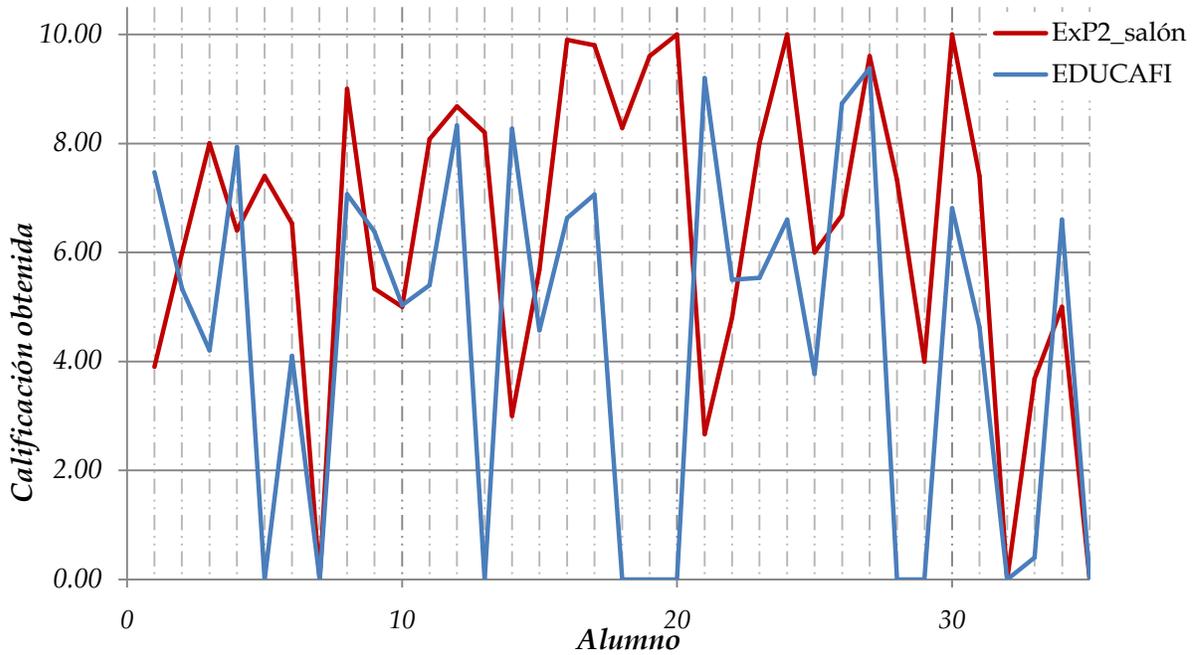


Fig. 7.4-7. Gráfico Calificación obtenida en examen EDUCAFI y presencial

Cabe destacar que, otro factor a tomar en cuenta en estos resultados fue la motivación de los alumnos por mejorar la calificación obtenida en el examen presencial, ya que es claro que los que obtuvieron una calificación baja en el examen realizado en el salón de clases, tienden a aumentar su calificación; mientras que los alumnos que obtuvieron buenos resultados en su examen presencial observan una ligera disminución en sus resultados. Se infiere que esta situación fue propiciada dado que, en el momento que los alumnos realizaron el examen en EDUCAFI, tenían conocimiento previo de los resultados obtenidos en el examen presencial.

En el gráfico de la fig. 7.4-8, es posible observar de manera más clara la tendencia por alumno de las calificaciones obtenidas. Es claro que los resultados en general del examen realizado en EDUCAFI es ligeramente menor al obtenido en el salón de clase, sin embargo la tendencia en ambas es, con algunas variaciones, muy similar.

El promedio general obtenido en EDUCAFI fue de 6.12, mientras que el promedio de calificaciones de los exámenes realizados en el salón de clase fue de 6.91.



*Fig. 7.4-8. Gráfica comparativa calificación obtenida en examen EDUCAFI y presencial*

Dejando a un lado los “problemas técnicos” o “eventualidades” que los estudiantes comentan, podemos decir que no existe en sí una gran diferencia entre el examen presencial y el realizado en la plataforma.

## VIII. CONCLUSIONES

---

El avance tecnológico actual obliga a incorporar nuevas metodologías de enseñanza, en las que se incluya el manejo de los nuevos desarrollos tecnológicos, herramientas y software existente.

Para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje es indispensable emplear y explotar los recursos que nos ofrecen hoy en día las tecnologías de la información y comunicación TIC's; estas no solo han facilitado el desarrollo de algunas de las tareas comúnmente realizadas por los profesores, si no también han abierto nuevas oportunidades para modificar los ambientes de aprendizaje, permitiendo un acceso universal a la educación.

Como se mencionó, el incorporar el uso de las TIC's al proceso enseñanza-aprendizaje, implica un compromiso por parte de los docentes y alumnos, donde no solo se siga una moda por el avance acelerado en la tecnología, si no realmente se aproveche el potencial que ofrecen estos desarrollos.

Las TIC's, como su nombre lo indica, engloban todo tipo de herramientas tecnológicas y elementos que permiten el intercambio de la información, entre ellas se encuentra el internet y software especializado que, para el área de ingeniería, incluye todos los programas de manejo numérico y gráfico, tales como Mathcad, Matlab, Prezi y plataformas educativas, entre otros.

Las plataformas educativas son herramientas para crear sitios web dinámicos, que ofrecen a las instituciones educativas, diversas herramientas como chats, foros, correo electrónico, archivos en línea, tareas y exámenes en línea, y comunicación entre profesores y alumnos de la misma comunidad educativa, que pueden impactar favorablemente en el proceso enseñanza-aprendizaje.

La Facultad de Ingeniería como ente cambiante y evolucionando conforme al avance tecnológico, en función de sus necesidades ha seleccionado y ha puesto a la disposición de los profesores y alumnos, una excelente plataforma libre basada en MOODLE denominada EDUCAFI con la cual cada profesor podrá gestionar un entorno virtual de aprendizaje que optimice el manejo de la información y algunos recursos empleados en el aprendizaje y evaluación de sus alumnos. Las posibilidades que ofrece la plataforma educativa EDUCAFI, tales como interactuar con los alumnos no sólo a través de mensajes y eventos en el calendario, dar de alta, actualizar y borrar alumnos, foros, grupos de usuarios, compartir archivos, aplicar exámenes, programar tareas, encuestas, chat, permiten considerar a esta herramienta como un recurso adicional a la actividad docente tradicional, que es importante incorporar al quehacer cotidiano en nuestra Facultad.

Se destaca que el manejo de la plataforma es muy intuitivo y no se requiere de grandes conocimientos en computación para su manejo, con lo que se salva una situación que ha sido una fuerte limitante para que muchos profesores utilicen estos desarrollos actuales.

De acuerdo a diversas encuestas realizadas en semestres pasados a los profesores de la Facultad de Ingeniería, se hace evidente el poco uso de las TIC'S, y en particular de EDUCAFI, por lo que se presenta este trabajo como un recurso del Departamento de Estructuras para auxiliar a los alumnos y, particularmente, a los profesores a introducirse gradual y fácilmente al uso de las mismas, como herramienta de apoyo para el desarrollo de sus clases. Se trata de una primera etapa que se encuentra enfocada al desarrollo de material didáctico en asignaturas relacionadas con el análisis estructural.

En los contenidos que conforman el nuevo plan de estudios de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, en el área de estructuras, puede observarse, en la gran mayoría de ellos, que el manejo y/o desarrollo numérico es importante y, tradicionalmente, ha sido tedioso y complejo, sin embargo, necesario para que los alumnos consoliden sus conocimientos. Por ello, es altamente recomendable que en esta área se aprovechen ventajosamente los numerosos desarrollos tecnológicos actuales (equipos y software) que además de reforzar aspectos conceptuales, nos ayuden a desarrollar mayores y mejores destrezas y habilidades; utilizando la plataforma educativa EDUCAFI.

Con la finalidad de contribuir, mejorar y hacer más eficiente el proceso de enseñanza aprendizaje en el área de estructuras, como parte de este trabajo de tesis, se desarrolló una base de ejercicios típicos formada por 156 problemas, que abarcan básicamente los temas relacionados con la estática y el análisis de estructuras isostáticas. Estos problemas fueron resueltos de manera paramétrica, lo cual permitirá generar "n" número de problemas como material de apoyo para las asignaturas de Estructuras Isostáticas y, parcialmente en la de Análisis Estructural, en esta primera etapa del proyecto, siendo una base para una segunda etapa que complementa la asignatura de Análisis Estructural e incluya las asignaturas de Mecánica de Materiales.

Debido a la gran cantidad de información que se maneja en la plataforma es necesario realizar un procesamiento previo de la misma, además de clasificarla y organizarla de forma referenciada para actualizarla y hacer eficiente su manejo dentro y fuera del sistema de EDUCAFI.

Se recomienda que, para el desarrollo de nuevos problemas, se mantenga la estructura organizacional propuesta en este trabajo para la base de datos, es decir, que contenga un planteamiento, esquema, datos, desarrollo y resultados, con la cual se logró un manejo eficiente de la información.

Se destaca que los 156 problemas se encuentran disponibles y habilitados para su uso en EDUCAFI y con ellos será posible realizar exámenes diagnóstico, series de ejercicios, exámenes parciales o finales, según sea requerido por cualquiera de los profesores del Departamento de Estructuras, preferentemente para las asignaturas de Estructuras Isostáticas, y en menor medida para Análisis Estructural.

De los resultados de la aplicación realizada de dos exámenes parciales a un mismo grupo de la asignatura de Estática Estructural del semestre 2015-1, uno realizado de manera tradicional (de manera escrita y en el salón de clases) y otro realizado a distancia a través de la plataforma educativa EDUCAFI, se pudo observar que las calificaciones obtenidas

por los alumnos fueron sensiblemente las mismas, con la diferencia de que en este último las calificaciones se conocieron inmediatamente. Dadas las incertidumbres inherentes a la realización de este tipo de evaluaciones, no se pretende recomendar aún que estas sustituyan a las presenciales, sin embargo, el resultado obtenido sugiere que pueden ser empleadas como complemento a las evaluaciones convencionales. Donde sí se observa un potencial importante es en el desarrollo de tareas y series de ejercicios donde los alumnos podrán incrementar notablemente sus habilidades y destrezas numéricas en los temas de las asignaturas antes mencionadas. El uso de esta herramienta constituye, para el profesor, un ahorro notable en tiempo y esfuerzo para la evaluación de este tipo de tareas.

Para la aplicación de los exámenes realizados en la plataforma EDUCAFI es importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Preferentemente realizarlo en un espacio controlado que cuente con las facilidades de acceso a internet.
- Pedir a los alumnos una memoria de cálculo para respaldar las respuestas ingresadas al sistema.
- Contemplar un margen de tiempo de 5 a 10 min antes de la terminación del plazo asignado al examen, para el envío de los resultados a la plataforma.

Con el material desarrollado en este trabajo y disponible actualmente en EDUCAFI es posible explotar esta herramienta para realizar exámenes de diagnóstico que permitan a los profesores identificar deficiencias en los antecedentes de sus asignaturas y tomar las medidas pertinentes para mitigarlos.

Se reitera que este trabajo es una etapa inicial de un proyecto académico del Departamento de Estructuras, que tiene como objetivo principal invitar a que los profesores exploren este recurso, el cual como se explicó, no sustituye a la forma tradicional de docencia, si no que la complementa, ampliando la posibilidad de que los alumnos tengan un mejor manejo numérico que es ampliamente necesario para su desarrollo profesional.

A corto plazo se espera que cada semestre, la base de datos aumente el número de problemas disponibles en la plataforma para su uso por parte de los profesores y alumnos, abriendo aún más las posibilidades y efectividad del proceso enseñanza-aprendizaje.

# REFERENCIAS

---

1. Facultad de Ingeniería UNAM, *Incorporación de las tecnologías de la Información y la comunicación, TIC's en el proceso enseñanza y aprendizaje de las asignaturas de Ciencias Básicas* [en línea] <http://dcb.fi-c.unam.mx/ProyectoTICS/> [consulta: Agosto, 2014].
2. Mtra. María de los Ángeles Navales Coll, Mtro. Oscar Omaña Cervantes, Dr. Claudio Daniel Perazz. *Las tecnologías de la información y la comunicación y su impacto en la educación*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. [en línea] <http://bibliotecadigital.conevyt.org.mx/colecciones/documentos/somece/43.pdf> [consulta: Septiembre, 2014]
3. A. Haro Ruiz y G. Mata Hernández, *Las TIC's en el proceso de formación de ingenieros, conocimiento y utilización*. Ponencia Asociación Nacional de Escuelas y Facultades de Ingeniería, 2011.
4. Jesús Baños Sancho, *La plataforma educativa Moodle, creación de aulas virtuales, Manual de consulta para el profesorado, (Versión 1.8)* Getafe, Octubre de 2007, [en línea] <http://www.estadistica.ucr.ac.cr/contenido/docs/material/moodle.pdf>[consulta: septiembre, 2014]
5. Lic. Carlos Neri, *Plataforma Educativa Moodle: La Favorita de los educadores*. Ed. Santillana. [en línea] <http://www.enmoebius.com.ar/campus/14.pdf> [consulta: Agosto, 2014]
6. *Plataformas educativas* [en línea] <http://agora.ucv.cl/manual/plataformas/plataformas.html> [consulta: agosto, 2014]
7. Unidad de Servicios de Cómputo Académico (UNICA), *Plataforma Educativa EDUCAFI Tecnología y aprendizaje en el desarrollo de la actividad académica*, [en línea] [https://educafi.fi-a.unam.mx/Documentos/triptico\\_educafi\\_2009-2.pdf](https://educafi.fi-a.unam.mx/Documentos/triptico_educafi_2009-2.pdf) [consulta: agosto, 2014]
8. Ana Dzaja, *Basic Concepts of Information and Communication Technology, Open Society for Idea Exchange*, Odrazil, Zagreb, 2011. [en línea] [http://www.itdesk.info/handbook\\_basic\\_ict\\_concepts.pdf](http://www.itdesk.info/handbook_basic_ict_concepts.pdf)[consulta: septiembre, 2014].

9. Ma. Cristina Pérez Romero, *Características de las Plataformas Educativas*, [Salón en Línea], 2009, UNAM, [consulta: agosto, 2014]
10. Unidad de Servicios de Cómputo Académico (UNICA), *Plataforma Educativa EDUCAFI, Manual del alumno*. [en línea] Facultad de Ingeniería, UNAM, [consulta: julio, 2014]
11. Ing. Irene Patricia Valdez y Alfaro, *Encuesta para Profesores sobre el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, TICs*, 2011, UNAM.
12. Ing. Irene Patricia Valdez y Alfaro, *Herramientas TIC aplicables a la Educación Superior a la Ingeniería*, 2011, UNAM, [en línea] [http://dcb.fi-c.unam.mx/ProyectoTICS/contenidos/HerramientasTIC\\_.pdf](http://dcb.fi-c.unam.mx/ProyectoTICS/contenidos/HerramientasTIC_.pdf) [consulta: julio, 2014]
13. Ing. Ma. Teresa Garibay, *6° Seminario Internacional a distancia. Inclusión de las TIC en Educación Superior*, 2013, Mendoza, Argentina. [en línea] [http://www.uncu.edu.ar/seminario\\_rueda/upload/t181.pdf](http://www.uncu.edu.ar/seminario_rueda/upload/t181.pdf) [consulta: agosto, 2014]
14. Secretaria de educación Pública (SEP), *Aprendiendo a aprender con TIC*, [en línea] [http://tic.sepdf.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=87&Itemid=106](http://tic.sepdf.gob.mx/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=87&Itemid=106) [consulta: agosto, 2014]
15. Community Research and Development Information Service (CORDIS), *ICT - Information and Communication Technologies*, European Commission, [en línea] <http://cordis.europa.eu/fp7/ict/> [consulta: septiembre, 2014]
16. Australian Curriculum, *Information and communication technology (ICT) capability* [en línea] <http://www.australiancurriculum.edu.au/GeneralCapabilities/Pdf/ICT> [consulta: agosto, 2014]
17. Posted by mao9328 en abril 21, 2009, *¿QUE SON LAS TICs?*, [video en línea] <http://mao9328.wordpress.com/2009/04/21/hello-world/> [consulta: agosto, 2014]
18. Asociación para el progreso de las comunicaciones, *Tecnologías de información y comunicación* [en línea] <https://www.apc.org/es/taxonomy/term/1075> [consulta: agosto, 2014]

# ANEXOS

---

ANEXO I.  
ÍNDICE DE PROBLEMAS

---

Índice de problemas										
Tema	ref.	Subtema	ref.	No. Problema	Figuras .jpg	DatosV001	Solución	Figuras .dwg	Nombre del problema en EDUCAFI	
I. Sistemas de Fuerzas y Momentos	SFM	I.1 Momento respecto a un punto	MPUN	1	SFM_MPUN_Fig001	SFM_MPUN_Dat001	"Momentos respecto a un punto.xmcd"	"Sistema de Fuerzas y momentos.dwg"	I.1 Problema 1 .v001	
				2	SFM_MPUN_Fig002	SFM_MPUN_Dat002			I.1 Problema 2 .v001	
				3	SFM_MPUN_Fig003	SFM_MPUN_Dat003			I.1 Problema 3 .v001	
				4	SFM_MPUN_Fig004	SFM_MPUN_Dat004			I.1 Problema 4 .v001	
				5	SFM_MPUN_Fig005	SFM_MPUN_Dat005			I.1 Problema 5 .v001	
				6	SFM_MPUN_Fig006	SFM_MPUN_Dat006			I.1 Problema 6 .v001	
				7	SFM_MPUN_Fig007	SFM_MPUN_Dat007			I.1 Problema 7 .v001	
				8	SFM_MPUN_Fig008	SFM_MPUN_Dat008			I.1 Problema 8 .v001	
				9	SFM_MPUN_Fig009	SFM_MPUN_Dat009			I.1 Problema 9 .v001	
				10	SFM_MPUN_Fig010	SFM_MPUN_Dat010			I.1 Problema 10 .v001	
				11	SFM_MPUN_Fig011	SFM_MPUN_Dat011			I.1 Problema 11 .v001	
				12	SFM_MPUN_Fig012	SFM_MPUN_Dat012			I.1 Problema 12 .v001	
				13	SFM_MPUN_Fig013	SFM_MPUN_Dat013			I.1 Problema 13 .v001	
				14	SFM_MPUN_Fig014	SFM_MPUN_Dat014			I.1 Problema 14 .v001	
				15	SFM_MPUN_Fig015	SFM_MPUN_Dat015			I.1 Problema 15 .v001	
				16	SFM_MPUN_Fig016	SFM_MPUN_Dat016			I.1 Problema 16 .v001	
				17	SFM_MPUN_Fig017	SFM_MPUN_Dat017			I.1 Problema 17 .v001	
				18	SFM_MPUN_Fig018	SFM_MPUN_Dat018			I.1 Problema 18 .v001	
				19	SFM_MPUN_Fig019	SFM_MPUN_Dat019			I.1 Problema 19 .v001	
				20	SFM_MPUN_Fig020	SFM_MPUN_Dat020			I.1 Problema 20 .v001	
				21	SFM_MPUN_Fig021	SFM_MPUN_Dat021			I.1 Problema 21 .v001	
				22	SFM_MPUN_Fig022	SFM_MPUN_Dat022			I.1 Problema 22 .v001	
				23	SFM_MPUN_Fig023	SFM_MPUN_Dat023				
					FIG_SFM_MPUN.zip	DAT_SFM_MPUN.zip				
			I.2 Momento respecto a un eje	MEJE	1	SFM_MEJE_Fig001	SFM_MEJE_Dat001	"Momentos respecto a un eje.xmcd"		I.2 Problema 1 .v001
					2	SFM_MEJE_Fig002	SFM_MEJE_Dat002			I.2 Problema 2 .v001
					3	SFM_MEJE_Fig003	SFM_MEJE_Dat003			I.2 Problema 3 .v001
					4	SFM_MEJE_Fig004	SFM_MEJE_Dat004			I.2 Problema 4 .v001
					5	SFM_MEJE_Fig005	SFM_MEJE_Dat005			I.2 Problema 5 .v001
					6	SFM_MEJE_Fig006	SFM_MEJE_Dat006			I.2 Problema 6 .v001
					7	SFM_MEJE_Fig007	SFM_MEJE_Dat007			I.2 Problema 7 .v001
					8	SFM_MEJE_Fig008	SFM_MEJE_Dat008			I.2 Problema 8 .v001
					9	SFM_MEJE_Fig009	SFM_MEJE_Dat009			I.2 Problema 9 .v001
						FIG_SFM_MEJE.zip	DAT_SFM_MEJE.zip			
		I.3 Momento de un par de fuerzas	MPAR	1	SFM_MPAR_Fig001	SFM_MPAR_Dat001	"Momentos de un par de fuerzas.xmcd"		I.3 Problema 1 .v001	
				2	SFM_MPAR_Fig002	SFM_MPAR_Dat002			I.3 Problema 2 .v001	
				3	SFM_MPAR_Fig003	SFM_MPAR_Dat003			I.3 Problema 3 .v001	
				4	SFM_MPAR_Fig004	SFM_MPAR_Dat004			I.3 Problema 4 .v001	
				5	SFM_MPAR_Fig005	SFM_MPAR_Dat005			I.3 Problema 5 .v001	
				6	SFM_MPAR_Fig006	SFM_MPAR_Dat006			I.3 Problema 6 .v001	
				7	SFM_MPAR_Fig007	SFM_MPAR_Dat007			I.3 Problema 7 .v001	
				FIG_SFM_MPAR.zip	DAT_SFM_MPAR.zip					

Índice de problemas									
Tema	ref.	Subtema	ref.	No. Problema	Figuras .jpg	DatosV001	Solución	Figuras .dwg	Nombre del problema en EDUCAFI
<b>II. Sistemas Equivalentes</b>	SE			1	SE_Fig001	SE_Dat001	"Sistemas equivalentes.xmcd"	"Sistemas equivalentes.dwg"	II. Problema 1 .v001
				2	SE_Fig002	SE_Dat002			II. Problema 2 .v001
				3	SE_Fig003	SE_Dat003			II. Problema 3 .v001
				4	SE_Fig004	SE_Dat004			II. Problema 4 .v001
				5	SE_Fig005	SE_Dat005			II. Problema 5 .v001
				6	SE_Fig006	SE_Dat006			II. Problema 6 .v001
				7	SE_Fig007	SE_Dat007			II. Problema 7 .v001
				8	SE_Fig008	SE_Dat008			II. Problema 8 .v001
				9	SE_Fig009	SE_Dat009			II. Problema 9 .v001
				10	SE_Fig010	SE_Dat010			II. Problema 10 .v001
				11	SE_Fig011	SE_Dat011			II. Problema 11 .v001
				12	SE_Fig012	SE_Dat012			II. Problema 12 .v001
				13	SE_Fig013	SE_Dat013			II. Problema 13 .v001
				14	SE_Fig014	SE_Dat014			II. Problema 14 .v001
				15	SE_Fig015	SE_Dat015			II. Problema 15 .v001
				16	SE_Fig016	SE_Dat016			II. Problema 16 .v001
<b>III. Centroides</b>	CE			1	CE_Fig001	CE_Dat001	"Centroides.xmcd"	"Centroides.dwg"	III. Problema 1 .v001
				2	CE_Fig002	CE_Dat002			III. Problema 2 .v001
				3	CE_Fig003	CE_Dat003			III. Problema 3 .v001
				4	CE_Fig004	CE_Dat004			III. Problema 4 .v001
				5	CE_Fig005	CE_Dat005			III. Problema 5 .v001
				6	CE_Fig006	CE_Dat006			III. Problema 6 .v001
				7	CE_Fig007	CE_Dat007			III. Problema 7 .v001
				8	CE_Fig008	CE_Dat008			III. Problema 8 .v001
				9	CE_Fig009	CE_Dat009			III. Problema 9 .v001
				10	CE_Fig010	CE_Dat010			III. Problema 10 .v001
				11	CE_Fig011	CE_Dat011			III. Problema 11 .v001
				12	CE_Fig012	CE_Dat012			III. Problema 12 .v001
				13	CE_Fig013	CE_Dat013			III. Problema 13 .v001

Índice de problemas															
Tema	ref.	Subtema	ref.	No. Problema	Figuras .jpg	DatosV001	Solución	Figuras .dwg	Nombre del problema en EDUCAFI						
<b>IV. Diagramas de cuerpo libre</b>	DCL			1	DCL_Fig001	DCL_Dat001	"Diagramas de cuerpo libre.xmcd"	"Diagramas de cuerpo libre.dwg"	IV. Problema 1 .v001						
				2	DCL_Fig002	DCL_Dat002			IV. Problema 2 .v001						
				3	DCL_Fig003	DCL_Dat003			IV. Problema 3 .v001						
				4	DCL_Fig004	DCL_Dat004			IV. Problema 4 .v001						
				5	DCL_Fig005	DCL_Dat005			IV. Problema 5 .v001						
				6	DCL_Fig006	DCL_Dat006			IV. Problema 6 .v001						
				7	DCL_Fig007	DCL_Dat007			IV. Problema 7 .v001						
				8	DCL_Fig008	DCL_Dat008			IV. Problema 8 .v001						
				9	DCL_Fig009	DCL_Dat009			IV. Problema 9 .v001						
				10	DCL_Fig010	DCL_Dat010			IV. Problema 10 .v001						
				11	DCL_Fig011	DCL_Dat011			IV. Problema 11 .v001						
				12	DCL_Fig012	DCL_Dat012			IV. Problema 12 .v001						
				13	DCL_Fig013	DCL_Dat013			IV. Problema 13 .v001						
				14	DCL_Fig014	DCL_Dat014			IV. Problema 14 .v001						
				15	DCL_Fig015	DCL_Dat015			IV. Problema 15 .v001						
				16	DCL_Fig016	DCL_Dat016			IV. Problema 16 .v001						
				17	DCL_Fig017	DCL_Dat017			IV. Problema 17 .v001						
				18	DCL_Fig018	DCL_Dat018			IV. Problema 18 .v001						
				19	DCL_Fig019	DCL_Dat019			IV. Problema 19 .v001						
				20	DCL_Fig020	DCL_Dat020			IV. Problema 20 .v001						
				21	DCL_Fig021	DCL_Dat021			IV. Problema 21 .v001						
				22	DCL_Fig022	DCL_Dat022			IV. Problema 22 .v001						
				23	DCL_Fig023	DCL_Dat023			IV. Problema 23 .v001						
				24	DCL_Fig024	DCL_Dat024			IV. Problema 24 .v001						
										<b>FIG_DCL.zip</b>		<b>DAT_DCL.zip</b>			
				<b>V. Fricción</b>	FR					1	FR_Fig001	FR_Dat001	"Fricción.xmcd"	"Fricción.dwg"	V. Problema 1 .v001
2	FR_Fig002	FR_Dat002	V. Problema 2 .v001												
3	FR_Fig003	FR_Dat003	V. Problema 3 .v001												
4	FR_Fig004	FR_Dat004	V. Problema 4 .v001												
5	FR_Fig005	FR_Dat005	V. Problema 5 .v001												
6	FR_Fig006	FR_Dat006	V. Problema 6 .v001												
7	FR_Fig007	FR_Dat007	V. Problema 7 .v001												
8	FR_Fig008	FR_Dat008	V. Problema 8 .v001												
9	FR_Fig009	FR_Dat009	V. Problema 9 .v001												
10	FR_Fig010	FR_Dat010	V. Problema 10 .v001												
11	FR_Fig011	FR_Dat011	V. Problema 11 .v001												
							<b>FIG_FR.zip</b>			<b>DAT_FR.zip</b>					

Índice de problemas											
Tema	ref.	Subtema	ref.	No. Problema	Figuras .jpg	DatosV001	Solución	Figuras .dwg	Nombre del problema en EDUCAFI		
VI. Elementos mecánicos	CL			1	CL_Fig001	CL_Dat001	"Cargas lineales.xmcd"	"Cargas lineales.dwg"	VI. Problema 1 .v001		
				2	CL_Fig002	CL_Dat002			VI. Problema 2 .v001		
				FIG_CL.zip		DAT_CL.zip					
	VI.1 Vigas	VI					"Vigas.xmcd"		"Vigas.dwg"	VII.1 Problema .v001	
					1	EM_VI_Fig001	EM_VI_Dat001	EM_VI_Diag_M(x)_001.jpg		EM_VI_Diag_V(x)_001.jpg	
					2	EM_VI_Fig002	EM_VI_Dat002	EM_VI_Diag_M(x)_002.jpg		EM_VI_Diag_V(x)_002.jpg	VII.1 Problema 2 .v001
					3	EM_VI_Fig003	EM_VI_Dat003	EM_VI_Diag_M(x)_003.jpg		EM_VI_Diag_V(x)_003.jpg	VII.1 Problema 3 .v001
					4	EM_VI_Fig004	EM_VI_Dat004	EM_VI_Diag_M(x)_004.jpg		EM_VI_Diag_V(x)_004.jpg	VII.1 Problema 4 .v001
					5	EM_VI_Fig005	EM_VI_Dat005	EM_VI_Diag_M(x)_005.jpg		EM_VI_Diag_V(x)_005.jpg	VII.1 Problema 5 .v001
					6	EM_VI_Fig006	EM_VI_Dat006	EM_VI_Diag_M(x)_006.jpg		EM_VI_Diag_V(x)_006.jpg	VII.1 Problema 6 .v001
					7	EM_VI_Fig007	EM_VI_Dat007	EM_VI_Diag_M(x)_007.jpg		EM_VI_Diag_V(x)_007.jpg	VII.1 Problema 7 .v001
					8	EM_VI_Fig008	EM_VI_Dat008	EM_VI_Diag_M(x)_008.jpg		EM_VI_Diag_V(x)_008.jpg	VII.1 Problema 8 .v001
					9	EM_VI_Fig009	EM_VI_Dat009	EM_VI_Diag_M(x)_009.jpg		EM_VI_Diag_V(x)_009.jpg	VII.1 Problema 9 .v001
					10	EM_VI_Fig010	EM_VI_Dat010	EM_VI_Diag_M(x)_0010.jpg		EM_VI_Diag_V(x)_0010.jpg	VII.1 Problema 10 .v001
					11	EM_VI_Fig011	EM_VI_Dat011	EM_VI_Diag_M(x)_0011.jpg		EM_VI_Diag_V(x)_0011.jpg	VII.1 Problema 11 .v001
					12	EM_VI_Fig012	EM_VI_Dat012	EM_VI_Diag_M(x)_0012.jpg		EM_VI_Diag_V(x)_0012.jpg	VII.1 Problema 12 .v001
					13	EM_VI_Fig013	EM_VI_Dat013	EM_VI_Diag_M(x)_0013.jpg		EM_VI_Diag_V(x)_0013.jpg	VII.1 Problema 13 .v001
					14	EM_VI_Fig014	EM_VI_Dat014	EM_VI_Diag_M(x)_0014.jpg		EM_VI_Diag_V(x)_0014.jpg	VII.1 Problema 14 .v001
	15	EM_VI_Fig015	EM_VI_Dat015	EM_VI_Diag_M(x)_0015.jpg	EM_VI_Diag_V(x)_0015.jpg	VII.1 Problema 15 .v001					
	FIG_EM_VI.zip		DAT_EM_VI.zip	Diag_M(x)_EM_VI.zip	Diag_V(x)_EM_VI.zip						
	VI.2 Marcos	MA			1	EM_MA_Fig001	EM_MA_Dat001	Marco1.sbd	"Marcos.dwg"	VII.2 Problema 1 .v001	
					2	EM_MA_Fig002	EM_MA_Dat002	Marco2.sbd		VII.2 Problema 2 .v001	
					3	EM_MA_Fig003	EM_MA_Dat003	Marco3.sbd		VII.2 Problema 3 .v001	
					4	EM_MA_Fig004	EM_MA_Dat004	Marco4.sbd		VII.2 Problema 4 .v001	
					5	EM_MA_Fig005	EM_MA_Dat005	Marco5.sbd		VII.2 Problema 5 .v001	
					6	EM_MA_Fig006	EM_MA_Dat006	Marco6.sbd		VII.2 Problema 6 .v001	
					7	EM_MA_Fig007	EM_MA_Dat007	Marco7.sbd		VII.2 Problema 7 .v001	
					8	EM_MA_Fig008	EM_MA_Dat008	Marco8.sbd		VII.2 Problema 8 .v001	
					9	EM_MA_Fig009	EM_MA_Dat009	Marco9.sbd		VII.2 Problema 9 .v001	
					10	EM_MA_Fig010	EM_MA_Dat010	Marco10.sbd		VII.2 Problema 10 .v001	
					11	EM_MA_Fig011	EM_MA_Dat011	Marco11.sbd		VII.2 Problema 11 .v001	
					12	EM_MA_Fig012	EM_MA_Dat012	Marco12.sbd		VII.2 Problema 12 .v001	
					13	EM_MA_Fig013	EM_MA_Dat013	Marco13.sbd		VII.2 Problema 13 .v001	
					14	EM_MA_Fig014	EM_MA_Dat014	Marco14.sbd		VII.2 Problema 14 .v001	
					15	EM_MA_Fig015	EM_MA_Dat015	Marco15.sbd		VII.2 Problema 15 .v001	
					16	EM_MA_Fig016	EM_MA_Dat016	Marco16.sbd		VII.2 Problema 16 .v001	
					17	EM_MA_Fig017	EM_MA_Dat017	Marco17.sbd		VII.2 Problema 17 .v001	
					18	EM_MA_Fig018	EM_MA_Dat018	Marco18.sbd		VII.2 Problema 18 .v001	
					19	EM_MA_Fig019	EM_MA_Dat019	Marco19.sbd		VII.2 Problema 19 .v001	
	FIG_EM_MA.zip		DAT_EM_MA.zip	"Marcos.xlsx"							
	VI.3 Armaduras	ARM			1	EM_ARM_Fig001	EM_ARM_Dat001	Fuerzas en las barras armadura1.xlsx	"Armaduras.dwg"	VII.3 Problema 1 .v001	
					2	EM_ARM_Fig002	EM_ARM_Dat002	Fuerzas en las barras armadura2.xlsx		VII.3 Problema 2 .v001	
					3	EM_ARM_Fig003	EM_ARM_Dat003	Fuerzas en las barras armadura3.xlsx		VII.3 Problema 3 .v001	
					4	EM_ARM_Fig004	EM_ARM_Dat004	Fuerzas en las barras armadura4.xlsx		VII.3 Problema 4 .v001	
					5	EM_ARM_Fig005	EM_ARM_Dat005	Fuerzas en las barras armadura5.xlsx		VII.3 Problema 5 .v001	
6					EM_ARM_Fig006	EM_ARM_Dat006	Fuerzas en las barras armadura6.xlsx	VII.3 Problema 6 .v001			
7					EM_ARM_Fig007	EM_ARM_Dat007	Fuerzas en las barras armadura7.xlsx	VII.3 Problema 7 .v001			
8					EM_ARM_Fig008	EM_ARM_Dat008	Fuerzas en las barras armadura8.xlsx	VII.3 Problema 8 .v001			
9					EM_ARM_Fig009	EM_ARM_Dat009	Fuerzas en las barras armadura9.xlsx	VII.3 Problema 9 .v001			
10					EM_ARM_Fig010	EM_ARM_Dat010	Fuerzas en las barras armadura10.xlsx	VII.3 Problema 10 .v001			
11					EM_ARM_Fig011	EM_ARM_Dat011	Fuerzas en las barras armadura11.xlsx	VII.3 Problema 11 .v001			
12					EM_ARM_Fig012	EM_ARM_Dat012	Fuerzas en las barras armadura12.xlsx	VII.3 Problema 12 .v001			
13					EM_ARM_Fig013	EM_ARM_Dat013	Fuerzas en las barras armadura13.xlsx	VII.3 Problema 13 .v001			
14					EM_ARM_Fig014	EM_ARM_Dat014	Fuerzas en las barras armadura14.xlsx	VII.3 Problema 14 .v001			
15					EM_ARM_Fig015	EM_ARM_Dat015	Fuerzas en las barras armadura15.xlsx	VII.3 Problema 15 .v001			
16					EM_ARM_Fig016	EM_ARM_Dat016	Fuerzas en las barras armadura16.xlsx	VII.3 Problema 16 .v001			
17					EM_ARM_Fig017	EM_ARM_Dat017	Fuerzas en las barras armadura17.xlsx	VII.3 Problema 17 .v001			
18					EM_ARM_Fig018	EM_ARM_Dat018	Fuerzas en las barras armadura18.xlsx	VII.3 Problema 18 .v001			
FIG_EM_ARM.zip		DAT_EM_ARM.zip	"Armaduras.xlsx"								

ANEXO II.  
SOLUCIÓN PARAMÉTRICA DE LOS  
PROBLEMAS

---

## TEMA: Sistemas de fuerzas y momentos

### Momentos respecto a un punto



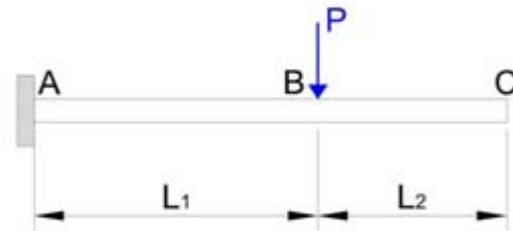
1. Determine el momento de la fuerza de  $P$  lb respecto a) al punto A, b) al punto B y c) al punto C de la figura.

Datos:

$$L_1 := 6\text{ft}$$

$$L_2 := 4\text{ft}$$

$$P := 50\text{lb}$$



Solución :

Forma escalar :

$$M_a := -P \cdot L_1 = -300 \cdot \text{lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_b := 0$$

$$M_c := P \cdot L_2 = 200 \cdot \text{lb} \cdot \text{ft}$$

Forma vectorial :

$$F := \begin{pmatrix} 0 \\ -P \\ 0 \end{pmatrix} \quad r_A := \begin{pmatrix} L_1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad r_C := \begin{pmatrix} -L_2 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$M_A := r_A \times F = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -300 \end{pmatrix} \cdot \text{lb} \cdot \text{ft} \quad M_C := r_C \times F = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 200 \end{pmatrix} \cdot \text{lb} \cdot \text{ft}$$

*Sistemas de fuerzas y momentos.  
Momentos respecto a un punto*

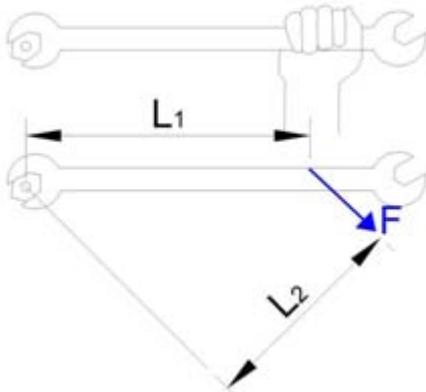
2. Si se ejerce una fuerza de  $F$  sobre la llave en la dirección mostrada en la figura, ¿qué momento se ejerce respecto al centro de la tuerca?

Datos:

$$L_1 := 500\text{mm}$$

$$L_2 := 450\text{mm}$$

$$F := 90\text{N}$$



Solución :

$$M_O := F \cdot L_2 = 40.5 \text{ J}$$

3. En la figura, la fuerza de 20 N ejerce un momento anti horario de 20 N·m respecto a P.

a) ¿Cuál es la distancia perpendicular de P a la línea de acción de la fuerza?

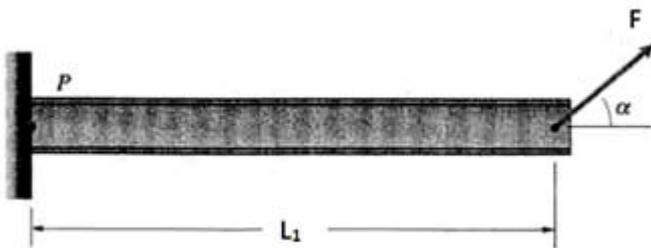
b) ¿Qué valor tiene el ángulo  $\alpha$ ?

Datos:

$$F := 20\text{N}$$

$$M_p := 20\text{N}\cdot\text{m}$$

$$L_1 := 2\text{m}$$



Solución :

$$a) \quad d := \frac{M_p}{F} = 1 \text{ m}$$

$$b) \quad \alpha := \text{asin}\left(\frac{d}{L_1}\right) = 30^\circ$$

*Sistemas de fuerzas y momentos.  
Momentos respecto a un punto*

4. En la figura, la viga AB de 5 pies de longitud fallará en A si el momento de la fuerza F respecto a A excede de 10 klb-ft. Con base en este criterio, ¿qué magnitud puede tener la fuerza F?

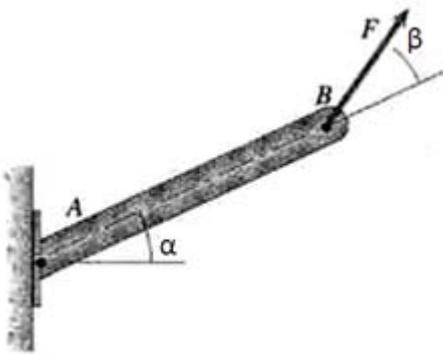
Datos:

AB := 5ft

$\alpha := 25^\circ$

$\beta := 30^\circ$

$M_p := 10\text{kip}\cdot\text{ft}$



Solución :

Forma escalar :

$$d := AB \cdot \sin(\beta) = 2.5 \cdot \text{ft}$$

$$F := \frac{M_p}{d} = 4 \times 10^3 \cdot \text{lbf}$$

**F = 4·kip**

5. La fuerza F mostrada ejerce un momento anti-horario de 20 N·m respecto al punto P.

a) ¿Cuál es la distancia perpendicular de P a la línea de acción de F?

b) ¿Qué valor tiene el ángulo  $\alpha$ ?

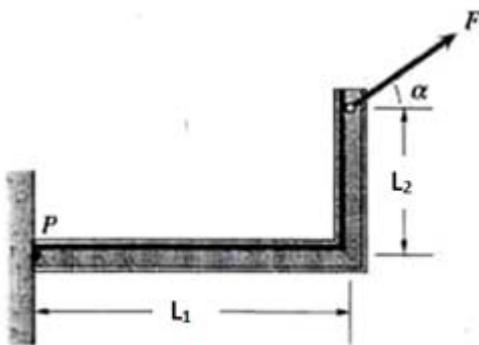
Datos:

F := 20N

$L_1 := 2\text{m}$

$L_2 := 1\text{m}$

M := 20N·m



Solución:

a)  $D := \frac{M}{F} = 1\text{m}$       **D = 1 m**

b)  $\alpha := 1$

Given

$$\sqrt{(\sin(\alpha) \cdot F)^2 + (\cos(\alpha) \cdot F)^2} = F$$

**Find( $\alpha$ ) = 57.296.°**

*Sistemas de fuerzas y momentos.  
Momentos respecto a un punto*

6. Dos estudiantes intentan aflojar una tuerca con una llave. Uno de los estudiantes ejerce las dos fuerzas  $F_1$  de 60 lb; el otro, teniendo que empujar alrededor de su amigo, sólo puede ejercer las dos fuerzas  $F_2$  de 30 lb. ¿Qué par (momento) ejercen ellos sobre la tuerca?

Datos:

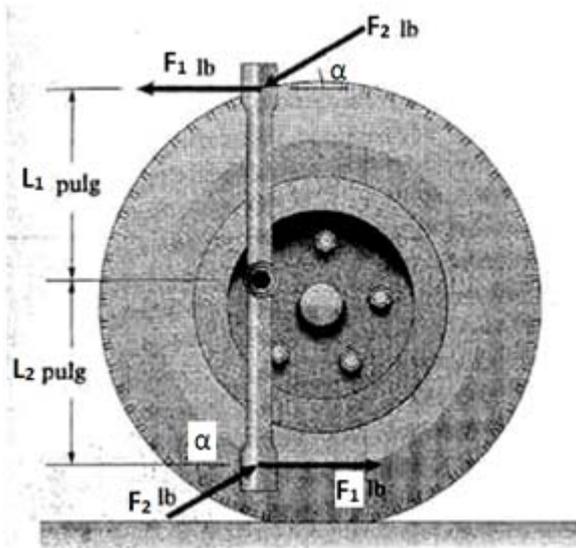
$$F_1 := 60\text{ lbf}$$

$$F_2 := 30\text{ lbf}$$

$$L_1 := 16\text{ in}$$

$$L_2 := 16\text{ in}$$

$$\alpha := 30^\circ$$



Solución:

$$M_1 := F_1 \cdot (L_1 + L_2) = 160 \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

$$M_2 := F_2 \cdot \cos(\alpha) \cdot (L_1 + L_2) = 69.3 \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

$$M_{\text{par}} := M_1 + M_2 = 229.3 \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

$$M_{\text{par}} = 229.28 \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

7. Determine el momento ejercido por el peso  $P$  de 30 lb. *a)* Respecto a  $E$  y *b)* respecto a  $S$  de la figura mostrada a continuación.

Datos:

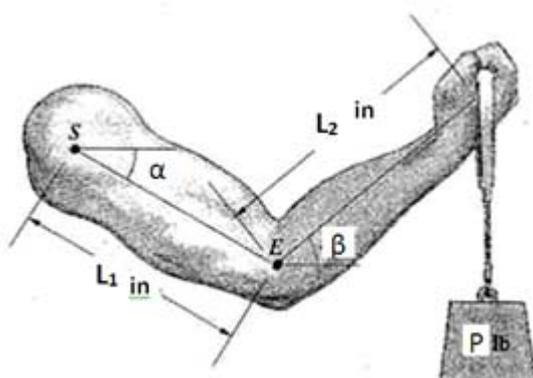
$$L_1 := 12\text{ in}$$

$$L_2 := 13\text{ in}$$

$$\alpha := 30^\circ$$

$$\beta := 40^\circ$$

$$P := -30\text{ lbf}$$



Solución:

*a)* Respecto a  $E$

$$M_E := L_2 \cdot \cos(\beta) \cdot P$$

$$M_E = -24.9 \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

*b)* Respecto a  $S$

$$M_S := P \cdot (L_1 \cdot \cos(\alpha) + L_2 \cdot \cos(\beta))$$

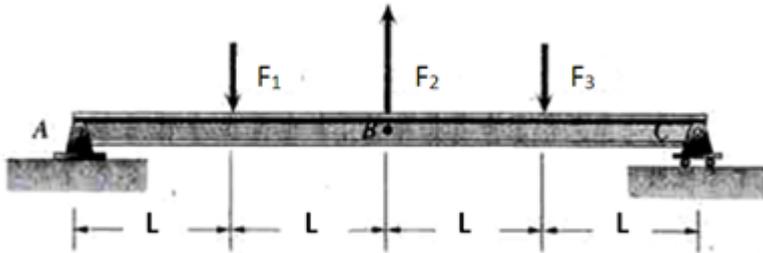
$$M_S = -50.88 \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

*Sistemas de fuerzas y momentos.  
Momentos respecto a un punto*

8. Determine la suma de los momentos de las tres fuerzas mostradas ( $F_1, F_2$  y  $F_3$ ) respecto a los puntos A, B y C

Datos:

$F_1 := 100\text{ lbf}$        $F_2 := 200\text{ lbf}$        $F_3 := 100\text{ lbf}$        $L := 2\text{ ft}$



Solución :

a) Respecto al punto A

$$M_A := -F_1 \cdot L + F_2 \cdot 2 \cdot L - F_3 \cdot 3 \cdot L = 0 \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

b) Respecto al punto B

$$M_B := F_1 \cdot (L) - F_3 \cdot L = 0 \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

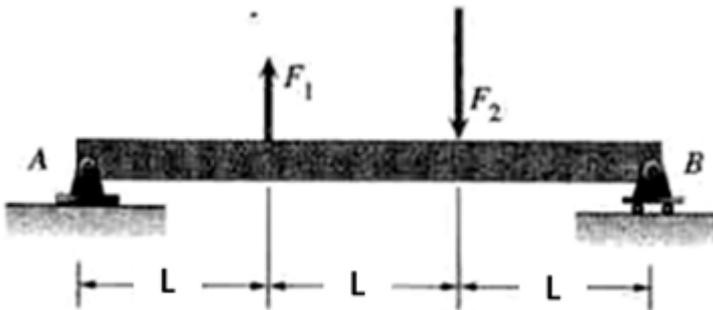
c) Respecto a C

$$M_C := F_1 \cdot 3 \cdot L - F_2 \cdot 2 \cdot L + F_3 \cdot L = -0 \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

9. Si las dos fuerzas ejercen un momento horario  $M_1$  de  $140 \text{ kN} \cdot \text{m}$  respecto a A y un momento horario  $M_2$  de  $20 \text{ kN} \cdot \text{m}$  respecto a B, ¿qué valores tienen  $F_1$  y  $F_2$ ?

Datos:

$M_A := 140 \text{ kN} \cdot \text{m}$        $M_B := 20 \text{ kN} \cdot \text{m}$        $L := 2 \text{ m}$



Solución :

$$F_1 \cdot L - F_2 \cdot 2 \cdot L = M_A$$

$$-F_1 \cdot 2 \cdot L + F_2 \cdot L = M_B$$

$$A := \begin{pmatrix} L & -2 \cdot L \\ -2 \cdot L & L \end{pmatrix} \quad B := \begin{pmatrix} -M_A \\ -M_B \end{pmatrix}$$

$$x := A^{-1} \cdot B = \begin{pmatrix} 30 \\ 50 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$$

$F_1 := x_1 = 30 \cdot \text{kN}$

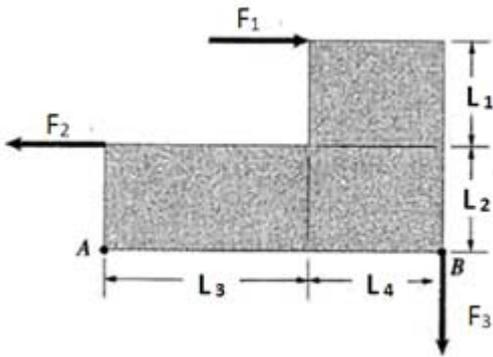
$F_2 := x_2 = 50 \cdot \text{kN}$

**Sistemas de fuerzas y momentos.  
Momentos respecto a un punto**

10. Determine la suma de los momentos de las tres fuerzas respecto a los puntos A y B.

Datos:

$F_1 := 200\text{ lbf}$      $F_2 := 200\text{ lbf}$      $F_3 := 500\text{ lbf}$      $L_1 := 3\text{ ft}$      $L_2 := 3\text{ ft}$      $L_3 := 6\text{ ft}$      $L_4 := 4\text{ ft}$



Solución :

$$M_A := L_2 \cdot F_2 - (L_1 + L_2) \cdot (F_1) - (L_3 + L_4) \cdot (F_3) = -5600 \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

$$M_B := L_2 \cdot F_2 - (L_1 + L_2) \cdot (F_1) = -600 \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

$$M_A = -5600 \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

$$M_B = -600 \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

11. La fuerza F ejerce un momento antihorario de 200 N\*m respecto al punto A y un momento horario de 100 N\*m respecto a B ¿Qué valor tienen F y  $\theta$ ?

Unidades N y  
m°

Datos:

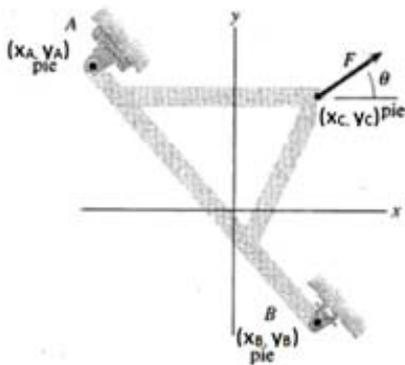
$$M_A := 200$$

$$M_B := -100$$

$$A := \begin{pmatrix} -5 \\ 5 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$B := \begin{pmatrix} 3 \\ -4 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$C := \begin{pmatrix} 4 \\ 3 \\ 0 \end{pmatrix}$$



Solución:

$$r_{AC} := C - A = \begin{pmatrix} 9 \\ -2 \\ 0 \end{pmatrix} \quad r_{BC} := C - B = \begin{pmatrix} 1 \\ 7 \\ 0 \end{pmatrix} \quad F := \begin{pmatrix} F_x \\ F_y \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$M_A := r_{AC} \times F \rightarrow \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 2 \cdot F_x + 9 \cdot F_y \end{pmatrix} \quad M_B := r_{BC} \times F \rightarrow \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ F_y - 7 \cdot F_x \end{pmatrix}$$

$$F_x := 1 \quad F_y := 1 \quad \text{Given} \quad M_{A_3} = M_A \quad M_{B_3} = M_B \quad F := \text{Find}(F_x, F_y) \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{220}{13} \\ \frac{240}{13} \end{pmatrix}$$

$$F = \begin{pmatrix} 16.923 \\ 18.462 \end{pmatrix}$$

$$\theta := \text{atan}\left(\frac{F_2}{F_1}\right) = 47.49 \cdot \text{deg}$$

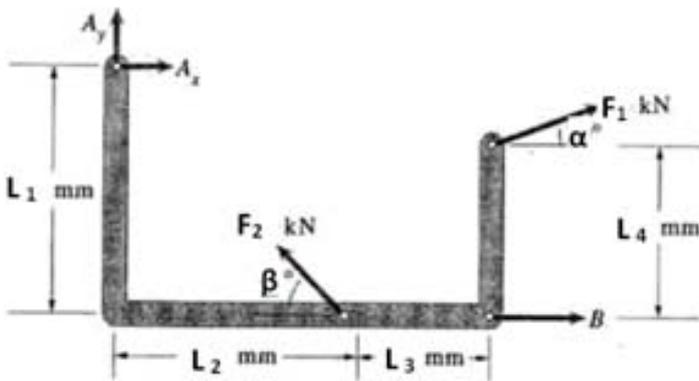
**Sistemas de fuerzas y momentos.  
Momentos respecto a un punto**

12. Como las fuerzas sobre un eslabón en el mecanismo de cambio de velocidad de una segadora de césped. La suma vectorial de las cinco fuerzas sobre la barra es igual a cero. La suma de sus momentos respecto al punto en que actúan las fuerzas  $A_x$  y  $A_y$  es nula. **a)** Determine las fuerzas  $A_x$ ,  $A_y$  y  $B$ . **b)** Determine la suma de los momentos de las fuerzas respecto al punto en que actúan la fuerza  $B$ .

Datos:

$L_1 := 650\text{mm}$     $L_3 := 350\text{mm}$     $F_1 := 25\text{kN}$     $\alpha := 20\text{deg}$

$L_2 := 650\text{mm}$     $L_4 := 450\text{mm}$     $F_2 := 30\text{kN}$     $\beta := 45\text{deg}$



**b)** momentos en  $B=0$

Solución:

$$F_1 := \begin{pmatrix} F_1 \cdot \sin(\alpha) \\ F_1 \cdot \cos(\alpha) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 8.551 \times 10^3 \\ 2.349 \times 10^4 \end{pmatrix} \cdot \text{N}$$

$$F_2 := \begin{pmatrix} F_2 \cdot \sin(\beta) \\ -F_2 \cdot \cos(\beta) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2.121 \times 10^4 \\ -2.121 \times 10^4 \end{pmatrix} \cdot \text{N}$$

**a)**  $\Sigma F_y = 0$

$A_y := 1\text{kN}$    Given    $F_{1_1} + F_{2_1} + A_y = 0$

$A_y := \text{Find}(A_y)$     $A_y = -29.764 \cdot \text{kN}$

$A_x := 1\text{kN}$     $B := 1\text{kN}$    Given

$B + A_x + F_{1_2} + F_{2_2} = 0$

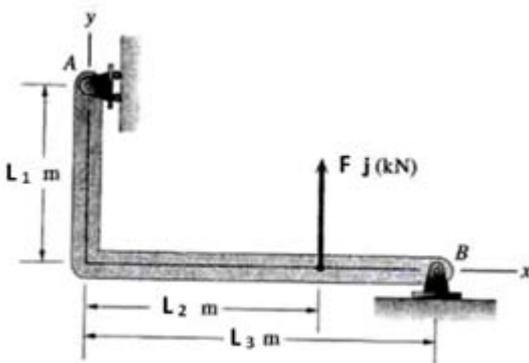
$(L_2 + L_3) \cdot F_{1_1} + L_2 \cdot F_{2_1} + B \cdot L_1 + (L_1 - L_4) \cdot F_{1_2} + F_{2_2} \cdot L_1 =$

$\text{Find}(B, A_x) = \begin{pmatrix} -20.383 \\ 18.104 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$

13. Use el producto cruz para determinar el momento de la fuerza de 100 kN de la figura. **a)** respecto a  $A$  y **b)** respecto a  $B$ .

Datos:

$L_1 := 6\text{m}$     $L_2 := 8\text{m}$     $L_3 := 12\text{m}$     $F := 100\text{kN}$



$A := \begin{pmatrix} 0 \\ L_1 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 6 \\ 0 \end{pmatrix} \text{m}$

$B := \begin{pmatrix} L_3 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 12 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{m}$

$P := \begin{pmatrix} L_2 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 8 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{m}$

$F := \begin{pmatrix} 0 \\ F \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 100 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$

**Sistemas de fuerzas y momentos.  
Momentos respecto a un punto**

*Solución:*

**a)**  $\Sigma M_A$

$$r_{AP} := P - A = \begin{pmatrix} 8 \\ -6 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ m} \quad M_A := r_{AP} \times F = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 800 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

**b)**  $\Sigma M_B$

$$r_{BP} := P - B = \begin{pmatrix} -4 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ m} \quad M_B := r_{BP} \times F = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -400 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

**14.** La línea de acción de F que se muestra está contenida en el plano x-y. El momento de F respecto a O es de 140 k (N·m), y el momento de F respecto a A es de 280 k (N·m). ¿Cuáles son las componentes de F?

*Datos:*

Unidades N  
y m

$$A := \begin{pmatrix} 0 \\ 7 \\ 0 \end{pmatrix} \quad P := \begin{pmatrix} 5 \\ 3 \\ 0 \end{pmatrix} \quad M_O := 140$$

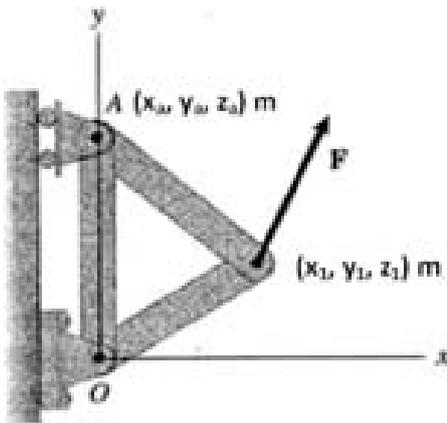
$$M_A := 280$$

*Solución:*

$$r_{AP} := P - A = \begin{pmatrix} 5 \\ -4 \\ 0 \end{pmatrix} \quad r_{OP} := P = \begin{pmatrix} 5 \\ 3 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$F := \begin{pmatrix} F_X \\ F_Y \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$M_A := r_{AP} \times F \rightarrow \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 4 \cdot F_X + 5 \cdot F_Y \end{pmatrix} \quad M_O := r_{OP} \times F \rightarrow \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 5 \cdot F_Y - 3 \cdot F_X \end{pmatrix}$$



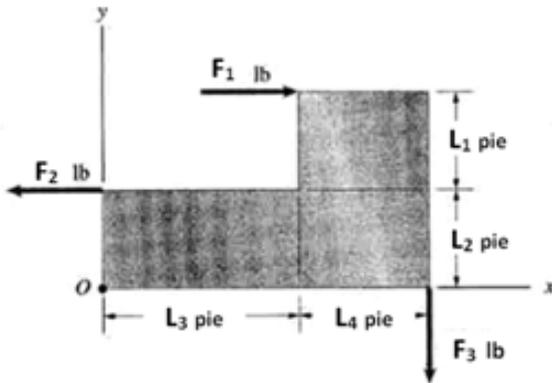
$$F_X := 1 \quad F_Y := 1 \quad \text{Given} \quad M_{A_3} = M_A \quad M_{O_3} = M_O \quad F := \text{Find}(F_X, F_Y) \rightarrow \begin{pmatrix} 20 \\ 40 \end{pmatrix}$$

**Sistemas de fuerzas y momentos.  
Momentos respecto a un punto**

15. Las tres fuerzas mostradas se aplican a la placa. Use el producto cruz para determinar la suma de los momentos de las tres fuerzas respecto al origen O.

Datos:

$$L_1 := 3\text{ft} \quad L_2 := 3\text{ft} \quad L_3 := 6\text{ft} \quad L_4 := 4\text{ft} \quad F_1 := 200\text{lbf} \quad F_2 := 200\text{lbf} \quad F_3 := 500\text{lbf}$$



Solución:

$$M_O := -F_1 \cdot (L_1 + L_2) + F_2 \cdot L_2 - F_3 \cdot (L_3 + L_4) = -5600 \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

$$M_O = -5600 \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

16.  $F = 20i - 30j + 60k$  (lb). El momento de F respecto al punto P es  $M_p = 450i - 100j - 200k$  (lb-pie). ¿Cuál es la distancia perpendicular del punto P a la línea de acción de F?

Datos:

$$F := \begin{pmatrix} 20 \\ -30 \\ 60 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf}$$

$$M_p := \begin{pmatrix} 450 \\ -100 \\ -200 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

Solución:

$$|M_p| = |F| \cdot |d| \quad |d| = \frac{|M_p|}{|F|}$$

$$|M_p| = 502.494 \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft} \quad |F| = 70 \cdot \text{lbf}$$

$$d := \frac{|M_p|}{|F|} = 7.18 \cdot \text{ft}$$

17. Una fuerza F se aplica en el punto P(8, 6, 13) m. Su magnitud es  $|F| = 90$  N, y el momento de F respecto al punto Q(4, 2, 6) es igual a cero. ¿Cuáles son las componentes de F?

Datos:

$$P := \begin{pmatrix} 8 \\ 6 \\ 13 \end{pmatrix} \text{m}$$

$$|F| := 90\text{N}$$

$$Q := \begin{pmatrix} 4 \\ 2 \\ 6 \end{pmatrix} \text{m}$$

Solución :

Para que el momento sea igual con cero, existen dos opciones:

- Que las componentes de F sean nulas
- Que el vector F se localice en la línea de acción del vector r

$$r_{QP} := P - Q = \begin{pmatrix} 4 \\ 4 \\ 7 \end{pmatrix} \text{m} \quad u_F := \frac{r_{QP}}{|r_{QP}|} = \begin{pmatrix} 0.444 \\ 0.444 \\ 0.778 \end{pmatrix}$$

$$F := |F| \cdot u_F = \begin{pmatrix} 40 \\ 40 \\ 70 \end{pmatrix} \text{N}$$

**Sistemas de fuerzas y momentos.  
Momentos respecto a un punto**

18. Se tiene la fuerza  $F=30i+20j+10k$  (N).

a) Determine el momento de F respecto a A.

b) ¿Cuál es el producto de la magnitud de F y la distancia perpendicular del punto A a la línea de acción de F?

Datos:

$$A := \begin{pmatrix} 4 \\ 3 \\ 3 \end{pmatrix} \text{ m}$$

$$B := \begin{pmatrix} 8 \\ 2 \\ -4 \end{pmatrix} \text{ m}$$

$$F := \begin{pmatrix} 30 \\ 20 \\ -10 \end{pmatrix} \text{ N}$$

Solución:

a)  $M_A = r_{AB} \times F$

$$r_{AB} := B - A = \begin{pmatrix} 4 \\ -1 \\ -7 \end{pmatrix} \text{ m}$$

$$M_A := r_{AB} \times F = \begin{pmatrix} 150 \\ -170 \\ 110 \end{pmatrix} \cdot \text{N}\cdot\text{m}$$

$$|M_A| = 251.99 \cdot \text{N}\cdot\text{m}$$

b)

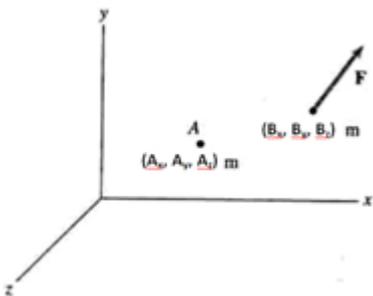
Distancia perpendicular:  $d = |s \times u|$

donde:

$$s = r_{AB} \quad u = u_F$$

$$d := \left| r_{AB} \times \frac{F}{|F|} \right| = 6.735 \text{ m}$$

Comprobación:  $|F| \cdot d = 251.99 \text{ m}\cdot\text{N}$



19. Un ingeniero calcula que, en las condiciones de tiempo más adversas, la fuerza total sobre una señal de tránsito en una carretera será de  $F=\pm 1.4i-2.0j$  kN. ¿Qué momento ejerce esta fuerza respecto a la base O?

Datos:

$$L_1 := 8 \text{ m}$$

$$L_2 := 8 \text{ m}$$

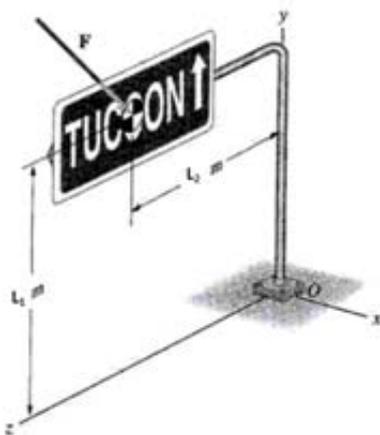
$$F := \begin{pmatrix} 1.4 \\ 2 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ kN}$$

Solución:

$$O := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ m} \quad P := \begin{pmatrix} 0 \\ L_1 \\ L_2 \end{pmatrix} \quad r_{OP} := P - O = \begin{pmatrix} 0 \\ 8 \\ 8 \end{pmatrix} \text{ m}$$

$$M_O := r_{OP} \times F = \begin{pmatrix} -16 \\ 11.2 \\ -11.2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_O := |M_O| = 22.514 \text{ m}\cdot\text{kN}$$



*Sistemas de fuerzas y momentos.  
Momentos respecto a un punto*

20. La tensión en el cable AC mostrado es de 100 lb. Determine el momento respecto al origen O debido a la fuerza ejercida en A por el cable AC. Use el producto cruz, considerando que  $\mathbf{r}$  es el vector  $\mathbf{a}$ ) de O a A y  $\mathbf{b}$ ) de O a C.

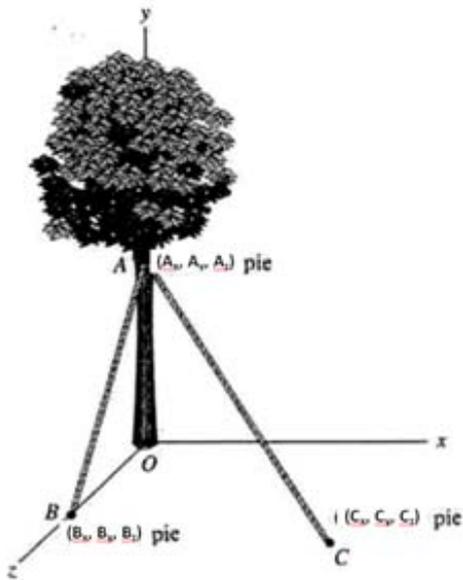
Datos:

$$\mathbf{A} := \begin{pmatrix} 0 \\ 8 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ ft}$$

$$\mathbf{B} := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 10 \end{pmatrix} \text{ ft}$$

$$\mathbf{C} := \begin{pmatrix} 14 \\ 0 \\ 14 \end{pmatrix} \text{ ft}$$

$$T_{AC} := 100 \text{ lbf}$$



$$\mathbf{M} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$$

$$\mathbf{u}_F := \frac{\mathbf{C} - \mathbf{A}}{|\mathbf{C} - \mathbf{A}|} = \begin{pmatrix} 0.656 \\ -0.375 \\ 0.656 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{F}_{AC} := T_{AC} \cdot \mathbf{u}_F = \begin{pmatrix} 291.63 \\ -166.646 \\ 291.63 \end{pmatrix} \text{ N} \quad \mathbf{r}_{OA} := \mathbf{A} - \mathbf{O} = \begin{pmatrix} 0 \\ 8 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{ft}$$

$$\mathbf{M}_O := \mathbf{F}_{AC} \times \mathbf{r}_{OA} = \begin{pmatrix} -524.488 \\ 0 \\ 524.488 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

Comprobación:

$$\mathbf{r}_{OC} := \mathbf{C} - \mathbf{O} = \begin{pmatrix} 14 \\ 0 \\ 14 \end{pmatrix} \cdot \text{ft}$$

$$\mathbf{M}_O := \mathbf{F}_{AC} \times \mathbf{r}_{OC} = \begin{pmatrix} -524.488 \\ 0 \\ 524.488 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

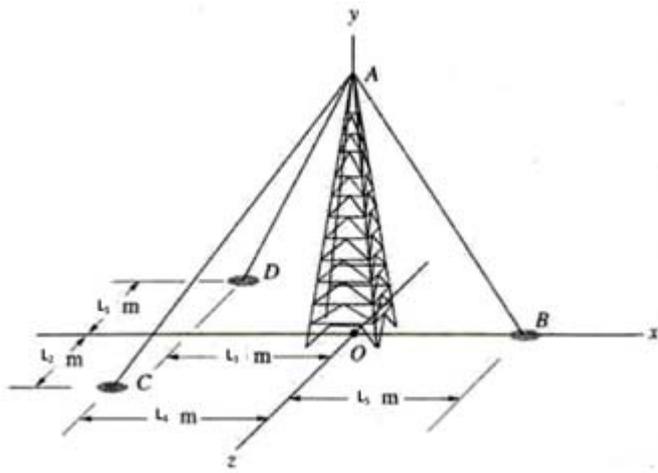
**Sistemas de fuerzas y momentos.  
Momentos respecto a un punto**

21. La torre tiene 70 m de altura. Las tensiones en los cables AB, AC y AD son de 4 kN, 2 kN y 2 kN respectivamente. Determine la suma de los momentos respecto al origen O de los cables en el punto A.

Datos:

$$L_1 := 35\text{m} \quad L_2 := 40\text{m} \quad L_3 := 35\text{m} \quad L_4 := 40\text{m} \quad L_5 := 40\text{m} \quad H := 70\text{m}$$

$$T_{AB} := 4\text{kN} \quad T_{AC} := 2\text{kN} \quad T_{AD} := 2\text{kN}$$



Solución:

$$A := \begin{pmatrix} 0 \\ H \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 70 \\ 0 \end{pmatrix} \text{m} \quad C := \begin{pmatrix} -L_2 \\ 0 \\ L_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -40 \\ 0 \\ 40 \end{pmatrix} \text{m}$$

$$B := \begin{pmatrix} L_5 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 40 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{m} \quad D := \begin{pmatrix} -L_3 \\ 0 \\ -L_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -35 \\ 0 \\ -35 \end{pmatrix} \text{m}$$

$$r := \begin{pmatrix} 0 \\ H \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 70 \\ 0 \end{pmatrix} \text{m}$$

$$e_{AB} := \frac{B - A}{|B - A|} = \begin{pmatrix} 0.496 \\ -0.868 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$F_{AB} := T_{AB} \cdot e_{AB} = \begin{pmatrix} 1.985 \times 10^3 \\ -3.473 \times 10^3 \\ 0 \end{pmatrix} \text{N}$$

$$e_{AC} := \frac{C - A}{|C - A|} = \begin{pmatrix} -0.444 \\ -0.778 \\ 0.444 \end{pmatrix}$$

$$F_{AC} := T_{AC} \cdot e_{AC} = \begin{pmatrix} -888.889 \\ -1.556 \times 10^3 \\ 888.889 \end{pmatrix} \text{N}$$

$$e_{AD} := \frac{D - A}{|D - A|} = \begin{pmatrix} -0.408 \\ -0.816 \\ -0.408 \end{pmatrix}$$

$$F_{AD} := T_{AD} \cdot e_{AD} = \begin{pmatrix} -816.497 \\ -1.633 \times 10^3 \\ -816.497 \end{pmatrix} \text{N}$$

$$M_1 := r \times F_{AB} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -138918.9 \end{pmatrix} \cdot \text{N}\cdot\text{m}$$

$$M_2 := r \times F_{AC} = \begin{pmatrix} 62222.22 \\ 0 \\ 62222.22 \end{pmatrix} \cdot \text{N}\cdot\text{m}$$

$$M_3 := r \times F_{AD} = \begin{pmatrix} -57154.76 \\ 0 \\ 57154.76 \end{pmatrix} \cdot \text{N}\cdot\text{m}$$

$$M_T := M_1 + M_2 + M_3$$

$$M_T = \begin{pmatrix} 5.067 \\ 0 \\ -19.542 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

**Sistemas de fuerzas y momentos.  
Momentos respecto a un punto**

22. La tensión en el cable AB es de 150 N, y en AC es 100 N. Determine la suma de los momentos respecto a D debidos a las fuerzas ejercidas sobre la pared por los cables.

Datos:

$$T_{BA} := 150\text{N}$$

$$T_{CA} := 100\text{N}$$

$$L_1 := 5\text{m}$$

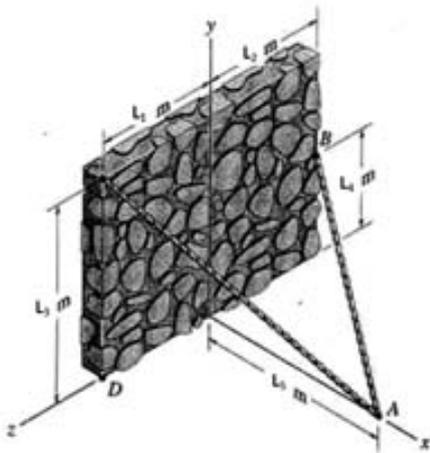
$$L_2 := 5\text{m}$$

$$L_3 := 8\text{m}$$

$$L_4 := 4\text{m}$$

$$L_5 := 8\text{m}$$

$$A := \begin{pmatrix} L_5 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad B := \begin{pmatrix} 0 \\ L_4 \\ -L_2 \end{pmatrix} \quad C := \begin{pmatrix} 0 \\ L_3 \\ L_1 \end{pmatrix} \quad D := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ L_1 \end{pmatrix}$$



Solución:

Los vectores

$$e_{BA} := \frac{A - B}{|A - B|} = \begin{pmatrix} 0.781 \\ -0.39 \\ 0.488 \end{pmatrix} \quad e_{CA} := \frac{A - C}{|A - C|} = \begin{pmatrix} 0.647 \\ -0.647 \\ -0.404 \end{pmatrix}$$

Las tensiones en los cables

$$F_{BA} := T_{BA} \cdot e_{BA} = \begin{pmatrix} 117.108 \\ -58.554 \\ 73.193 \end{pmatrix} \text{N} \quad F_{CA} := T_{CA} \cdot e_{CA} = \begin{pmatrix} 64.676 \\ -64.676 \\ -40.423 \end{pmatrix} \text{N}$$

Los momentos respecto al punto D:

$$r_1 := C - D = \begin{pmatrix} 0 \\ 8 \\ 0 \end{pmatrix} \text{m} \quad r_2 := B - D = \begin{pmatrix} 0 \\ 4 \\ -10 \end{pmatrix} \text{m}$$

$$M_D := (r_1 \times F_{BA} + r_2 \times F_{CA}) = \begin{pmatrix} -222.91 \\ -646.76 \\ -1195.57 \end{pmatrix} \cdot \text{N}\cdot\text{m}$$

**Sistemas de fuerzas y momentos.  
Momentos respecto a un punto**

**23.** La suma de los momentos respecto a O debidos a la fuerza F y a las fuerzas en A por los cables AB y AC es igual a cero. Si F= 800 lb, ¿cuáles son las tensiones en los cables?

Datos:

Unidades lbf  
y ft

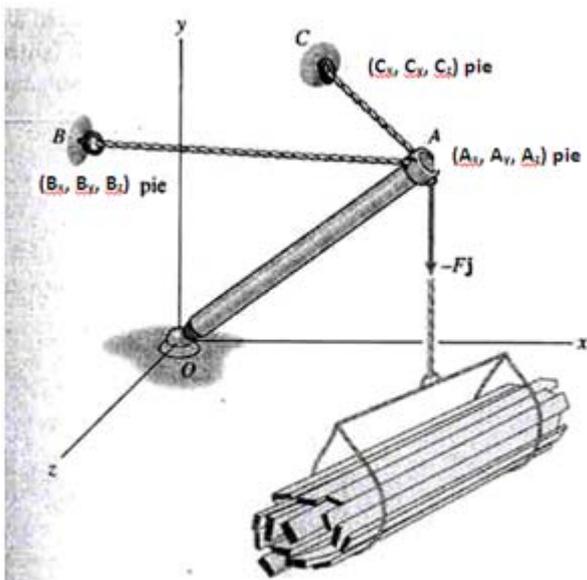
$$A := \begin{pmatrix} 8 \\ 6 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$B := \begin{pmatrix} 0 \\ 10 \\ 4 \end{pmatrix}$$

$$C := \begin{pmatrix} 0 \\ 6 \\ -10 \end{pmatrix}$$

$$F := \begin{pmatrix} 0 \\ -800 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Solución:



$$F_{AC} := TT_{AC} \cdot \frac{C - A}{|C - A|} \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{4 \cdot \sqrt{41} \cdot TT_{AC}}{41} \\ 0 \\ \frac{5 \cdot \sqrt{41} \cdot TT_{AC}}{41} \end{pmatrix}$$

$$F_{AB} := TT_{AB} \cdot \frac{B - A}{|B - A|} \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{\sqrt{6} \cdot TT_{AB}}{3} \\ \frac{\sqrt{6} \cdot TT_{AB}}{6} \\ \frac{\sqrt{6} \cdot TT_{AB}}{6} \end{pmatrix}$$

$$r := A - O = \begin{pmatrix} 8 \\ 6 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$M_O := r \times (F_{AC} + F_{AB} + F) \rightarrow \begin{pmatrix} \sqrt{6} \cdot TT_{AB} - \frac{30 \cdot \sqrt{41} \cdot TT_{AC}}{41} \\ \frac{40 \cdot \sqrt{41} \cdot TT_{AC}}{41} - \frac{4 \cdot \sqrt{6} \cdot TT_{AB}}{3} \\ \frac{10 \cdot \sqrt{6} \cdot TT_{AB}}{3} + \frac{24 \cdot \sqrt{41} \cdot TT_{AC}}{41} - 6400 \end{pmatrix}$$

$$TT_{AB} := 1$$

$$TT_{AC} := 1$$

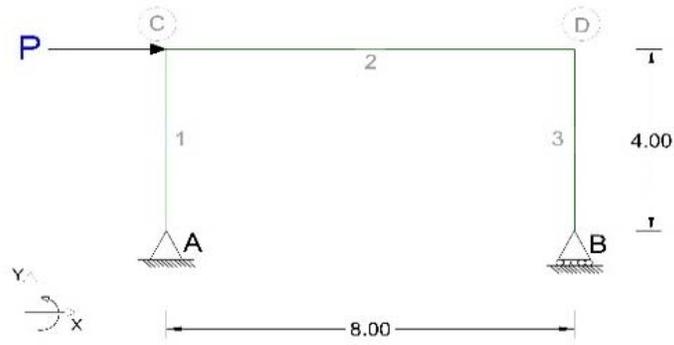
Given  $M_{O_1} = 0$      $M_{O_3} = 0$

$$\text{Find}(TT_{AB}, TT_{AC}) \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{8000 \cdot \sqrt{6}}{31} \\ \frac{1600 \cdot \sqrt{41}}{31} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 632.13 \\ 330.48 \end{pmatrix}$$

### Marcos

Problema 1-001 v001 Elementos Mecánicos Marcos

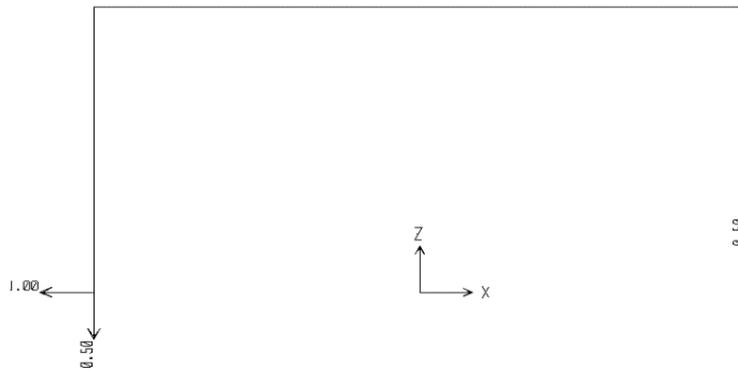
EM\_MA\_Fig001



Datos:

$P=1 \text{ ton}$

Solución: **UNITARIA** ton y m  
Reacciones:  $A_x$        $A_y$        $B_y$   
                  -1        -0.5      0.5



**Marcos**

Diagrama de momentos

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
0	4	4	0
COLUMNA 1 (D-B)			
MD	MB		
0	0		

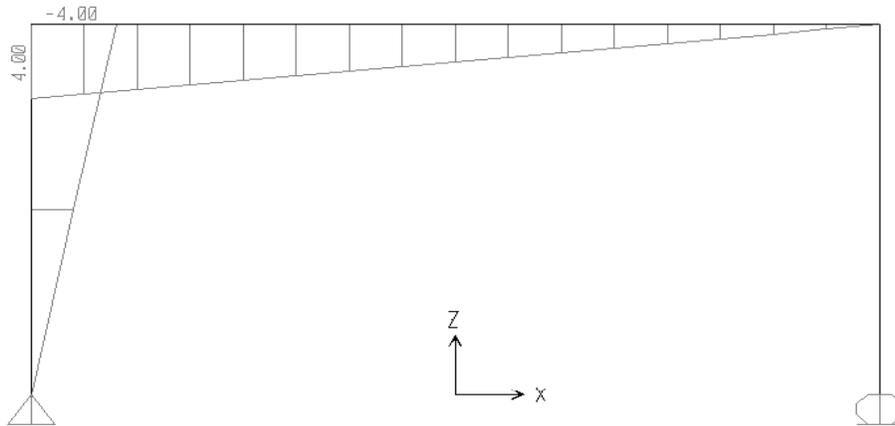
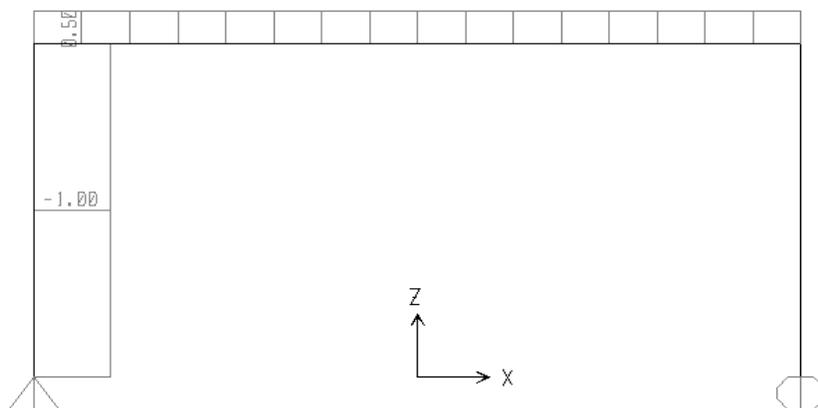


Diagrama de cortantes

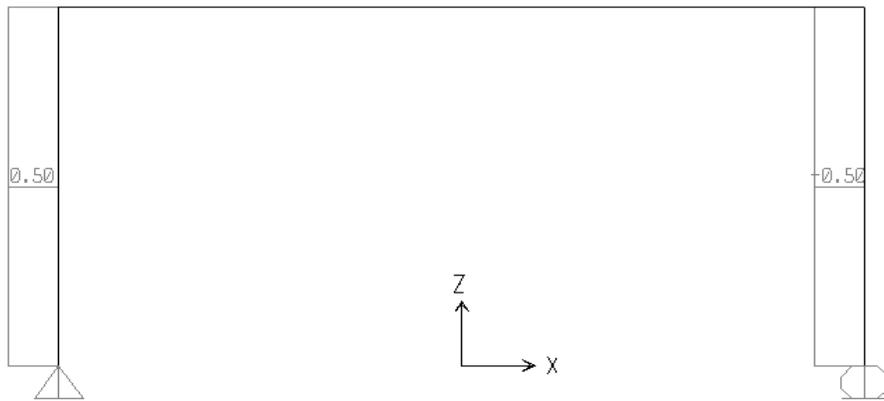
COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
1	1	0.5	0.5
COLUMNA 1 (D-B)			
VD	VB		
0	0		



**Marcos**

Diagrama de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
<b>0.5</b>	<b>0.5</b>	<b>-0.5</b>	<b>-0.5</b>
COLUMNA 1 (D-B)			
ND	NB		
<b>0</b>	<b>0</b>		



**Marcos**

Datos:

$P = 2$  ton

$P = 2 \text{ ton}$

Reacciones:       $A_x$                    $A_y$                    $B_y$   
                                   $-2$                            $-1$                            $1$

Diagrama de momentos

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
0	8	8	0
COLUMNA 1 (D-B)			
MD	MB		
0	0		

Diagrama de cortantes

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
2	2	1	1
COLUMNA 1 (D-B)			
VD	VB		
0	0		

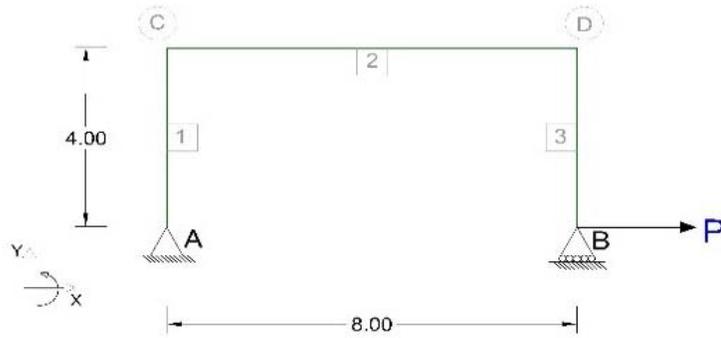
Diagrama de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
1	1	-1	-1
COLUMNA 1 (D-B)			
ND	NB		
0	0		

### Marcos

#### Problema 1-002 v001 Elementos Mecánicos Marcos

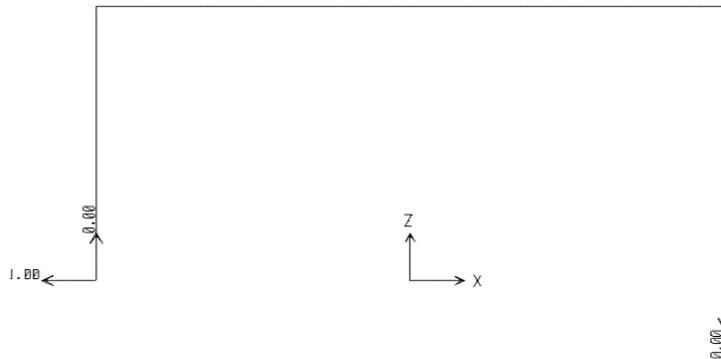
EM\_MA\_Fig002



Datos:

$$P=1 \text{ ton}$$

Solución: **UNITARIA** ton y m  
Reacciones: Ax Ay By  
                  -1 0 0



**Marcos**

Diagrama de momentos

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
0	4	4	4
COLUMNA 1 (D-B)			
MD	MB		
4	0		

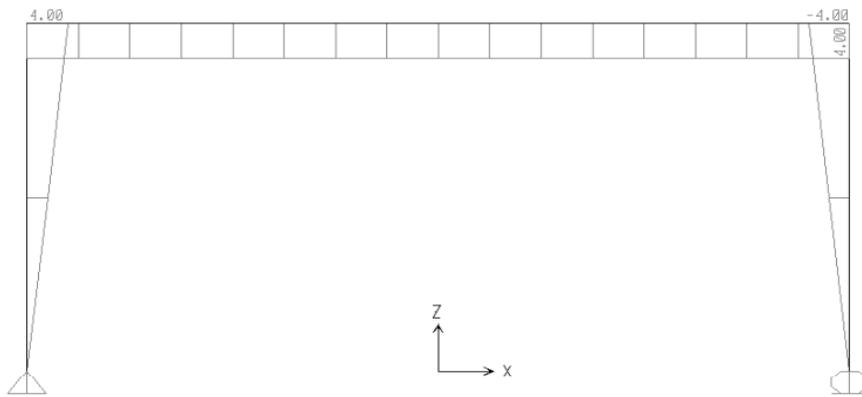
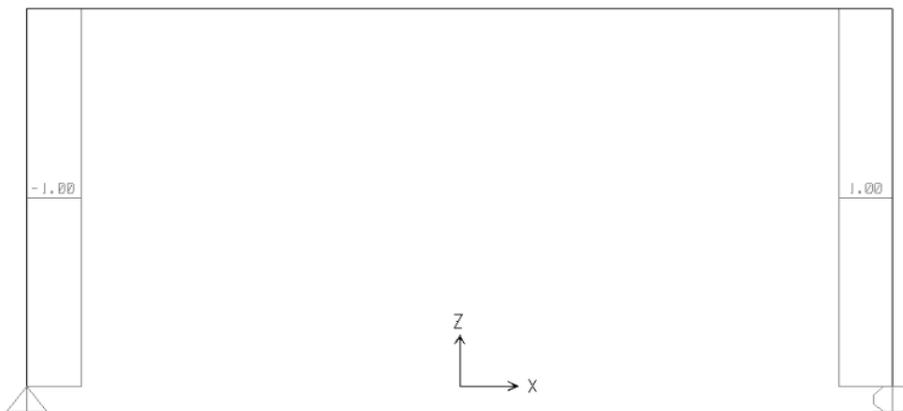


Diagrama de cortantes

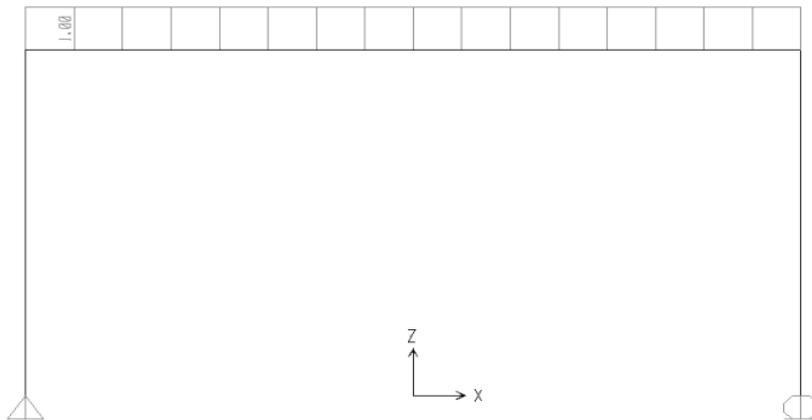
COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
1	1	0	0
COLUMNA 1 (D-B)			
VD	VB		
1	1		



### Marcos

Diagrama de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
0	0	1	1
COLUMNA 1 (D-B)			
ND	NB		
0	0		



**Marcos**

Datos:

$P = 2$  ton

$P = 2 \text{ ton}$

Reacciones:	$A_x$	$A_y$	$B_y$
	-2	0	0

Diagrama de momentos

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
0	8	8	8
COLUMNA 1 (D-B)			
MD	MB		
8	0		

Diagrama de cortantes

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
2	2	0	0
COLUMNA 1 (D-B)			
VD	VB		
2	2		

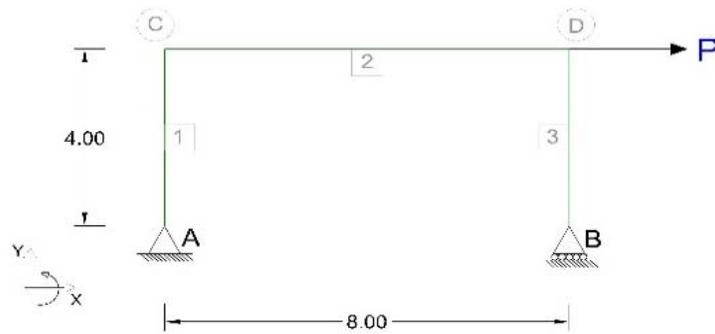
Diagrama de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
0	0	2	2
COLUMNA 1 (D-B)			
ND	NB		
0	0		

### Marcos

Problema 1-003 v001 Elementos Mecánicos Marcos

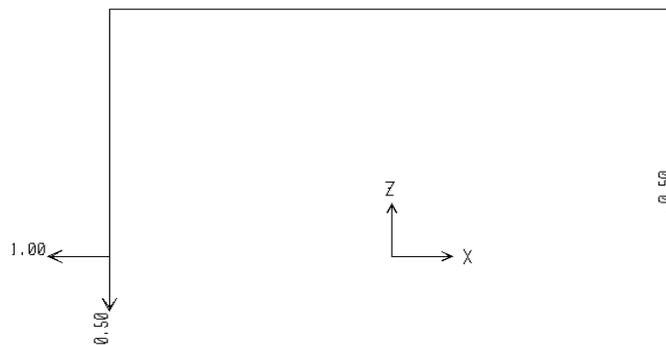
EM\_MA\_Fig003



Datos:

P=1 ton

Solución: **UNITARIA** ton y m  
Reacciones: Ax Ay By  
-1 -0.5 0.5



**Marcos**

Diagrama de momentos

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
0	4	4	0
COLUMNA 1 (D-B)			
MD	MB		
0	0		

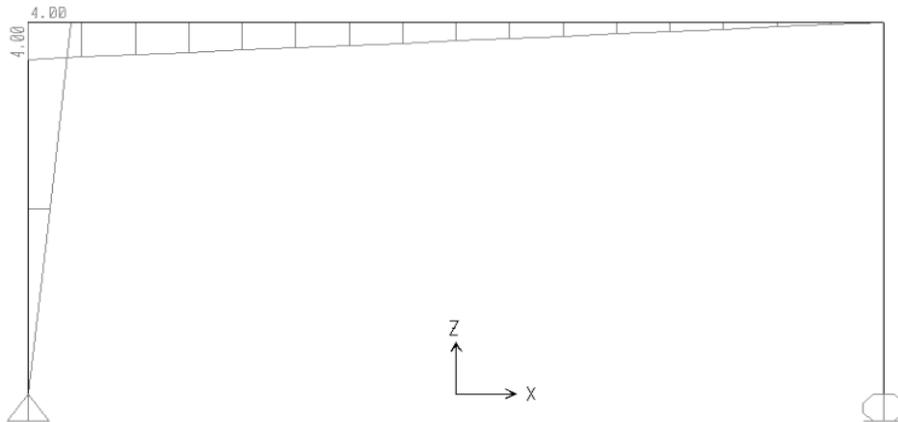
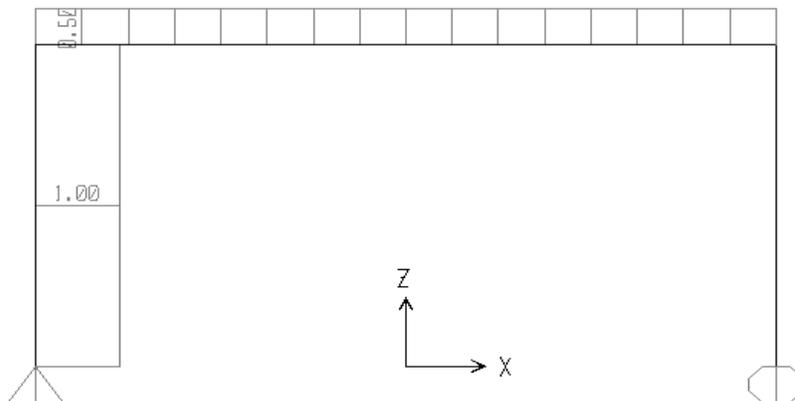


Diagrama de cortantes

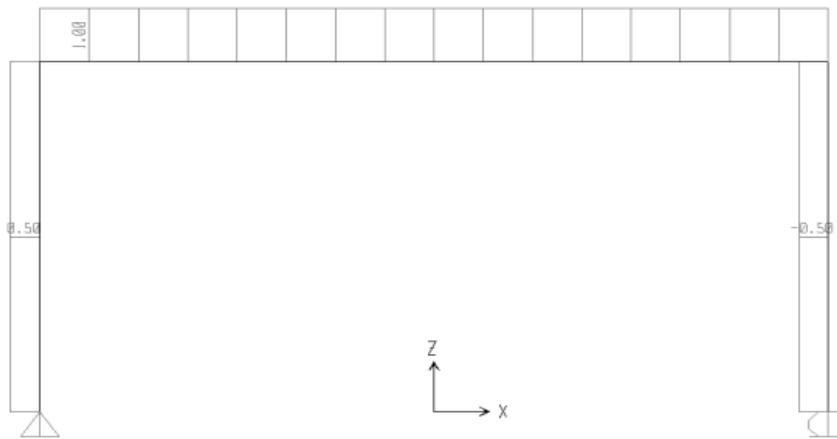
COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
1	1	0.5	0.5
COLUMNA 1 (D-B)			
VD	VB		
0	0		



### Marcos

Diagrama de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
<b>0.5</b>	<b>0.5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
COLUMNA 1 (D-B)			
ND	NB		
<b>-0.5</b>	<b>-0.5</b>		



**Marcos**

Datos:

$P = 2$  ton

$P = 2 \text{ ton}$

$A_x$

$A_y$

$B_y$

$-2$

$-1$

$1$

Diagrama de momentos

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
0	8	8	0
COLUMNA 1 (D-B)			
MD	MB		
0	0		

Diagrama de cortantes

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
2	2	1	1
COLUMNA 1 (D-B)			
VD	VB		
0	0		

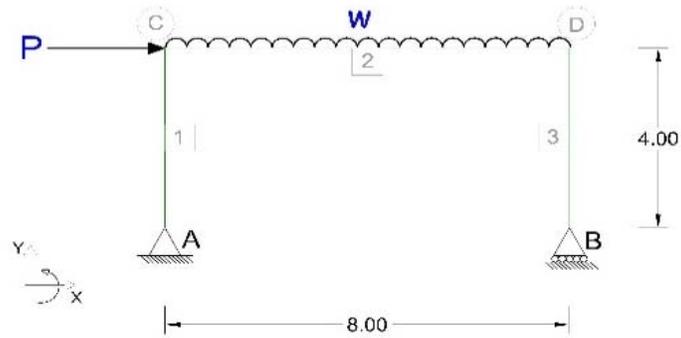
Diagrama de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
1	1	2	2
COLUMNA 1 (D-B)			
ND	NB		
-1	-1		

**Marcos**

Problema 1-004 v001 Elementos Mecánicos Marcos

EM\_MA\_Fig004



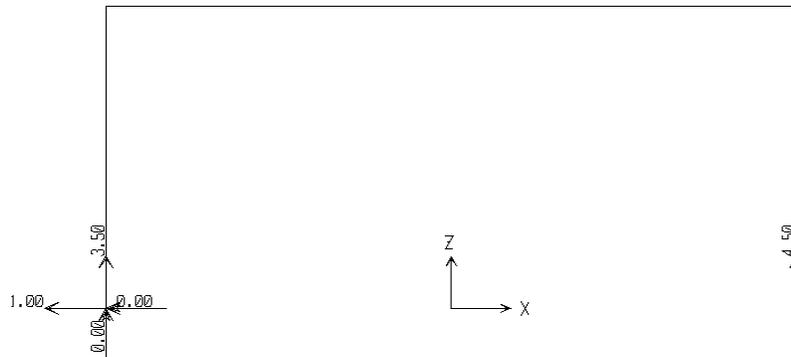
Datos:

$w=1 \text{ ton/m}$

$P=1 \text{ ton}$

Solución: **UNITARIA** ton y m

Reacciones:	$A_x$	$A_y$	$B_y$
	-1	3.5	4.5



**Marcos**

Diagrama de momentos

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
0	4	4	0
COLUMNA 1 (D-B)		Mmax	
MD	MB	10.13	
0	0		

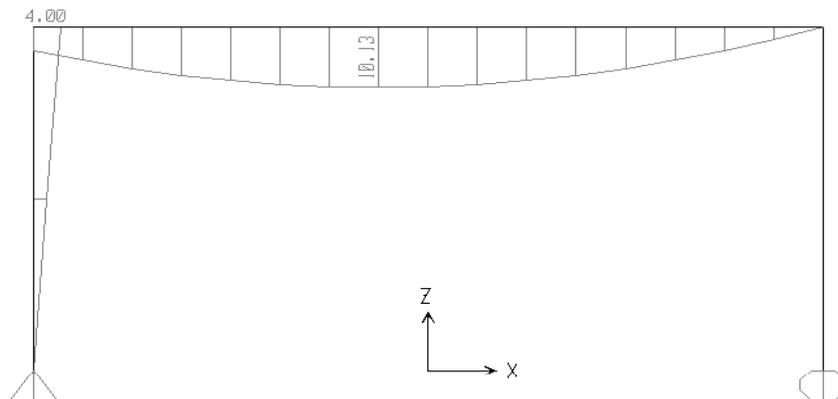
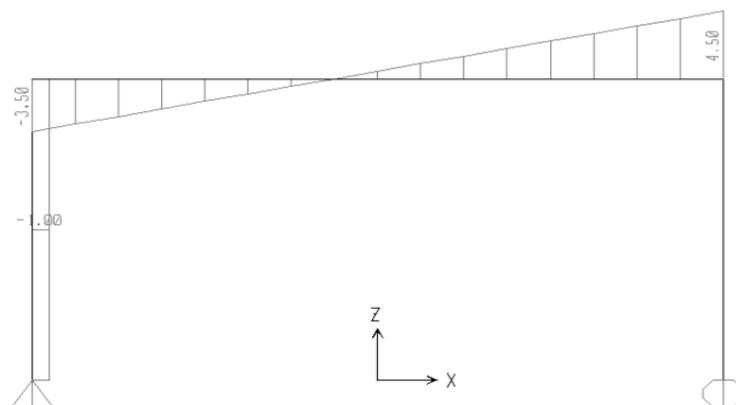


Diagrama de cortantes

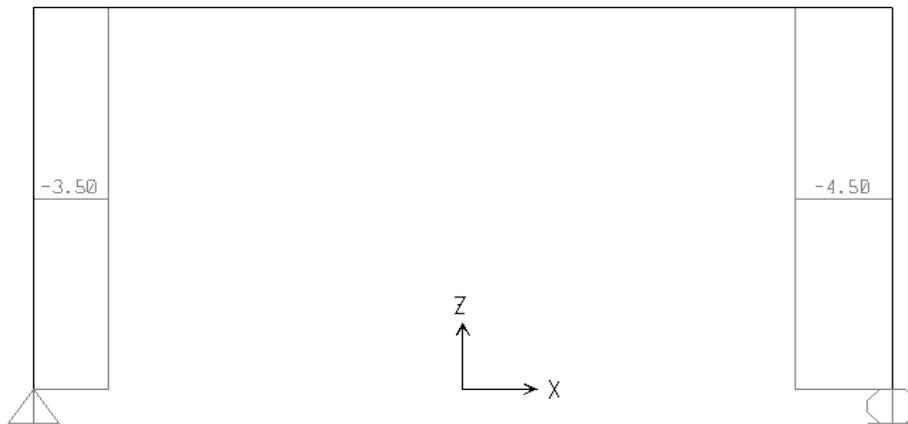
COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
1	1	3.5	4.5
COLUMNA 1 (D-B)			
VD	VB		
0	0		



### Marcos

Diagrama de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
<b>-3.5</b>	<b>-3.5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
COLUMNA 1 (D-B)			
ND	NB		
<b>-4.5</b>	<b>-4.5</b>		



**Marcos**

Datos:

$P=w = 2$  ton y ton/m

$P=w = 2$ ton y ton/m

Reacciones:	$A_x$	$A_y$	$B_y$
	-2	7	9

Diagrama de momentos

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
0	8	8	0
COLUMNA 1 (D-B)			
MD	MB		
0	0		

Diagrama de cortantes

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
2	2	7	9
COLUMNA 1 (D-B)			
VD	VB		
0	0		

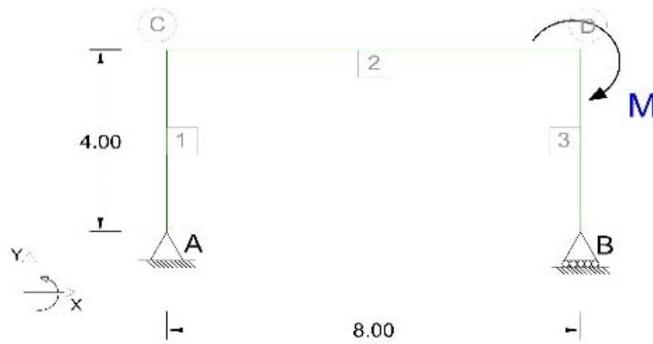
Diagrama de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
-7	-7	0	0
COLUMNA 1 (D-B)			
ND	NB		
-9	-9		

### Marcos

Problema 1-005 v001 Elementos Mecánicos Marcos

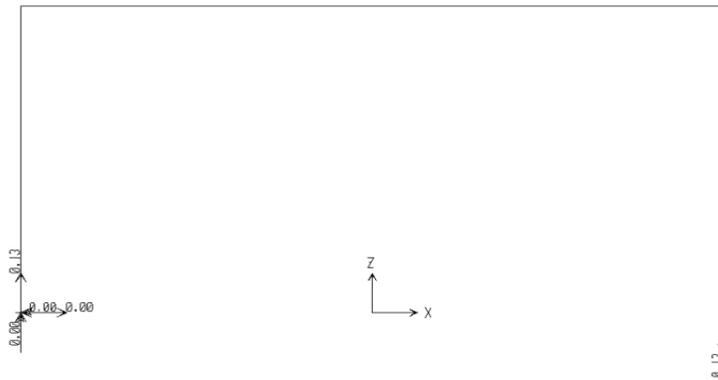
EM\_MA\_Fig005



Datos:

$$M = -1 \text{ ton-m}$$

Solución: **UNITARIA** ton y m  
Reacciones:  $A_x = 0$ ,  $A_y = 0.13$ ,  $B_y = -0.13$



**Marcos**

Diagrama de momentos

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
0	0	0	1
COLUMNA 1 (D-B)			
MD	MB		
0	0		

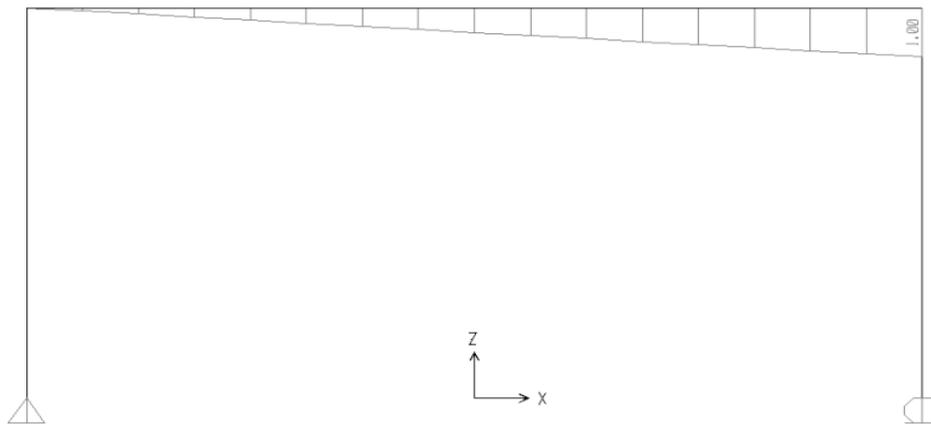
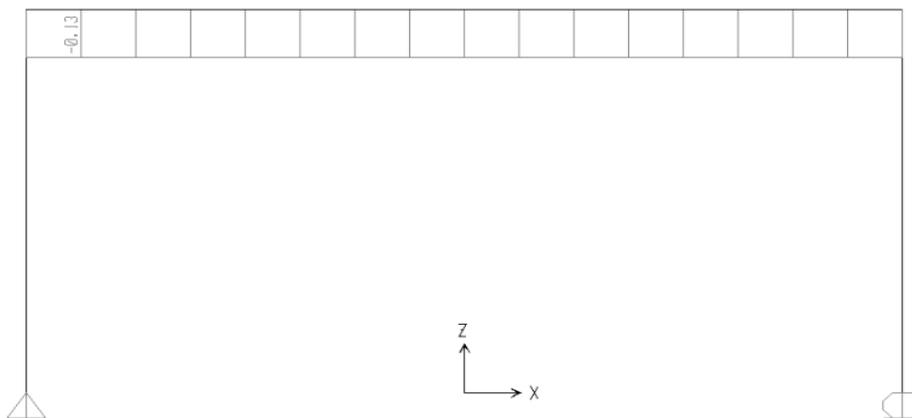


Diagrama de cortantes

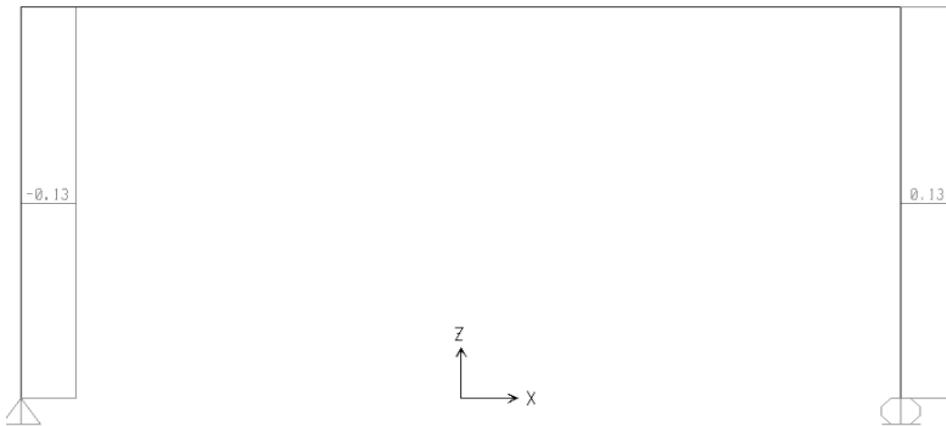
COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
0	0	0.13	0.13
COLUMNA 1 (D-B)			
VD	VB		
0	0		



### Marcos

Diagrama de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
<b>-0.13</b>	<b>-0.13</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
COLUMNA 1 (D-B)			
ND	NB		
<b>0.13</b>	<b>0.13</b>		



**Marcos**

Datos:

$M = 2$  ton-m

$M = 2$  ton-m

Reacciones:      Ax              Ay              By  
                          0              0.26           -0.26

Diagrama de momentos

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
0	0	0	2
COLUMNA 1 (D-B)			
MD	MB		
0	0		

Diagrama de cortantes

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
0	0	0.26	0.26
COLUMNA 1 (D-B)			
VD	VB		
0	0		

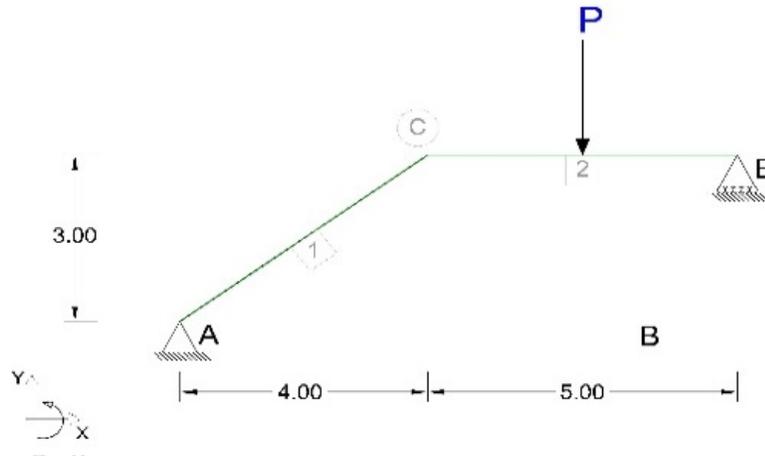
Diagrama de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
-0.26	-0.26	0	0
COLUMNA 1 (D-B)			
ND	NB		
0.26	0.26		

### Marcos

#### Problema 1-006 v001 Elementos Mecánicos Marcos

EM\_MA\_Fig006

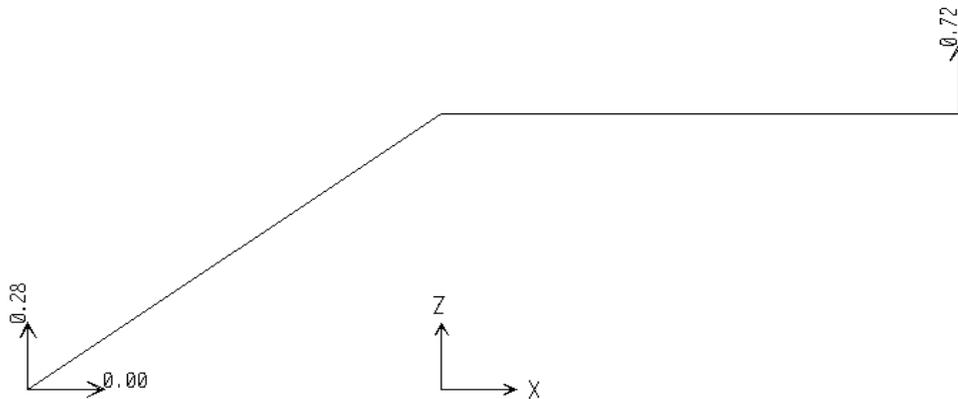


Datos:

P=1 ton

Solución: **UNITARIA**

Reacciones:	Ax	Ay	By
	0	0.28	0.72



**Marcos**

Diagrama de momentos

VIGA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
<b>0</b>	<b>1.11</b>	<b>1.11</b>	<b>0</b>
Mmax			
<b>1.81</b>			

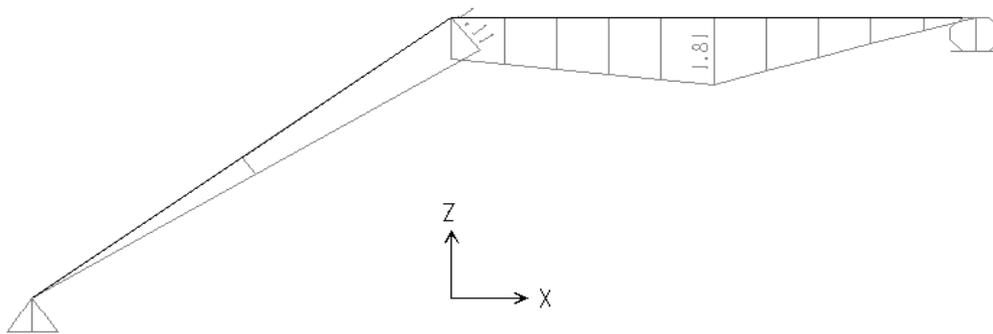
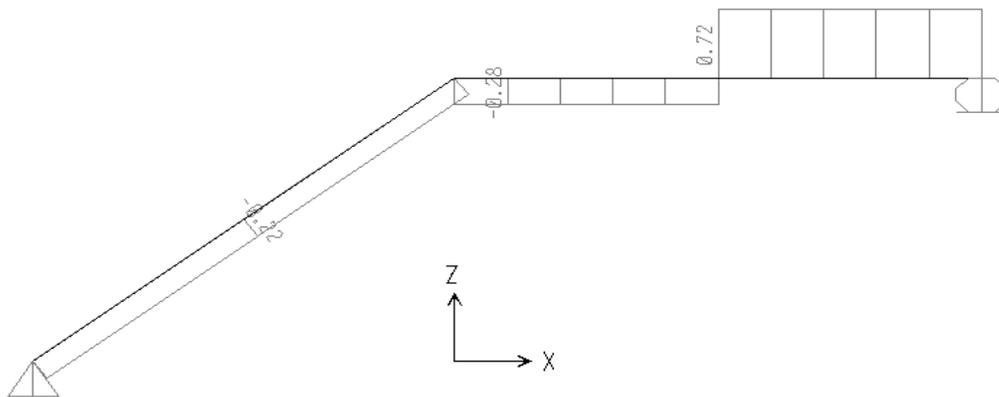


Diagrama de cortantes

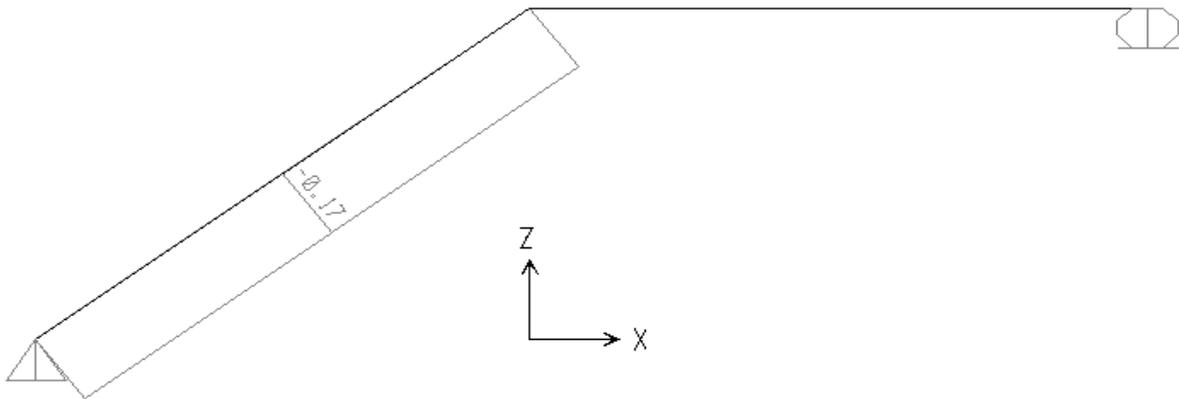
VIGA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
<b>0.22</b>	<b>0.22</b>	<b>0.28</b>	<b>0.72</b>



### Marcos

Diagrama de fuerza axial

VIGA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
<b>-0.17</b>	<b>-0.17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>



**Marcos**

Datos:

P= **2** ton

P=2ton

Reacciones:      Ax              Ay              By  
                          0              0.56          1.44

Diagrama de momentos

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
0	2.22	2.22	0
		Mmax	
		3.62	

Diagrama de cortantes

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
0.44	0.44	0.56	1.44

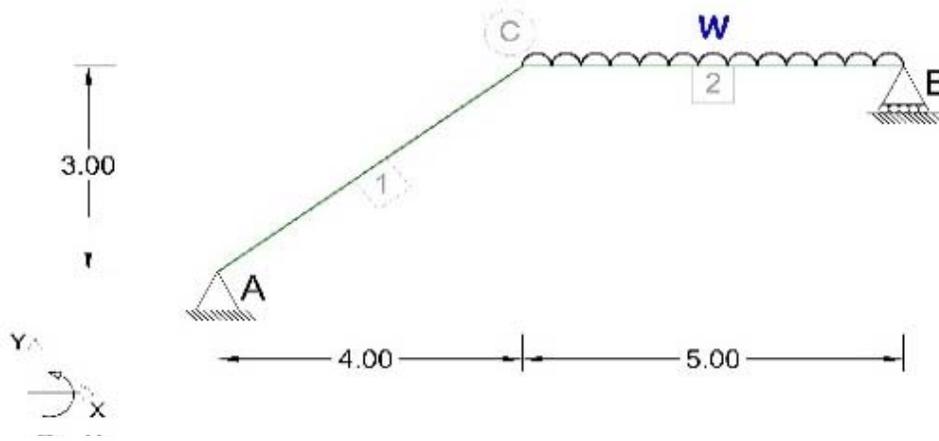
Diagrama de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
-0.34	-0.34	0	0

**Marcos**

Problema 1-007 v001 Elementos Mecánicos Marcos

EM\_MA\_Fig007

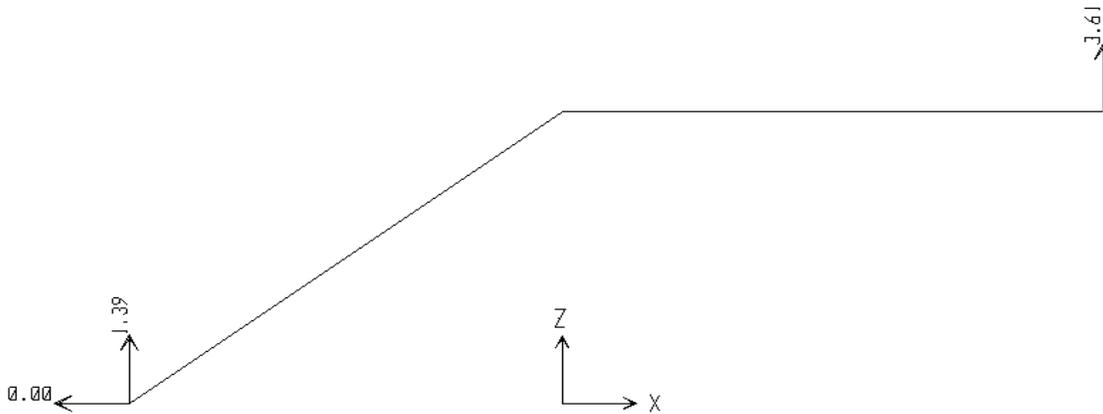


Datos:

$w=1 \text{ ton}$

Solución: **UNITARIA**

Reacciones:	$A_x$	$A_y$	$B_y$
	0	1.39	3.61



**Marcos**

Diagrama de momentos

VIGA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
<b>0</b>	<b>5.56</b>	<b>5.56</b>	<b>0</b>
Mmax			
<b>6.51</b>			

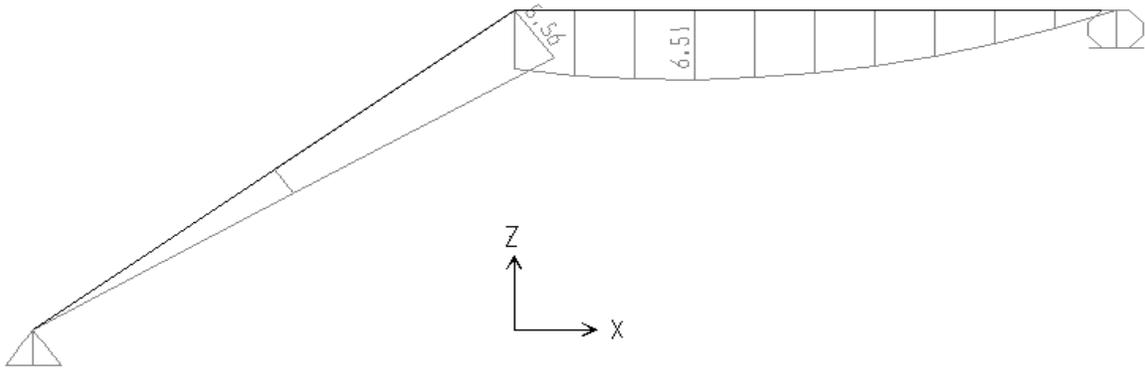
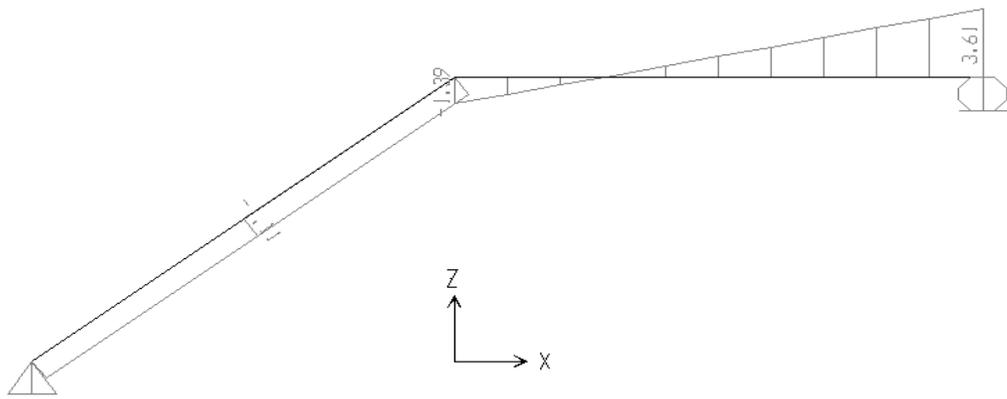


Diagrama de cortantes

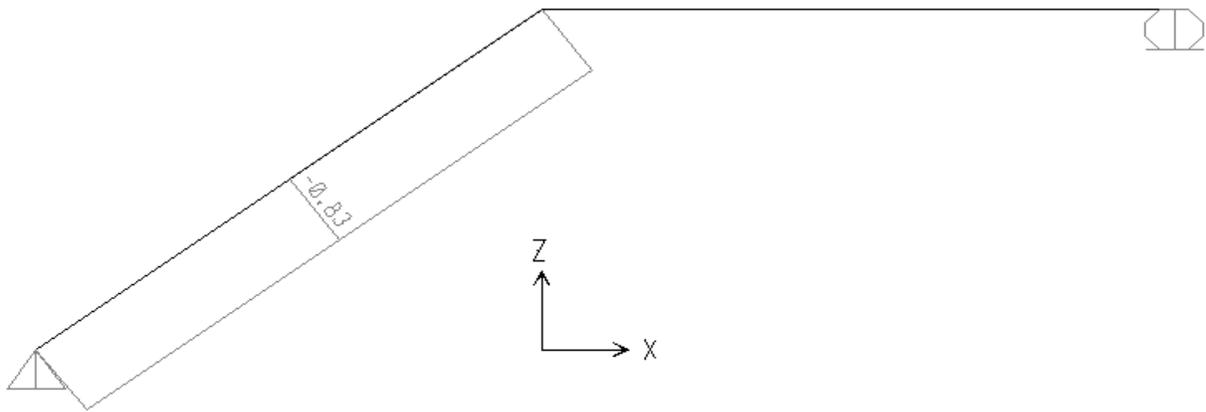
VIGA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
<b>1.11</b>	<b>1.11</b>	<b>1.39</b>	<b>3.61</b>



### Marcos

Diagrama de fuerza axial

VIGA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
<b>-0.83</b>	<b>-0.83</b>	<b>0</b>	<b>0</b>



OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI

Solución Paramétrica

**Marcos**

Datos:

$w = 2$  ton/m  
 $w = 2 \text{ ton/m}$

Reacciones:	$A_x$	$A_y$	$B_y$
	<b>0</b>	<b>2.78</b>	<b>7.22</b>

Diagrama de momentos

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
<b>0</b>	<b>11.12</b>	<b>11.12</b>	<b>0</b>
		Mmax	
		<b>13.02</b>	

Diagrama de cortantes

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
<b>2.22</b>	<b>2.22</b>	<b>2.78</b>	<b>7.22</b>

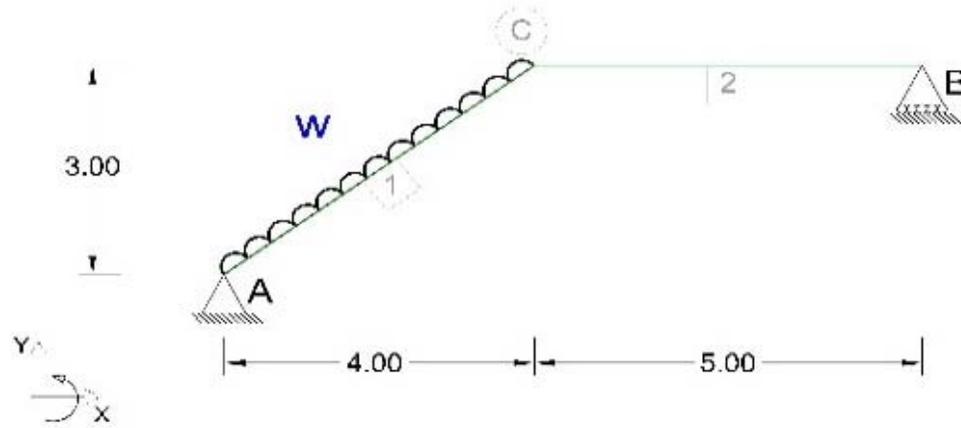
Diagrama de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
<b>-1.66</b>	<b>-1.66</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

**Marcos**

Problema 1-008 v001 Elementos Mecánicos Marcos

EM\_MA\_Fig008

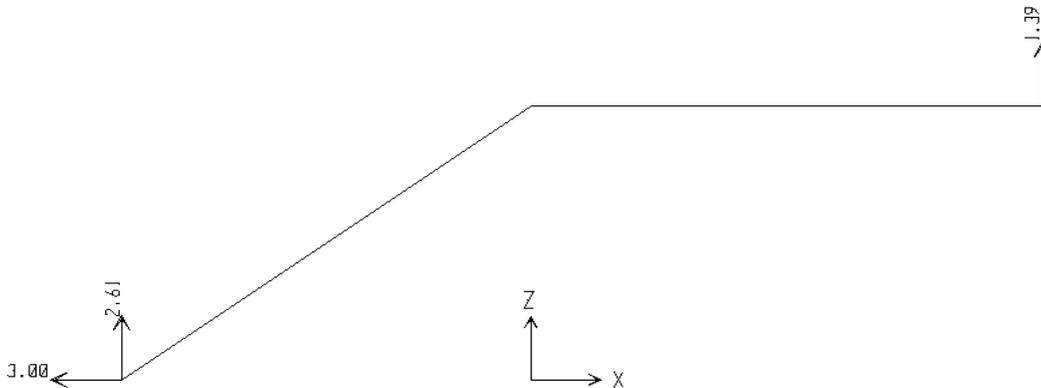


Datos:

$w = 1 \text{ ton/m}$

Solución: **UNITARIA**

Reacciones:	$A_x$	$A_y$	$B_x$
	<b>-3</b>	<b>0.28</b>	<b>0.72</b>



**Marcos**

Diagrama de momentos

VIGA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
<b>0</b>	<b>6.94</b>	<b>6.94</b>	<b>0</b>
Mmax			
<b>7.53</b>			

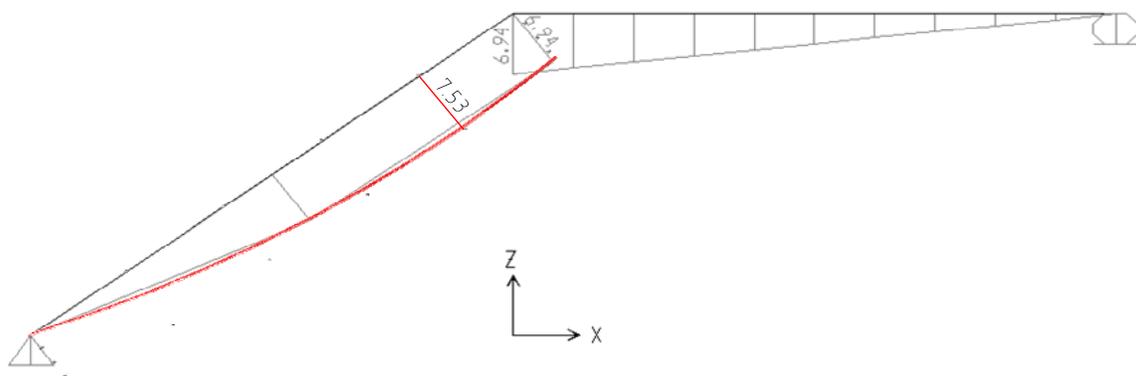
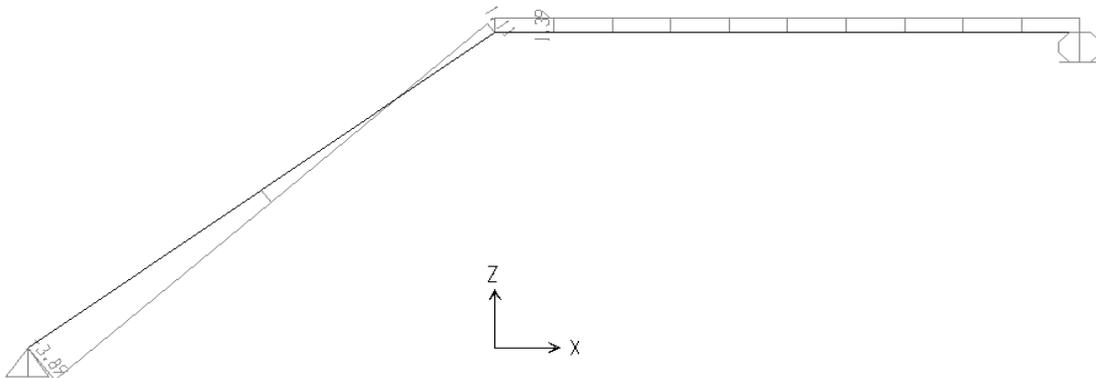


Diagrama de cortantes

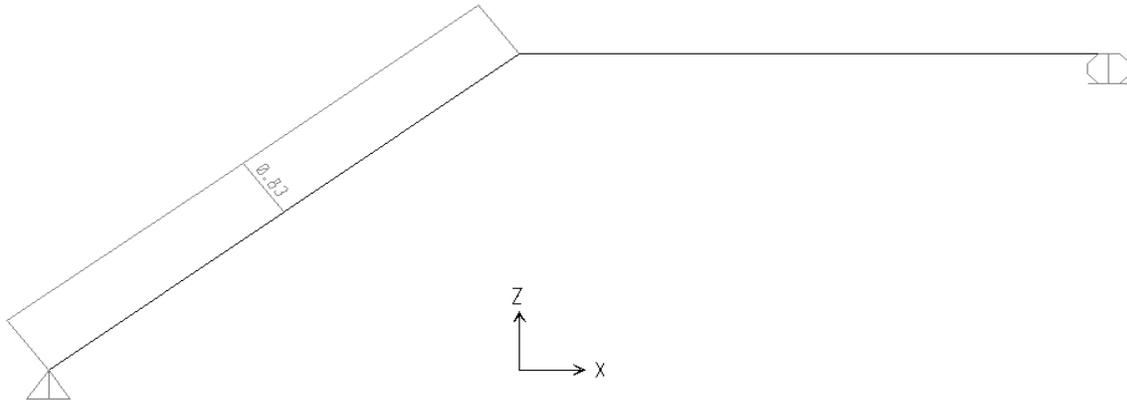
VIGA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
<b>0.83</b>	<b>1.11</b>	<b>1.39</b>	<b>1.39</b>



### Marcos

Diagrama de fuerza axial

VIGA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
<b>0.83</b>	<b>0.83</b>	<b>0</b>	<b>0</b>



**Marcos**

**Version 1 v001**

Datos:

w= **2** ton/m  
w=2ton/m

Reacciones:      Ax              Ay              By  
                         -6              0.56              1.44

Diagrama de momentos

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
<b>0</b>	<b>13.88</b>	<b>13.88</b>	<b>0</b>
		Mmax	
		<b>15.06</b>	

Diagrama de cortantes

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
<b>1.66</b>	<b>2.22</b>	<b>2.78</b>	<b>2.78</b>

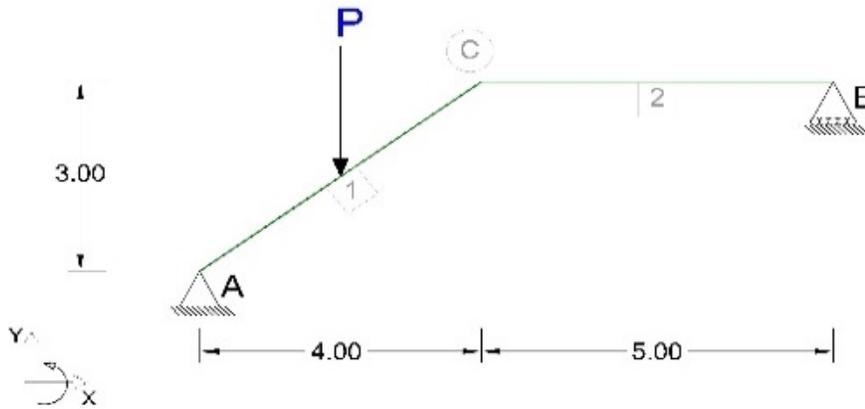
Diagrama de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
<b>1.66</b>	<b>1.66</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

### Marcos

Problema 1-009 v001 Elementos Mecánicos Marcos

EM\_MA\_Fig009

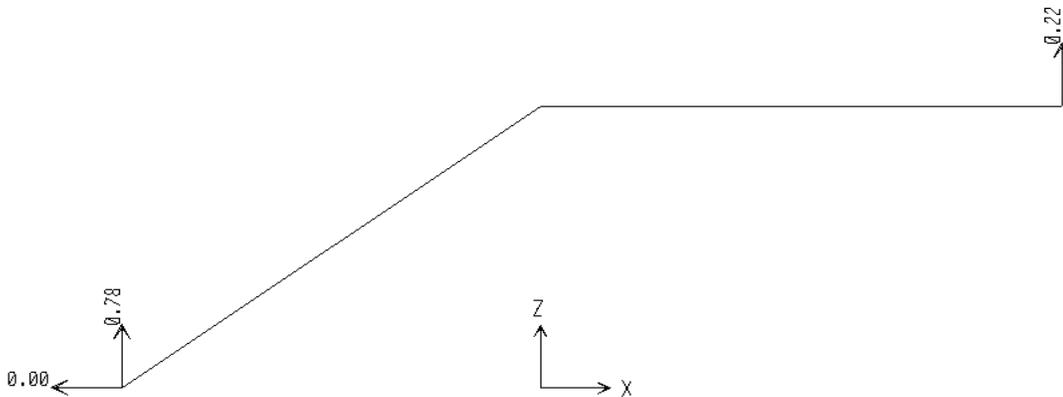


Datos:

P=1 ton

Solución: **UNITARIA**

Reacciones:	Ax	Ay	Bx
	0	0.78	0.22



**Marcos**

Diagrama de momentos

VIGA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
<b>0</b>	<b>1.11</b>	<b>1.11</b>	<b>0</b>
Mmax			
<b>1.56</b>			

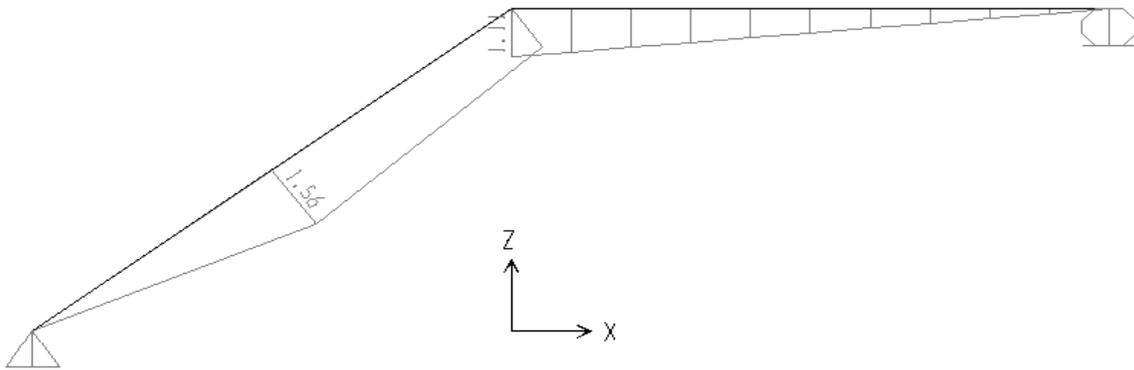
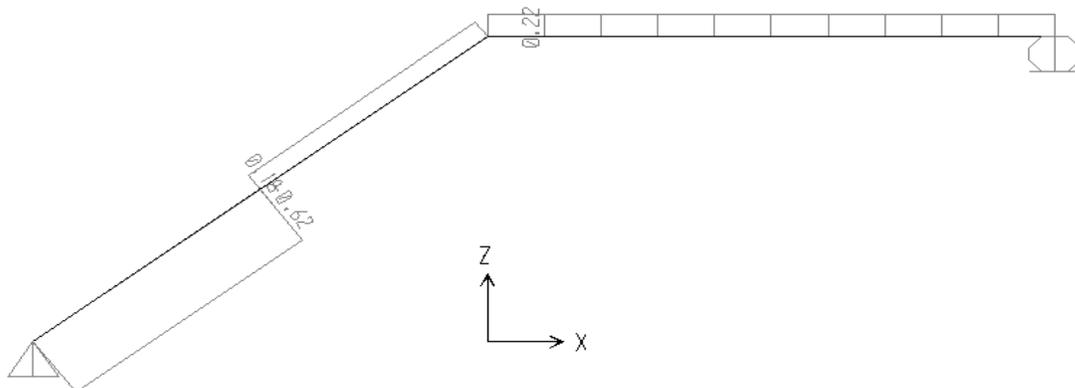


Diagrama de cortantes

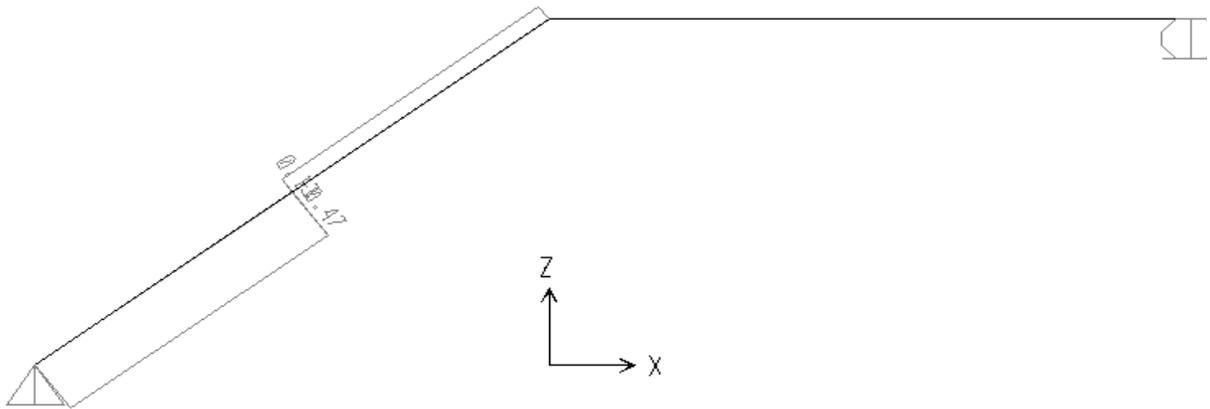
VIGA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
<b>0.62</b>	<b>0.18</b>	<b>0.22</b>	<b>0.22</b>



### Marcos

Diagrama de fuerza axial

VIGA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
<b>-0.47</b>	<b>0.13</b>	<b>0</b>	<b>0</b>



OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI

Solución Paramétrica

**Marcos**

Datos:

P= **2** ton

P=2ton

Reacciones:      Ax              Ay              By  
                          0              1.56              0.44

Diagrama de momentos

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
0	2.22	2.22	0
		Mmax	
		3.12	

Diagrama de cortantes

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
1.24	0.36	0.44	0.44

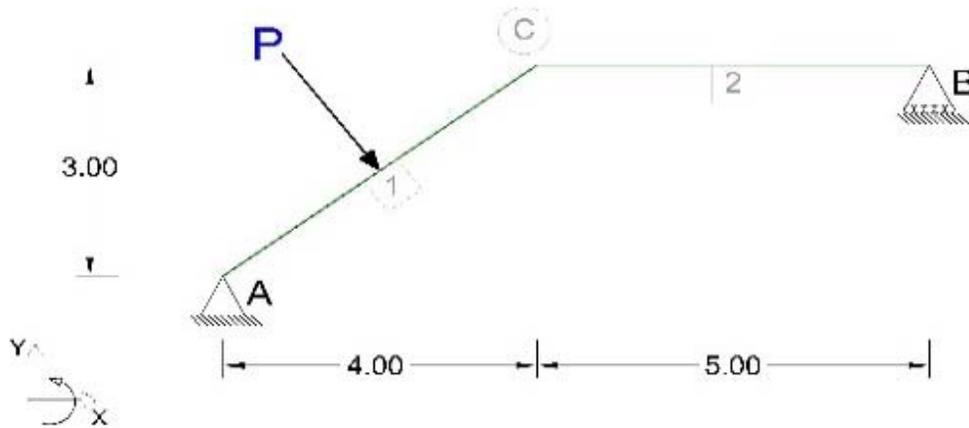
Diagrama de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
-0.94	0.26	0	0

### Marcos

#### Problema 1-010 v001 Elementos Mecánicos Marcos

EM\_MA\_Fig010

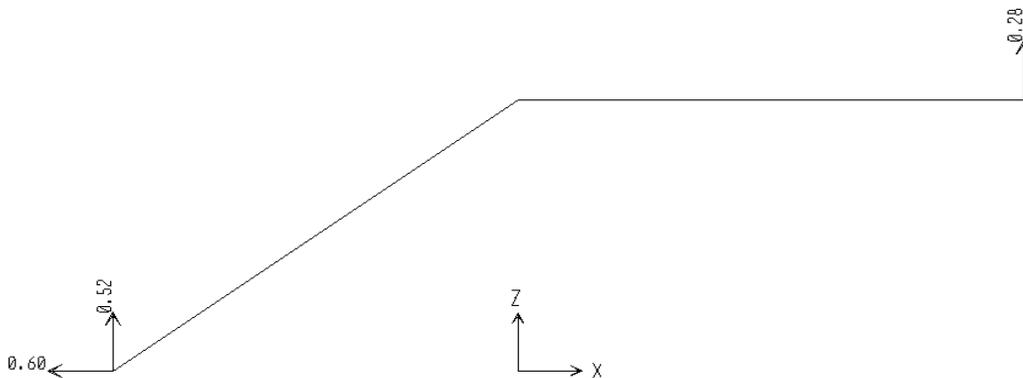


Datos:

$P=1 \text{ ton}$

Solución: **UNITARIA**

Reacciones:  $A_x$        $A_y$        $B_x$   
**-0.6**      **0.25**      **0.28**



**Marcos**

Diagrama de momentos

VIGA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
<b>0</b>	<b>1.39</b>	<b>1.39</b>	<b>0</b>
Mmax			
<b>1.94</b>			

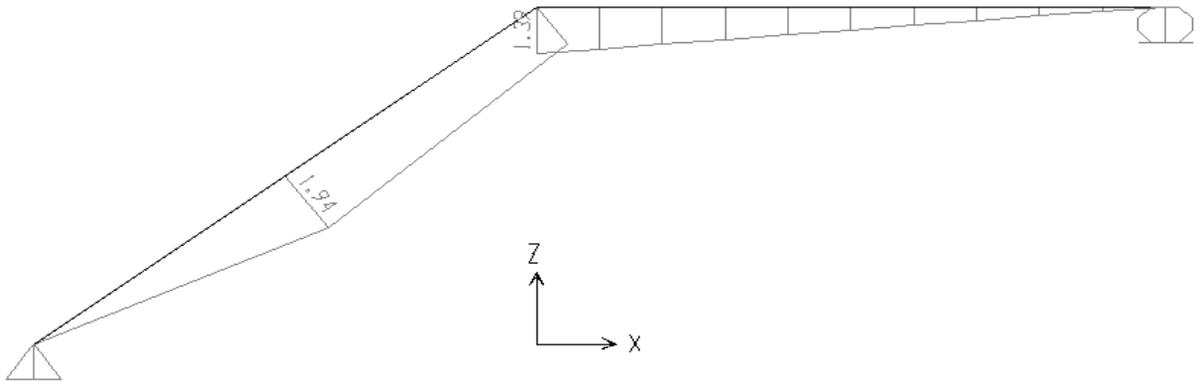
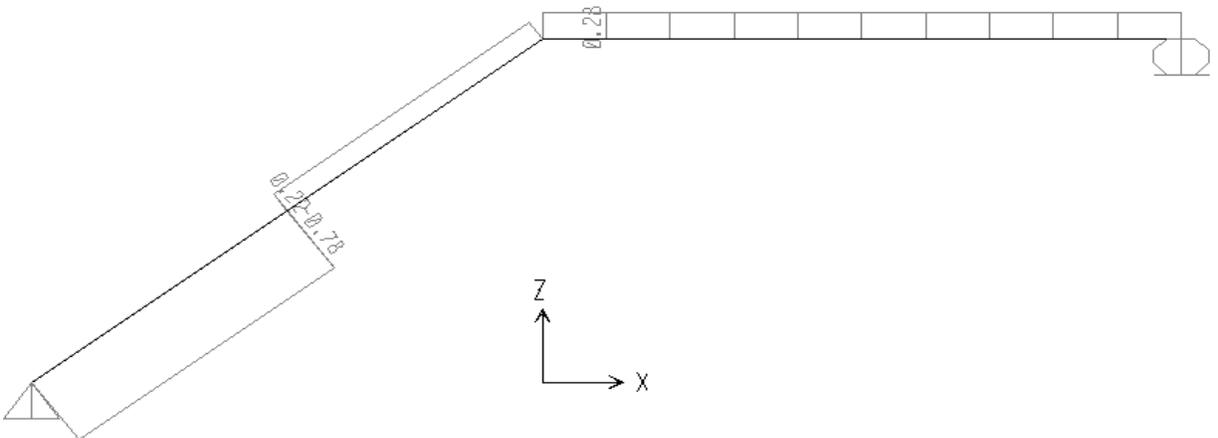


Diagrama de cortantes

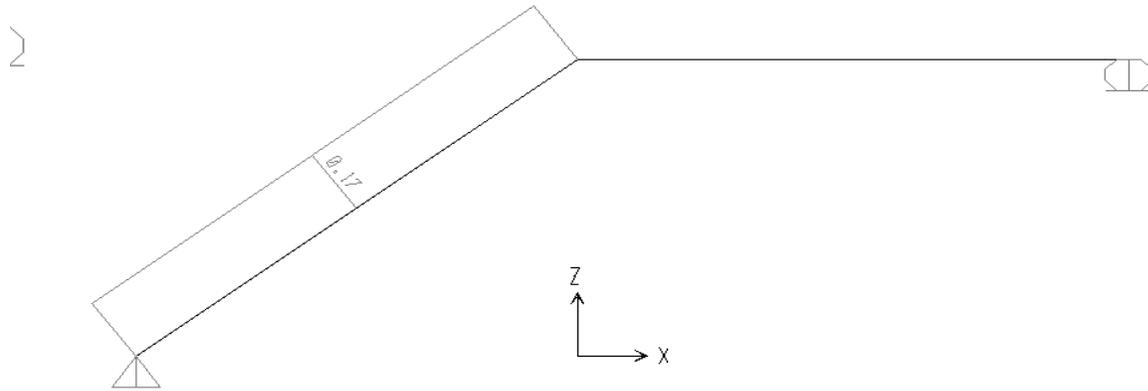
VIGA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
<b>0.78</b>	<b>0.22</b>	<b>0.28</b>	<b>0.72</b>



### Marcos

Diagrama de fuerza axial

VIGA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
<b>0.17</b>	<b>0.17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>



OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI

Solución Paramétrica

**Marcos**

Datos:

P= **2** ton

P=2ton

Reacciones:      Ax              Ay              By  
                          -1.2              0.5              0.56

Diagrama de momentos

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
<b>0</b>	<b>2.78</b>	<b>2.78</b>	<b>0</b>
		Mmax	
		<b>3.88</b>	

Diagrama de cortantes

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
<b>1.56</b>	<b>0.44</b>	<b>0.56</b>	<b>1.44</b>

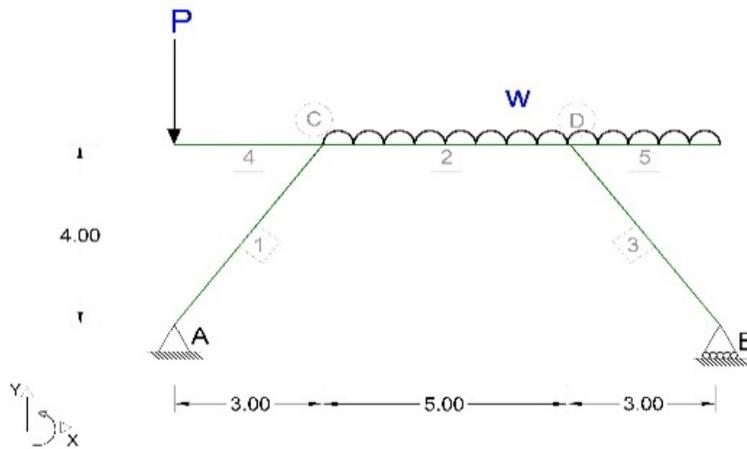
Diagrama de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
<b>0.34</b>	<b>0.34</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

### Marcos

#### Problema 1-011 v001 Elementos Mecánicos Marcos

EM\_MA\_Fig011

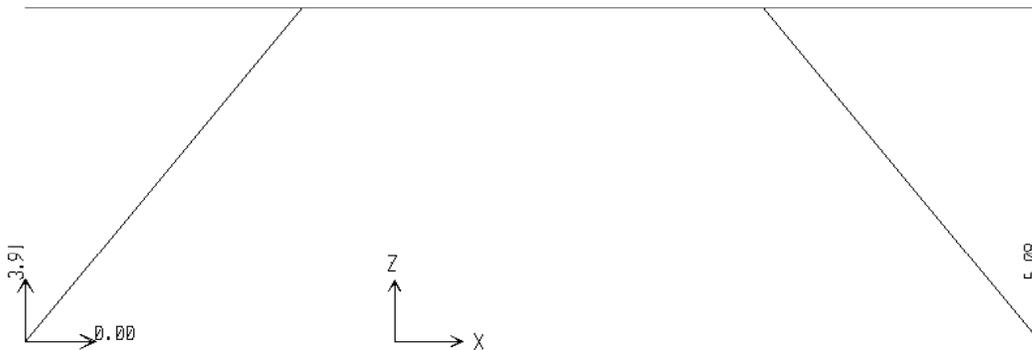


Datos:

$$P=1 \text{ ton}$$
$$w=1 \text{ ton/m}$$

Solución: **UNITARIA**

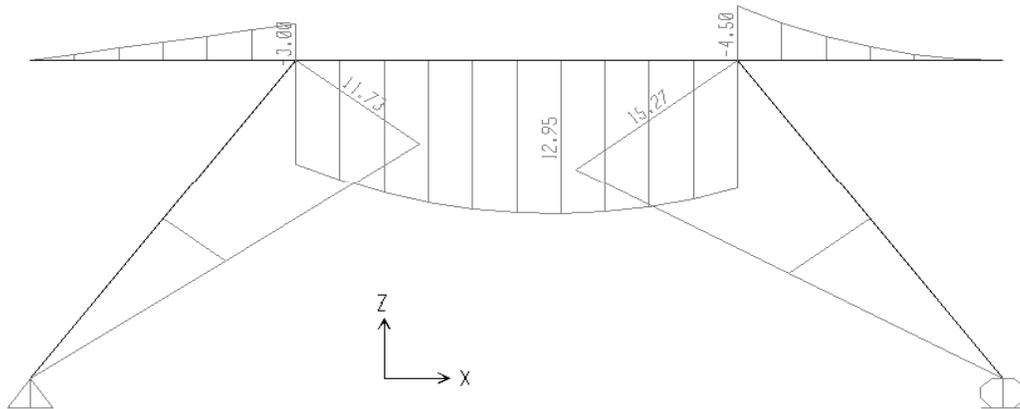
Reacciones:	$A_x$	$A_y$	$B_y$
	0	3.91	5.09



**Marcos**

Diagrama de momentos

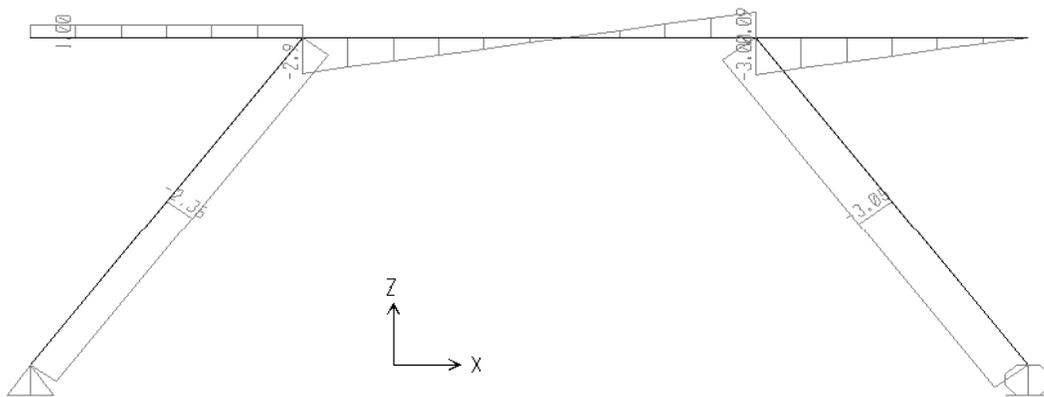
COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
0	11.73	8.73	10.73
COLUMNA 3 (D-B)		Mmax	
MD	MB	12.95	
15.27	0		
VIGA 4 (C-0)		VIGA 5 (D-0)	
MO	MC	MD	MO
0	-3	-4.5	0



**Marcos**

Diagrama de cortantes

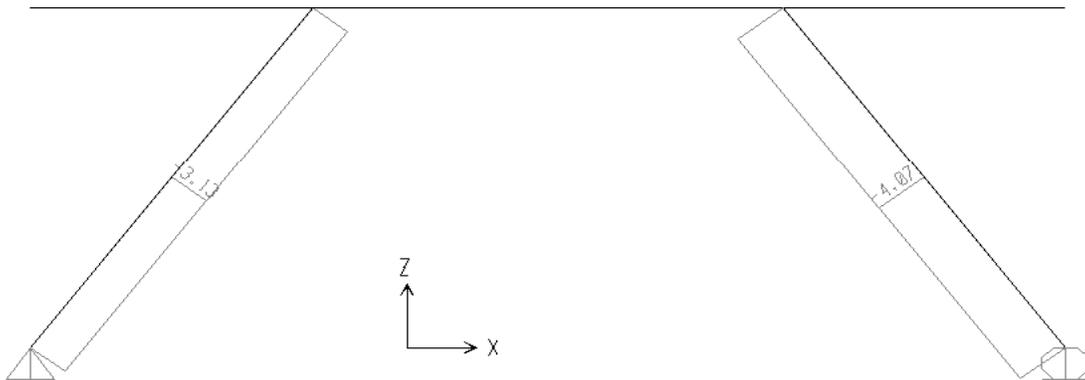
COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
<b>2.35</b>	<b>2.35</b>	<b>2.9</b>	<b>2.09</b>
COLUMNA 3 (D-B)			
VD	VB		
<b>3.05</b>	<b>3.05</b>		
VIGA 4 (C-O)		VIGA 5 (D-O)	
VO	VC	VD	VO
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>0</b>



### Marcos

#### Diagraman de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
<b>-3.13</b>	<b>-3.13</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
COLUMNA 3 (D-B)			
ND	NB		
<b>-4.07</b>	<b>-4.07</b>		
VIGA 4 (C-0)		VIGA 5 (D-0)	
NO	NC	ND	NO
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>



**Marcos**

Datos:

$P = w = 2 \text{ ton ton/m}$

$P = w = 2 \text{ ton ton/m}$

Reacciones:	Ax	Ay	By
	0	7.82	10.18

Diagrama de momentos

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
0	23.46	17.46	21.46
COLUMNA 3 (D-B)		Mmax	
MD	MB	25.9	
30.54	0		
VIGA 4 (C-0)		VIGA 5 (D-0)	
MO	MC	MD	MO
0	-6	-9	0

Diagrama de cortantes

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
4.7	4.7	5.8	4.18
COLUMNA 3 (D-B)			
VD	VB		
6.1	6.1		
VIGA 4 (C-0)		VIGA 5 (D-0)	
VO	VC	VD	VO
2	2	6	0

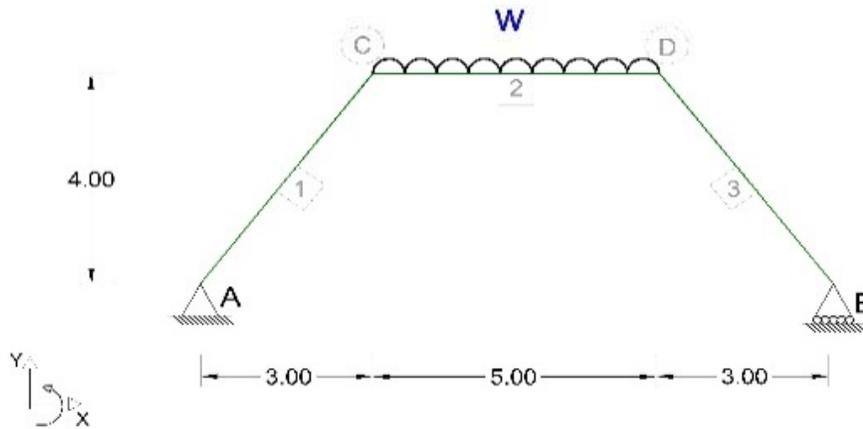
Diagrama de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
-6.26	-6.26	0	0
COLUMNA 3 (D-B)			
ND	NB		
-8.14	-8.14		
VIGA 4 (C-0)		VIGA 5 (D-0)	
NO	NC	ND	NO
0	0	0	0

### Marcos

#### Problema 1-012 v001 Elementos Mecánicos Marcos

EM\_MA\_Fig012

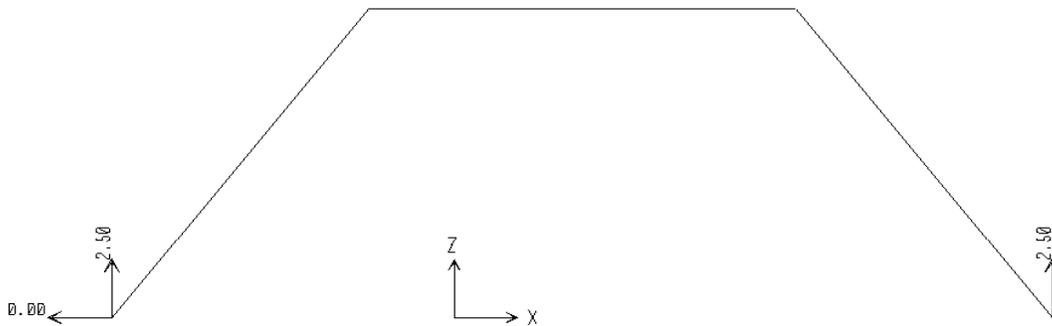


Datos:

$$w=1 \text{ ton/m}$$

Solución: **UNITARIA**

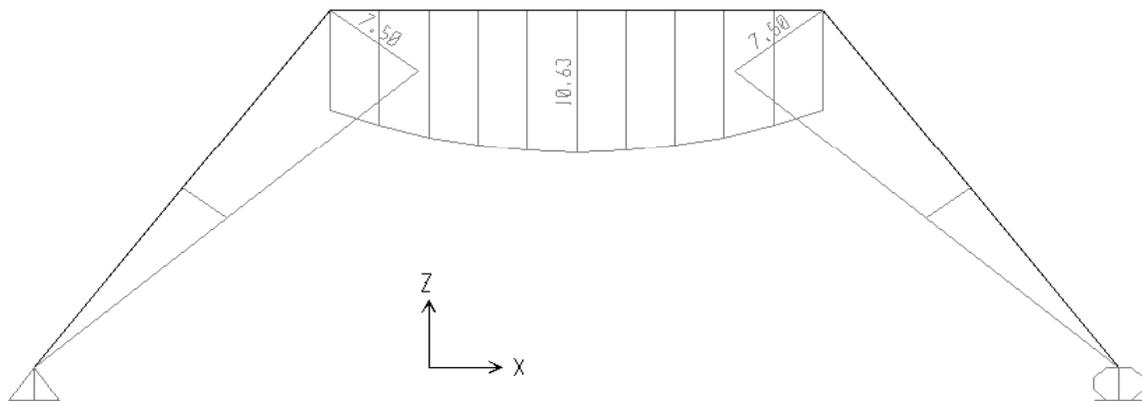
Reacciones:	Ax	Ay	Bx
	0	2.5	2.5



### Marcos

Diagrama de momentos

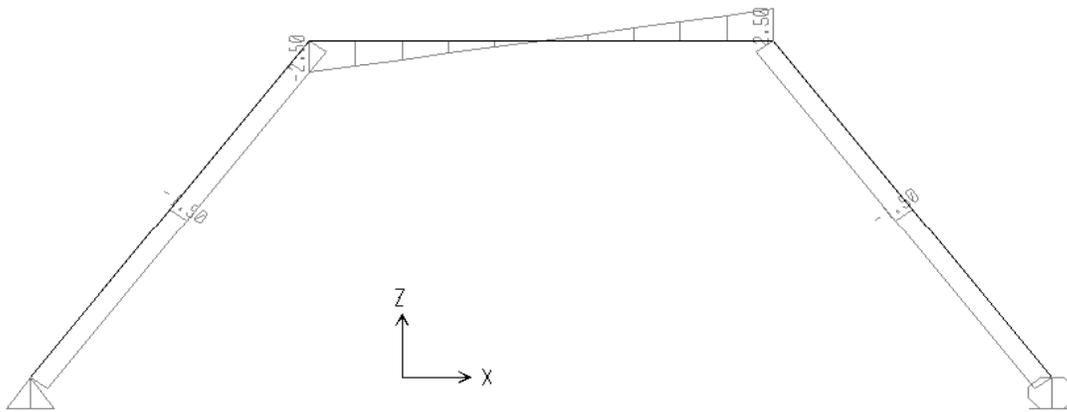
COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
0	7.5	7.5	7.5
COLUMNA 3 (D-B)		Mmax	
MD	MB	10.63	
7.5	0		



### Marcos

Diagrama de cortantes

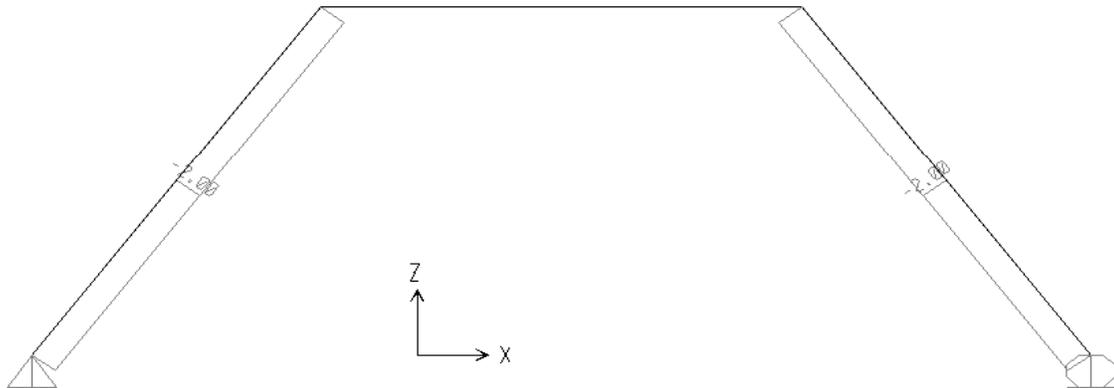
COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
<b>1.5</b>	<b>1.5</b>	<b>2.5</b>	<b>2.5</b>
COLUMNA 3 (D-B)			
VD	VB		
<b>1.5</b>	<b>1.5</b>		



**Marcos**

Diagraman de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
-2	-2	0	0
COLUMNA 3 (D-B)			
ND	NB		
-2	-2		



**Marcos**

Datos:

$w = 2$  ton/m

$w = 2 \text{ ton/m}$

Reacciones:	$A_x$	$A_y$	$B_y$
	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

Diagrama de momentos

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
<b>0</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>
COLUMNA 3 (D-B)		Mmax	
MD	MB	<b>21.26</b>	
<b>15</b>	<b>0</b>		

Diagrama de cortantes

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
<b>3</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
COLUMNA 3 (D-B)			
VD	VB		
<b>3</b>	<b>3</b>		

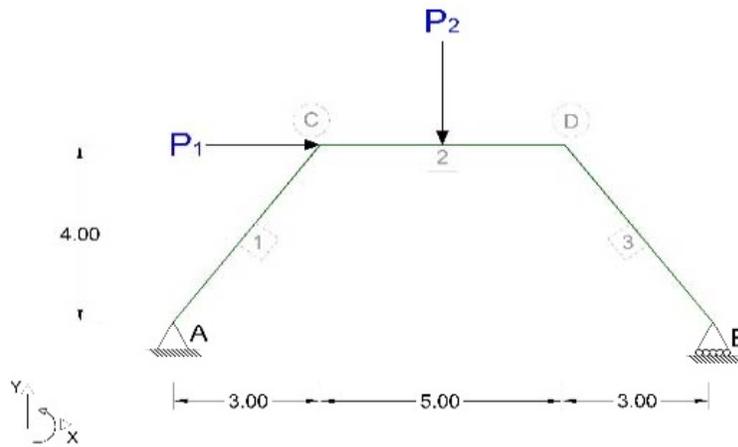
Diagrama de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
<b>-4</b>	<b>-4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
COLUMNA 3 (D-B)			
ND	NB		
<b>-4</b>	<b>-4</b>		

### Marcos

#### Problema 1-013 v001 Elementos Mecánicos Marcos

EM\_MA\_Fig013



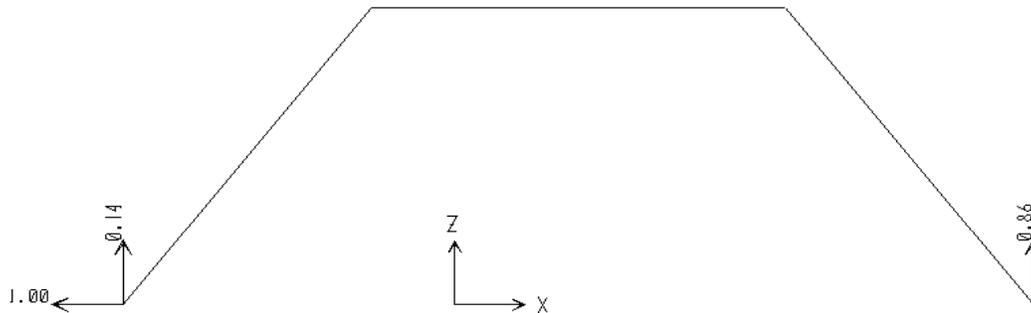
Datos:

$$P_1 = 1 \text{ ton}$$

$$P_2 = 1 \text{ ton}$$

Solución: **UNITARIA**

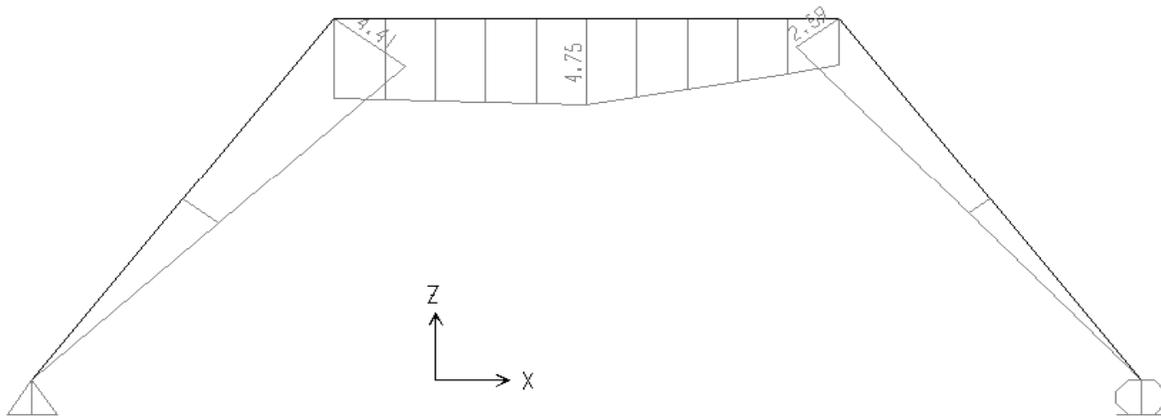
Reacciones:  $A_x = -1$ ,  $A_y = 0.14$ ,  $B_x = 0.86$



### Marcos

Diagrama de momentos

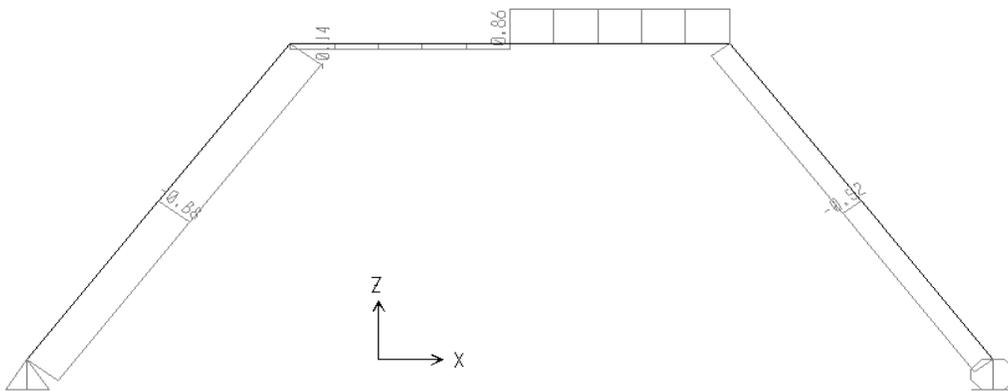
COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
0	4.41	4.41	2.6
COLUMNA 3 (D-B)		Mmax	
MD	MB	4.75	
2.6	0		



**Marcos**

Diagrama de cortantes

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
<b>0.88</b>	<b>0.88</b>	<b>0.14</b>	<b>0.86</b>
COLUMNA 3 (D-B)			
VD	VB		
<b>0.52</b>	<b>0.52</b>		



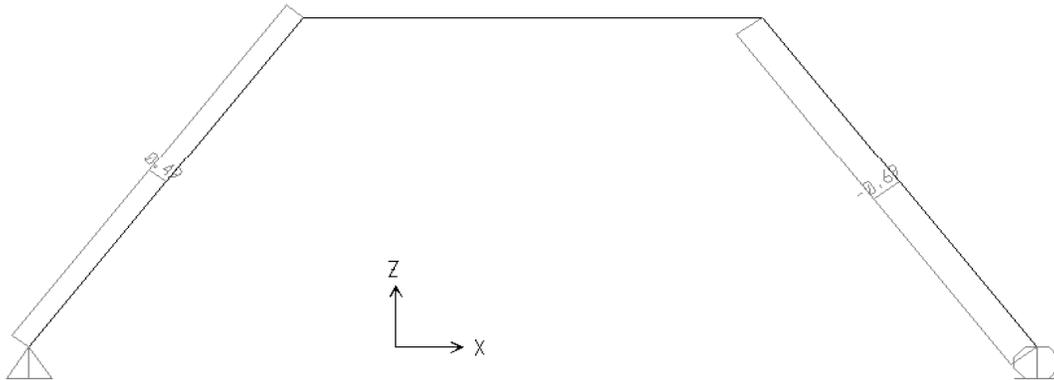
### Marcos

Diagraman de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
<b>0.5</b>	<b>0.5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

COLUMNA 3 (D-B)	
ND	NB
<b>-0.7</b>	<b>-0.7</b>



**Marcos**

Datos:

$P1=P2= 2$  ton

$P1=P2=2\text{ton}$

Reacciones:	$A_x$	$A_y$	$B_y$
	-2	0.28	1.72

Diagrama de momentos

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
0	8.82	8.82	5.2
COLUMNA 3 (D-B)		Mmax	
MD	MB	9.5	
5.2	0		

Diagrama de cortantes

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
1.76	1.76	0.28	1.72
COLUMNA 3 (D-B)			
VD	VB		
1.04	1.04		

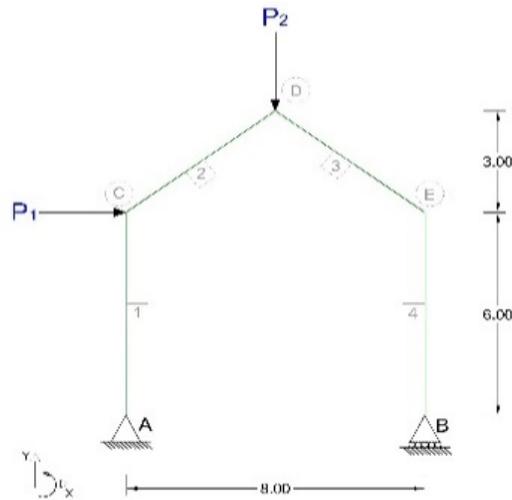
Diagrama de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
1	1	0	0
COLUMNA 3 (D-B)			
ND	NB		
-1.4	-1.4		

### Marcos

#### Problema 1-014 v001 Elementos Mecánicos Marcos

EM\_MA\_Fig014



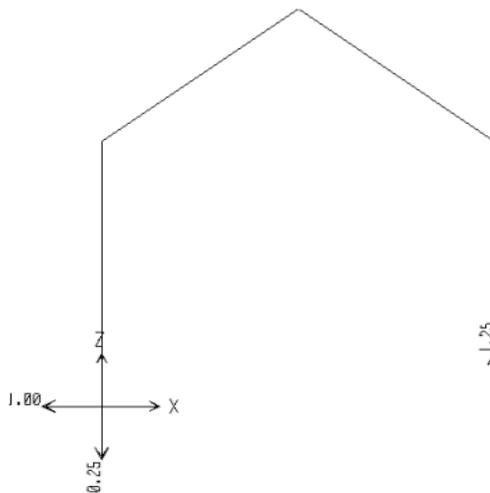
Datos:

$$P_1 = 1 \text{ ton}$$

$$P_2 = 1 \text{ ton}$$

Solución: **UNITARIA**

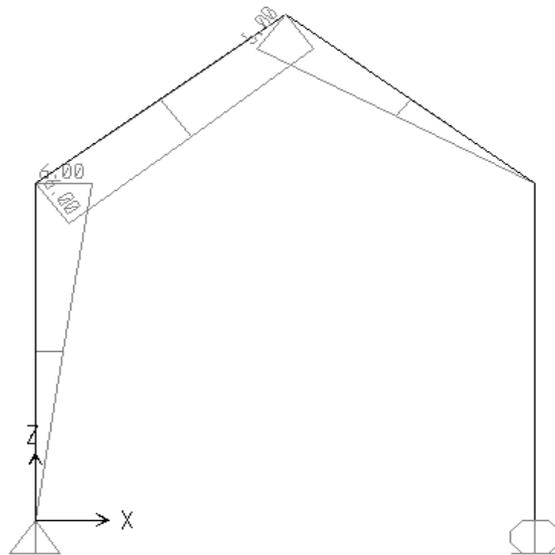
Reacciones:	$A_x$	$A_y$	$B_x$
	-1	-0.25	1.25



### Marcos

#### Diagrama de momentos

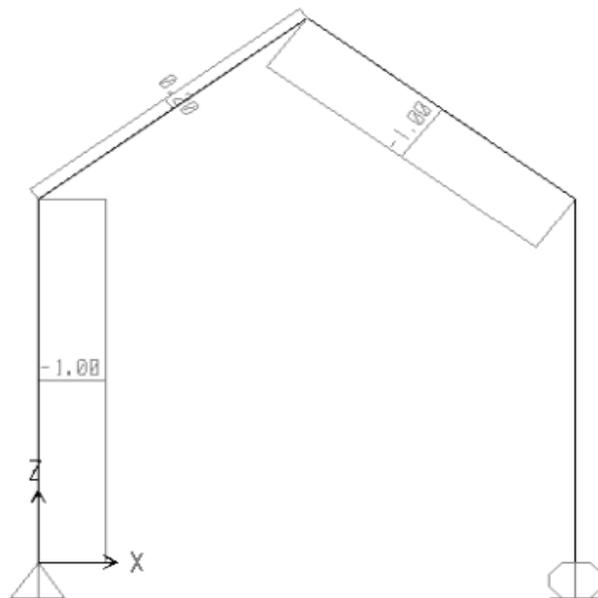
COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
<b>0</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>5</b>
VIGA 3 (D-E)		COLUMNA 4 (E-B)	
MD	ME	ME	MB
<b>15.27</b>	<b>0</b>	<b>15.27</b>	<b>0</b>



**Marcos**

Diagrama de cortantes

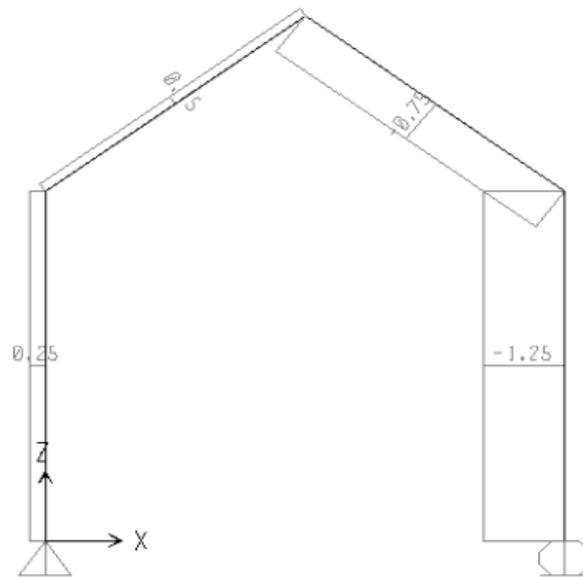
COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0.2</b>	<b>0.2</b>
VIGA 3 (D-E)		COLUMNA 4 (E-B)	
VD	VE	VE	VB
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>



### Marcos

#### Diagraman de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
<b>0.25</b>	<b>0.25</b>	<b>0.15</b>	<b>0.15</b>
VIGA 3 (D-E)		COLUMNA 4 (E-B)	
ND	NE	ME	NB
<b>-0.75</b>	<b>-0.75</b>	<b>-1.25</b>	<b>-1.25</b>



### Marcos

Datos:

$$P1=P2= 2 \text{ ton}$$

$$P1=P2=2\text{ton}$$

Reacciones:	$A_x$	$A_y$	$B_y$
	-2	-0.5	2.5

#### Diagrama de momentos

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
0	12	12	10
VIGA 3 (D-E)		COLUMNA 4 (E-B)	
MD	ME	ME	MB
30.54	0	30.54	0

#### Diagrama de cortantes

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
2	2	0.4	0.4
VIGA 3 (D-E)		COLUMNA 4 (E-B)	
VD	VE	VE	VB
2	2	0	0

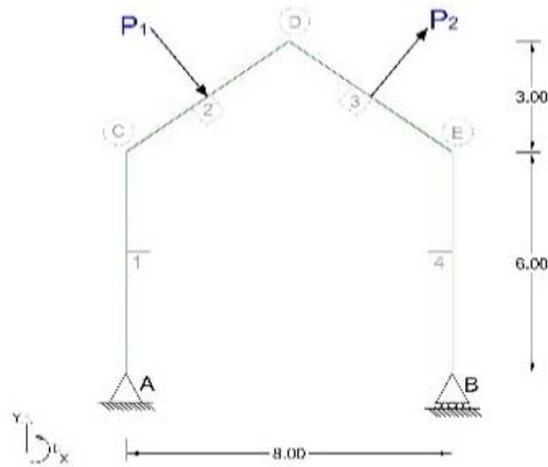
#### Diagrama de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NC	ND
0.5	0.5	0.3	0.3
VIGA 3 (D-E)		COLUMNA 4 (E-B)	
ND	NE	ME	NB
-1.5	-1.5	-2.5	-2.5

### Marcos

#### Problema 1-015 v001 Elementos Mecánicos Marcos

EM\_MA\_Fig015



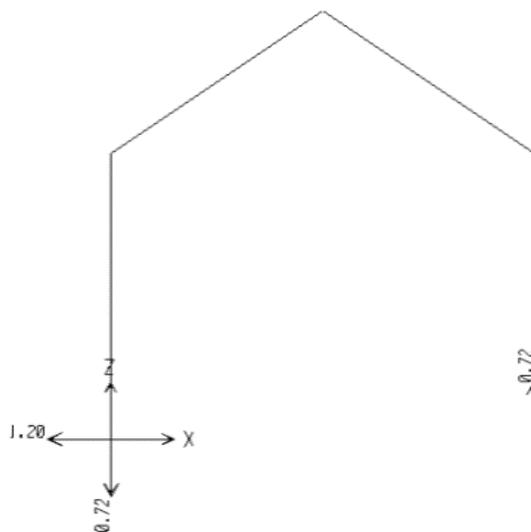
Datos:

$$P_1 = 1 \text{ ton}$$

$$P_2 = 1 \text{ ton}$$

Solución: **UNITARIA**

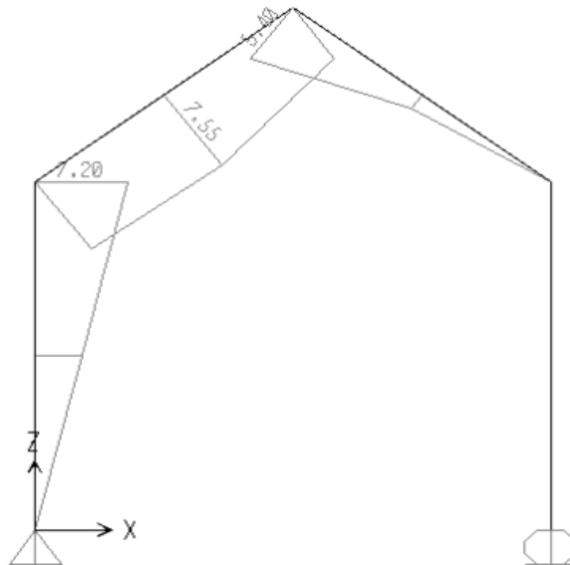
Reacciones:       $A_x$                $A_y$                $B_x$   
                         **-1.2**              **-0.72**              **0.72**



**Marcos**

Diagrama de momentos

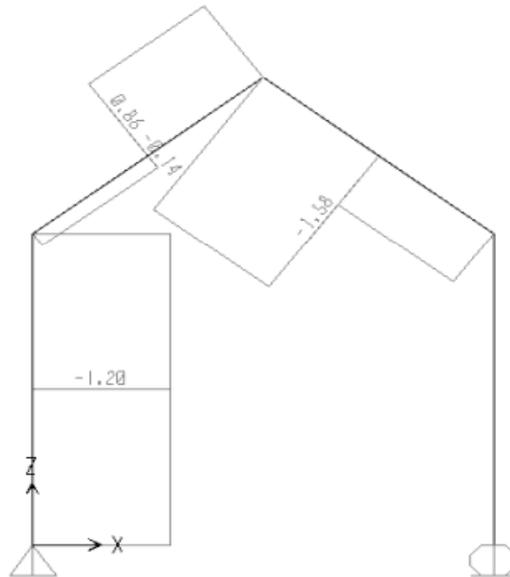
COLUMNA 1 (A-C)		COLUMNA 4 (E-B)	
MA	MC	ME	MB
<b>0</b>	<b>7.2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
VIGA 2 (C-D)		VIGA 3 (D-E)	
MC	MD	MD	ME
<b>7.2</b>	<b>5.4</b>	<b>5.4</b>	<b>0</b>
Mmax		M(x=2.5m)	
<b>7.55</b>		<b>1.45</b>	



**Marcos**

Diagrama de cortantes

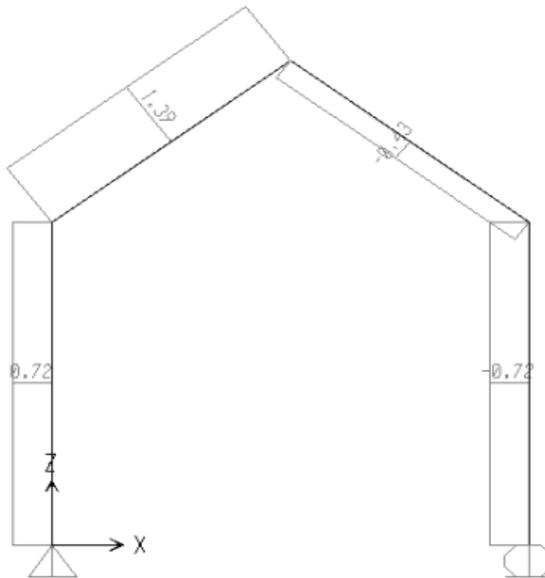
COLUMNA 1 (A-C)		COLUMNA 4 (E-B)	
VA	VC	VE	VB
<b>1.2</b>	<b>1.2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
VIGA 2 (C-D)		VIGA 3 (D-E)	
VC	CENTRO	VD	CENTRO
<b>0.14</b>	<b>0.14</b>	<b>1.58</b>	<b>1.58</b>
CENTRO	MD	CENTRO	ME
<b>0.86</b>	<b>0.86</b>	<b>0.58</b>	<b>0.58</b>



### Marcos

Diagrama de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		COLUMNA 4 (E-B)	
NA	NC	NE	NB
<b>0.72</b>	<b>0.72</b>	<b>-0.72</b>	<b>-0.72</b>
VIGA 2 (C-D)		VIGA 3 (D-E)	
NC	ND	ND	NE
<b>1.39</b>	<b>1.39</b>	<b>-0.43</b>	<b>-0.43</b>



Solución Paramétrica

### Marcos

Datos:

$$P1=P2= 2 \text{ ton/m}$$

$$P1=P2=2\text{ton/m}$$

Reacciones:	$A_x$	$A_y$	$B_y$
	<b>-2.4</b>	<b>-1.44</b>	<b>1.44</b>

#### Diagrama de momentos

COLUMNA 1 (A-C)		COLUMNA 4 (E-B)	
MA	MC	ME	MB
<b>0</b>	<b>14.4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
VIGA 2 (C-D)		VIGA 3 (D-E)	
MC	MD	MD	ME
<b>14.4</b>	<b>10.8</b>	<b>10.8</b>	<b>0</b>
Mmax		M(x=2.5m)	
<b>15.1</b>		<b>2.9</b>	

#### Diagrama de cortantes

COLUMNA 1 (A-C)		COLUMNA 4 (E-B)	
VA	VC	VE	VB
<b>2.4</b>	<b>2.4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
VIGA 2 (C-D)		VIGA 3 (D-E)	
VC	CENTRO	VD	CENTRO
<b>0.28</b>	<b>0.28</b>	<b>3.16</b>	<b>3.16</b>
CENTRO	VD	CENTRO	VE
<b>1.72</b>	<b>1.72</b>	<b>1.16</b>	<b>1.16</b>

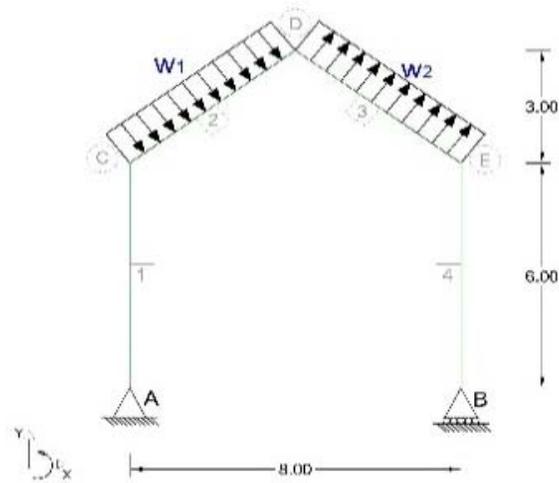
#### Diagrama de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		COLUMNA 4 (E-B)	
NA	NC	NE	NB
<b>1.44</b>	<b>1.44</b>	<b>-1.44</b>	<b>-1.44</b>
VIGA 2 (C-D)		VIGA 3 (D-E)	
NC	ND	ND	NE
<b>2.78</b>	<b>2.78</b>	<b>-0.86</b>	<b>-0.86</b>

### Marcos

#### Problema 1-016 v001 Elementos Mecánicos Marcos

EM\_MA\_Fig016



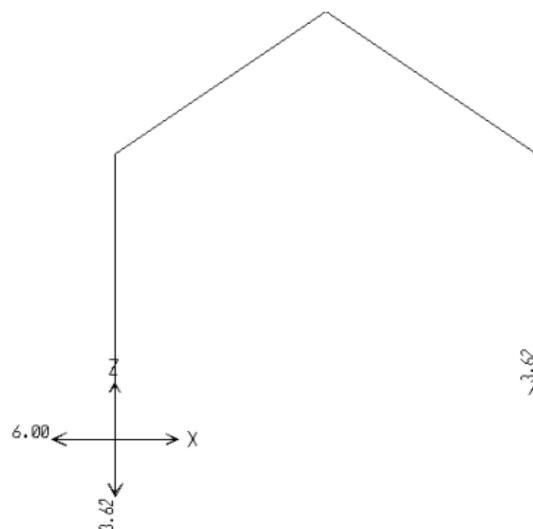
Datos:

$$w_1 = 1 \text{ ton/m}$$

$$w_2 = 1 \text{ ton/m}$$

Solución: **UNITARIA**

Reacciones:	<b>Ax</b>	<b>Ay</b>	<b>Bx</b>
	<b>-6</b>	<b>-3.62</b>	<b>3.62</b>

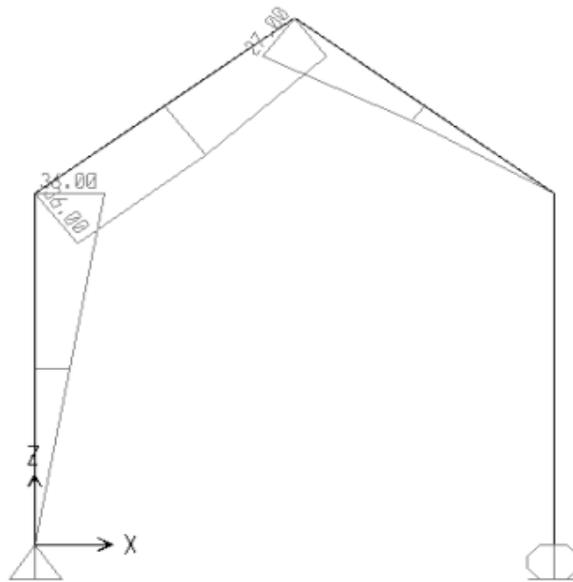


Solución Paramétrica

### Marcos

Diagrama de momentos

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
0	36	36	27
VIGA 3 (D-E)		COLUMNA 4 (E-B)	
MD	ME	ME	MB
27	0	0	0

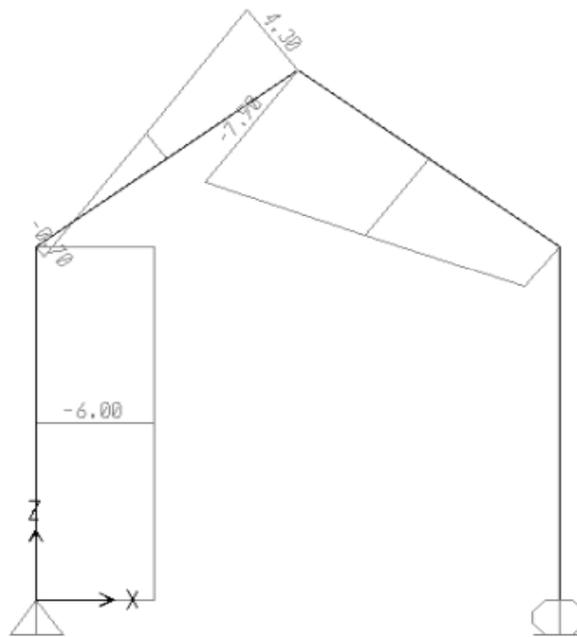


Solución Paramétrica

### Marcos

Diagrama de cortantes

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0.7</b>	<b>4.3</b>
VIGA 3 (D-E)		COLUMNA 4 (E-B)	
VD	VE	ME	MB
<b>7.9</b>	<b>2.9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

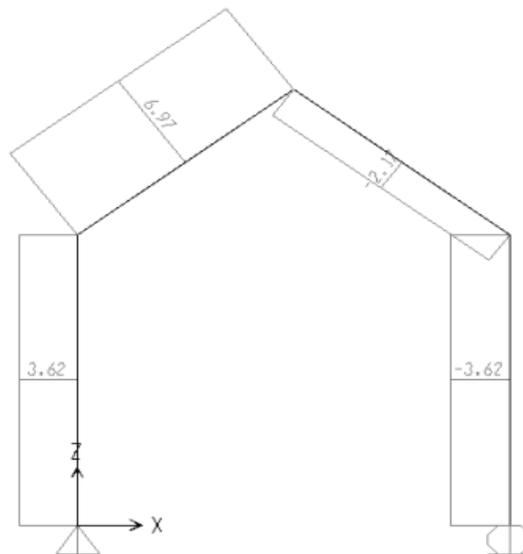


Solución Paramétrica

### Marcos

Diagraman de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NE	NB
<b>3.62</b>	<b>3.92</b>	<b>6.97</b>	<b>6.97</b>
VIGA 3 (D-E)		COLUMNA 4 (E-B)	
NC	ND	ND	NE
<b>-2.17</b>	<b>-2.17</b>	<b>-3.62</b>	<b>-3.62</b>



### Marcos

Datos:

$$w_1=w_2= 2 \text{ ton/m}$$

$$w_1=w_2=2\text{ton/m}$$

Reacciones:	Ax	Ay	By
	-12	-7.24	7.24

#### Diagrama de momentos

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
MA	MC	MC	MD
0	72	72	54
VIGA 3 (D-E)		COLUMNA 4 (E-B)	
MD	ME	ME	MB
54	0	0	0

#### Diagrama de cortantes

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
VA	VC	VC	VD
1.2	1.2	1.4	8.6
VIGA 3 (D-E)		COLUMNA 4 (E-B)	
VD	VE	ME	MB
15.8	5.8	0	0

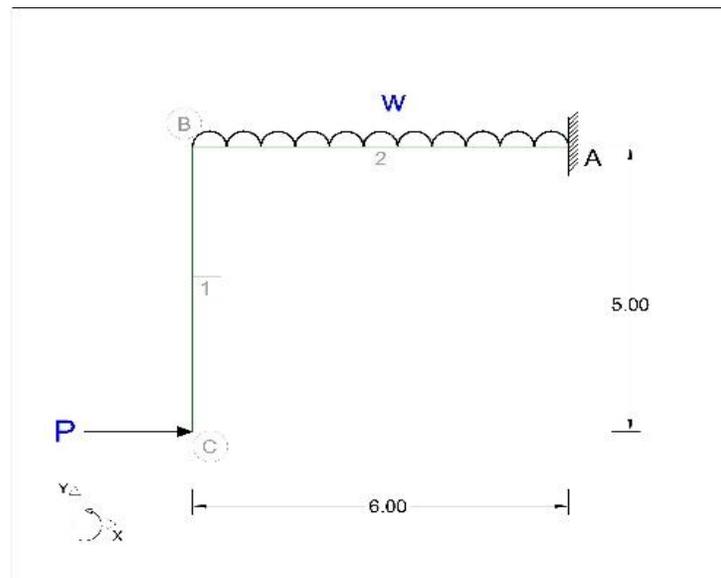
#### Diagrama de fuerza axial

COLUMNA 1 (A-C)		VIGA 2 (C-D)	
NA	NC	NE	NB
7.24	7.84	13.94	13.94
VIGA 3 (D-E)		COLUMNA 4 (E-B)	
NC	ND	ND	NE
-4.34	-4.34	-7.24	-7.24

## Marcos

### Problema 1-017 v001 Elementos Mecánicos Marcos

EM\_MA\_Fig017



Datos:

$$P=1 \text{ ton}$$

$$w=1 \text{ ton/m}$$

Solución: **UNITARIA**

Reacciones:	$A_x$	$A_y$	$MA$
	-1	6	23

**Marcos**

Diagrama de momentos

VIGA 1 (B-C)		VIGA 2 (A-B)	
MC	MB	MB	MA
<b>0</b>	<b>-5</b>	<b>-5</b>	<b>-23</b>

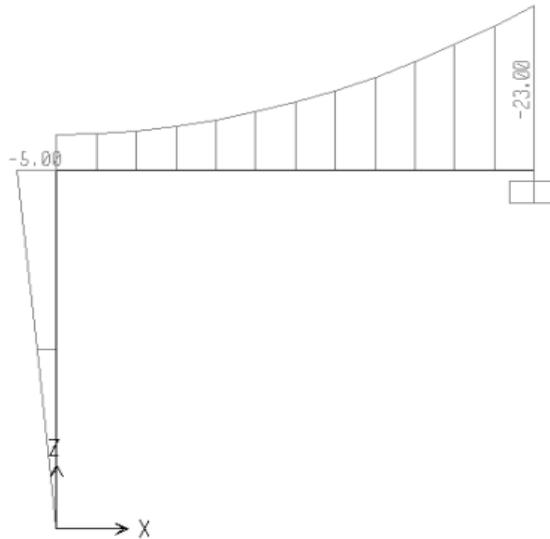
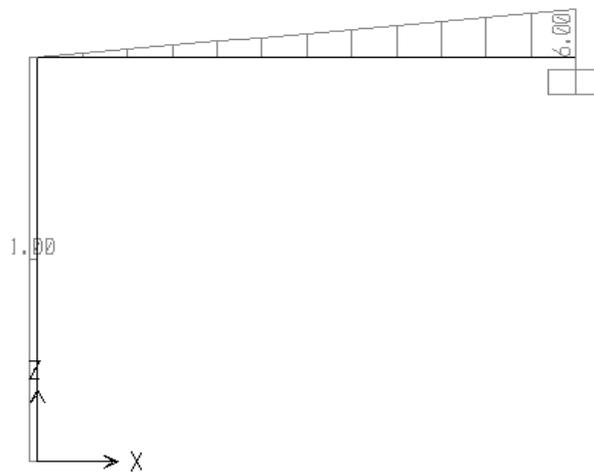


Diagrama de cortantes

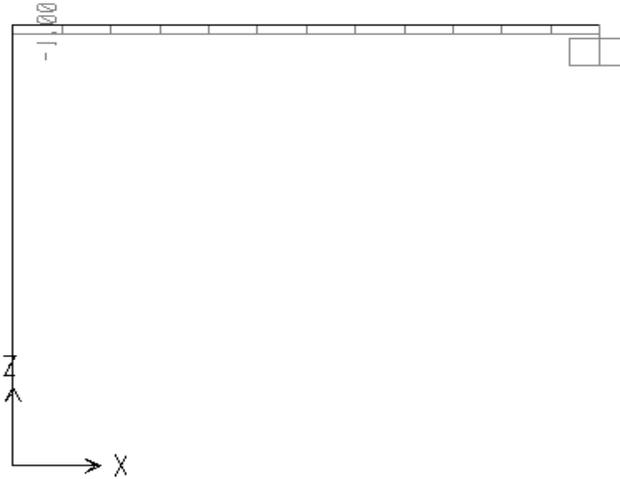
VIGA 1 (B-C)		VIGA 2 (A-B)	
VC	VB	VB	VA
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>



### Marcos

#### Diagraman de fuerza axial

VIGA 1 (B-C)		VIGA 2 (A-B)	
NC	NB	NB	NA
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>



### Marcos

Datos:

$$P \text{ y } w = 2 \text{ ton y ton/m}$$

$$P \text{ y } w = 2 \text{ ton y ton/m}$$

Reacciones:	$A_x$	$A_y$	$M_A$
	-2	12	46

#### Diagrama de momentos

VIGA 1 (B-C)		VIGA 2 (A-B)	
MC	MB	MB	MA
0	-10	-10	-46

#### Diagrama de cortantes

VIGA 1 (B-C)		VIGA 2 (A-B)	
VC	VB	VB	VA
2	2	2	12

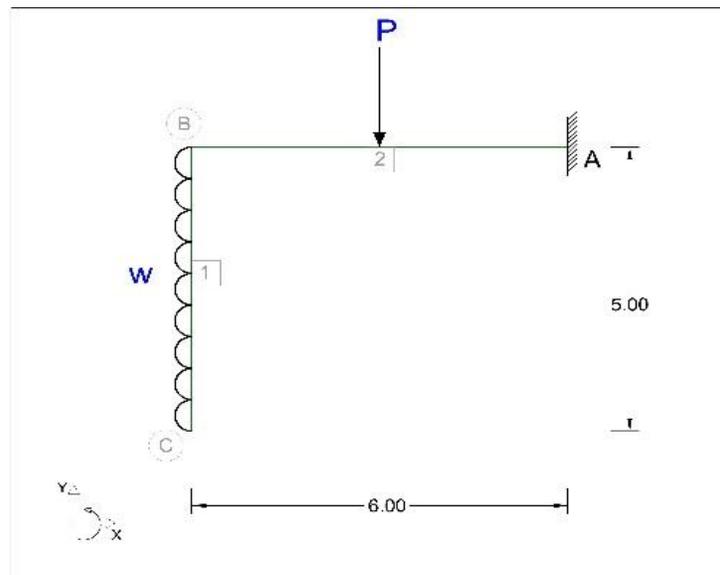
#### Diagrama de fuerza axial

VIGA 1 (B-C)		VIGA 2 (A-B)	
NC	NB	NB	NA
0	0	-2	-2

## Marcos

### Problema 1-018 v001 Elementos Mecánicos Marcos

EM\_MA\_Fig018



Datos:

$$P=1 \text{ ton}$$

$$w=1 \text{ ton/m}$$

Solución: **UNITARIA**

Reacciones:	$A_x$	$A_y$	$MA$
	<b>-5</b>	<b>0</b>	<b>15.5</b>

### Marcos

Diagrama de momentos

VIGA 1 (B-C)		VIGA 2 (A-B)	
MC	MB	MB	MA
<b>0</b>	<b>-12.5</b>	<b>12.5</b>	<b>-15.5</b>

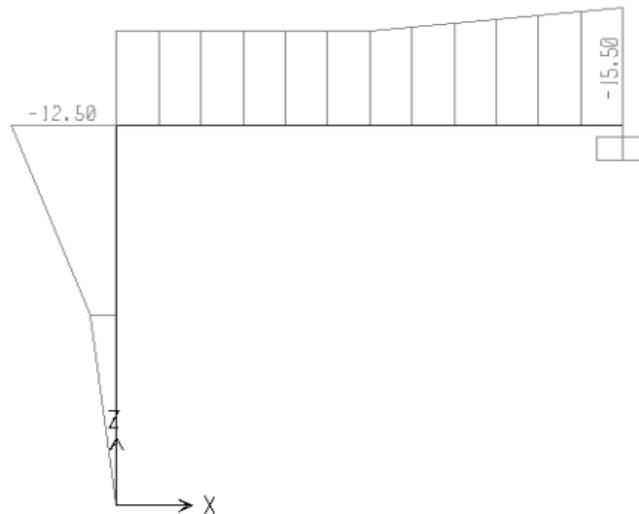
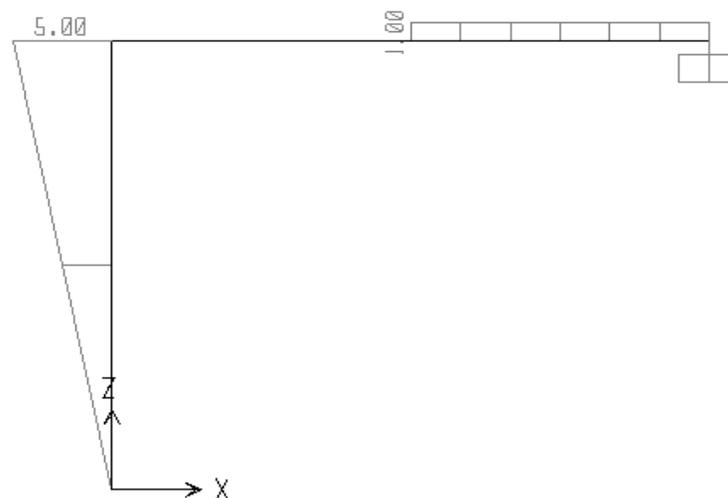


Diagrama de cortantes

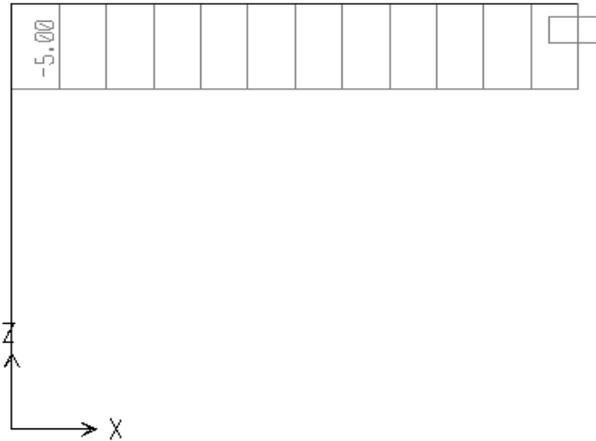
VIGA 1 (B-C)		VIGA 2 (A-B)	
VC	VB	VB	VA
<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>1</b>



### Marcos

Diagrama de fuerza axial

VIGA 1 (B-C)		VIGA 2 (A-B)	
NC	NB	NB	NA
0	0	-5	-5



### Marcos

Datos:

$$P \text{ y } w = 2 \text{ ton}$$

$$P \text{ y } w = 2 \text{ ton}$$

Reacciones:	$A_x$	$A_y$	$MA$
	<b>-10</b>	<b>0</b>	<b>31</b>

#### Diagrama de momentos

VIGA 1 (B-C)		VIGA 2 (A-B)	
MC	MB	MB	MA
<b>0</b>	<b>-12.5</b>	<b>12.5</b>	<b>-15.5</b>

#### Diagrama de cortantes

VIGA 1 (B-C)		VIGA 2 (A-B)	
VC	VB	VB	VA
<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>2</b>

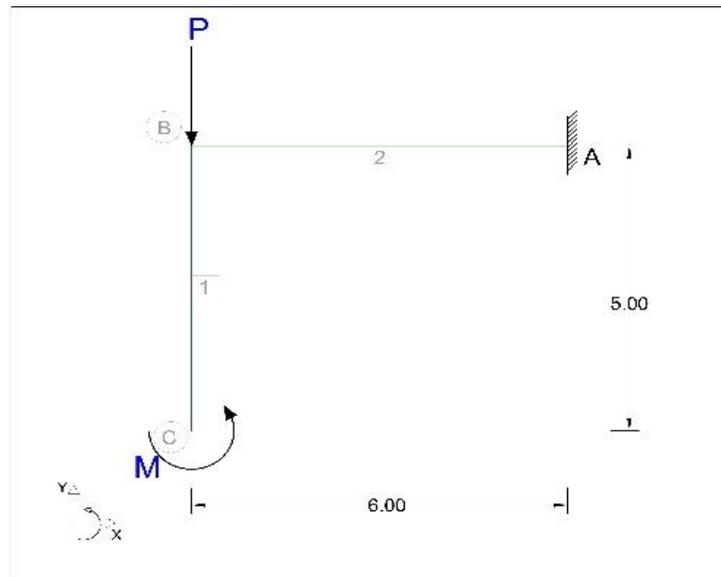
#### Diagrama de fuerza axial

VIGA 1 (B-C)		VIGA 2 (A-B)	
NC	NB	NB	NA
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-10</b>	<b>-10</b>

## Marcos

### Problema 1-019 v001 Elementos Mecánicos Marcos

EM\_MA\_Fig019



Datos:

$$P=1 \text{ ton}$$

$$M=1 \text{ ton-m}$$

Solución: **UNITARIA**

Reacciones:	$A_x$	$A_y$	$MA$
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>7</b>

### Marcos

Diagrama de momentos

VIGA 1 (B-C)		VIGA 2 (A-B)	
MC	MB	MB	MA
<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-7</b>

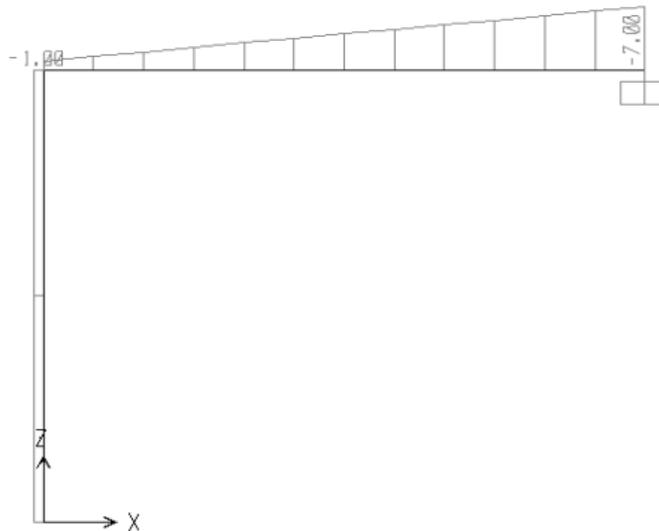


Diagrama de cortantes

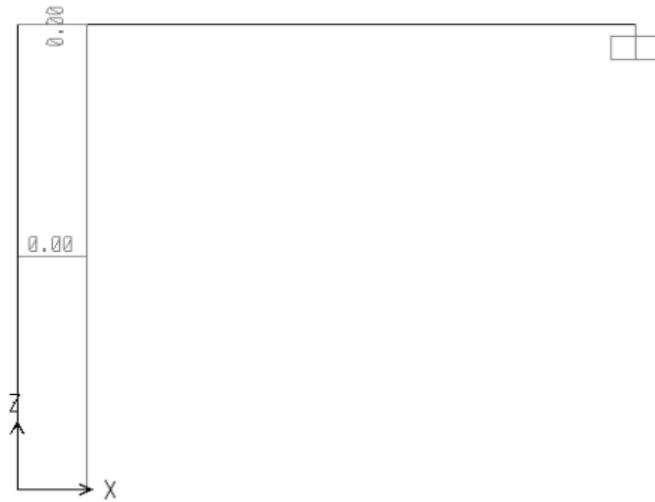
VIGA 1 (B-C)		VIGA 2 (A-B)	
VC	VB	VB	VA
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>



### Marcos

#### Diagraman de fuerza axial

VIGA 1 (B-C)		VIGA 2 (A-B)	
NC	NB	NB	NA
0	0	0	0



### Marcos

Datos:

$P$  y  $M = 2$  ton y ton/m

$P$  y  $M = 2$  ton y ton/m

Reacciones:	$A_x$	$A_y$	$M_A$
	0	2	14

#### Diagrama de momentos

VIGA 1 (B-C)		VIGA 2 (A-B)	
MC	MB	MB	MA
-1	-1	-1	-7

#### Diagrama de cortantes

VIGA 1 (B-C)		VIGA 2 (A-B)	
VC	VB	VB	VA
0	0	2	2

#### Diagrama de fuerza axial

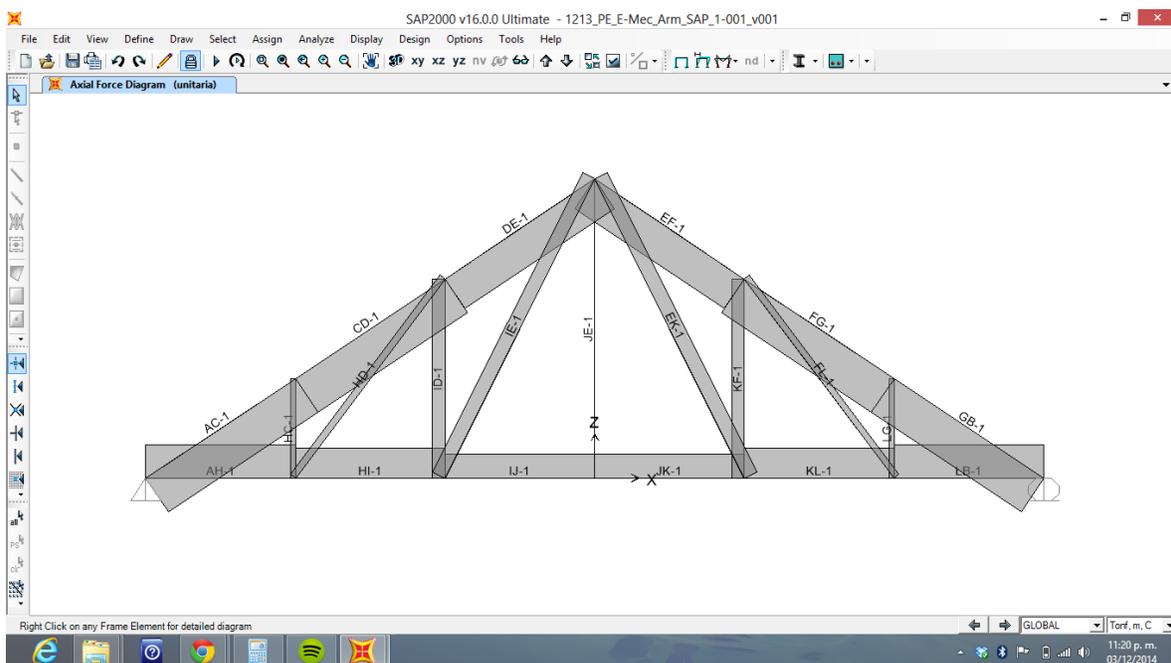
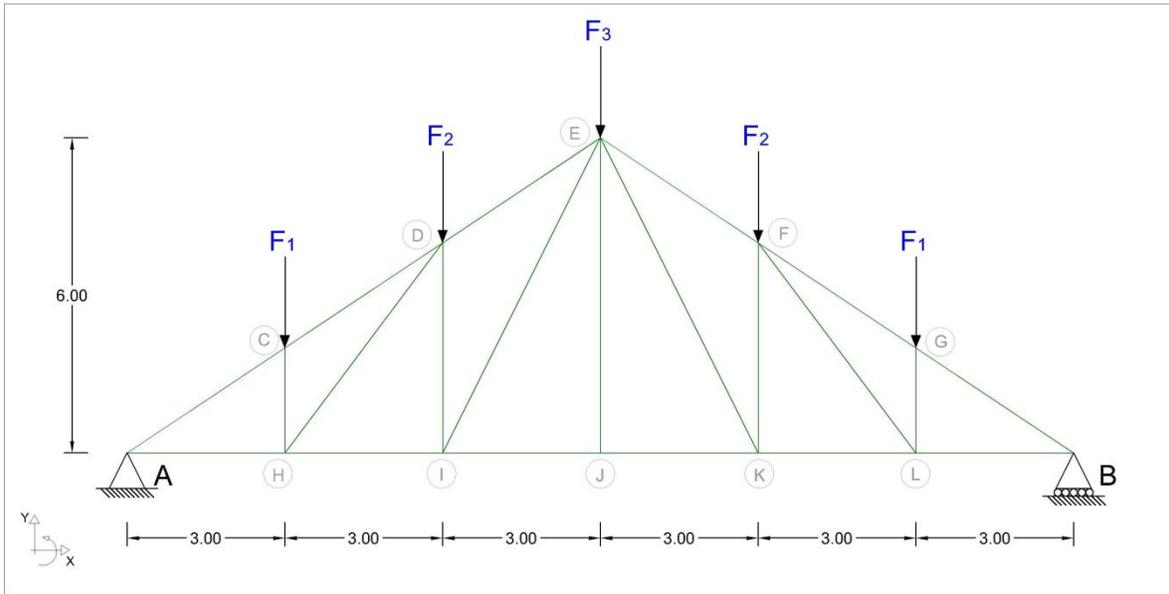
VIGA 1 (B-C)		VIGA 2 (A-B)	
NC	NB	NB	NA
0	0	0	0

# OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI

## Solución paramétrica

### Armaduras

#### Armadura 1



**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL  
ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI**

**Solución paramétrica**

**Armaduras**

**Armadura 1**

<b>Solución unitaria</b>		
<b>Cargas aplicadas</b>		
F1	F2	F3
Tonf	Tonf	Tonf
1	2	3
<b>Reacciones</b>		
Nudo	X	Z
	Tonf	Tonf
A	0.00	4.50
B	0.00	4.50
<b>Fuerzas en las barras</b>		
Barra	P	
	Tonf	
AC	-8.11	
AH	6.75	
CD	-8.11	
DE	-7.21	
EK	2.80	
FG	-8.11	
FL	1.25	
GB	-8.11	
HC	-1.00	
HD	1.25	
HI	6.00	
ID	-2.50	
IE	2.80	
IJ	4.75	
JE	0.00	
JK	4.75	
KF	-2.50	
KL	6.00	
LB	6.75	
LG	-1.00	

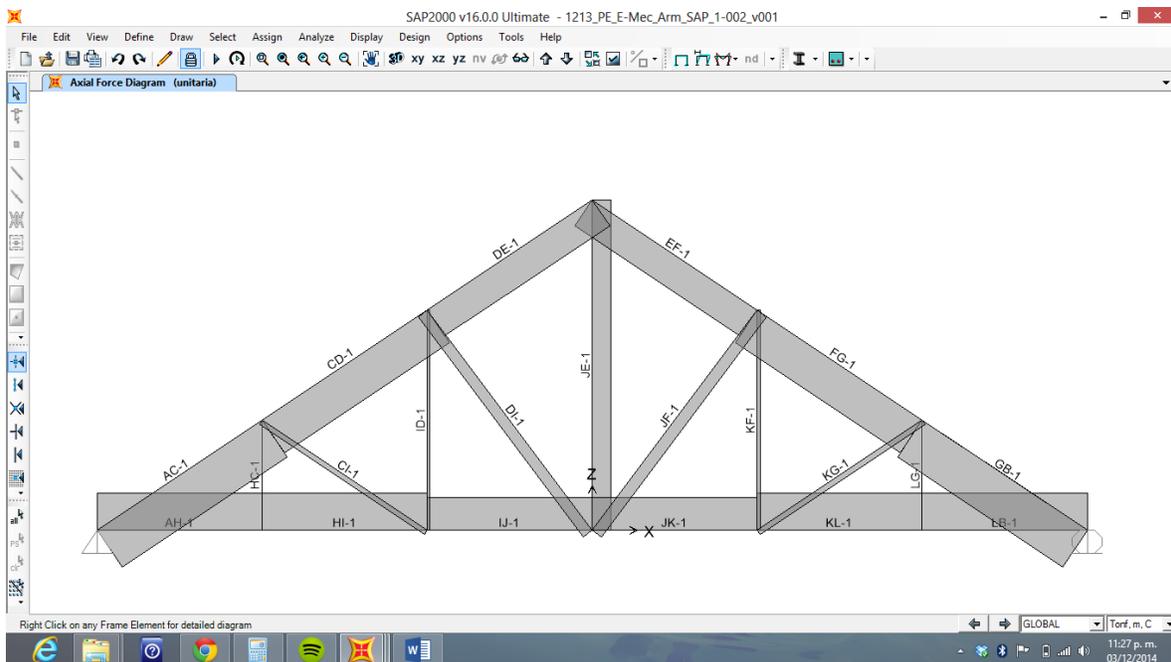
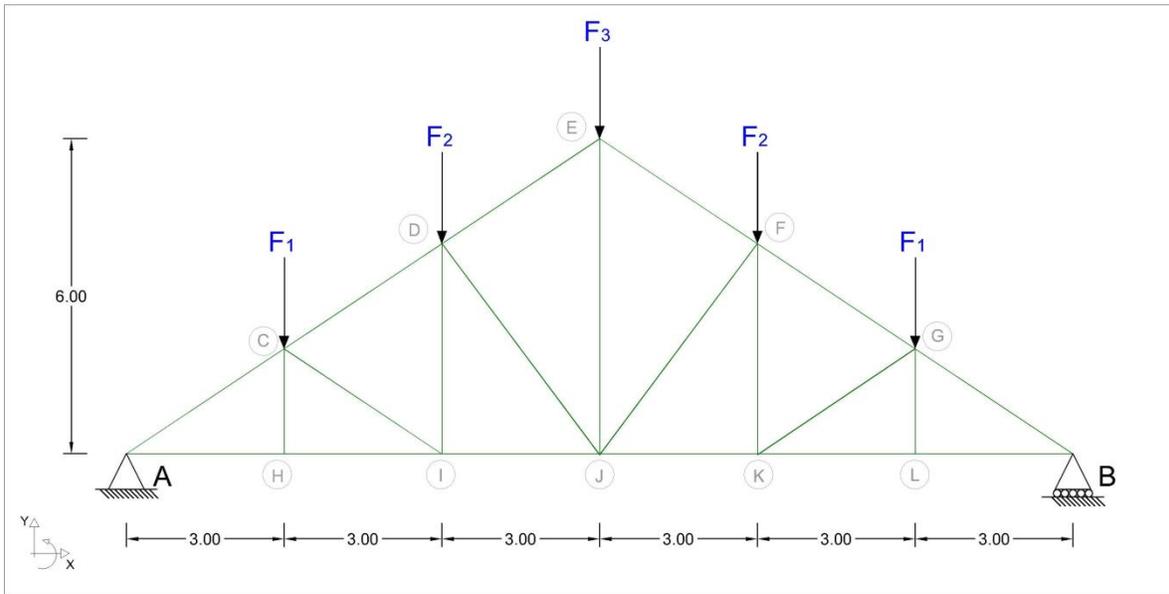
Factor de carga=	2	
<b>Cargas aplicadas</b>		
F1	F2	F3
Tonf	Tonf	Tonf
2	4	6
<b>Reacciones</b>		
Nudo	X	Z
	Tonf	Tonf
A	0.00	9.00
B	0.00	9.00
<b>Fuerzas en las barras</b>		
Barra	P	
	Tonf	
AC	-16.23	
AH	13.50	
CD	-16.23	
DE	-14.42	
EK	5.59	
FG	-16.23	
FL	2.50	
GB	-16.23	
HC	-2.00	
HD	2.50	
HI	12.00	
ID	-5.00	
IE	5.59	
IJ	9.50	
JE	0.00	
JK	9.50	
KF	-5.00	
KL	12.00	
LB	13.50	
LG	-2.00	

# OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI

## Solución paramétrica

### Armaduras

#### Armadura 2



**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL  
ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI**

**Solución paramétrica**

**Armaduras**

**Armadura 2**

<b>Solución unitaria</b>		
<b>Cargas aplicadas</b>		
F1	F2	F3
Tonf	Tonf	Tonf
1	2	3
<b>Reacciones</b>		
Nudo	X	Z
	Tonf	Tonf
A	0.00	4.50
B	0.00	4.50
<b>Fuerzas en las barras</b>		
Barra	P	
	Tonf	
AC	-8.11	
AH	6.75	
CD	-7.21	
CI	-0.90	
DE	-5.71	
DI	-2.08	
EF	-5.71	
FG	-7.21	
GB	-8.11	
HC	0.00	
HI	6.75	
ID	0.50	
IJ	6.00	
JE	3.33	
JF	-2.08	
JK	6.00	
KF	0.50	
KG	-0.90	
KL	6.75	
LB	6.75	
LG	0.00	

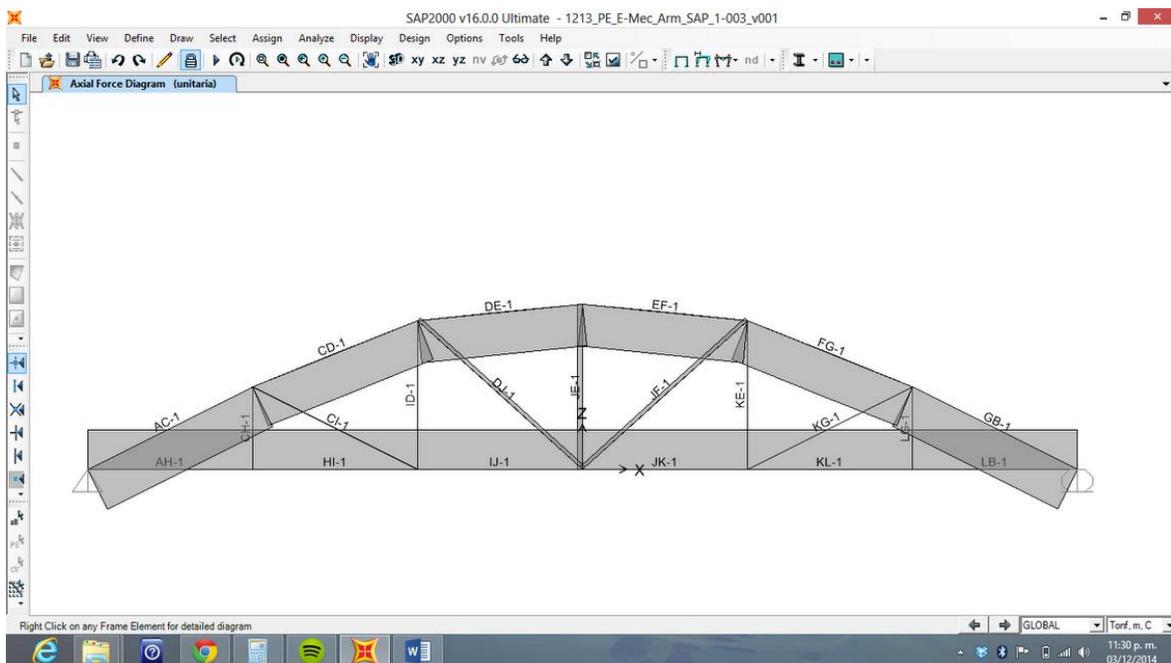
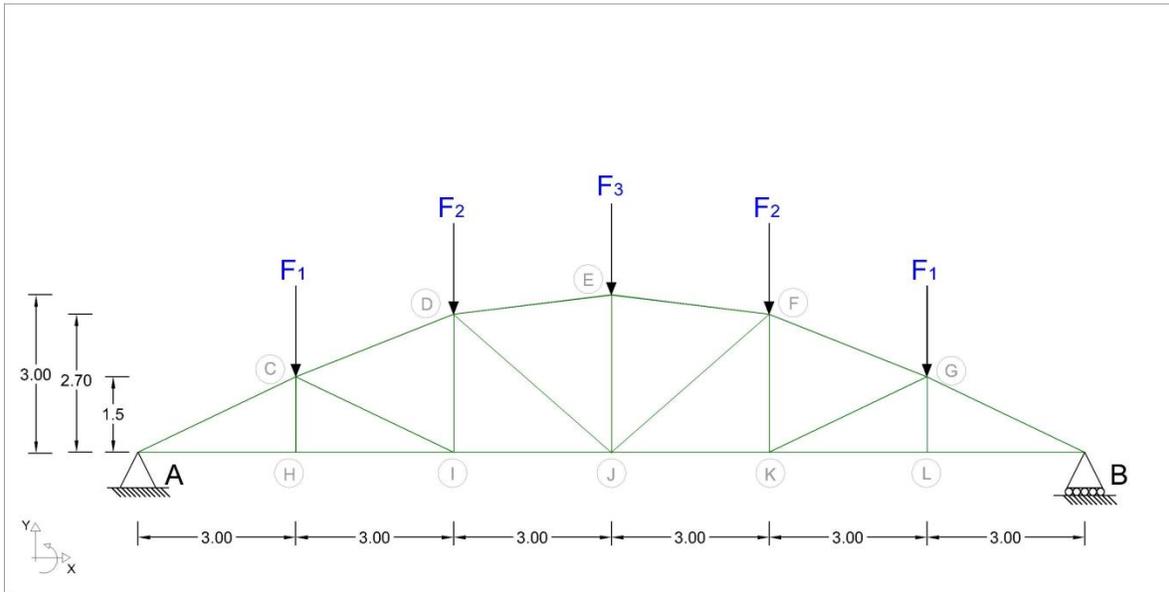
Factor de carga=	2	
<b>Cargas aplicadas</b>		
F1	F2	F3
Tonf	Tonf	Tonf
2	4	6
<b>Reacciones</b>		
Nudo	X	Z
	Tonf	Tonf
A	0.00	9.00
B	0.00	9.00
<b>Fuerzas en las barras</b>		
Barra	P	
	Tonf	
AC	-16.23	
AH	13.50	
CD	-14.42	
CI	-1.80	
DE	-11.42	
DI	-4.17	
EF	-11.42	
FG	-14.42	
GB	-16.23	
HC	0.00	
HI	13.50	
ID	1.00	
IJ	12.00	
JE	6.67	
JF	-4.17	
JK	12.00	
KF	1.00	
KG	-1.80	
KL	13.50	
LB	13.50	
LG	0.00	

# OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI

## Solución paramétrica

### Armaduras

#### Armadura 3



**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL  
ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI**

**Solución paramétrica**

**Armaduras**

**Armadura 3**

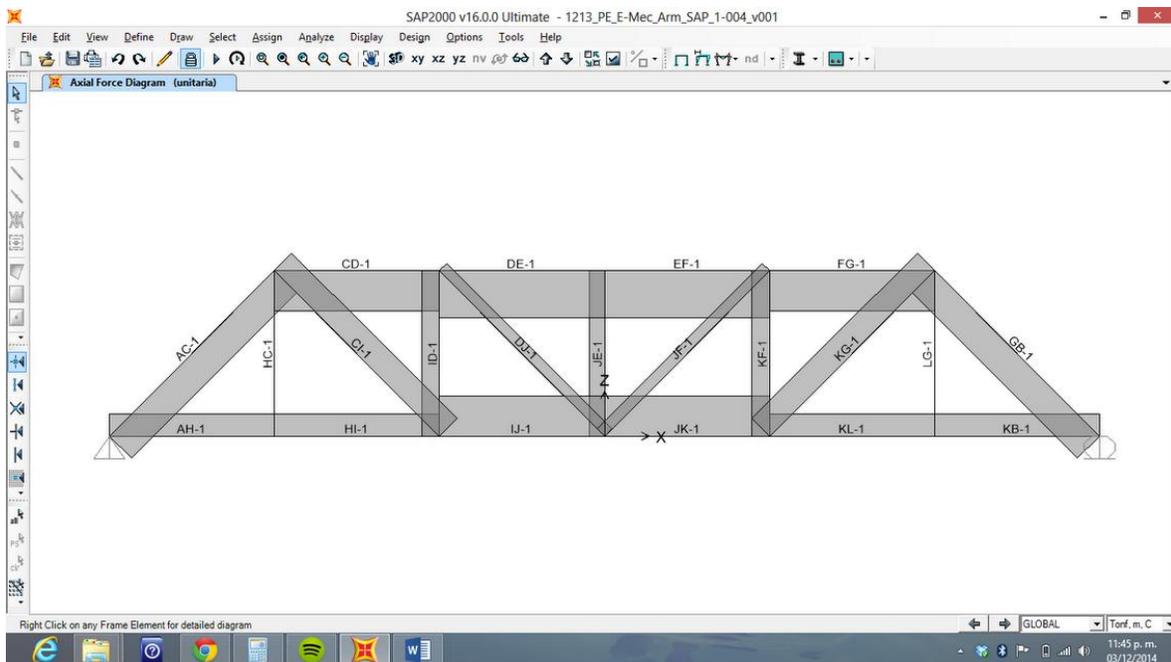
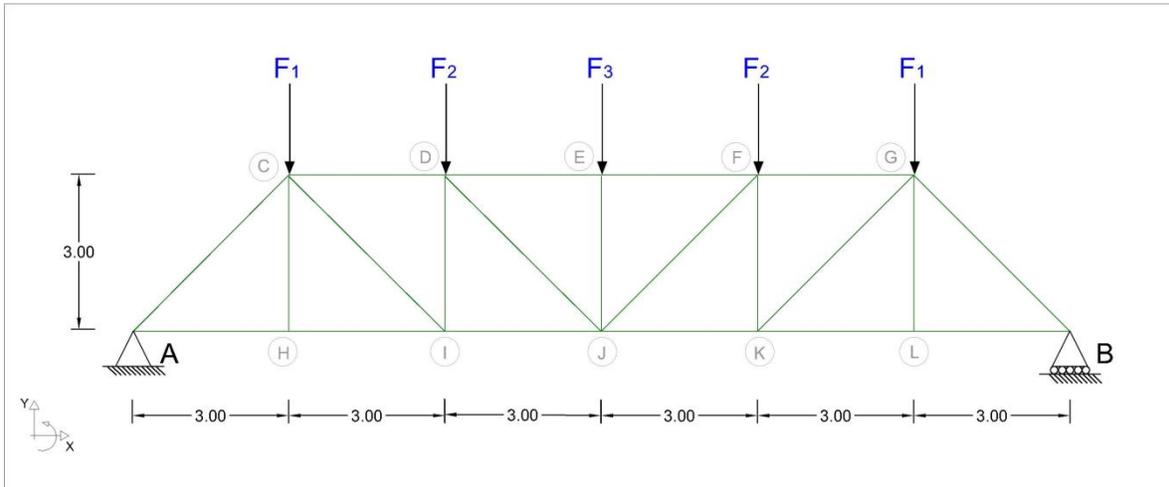
<b>Solución unitaria</b>		
<b>Cargas aplicadas</b>		
F1	F2	F3
Tonf	Tonf	Tonf
1	2	3
<b>Reacciones</b>		
Nudo	X	Z
	Tonf	Tonf
A	0.00	4.50
B	0.00	4.50
<b>Fuerzas en las barras</b>		
Barra	P	
	Tonf	
AC	-10.06	
AH	9.00	
CD	-9.00	
CH	0.00	
CI	-0.12	
DE	-9.00	
DJ	0.82	
EF	-9.00	
FG	-9.00	
GB	-10.06	
HI	9.00	
ID	5.00	
IJ	8.00	
JE	-1.00	
JF	0.82	
JK	8.00	
KE	5.00	
KG	-0.12	
KL	9.00	
LB	9.00	
LG	0.00	

<b>Factor de carga=</b>		<b>2</b>
<b>Cargas aplicadas</b>		
F1	F2	F3
Tonf	Tonf	Tonf
2	4	6
<b>Reacciones</b>		
Nudo	X	Z
	Tonf	Tonf
A	0.00	9.00
B	0.00	9.00
<b>Fuerzas en las barras</b>		
Barra	P	
	Tonf	
AC	-20.12	
AH	18.00	
CD	-18.00	
CH	0.00	
CI	-0.24	
DE	-18.00	
DJ	1.64	
EF	-18.00	
FG	-18.00	
GB	-20.12	
HI	18.00	
ID	10.00	
IJ	16.00	
JE	-2.00	
JF	1.64	
JK	16.00	
KE	10.00	
KG	-0.24	
KL	18.00	
LB	18.00	
LG	0.00	

# OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI

## Solución paramétrica Armaduras

### Armadura 4



**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL  
ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI**

**Solución paramétrica**

**Armaduras**

**Armadura 4**

<b>Solución unitaria</b>		
<b>Cargas aplicadas</b>		
F1	F2	F3
Tonf	Tonf	Tonf
1	2	3
<b>Reacciones</b>		
Nudo	X	Z
	Tonf	Tonf
A	0.00	4.50
B	0.00	4.50
<b>Fuerzas en las barras</b>		
Barra	P	
	Tonf	
AC	-6.00	
AH	4.50	
CD	-8.00	
CI	4.95	
DE	-9.50	
DJ	2.00	
EF	-9.50	
FG	-8.00	
GB	-6.00	
HC	0.00	
HI	4.50	
ID	-3.50	
IJ	8.00	
JE	-3.00	
JF	2.00	
JK	8.00	
KB	4.50	
KF	-3.50	
KG	4.95	
KL	4.50	
LG	0.00	

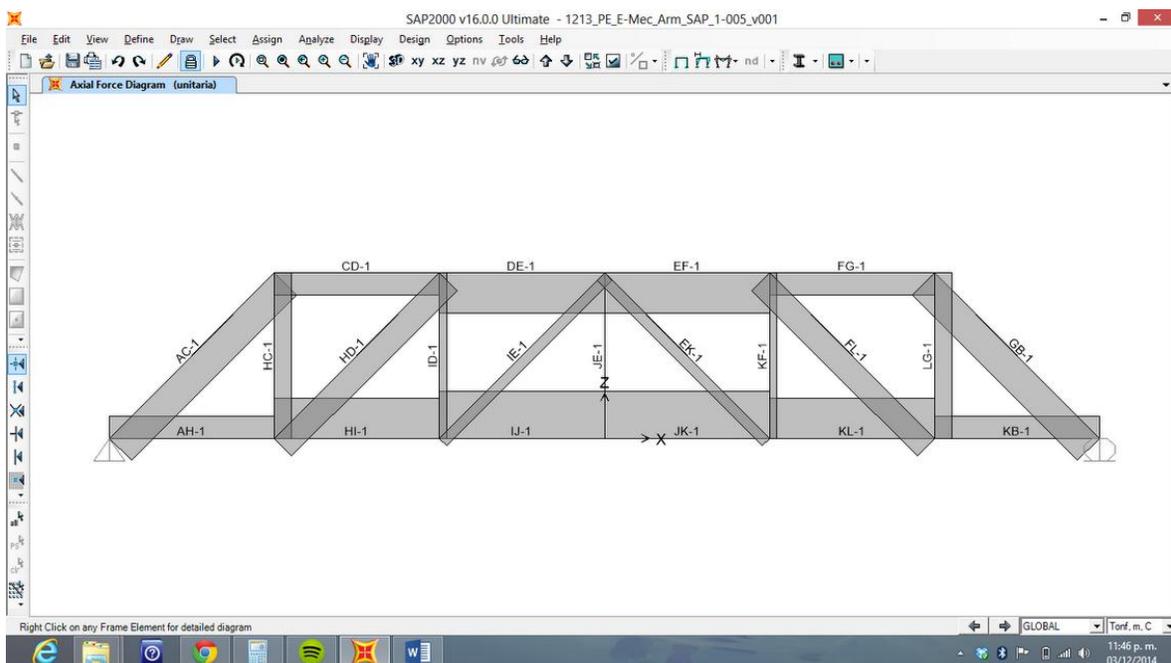
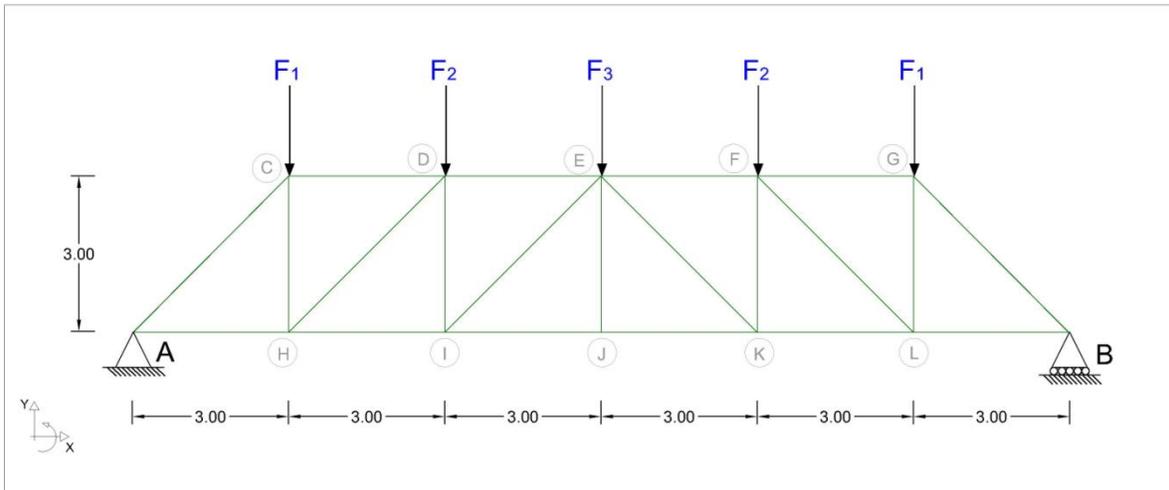
<b>Factor de carga=</b>		<b>2</b>
<b>Cargas aplicadas</b>		
F1	F2	F3
Tonf	Tonf	Tonf
2	4	6
<b>Reacciones</b>		
Nudo	X	Z
	Tonf	Tonf
A	0.00	9.00
B	0.00	9.00
<b>Fuerzas en las barras</b>		
Barra	P	
	Tonf	
AC	-12.00	
AH	9.00	
CD	-16.00	
CI	9.90	
DE	-19.00	
DJ	4.00	
EF	-19.00	
FG	-16.00	
GB	-12.00	
HC	0.00	
HI	9.00	
ID	-7.00	
IJ	16.00	
JE	-6.00	
JF	4.00	
JK	16.00	
KB	9.00	
KF	-7.00	
KG	9.90	
KL	9.00	
LG	0.00	

# OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI

## Solución paramétrica

### Armaduras

### Armadura 5



**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL  
ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI**

**Solución paramétrica**

**Armaduras**

**Armadura 5**

<b>Solución unitaria</b>		
<b>Cargas aplicadas</b>		
F1	F2	F3
Tonf	Tonf	Tonf
1	2	3
<b>Reacciones</b>		
Nudo	X	Z
	Tonf	Tonf
A	1.00	4.50
B	0.00	4.50
<b>Fuerzas en las barras</b>		
Barra	P	
	Tonf	
AC	-6.00	
AH	4.50	
CD	-4.50	
DE	-8.00	
EF	-8.00	
EK	-2.00	
FG	-4.50	
FL	-4.95	
GB	-6.00	
HC	3.50	
HD	-4.95	
HI	8.00	
ID	1.50	
IE	-2.00	
IJ	9.50	
JE	0.00	
JK	9.50	
KB	4.50	
KF	1.50	
KL	8.00	
LG	3.50	

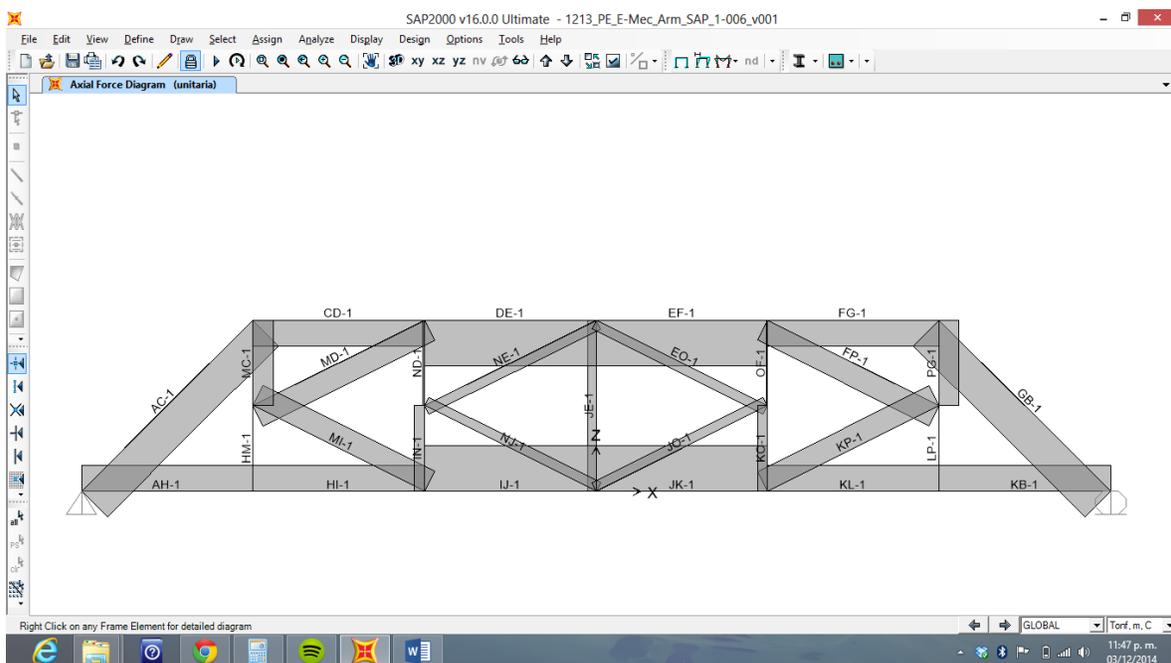
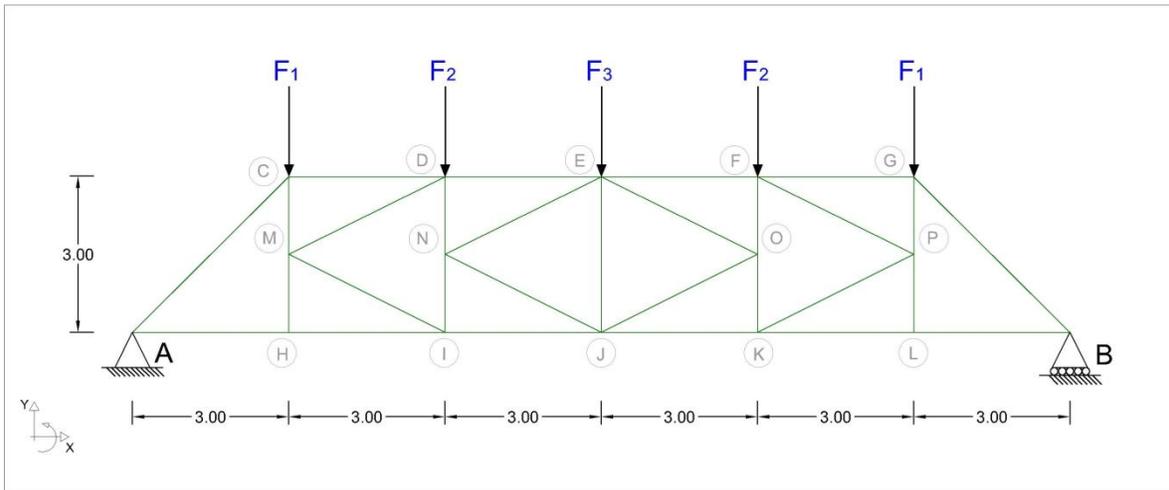
Factor de carga=	2	
<b>Cargas aplicadas</b>		
F1	F2	F3
Tonf	Tonf	Tonf
2	4	6
<b>Reacciones</b>		
Nudo	X	Z
	Tonf	Tonf
A	2.00	9.00
B	0.00	9.00
<b>Fuerzas en las barras</b>		
Barra	P	
	Tonf	
AC	-12.00	
AH	9.00	
CD	-9.00	
DE	-16.00	
EF	-16.00	
EK	-4.00	
FG	-9.00	
FL	-9.90	
GB	-12.00	
HC	7.00	
HD	-9.90	
HI	16.00	
ID	3.00	
IE	-4.00	
IJ	19.00	
JE	0.00	
JK	19.00	
KB	9.00	
KF	3.00	
KL	16.00	
LG	7.00	

# OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI

## Solución paramétrica

### Armaduras

#### Armadura 6



**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL  
ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI**

**Solución paramétrica**

**Armaduras**

**Armadura 6**

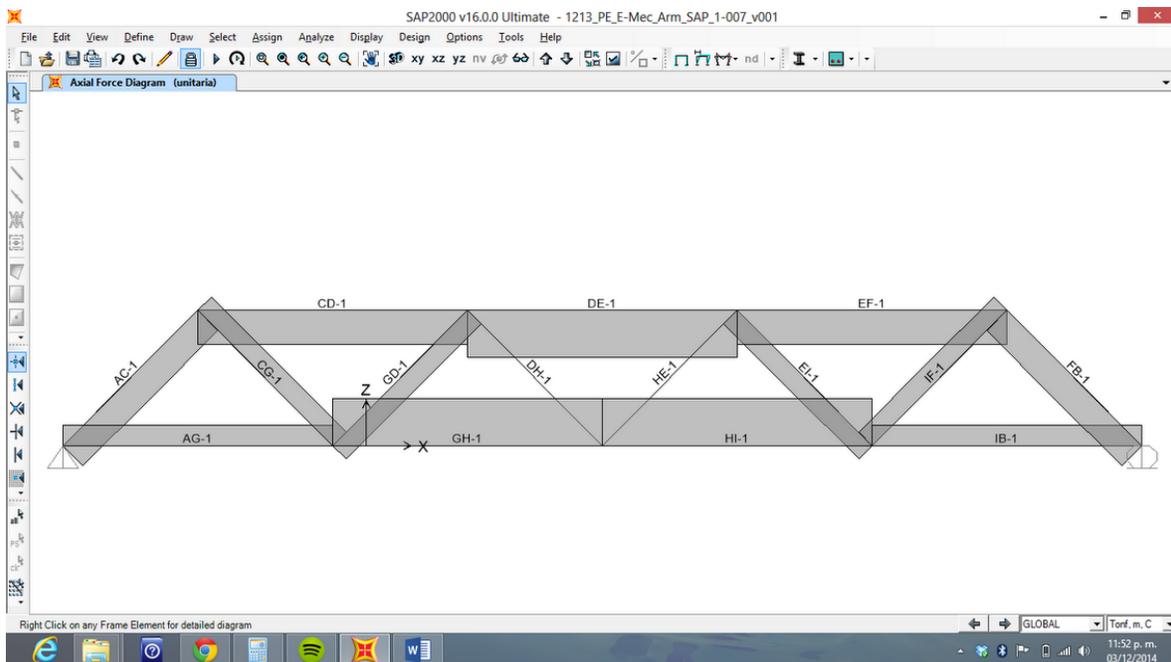
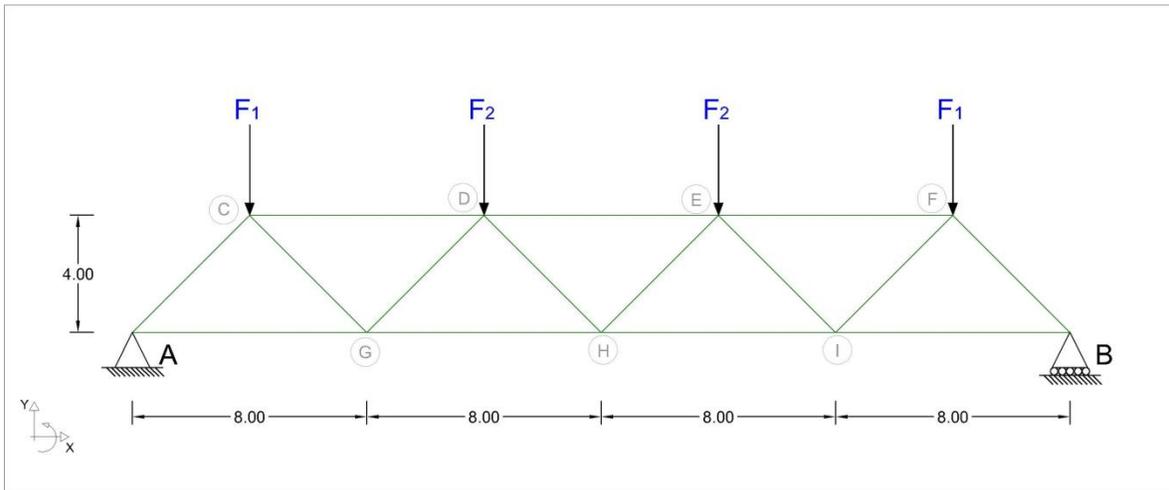
<b>Solución unitaria</b>		
<b>Cargas aplicadas</b>		
F1	F2	F3
Tonf	Tonf	Tonf
1	2	3
<b>Reacciones</b>		
Nudo	X	Z
	Tonf	Tonf
A	5.00	4.50
B	0.00	4.50
<b>Fuerzas en las barras</b>		
Barra	P	
	Tonf	
AC	-6.00	
AH	4.50	
CD	-4.50	
DE	-8.00	
EF	-8.00	
EO	-1.68	
FG	-4.50	
FP	-3.91	
GB	-6.00	
HI	4.50	
HM	0.00	
IJ	8.00	
IN	-1.75	
JE	-1.50	
JK	8.00	
JO	1.68	
KB	4.50	
KL	4.50	
KO	-1.75	
KP	3.91	
LP	0.00	
MI	3.91	
ND	-0.25	
NE	-1.68	
NJ	1.68	
OF	-0.25	
PG	3.50	

<b>Factor de carga=</b>		<b>2</b>
<b>Cargas aplicadas</b>		
F1	F2	F3
Tonf	Tonf	Tonf
2	4	6
<b>Reacciones</b>		
Nudo	X	Z
	Tonf	Tonf
A	10.00	9.00
B	0.00	9.00
<b>Fuerzas en las barras</b>		
Barra	P	
	Tonf	
AC	-12.00	
AH	9.00	
CD	-9.00	
DE	-16.00	
EF	-16.00	
EO	-3.00	
FG	-9.00	
FP	-7.83	
GB	-12.00	
HI	9.00	
HM	0.00	
IJ	16.00	
IN	-3.50	
JE	-3.00	
JK	16.00	
JO	3.00	
KB	9.00	
KL	9.00	
KO	-3.50	
KP	7.83	
LP	0.00	
MI	7.83	
ND	-0.50	
NE	-3.00	
NJ	3.00	
OF	-0.50	
PG	7.00	

# OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI

## Solución paramétrica Armaduras

### Armadura 7



**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL  
ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI**  
Solución paramétrica  
Armaduras

**Armadura 7**

<b>Solución unitaria</b>		
Cargas aplicadas		
F1	F2	
Tonf	Tonf	
1	2	
Reacciones		
Nudo	X	Z
	Tonf	Tonf
A	0.00	3.00
B	0.00	3.00
Fuerzas en las barras		
Barra	P	
	Tonf	
AC	-4.00	
AG	3.00	
CD	-5.00	
CG	2.00	
DE	-7.00	
DH	0.00	
EF	-5.00	
EI	-2.00	
FB	-4.00	
GD	-2.00	
GH	7.00	
HE	0.00	
HI	7.00	
IB	3.00	
IF	2.00	

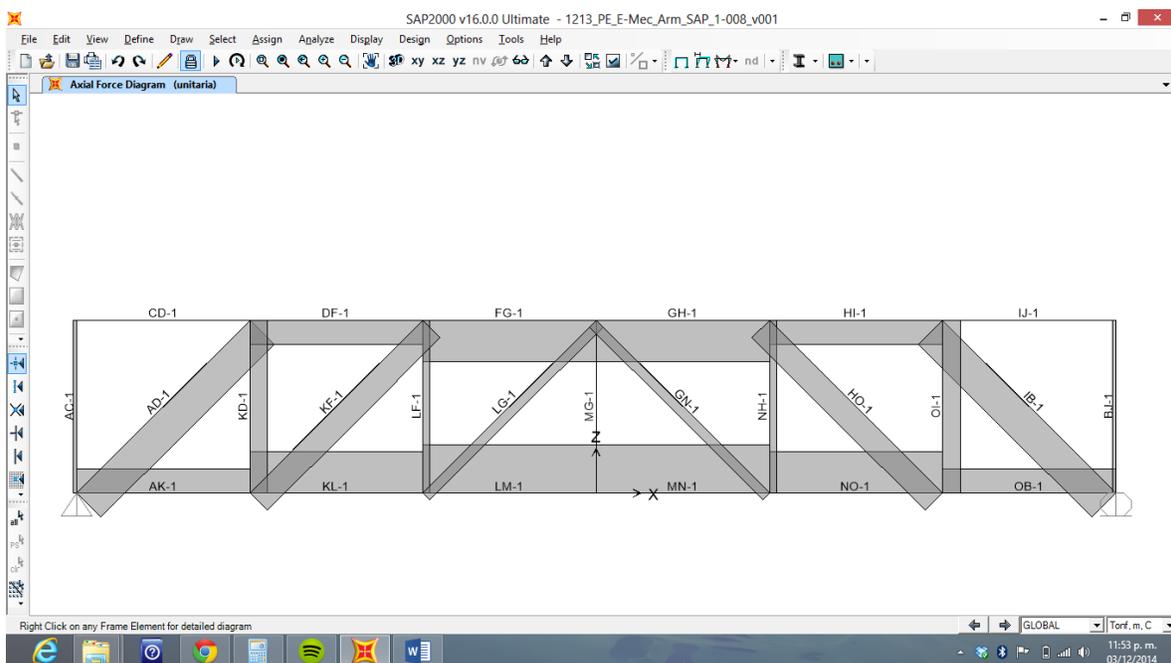
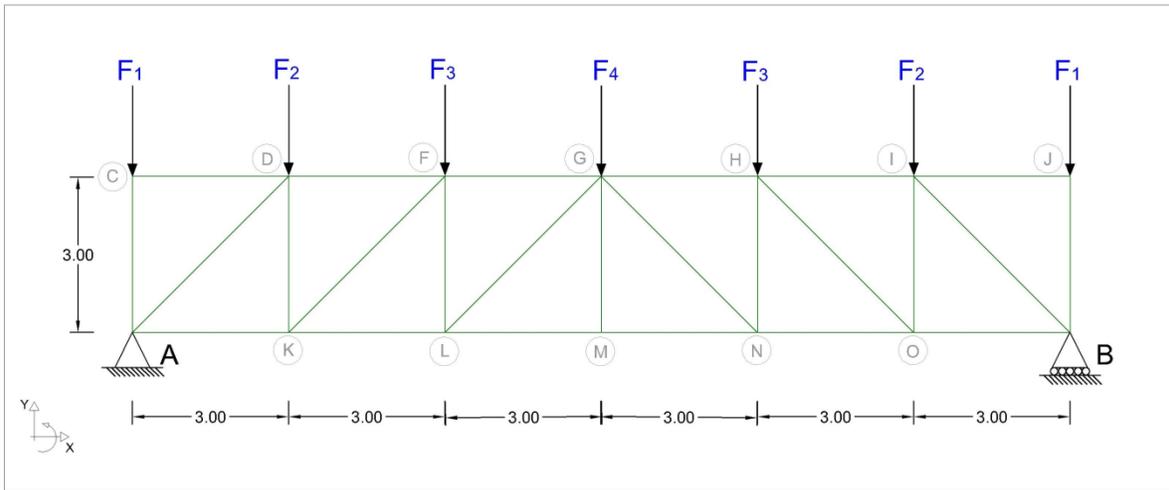
Factor de carga=		
		<b>2</b>
Cargas aplicadas		
F1	F2	
Tonf	Tonf	
2	4	
Reacciones		
Nudo	X	Z
	Tonf	Tonf
A	0.00	6.00
B	0.00	6.00
Fuerzas en las barras		
Barra	P	
	Tonf	
AC	-8.00	
AG	6.00	
CD	-10.00	
CG	4.00	
DE	-14.00	
DH	0.00	
EF	-10.00	
EI	-4.00	
FB	-8.00	
GD	-4.00	
GH	14.00	
HE	0.00	
HI	14.00	
IB	6.00	
IF	4.00	

# OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI

## Solución paramétrica

### Armaduras

#### Armadura 8



**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL  
ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI**

**Solución paramétrica**

**Armaduras**

**Armadura 8**

<b>Solución unitaria</b>			
<b>Cargas aplicadas</b>			
F1	F2	F3	F4
Tonf	Tonf	Tonf	Tonf
1	2	3	4
<b>Reacciones</b>			
Nudo	X	Z	
	Tonf	Tonf	
A	0.00	8.00	
B	0.00	8.00	
<b>Fuerzas en las barras</b>			
Barra	P		
	Tonf		
AC	-1.00		
AD	-9.00		
AK	7.00		
BJ	-1.00		
CD	0.00		
DF	-7.00		
FG	-12.00		
GH	-12.00		
GN	-2.00		
HI	-7.00		
HO	-7.00		
IB	-9.00		
IJ	0.00		
KD	5.00		
KF	-7.00		
KL	12.00		
LF	2.00		
LG	-2.00		
LM	14.00		
MG	0.00		
MN	14.00		
NH	2.00		
NO	12.00		
OB	7.00		
OI	5.00		

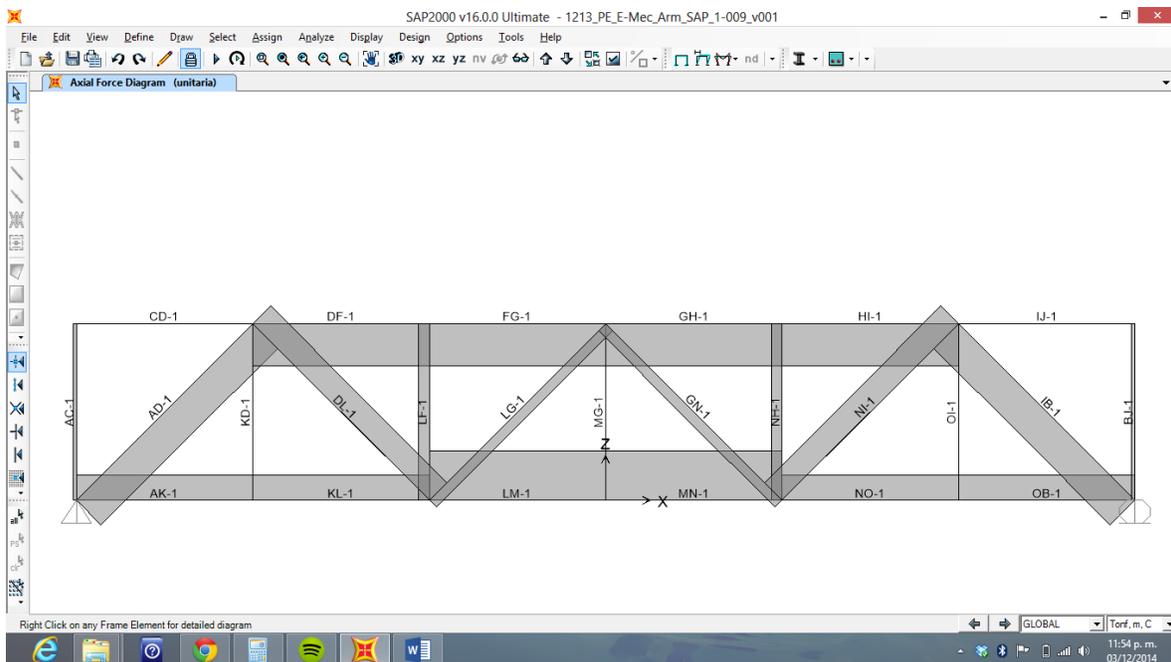
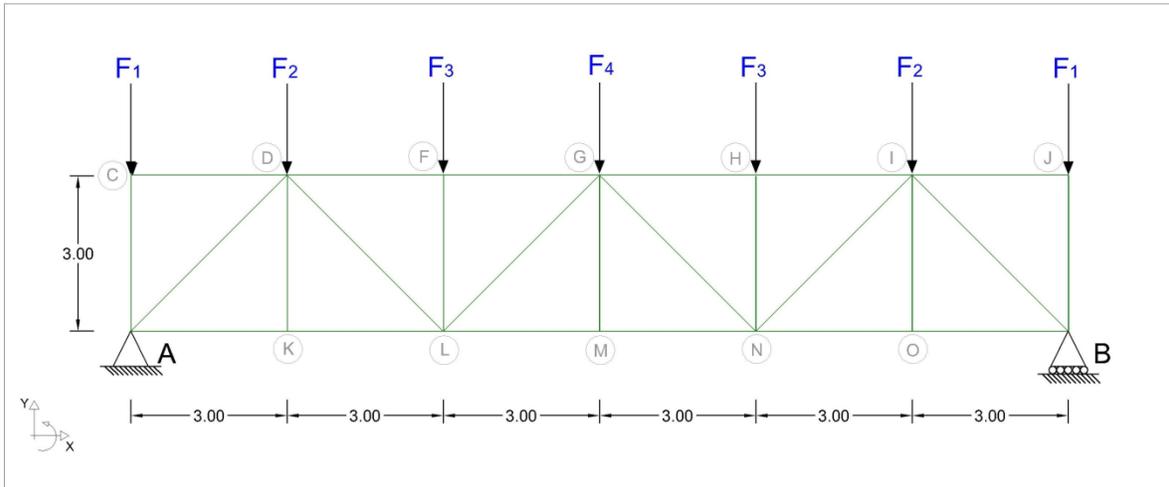
<b>Factor de carga= 2</b>			
<b>Cargas aplicadas</b>			
F1	F2	F3	F4
Tonf	Tonf	Tonf	Tonf
2	4	6	8
<b>Reacciones</b>			
Nudo	X	Z	
	Tonf	Tonf	
A	0.00	16.00	
B	0.00	16.00	
<b>Fuerzas en las barras</b>			
Barra	P		
	Tonf		
AC	-2.00		
AD	-18.00		
AK	14.00		
BJ	-2.00		
CD	0.00		
DF	-14.00		
FG	-24.00		
GH	-24.00		
GN	-4.00		
HI	-14.00		
HO	-14.00		
IB	-18.00		
IJ	0.00		
KD	10.00		
KF	-14.00		
KL	24.00		
LF	4.00		
LG	-4.00		
LM	28.00		
MG	0.00		
MN	28.00		
NH	4.00		
NO	24.00		
OB	14.00		
OI	10.00		

# OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI

## Solución paramétrica

### Armaduras

#### Armadura 9



**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL  
ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI**

**Solución paramétrica**

**Armaduras**

**Armadura 9**

<b>Solución unitaria</b>			
<b>Cargas aplicadas</b>			
F1	F2	F3	F4
Tonf	Tonf	Tonf	Tonf
1	2	3	4
<b>Reacciones</b>			
Nudo	X	Z	
	Tonf	Tonf	
A	-4.00	8.00	
B	0.00	8.00	
<b>Fuerzas en las barras</b>			
Barra	P		
	Tonf		
AC	-1.00		
AD	-9.00		
AK	7.00		
BJ	-1.00		
CD	0.00		
DF	-12.00		
DL	7.00		
FG	-12.00		
GH	-12.00		
GN	-2.00		
HI	-12.00		
IB	-9.00		
IJ	0.00		
KD	0.00		
KL	7.00		
LF	-3.00		
LG	-2.00		
LM	14.00		
MG	0.00		
MN	14.00		
NH	-3.00		
NI	7.00		
NO	7.00		
OB	7.00		
OI	0.00		

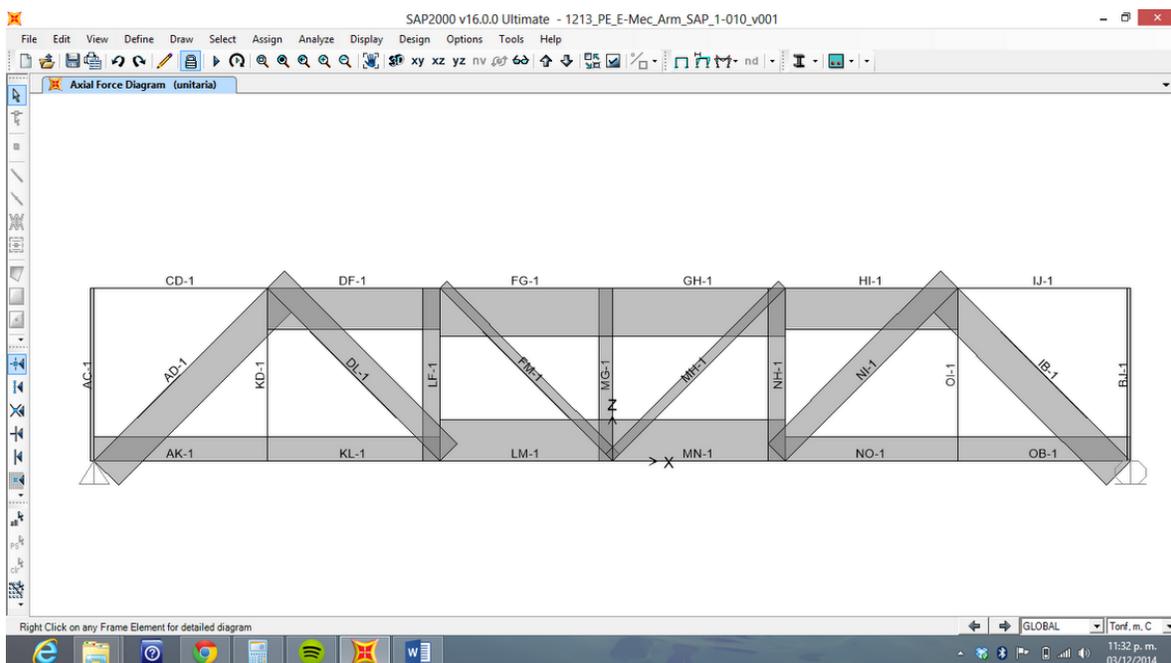
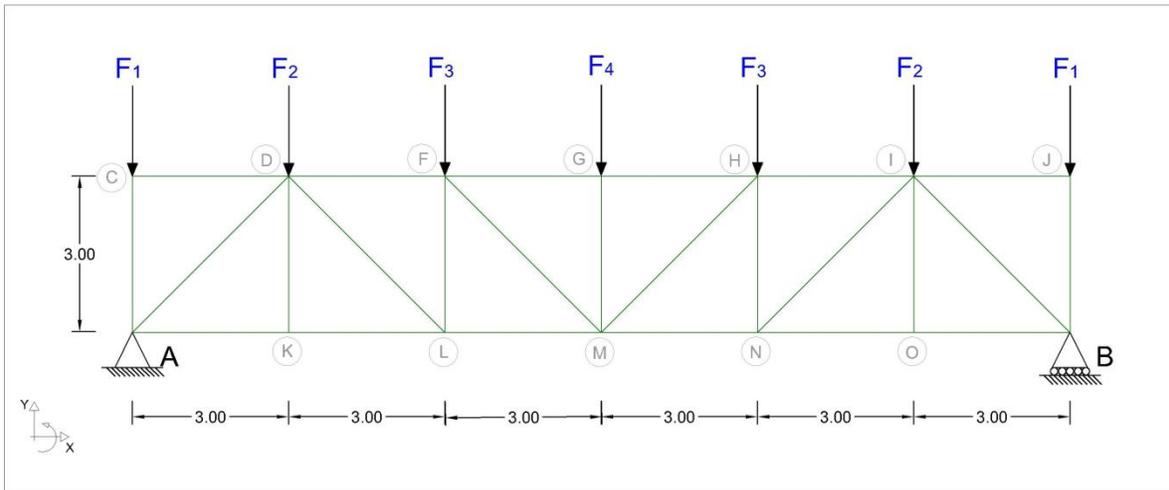
<b>Factor de carga= 2</b>			
<b>Cargas aplicadas</b>			
F1	F2	F3	F4
Tonf	Tonf	Tonf	Tonf
2	4	6	8
<b>Reacciones</b>			
Nudo	X	Z	
	Tonf	Tonf	
A	-8.00	16.00	
B	0.00	16.00	
<b>Fuerzas en las barras</b>			
Barra	P		
	Tonf		
AC	-2.00		
AD	-18.00		
AK	14.00		
BJ	-2.00		
CD	0.00		
DF	-24.00		
DL	14.00		
FG	-24.00		
GH	-24.00		
GN	-4.00		
HI	-24.00		
IB	-18.00		
IJ	0.00		
KD	0.00		
KL	14.00		
LF	-6.00		
LG	-4.00		
LM	28.00		
MG	0.00		
MN	28.00		
NH	-6.00		
NI	14.00		
NO	14.00		
OB	14.00		
OI	0.00		

# OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI

## Solución paramétrica

### Armaduras

#### Armadura 10



**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL  
ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI**

**Solución paramétrica**

**Armaduras**

**Armadura 10**

<b>Solución unitaria</b>			
<b>Cargas aplicadas</b>			
F1	F2	F3	F4
Tonf	Tonf	Tonf	Tonf
1	2	3	4
<b>Reacciones</b>			
Nudo	X	Z	
	Tonf	Tonf	
A	0.00	8.00	
B	0.00	8.00	

<b>Fuerzas en las barras</b>	
Barra	P
	Tonf
AC	-1.00
AD	-9.00
AK	7.00
BJ	-1.00
CD	0.00
DF	-12.00
DL	7.00
DL	7.00
DL	7.00
FG	-14.00
FM	2.00
GH	-14.00
HI	-12.00
IB	-9.00
IJ	0.00
KD	0.00
KL	7.00
LF	-5.00
LM	12.00
MG	-4.00
MH	2.00
MN	12.00
NH	-5.00
NI	7.00
NO	7.00
OB	7.00
OI	0.00

<b>Factor de carga= 2</b>			
<b>Cargas aplicadas</b>			
F1	F2	F3	F4
Tonf	Tonf	Tonf	Tonf
2	4	6	8
<b>Reacciones</b>			
Nudo	X	Z	
	Tonf	Tonf	
A	0.00	16.00	
B	0.00	16.00	

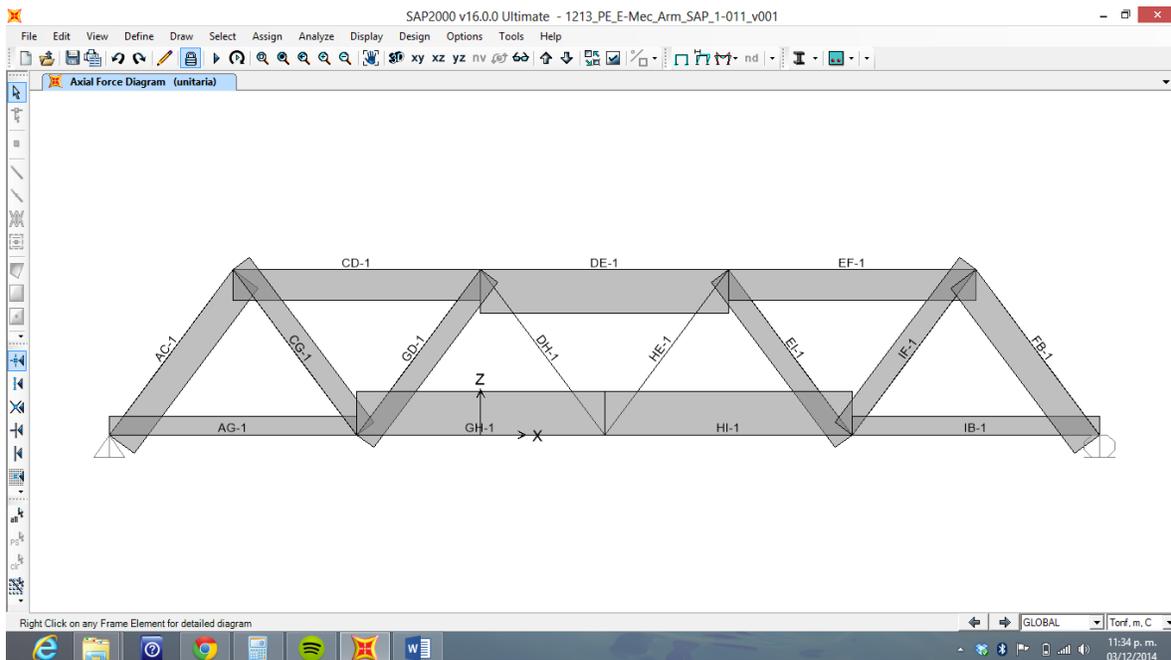
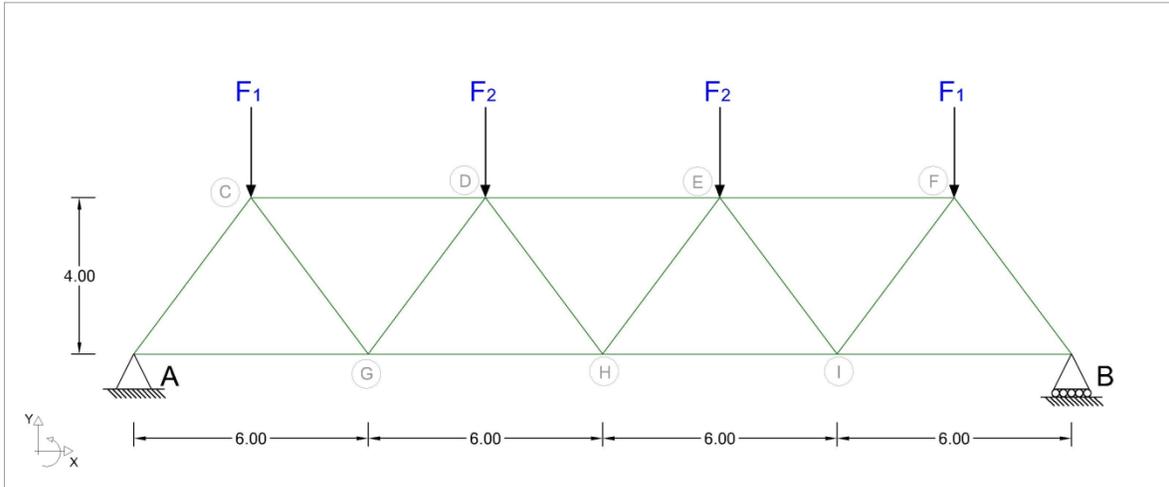
  

<b>Fuerzas en las barras</b>	
Barra	P
	Tonf
AC	-2.00
AD	-18.00
AK	14.00
BJ	-2.00
CD	0.00
DF	-24.00
DL	14.00
DL	14.00
DL	14.00
FG	-28.00
FM	4.00
GH	-28.00
HI	-24.00
IB	-18.00
IJ	0.00
KD	0.00
KL	14.00
LF	-10.00
LM	24.00
MG	-8.00
MH	4.00
MN	24.00
NH	-10.00
NI	14.00
NO	14.00
OB	14.00
OI	0.00

# OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI

## Solución paramétrica

### Armaduras Armadura 11



**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL  
ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI**

**Solución paramétrica**

**Armaduras**

**Armadura 11**

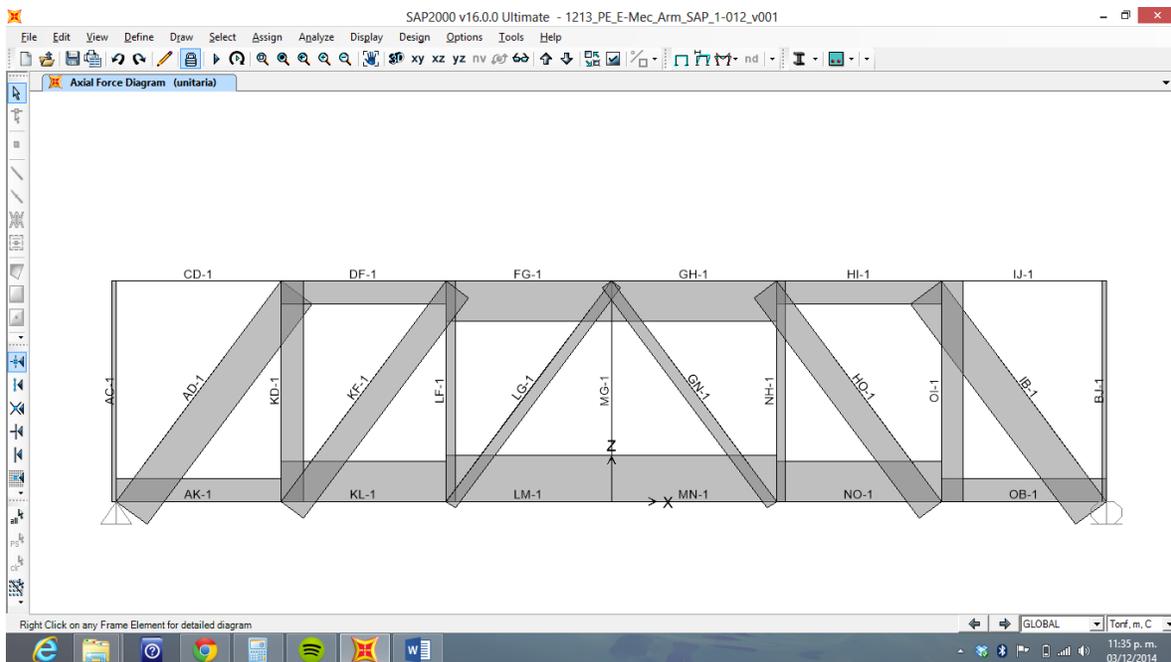
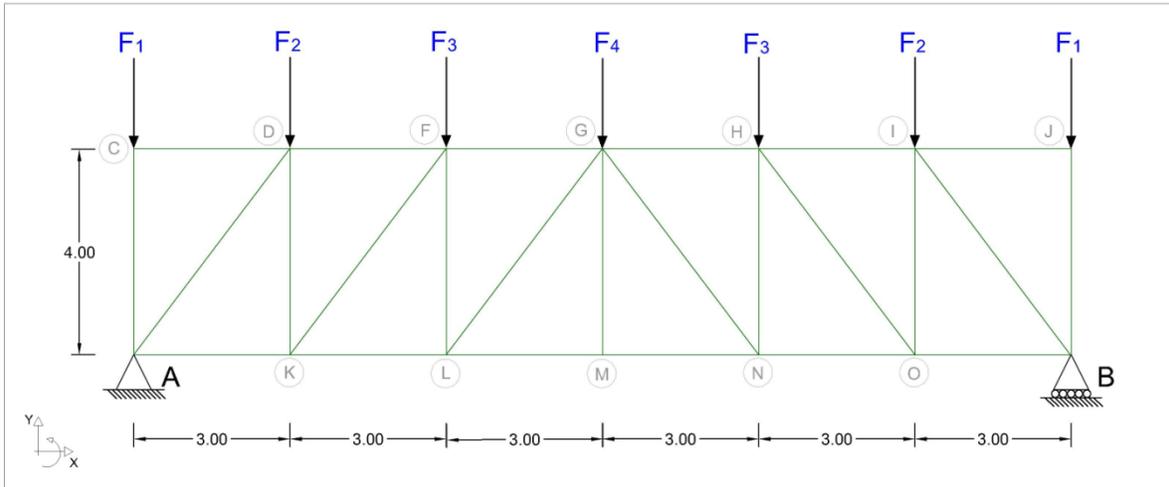
<b>Solución unitaria</b>		
<b>Cargas aplicadas</b>		
<b>F1</b>	<b>F2</b>	
Tonf	Tonf	
1	2	
<b>Reacciones</b>		
<b>Nudo</b>	<b>X</b>	<b>Z</b>
	Tonf	Tonf
A	0.00	3.00
B	0.00	3.00
<b>Fuerzas en las barras</b>		
<b>Barra</b>	<b>P</b>	
	Tonf	
AC	-3.75	
AG	2.25	
CD	-3.75	
CG	2.50	
CG	2.50	
CG	2.50	
DE	-5.25	
DH	0.00	
EF	-3.75	
EI	-2.50	
FB	-3.75	
GD	-2.50	
GH	5.25	
HE	0.00	
HI	5.25	
IB	2.25	
IF	2.50	

<b>Factor de carga=</b>		<b>2</b>
<b>Cargas aplicadas</b>		
<b>F1</b>	<b>F2</b>	
Tonf	Tonf	
2	4	
<b>Reacciones</b>		
<b>Nudo</b>	<b>X</b>	<b>Z</b>
	Tonf	Tonf
A	0.00	6.00
B	0.00	6.00
<b>Fuerzas en las barras</b>		
<b>Barra</b>	<b>P</b>	
	Tonf	
AC	-7.50	
AG	4.50	
CD	-7.50	
CG	5.00	
CG	5.00	
CG	5.00	
DE	-10.50	
DH	0.00	
EF	-7.50	
EI	-5.00	
FB	-7.50	
GD	-5.00	
GH	10.50	
HE	0.00	
HI	10.50	
IB	4.50	
IF	5.00	

# OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI

## Solución paramétrica Armaduras

### Armadura 12



**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL  
ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI**

**Solución paramétrica**

**Armaduras**

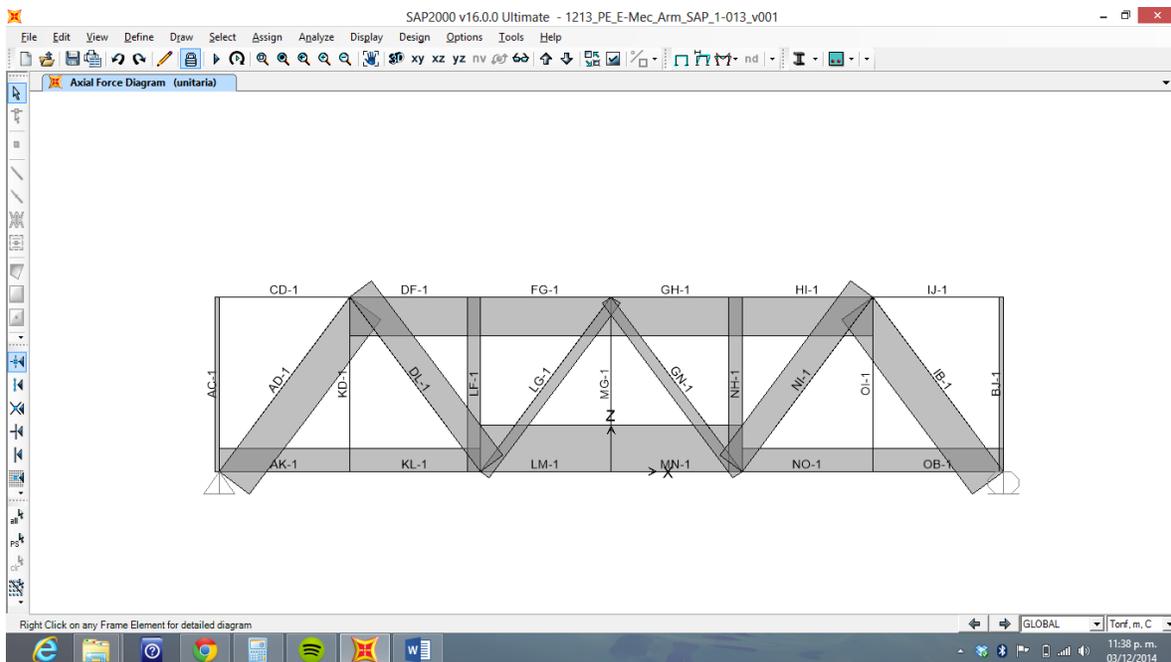
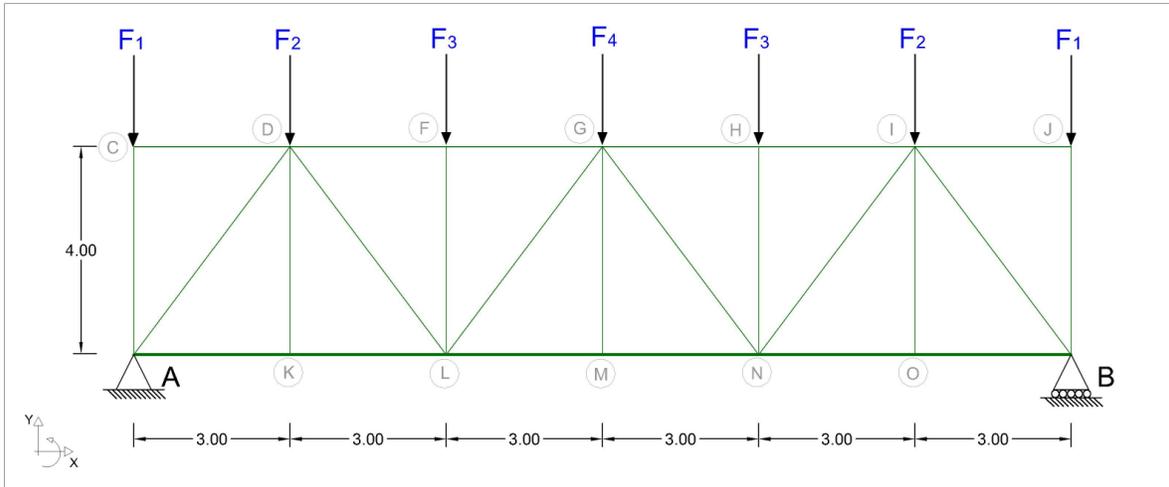
**Armadura 12**

<b>Solución unitaria</b>			
<b>Cargas aplicadas</b>			
F1	F2	F3	F4
Tonf	Tonf	Tonf	Tonf
1	2	3	4
<b>Reacciones</b>			
Nudo	X	Z	
	Tonf	Tonf	
A	0.00	8.00	
B	0.00	8.00	
<b>Fuerzas en las barras</b>			
Barra	P		
	Tonf		
AC	-1.00		
AD	-8.75		
AK	5.25		
BJ	-1.00		
CD	0.00		
DF	-5.25		
FG	-9.00		
GH	-9.00		
GN	-2.50		
HI	-5.25		
HO	-6.25		
IB	-8.75		
IJ	0.00		
KD	5.00		
KF	-6.25		
KL	9.00		
LF	2.00		
LG	-2.50		
LM	10.50		
MG	0.00		
MN	10.50		
NH	2.00		
NO	9.00		
OB	5.25		
OI	5.00		

<b>Factor de carga= 2</b>			
<b>Cargas aplicadas</b>			
F1	F2	F3	F4
Tonf	Tonf	Tonf	Tonf
2	4	6	8
<b>Reacciones</b>			
Nudo	X	Z	
	Tonf	Tonf	
A	0.00	16.00	
B	0.00	16.00	
<b>Fuerzas en las barras</b>			
Barra	P		
	Tonf		
AC	-2.00		
AD	-17.50		
AK	10.50		
BJ	-2.00		
CD	0.00		
DF	-10.50		
FG	-18.00		
GH	-18.00		
GN	-5.00		
HI	-10.50		
HO	-12.50		
IB	-17.50		
IJ	0.00		
KD	10.00		
KF	-12.50		
KL	18.00		
LF	4.00		
LG	-5.00		
LM	21.00		
MG	0.00		
MN	21.00		
NH	4.00		
NO	18.00		
OB	10.50		
OI	10.00		

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL  
ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI**  
Solución paramétrica  
**Armaduras**

*Armadura 13*



**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL  
ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI**

**Solución paramétrica**

**Armaduras**

**Armadura 13**

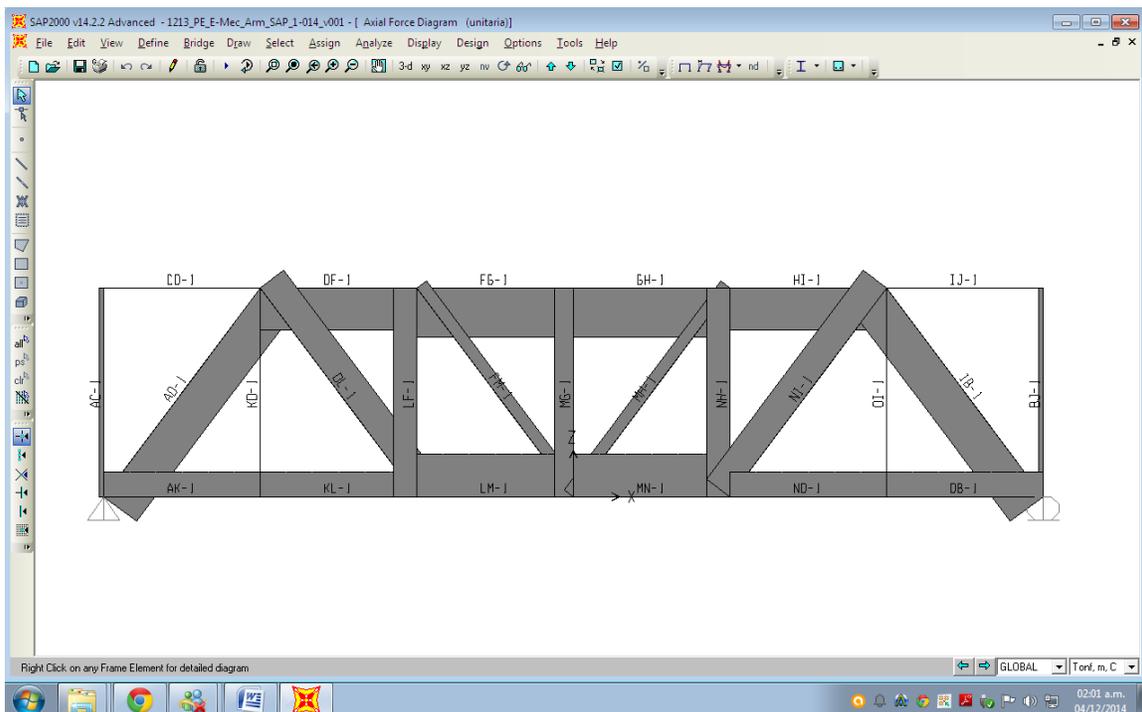
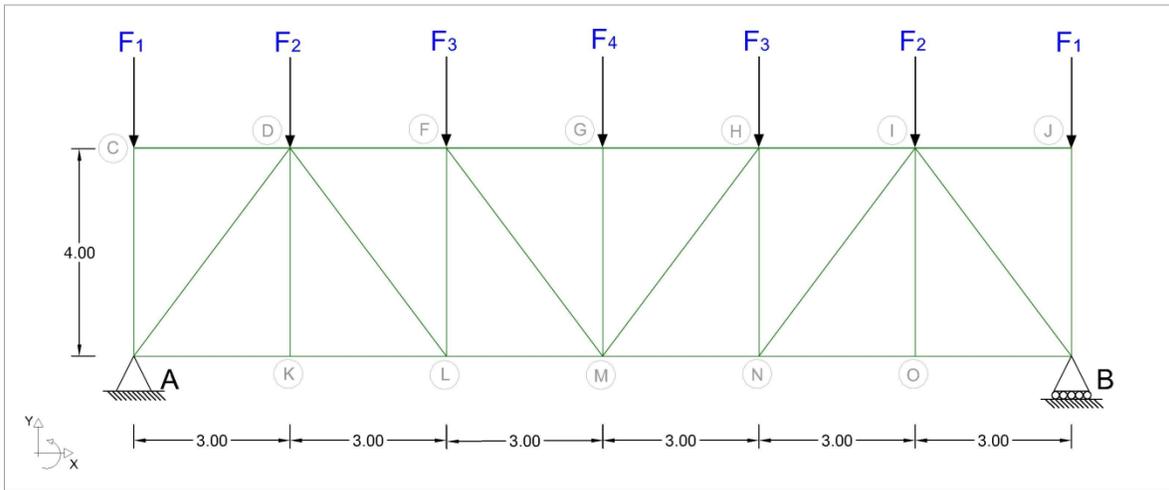
<b>Solución unitaria</b>			
<b>Cargas aplicadas</b>			
F1	F2	F3	F4
Tonf	Tonf	Tonf	Tonf
1	2	3	4
<b>Reacciones</b>			
Nudo	X	Z	
	Tonf	Tonf	
A	0.00	8.00	
B	0.00	8.00	
<b>Fuerzas en las barras</b>			
Barra	P		
	Tonf		
AC	-1.00		
AD	-8.75		
AK	5.25		
BJ	-1.00		
CD	0.00		
DF	-9.00		
DL	6.25		
FG	-9.00		
GH	-9.00		
GN	-2.50		
HI	-9.00		
IB	-8.75		
IJ	0.00		
KD	0.00		
KL	5.25		
LF	-3.00		
LG	-2.50		
LM	10.50		
MG	0.00		
MN	10.50		
NH	-3.00		
NI	6.25		
NO	5.25		
OB	5.25		
OI	0.00		

<b>Factor de carga= 2</b>			
<b>Cargas aplicadas</b>			
F1	F2	F3	F4
Tonf	Tonf	Tonf	Tonf
2	4	6	8
<b>Reacciones</b>			
Nudo	X	Z	
	Tonf	Tonf	
A	0.00	16.00	
B	0.00	16.00	
<b>Fuerzas en las barras</b>			
Barra	P		
	Tonf		
AC	-2.00		
AD	-17.50		
AK	10.50		
BJ	-2.00		
CD	0.00		
DF	-18.00		
DL	12.50		
FG	-18.00		
GH	-18.00		
GN	-5.00		
HI	-18.00		
IB	-17.50		
IJ	0.00		
KD	0.00		
KL	10.50		
LF	-6.00		
LG	-5.00		
LM	21.00		
MG	0.00		
MN	21.00		
NH	-6.00		
NI	12.50		
NO	10.50		
OB	10.50		
OI	0.00		

# OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI

## Solución paramétrica Armaduras

### Armadura 14



**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL  
ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI**

**Solución paramétrica**

**Armaduras**

**Armadura 14**

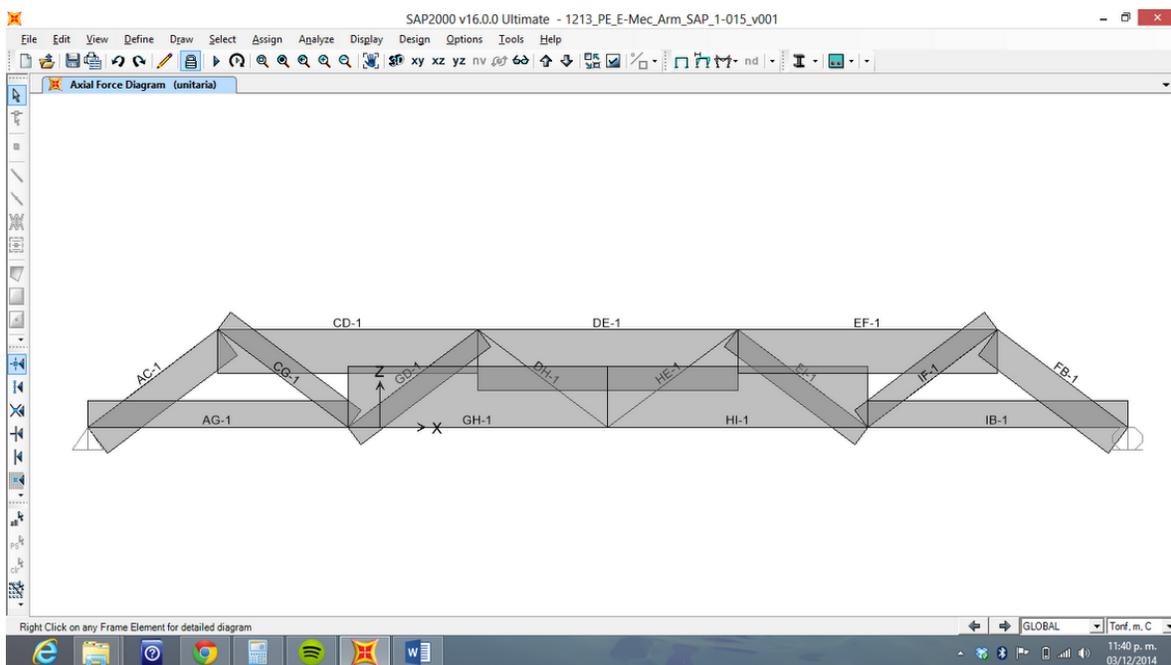
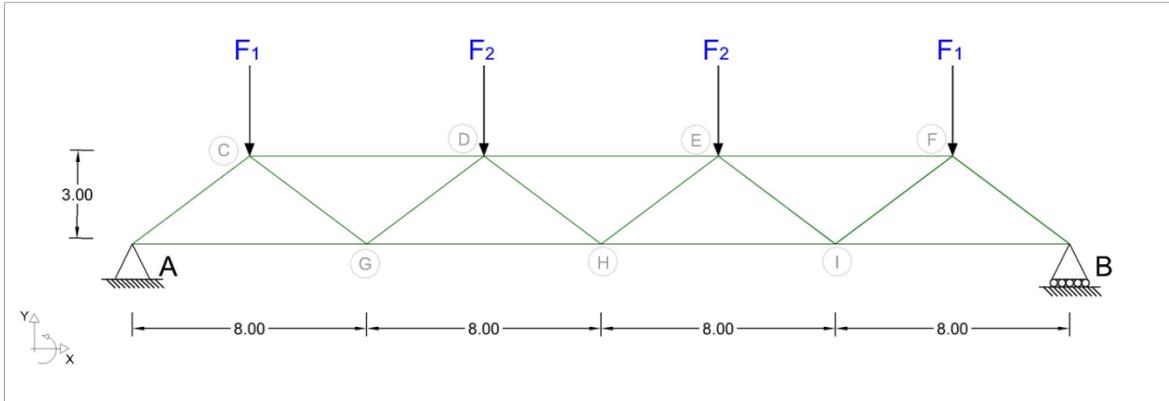
<b>Solución unitaria</b>			
<b>Cargas aplicadas</b>			
F1	F2	F3	F4
Tonf	Tonf	Tonf	Tonf
1	2	3	4
<b>Reacciones</b>			
Nudo	X	Z	
	Tonf	Tonf	
A	0.00	8.00	
B	0.00	8.00	
<b>Fuerzas en las barras</b>			
Barra	P		
	Tonf		
AC	-1.00		
AD	-8.75		
AK	5.25		
BJ	-1.00		
CD	0.00		
DF	-9.00		
DL	6.25		
FG	-10.50		
FM	2.50		
GH	-10.50		
HI	-9.00		
IB	-8.75		
IJ	0.00		
KD	0.00		
KL	5.25		
LF	-5.00		
LM	9.00		
MG	-4.00		
MH	2.50		
MN	9.00		
NH	-5.00		
NI	6.25		
NO	5.25		
OB	5.25		
OI	0.00		

<b>Factor de carga= 2</b>			
<b>Cargas aplicadas</b>			
F1	F2	F3	F4
Tonf	Tonf	Tonf	Tonf
2	4	6	8
<b>Reacciones</b>			
Nudo	X	Z	
	Tonf	Tonf	
A	0.00	16.00	
B	0.00	16.00	
<b>Fuerzas en las barras</b>			
Barra	P		
	Tonf		
AC	-2.00		
AD	-17.50		
AK	10.50		
BJ	-2.00		
CD	0.00		
DF	-18.00		
DL	12.50		
FG	-21.00		
FM	5.00		
GH	-21.00		
HI	-18.00		
IB	-17.50		
IJ	0.00		
KD	0.00		
KL	10.50		
LF	-10.00		
LM	18.00		
MG	-8.00		
MH	5.00		
MN	18.00		
NH	-10.00		
NI	12.50		
NO	10.50		
OB	10.50		
OI	0.00		

# OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI

## Solución paramétrica Armaduras

### Armadura 15



**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL  
ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI**

**Solución paramétrica**

**Armaduras**

**Armadura 15**

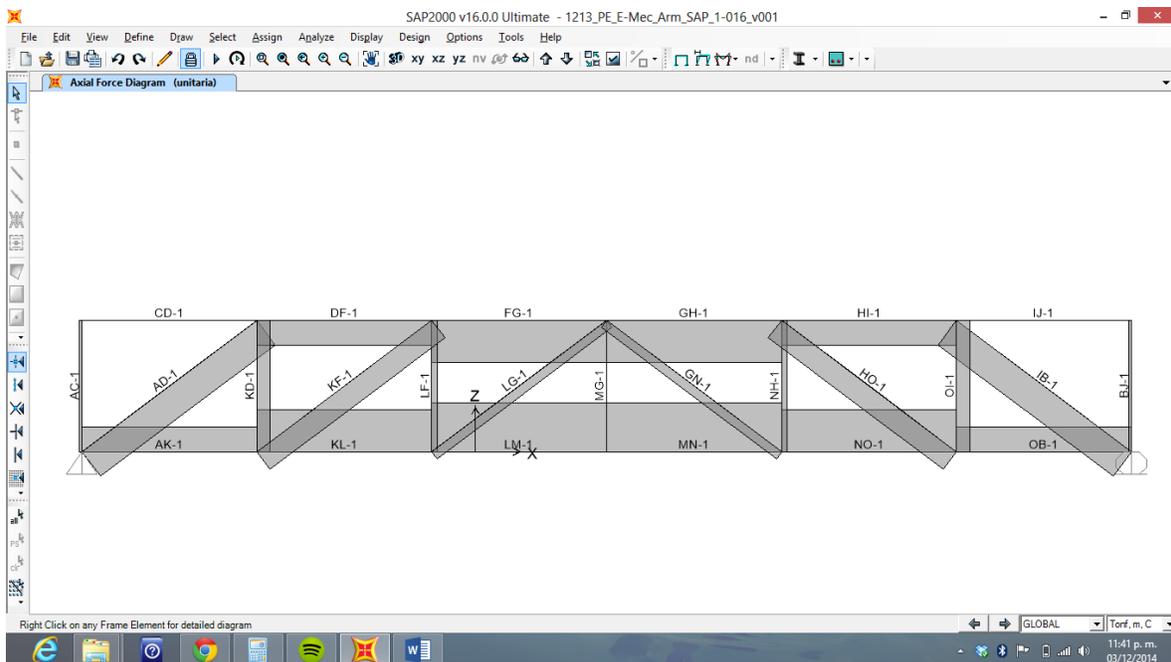
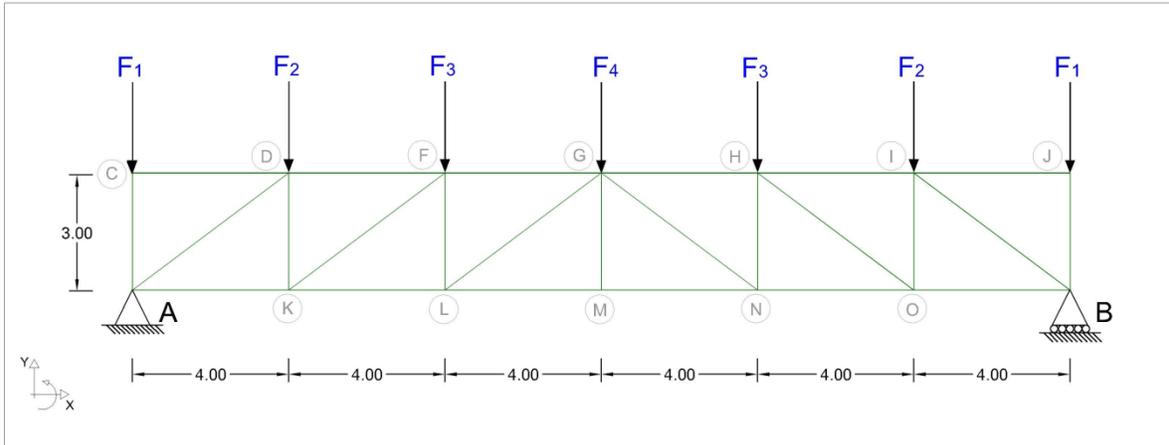
<b>Solución unitaria</b>		
<b>Cargas aplicadas</b>		
<b>F1</b>	<b>F2</b>	
Tonf	Tonf	
1	2	
<b>Reacciones</b>		
<b>Nudo</b>	<b>X</b>	<b>Z</b>
	Tonf	Tonf
A	0.00	3.00
B	0.00	3.00
<b>Fuerzas en las barras</b>		
<b>Barra</b>	<b>P</b>	
	Tonf	
AC	-5.00	
AG	4.00	
CD	-6.67	
CG	3.33	
DE	-9.33	
DH	0.00	
EF	-6.67	
EI	-3.33	
FB	-5.00	
GD	-3.33	
GH	9.33	
HE	0.00	
HI	9.33	
IB	4.00	
IF	3.33	

<b>Factor de carga=</b>	<b>2</b>	
<b>Cargas aplicadas</b>		
<b>F1</b>	<b>F2</b>	
Tonf	Tonf	
2	4	
<b>Reacciones</b>		
<b>Nudo</b>	<b>X</b>	<b>Z</b>
	Tonf	Tonf
A	0.00	6.00
B	0.00	6.00
<b>Fuerzas en las barras</b>		
<b>Barra</b>	<b>P</b>	
	Tonf	
AC	-10.00	
AG	8.00	
CD	-13.33	
CG	6.67	
DE	-18.67	
DH	0.00	
EF	-13.33	
EI	-6.67	
FB	-10.00	
GD	-6.67	
GH	18.67	
HE	0.00	
HI	18.67	
IB	8.00	
IF	6.67	

# OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI

## Solución paramétrica Armaduras

### Armadura 16



**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL  
ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI**

**Solución paramétrica**

**Armaduras**

**Armadura 16**

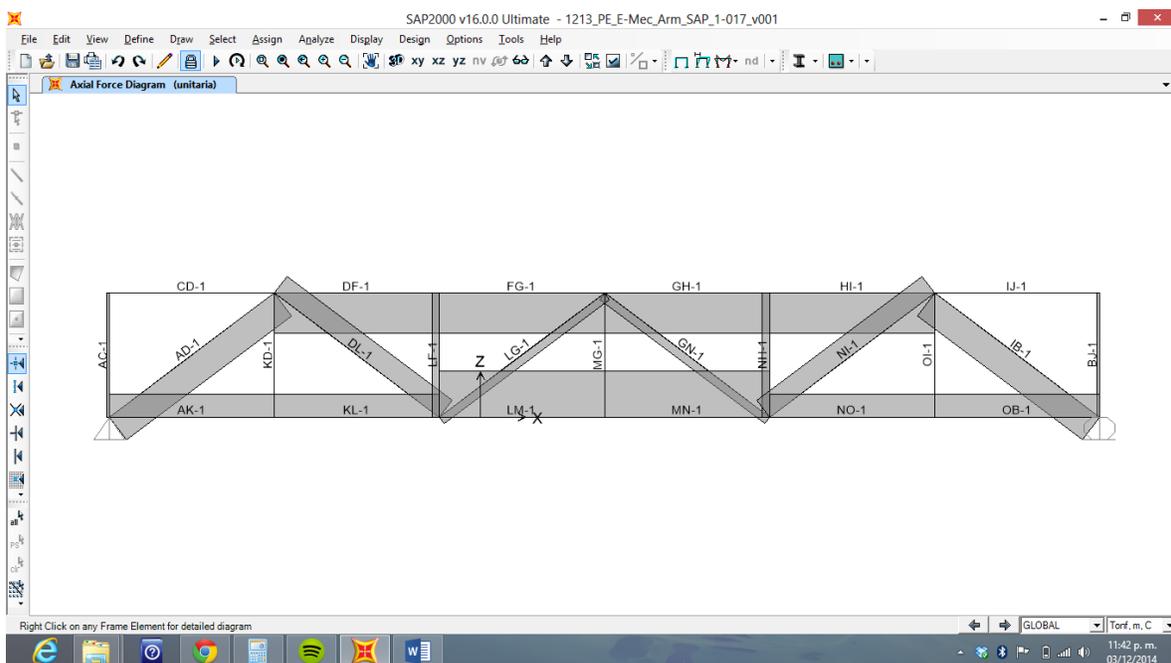
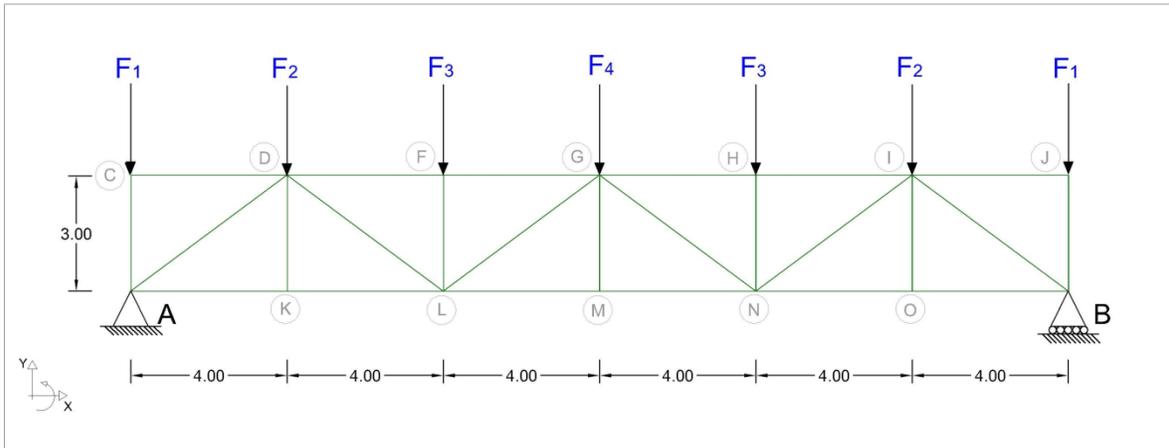
<b>Solución unitaria</b>			
<b>Cargas aplicadas</b>			
F1	F2	F3	F4
Tonf	Tonf	Tonf	Tonf
1	2	3	4
<b>Reacciones</b>			
Nudo	X	Z	
	Tonf	Tonf	
A	0.00	8.00	
B	0.00	8.00	
<b>Fuerzas en las barras</b>			
Barra	P		
	Tonf		
AC	-1.00		
AD	-11.67		
AK	9.33		
BJ	-1.00		
CD	0.00		
DF	-9.33		
FG	-16.00		
GH	-16.00		
GN	-3.33		
HI	-9.33		
HO	-8.33		
IB	-11.67		
IJ	0.00		
KD	5.00		
KF	-8.33		
KL	16.00		
LF	2.00		
LG	-3.33		
LM	18.67		
MG	0.00		
MN	18.67		
NH	2.00		
NO	16.00		
OB	9.33		
OI	5.00		

<b>Factor de carga= 2</b>			
<b>Cargas aplicadas</b>			
F1	F2	F3	F4
Tonf	Tonf	Tonf	Tonf
2	4	6	8
<b>Reacciones</b>			
Nudo	X	Z	
	Tonf	Tonf	
A	0.00	16.00	
B	0.00	16.00	
<b>Fuerzas en las barras</b>			
Barra	P		
	Tonf		
AC	-2.00		
AD	-23.33		
AK	18.67		
BJ	-2.00		
CD	0.00		
DF	-18.67		
FG	-32.00		
GH	-32.00		
GN	-6.67		
HI	-18.67		
HO	-16.67		
IB	-23.33		
IJ	0.00		
KD	10.00		
KF	-16.67		
KL	32.00		
LF	4.00		
LG	-6.67		
LM	37.33		
MG	0.00		
MN	37.33		
NH	4.00		
NO	32.00		
OB	18.67		
OI	10.00		

# OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI

## Solución paramétrica Armaduras

### Armatura 17



**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL  
ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI**

**Solución paramétrica**

**Armaduras**

**Armadura 17**

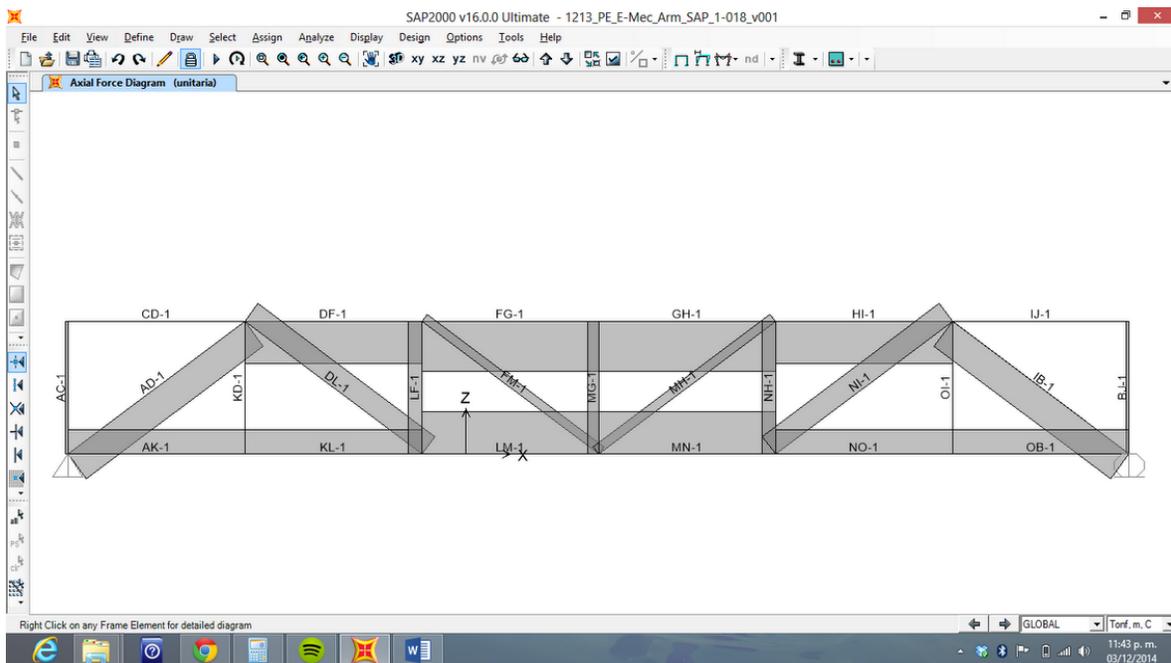
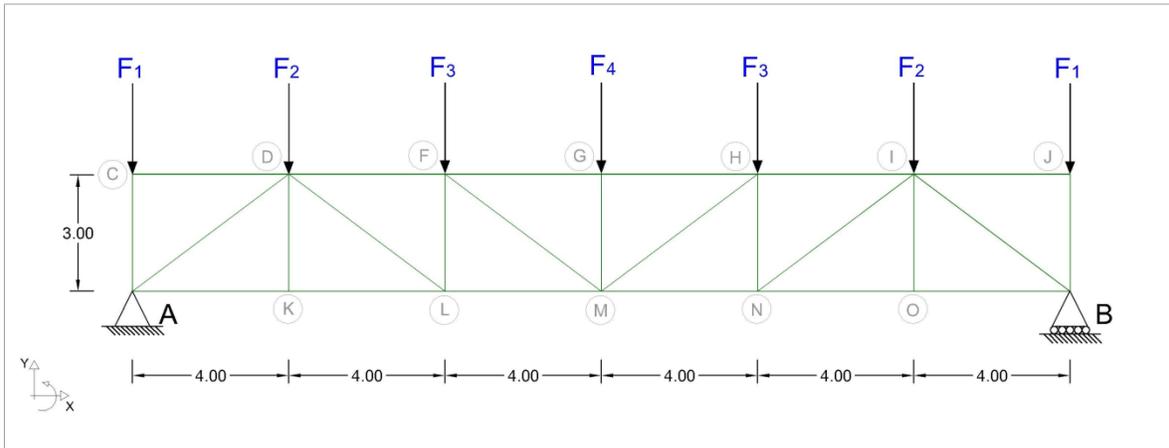
<b>Solución unitaria</b>			
<b>Cargas aplicadas</b>			
F1	F2	F3	F4
Tonf	Tonf	Tonf	Tonf
1	2	3	4
<b>Reacciones</b>			
Nudo	X	Z	
	Tonf	Tonf	
A	0.00	8.00	
B	0.00	8.00	
<b>Fuerzas en las barras</b>			
Barra	P		
	Tonf		
AC	-1.00		
AD	-11.67		
AK	9.33		
BJ	-1.00		
CD	0.00		
DF	-16.00		
DL	8.33		
FG	-16.00		
GH	-16.00		
GN	-3.33		
HI	-16.00		
IB	-11.67		
IJ	0.00		
KD	0.00		
KL	9.33		
LF	-3.00		
LG	-3.33		
LM	18.67		
MG	0.00		
MN	18.67		
NH	-3.00		
NI	8.33		
NO	9.33		
OB	9.33		
OI	0.00		

<b>Factor de carga= 2</b>			
<b>Cargas aplicadas</b>			
F1	F2	F3	F4
Tonf	Tonf	Tonf	Tonf
2	4	6	8
<b>Reacciones</b>			
Nudo	X	Z	
	Tonf	Tonf	
A	0.00	16.00	
B	0.00	16.00	
<b>Fuerzas en las barras</b>			
Barra	P		
	Tonf		
AC	-2.00		
AD	-23.33		
AK	18.67		
BJ	-2.00		
CD	0.00		
DF	-32.00		
DL	16.67		
FG	-32.00		
GH	-32.00		
GN	-6.67		
HI	-32.00		
IB	-23.33		
IJ	0.00		
KD	0.00		
KL	18.67		
LF	-6.00		
LG	-6.67		
LM	37.33		
MG	0.00		
MN	37.33		
NH	-6.00		
NI	16.67		
NO	18.67		
OB	18.67		
OI	0.00		

# OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI

## Solución paramétrica Armaduras

### Armadura 18



**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL  
ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI**

**Solución paramétrica**

**Armaduras**

**Armadura 18**

<b>Solución unitaria</b>			
<b>Cargas aplicadas</b>			
F1	F2	F3	F4
Tonf	Tonf	Tonf	Tonf
1	2	3	4
<b>Reacciones</b>			
Nudo	X	Z	
	Tonf	Tonf	
A	0.00	8.00	
B	0.00	8.00	
<b>Fuerzas en las barras</b>			
Barra	P		
	Tonf		
AC	-1.00		
AD	-11.67		
AK	9.33		
BJ	-1.00		
CD	0.00		
DF	-16.00		
DL	8.33		
FG	-18.67		
FM	3.33		
GH	-18.67		
HI	-16.00		
IB	-11.67		
IJ	0.00		
KD	0.00		
KL	9.33		
LF	-5.00		
LM	16.00		
MG	-4.00		
MH	3.33		
MN	16.00		
NH	-5.00		
NI	8.33		
NO	9.33		
OB	9.33		
OI	0.00		

<b>Factor de carga=</b>		<b>2</b>	
<b>Cargas aplicadas</b>			
F1	F2	F3	F4
Tonf	Tonf	Tonf	Tonf
2	4	6	8
<b>Reacciones</b>			
Nudo	X	Z	
	Tonf	Tonf	
A	0.00	16.00	
B	0.00	16.00	
<b>Fuerzas en las barras</b>			
Barra	P		
	Tonf		
AC	-2.00		
AD	-23.33		
AK	18.67		
BJ	-2.00		
CD	0.00		
DF	-32.00		
DL	16.67		
FG	-37.33		
FM	6.67		
GH	-37.33		
HI	-32.00		
IB	-23.33		
IJ	0.00		
KD	0.00		
KL	18.67		
LF	-10.00		
LM	32.00		
MG	-8.00		
MH	6.67		
MN	32.00		
NH	-10.00		
NI	16.67		
NO	18.67		
OB	18.67		
OI	0.00		

## TEMA: *Sistemas de fuerzas y momentos*

### *Momentos respecto a un eje*



1. Determine el momento de la fuerza F de 40 lb mostrada respecto al eje z, usando la ecuaciones escalar y vectorial

Datos:

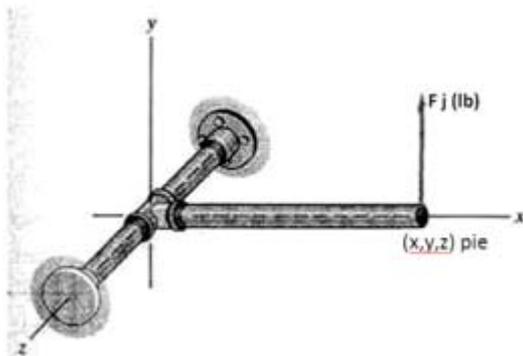
$$F := \begin{pmatrix} 0 \\ 40 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ lbf}$$

$$P := \begin{pmatrix} 8 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ ft}$$

$$|F| = 40 \cdot \text{lbf}$$

$$r := P = \begin{pmatrix} 8 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{ft}$$

$$d := |r| = 8 \cdot \text{ft}$$



Solución:

a) Forma escalar

$$M_O := |F| \cdot |d| = 320 \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

b) Forma vectorial

$$M_L = [ (r \times F) \cdot e ]$$

$$r \times F = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 320 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

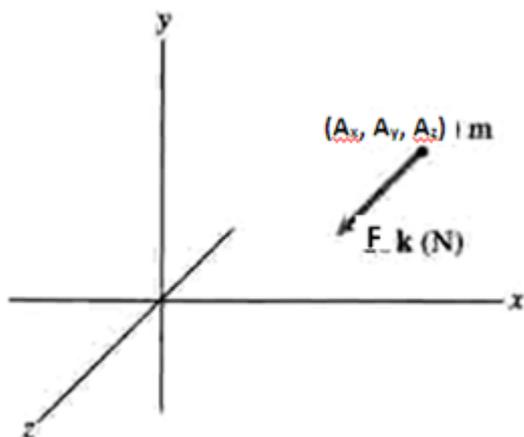
$$M_z := [ (r \times F) \cdot u_z ] \cdot u_z = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 320 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

2. Determine el momento de la fuerza de 20 N mostrada respecto a) al eje x, b) al eje y y c) al eje z.

Datos:

$$F := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 20 \end{pmatrix} \text{ N}$$

$$A := \begin{pmatrix} 7 \\ 4 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ m}$$



Solución:

$$M_L = [ (r \times F) \cdot e ]$$

$$P := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ m} \quad r_{PA} := A - P = \begin{pmatrix} 7 \\ 4 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ m} \quad r_{PA} \times F = \begin{pmatrix} 80 \\ -140 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

a) 
$$M_x := [ (r_{PA} \times F) \cdot u_x ] \cdot u_x = \begin{pmatrix} 80 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

b) 
$$M_y := [ (r_{PA} \times F) \cdot u_y ] \cdot u_y = \begin{pmatrix} 0 \\ -140 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

c) 
$$M_z := [ (r_{PA} \times F) \cdot u_z ] \cdot u_z = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

*Sistemas de fuerzas y momentos.  
Momentos respecto a un eje*

3. Tres fuerzas paralelas al eje y y de la figura actúan sobre la placa rectangular. Determine la suma de los momentos de las fuerzas respecto al eje x.

*Datos:*

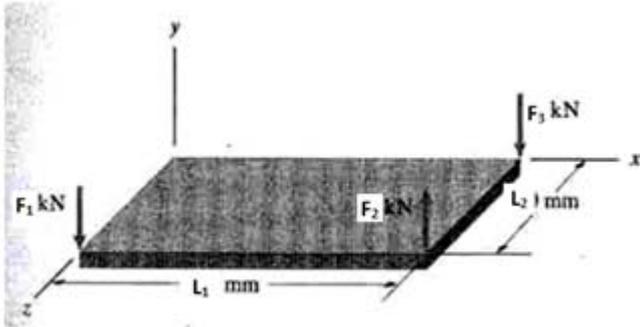
$$L_1 := 900\text{mm}$$

$$L_2 := 600\text{mm}$$

$$F_1 := -2\text{kN}$$

$$F_2 := 6\text{kN}$$

$$F_3 := -3\text{kN}$$



*Solución:*

$$r_1 := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ L_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0.6 \end{pmatrix} \text{ m} \quad r_2 := \begin{pmatrix} L_1 \\ 0 \\ L_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.9 \\ 0 \\ 0.6 \end{pmatrix} \text{ m} \quad r_3 := \begin{pmatrix} L_1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.9 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ m}$$

$$F_1 := \begin{pmatrix} 0 \\ F_1 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ -2 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad F_2 := \begin{pmatrix} 0 \\ F_2 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 6 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad F_3 := \begin{pmatrix} 0 \\ F_3 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ -3 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$$

$$M_x := \left[ (r_1 \times F_1) \cdot u_x \right] \cdot u_x + \left[ (r_2 \times F_2) \cdot u_x \right] \cdot u_x + \left[ (r_3 \times F_3) \cdot u_x \right] \cdot u_x = \begin{pmatrix} -2400 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{mm}$$

**Sistemas de fuerzas y momentos.  
Momentos respecto a un eje**

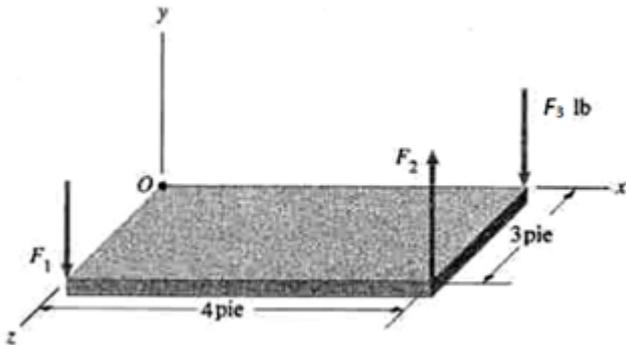
4. Tres fuerzas paralelas al eje y mostrado actúan sobre la placa rectangular. La suma vectorial de las fuerzas es igual a cero, y la magnitud de la suma de los momentos de las fuerzas respecto a O es de 600 lb-pie. ¿Qué valor tiene la suma de los momentos de las tres fuerzas respecto al eje x?

Datos:

$L_1 := 4$     $L_2 := 3$     $F_{y3} := 100$     $M := 600$

Unidades lbf  
y ft

Solución:



$$F_1 := \begin{pmatrix} 0 \\ F_{y1} \\ 0 \end{pmatrix} \quad F_2 := \begin{pmatrix} 0 \\ F_{y2} \\ 0 \end{pmatrix} \quad F_3 := \begin{pmatrix} 0 \\ -F_{y3} \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ -100 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$r_1 := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ L_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix} \quad r_2 := \begin{pmatrix} L_1 \\ 0 \\ L_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix} \quad r_3 := \begin{pmatrix} L_1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$M_{o1} := r_1 \times F_1 \rightarrow \begin{pmatrix} -3 \cdot F_{y1} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad M_{o2} := r_2 \times F_2 \rightarrow \begin{pmatrix} -3 \cdot F_{y2} \\ 0 \\ 4 \cdot F_{y2} \end{pmatrix} \quad M_{o3} := r_3 \times F_3 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -400 \end{pmatrix}$$

$$|M_{o1} + M_{o2} + M_{o3}| \rightarrow \sqrt{(|-3 \cdot F_{y1} - 3 \cdot F_{y2}|)^2 + (|4 \cdot F_{y2} - 400|)^2} \quad F_1 + F_2 + F_3 \rightarrow \begin{pmatrix} 0 \\ F_{y1} + F_{y2} - 100 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$F_{y1} := 1$     $F_{y2} := 1$

Given  $|M_{o1} + M_{o2} + M_{o3}| = M$     $F_{y2} + F_{y1} - F_{y3} = 0$     $FY := \text{Find}(F_{y1}, F_{y2}) \rightarrow \begin{pmatrix} 75\sqrt{3} \\ 100 - 75\sqrt{3} \end{pmatrix}$

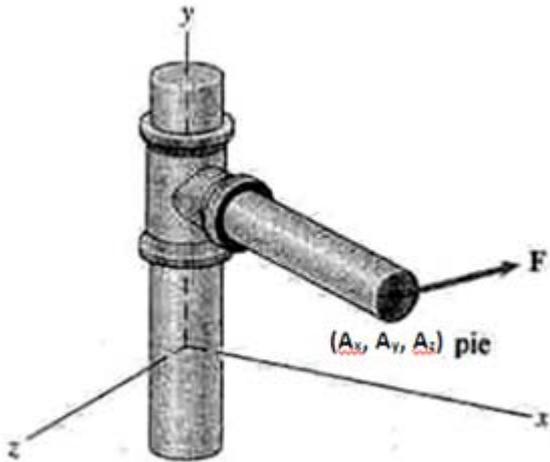
$F_{y1} := FY_1 = 129.904$     $F_{y2} := FY_2 = -29.904$

$$F_1 := \begin{pmatrix} 0 \\ F_{y1} \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 129.904 \\ 0 \end{pmatrix} \quad F_2 := \begin{pmatrix} 0 \\ F_{y2} \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ -29.904 \\ 0 \end{pmatrix} \quad F_3 = \begin{pmatrix} 0 \\ -100 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$M_x := [(r_1 \times F_1) \cdot u_x] \cdot u_x + [(r_2 \times F_2) \cdot u_x] \cdot u_x + [(r_3 \times F_3) \cdot u_x] \cdot u_x = \begin{pmatrix} -300 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

**Sistemas de fuerzas y momentos.**  
**Momentos respecto a un eje**

5. Se tiene una fuerza  $F=100i+60j-40k$  (lb). ¿Qué valor tiene el momento de  $F$  respecto al eje  $y$  de la figura? Dibuje un croquis para indicar el sentido del momento.



Datos:

$$F := \begin{pmatrix} 100 \\ 60 \\ -40 \end{pmatrix} \text{ lbf}$$

$$A := \begin{pmatrix} 4 \\ 2 \\ 2 \end{pmatrix} \text{ ft}$$

$$r_A := A$$

Solución:

$$M_y := [(r_A \times F) \cdot u_y] \cdot u_y = \begin{pmatrix} 0 \\ 360 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

6. Determine el momento de la fuerza  $F$  mostrada respecto a la línea  $AB$ .

Datos:

$$A := \begin{pmatrix} 0 \\ 5 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ m}$$

$$B := \begin{pmatrix} -4 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ m}$$

$$C := \begin{pmatrix} 7 \\ 4 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ m}$$

$$F1 := 20\text{N}$$

$$F := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ F1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 20 \end{pmatrix} \text{ N}$$

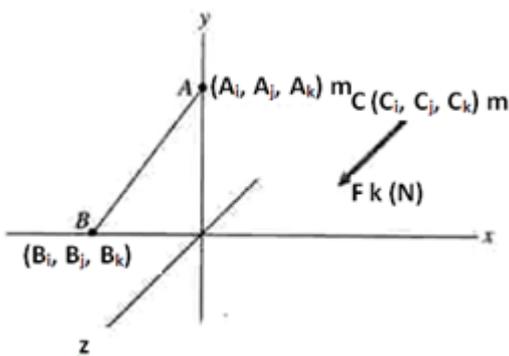
Solución:

$$AC := C - A = \begin{pmatrix} 7 \\ -1 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ m} \quad AB := B - A = \begin{pmatrix} -4 \\ -5 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ m}$$

$$u_{AB} := \frac{AB}{|AB|} = \begin{pmatrix} -0.625 \\ -0.781 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$M := u_{AB} \cdot (AC \times F) = 121.816 \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

$$M_{AB} := u_{AB} \cdot M = \begin{pmatrix} -76.098 \\ -95.122 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$



**Sistemas de fuerzas y momentos.**  
**Momentos respecto a un eje**

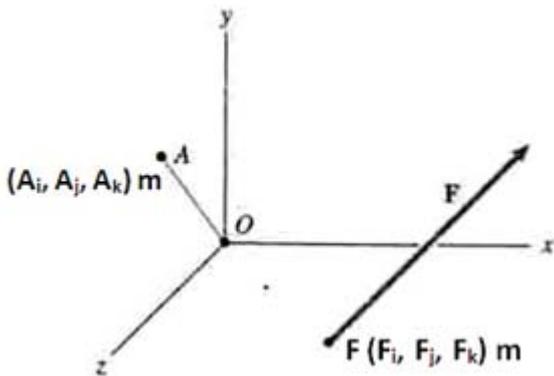
7. Se tiene una fuerza  $F=10i+12j-6k$  (N). ¿Cuál es el momento F respecto a la línea AO de la figura?

Datos:

$$A := \begin{pmatrix} 0 \\ 6 \\ 4 \end{pmatrix} \text{ m}$$

$$F := \begin{pmatrix} 8 \\ 0 \\ 6 \end{pmatrix} \text{ m}$$

$$F_1 := \begin{pmatrix} 10 \\ 12 \\ -6 \end{pmatrix} \text{ N}$$



Solución:

$$r := F - A = \begin{pmatrix} 8 \\ -6 \\ 2 \end{pmatrix} \text{ m} \quad OA := A - O = \begin{pmatrix} 0 \\ 6 \\ 4 \end{pmatrix} \text{ m}$$

$$u_{OA} := \frac{OA}{|OA|} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0.832 \\ 0.555 \end{pmatrix}$$

$$M_{OA} := [(r \times F_1) \cdot u_{OA}] \cdot u_{OA}$$

$$M_{OA} = \begin{pmatrix} 0 \\ 119.08 \\ 79.38 \end{pmatrix} \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

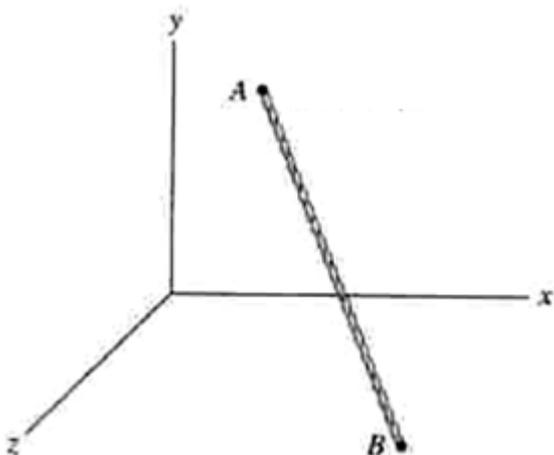
8. La tensión en el cable AB mostrado es de **200 lb**. Determine los momentos respecto a cada uno de los ejes coordenados debidos a la fuerza ejercida en B por el cable.

Datos:

$$A := \begin{pmatrix} 2 \\ 5 \\ -2 \end{pmatrix} \text{ ft}$$

$$B := \begin{pmatrix} 10 \\ -2 \\ 3 \end{pmatrix} \text{ ft}$$

$$t_{AB} := 200 \text{ lbf}$$



Solución:

$$u_{AB} := \frac{B - A}{|B - A|} = \begin{pmatrix} 0.681 \\ -0.596 \\ 0.426 \end{pmatrix} \quad r_{OB} := B - O = \begin{pmatrix} 10 \\ -2 \\ 3 \end{pmatrix} \cdot \text{ft}$$

$$T_{AB} := t_{AB} \cdot u_{AB} = \begin{pmatrix} 136.201 \\ -119.176 \\ 85.126 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf}$$

$$M_x := [(r_{OB} \times T_{AB}) \cdot u_x] \cdot u_x = \begin{pmatrix} 187.276 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

$$M_y := [(r_{OB} \times T_{AB}) \cdot u_y] \cdot u_y = \begin{pmatrix} 0 \\ -442.653 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

$$M_z := [(r_{OB} \times T_{AB}) \cdot u_z] \cdot u_z = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -919.357 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

**Sistemas de fuerzas y momentos.**  
**Momentos respecto a un eje**

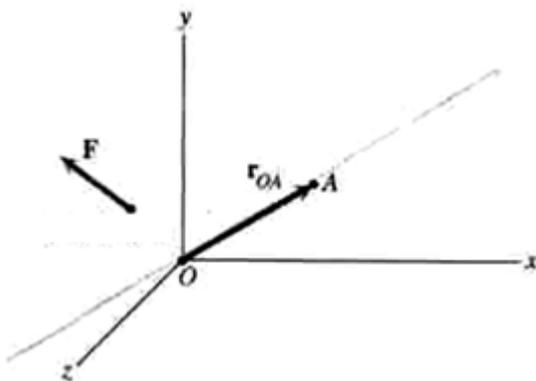
9. En la figura siguiente se tiene la fuerza  $\mathbf{F} = -100\mathbf{i} + 200\mathbf{j} + 200\mathbf{k}$  (N). El momento de F respecto a la línea de O a A es de  $470\mathbf{i} + 315\mathbf{j} + 160\mathbf{k}$  (N-m). ¿Cuáles son los cosenos directores del vector de posición  $\mathbf{r}_{OA}$  de O a A?

Datos:

$$\mathbf{M}_{OA} := \begin{pmatrix} 470 \\ 315 \\ 160 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{F} := \begin{pmatrix} -100 \\ 200 \\ 200 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{P}_F := \begin{pmatrix} -2 \\ 6 \\ 3 \end{pmatrix}$$



Momento respecto a un eje

$$\mathbf{M}_{OA} = [(\mathbf{r} \times \mathbf{F}) \cdot \mathbf{u}_e] \cdot \mathbf{u}_e$$

Solución:

$$\mathbf{r} := \mathbf{P}_F = \begin{pmatrix} -2 \\ 6 \\ 3 \end{pmatrix} \quad \mathbf{u}_e := \begin{pmatrix} ux \\ uy \\ uz \end{pmatrix} \quad \mathbf{r} \times \mathbf{F} = \begin{pmatrix} 600 \\ 100 \\ 200 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{M}_{OA} := [(\mathbf{r} \times \mathbf{F}) \cdot \mathbf{u}_e] \cdot \mathbf{u}_e - \mathbf{M}_{OA}$$

$$\mathbf{M}_{OA} \rightarrow \begin{bmatrix} ux \cdot (600 \cdot \overline{ux} + 100 \cdot \overline{uy} + 200 \cdot \overline{uz}) - 470 \\ uy \cdot (600 \cdot \overline{ux} + 100 \cdot \overline{uy} + 200 \cdot \overline{uz}) - 315 \\ uz \cdot (600 \cdot \overline{ux} + 100 \cdot \overline{uy} + 200 \cdot \overline{uz}) - 160 \end{bmatrix}$$

$$ux := 1 \quad uy := 1 \quad uz := 1$$

Given

$$ux \cdot (600 \cdot \overline{ux} + 100 \cdot \overline{uy} + 200 \cdot \overline{uz}) - 470 = 0$$

$$uy \cdot (600 \cdot \overline{ux} + 100 \cdot \overline{uy} + 200 \cdot \overline{uz}) - 315 = 0$$

$$uz \cdot (600 \cdot \overline{ux} + 100 \cdot \overline{uy} + 200 \cdot \overline{uz}) - 160 = 0$$

Cosenos := Find(ux, uy, uz)

$$\text{Cosenos} = \begin{pmatrix} 0.8 \\ 0.536 \\ 0.272 \end{pmatrix}$$

## TEMA: Sistema de fuerzas y momentos

### Momentos de un par de fuerzas



1. Las fuerzas A y B de la figura siguiente están contenidas en el plano x-y.

a) Determine el momento del par.

b) ¿Qué valor tiene la suma de los momentos de las dos fuerzas respecto al punto P?

Datos:

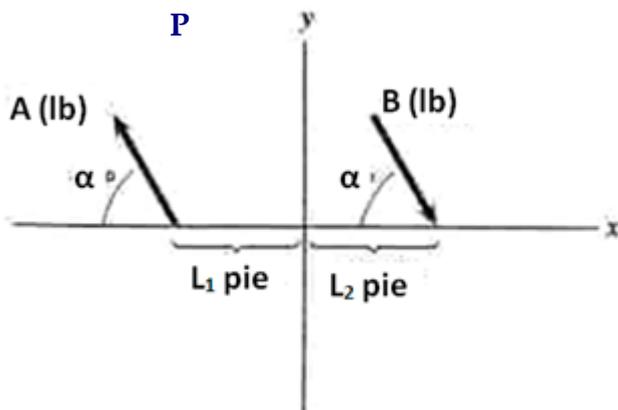
$$L_1 := 20\text{ft} \quad A := 1000\text{lbf} \quad \alpha := 60\text{deg}$$

$$L_2 := 20\text{ft} \quad B := 1000\text{lbf}$$

$$P := \begin{pmatrix} 10 \\ -40 \\ 20 \end{pmatrix} \text{ft}$$

Solución:

$$F_A := \begin{pmatrix} -A \cdot \cos(\alpha) \\ A \cdot \sin(\alpha) \\ 0 \end{pmatrix} \quad F_B := -F_A = \begin{pmatrix} 500 \\ -866.025 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf}$$



$$a) \quad d := (L_1 + L_2) \cdot \sin(\alpha) = 34.641 \cdot \text{ft}$$

$$M := -A \cdot d = -34641.02 \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

$$b) \quad P_A := \begin{pmatrix} -L_1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad P_B := \begin{pmatrix} L_2 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$r_A := P_A - P = \begin{pmatrix} -30 \\ 40 \\ -20 \end{pmatrix} \cdot \text{ft} \quad r_B := P_B - P = \begin{pmatrix} 10 \\ 40 \\ -20 \end{pmatrix} \cdot \text{ft}$$

$$M := r_A \times F_A + r_B \times F_B = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -34641.02 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

**Sistemas de fuerzas y momentos.**  
**Momento de un par de fuerzas**

2. Las fuerzas A y B de la figura siguiente están contenidas en el plano x-y, y el momento del par es igual a M k.

a) ¿Qué valor tiene la distancia b?

b) ¿Qué valor tiene la suma de los momentos de las dos fuerzas respecto al punto P?

Datos:

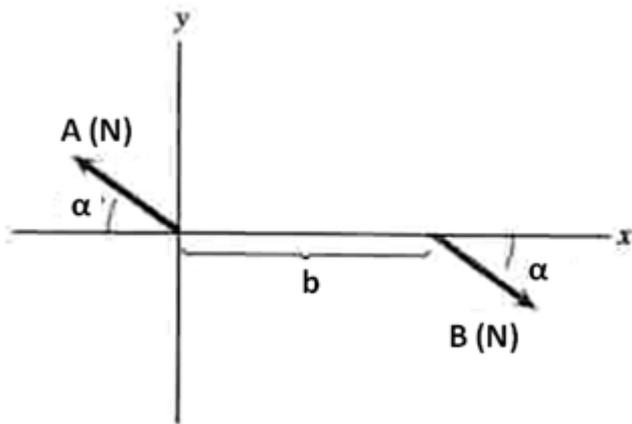
A := 50N

B := 50N

$\alpha := 35\text{deg}$

M := -90N·m

$P := \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \\ -2 \end{pmatrix} \text{m}$



Solución:  $F_y := A \cdot (-\sin(\alpha)) = -28.679 \text{ N}$

a)  $b := \frac{M}{F_y} = 3.138 \text{ m}$

b)  $F_A := \begin{pmatrix} -A \cdot \cos(\alpha) \\ A \cdot \sin(\alpha) \\ 0 \end{pmatrix}$        $F_B := -F_A = \begin{pmatrix} 40.96 \\ -28.68 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{N}$

$P_A := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$        $P_B := \begin{pmatrix} b \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$

$r_A := P_A - P = \begin{pmatrix} -3 \\ -3 \\ 2 \end{pmatrix} \cdot \text{m}$        $r_B := P_B - P = \begin{pmatrix} 0.14 \\ -3 \\ 2 \end{pmatrix} \cdot \text{m}$

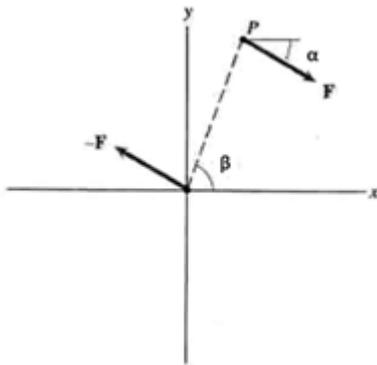
$M := r_A \times F_A + r_B \times F_B = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -90 \end{pmatrix} \cdot \text{N} \cdot \text{m}$

**Sistemas de fuerzas y momentos.**  
**Momento de un par de fuerzas**

3. El punto P mostrado se encuentra en el plano x-y. IFI y el momento del par es de M k. ¿Cuáles son las coordenadas de P?

Datos:

$F := 100\text{N}$     $M := -500\text{N}\cdot\text{m}$     $\alpha := 30\text{deg}$     $\beta := 70\text{deg}$



Solución:

$$F := \begin{pmatrix} F \cdot \cos(\alpha) \\ -F \cdot \sin(\alpha) \\ 0 \end{pmatrix} \quad F = \begin{pmatrix} 86.603 \\ -50 \\ 0 \end{pmatrix} \text{N} \quad M_O := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ M \end{pmatrix}$$

$$r := \begin{pmatrix} R \cdot \cos(\beta) \\ R \cdot \sin(\beta) \\ 0 \end{pmatrix} \quad Mz := r \times F$$

$R := 1\text{m}$    Given    $Mz_3 = M$

$$R := \text{Find}(R) \rightarrow \frac{5 \cdot \text{m}}{\cos(30 \cdot \text{deg}) \cdot \sin(70 \cdot \text{deg}) + \cos(70 \cdot \text{deg}) \cdot \sin(30 \cdot \text{deg})} = 5.077 \text{ m}$$

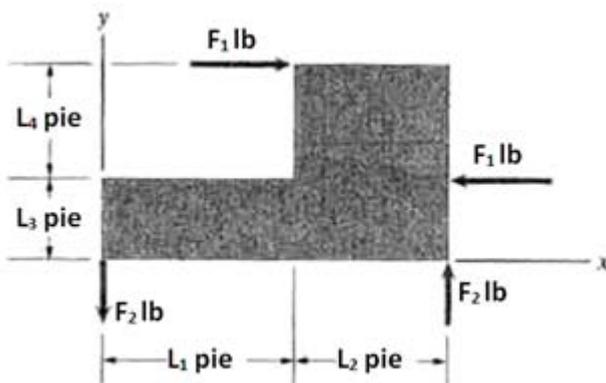
$R = 5.077 \text{ m}$

$$r := \begin{pmatrix} R \cdot \cos(\beta) \\ R \cdot \sin(\beta) \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.736 \\ 4.771 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ m}$$

4. Determine la suma de los momentos ejercidos por los dos pares sobre la placa que se muestra.

Datos:

$L_1 := 5\text{ft}$     $L_2 := 4\text{ft}$     $L_3 := 2\text{ft}$     $L_4 := 3\text{ft}$     $F_1 := 30\text{lbf}$     $F_2 := 20\text{lbf}$



Solución:

$$M_O := L_3 \cdot F_1 - (L_3 + L_4) \cdot F_1 + (L_1 + L_2) \cdot F_2 = 90 \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

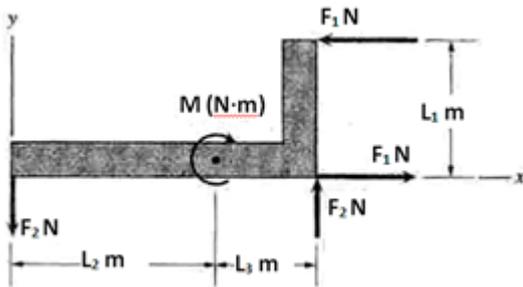
$$M_{\text{par}} := -L_4 \cdot F_1 + (L_1 + L_2) \cdot F_2 = 90 \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

*Sistemas de fuerzas y momentos.  
Momento de un par de fuerzas*

5. En la figura siguiente, ¿qué valor tiene la suma de los momentos ejercidos sobre el cuerpo?

Datos:

$F_1 := 40\text{N}$     $F_2 := 30\text{N}$     $L_1 := 4\text{m}$     $L_2 := 6\text{m}$     $L_3 := 3\text{m}$     $M := 100\text{N}\cdot\text{m}$



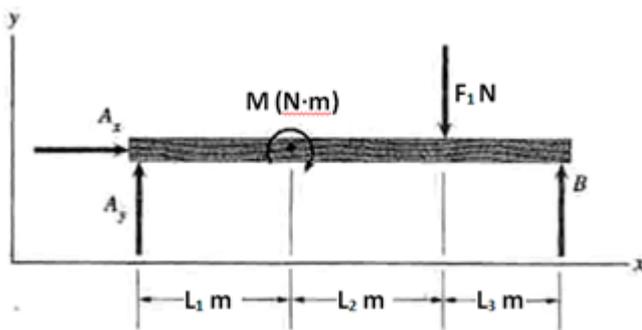
Solución:

$$M_{\text{par}} := F_1 \cdot L_1 + F_2 \cdot (L_2 + L_3) - M = 330 \cdot \text{N}\cdot\text{m}$$

6. Cuatro fuerzas y un par actúan sobre la viga mostrada. La suma vectorial de las fuerzas es igual a **cero**, y la suma de los momentos respecto al extremo izquierdo de la viga también es **cero**. ¿Qué valor tienen las fuerzas Ax, Ay y B?

Datos:

$M := 200\text{N}\cdot\text{m}$     $F_1 := 800\text{N}$     $L_1 := 4\text{m}$     $L_2 := 4\text{m}$     $L_3 := 3\text{m}$



Solución:

$$\Sigma M_A = 0$$

$$B := 1\text{N} \text{ Given}$$

$$-M - F_1 \cdot (L_1 + L_2) + B \cdot (L_1 + L_2 + L_3) = 0$$

$$B := \text{Find}(B) = 600\text{N}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$A_y := 1\text{N} \text{ Given}$$

$$0 = A_y + B - F_1$$

$$A_y := \text{Find}(A_y) = 200\text{N}$$

$$A_x := 0$$

*Sistemas de fuerzas y momentos.  
Momento de un par de fuerzas*

7. En la figura que se muestra a continuación se tiene la fuerza  $F=3i+2j-k$  (kN).

a) ¿Cuál es el momento del par?

b) ¿Cuál es la distancia perpendicular entre las líneas de acción de las dos fuerzas?

Datos:

$$F := \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix} \text{ kN}$$

$$A := \begin{pmatrix} 6 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix} \text{ m}$$

$$B := \begin{pmatrix} 10 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \text{ m}$$

Solución:

$$r_{BA} := A - B = \begin{pmatrix} -4 \\ 3 \\ 1 \end{pmatrix} \text{ m}$$

$$a) \quad M_{\text{par}} := r_{BA} \times F = \begin{pmatrix} -5 \\ -1 \\ -17 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad |M_{\text{par}}| = 17.748 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

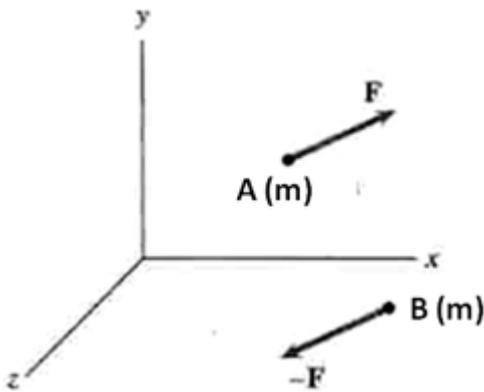
b) La distancia ortogonal entre dos puntos se puede obtener mediante la expresión:

$$d = |s \times u|$$

donde:  $s$  = vector de posición  
 $u$  = vector unitario en dirección de la fuerza

$$s := r_{BA} \quad u := \frac{F}{|F|} \quad d := |s \times u| = 4.743 \text{ m}$$

Comprobación  $M := |F| \cdot d = 17.748 \text{ m} \cdot \text{kN}$



OPTIMIZACIÓN DEL  
PROCESO DE ENSEÑANZA-  
APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE

**TEMA:**  
*Sistemas Equivalentes*



1. Dos sistemas de fuerzas y momentos actúan sobre la viga mostrada. ¿Son equivalentes?

Datos:

$$F_1 := 10$$

$$F_2 := 20$$

$$M_1 := 50$$

$$L_1 := 2$$

$$F_3 := 20$$

$$F_4 := 10$$

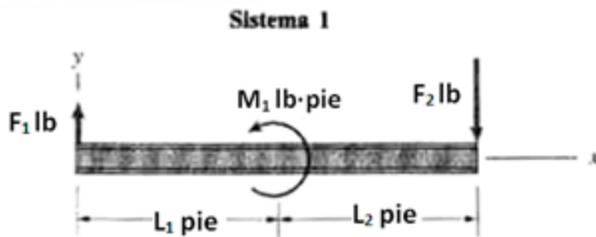
$$M_2 := 30$$

$$L_2 := 2$$

Solución:

Unidades:  
lbf y ft

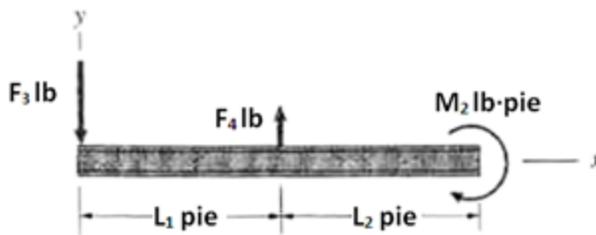
Sistema 1



$$\Sigma F_1 := \begin{pmatrix} 0 \\ F_1 - F_2 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ -10 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\Sigma M_1 := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ M_1 - F_2 \cdot (L_1 + L_2) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -30 \end{pmatrix}$$

Sistema 2



$$\Sigma F_2 := \begin{pmatrix} 0 \\ -F_3 + F_4 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ -10 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\Sigma M_2 := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -M_2 + F_4 \cdot L_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -10 \end{pmatrix}$$

$$\text{equivalencia} := \begin{cases} \text{"Si son equivalentes"} & \text{if } [(\Sigma F_1 = \Sigma F_2) \wedge (\Sigma M_1 = \Sigma M_2)] \\ \text{"No son equivalentes"} & \text{if } [(\Sigma F_1 \neq \Sigma F_2) \vee (\Sigma M_1 \neq \Sigma M_2)] \end{cases}$$

equivalencia = "No son equivalentes"

## Sistemas equivalentes

2. Cuatro sistemas de fuerzas y momentos actúan sobre una viga de 8 pies de longitud. ¿Qué sistemas son equivalentes?

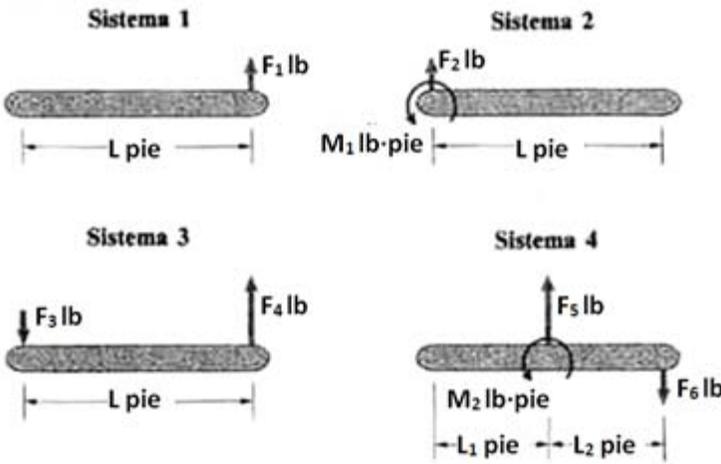
Unidades:  
lbf y ft

Datos:

$F_1 := 10$     $F_2 := 10$     $F_3 := 10$     $F_4 := 20$     $F_5 := 20$     $F_6 := 10$     $M_1 := 80$     $M_2 := 80$     $L := 8$

Solución:

Tomando los momentos respecto al inicio de la barra



$$\Sigma F_1 := \begin{pmatrix} 0 \\ F_1 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 10 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \Sigma M_1 := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ F_1 \cdot L \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 80 \end{pmatrix}$$

$$\Sigma F_2 := \begin{pmatrix} 0 \\ F_2 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 10 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \Sigma M_2 := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ M_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 80 \end{pmatrix}$$

$$\Sigma F_3 := \begin{pmatrix} 0 \\ -F_3 + F_4 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 10 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \Sigma M_3 := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ F_4 \cdot L \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 160 \end{pmatrix} \quad \Sigma F_4 := \begin{pmatrix} 0 \\ F_5 - F_6 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 10 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \Sigma M_4 := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ F_5 \cdot \frac{L}{2} + M_2 - F_6 \cdot L \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 80 \end{pmatrix}$$

$$\text{equivalencia} := \begin{cases} \text{"1 y 2 Si son equivalentes"} & \text{if } [(\Sigma F_1 = \Sigma F_2) \wedge (\Sigma M_1 = \Sigma M_2)] \\ \text{"1 y 2 No son equivalentes"} & \text{if } [(\Sigma F_1 \neq \Sigma F_2) \vee (\Sigma M_1 \neq \Sigma M_2)] \end{cases}$$

equivalencia = "1 y 2 Si son equivalentes"

Por lo tanto solo el sistema 1,2 y el 4 son equivalentes

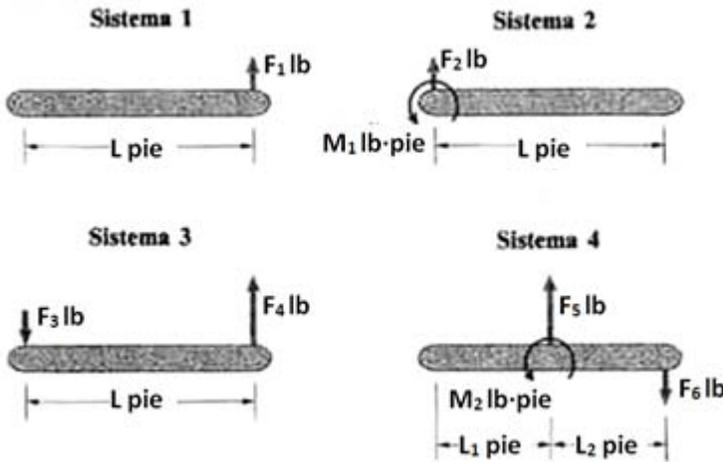
## Sistemas equivalentes

3. Los cuatro sistemas mostrados se pueden hacer equivalentes agregando un solo par a uno de los sistemas. ¿De qué sistema se trata y qué par se debe añadir?

Unidades:  
lbf y ft

Datos:

$F_1 := 10$	$F_2 := 10$	$F_3 := 10$	$F_4 := 20$	$F_5 := 20$	$F_6 := 10$	$M_1 := 80$	$M_2 := 80$	$L := 8$
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	----------



Solución:

Tomando los momentos respecto al inicio de la barra

$$\Sigma F_1 := \begin{pmatrix} 0 \\ F_1 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 10 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \Sigma M_1 := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ F_1 \cdot L \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 80 \end{pmatrix}$$

$$\Sigma F_2 := \begin{pmatrix} 0 \\ F_2 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 10 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \Sigma M_2 := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ M_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 80 \end{pmatrix}$$

$$\Sigma F_3 := \begin{pmatrix} 0 \\ -F_3 + F_4 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 10 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\Sigma M_3 := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ F_4 \cdot L \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 160 \end{pmatrix}$$

$$\Sigma F_4 := \begin{pmatrix} 0 \\ F_5 - F_6 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 10 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\Sigma M_4 := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ F_5 \cdot \frac{L}{2} + M_2 - F_6 \cdot L \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 80 \end{pmatrix}$$

El sistema 3 no es equivalente y habría que agregarle un par de -80

## Sistemas equivalentes

4. Cada uno de los sistemas 1 y 2 mostrados consiste en un par. Si son equivalentes, ¿Qué valor tiene F?

Datos:

$$L_1 := 5$$

$$L_2 := 4$$

$$L_3 := 2$$

$$F_1 := 200$$

$$A := \begin{pmatrix} 5 \\ 4 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\alpha := 30^\circ$$

$$\beta := 20^\circ$$

Solución:

Unidades en m, N y °

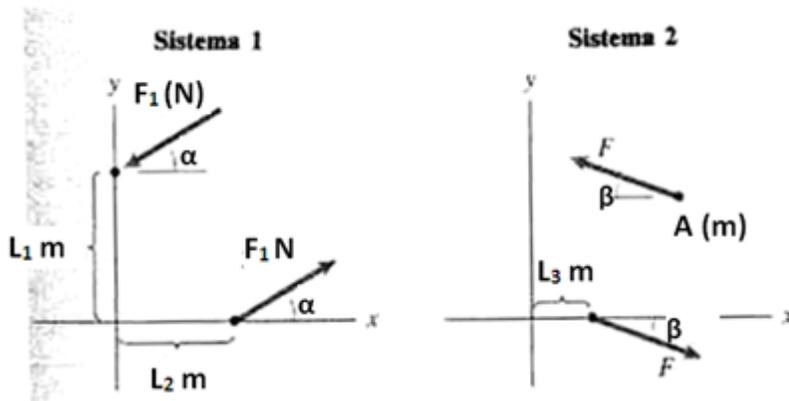
$$B := \begin{pmatrix} L_3 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad r_{BA} := A - B = \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\Sigma M_1 := L_1 \cdot F_1 \cdot \cos(\alpha) + L_2 \cdot F_1 \cdot \sin(\alpha)$$

$$\Sigma M_1 = 1266.025$$

$$F := \begin{pmatrix} -F_{s2} \cdot \cos(\beta) \\ F_{s2} \cdot \sin(\beta) \\ 0 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} -F_{s2} \cdot \cos(20^\circ) \\ F_{s2} \cdot \sin(20^\circ) \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$M_2 \rightarrow \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 4 \cdot F_{s2} \cdot \cos(20^\circ) + 3 \cdot F_{s2} \cdot \sin(20^\circ) \end{pmatrix}$$



$$M_2 := r_{BA} \times F$$

$$F_{s2} := 1 \quad \text{Given}$$

$$M_{2_3} = \Sigma M_1$$

$$F_{s2} := \text{Find}(F_{s2}) \rightarrow \frac{1000 \cdot \cos(30^\circ) + 800 \cdot \sin(30^\circ)}{4 \cdot \cos(20^\circ) + 3 \cdot \sin(20^\circ)}$$

$$F_{s2} = 264.6$$

## Sistemas equivalentes

5. Dos sistemas equivalentes de fuerzas y momentos actúan sobre la barra. Determine  $F_A$  y  $F_B$  y el par  $M$ .

Unidades:  
en N y m

Datos:

$F_1 := 60$

$F_2 := 50$

$F_3 := 40$

$M_1 := 120$

$L_1 := 3$

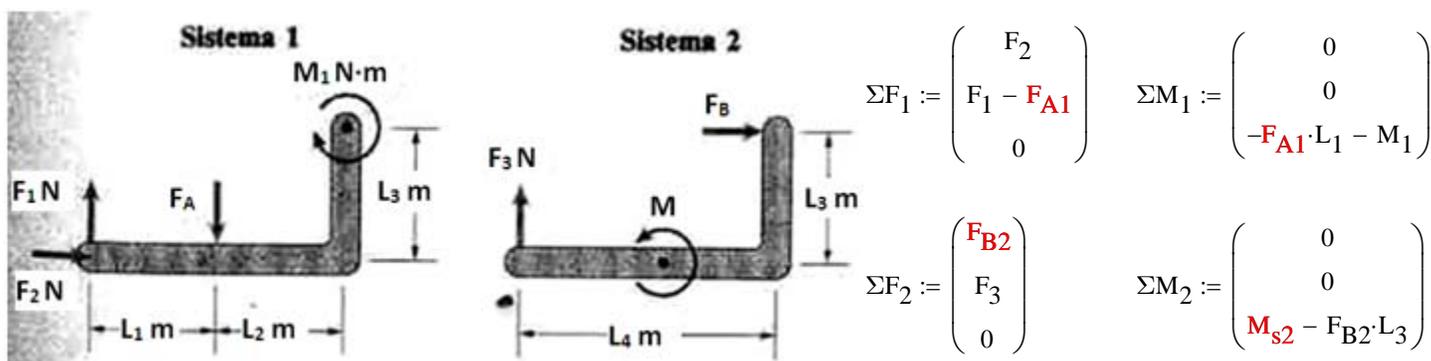
$L_2 := 3$

$L_3 := 3$

$L_4 := L_1 + L_2 = 6$

Solución:

Tomando siempre suma de momentos respecto al punto de la izquierda



$$\Sigma F_1 \rightarrow \begin{pmatrix} 50 \\ 60 - F_{A1} \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\Sigma F_2 \rightarrow \begin{pmatrix} F_{B2} \\ 40 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\Sigma M_1 \rightarrow \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -3 \cdot F_{A1} - 120 \end{pmatrix}$$

$$\Sigma M_2 \rightarrow \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ M_{s2} - 3 \cdot F_{B2} \end{pmatrix}$$

$F_{B2} := 1$   $F_{A1} := 1$   $M_{s2} := 1$  Given

$\Sigma F_{1_1} = \Sigma F_{2_1}$   $\Sigma F_{1_2} = \Sigma F_{2_2}$   $\Sigma M_{1_3} = \Sigma M_{2_3}$

$$F := \text{Find}(F_{B2}, F_{A1}, M_{s2}) \rightarrow \begin{pmatrix} 50 \\ 20 \\ -30 \end{pmatrix}$$

$F_B := F_1 = 50$

$F_A := F_2 = 20$

$M := F_3 = -30$

## Sistemas equivalentes

6. Dos sistemas equivalentes de fuerzas y momentos actúan sobre la placa mostrada. Determine la fuerza  $F$  y el par  $M$ .

Datos:

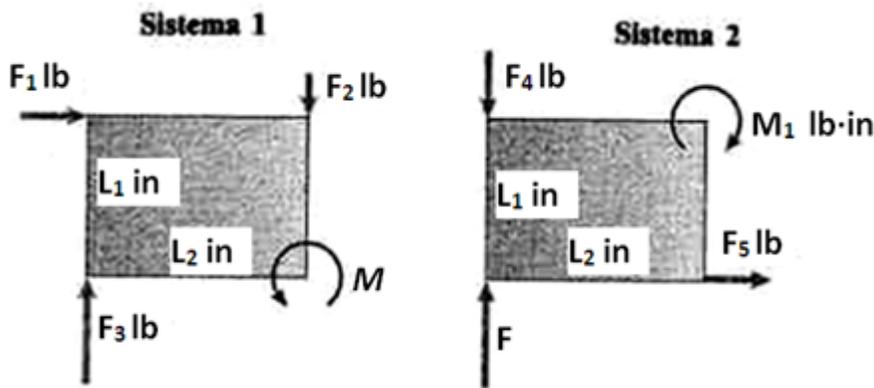
$$F_1 := 30 \quad F_2 := 10 \quad F_3 := 50 \quad F_4 := 30 \quad F_5 := 30$$

$$M_1 := 100 \quad L_1 := 5 \quad L_2 := 8$$

Solución:

Unidades  
en lbf y in

Tomando suma de momentos respecto a la esquina inferior izquierda



$$\Sigma F_1 := \begin{pmatrix} F_1 \\ F_3 - F_2 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \Sigma F_2 := \begin{pmatrix} F_5 \\ F_{S2} - F_4 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\Sigma M_1 := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -F_1 \cdot L_1 - F_2 \cdot L_2 + M_{S1} \end{pmatrix}$$

$$\Sigma M_2 := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -M_1 \end{pmatrix}$$

$$\Sigma F_1 \rightarrow \begin{pmatrix} 30 \\ 40 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \Sigma F_2 \rightarrow \begin{pmatrix} 30 \\ F_{S2} - 30 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \Sigma M_1 \rightarrow \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ M_{S1} - 230 \end{pmatrix} \quad \Sigma M_2 \rightarrow \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -100 \end{pmatrix}$$

$$F_{S2} := 1 \quad M_{S1} := 1 \quad \text{Given} \quad \Sigma F_{1_2} = \Sigma F_{2_2} \quad \Sigma M_{1_3} = \Sigma M_{2_3} \quad F := \text{Find}(F_{S2}, M_{S1}) \rightarrow \begin{pmatrix} 70 \\ 130 \end{pmatrix}$$

$$M := F_2 = 130 \quad F := F_1 = 70$$

## Sistemas equivalentes

7. En el sistema 1, cuatro fuerzas actúan sobre la placa. Las fuerzas son perpendiculares a la placa, y la fuerza de  $F_4=400$  lb actúa en su punto medio. En el sistema 2, ninguna fuerza o par actúa sobre la placa. Los sistemas 1 y 2 son equivalentes. Determine las fuerzas  $F_1$ ,  $F_2$  y  $F_3$ .

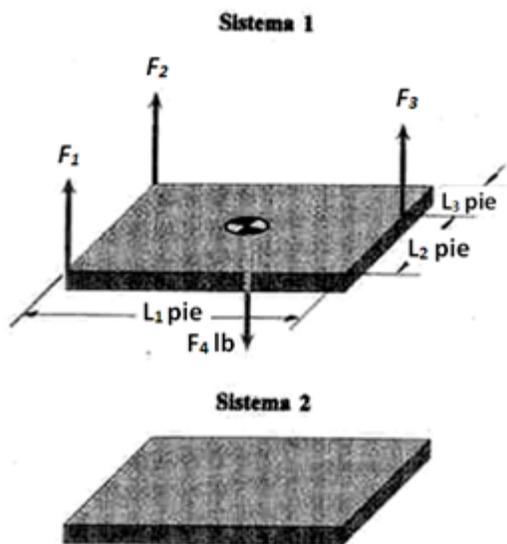
Datos:

$L_1 := 8$      $L_2 := 4$      $L_3 := 2$      $F_4 := -400$

Unidades  
lbf y ft

Solución:

Realizando suma de momentos respecto al origen y suma de fuerzas



$$r_{o1} := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ L_3 + L_2 \end{pmatrix} \quad r_{o3} := \begin{pmatrix} L_1 \\ 0 \\ L_3 \end{pmatrix} \quad r_{o4} := \begin{pmatrix} \frac{L_1}{2} \\ 0 \\ \frac{L_2 + L_3}{2} \end{pmatrix}$$

$$F_1 := \begin{pmatrix} 0 \\ F_1 \\ 0 \end{pmatrix} \quad F_2 := \begin{pmatrix} 0 \\ F_2 \\ 0 \end{pmatrix} \quad F_3 := \begin{pmatrix} 0 \\ F_3 \\ 0 \end{pmatrix} \quad F_4 := \begin{pmatrix} 0 \\ F_4 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\Sigma M_o := r_{o1} \times F_1 + r_{o3} \times F_3 + r_{o4} \times F_4 \rightarrow \begin{pmatrix} 1200 - 2 \cdot F_3 - 6 \cdot F_1 \\ 0 \\ 8 \cdot F_3 - 1600 \end{pmatrix}$$

$$\Sigma F_y := F_1 + F_2 + F_3 + F_4 \rightarrow \begin{pmatrix} 0 \\ F_1 + F_2 + F_3 - 400 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$F_1 := 1 \quad F_2 := 1 \quad F_3 := 1 \quad \text{Given} \quad \Sigma M_{o_1} = 0 \quad \Sigma M_{o_3} = 0 \quad \Sigma F_{y_2} = 0 \quad F := \text{Find}(F_1, F_2, F_3) \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{400}{3} \\ \frac{200}{3} \\ 200 \end{pmatrix}$$

$$F = \begin{pmatrix} 133.333 \\ 66.667 \\ 200 \end{pmatrix}$$

$F_1 := F_1 = 133.333$

$F_2 := F_2 = 66.667$

$F_3 := F_3 = 200$

## Sistemas equivalentes

8. Tres fuerzas y un par se aplican a una viga (sistema 1).

a) Si el sistema 1 se representa con una fuerza aplicada en A y un par (sistema 2), ¿Qué valores tienen F y M?

b) Si el sistema 1 se representa con la fuerza F (sistema 3), ¿Qué valor tiene la distancia D?

Datos:

$$F_1 := 20\text{ lbf}$$

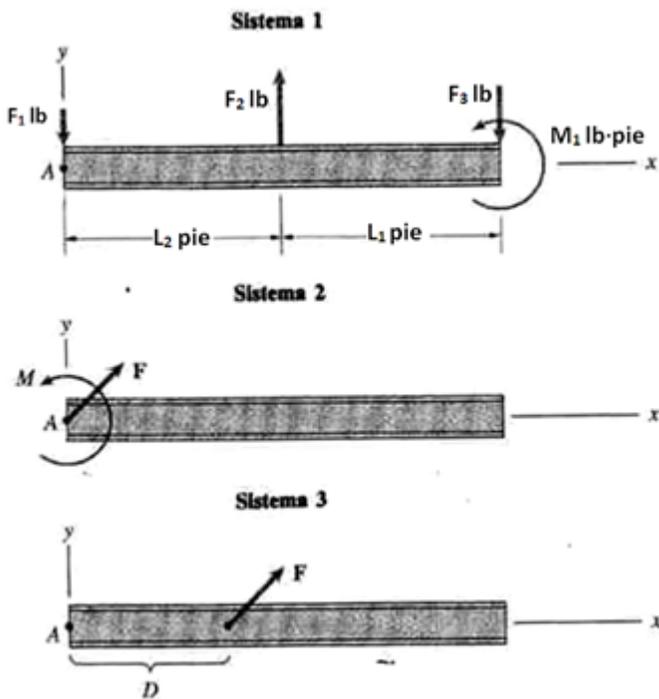
$$F_2 := 40\text{ lbf}$$

$$F_3 := 30\text{ lbf}$$

$$L_1 := 2\text{ ft}$$

$$L_2 := 2\text{ ft}$$

$$M_1 := 30\text{ lbf}\cdot\text{ft}$$



Solución:

a)

$$\Sigma M_A = 0$$

$$M := F_2 \cdot L_2 + M_1 - F_3 \cdot (L_1 + L_2)$$

$$M = -10 \cdot \text{lbf}\cdot\text{ft}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$F := -F_1 + F_2 - F_3$$

$$F = -10 \cdot \text{lbf}$$

b)

$$\Sigma M_A = 0$$

$$D := 1\text{ ft}$$

Given

$$M = F \cdot D$$

$$D := \text{Find}(D) = 1 \cdot \text{ft}$$

## Sistemas equivalentes

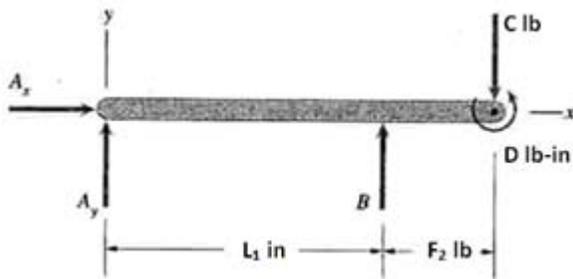
9. Tanto la suma vectorial de las fuerzas que actúan sobre la viga mostrada, como la suma de los momentos respecto al extremo izquierdo de la viga, son iguales a cero.

a) Determine las fuerzas  $A_x$ ,  $A_y$  y  $B$ .

Datos:

$$L_1 := 16\text{in} \quad L_2 := 8\text{in} \quad M := 1120\text{lb}\cdot\text{in} \quad C := 100\text{lb}$$

Solución:



a)  $B := 100\text{lb}$

Given

$$\Sigma M_A = 0$$

$$B \cdot L_1 - C \cdot (L_1 + L_2) + M = 0$$

$$B := \text{Find}(B) = 100\text{lb}$$

b)  $A_y := 100\text{lb}$

Given

$$\Sigma F_y = 0$$

$$A_y + B - C = 0$$

$$A_y := \text{Find}(A_y)$$

$$A_y = 100\text{lb}$$

## Sistemas equivalentes

10. La suma vectorial de las fuerzas y la suma de los momentos respecto al origen O son iguales a cero.

a) Determine  $A_x$ ,  $A_y$  y B.

b) Si las fuerzas de 2 klb, 4 klb y 6 klb se representan con una fuerza F, ¿Qué valor tiene F y dónde corta su línea de acción al eje y?

c) Si las fuerzas de 2 klb, 4 klb y 6 klb se reemplazan con la fuerza antes determinada, ¿Qué valor tiene la suma vectorial de las fuerzas y la suma de los momentos respecto a O?

Datos:

$$L_1 := 6\text{ft}$$

$$L_2 := 3\text{ft}$$

$$L_3 := 3\text{ft}$$

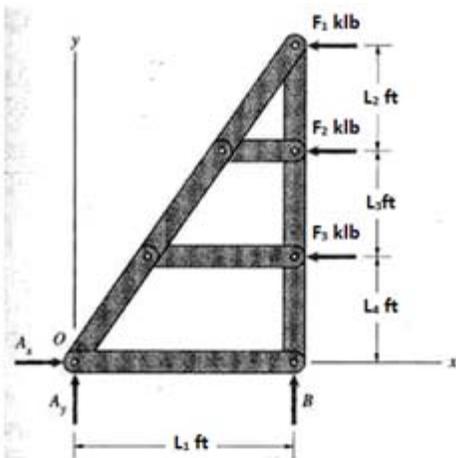
$$L_4 := 3\text{ft}$$

$$F_1 := 2\text{lbf}$$

$$F_2 := 4\text{lbf}$$

$$F_3 := 6\text{lbf}$$

Solución:



a)  $\Sigma M_O = 0$

$$B := 1\text{lbf} \quad \text{Given}$$

$$B \cdot L_1 + F_3 \cdot L_4 + F_2 \cdot (L_4 + L_3) + F_1 \cdot (L_2 + L_3 + L_4) = 0$$

$$B := \text{Find}(B) = -10 \cdot \text{lbf}$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$A_x := F_1 + F_2 + F_3 = 12 \cdot \text{lbf}$$

$$A_y := -B = 10 \cdot \text{lbf}$$

b)  $F := A_x = 12 \cdot \text{lbf}$

$$M := F_3 \cdot L_4 + F_2 \cdot (L_4 + L_3) + F_1 \cdot (L_2 + L_3 + L_4) = 60 \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

$$y := \frac{M}{F} = 5 \cdot \text{ft}$$

c)  $\Sigma M_O := F \cdot y + B \cdot L_1 = 0 \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$

$$\Sigma F := -F + A_x = 0 \cdot \text{lbf}$$

## Sistemas equivalentes

11. La carga distribuida que ejerce el suelo sobre una parte de la cimentación de un edificio está representada por cinco fuerzas. Si éstas se representan por medio de una fuerza  $F$ , ¿Qué valor tiene  $F$  y en qué punto interseca su línea de acción el eje  $x$ ?

Datos:

$$F_1 := 80\text{kN} \quad F_2 := 35\text{kN} \quad F_3 := 30\text{kN} \quad F_4 := 40\text{kN} \quad F_5 := 85\text{kN}$$

$$L_1 := 3\text{m} \quad L_2 := 3\text{m} \quad L_3 := 3\text{m} \quad L_4 := 3\text{m}$$

Solución:

Para que los sistemas sean equivalentes se tiene que cumplir que:

$$\Sigma M = 0 \quad \Sigma F = 0$$

Por lo

tanto:  $\Sigma F_I = F_{R_{II}}$

$$F_{R_{II}} := F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 = 270\text{ kN}$$

Igualando los momentos de los dos sistemas resulta:

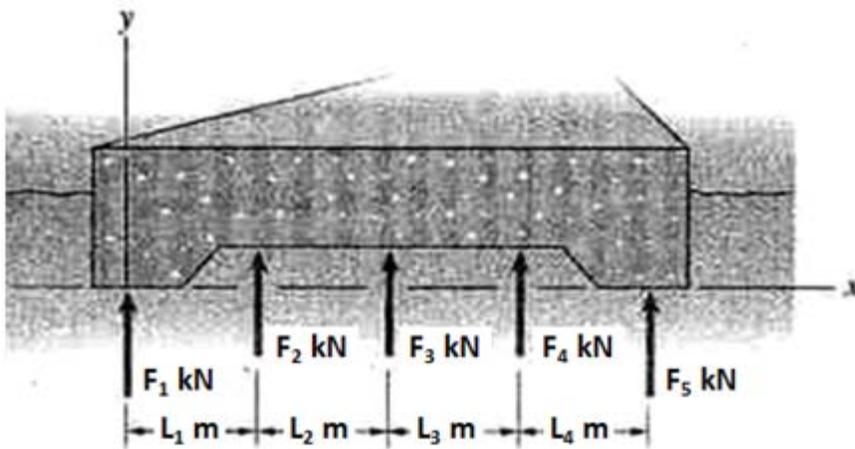
$$x_2 := L_1 \quad x_3 := L_1 + L_2$$

$$x_4 := L_1 + L_2 + L_3 \quad x_5 := L_1 + L_2 + L_3 + L_4$$

$$x_1 := 0$$

$$x_{FR} := \frac{F_1 \cdot x_1 + F_2 \cdot x_2 + F_3 \cdot x_3 + F_4 \cdot x_4 + F_5 \cdot x_5}{F_{R_{II}}}$$

$$x_{FR} = 6.167\text{ m}$$



## Sistemas equivalentes

12. Si las tres fuerzas que actúan sobre la sección transversal de la viga mostrada se representan con una fuerza  $F$ , ¿Qué valor tiene  $F$  y en qué punto corta su línea de acción el eje  $x$ ?

Datos:

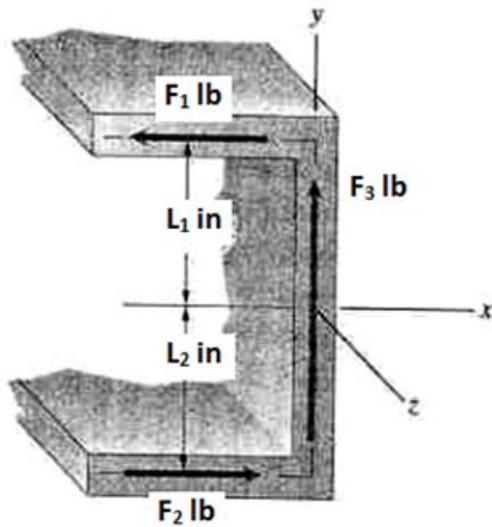
$$F_1 := 500\text{ lbf}$$

$$F_2 := 500\text{ lbf}$$

$$F_3 := 800\text{ lbf}$$

$$L_1 := 6\text{ in}$$

$$L_2 := 6\text{ in}$$



Solución:

Los sistemas deben ser equivalentes.

Sistema I

$$\Sigma F_I := \begin{pmatrix} -F_1 + F_2 \\ F_3 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \Sigma F_I = \begin{pmatrix} 0 \\ 800 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf}$$

$$\Sigma M_I := F_1 \cdot (L_1 + L_2) \quad \Sigma M_I = 6000 \cdot \text{lbf} \cdot \text{in}$$

Sistema II

$$\Sigma F_{II} := \Sigma F_I = \begin{pmatrix} 0 \\ 800 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf}$$

$$\Sigma M_{II} = \Sigma F_{I_2} \cdot x$$

$$x := \frac{\Sigma M_I}{\Sigma F_{I_2}} = 7.5 \cdot \text{in}$$

## Sistemas equivalentes

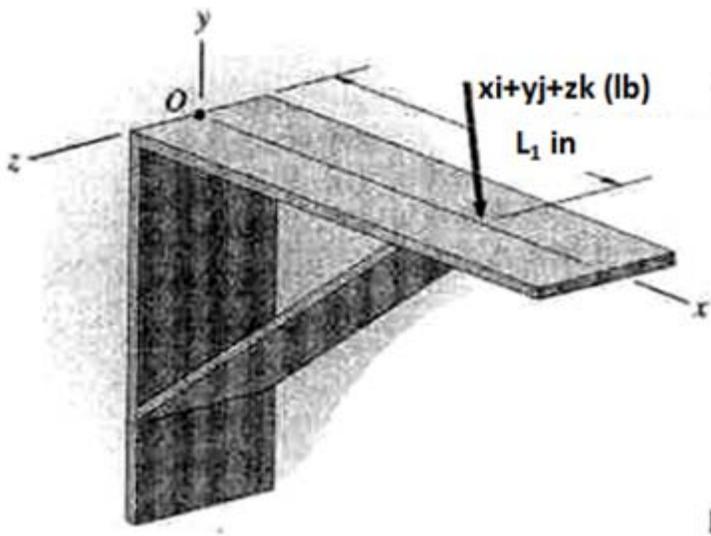
13. Una ménsula está sometida a la fuerza mostrada B. Determine el momento ejercido por la fuerza *a)* respecto al eje z y *b)* respecto al eje y. *c)* Si la fuerza se representa con una fuerza F que actúa en O y un par M, ¿Qué valor tienen F y M?

Datos:

$$L_1 := 12 \text{ in}$$

$$\mathbf{F}_B := \begin{pmatrix} 10 \\ -30 \\ 3 \end{pmatrix} \text{ lbf}$$

$$\mathbf{r}_B := \begin{pmatrix} L_1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$



Solución:

$$a) \quad M_z := [(\mathbf{r}_B \times \mathbf{F}_B) \cdot \mathbf{u}_z] \cdot u_z$$

$$M_z = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -360 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf} \cdot \text{in}$$

$$b) \quad M_y := [(\mathbf{r}_B \times \mathbf{F}_B) \cdot \mathbf{u}_y] \cdot u_y$$

$$M_y = \begin{pmatrix} 0 \\ -36 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf} \cdot \text{in}$$

c) La fuerza sería la misma, es decir

$$\mathbf{F}_B = \begin{pmatrix} 10 \\ -30 \\ 3 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf}$$

y el momento

$$\mathbf{M} := \mathbf{r}_B \times \mathbf{F}_B = \begin{pmatrix} 0 \\ -36 \\ -360 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf} \cdot \text{in}$$

## Sistemas equivalentes

14. Las fuerzas son paralelas al eje x.

a) Si las fuerzas se representan con una fuerza  $F$  que actúe en el origen  $O$  y un par  $M$ , ¿Qué valores tienen  $F$  y  $M$ ?

b) Si se representan con una sola fuerza, ¿Qué valor tiene la fuerza y donde corta su línea de acción al plano  $y$ - $z$ ?

Estrategia: En la parte (b), suponga que la fuerza actúa en un punto  $(0, y, z)$  del plano  $y$ - $z$  y use las condiciones de equivalencia para determina la fuerza y las coordenadas  $y$  y  $z$ .

Datos:

$$A := \begin{pmatrix} 0 \\ 6 \\ 2 \end{pmatrix}$$

$$B := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 4 \end{pmatrix}$$

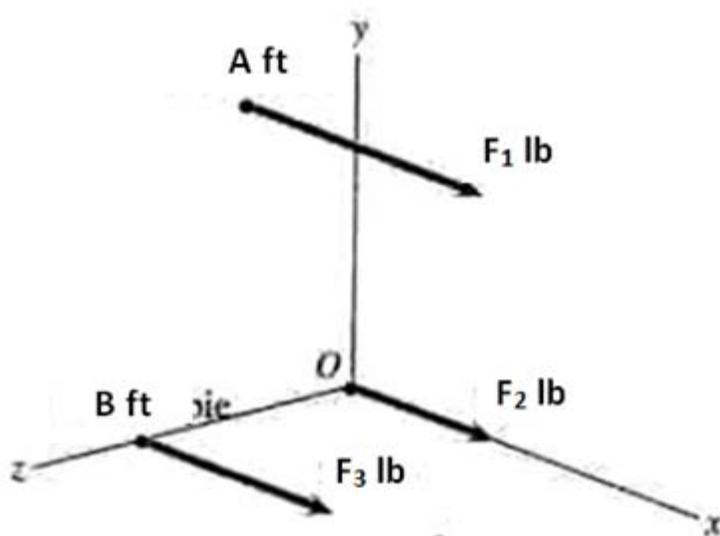
$$F_1 := 300$$

$$F_2 := 100$$

$$F_3 := 200$$

Solución: Unidades lbf y ft

Los sistemas deben ser equivalentes.



Sistema I

$$\Sigma F_I := \begin{pmatrix} F_1 + F_2 + F_3 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \Sigma F_I = \begin{pmatrix} 600 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$r_{OB} := B - O \quad F_1 := \begin{pmatrix} F_3 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$r_{OA} := A - O \quad F_2 := \begin{pmatrix} F_1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$M_B := r_{OB} \times F_1$$

$$M_B = \begin{pmatrix} 0 \\ 800 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$M_A := r_{OA} \times F_2$$

$$M_A = \begin{pmatrix} 0 \\ 600 \\ -1800 \end{pmatrix}$$

$$\Sigma M_I := M_B + M_A$$

$$\Sigma M_I = \begin{pmatrix} 0 \\ 1400 \\ -1800 \end{pmatrix}$$

## Sistemas equivalentes

Sistema II

$$a) \quad \Sigma F_{II} := \Sigma F_I = \begin{pmatrix} 600 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \Sigma M_{II} := \Sigma M_I \quad \Sigma M_{II} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1400 \\ -1800 \end{pmatrix}$$

$$b) \quad F_{III} := \Sigma F_I = \begin{pmatrix} 600 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad P := \begin{pmatrix} 0 \\ yy \\ zz \end{pmatrix} \quad r := P \quad M_{III} := \Sigma M_I = \begin{pmatrix} 0 \\ 1400 \\ -1800 \end{pmatrix}$$

$$M := r \times F_{III} \quad M \rightarrow \begin{pmatrix} 0 \\ 600 \cdot zz \\ -600 \cdot yy \end{pmatrix}$$

$$z := 1 \quad \text{Given} \quad M_{III_2} = M_2 \quad z := \text{Find}(zz) \rightarrow \frac{7}{3} \quad z = 2.333$$

$$y := 1 \quad \text{Given} \quad M_{III_3} = M_3 \quad y := \text{Find}(yy) \rightarrow 3 \quad y = 3$$

15. Una fuerza axial de magnitud  $F$  actúa sobre la viga mostrada. Si se representa mediante una fuerza  $F$  que actúa en el origen  $O$  y un par  $M$ , ¿Qué valores tienen  $F$  y  $M$ ?

Datos:

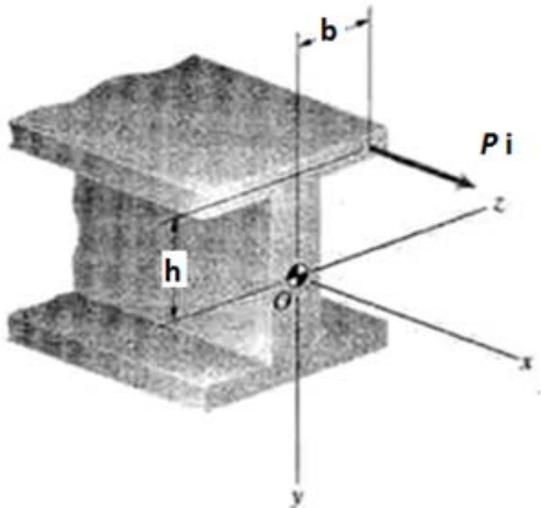
$$h := 15$$

$$b := 10$$

$$P := \begin{pmatrix} 0 \\ h \\ b \end{pmatrix}$$

$$F := \begin{pmatrix} 100 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Unidades en  
cm y N



Solución:

$$F = \begin{pmatrix} 100 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$M := P \times F = \begin{pmatrix} 0 \\ 1000 \\ -1500 \end{pmatrix}$$

## Sistemas equivalentes

16. Dos fuerzas y un par actúan sobre el cubo de la figura. Si se representan mediante una fuerza  $F$  que actúa en el punto  $P$  y un par  $M$ , ¿Qué valor tienen  $F$  y  $M$ ?

Datos:

Unidades  
kN y m

$$F_A := \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$F_B := \begin{pmatrix} 2 \\ -1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$M_C := \begin{pmatrix} 4 \\ -4 \\ 4 \end{pmatrix}$$

$$L := 1$$

Solución:

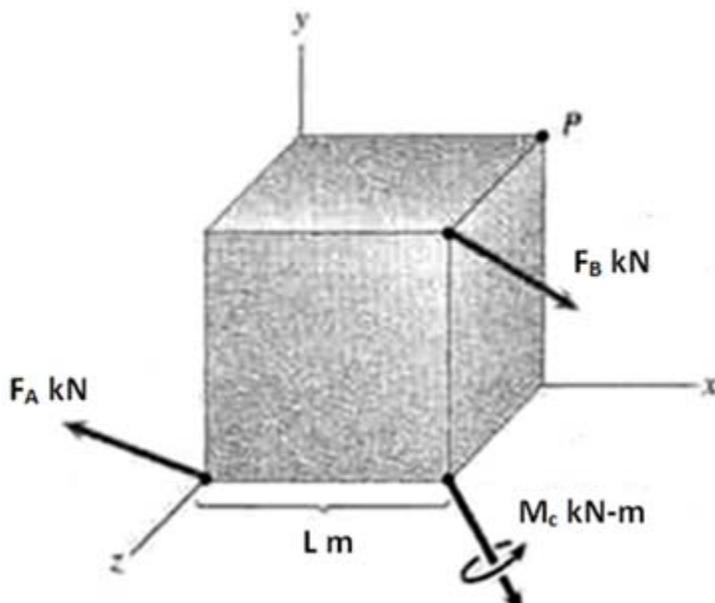
$$A := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ L \end{pmatrix} \quad B := \begin{pmatrix} L \\ L \\ L \end{pmatrix} \quad P := \begin{pmatrix} L \\ L \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$F_P := F_A + F_B = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$r_{PB} := B - P = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad r_{PA} := A - P = \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$M_P := r_{PA} \times F_A + r_{PB} \times F_B + M_C$$

$$M_P = \begin{pmatrix} 3 \\ -2 \\ 2 \end{pmatrix}$$



OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI  
Solución Paramétrica

**TEMA:**  
**Centroides**

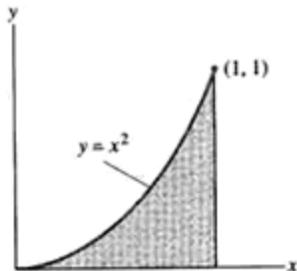
1. Determine la coordenada y del centroide del área en la siguiente figura

Datos:

$$x_1 := 0$$

$$x_2 := 1$$

Solución:

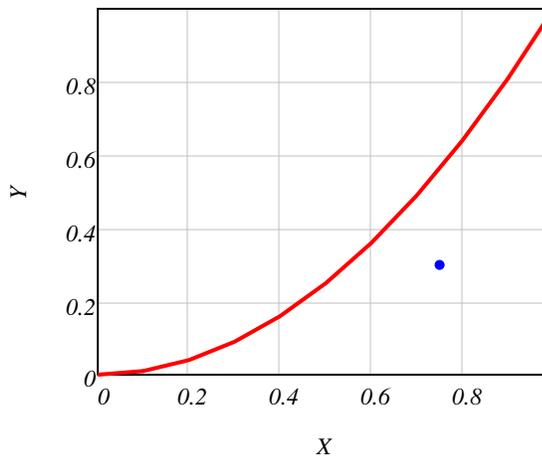


$$A(x) := x^2 \quad y(x) := \frac{1}{2} \cdot x^2$$

$$x := x_1, x_1 + 0.1 \dots x_2$$

$$X := \frac{\int_{x_1}^{x_2} x \cdot A(x) dx}{\int_{x_1}^{x_2} A(x) dx} = 0.75$$

$$Y := \frac{\int_{x_1}^{x_2} y(x) \cdot A(x) dx}{\int_{x_1}^{x_2} A(x) dx} = 0.3$$



## Centroides

2. Un estudiante de arte quiere pintar un panel de madera como se muestra en la figura, con las líneas horizontales y verticales pasando por el centroide del área pintada. ¿Cuáles son las coordenadas del centroide?

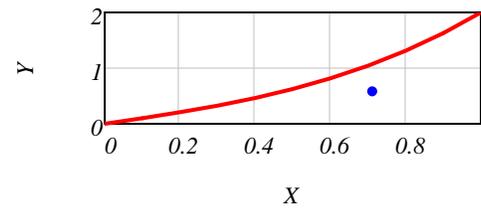
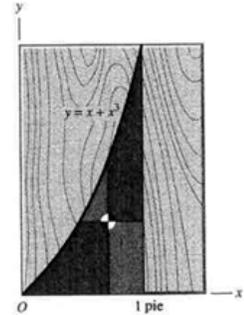
Datos:

$$x_1 := 0 \quad x_2 := 1$$

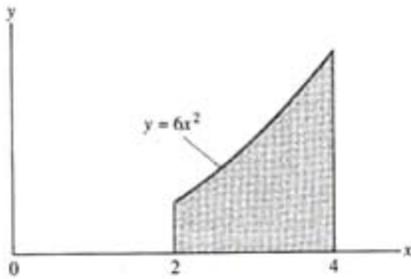
Solución:

$$A(x) := x + x^3 \quad y(x) := \frac{1}{2} \cdot (x + x^3) \quad x := x_1, x_1 + 0.1 .. x_2$$

$$X := \frac{\int_{x_1}^{x_2} x \cdot A(x) dx}{\int_{x_1}^{x_2} A(x) dx} = 0.711 \quad Y := \frac{\int_{x_1}^{x_2} y(x) \cdot A(x) dx}{\int_{x_1}^{x_2} A(x) dx} = 0.584$$



3. Determine el centroide del área mostrada.



Datos:

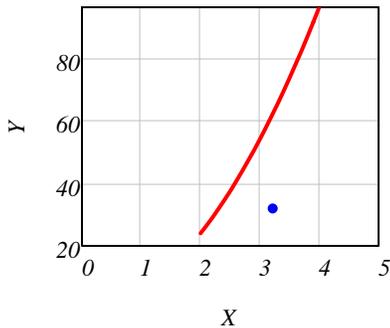
$$x_1 := 2 \quad x_2 := 4 \quad a := 6$$

Solución:

$$A(x) := ax^2 \quad y(x) := \frac{1}{2} \cdot (ax^2) \quad x := x_1, x_1 + 0.1 .. x_2$$

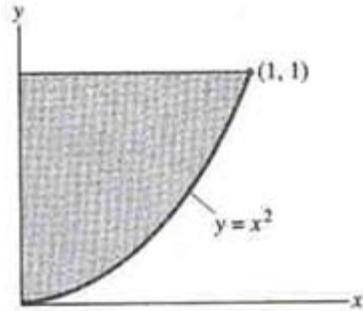
$$X := \frac{\int_{x_1}^{x_2} x \cdot A(x) dx}{\int_{x_1}^{x_2} A(x) dx} = 3.214$$

$$Y := \frac{\int_{x_1}^{x_2} y(x) \cdot A(x) dx}{\int_{x_1}^{x_2} A(x) dx} = 31.886$$



## Centroides

4. Determine el centroide del área mostrada considerando  $dA$  como una franja vertical de ancho  $dx$ .



Datos:

$$x_1 := 0 \quad x_2 := 1$$

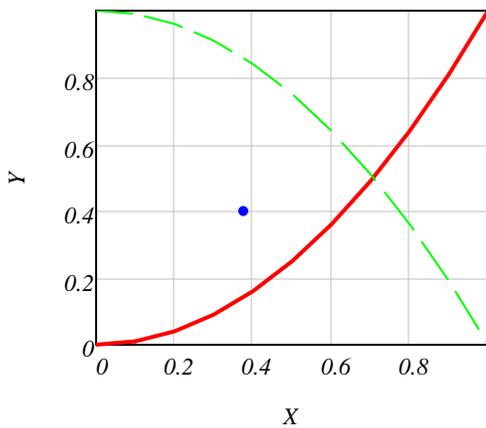
Solución:

$$B(x) := x^2 \quad y_2 := x_2^2$$

$$A(x) := y_2 - x^2 \quad y(x) := \frac{1}{2} \cdot (y_2 - x^2) \quad x := x_1, x_1 + 0.1 .. x_2$$

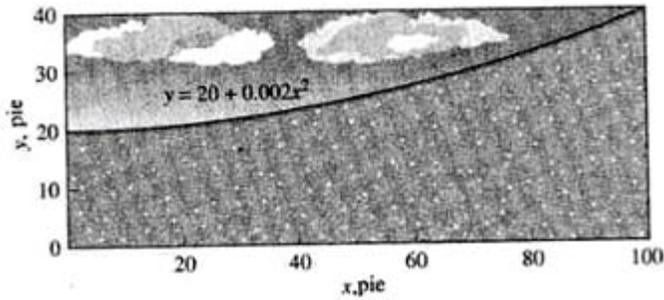
$$X := \frac{\int_{x_1}^{x_2} x \cdot A(x) \, dx}{\int_{x_1}^{x_2} A(x) \, dx} = 0.375$$

$$Y := \frac{\int_{x_1}^{x_2} y(x) \cdot A(x) \, dx}{\int_{x_1}^{x_2} A(x) \, dx} = 0.4$$



## Centroides

5. Un arquitecto quiere construir una pared con el perfil mostrado. Para calcular los efectos de la carga de viento en la pared, debe determinar el área de ésta y las coordenadas de su centroide. ¿Cuáles son tales coordenadas?



Datos:

$$x_1 := 0 \quad x_2 := 100 \quad a := 20 \quad b := 0.002$$

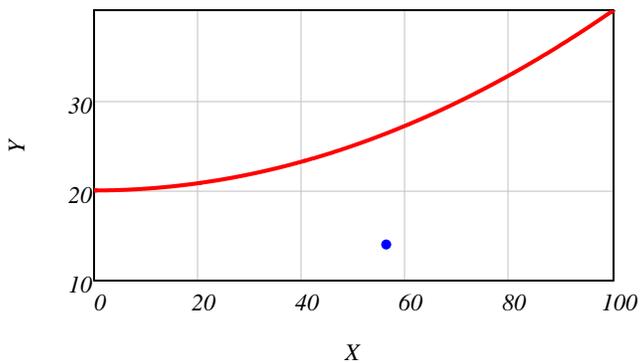
Solución:

$$A(x) := a + bx^2 \qquad y(x) := \frac{1}{2} \cdot (a + bx^2)$$

$$\text{Area} := \int_{x_1}^{x_2} A(x) dx = 2666.667 \qquad x := x_1, x_1 + 0.1 .. x_2$$

$$X := \frac{\int_{x_1}^{x_2} x \cdot A(x) dx}{\int_{x_1}^{x_2} A(x) dx} = 56.25$$

$$Y := \frac{\int_{x_1}^{x_2} y(x) \cdot A(x) dx}{\int_{x_1}^{x_2} A(x) dx} = 14$$



## Centroides

6. Determine la coordenada y del centroide del área mostrada.

Datos:

$$A := \begin{pmatrix} 6 \\ 0 \end{pmatrix} \quad B := \begin{pmatrix} 3 \\ 7 \end{pmatrix} \quad g := 5 \quad h := 2$$

Solución:

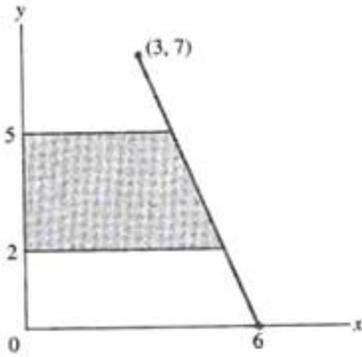
Determinamos las ecuaciones de las rectas

$$x_0 := A_1 = 6 \quad x_1 := B_1 = 3$$

$$y_0 := A_2 = 0 \quad y_1 := B_2 = 7$$

$$m := \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} = -2.333 \quad b := -(m \cdot x_0) + y_0 = 14$$

$$f(x) := m \cdot x + b \quad g := 5 \quad h := 2$$



Detreminamos las intersecciones de las rectas horizontales con la inclinada

$$x := 1 \quad \text{Given} \quad f(x) = g \quad x_g := \text{Find}(x) = 3.857$$

$$x := 1 \quad \text{Given} \quad f(x) = h \quad x_h := \text{Find}(x) = 5.143$$

$$A := \frac{(x_h + x_g) \cdot (g - h)}{2} = 13.5$$

$$A_r := x_g \cdot (g - h) = 11.571$$

$$A_T := A - A_r = 1.929$$

$$d_{ry} := \frac{g - h}{2} + h = 3.5$$

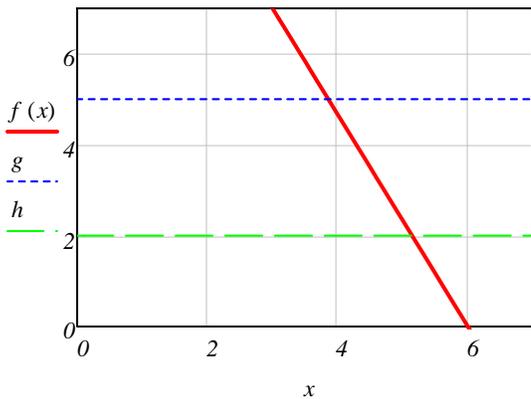
$$d_{Ty} := \frac{g - h}{3} + h = 3$$

$$d_{rx} := \frac{x_g}{2} = 1.929$$

$$d_{Tx} := x_g + \frac{(x_h - x_g)}{3} = 4.286$$

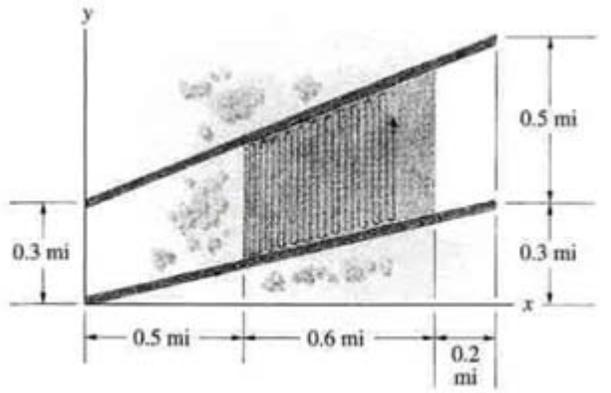
$$y_c := \frac{A_r \cdot d_{ry} + A_T \cdot d_{Ty}}{A} = 3.429$$

$$x_c := \frac{A_r \cdot d_{rx} + A_T \cdot d_{Tx}}{A} = 2.265$$



## Centroides

7. Un ingeniero agrónomo quiere medir la precipitación pluvial en el centroide de un campo arado entre dos caminos. ¿Cuáles son las coordenadas del punto donde debe colocar el medidor?



Datos:

$$a := 0.5 \quad b := 0.6 \quad c := 0.2 \quad h_1 := 0.3 \quad h_2 := 0.5$$

Solución:

$$\begin{aligned} x1_0 &:= 0 & y1_0 &:= 0 & x1_1 &:= a + b + c & y1_1 &:= h_1 \\ x2_0 &:= 0 & y2_0 &:= h_1 & x2_1 &:= a + b + c & y2_1 &:= h_1 + h_2 \\ x1_1 &= 1.3 & y1_1 &= 0.3 & x2_1 &= 1.3 & y2_1 &= 0.8 \end{aligned}$$

$$m_1 := \frac{y1_1 - y1_0}{x1_1 - x1_0} = 0.231 \quad m_2 := \frac{y2_1 - y2_0}{x2_1 - x2_0} = 0.385$$

$$f(x) := m_1 \cdot x + y1_0 \quad g(x) := m_2 \cdot x + y2_0$$

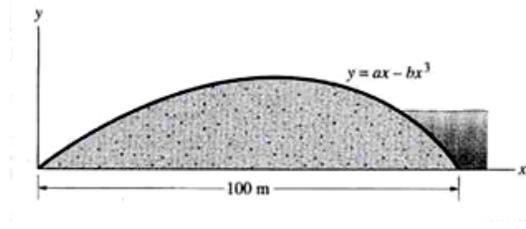
$$A(x) := g(x) - f(x) \quad y(x) := \frac{1}{2} \cdot A(x)$$

$$X_c := \frac{\int_a^{a+b} x \cdot A(x) dx}{\int_a^{a+b} A(x) dx} = 0.811$$

$$Y_c := \frac{\int_a^{a+b} y(x) \cdot A(x) dx}{\int_a^{a+b} A(x) dx} = 0.212$$

## Centroides

8. Se muestra la sección transversal de un relleno de tierra. Determine los coeficientes  $a$  y  $b$  para que la coordenada  $y$  del centroide de la sección transversal sea de 10 m.



Datos:

$$x_1 := 0$$

$$x_2 := 100$$

$$a = 10000 \cdot b$$

Solución:

$$A(x) := t \cdot x - \left( \frac{t}{x_2^2} \right) \cdot x^3 \quad y(x) := \frac{1}{2} \cdot (A(x)) \quad x := x_1, x_1 + 0.1 \dots x_2$$

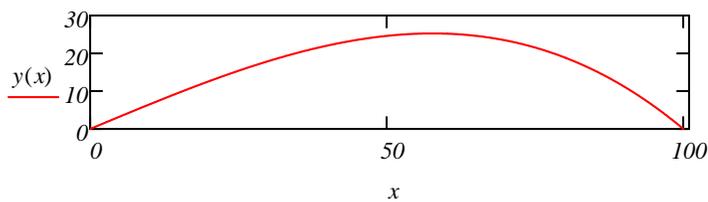
$$t := 1 \quad \text{Given} \quad \frac{\int_{x_1}^{x_2} \left[ \frac{1}{2} \left[ t \cdot x - \left( \frac{t}{x_2^2} \right) \cdot x^3 \right] \right] \cdot \left[ t \cdot x - \left( \frac{t}{x_2^2} \right) \cdot x^3 \right] dx}{\int_{x_1}^{x_2} t \cdot x - \left( \frac{t}{x_2^2} \right) \cdot x^3 dx} = 10$$

$$t := \text{Find}(t) = 0.656$$

$$b := \frac{t}{x_2^2} = 0.000065625$$

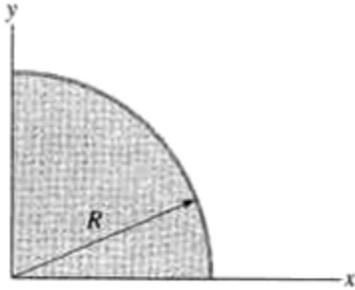
Por lo tanto nuestra ecuación queda:

$$y(x) := t \cdot x - b \cdot x^3$$



## Centroides

9. Determine el centroide del área mostrada



Datos:

$$R := 1$$

Solución:

$$x_1 := 0 \quad x_2 := R$$

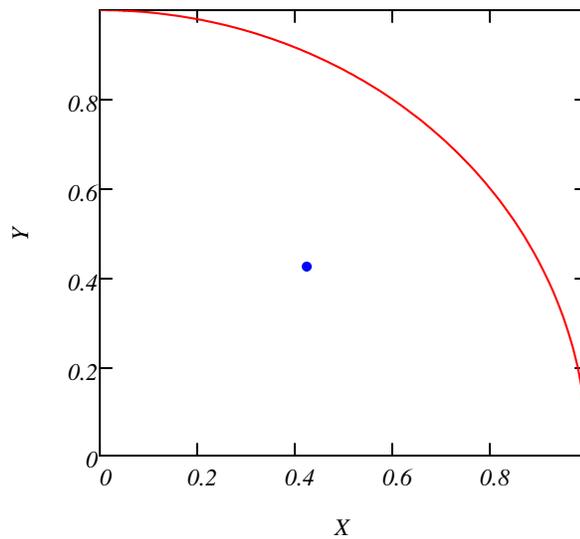
$$x := x_1, x_1 + 0.01 \dots x_2$$

$$A(x) := \sqrt{R^2 - x^2}$$

$$y(x) := \frac{1}{2} \cdot (A(x))$$

$$Y_c := \frac{\int_{x_1}^{x_2} y(x) \cdot A(x) dx}{\int_{x_1}^{x_2} A(x) dx} = 0.424$$

$$X_c := \frac{\int_{x_1}^{x_2} x \cdot A(x) dx}{\int_{x_1}^{x_2} A(x) dx} = 0.424$$

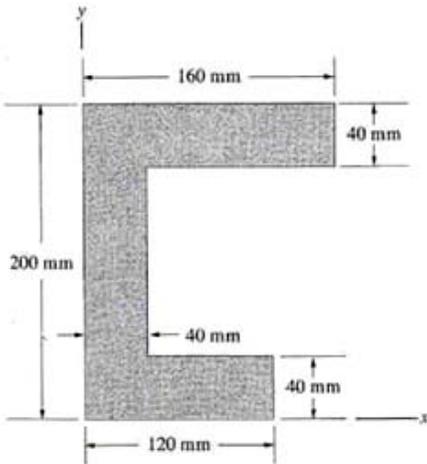


## Centroides

### 10. a 13. Determine los centroides de las áreas.

10. Datos:

$$L_1 := 120\text{mm} \quad L_2 := 40\text{mm} \quad L_3 := 40\text{mm} \quad L_4 := 40\text{mm} \quad L_5 := 160\text{mm} \quad L_6 := 200\text{mm}$$



Solución:

Areas

$$A_1 := L_1 \cdot L_2 = 0.005 \text{ m}^2$$

$$A_2 := L_3 \cdot (L_6 - L_2 - L_4)$$

$$A_2 = 0.005 \text{ m}^2$$

$$A_3 := L_5 \cdot L_4 = 0.006 \text{ m}^2$$

Coordenadas al centroide de cada area

$$x_1 := \frac{L_1}{2} = 0.06 \text{ m} \quad y_1 := \frac{L_2}{2} = 0.02 \text{ m}$$

$$x_2 := \frac{L_3}{2} = 0.02 \text{ m} \quad y_2 := \frac{L_6 - L_2 - L_4}{2} + L_2$$

$$y_2 = 0.1 \text{ m}$$

$$x_3 := \frac{L_5}{2} = 0.08 \text{ m} \quad y_3 := L_6 - \frac{L_4}{2} = 0.18 \text{ m}$$

$$A_T := A_1 + A_2 + A_3 = 0.016 \text{ m}^2$$

$$X_c := \frac{A_1 \cdot x_1 + A_2 \cdot x_2 + A_3 \cdot x_3}{A_T} = 0.056 \text{ m}$$

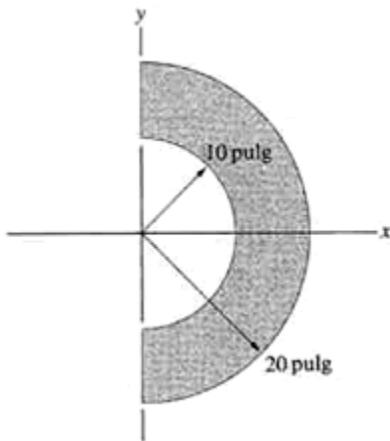
$$Y_c := \frac{A_1 \cdot y_1 + A_2 \cdot y_2 + A_3 \cdot y_3}{A_T} = 0.108 \text{ m}$$

11.

Datos:

$$R_1 := 10\text{in}$$

$$R_2 := 20\text{in}$$



Solución:

Area

$$A_1 := \frac{\pi \cdot R_1^2}{4} = 78.54 \cdot \text{in}^2$$

$$A_2 := \frac{\pi \cdot R_2^2}{4} = 314.159 \cdot \text{in}^2$$

$$A_T := A_2 - A_1 = 235.619 \cdot \text{in}^2$$

Coordenadas al centroide de cada area

$$x_1 := \frac{4 \cdot R_1}{3\pi} = 4.244 \cdot \text{in} \quad y_1 := 0 \text{ in}$$

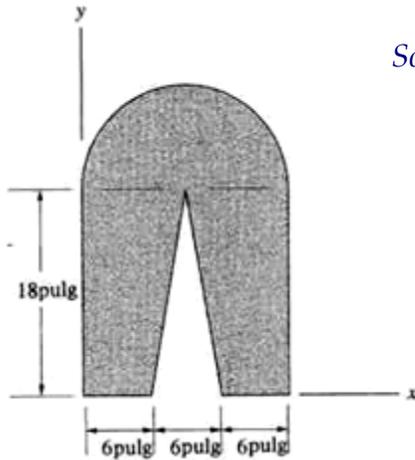
$$x_2 := \frac{4 \cdot R_2}{3\pi} = 8.488 \cdot \text{in} \quad y_2 := 0 \text{ in}$$

$$X_c := \frac{A_2 \cdot x_2 - A_1 \cdot x_1}{A_T} = 9.903 \cdot \text{in}$$

$$Y_c := \frac{A_2 \cdot y_2 - A_1 \cdot y_1}{A_T} = 0 \cdot \text{in}$$

## Centroides

12.



Datos:

$$L_1 := 6in \quad L_2 := 6in \quad L_3 := 6in \quad L_4 := 18in \quad D := L_1 + L_2 + L_3 = 18in$$

Solución:

Áreas

Coordenadas al centroide de cada área

$$A_1 := (L_1 + L_2 + L_3) \cdot L_4$$

$$x_1 := \frac{L_1 + L_2 + L_3}{2}$$

$$y_1 := \frac{L_4}{2} = 9in$$

$$A_1 = 324 \cdot in^2$$

$$x_1 = 9in$$

$$A_2 := \frac{L_2 \cdot L_4}{2} = 54 \cdot in^2$$

$$x_2 := L_1 + \frac{L_2}{2} = 9in$$

$$y_2 := \frac{L_4}{3} = 6in$$

$$A_3 := \frac{\pi \cdot D^2}{8} = 127.235 \cdot in^2$$

$$x_3 := L_1 + \frac{L_2}{2} = 9in$$

$$y_3 := L_4 + \frac{4 \cdot D}{3 \cdot \pi}$$

$$y_3 = 21.82 \cdot in$$

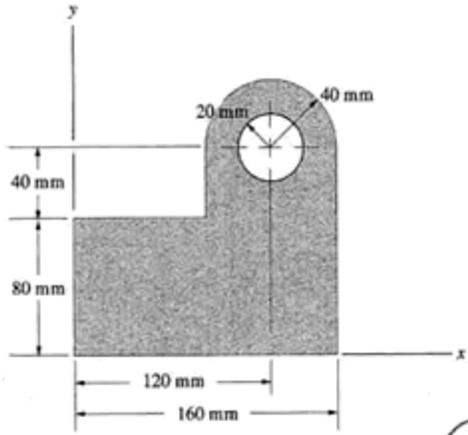
$$A_T := A_1 - A_2 + A_3 = 397.235 \cdot in^2$$

$$X_c := \frac{A_1 \cdot x_1 - A_2 \cdot x_2 + A_3 \cdot x_3}{A_T} = 9in$$

$$Y_c := \frac{A_1 \cdot y_1 - A_2 \cdot y_2 + A_3 \cdot y_3}{A_T} = 13.514in$$

## Centroides

13.



Datos:

$$L_1 := 120\text{mm}$$

$$L_2 := 160\text{mm}$$

$$L_3 := 80\text{mm}$$

$$L_4 := 40\text{mm}$$

$$R_1 := 20\text{mm}$$

$$R_2 := 40\text{mm}$$

Solución:

Areas

$$A_1 := L_2 \cdot L_3 = 12800 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_2 := (2 \cdot R_2 \cdot L_4) = 3200 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_3 := \frac{\pi \cdot R_2^2}{2} = 2513.274 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_4 := \pi \cdot R_1^2 = 1256.637 \cdot \text{mm}^2$$

Coordenadas al centroide de cada area

$$x_1 := \frac{L_2}{2} = 80 \cdot \text{mm}$$

$$y_1 := \frac{L_3}{2} = 40 \cdot \text{mm}$$

$$x_2 := L_2 - R_2 = 120 \cdot \text{mm}$$

$$y_2 := L_3 + \frac{L_4}{2}$$

$$y_2 = 100 \cdot \text{mm}$$

$$x_3 := L_2 - R_2 = 120 \cdot \text{mm}$$

$$y_3 := L_3 + L_4 + \frac{4 \cdot R_2}{3 \cdot \pi}$$

$$y_3 = 136.977 \cdot \text{mm}$$

$$x_4 := L_2 - R_2 = 120 \cdot \text{mm}$$

$$y_4 := L_3 + L_4$$

$$y_4 = 120 \cdot \text{mm}$$

$$A_T := A_1 + A_2 + A_3 - A_4 = 17256.637 \cdot \text{mm}^2$$

$$X_C := \frac{A_1 \cdot x_1 + A_2 \cdot x_2 + A_3 \cdot x_3 - A_4 \cdot x_4}{A_T} = 90.33 \cdot \text{mm}$$

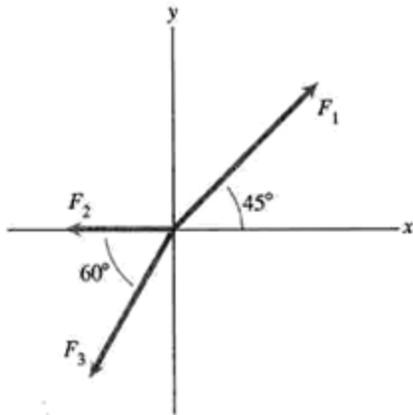
$$Y_C := \frac{A_1 \cdot y_1 + A_2 \cdot y_2 + A_3 \cdot y_3 - A_4 \cdot y_4}{A_T} = 59.424 \cdot \text{mm}$$

## *Centroides*

**TEMA:**  
*Diagramas de cuerpo libre*



1. Se muestran las fuerzas externas que actúan sobre un cuerpo en equilibrio. Si  $F_1 = 75 \text{ N}$ , ¿qué valor tienen  $F_2$  y  $F_3$ ?



Datos:

$F_1 := 75 \text{ N}$     $\alpha := 45^\circ$     $\beta := 60^\circ$

Solución:

Realizamos sumatoria de fuerzas en X.

$F_2 := 1 \text{ N}$

$\Sigma F_x = 0$    Given  $F_1 \cdot \cos(\alpha) - F_2 = 0$     $F_2 := \text{Find}(F_2) = 53.033 \text{ N}$

Realizamos sumatoria de fuerzas en Y.

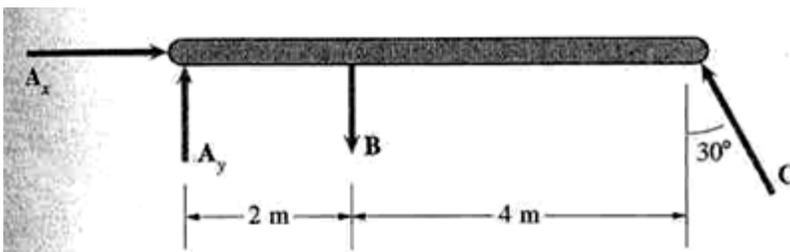
$F_3 := 1 \text{ N}$

$\Sigma F_y = 0$    Given  $F_3 \cdot \cos(\beta) - F_2 = 0$     $F_3 := \text{Find}(F_3) = 106.066 \text{ N}$

2. La viga mostrada está en equilibrio. Si  $B = 260 \text{ N}$  y  $C = 100 \text{ N}$ , ¿Qué valor tienen las fuerzas  $A_x$  y  $A_y$ ?

Datos:

$B := 250 \text{ N}$     $C := 100 \text{ N}$     $\alpha := 30^\circ$     $L_1 := 2 \text{ m}$     $L_2 := 4 \text{ m}$



Solución:

Se obtiene suma de fuerzas en X y Y.

$A_x := 1 \text{ N}$     $A_y := 1 \text{ N}$

$\Sigma F_x = 0$    Given  $A_x - C \sin(\alpha) = 0$     $A_x := \text{Find}(A_x) = 50 \text{ N}$

$\Sigma F_y = 0$    Given  $A_y - B + C \cdot \cos(\alpha) = 0$     $A_y := \text{Find}(A_y) = 163.397 \text{ N}$

## Diagramas de cuerpo libre

3. Se tienen dos resortes idénticos, con longitudes sin estirar de 250 mm y constantes  $k=1200 \text{ N/m}$ .  
¿Cuáles son las masas de los dos bloques?

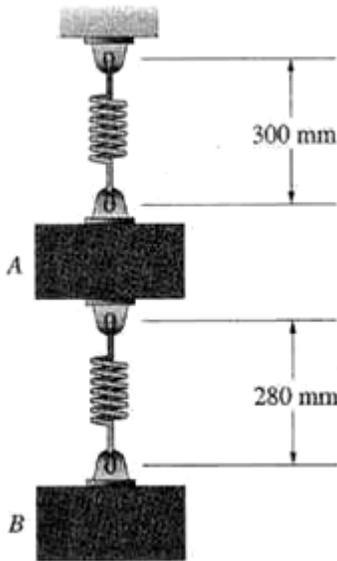
Datos:

$$k := 1200 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$L_0 := 250 \text{ mm}$$

$$L_1 := 300 \text{ mm}$$

$$L_2 := 280 \text{ mm}$$



Solución:

Para resolver el problema se aísla cada bloque. Se realiza sumatoria de fuerzas en Y para cada bloque.

Bloque B  $W_B := 1 \text{ N}$

$$\Sigma F_y = 0 \text{ Given } -W_B + k \cdot |L_2 - L_0| = 0$$

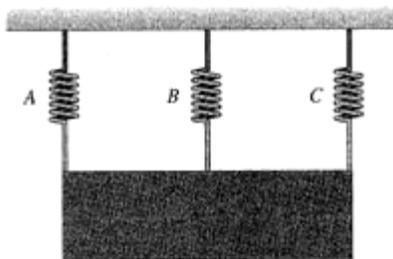
$$W_B := \text{Find}(W_B) = 36 \text{ N}$$

Bloque A  $W_A := 1 \text{ N}$

$$\Sigma F_y = 0 \text{ Given } -W_A - W_B + k \cdot |L_1 - L_0| = 0$$

$$W_A := \text{Find}(W_A) = 24 \text{ N}$$

4. En la figura siguiente, la barra horizontal de 200 lb está colgada de los resortes A, B y C. Las longitudes de los resortes son iguales. Las constantes de los resortes son  $k_A = k_C = 400 \text{ lb/pie}$   $k_B = 300 \text{ lb/pie}$ . ¿Cuáles son las tensiones en los resortes?



Datos:

$$W := 200 \text{ lbf}$$

$$k_A := 400 \frac{\text{lbf}}{\text{ft}}$$

$$k_B := 300 \frac{\text{lbf}}{\text{ft}}$$

$$k_C := k_A = 400 \frac{\text{lbf}}{\text{ft}}$$

Solución:  $\delta := 1 \text{ ft}$

$$\Sigma F_y = 0 \text{ Given } k_A \cdot \delta + k_B \cdot \delta + k_C \cdot \delta = W \quad \delta := \text{Find}(\delta) = 0.182 \cdot \text{ft}$$

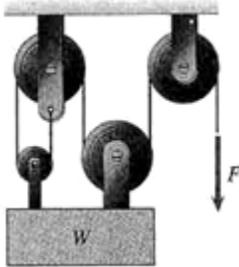
$$T_A := k_A \cdot \delta = 72.727 \cdot \text{lbf}$$

$$T_B := k_B \cdot \delta = 54.545 \cdot \text{lbf}$$

$$T_C := k_C \cdot \delta = 72.727 \cdot \text{lbf}$$

## Diagramas de cuerpo libre

5. Si se desprecian los pesos de las poleas mostradas, ¿Qué fuerza F se necesita para soportar el peso W?



Datos:

$$W := 100N$$

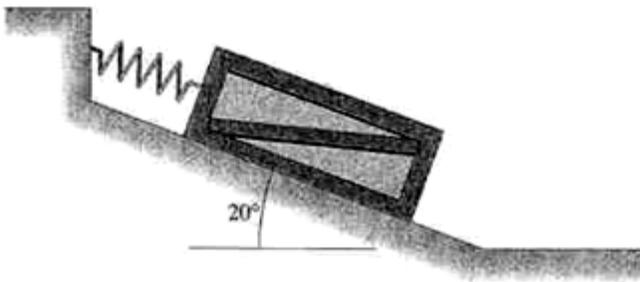
Solución:

$$F := \frac{W}{4} = 25N$$

6. La masa de una caja es de 40 kg. La superficie inclinada es rugosa. La longitud del resorte es de 180 mm, su longitud sin estirar es de 200 mm y su constante es  $k = 2500 \text{ N/m}$ . ¿Cuál es la magnitud de la fuerza de fricción ejercida sobre la caja por la superficie rugosa?.

Datos:

$$W := 40\text{kgf} \quad L_0 := 200\text{mm} \quad L_f := 180\text{mm} \quad k := 2500 \frac{\text{N}}{\text{m}} \quad \alpha := 20^\circ$$



Solución:

Obtenemos sumatoria de fuerzas en X, el cual se encuentra a  $\alpha^\circ$  de la horizontal.

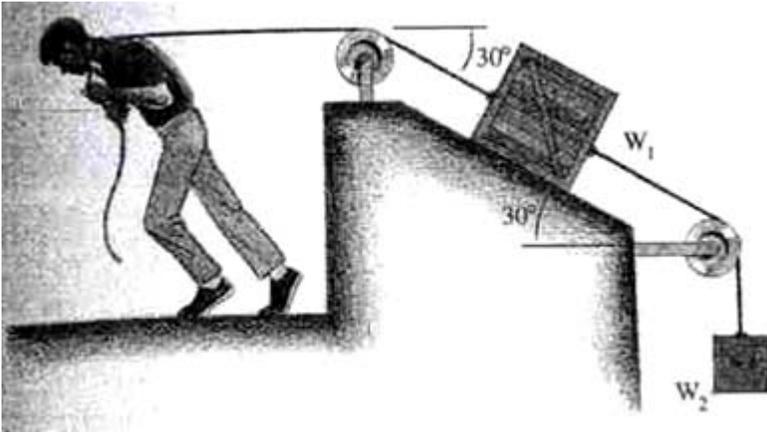
$$F_R := k \cdot |L_f - L_0| = 50N$$

$$F_f := 1\text{kgf} \quad \text{Given} \quad -F_f + F_R + W \cdot \sin(\alpha) = 0$$

$$F_f := \text{Find}(F_f) = 18.779 \cdot \text{kgf}$$

## Diagramas de cuerpo libre

7. Los pesos de dos bloques son  $W_1 = 200 \text{ lb}$  y  $W_2 = 50 \text{ lb}$ . Ignorando la fricción, determine la fuerza que la persona debe ejercer para mantener los bloques en equilibrio.



Datos:

$$W_1 := 200 \text{ lbf} \quad W_2 := 50 \text{ lbf} \quad \alpha := 30^\circ$$

Solución:

Recordando que la tensión en los extremos de las poleas es igual.

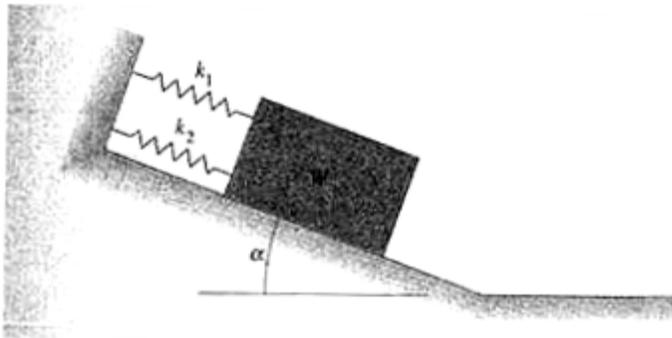
$$W_2 = T_2$$

$$T_1 := 1 \text{ lbf} \quad \text{Given}$$

$$T_1 - W_2 - W_1 \cdot \sin(\alpha) = 0$$

$$T_1 := \text{Find}(T_1) = 150 \cdot \text{lbf}$$

8. Los dos resortes mostrados tienen la misma longitud no estirada, y la superficie inclinada es lisa. Determine las magnitudes de las fuerzas ejercidas por los resortes:



Datos:

$$W := 100 \text{ N} \quad \alpha := 30^\circ \quad k_1 := 50 \frac{\text{N}}{\text{cm}} \quad k_2 := 80 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$$

Solución:

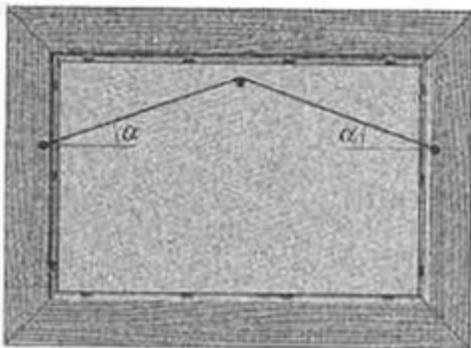
$$F_1 := \frac{W \cdot \sin(\alpha)}{\left(1 + \frac{k_2}{k_1}\right)}$$

$$F_2 := \frac{W \cdot \sin(\alpha)}{\left(1 + \frac{k_1}{k_2}\right)}$$

$$F_1 = 19.231 \text{ N}$$

$$F_2 = 30.769 \text{ N}$$

9. Un cuadro de 10 kg está colgado de un alambre. Si  $\alpha = 25^\circ$ , ¿Cuál es la tensión en el alambre?



Datos:

$$W := 10 \text{ kgf} \quad \alpha := 25^\circ$$

Solución:

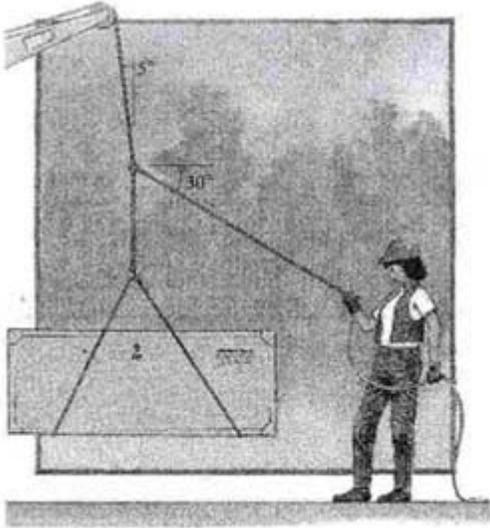
Como es simétrico, el peso se reparte igual entre los dos cables. Por lo tanto, haciendo suma de fuerzas en Y:

$$\Sigma F_y = 0 \quad T := 1 \text{ N} \quad \text{Given} \quad T \cdot \sin(\alpha) - \frac{W}{2} = 0$$

$$T := \text{Find}(T) = 116.023 \text{ N}$$

## Diagramas de cuerpo libre

10. Un obrero mantiene en equilibrio una caja de 500 lb como se muestra en la figura, ¿Qué fuerza debe ejercer sobre el cable?



Datos:

$$W := 500 \text{ lbf} \quad \alpha := 30^\circ \quad \beta := 5^\circ$$

Solución:

Se realiza sumatoria de fuerzas en X y Y

$$T_O := 1 \text{ lbf} \quad T_G := 1 \text{ lbf}$$

$$\Sigma F_x = 0 \quad \Sigma F_y = 0$$

$$\text{Given } T_O \cdot \cos(\alpha) - T_G \cdot \sin(\beta) = 0$$

$$T_G \cdot \cos(\beta) - T_O \cdot \sin(\alpha) - W = 0$$

$$T := \text{Find}(T_O, T_G) = \begin{pmatrix} 53.199 \\ 528.611 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf}$$

$$T_O := T_1 = 53.2 \cdot \text{lbf}$$

11. ¿Cuáles son las tensiones en los cables superior e inferior? (Deberá dar sus respuesta en función de W. Ignore el peso de la polea.)



Datos:

$$\alpha := 45^\circ \quad \beta := 30^\circ$$

Solución:

Sumatoria de fuerzas en Y

$$T_s := 1 \text{ Given } T_s \cdot \sin(\alpha) + T_s \cdot \sin(\beta) - W_s = 0$$

$$T_s := \text{Find}(T_s) \rightarrow \frac{W_s}{\sin(30^\circ) + \sin(45^\circ)}$$

$$T_s := \frac{1}{\sin(\alpha) + \sin(\beta)} = 0.828$$

Sumatoria de fuerzas en X

$$T_i := 1 \text{ Given } -T_i - T_s \cdot \cos(\alpha) + T_s \cdot \cos(\beta) = \text{Find}(T_i) \cdot \text{float}, 2 \rightarrow -0.83 \cdot \cos(45.0^\circ) + 0.83 \cdot \cos(30.0^\circ)$$

$$T_i := (-T_s \cdot \cos(\alpha) + T_s \cdot \cos(\beta)) = 0.132 \quad T_s := (T_s \cdot W_s) \cdot \text{float}, 3 \rightarrow 0.828 \cdot W_s$$

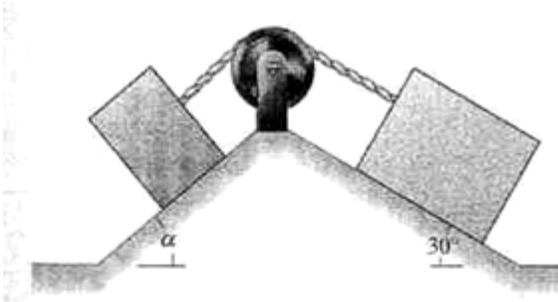
$$T_i := T_i \cdot W_s \cdot \text{float}, 3 \rightarrow 0.132 \cdot W_s$$

## Diagramas de cuerpo libre

12. En la figura la masa de la caja de la izquierda es de 30 kg y la masa de la caja de la derecha es de 40 kg. Las superficies son lisas. *a)* ¿Cuál es la tensión del cable? *b)* ¿Qué valor tiene el ángulo  $\alpha$ ?

Datos:

$$M_1 := 30\text{kg} \quad M_2 := 40\text{kg} \quad \beta := 30^\circ$$



Solución:

$$W_1 := M_1 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 294.3 \text{ N} \quad W_2 := M_2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 392.4 \text{ N}$$

*a)* Analizando el lado derecho de la polea:

$$\Sigma F_x = 0$$

$$T := 1\text{N} \quad \text{Given} \quad -T + W_2 \cdot \sin(\beta) = 0$$

$$T := \text{Find}(T) = 196.2 \text{ N}$$

*b)* Analizando el lado izquierdo con la premisa de que la tensión en el cable se mantiene

$$\Sigma F_x = 0$$

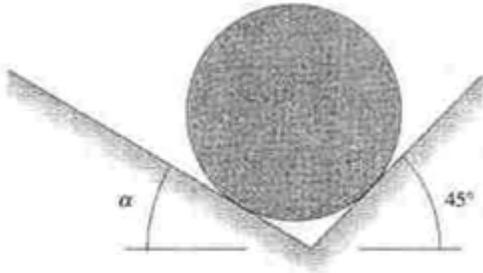
$$\alpha := 1^\circ \quad \text{Given} \quad T - W_1 \cdot \sin(\alpha) = 0$$

$$\alpha := \text{Find}(\alpha) = 41.81^\circ$$

13. Un cilindro de 50 lb descansa sobre dos superficies lisas. Si  $\alpha=30^\circ$ , ¿Cuáles son las magnitudes de las fuerzas ejercidas sobre el cilindro por las superficies izquierda y derecha?

Datos:

$$W := 50\text{lb} \quad \beta := 45^\circ \quad \alpha := 30^\circ$$



Solución:

$$F_1 := 1\text{lb} \quad F_2 := 1\text{lb}$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$\text{Given} \quad F_1 \cdot \sin(\alpha) - F_2 \cdot \cos(\beta) = 0 \quad F_1 \cdot \cos(\alpha) + F_2 \cdot \sin(\beta) - W = 0$$

$$F := \text{Find}(F_1, F_2) = \begin{pmatrix} 36.6 \\ 25.9 \end{pmatrix} \cdot \text{lb}$$

$$F_1 = 36.6 \cdot \text{lb}$$

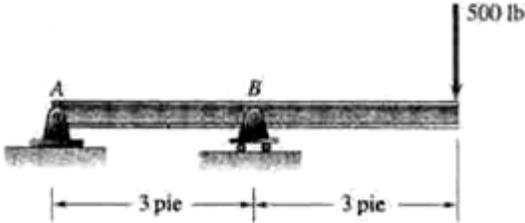
$$F_2 = 25.9 \cdot \text{lb}$$

## Diagramas de cuerpo libre

14. Determine las reacciones en los soportes.

Datos:

$$P := 500 \text{ lbf} \quad L_1 := 3 \text{ ft} \quad L_2 := 3 \text{ ft}$$



Solución:

$$R_{Ay} := 1 \text{ lbf} \quad R_{By} := 1 \text{ lbf}$$

$$\Sigma F_x = 0 \quad R_{Ax} = 0$$

Given

$$\Sigma F_y = 0 \quad R_{Ay} + R_{By} - P = 0$$

$$\Sigma M_A = 0 \quad R_{By} \cdot L_1 - P \cdot (L_1 + L_2) = 0$$

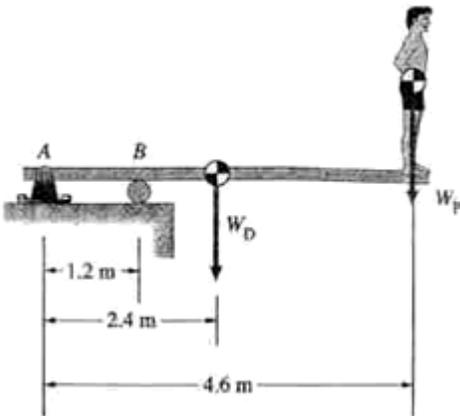
$$R := \text{Find}(R_{Ay}, R_{By}) = \begin{pmatrix} -500 \\ 1000 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf}$$

$$R_{Ay} := R_1 = -500 \cdot \text{lbf} \quad R_{By} := R_2 = 1000 \cdot \text{lbf}$$

15. En la figura la masa del clavadista es de 80 kg y la masa del trampolín es de 45 kg. Determine las reacciones en los soportes A y B.

Datos:

$$M_c := 80 \text{ kg} \quad M_t := 45 \text{ kg} \quad L_1 := 1.2 \text{ m} \quad L_2 := 2.4 \text{ m} \quad L_3 := 4.6 \text{ m} \quad g = 9.807 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



Solución:

$$W_c := M_c \cdot g = 80 \cdot \text{kgf} \quad W_t := M_t \cdot g = 45 \cdot \text{kgf}$$

$$\Sigma F_x = 0 \quad R_{Ax} = 0$$

$$R_{Ay} := 1 \text{ lbf} \quad R_{By} := 1 \text{ lbf}$$

Given

$$\Sigma F_y = 0 \quad R_{Ay} + R_{By} - W_c - W_t = 0$$

$$\Sigma M_A = 0 \quad R_{By} \cdot L_1 - W_t \cdot L_2 - W_c \cdot L_3 = 0$$

$$R := \text{Find}(R_{Ay}, R_{By}) = \begin{pmatrix} -271.67 \\ 396.67 \end{pmatrix} \cdot \text{kgf}$$

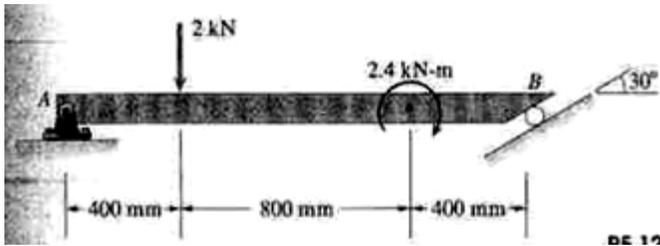
$$R_{Ay} := R_1 = -271.67 \cdot \text{kgf} \quad R_{By} := R_2 = 396.67 \cdot \text{kgf}$$

## Diagramas de cuerpo libre

### 16. Determine las reacciones en los soportes

Datos:

$$P := 2\text{ kN} \quad M := 2.4\text{ kN}\cdot\text{m} \quad \alpha := 30^\circ \quad L_1 := 400\text{ mm} \quad L_2 := 800\text{ mm} \quad L_3 := 400\text{ mm}$$



Solución:  $R_{Ay} := 1\text{ lbf}$   $R_B := 1\text{ lbf}$   $R_{Ax} := 1\text{ lbf}$

Given

$$\Sigma F_x = 0 \quad R_{Ax} - R_B \cdot \sin(\alpha) = 0$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad R_{Ay} - P + R_B \cdot \cos(\alpha) = 0$$

$$\Sigma M_A = 0 \quad -P \cdot L_1 + R_B \cdot \cos(\alpha) \cdot (L_1 + L_2 + L_3) - M = 0$$

$$R := \text{Find}(R_{Ax}, R_{Ay}, R_B) = \begin{pmatrix} 1.1547 \\ -0 \\ 2.3094 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$$

$$R_{Ax} := R_1 = 1.15 \cdot \text{kN}$$

$$R_{Ay} := R_2 = -0 \cdot \text{kN}$$

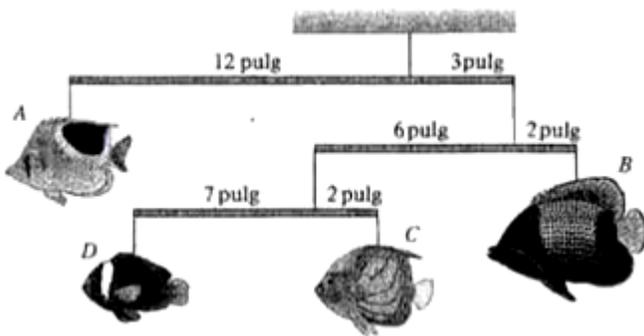
$$R_B := R_3 = 2.31 \cdot \text{kN}$$

### 17. En la figura, el móvil está en equilibrio. El cuerpo B peso 27 onzas. Determine los pesos de los cuerpos A, C y D. (Desprecie los pesos de las barras.)

Datos:

$$W_B := 27\text{ ozf} \quad L_{A1} := 12\text{ in} \quad L_{A2} := 3\text{ in} \quad L_{B1} := 6\text{ in}$$

$$L_{B2} := 2\text{ in} \quad L_D := 7\text{ in} \quad L_C := 2\text{ in}$$



Solución:

Realizando suma de momentos en el cable de la segunda barra, para conocer el WDC que es el peso del objeto C mas el objeto D

$$\Sigma M_2 = 0 \quad W_{CD} := 1\text{ ozf}$$

Given  $-W_B \cdot L_{B2} + W_{CD} \cdot L_{B1} = 0$

$$W_{CD} := \text{Find}(W_{CD}) = 9 \cdot \text{ozf}$$

## Diagramas de cuerpo libre

Conociendo la suma de los pesos del objeto C y D, y como se encuentran en equilibrio, la suma de momentos respecto al cable que sostiene la tercera barra es nulo, por lo tanto:

$$W_C := 10zf \quad W_D := 10zf \quad \text{Given} \quad W_{CD} = W_C + W_D$$

$$W_D \cdot L_D - W_C \cdot L_C = 0 \quad W := \text{Find}(W_C, W_D) = \begin{pmatrix} 7 \\ 2 \end{pmatrix} \cdot 0zf$$

$W_C := W_1 = 7 \cdot 0zf$

$W_D := W_2 = 2 \cdot 0zf$

Para conocer el peso del objeto A, hacemos suma de momentos respecto al cable que sostiene la primera barra

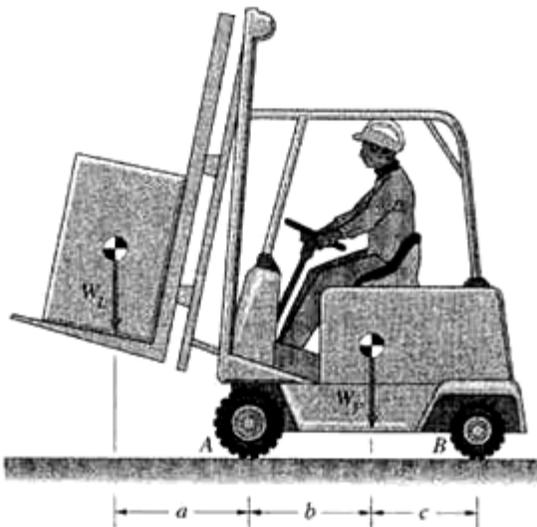
$$\Sigma M_1 = 0 \quad W_A := 10zf \quad \text{Given} \quad -(W_B + W_C + W_D) \cdot L_{A2} + W_A \cdot L_{A1} = 0$$

$W_A := \text{Find}(W_A) = 9 \cdot 0zf$

18. El montacargas se encuentra en reposo. Las ruedas frontales pueden girar pero las posteriores no. Las distancias son:  $a = 1.25 \text{ m}$ ,  $b = 0.50 \text{ m}$  y  $c = 1.40 \text{ m}$ . El peso de la carga es  $W_L = 2 \text{ kN}$  y el peso del vehículo con su operador es  $W_F = 8 \text{ kN}$ . ¿Qué valor tienen las reacciones en A y B?

Datos:

$$a := 1.25m \quad b := 0.50m \quad c := 1.40m \quad W_L := 2kN \quad W_F := 8kN$$



Solución:

$$\Sigma M_B = 0$$

$$R_{Ay} := 1kN \quad \text{Given} \quad W_L \cdot (a + b + c) - R_{Ay} \cdot (b + c) + W_F \cdot c = 0$$

$R_{Ay} := \text{Find}(R_{Ay}) = 9.21 \cdot kN$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$R_{By} := 1kN \quad \text{Given} \quad -W_L + R_{Ay} - W_F + R_{By} = 0$$

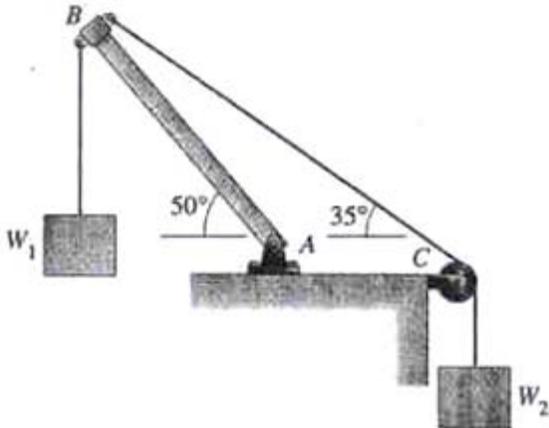
$R_{By} := \text{Find}(R_{By}) = 0.789 \cdot kN$

## Diagramas de cuerpo libre

19. En la figura, el peso  $W_1=1000$  lb. Ignore el peso de la barra AB. El cable pasa sobre una polea en C. Determine el peso  $W_2$  y las reacciones en el soporte de pasador en A.

Datos:

$$W_1 := 1000 \text{ lbf} \quad \alpha := 50^\circ \quad \beta := 35^\circ$$



La tensión en el cable BC es igual al peso de  $W_2$ , por lo tanto analizando el punto B tenemos:

$$W_2 = T_2$$

Sumatoria de fuerzas en X y Y es igual a cero.

$$T_2 := 1 \text{ lbf} \quad P := 1 \text{ lbf}$$

Given

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$T_2 \cdot \cos(\beta) - P \cdot \cos(\alpha) = 0$$

$$-W_1 + P \cdot \sin(\alpha) - T_2 \cdot \sin(\beta) = 0$$

$$T := \text{Find}(T_2, P) = \begin{pmatrix} 2483.541 \\ 3164.96 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf}$$

$$W_2 := T_1 = 2483.541 \cdot \text{lbf}$$

$$P := T_2 = 3164.96 \cdot \text{lbf}$$

Obteniendo reacciones en el apoyo A. Haciendo sumatoria de fuerzas en X y Y, tenemos:

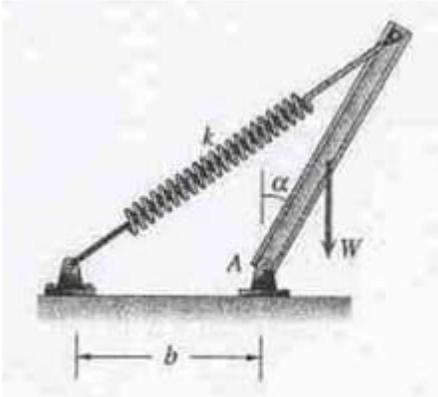
$$A_x := 1 \text{ lbf} \quad A_y := 1 \text{ lbf} \quad \text{Given} \quad \Sigma F_x = 0 \quad A_x + P \cdot \cos(\alpha) = 0$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad A_y - P \cdot \sin(\alpha) = 0$$

$$A := \text{Find}(A_x, A_y) = \begin{pmatrix} -2034.397 \\ 2424.5 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf}$$

## Diagramas de cuerpo libre

20. La barra tiene una longitud de 1m y su peso  $W$  actúa en su punto medio. La distancia  $b = 0.75$  m y el ángulo  $\alpha = 30^\circ$ . La constante del resorte  $k = 100$  N/m, y el resorte no está estirado cuando la barra se encuentra en posición vertical. Determine  $W$  y las reacciones en A.



Datos:

$$b := 0.75\text{m} \quad k := 100 \frac{\text{N}}{\text{m}} \quad \alpha := 30^\circ \quad L_b := 1\text{m}$$

Solución:

Condiciones iniciales (resorte sin estirar), por pitagoras:

$$L_0 := \sqrt{L_b^2 + b^2} = 1.25\text{m}$$

Cuando tenemos el resorte estirado:

$$L_f := \sqrt{(b + L_b \cdot \sin(\alpha))^2 + (L_b \cdot \cos(\alpha))^2} = 1.52\text{m}$$

$$T := k \cdot |L_f - L_0| = 27.069\text{N}$$

Haciendo la suma de fuerzas en X y en Y en el extremo superior de la barra, tenemos que:

$$W := 1\text{N} \quad P := 1\text{N}$$

$$\text{Given} \quad \Sigma F_x = 0 \quad -T \cdot \frac{(b + L_b \cdot \sin(\alpha))}{L_f} + P \cdot \sin(\alpha) = 0$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad -T \cdot \frac{(L_b \cdot \cos(\alpha))}{L_f} + P \cdot \cos(\alpha) - \frac{W}{2} = 0$$

$$F := \text{Find}(P, W) = \begin{pmatrix} 44.501 \\ 46.247 \end{pmatrix} \text{N}$$

$$W := F_2 = 46.247\text{N}$$

$$P := F_1 = 44.501\text{N}$$

Obteniendo reacciones en el apoyo A. Haciendo sumatoria de fuerzas en X y Y, tenemos:

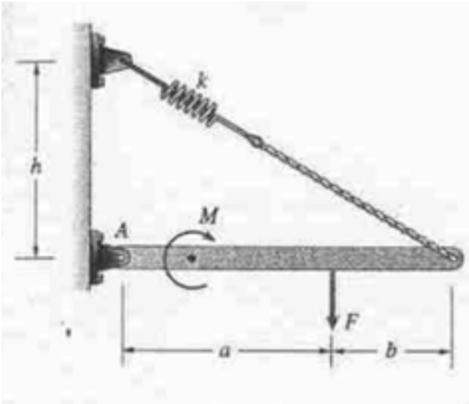
$$A_x := 1\text{N} \quad A_y := 1\text{N} \quad \text{Given} \quad \Sigma F_x = 0 \quad A_x + P \cdot \cos(90^\circ - \alpha) = 0$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad A_y - P \cdot \sin(90^\circ - \alpha) - \frac{W}{2} = 0$$

$$A := \text{Find}(A_x, A_y) = \begin{pmatrix} -22.3 \\ 61.7 \end{pmatrix} \cdot \text{N}$$

## Diagramas de cuerpo libre

21. Las distancias son  $a=6$  pies y  $b=3$  pies. El par  $M=200$  lb-pie. La constante del resorte  $k=1000$  lb/pie. El resorte no se encontraría estirado si  $h=0$ . El sistema está en equilibrio cuando  $h=4$  pies y la viga se halla en posición horizontal. Determine la fuerza  $F$  y las reacciones en A.



Datos:

$$a := 6\text{ft} \quad b := 3\text{ft} \quad M := 200\text{lb}\cdot\text{ft} \quad k := 1000 \frac{\text{lb}}{\text{ft}} \quad h_0 := 0\text{m} \quad h_f := 4\text{ft}$$

Solución:

Condiciones iniciales (resorte sin estirar)  $L_0 := a + b = 2.7\text{m}$

Cuando tenemos el resorte estirado:

$$L_f := \sqrt{(a+b)^2 + (h_f)^2} = 3\text{m}$$

$$T := k \cdot |L_f - L_0| = 848.9 \cdot \text{lb}$$

ángulo entre la viga y el cable

$$\alpha := \text{atan}\left(\frac{h_f}{a+b}\right) = 24.^\circ$$

Realizando suma de momentos en A para obtener la magnitud de la fuerza F:

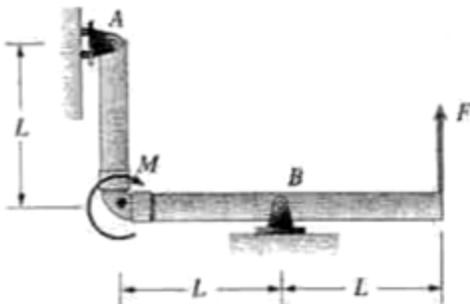
$$\Sigma M_A = 0 \quad F := 1\text{lb} \quad \text{Given} \quad -F \cdot a + T \cdot \sin(\alpha) \cdot (a+b) - M = 0 \quad F := \text{Find}(F) = 483.8 \cdot \text{lb}$$

Hacemos sumatoria de fuerzas en Y y en X, para obtener las reacciones en el apoyo.

$$\Sigma F_y = 0 \quad R_{ay} := 1\text{lb} \quad \text{Given} \quad R_{ay} - F + T \cdot \sin(\alpha) = 0 \quad R_{ay} := \text{Find}(R_{ay}) = 139 \cdot \text{lb}$$

$$\Sigma F_x = 0 \quad R_{ax} := 1\text{lb} \quad \text{Given} \quad R_{ax} - T \cdot \cos(\alpha) = 0 \quad R_{ax} := \text{Find}(R_{ax}) = 775.7 \cdot \text{lb}$$

22. En la figura, la fuerza  $F=800$  N y el par  $M=200$  N-m. La distancia  $L=2$  m. ¿Qué valor tienen las reacciones en A y B?



Datos:

$$F := 800\text{N} \quad M := 200\text{N}\cdot\text{m} \quad L := 2\text{m}$$

Solución:

Haciendo suma de momentos en B

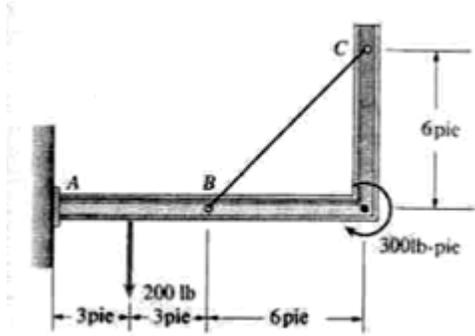
$$\Sigma M_B = 0 \quad R_{Ax} := 1\text{N} \quad \text{Given} \quad F \cdot L - M - R_{Ax} \cdot L = 0 \quad R_{Ax} := \text{Find}(R_{Ax}) = 700\text{N}$$

Haciendo sumatoria de fuerzas en X y Y

$$\Sigma F_x = 0 \quad R_{Bx} := -R_{Ax} \quad R_{Bx} = -700\text{N} \quad \Sigma F_y = 0 \quad R_{By} := -F \quad R_{By} = -800\text{N}$$

## Diagramas de cuerpo libre

23. La tensión en el cable BC mostrado es de 100 lb. Determine las reacciones en el soporte empotrado.



Datos:

$$F := 200 \text{ lbf}$$

$$M := 300 \text{ lbf}\cdot\text{ft}$$

$$T_{BC} := 100 \text{ lbf}$$

$$L_1 := 3 \text{ ft}$$

$$L_2 := 3 \text{ ft}$$

$$L_3 := 6 \text{ ft}$$

$$L_4 := 6 \text{ ft}$$

$$\alpha := \text{atan}\left(\frac{L_4}{L_3}\right) = 45^\circ$$

Solución:

Haciendo sumatoria de momentos en A

$$\Sigma M_A = 0 \quad M_A := 1 \text{ lbf}\cdot\text{ft} \quad \text{Given}$$

$$M_A - F \cdot L_1 + T_{BC} \cdot \sin(\alpha) \cdot (L_1 + L_2) - M = 0$$

$$M_A := \text{Find}(M_A) = 475.736 \cdot \text{lbf}\cdot\text{ft}$$

Haciendo sumatoria de fuerzas en X y Y

$$\Sigma F_x = 0 \quad R_{Ax} := -T_{BC} \cdot \cos(\alpha)$$

$$R_{Ax} = -70.711 \cdot \text{lbf}$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad R_{Ay} := 1 \text{ lbf} \quad \text{Given} \quad R_{Ay} - F + T_{BC} \cdot \sin(\alpha) = 0$$

$$R_{Ay} := \text{Find}(R_{Ay}) = 129.289 \cdot \text{lbf}$$

24. En la figura,  $W=1000 \text{ lb}$ . Determine la tensión en el cable y las reacciones en A.

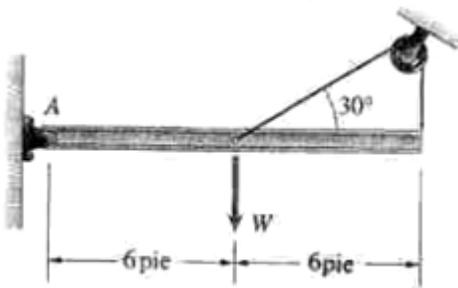
Datos:

$$W := 1000 \text{ lbf}$$

$$L_1 := 6 \text{ ft}$$

$$L_2 := 6 \text{ ft}$$

$$\alpha := 30^\circ$$



Solución:  $\Sigma F_x = 0 \quad \Sigma F_y = 0 \quad \Sigma M_A = 0$

$$R_{Ax} := 1 \text{ lbf} \quad R_{Ay} := 1 \text{ lbf} \quad T := 1 \text{ lbf}$$

Given

$$R_{Ax} + T \cdot \cos(\alpha) = 0$$

$$R_{Ay} - W + T \cdot \sin(\alpha) + T = 0$$

$$[-W \cdot L_1 + T \cdot \sin(\alpha) \cdot L_1 + T \cdot (L_1 + L_2)] = 0$$

$$R := \text{Find}(R_{Ax}, R_{Ay}, T) = \begin{pmatrix} -346.41 \\ 400 \\ 400 \end{pmatrix} \cdot \text{lbf}$$

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI**  
**Solución Paramétrica**

**TEMA:**  
**Fricción**



1. El peso de la caja es  $W=30\text{ lb}$  y la fuerza  $F$  es perpendicular a la superficie inclinada. El coeficiente de fricción estática entre la caja y la superficie inclinada es  $\mu_s=0.2$ .

a) Si  $F=30\text{ lb}$ , ¿cuál es la magnitud de la fuerza de fricción ejercida sobre la caja?

b) Si  $F=10\text{ lb}$ , demuestre que la caja no puede permanecer en equilibrio sobre la superficie inclinada.

Datos:

$W := 30\text{ lbf}$     $\alpha := 20^\circ$     $\mu_s := 0.2$     $F_a := 30\text{ lbf}$     $F_b := 10\text{ lbf}$

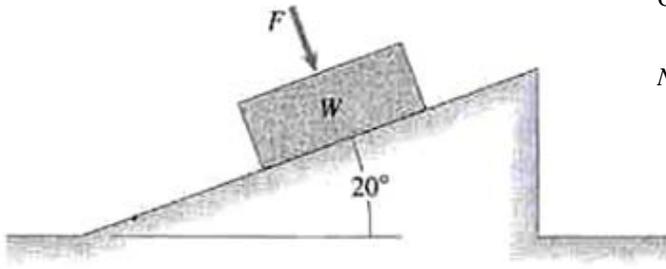
Solución:

a)  $\Sigma F_x = 0$     $FR := 11\text{ lbf}$

Given  $FR - W \cdot \sin(\alpha) = 0$     $FR := \text{Find}(FR) = 10.261 \cdot \text{lbf}$

$N_o := F_a + W \cdot \cos(\alpha) = 58.191 \cdot \text{lbf}$     $FR_{max} := \mu_s \cdot N_o = 11.638 \cdot \text{lbf}$

$\text{if}(FR < FR_{max}, FR, FR_{max}) = 10.261 \cdot \text{lbf}$



b)  $\Sigma F_x = 0$     $FR := 11\text{ lbf}$

Given  $FR - W \cdot \sin(\alpha) = 0$     $FR := \text{Find}(FR) = 10.261 \cdot \text{lbf}$

$N_o := F_b + W \cdot \cos(\alpha) = 38.191 \cdot \text{lbf}$     $FR_{max} := \mu_s \cdot N_o = 7.638 \cdot \text{lbf}$

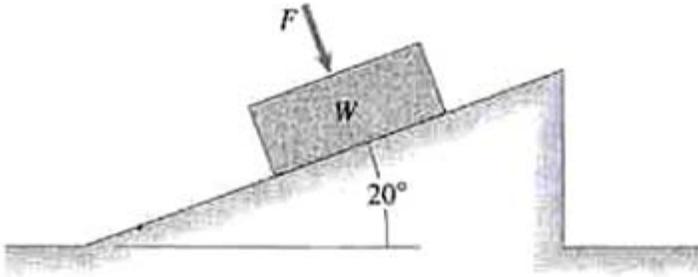
$\text{if}(FR < FR_{max}, "FR < FR_{max} \text{ no se desliza}", "FR > FR_{max} \text{ se desliza}") = "FR > FR_{max} \text{ se desliza}"$

## Fricción

2. El peso de la caja es  $W=30\text{ lb}$  y la fuerza  $F$  es perpendicular a la superficie inclinada. El coeficiente de fricción estática entre la caja y la superficie inclinada es  $\mu_s=0.2$ . ¿qué valor tiene la mínima fuerza  $F$  necesaria para mantener la caja en reposo?

Datos:

$$W := 30\text{ lbf} \quad \alpha := 20^\circ \quad \mu_s := 0.2$$



Solución:

Para mantener la caja en reposo el sistema debe estar en equilibrio, y la fuerza de fricción máxima debe ser igual a fricción demandada

$$FR_{max} = FR$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$FR := 1\text{ lbf} \quad \text{Given} \quad FR - W \cdot \sin(\alpha) = 0$$

$$FR := \text{Find}(FR) = 10.261\text{ lbf}$$

$$N = F + W \cdot \cos(\alpha) \quad FR_{max} = \mu_s \cdot N$$

$$F := 1\text{ lbf} \quad \text{Given} \quad \mu_s \cdot (F + W \cdot \cos(\alpha)) = FR \quad F := \text{Find}(F) = 23.112\text{ lbf}$$

3. El camión de la figura pesa 18 000 lb.

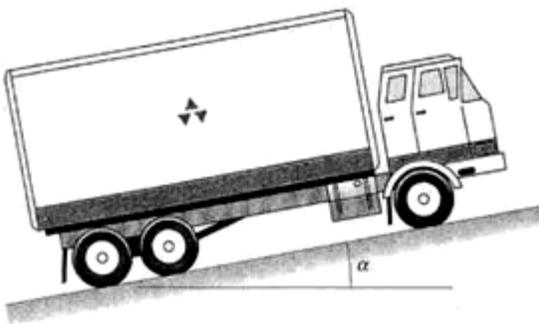
a) Si está en reposo y  $\alpha=10^\circ$ , ¿cuál es la magnitud de la fuerza de fricción ejercida sobre él por el camino inclinado?

b) Si el coeficiente de fricción estática entre los neumáticos del camión y el camino es  $\mu_s=0.6$ , ¿cuál es el valor máximo de  $\alpha$  en el que el camión puede permanecer en reposo?

c) Si el camino está cubierto de hielo y  $\mu_s=0.1$ , ¿cuál es el valor máximo de  $\alpha$  en el cual el camión sigue en reposo?

Datos:

$$W := 18000\text{ lbf} \quad \alpha := 10^\circ \quad \mu_{sb} := 0.6 \quad \mu_{sc} := 0.1$$



Solución:

$$a) \quad \Sigma F_x = 0$$

$$FR := 1\text{ lbf} \quad \text{Given} \quad FR - W \cdot \sin(\alpha) = 0$$

$$FR := \text{Find}(FR) = 3125.667\text{ lbf}$$

Para mantener la caja en reposo el sistema debe estar en equilibrio, y la fuerza de fricción máxima debe ser igual a fricción demandada

$$FR_{max} = FR$$

$$FR_{max} = \mu_s \cdot N \quad N = W \cdot \cos(\alpha) \quad FR = W \cdot \sin(\alpha)$$

$$\mu_s (W \cdot \cos(\alpha)) = W \cdot \sin(\alpha)$$

$$b) \quad \alpha_b := \text{atan}(\mu_{sb}) = 30.964^\circ \quad c) \quad \alpha_c := \text{atan}(\mu_{sc}) = 5.711^\circ$$

## Fricción

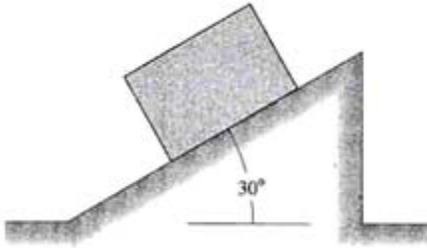
4. La caja de 50 N mostrada está en reposo.

a) ¿Cuál es la fuerza de fricción sobre la caja?

b) ¿Cuál es el valor mínimo del coeficiente de fricción estática que permite que la caja permanezca en reposo?

Datos:

$$W := 50N \quad \alpha := 30^\circ$$



Solución:

a)  $\Sigma F_x = 0$

$$FR := 1lbf \quad \text{Given } FR - W \cdot \sin(\alpha) = 0 \quad FR := \text{Find}(FR) = 25 \cdot N$$

b) Para mantener la caja en reposo el sistema debe estar en equilibrio, y la fuerza de fricción máxima debe ser igual a fricción demandada

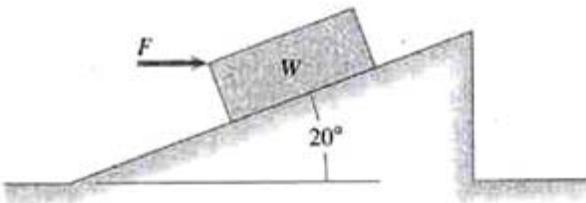
$$FR_{max} = FR \quad FR_{max} = \mu_s \cdot N \quad N = W \cdot \cos(\alpha) \quad FR = W \cdot \sin(\alpha)$$

$$\mu_s := \tan(\alpha) = 0.577$$

5. El peso de la caja mostrada es de 30 N. La fuerza F es horizontal. El coeficiente de fricción estática entre la caja y la superficie inclinada es  $\mu_s=0.2$ . ¿Para qué intervalo de valores de F permanecerá la caja en reposo?

Datos:

$$W := 30N \quad \alpha := 20^\circ \quad \mu_s := 0.2$$



Solución:

La magnitud de la fuerza no debe ser tal que la caja suba, o que la caja baje.

Para mantener la caja en reposo el sistema debe estar en equilibrio, y la fuerza de fricción máxima debe ser igual a fricción demandada

$$FR_{max} = FR$$

$$FR_{max} = \mu_s \cdot N$$

1. Cuando la caja quiere bajar

$$\Sigma F_x = 0 \quad FR - W \cdot \sin(\alpha) + F \cdot \cos(\alpha) = 0 \quad \text{Sustituyendo} \quad FR_{max} - W \cdot \sin(\alpha) + F \cdot \cos(\alpha) = 0$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad N_o - F \cdot \sin(\alpha) + W \cdot \cos(\alpha) = 0 \quad \mu_s \cdot N_o - W \cdot \sin(\alpha) + F \cdot \cos(\alpha) = 0$$

$$N_o := 1N \quad F := 1N \quad \text{Given } N_o - F \cdot \sin(\alpha) + W \cdot \cos(\alpha) = 0 \quad \mu_s \cdot N_o - W \cdot \sin(\alpha) + F \cdot \cos(\alpha) = 0$$

$$F_I := \text{Find}(N_o, F) = \begin{pmatrix} -22.8 \\ 15.77 \end{pmatrix} N$$

## Fricción

### 2. Cuando la caja quiere subir

$$\Sigma F_x = 0 \quad -FR - W \cdot \sin(\alpha) + F \cdot \cos(\alpha) = 0$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad N_o - F \cdot \sin(\alpha) + W \cdot \cos(\alpha) = 0$$

$$N_o := 1N \quad F := 1N \quad \text{Given} \quad N_o - F \cdot \sin(\alpha) + W \cdot \cos(\alpha) = 0 \quad -\mu_s \cdot N_o - W \cdot \sin(\alpha) + F \cdot \cos(\alpha) = 0$$

$$F_2 := \text{Find}(N_o, F) = \begin{pmatrix} -26.38 \\ 5.31 \end{pmatrix} N$$

Por lo tanto, la caja permanecerá en reposo siempre que

$$F_{2_2} > F > F_{1_1}; F_{2_2} = 5.305 N$$

$$F_{1_2} = 15.771 N$$

6. En la siguiente figura la caja A pesa 100 lb y la caja B 30 lb. Los coeficientes de fricción entre la caja A y la rampa son  $\mu_s = 0.30$  y  $\mu_k = 0.28$ . ¿Cuál es la magnitud de la fuerza de fricción ejercida sobre la caja A por la rampa?

Datos:

$$W_A := 100 \text{ lbf}$$

$$W_B := 30 \text{ lbf}$$

$$\alpha := 30^\circ$$

$$\mu_s := 0.3$$

$$\mu_k := 0.28$$

Solución:

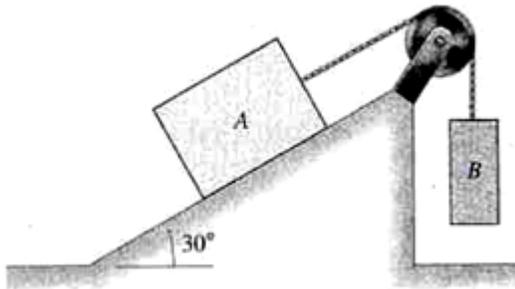
$$\Sigma F_x = 0$$

$$T := W_B$$

$$FR := 1 \text{ lbf}$$

$$\text{Given} \quad FR - W_A \cdot \sin(\alpha) + T = 0$$

$$FR := \text{Find}(FR) = 20 \cdot \text{lbf}$$

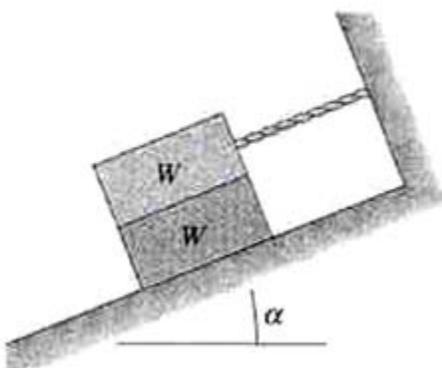


7. El coeficiente de fricción estática entre las dos cajas y entre la caja inferior y la superficie inclinada es  $\mu_s$ . ¿Cuál es el máximo ángulo  $\alpha$  para el cual la caja inferior no se deslizará?

Datos:

$$W := 10 \text{ lbf}$$

$$\mu_s := 0.3$$



Solución:

La caja superior se encuentra inmovil.

Del DCL de la caja superior

$$\Sigma F_x = 0 \quad -W_A \cdot \sin(\alpha) + T - Fr_A = 0$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad -W_A \cdot \cos(\alpha) + N_A = 0 \quad \Rightarrow \quad N_A := W_A \cdot \cos(\alpha) \quad \dots(1)$$

## Fricción

Para mantener la caja de enmedio en reposo el sistema debe estar en equilibrio, y la fuerza de fricción máxima debe ser igual a fricción demandada

$$FR_{max} = FR_A \quad FR_{max} = \mu_s \cdot N_A \quad \dots(2)$$

$$FR_{max} = FR_B \quad FR_{max} = \mu_s \cdot N_B \quad \dots(3)$$

Del DCL de la caja de enmedio

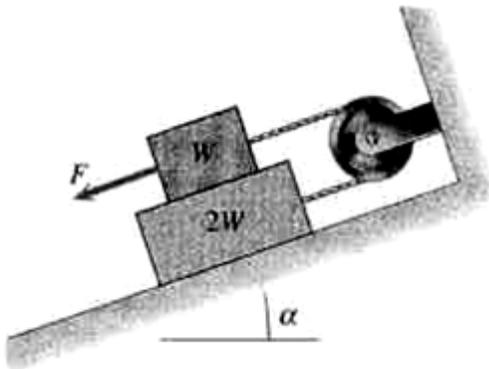
$$\Sigma F_x = 0 \quad FR_A + FR_B - W_B \cdot \sin(\alpha) = 0 \quad \dots(4)$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad -N_A + N_B - W_B \cdot \cos(\alpha) = 0 \Rightarrow N_B = W_B \cdot \cos(\alpha) + N_A \quad \dots(5)$$

sustituyendo ecs. 1, 2, 3 y 5 en la ec. 4

$$\mu_s \cdot (W \cdot \cos(\alpha)) + \mu_s \cdot (W \cdot \cos(\alpha) + W \cdot \cos(\alpha)) - W \cdot \sin(\alpha) = 0 \Rightarrow 3 \cdot \mu_s \cdot \cos(\alpha) = \sin(\alpha) \Rightarrow \alpha := \text{atan}(3 \cdot \mu_s) = 41.987^\circ$$

8. El coeficiente de fricción estática entre las dos cajas mostradas y entre la caja inferior y la superficie inclinada es  $\mu_s$ . ¿Qué valor tiene la máxima fuerza F que no ocasionará que las cajas se deslicen?



Datos:

$$W := 10\text{ lbf} \quad \mu := 0.3 \quad \alpha := 20^\circ$$

Para mantener las cajas en reposo el sistema debe estar en equilibrio, y la fuerza de fricción máxima debe ser igual a fricción demandada

$$FR_{max} = FR_A \quad FR_{max} = \mu_s \cdot N_A \quad \dots(1)$$

$$FR_{max} = FR_B \quad FR_{max} = \mu_s \cdot N_B \quad \dots(2)$$

Del DCL de la caja superior

$$\Sigma F_x = 0 \quad -F - W_A \cdot \sin(\alpha) + T - Fr_A = 0 \quad \dots(3)$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad -W_A \cdot \cos(\alpha) + N_A = 0 \Rightarrow N_A := W_A \cdot \cos(\alpha) \quad \dots(4)$$

Del DCL de la caja de enmedio

$$\Sigma F_x = 0 \quad -FR_A - FR_B - W_B \cdot \sin(\alpha) + T = 0 \quad \dots(5)$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad -N_A + N_B - W_B \cdot \cos(\alpha) = 0 \Rightarrow N_B = W_B \cdot \cos(\alpha) + N_A \Rightarrow N_B = W_B \cdot \cos(\alpha) + W_A \cdot \cos(\alpha) \quad \dots(6)$$

sustituyendo 4 en 1 y 6 en 2

$$FR_A = \mu \cdot (W_A \cdot \cos(\alpha)) \quad \dots(7)$$

$$FR_B = \mu (W_B \cdot \cos(\alpha) + W_A \cdot \cos(\alpha)) \quad \dots(8)$$

## Fricción

Sustituyendo 7 y 8 en 5 y 3, y resolviendo el sistema:

Considerando que  $W_A = W$  y  $W_B = 2W$

$$T := 11\text{ lbf} \quad F := 11\text{ lbf} \quad \text{Given} \quad -F + T - W \cdot \sin(\alpha) + \mu \cdot (W \cdot \cos(\alpha)) = 0$$

$$-2 \cdot W \cdot \sin(\alpha) + T - \mu \cdot (W \cdot \cos(\alpha)) - \mu \cdot (W \cdot \cos(\alpha)) + 2W \cdot \cos(\alpha) = 0$$

$$\text{Fuerzas} := \text{Find}(T, F) = \begin{pmatrix} 80.587 \\ 77.913 \end{pmatrix} \text{ N}$$

$$F := 5 \cdot \mu \cdot W \cdot \cos(\alpha) + W \cdot \sin(\alpha) = 77.913 \text{ N}$$

$$F := \text{Fuerzas}_2 = 77.913 \text{ N}$$

9. El coeficiente de fricción estática entre la barra de 20 lb mostrada y el piso es  $\mu_s = 0.3$ . Ignore la fricción entre la barra y la pared.

a) Si  $\alpha = 20^\circ$ , ¿Cuál es la magnitud de la fuerza de fricción ejercida por el piso sobre la barra?

b) ¿Cuál es el valor máximo de  $\alpha$  para el cual la barra no se deslizará?

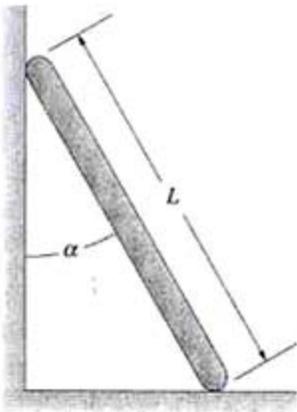
Datos:

$$W := 20\text{ lbf}$$

$$\mu := 0.3$$

$$\alpha_a := 20^\circ$$

$$L := 10\text{ ft}$$



Solución:

Realizando suma de momentos en el extremo inferior de la viga

$$R_{Ax} := 11\text{ lbf}$$

$$\Sigma M_A = \text{Given} \quad -R_{Ax} \cdot (L \cdot \cos(\alpha_a)) + W \cdot \frac{L \cdot \sin(\alpha_a)}{2} = 0 \quad R_{Ax} := \text{Find}(R_{Ax}) = 3.64 \cdot \text{lbf}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$-W + N = 0$$

$$N_o := W = 20 \cdot \text{lbf}$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$R_{Ax} - FR = 0$$

a)

$$FR := R_{Ax} = 3.64 \cdot \text{lbf}$$

Para mantener la barra en reposo el sistema debe estar en equilibrio, y la fuerza de fricción máxima debe ser igual a fricción demandada

$$FR_{max} = FR \quad FR_{max} = \mu \cdot N \quad \Rightarrow \quad \mu \cdot N = R_{Ax}$$

sustituyendo  $\alpha_{max} := 1^\circ$

$$\text{Given} \quad -\mu \cdot N_o \cdot (L \cdot \cos(\alpha_{max})) + W \cdot \frac{L \cdot \sin(\alpha_{max})}{2} = 0$$

b)

$$\alpha_{max} := \text{Find}(\alpha_{max}) = 30.964^\circ$$

## Fricción

10. El refrigerador pesa 350 lb. Las distancias son:  $h = 60$  pulg y  $b = 14$  pulg. El coeficiente de fricción estática en A y B es  $\mu_s = 0.24$ .

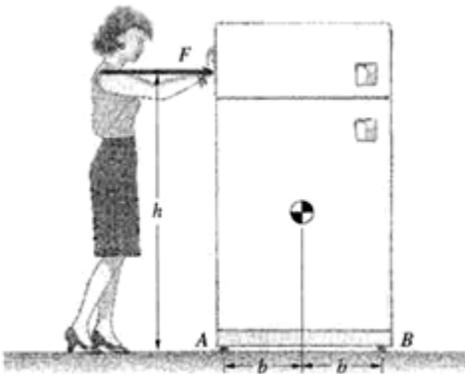
a) ¿Qué fuerza  $F$  es necesaria para impedir el deslizamiento?

b) Demuestre que el refrigerador se voltea antes de deslizarse

c) ¿cuál debería ser la altura  $h$ , a la que se aplique la carga para que el refrigerador no se voltee.

Datos:

$$W := 350 \text{ lbf} \quad h := 60 \text{ in} \quad b := 14 \text{ in} \quad \mu_s := 0.24$$



Solución:

Para mantener el refrigerador en reposo el sistema debe estar en equilibrio, y la fuerza de fricción máxima debe ser igual a fricción demandada

$$FR_{max} = FR \quad FR_{max} = \mu \cdot N$$

Realizando suma de fuerzas

$$\Sigma F_x = 0 \quad F - \mu_s \cdot N_A - \mu_s \cdot N_B = 0 \quad \dots (1)$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad -W + N_A + N_B = 0 \Rightarrow N_A := \frac{W}{2} \quad N_B := N_A = 175 \cdot \text{lbf}$$

de (1)  $F := \mu_s \cdot N_A + \mu_s \cdot N_B = 84 \cdot \text{lbf}$

Para que el refrigerador gire, a partir de la suma de momentos en B

$$F \cdot h > W \cdot b$$

$$F \cdot (h) = 5040 \cdot \text{lbf} \cdot \text{in} \quad W \cdot b = 4900 \cdot \text{lbf} \cdot \text{in}$$

$$\text{gira\_o\_desliza} := \begin{cases} \text{"el refrigerador gira antes de deslizarse"} & \text{if } F \cdot h > W \cdot b \\ \text{"el refrigerador no se desliza ni gira"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$\text{gira\_o\_desliza} = \text{"el refrigerador gira antes de deslizarse"}$

Para que el refrigerador no se voltee, se tiene que cumplir que:

$$F(h) = W(b)$$

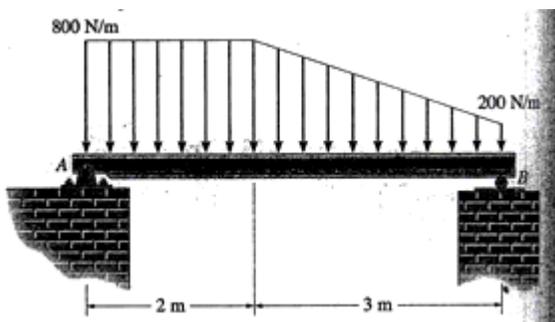
Por lo tanto

$$h := \frac{W \cdot b}{F} = 58.333 \cdot \text{in}$$

## TEMA: *Cargas Lineales*



1. Reemplace la carga distribuida por una fuerza resultante equivalente y especifique su ubicación, medida desde el punto A.



Datos:

$$w_1 := 800 \frac{N}{m} \quad w_2 := 200 \frac{N}{m} \quad L_1 := 2m \quad L_2 := 3m$$

Solución: Obtenemos la fuerza resultante

$$F_1 := w_1 \cdot L_1 = 1600 N \quad x_1 := \frac{L_1}{2} = 1 m$$

$$F_2 := w_2 \cdot L_2 = 600 N \quad x_2 := L_1 + \frac{L_2}{2} = 3.5 m$$

$$F_3 := \frac{(w_1 - w_2) \cdot L_2}{2} = 900 N \quad x_3 := L_1 + \frac{1}{3} \cdot L_2 = 3 m$$

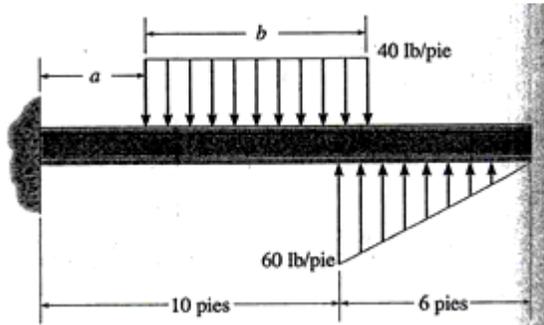
$$F_R := F_1 + F_2 + F_3 = 3100 N$$

Ubicamos el punto de aplicación de la fuerza desde el punto A.

$$X_C := \frac{F_1 \cdot x_1 + F_2 \cdot x_2 + F_3 \cdot x_3}{F_R} = 2.065 m$$

## Cargas lineales

2. La viga está sometida a la carga distribuida mostrada. Determine la longitud  $b$  de la carga uniforme y su posición  $a$  sobre la viga de manera que la fuerza y el momento de par resultantes que actúen sobre la viga sean cero.



Datos:

$$w_1 := 40 \frac{\text{lb}}{\text{ft}}$$

$$L_1 := 10 \text{ ft}$$

$$L_2 := 6 \text{ ft}$$

$$w_2 := 60 \frac{\text{lb}}{\text{ft}}$$

Solución:

$$FR_2 := w_2 \cdot \frac{L_2}{2} = 800.68 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad b := 1 \text{ ft} \quad \text{Given} \quad -(w_1 \cdot b) + FR_2 = 0$$

$$b := \text{Find}(b) = 4.5 \cdot \text{ft}$$

$$FR_1 := w_1 \cdot b = 180 \cdot \text{lb}$$

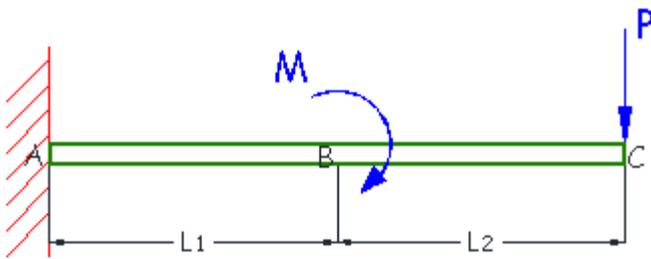
$$\Sigma M_A = 0 \quad a := 1 \text{ ft} \quad \text{Given} \quad -FR_1 \cdot \left( a + \frac{b}{2} \right) + FR_2 \cdot \left( L_1 + \frac{L_2}{3} \right) = 0$$

$$a := \text{Find}(a) = 9.75 \cdot \text{ft}$$

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI**  
**Solución Paramétrica**

*Tema: Elementos mecánicos*  
*Vigas*

1. Trace los diagramas de fuerza cortante y de momento para la viga en voladizo



Datos:

$M := 800 \text{ lbf} \cdot \text{ft}$

$P := 100 \text{ lbf}$

$L_1 := 5 \text{ ft}$

$L_2 := 5 \text{ ft}$

Resolver la ecuación utilizando "Given":

Valores iniciales para iterar :  $A_y := 1 \text{ lbf}$        $M_A := 1 \text{ lbf} \cdot \text{ft}$

$\sum M_B = 0$       Given       $-M - P \cdot (L_1 + L_2) + M_A = 0$        $M_A := \text{Find}(M_A) = 1800 \text{ lbf} \cdot \text{ft}$

$\sum F_y = 0$       Given       $A_y - P = 0$        $A_y := \text{Find}(A_y) = 100 \text{ lbf}$

Obtención del diagrama de momento flexionante:

$\sum M = 0$        $M(x) := M_A - A_y \cdot x - M \cdot (x > L_1)$        $L_1 + L_2 = 3.048 \text{ m}$        $x := 0 \text{ ft}, 0.01 \text{ ft} \dots (L_1 + L_2)$

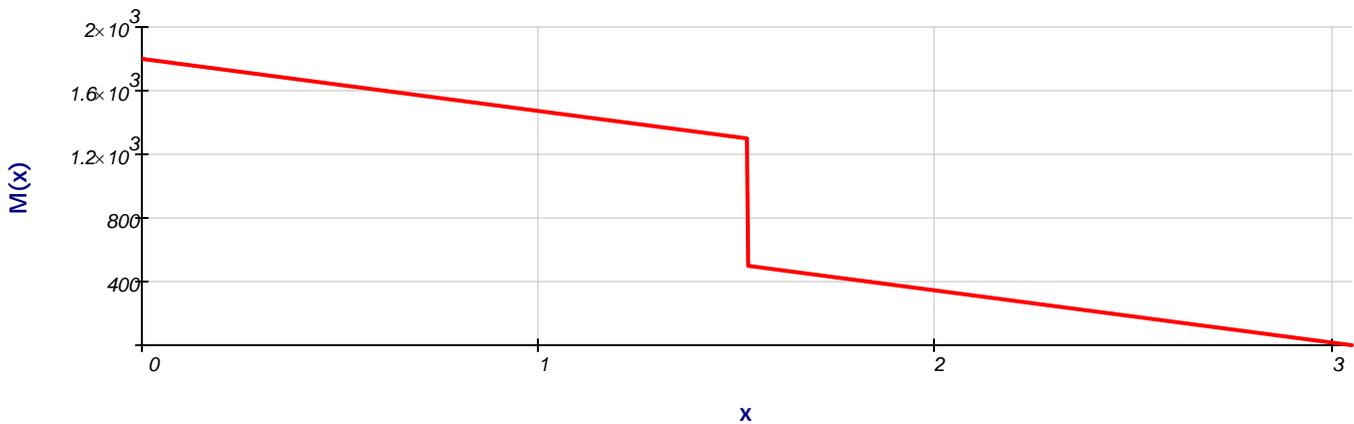


Diagrama de Momentos

## Elementos mecánicos. Vigas

Obtención del diagrama de cortante:

$$\sum V = 0 \Rightarrow V(x) := A_y - P(x = L_1 + L_2)$$

$$x := 0\text{ft}, 0.01\text{ft}.. L_1 + L_2$$

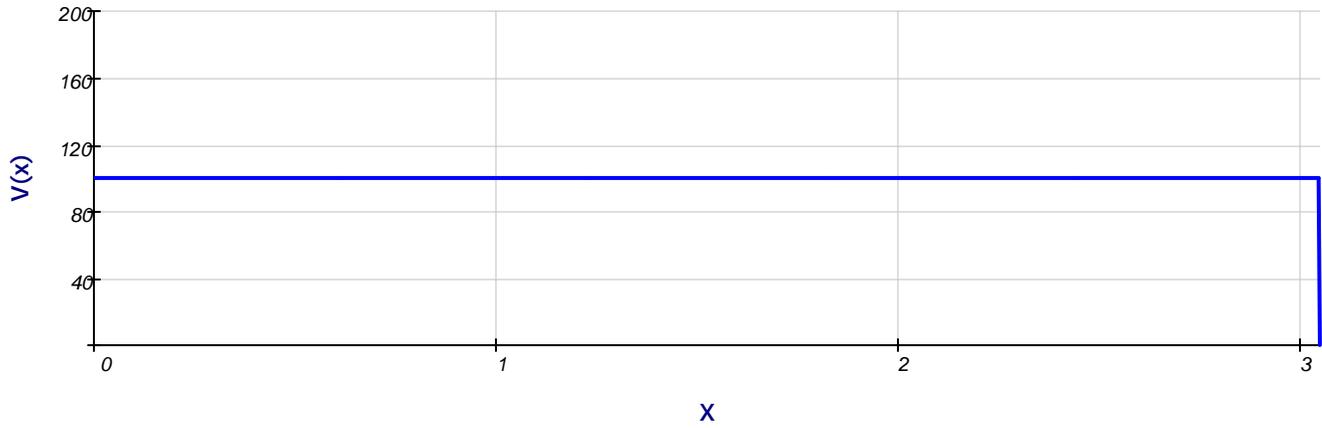
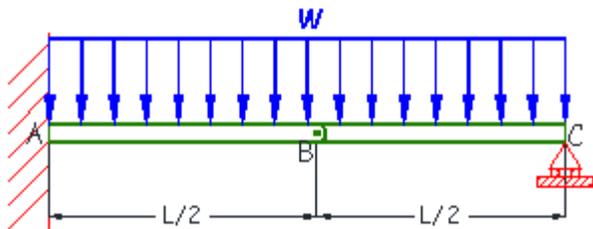


Diagrama de cortantes

## Elementos mecánicos. Vigas

2. Trace los diagramas de fuerza cortante y momento flexionante para la viga ABC. Observe que se tiene un pasador en B.



Datos:

$$w := 2 \frac{\text{Ton}}{\text{m}}$$

$$L := 10\text{m}$$

$$L_1 := \frac{L}{2}$$

$$L_2 := \frac{L}{2}$$

Resolver la ecuación utilizando "Given":

Valores iniciales para iterar :  $A_y := 1\text{Ton}$      $M_A := 1\text{Ton}\cdot\text{m}$      $C_y := 1\text{Ton}$

Dividiendo en el punto B la viga en 2, la "viga" BC

$$\sum M_B = 0 \quad \text{Given} \quad -w \cdot \frac{L}{2} \cdot \left(\frac{\frac{L}{2}}{2}\right) + C_y \cdot \frac{L}{2} = 0 \quad C_y := \text{Find}(C_y) = 5\text{Ton}$$

Tomando de nuevo todo el sistema

$$\sum F_y = 0 \quad \text{Given} \quad -w \cdot L + A_y + C_y = 0 \quad A_y := \text{Find}(A_y) = 15\text{Ton}$$

Tomando la viga AB

$$\sum M_B = 0 \quad \text{Given} \quad w \cdot \frac{L}{2} \cdot \left(\frac{\frac{L}{2}}{2}\right) - A_y \cdot \frac{L}{2} + M_A = 0 \quad M_A := \text{Find}(M_A) = 50\text{Ton}\cdot\text{m}$$

Obtención del diagrama de momento flexionante:

$$\sum M = 0 \quad M(x) := M_A - A_y \cdot x + w \cdot x \cdot \frac{x}{2} \quad x := 0\text{m}, 0.01\text{m}..(L)$$



Diagrama de Momentos

## Elementos mecánicos. Vigas

Obtención del diagrama de cortante:

$$\sum V = 0 \Rightarrow V(x) := A_y - w \cdot x + C_y \cdot (x = L)$$

$$x := 0m, 0.01m.. L$$

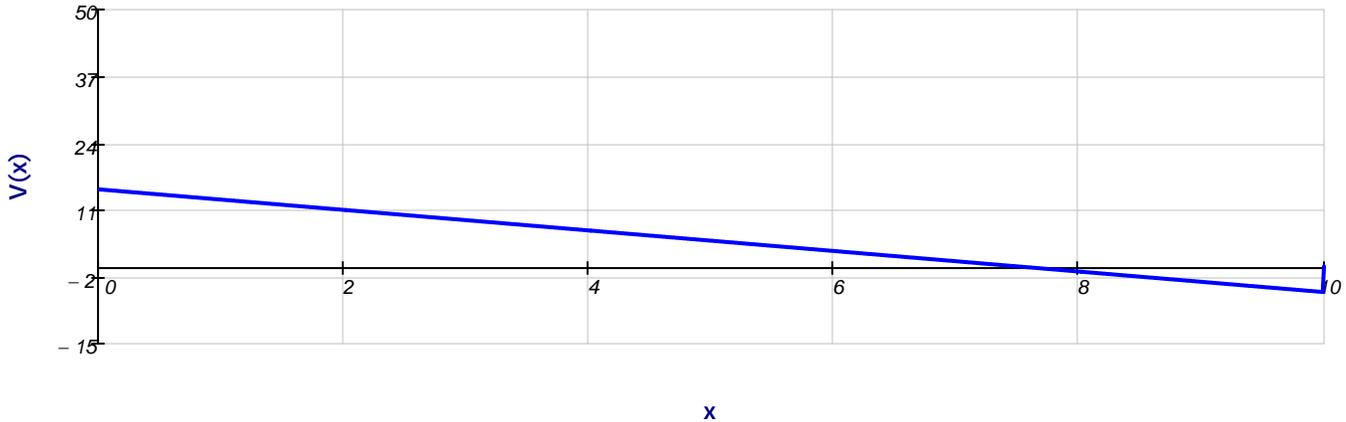


Diagrama de cortante

3. Si  $L=18$  pies, la viga fallara cuando la fuerza cortante máxima sea  $V_{max} = 800$  lb, o el momento máximo sea  $M_{max} = 1200$  lb·pie. Determine la intensidad  $w$  más grande de la carga distribuida que la viga soportara.

Datos:

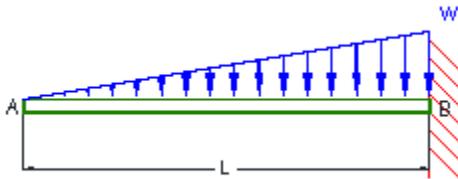
$$L := 18ft$$

La viga falla cuando:

$$V_{max} := 800lb$$

ó cuando:

$$M_{max} := 1200lb \cdot ft$$



Resolver la ecuación utilizando "Given":

Valores iniciales para iterar :

$$w_1 := 1 \frac{lb}{ft}$$

Determinando la suma de momentos respecto a B

$$\sum M_B = 0 \quad \text{Given} \quad \left( \frac{L \cdot w_1}{2} \right) \cdot \frac{L}{3} - M_{max} = 0 \quad w_1 := \text{Find}(w_1) = 22.222 \cdot \frac{lb}{ft}$$

Tomando de nuevo todo el sistema  $w_2 := 1 \frac{lb}{ft}$

$$\sum F_y = 0 \quad \text{Given} \quad V_{max} - L \cdot \frac{w_2}{2} = 0 \quad w_2 := \text{Find}(w_2) = 88.889 \cdot \frac{lb}{ft}$$

## Elementos mecánicos. Vigas

Obtención del diagrama de momento flexionante:

$$w := \text{if}(w_1 < w_2, w_1, w_2) = 22.222 \cdot \frac{\text{lb}}{\text{ft}}$$

$$\sum M = 0 \quad M(x) := -\left(\frac{w \cdot x}{2L}\right) \cdot x \cdot \left(\frac{1}{3}x\right) \cdot (x \leq L) + M_{\text{max}}(x = L) \quad x := 0\text{ft}, 0.01\text{ft}.. (L)$$



Diagrama de Momentos

Obtención del diagrama de cortante:

$$w = 22.222 \cdot \frac{\text{lb}}{\text{ft}} \quad L = 18\text{ft}$$

$$\sum V = 0 \Rightarrow V(x) := -\frac{w}{2L} \cdot x^2 \cdot (x < L) \quad x := 0\text{ft}, 0.01\text{ft}.. L$$

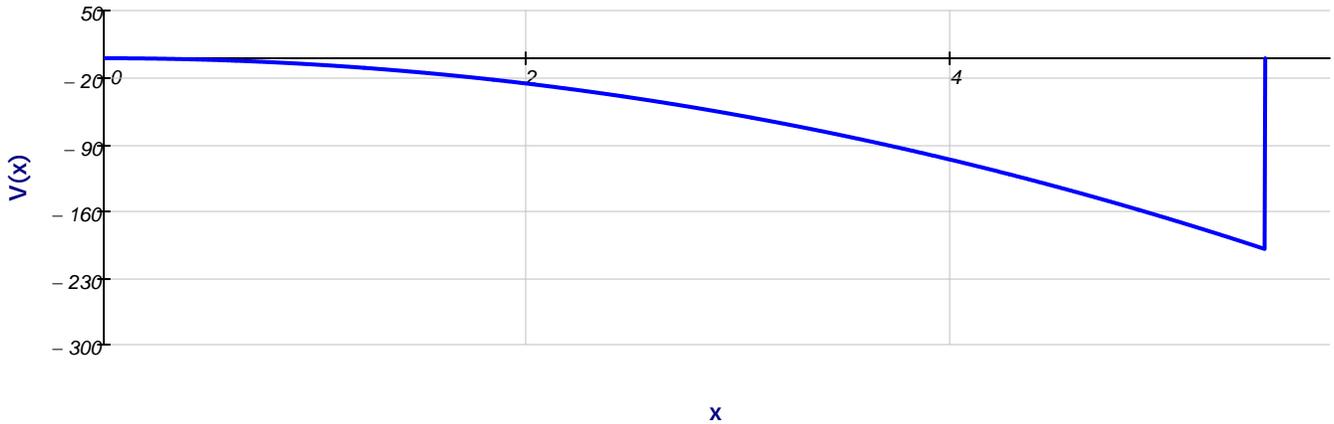
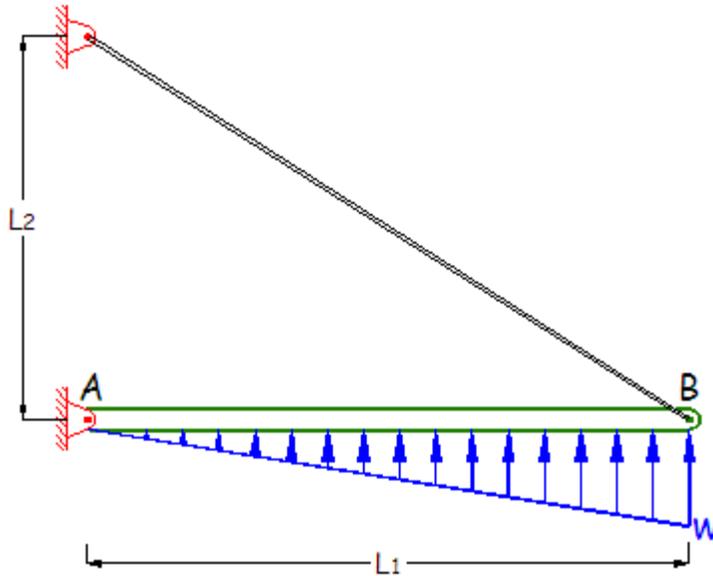


Diagrama de Cortante

## Elementos mecánicos. Vigas

4. Trace los diagramas de fuerza cortante y de momento para la viga



Datos:

$$L_1 := 6m$$

$$L_2 := 3m$$

$$w := 3 \frac{kN}{m}$$

Determinando el ángulo entre la viga y el cable:

$$\theta := \text{atan}\left(\frac{L_2}{L_1}\right) = 26.565^\circ$$

obtenemos la distancia perpendicular que hay del punto A al cable

$$d := L_1 \cdot \sin(\theta) = 2.683m$$

Resolver la ecuación utilizando "Given":

Valores iniciales para iterar :

Determinando la suma de momentos respecto a A para determinar la tensión en el cable  $T_{CB} := 1kN$

$$\sum M_A = 0 \quad \text{Given} \quad T_{CB} \cdot d - \frac{w \cdot L_1}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot L_1 = 0 \quad T_{CB} := \text{Find}(T_{CB}) = 13.416 \cdot kN$$

Tomando de nuevo todo el sistema  $R_{Ay} := 1kN$

$$\sum F_y = 0 \quad \text{Given} \quad R_{Ay} - \frac{L_1 \cdot w}{2} + T_{CB} \sin(\theta) = 0 \quad R_{Ay} := \text{Find}(R_{Ay}) = 3 \cdot kN$$

## Elementos mecánicos. Vigas

Obtención del diagrama de momento flexionante:

$$\sum M = 0 \quad M(x) := R_{Ay} \cdot x - x \cdot \left( \frac{x \cdot w}{L_1} \right) \cdot \frac{1}{3} \cdot x \quad (x \leq L_1) \quad x := 0m, 0.01m.. (L_1)$$



Diagrama de momentos

Obtención del diagrama de cortante:

$$\sum V = 0 \Rightarrow V(x) := R_{Ay} - x \cdot \left( \frac{x \cdot w}{L_1} \right) + T_{CB} \sin(\theta) \cdot (x = L_1) \quad x := 0m, 0.01m.. L_1$$

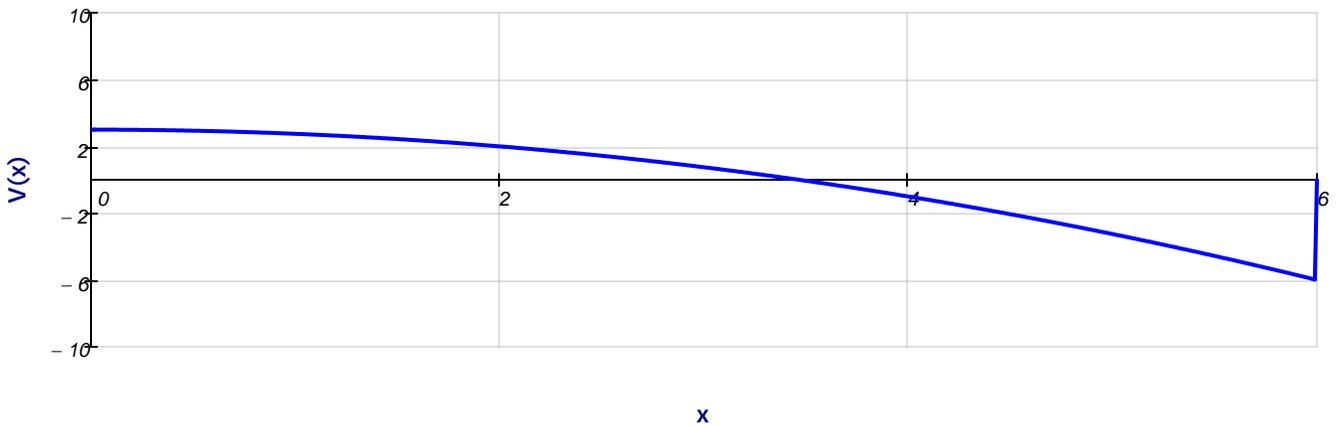
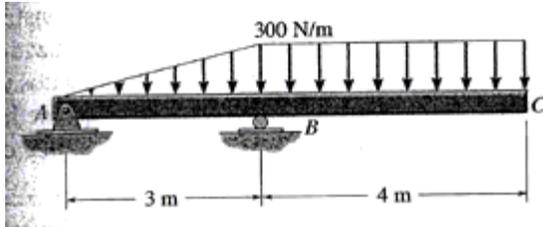


Diagrama de cortante

## Elementos mecánicos. Vigas

5. Trace los diagramas de fuerza cortante y de momento para la viga.



Datos:

$$w := 300 \frac{N}{m}$$

$$L_1 := 3m$$

$$L_2 := 4m$$

Resolver la ecuación utilizando "Given":

Valores iniciales para iterar :

Determinando la suma de momentos respecto a A para determinar la reacción vertical en B  $R_{By} := 1N$

$$\sum M_A = 0 \quad \text{Given} \quad \frac{2}{3} \cdot L_1 \cdot \left( \frac{w \cdot L_1}{2} \right) - L_1 \cdot R_{By} + \left( L_1 + \frac{L_2}{2} \right) \cdot w \cdot L_2 = 0 \quad R_{By} := \text{Find}(R_{By}) = 2300N$$

Determinando la suma de fuerzas verticales

$$R_{Ay} := 1kN$$

$$\sum F_y = 0 \quad \text{Given} \quad R_{Ay} - \frac{w \cdot L_1}{2} + R_{By} - w \cdot L_2 = 0 \quad R_{Ay} := \text{Find}(R_{Ay}) = -0.65 \cdot kN$$

Obtención del diagrama de momento flexionante:

$$\sum M = 0 \quad M(x) := R_{Ay} \cdot x - x \cdot \frac{\left( \frac{x \cdot w}{L_1} \right)}{2} - \frac{1}{3} \cdot x \cdot (x \leq L_1) - \left( \frac{w \cdot L_1}{2} \right) \cdot \left( x - \frac{2 \cdot L_1}{3} \right) \cdot (x > L_1) + R_{By} \cdot (x - L_1) \cdot (x \geq L_1) - w \cdot (x - L_1) \cdot \left( \frac{x - L_1}{2} \right) \cdot (x > L_1)$$

$$x := 0m, 0.01m.. (L_1 + L_2)$$

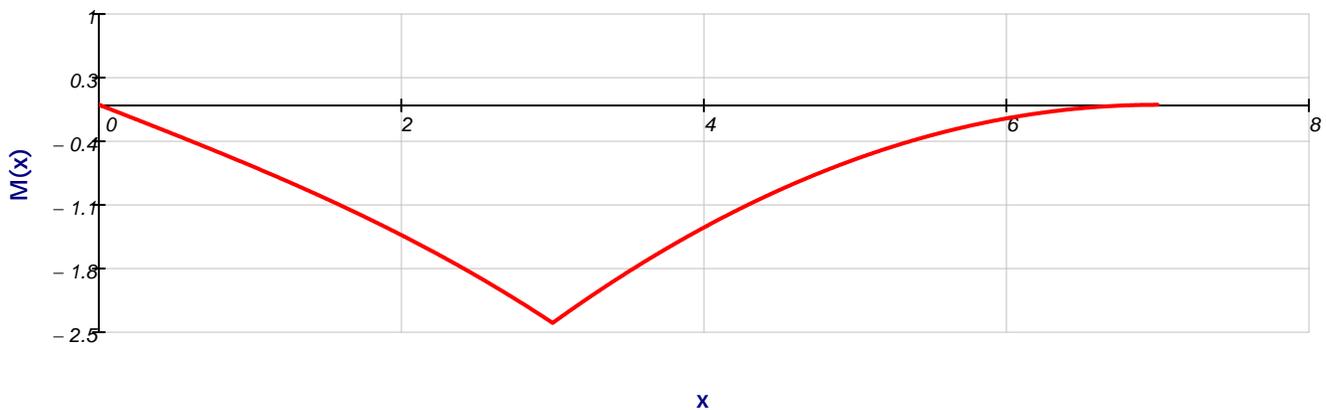


Diagrama de momentos

## Elementos mecánicos. Vigas

Obtención del diagrama de cortante:

$$\sum V = 0 \quad V(x) := R_{Ay} - x \cdot \left(\frac{w \cdot x}{L_1}\right) \cdot (x < L_1) - \frac{w \cdot L_1}{2} \cdot (x \geq L_1) + R_{By} \cdot (x \geq L_1) - w \cdot (x - L_1) \cdot (x \geq L_1) \quad x := 0m, 0.01m.. L_1 + L_2$$

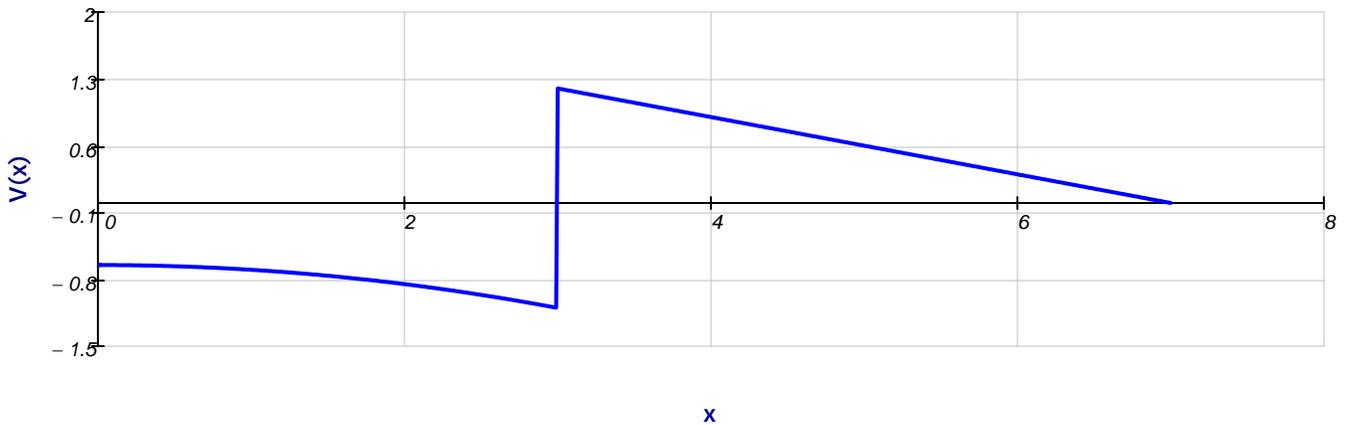
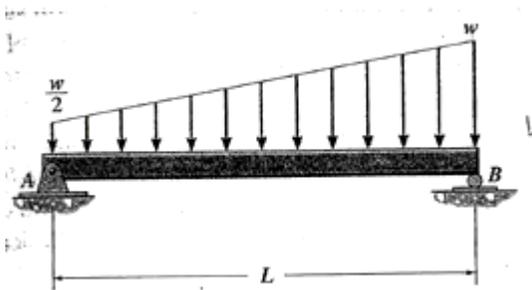


Diagrama de cortante

6. Trace los diagramas de fuerza cortante y de momento para la viga.



Datos:

$$w := 100 \frac{N}{m}$$

$$L := 10m$$

Para resolverlo descompondremos la carga en dos, un rectángulo y en un triángulo.

Resolver la ecuación utilizando "Given":

Valores iniciales para iterar :  $R_{By} := 1N \quad R_{Ay} := 1N$

Determinando la suma de momentos respecto a A para determinar la reacción vertical en B

$$\sum M_A = 0 \quad \text{Given} \quad -\left(\frac{L}{2}\right) \cdot \left(L \cdot \frac{w}{2}\right) - \left(\frac{2}{3}L\right) \cdot \left(\frac{L \cdot w}{2}\right) + R_{By} \cdot L = 0 \quad R_{By} := \text{Find}(R_{By}) = 416.667N$$

## Elementos mecánicos. Vigas

Determinando la suma de fuerzas en Y

$$\sum F_y = 0 \quad \text{Given} \quad R_{Ay} - L \cdot \left(\frac{w}{2}\right) - \frac{\left(\frac{w}{2} \cdot L\right)}{2} + R_{By} = 0 \quad R_{Ay} := \text{Find}(R_{Ay}) = 333.333N$$

Obtención del diagrama de momento flexionante:

$$\sum M = 0 \quad M(x) := -R_{Ay} \cdot x + x \cdot \left(\frac{w}{2}\right) \cdot \left(\frac{x}{2}\right) + \frac{x \cdot \left(\frac{w}{2} \cdot x\right)}{2} \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot x\right) \quad x := 0m, 0.01m.. (L)$$

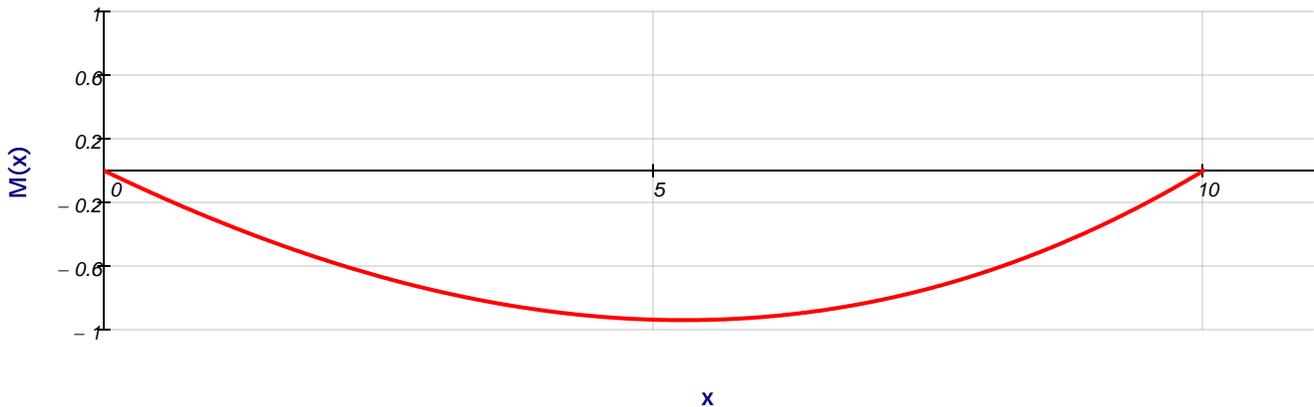


Diagrama de momentos

$$x := 1m \quad \text{Given} \quad \frac{d}{dx} \left[ -R_{Ay} \cdot x + x \cdot \left(\frac{w}{2}\right) \cdot \left(\frac{x}{2}\right) + \frac{x \cdot \left(\frac{w}{2} \cdot x\right)}{2} \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot x\right) \right] = 0 \quad d_{M\_max} := \text{Find}(x) \quad d_{M\_max} = 5.275m$$

Obtención del diagrama de cortante:

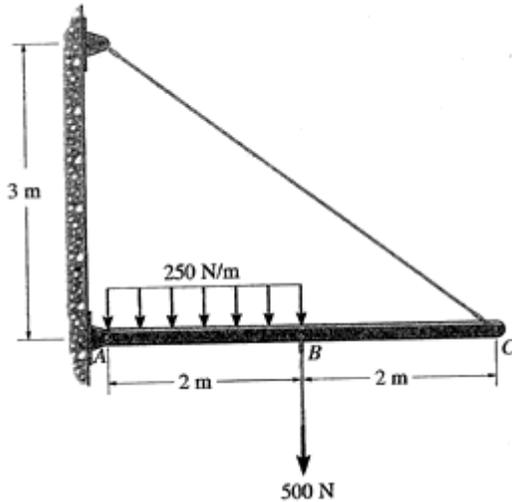
$$\sum V = 0 \quad V(x) := R_{Ay} - x \cdot \left(\frac{w}{2}\right) - \frac{x \cdot \left(\frac{w}{2} \cdot x\right)}{2} \quad x := 0m, 0.01m.. L$$



Diagrama de cortante

## Elementos mecánicos. Vigas

7. Trace los diagramas de fuerza cortante y de momento para la viga



Datos:

$L_1 := 2m$	$w := 250 \frac{N}{m}$
$L_2 := 2m$	$F := 500N$
$L_3 := 3m$	

Determinando el angulo entre la viga y el cable:

$$\theta := \text{atan}\left(\frac{L_3}{L_1 + L_2}\right) = 36.87^\circ$$

obtenemos la distancia perpendicular que hay del punto A al cable

$$d := (L_1 + L_2) \cdot \sin(\theta) = 2.4m$$

Resolver la ecuación utilizando "Given":

Valores iniciales para iterar :  $T_{CB} := 1N$      $R_{Ay} := 1N$      $R_{Ax} := 1N$

Determinando la suma de momentos respecto a A para determinar la tension en el cable

$$\sum M_A = 0 \quad \text{Given} \quad T_{CB} d - \frac{L_1}{2} \cdot (w \cdot L_1) - F \cdot L_1 = 0 \quad T_{CB} := \text{Find}(T_{CB}) = 625-N$$

Determinando la suma de fuerzas verticales

$$\sum F_y = 0 \quad \text{Given} \quad R_{Ay} - w \cdot L_1 - F + T_{CB} \sin(\theta) = 0 \quad R_{Ay} := \text{Find}(R_{Ay}) = 625-N$$

Para conocer la reaccion en X en el punto A

$$\sum F_x = 0 \quad \text{Given} \quad R_{Ax} - T_{CB} \cos(\theta) = 0 \quad R_{Ax} := \text{Find}(R_{Ax}) = 500-N$$

## Elementos mecánicos. Vigas

Obtención del diagrama de momento flexionante:

$$\sum M = 0 \quad M(x) := -R_{Ay} \cdot x + w \cdot x \cdot \left(\frac{x}{2}\right) \cdot (x \leq L_1) + w \cdot L_1 \cdot \left(x - \frac{L_1}{2}\right) \cdot (x > L_1) + F(x - L_1) \cdot (x > L_1) \quad x := 0m, 0.01m.. (L_1 + L_2)$$

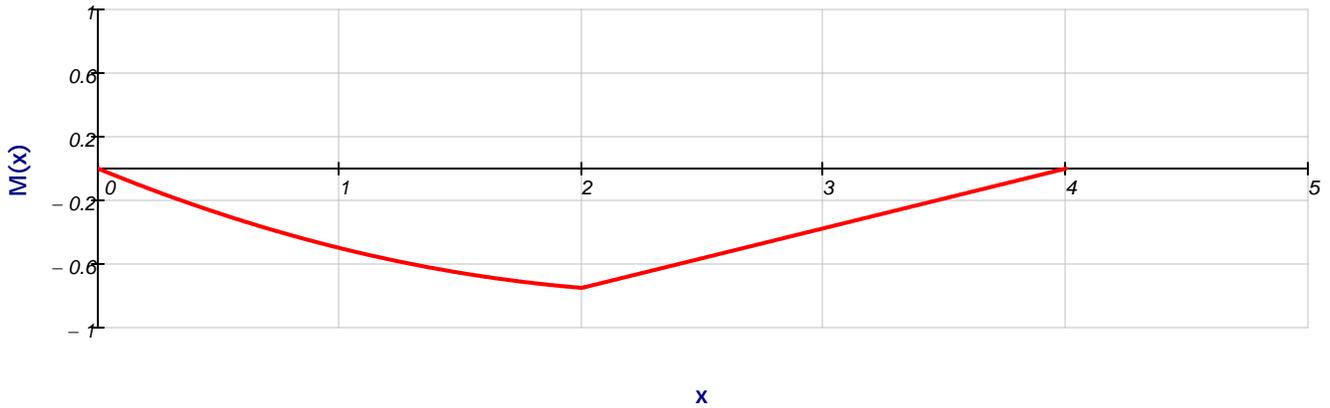


Diagrama de momentos

Obtención del diagrama de cortante:

$$\sum V = 0 \quad V(x) := R_{Ay} - w \cdot x \cdot (x \leq L_1) - w \cdot L_1 \cdot (x > L_1) - F(x = L_1) - w \cdot L_1 \cdot (x > L_1) + T_{CB} \sin(\theta) \cdot (x = L_1 + L_2) \quad x := 0m, 0.01m.. L_1 + L_2$$

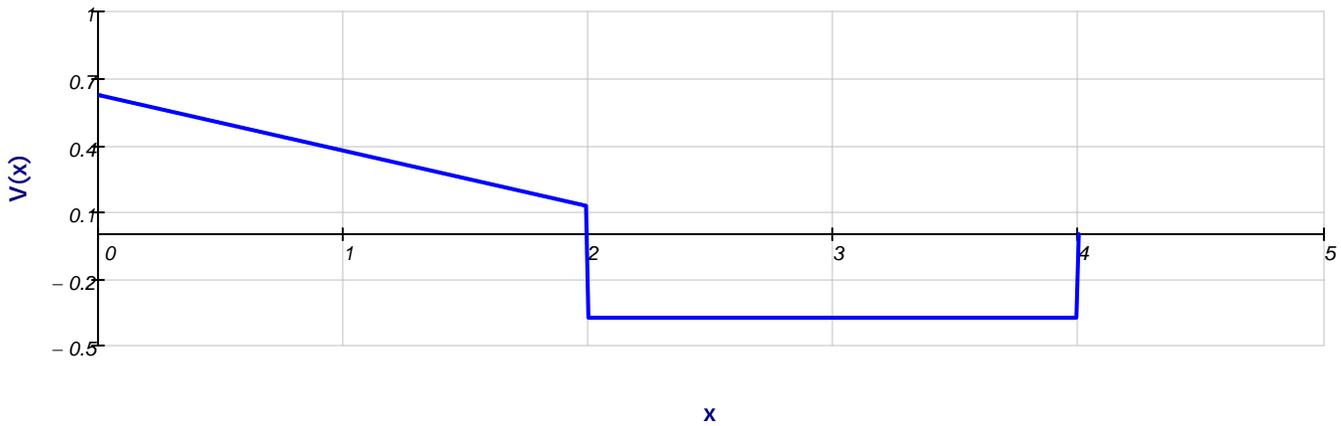
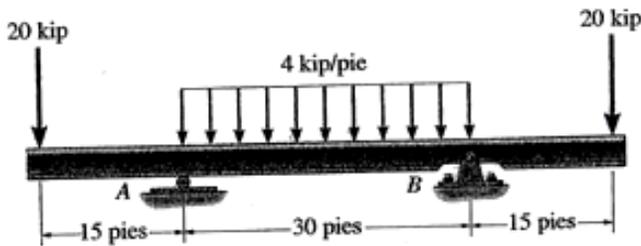


Diagrama de cortante

## Elementos mecánicos. Vigas

8. Trace los diagramas de fuerza cortante y de momento para la viga



Datos

$$L_1 := 15\text{ft}$$

$$L_2 := 30\text{ft}$$

$$L_3 := 15\text{ft}$$

$$w := 4 \frac{\text{kip}}{\text{ft}}$$

$$P_1 := 20\text{kip}$$

$$P_2 := 20\text{kip}$$

Resolver la ecuación utilizando "Given":

Determinando la suma de momentos respecto a A para determinar la reacción vertical en B  $R_B := 1\text{kip}$

$$\sum M_A = 0 \quad \text{Given} \quad -P_1 \cdot L_1 + (w \cdot L_2) \cdot \frac{L_2}{2} - R_B \cdot L_2 + P_2 \cdot (L_2 + L_3) = 0 \quad R_B := \text{Find}(R_B) = 80\text{-kip}$$

Tomando de nuevo todo el sistema  $R_A := 1\text{kip}$

$$\sum F_y = 0 \quad \text{Given} \quad -P_1 + R_A - w \cdot L_2 + R_B - P_2 = 0 \quad R_A := \text{Find}(R_A) = 80\text{-kip}$$

Obtención del diagrama de momento flexionante:

$$x := 0\text{ft}, 0.01\text{ft}..(L_1 + L_2 + L_3)$$

$$\sum M = 0 \quad M(x) := \begin{cases} (-P_1 \cdot x) & \text{if } 0 \leq x < L_1 \\ \left[ -P_1 \cdot x + R_A \cdot (x - L_1) - w \cdot (x - L_1) \cdot \left( \frac{x - L_1}{2} \right) \right] & \text{if } L_1 \leq x < (L_1 + L_2) \\ \left[ -P_1 \cdot x + R_A \cdot (x - L_1) - w \cdot L_2 \cdot \left( x - L_1 - \frac{L_2}{2} \right) + R_B \cdot (x - L_1 - L_2) \right] & \text{if } (L_1 + L_2) \leq x < (L_1 + L_2 + L_3) \end{cases}$$

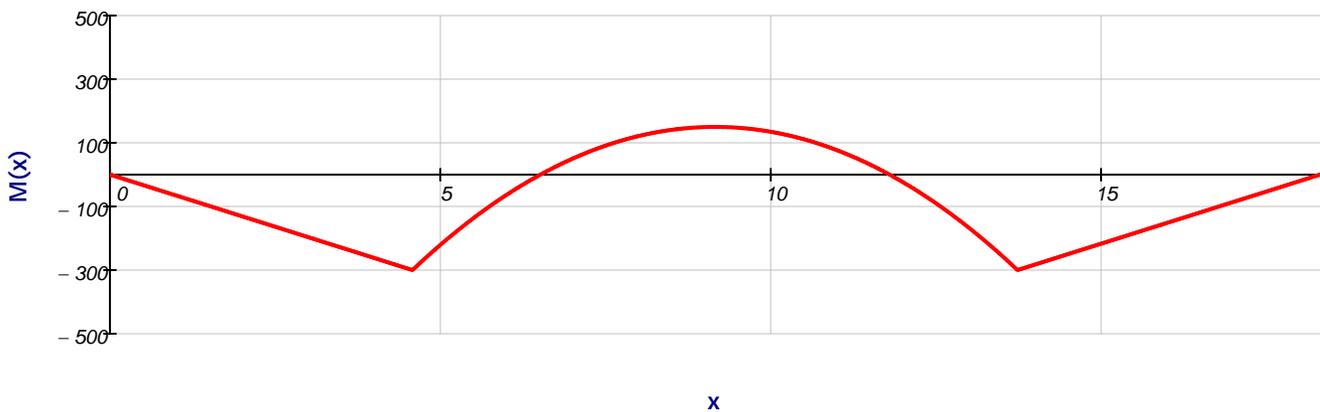


Diagrama de momentos

## Elementos mecánicos. Vigas

Obtención del diagrama de cortante:

$$\sum V = 0 \Rightarrow V(x) := \begin{cases} (-P_1) & \text{if } 0 \leq x < L_1 \\ [-P_1 + R_A - w \cdot (x - L_1)] & \text{if } L_1 \leq x < (L_1 + L_2) \\ (-P_1 + R_A - w \cdot L_2 + R_B) & \text{if } (L_1 + L_2) \leq x < (L_1 + L_2 + L_3) \\ (-P_1 + R_A - w \cdot L_2 + R_B - P_2) & \text{if } x = (L_1 + L_2 + L_3) \end{cases} \quad x := 0 \text{ft}, 0.01 \text{ft}.. (L_1 + L_2 + L_3)$$

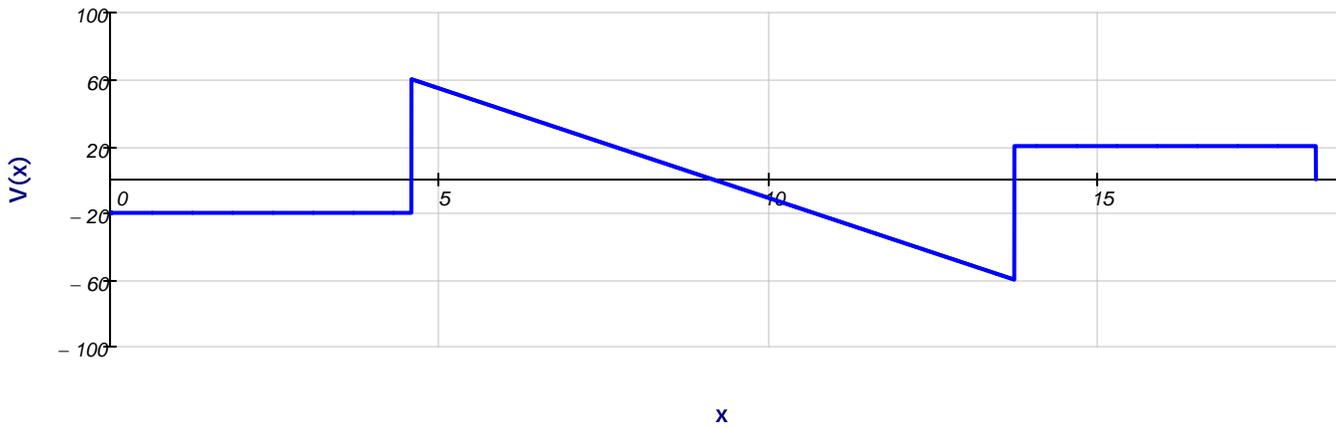
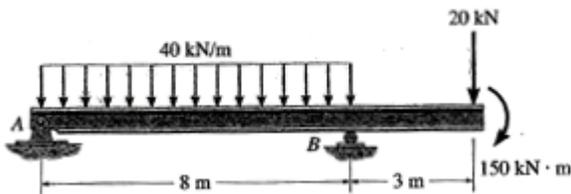


Diagrama de cortante

9. Trace los diagramas de fuerza cortante y de momento para la viga



Datos

$$L_1 := 8 \text{ m}$$

$$w := 40 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P := 20 \text{ kN}$$

$$L_2 := 3 \text{ m}$$

$$M_1 := 150 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resolver la ecuación utilizando "Given":

Valores iniciales para iterar :  $R_{By} := 1 \text{ N}$     $R_{Ay} := 1 \text{ N}$

Determinando la suma de momentos respecto a A para determinar la reacción vertical en B

$$\sum M_A = 0 \quad \text{Given} \quad -w \cdot L_1 \cdot \left(\frac{L_1}{2}\right) + R_{By} \cdot L_1 - P \cdot (L_1 + L_2) - M_1 = 0 \quad R_{By} := \text{Find}(R_{By}) = 206.25 \text{ kN}$$

Determinando la suma de fuerzas en Y

$$\sum F_y = 0 \quad \text{Given} \quad R_{Ay} - w \cdot L_1 + R_{By} - P = 0 \quad R_{Ay} := \text{Find}(R_{Ay}) = 133.75 \text{ kN}$$

## Elementos mecánicos. Vigas

Obtención del diagrama de momento flexionante:

$$\sum M = 0 \quad X(x) := \begin{cases} \left[ R_{Ay} \cdot x - w \cdot x \cdot \left( \frac{x}{2} \right) \right] & \text{if } 0 < x \leq L_1 \\ \left[ R_{Ay} \cdot x - w \cdot L_1 \cdot \left( x - \frac{L_1}{2} \right) + R_{By} \cdot (x - L_1) \right] & \text{if } L_1 < x \leq (L_2 + L_1) \\ \left[ R_{Ay} \cdot x - w \cdot L_1 \cdot \left( x - \frac{L_1}{2} \right) + R_{By} \cdot (x - L_1) + M_1 \right] & \text{if } x = (L_1 + L_2) \end{cases} \quad x := 0m, 0.01m.. (L_1 + L_2)$$

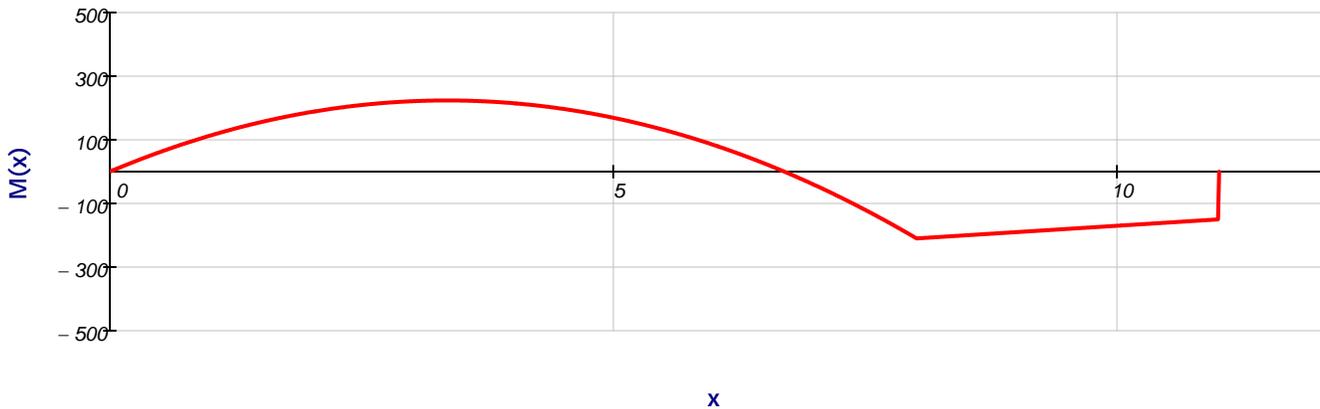


Diagrama de Momentos

Obtención del diagrama de cortante:

$$\sum V = 0 \quad V(x) := \begin{cases} (R_{Ay} - w \cdot x) & \text{if } 0 < x \leq L_1 \\ (R_{Ay} - w \cdot L_1 + R_{By}) & \text{if } L_1 < x \leq (L_2 + L_1) \\ (R_{Ay} - w \cdot L_1 + R_{By} - P) & \text{if } x = (L_1 + L_2) \end{cases} \quad x := 0m, 0.01m.. L_1 + L_2$$

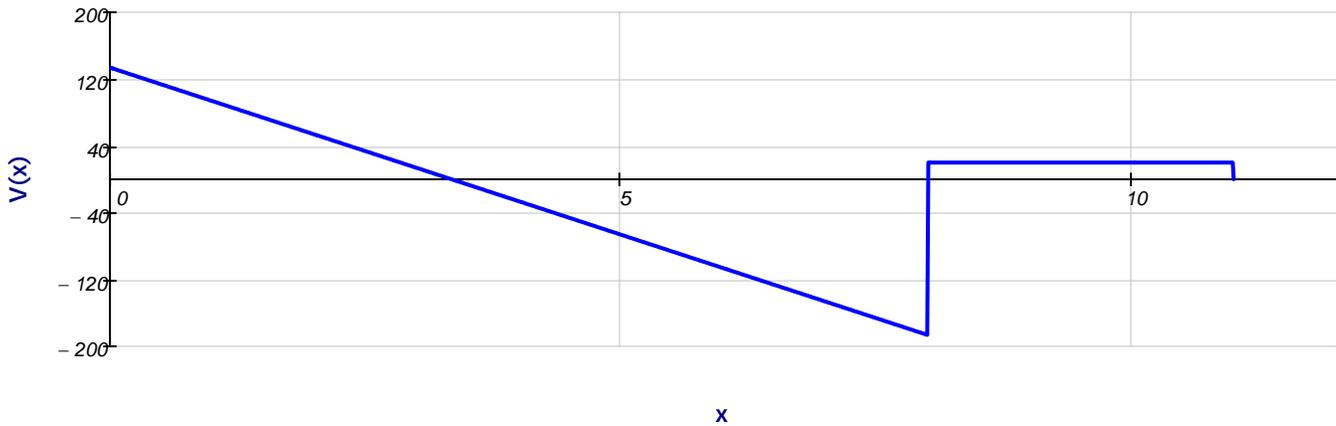
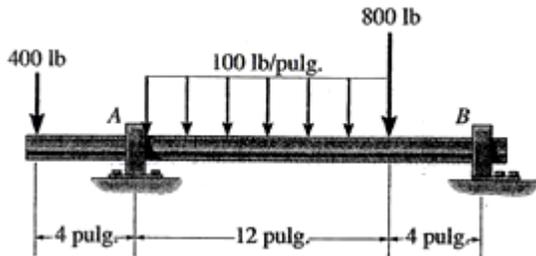


Diagrama de cortante

## Elementos mecánicos. Vigas

10. Trace los diagramas de fuerza cortante y de momento para la flecha. El soporte en A es una chumacera lisa y en B es una chumacera de empuje.



Datos

$$P_1 := 400 \text{ lbf}$$

$$P_2 := 800 \text{ lbf}$$

$$w := 100 \frac{\text{lbf}}{\text{in}}$$

$$L_1 := 4 \text{ in}$$

$$L_2 := 12 \text{ in}$$

$$L_3 := 4 \text{ in}$$

Resolver la ecuación utilizando "Given":

Determinando la suma de momentos respecto a A para determinar la reacción vertical en B  $R_B := 1 \text{ lbf}$

$$\sum M_A = 0 \quad \text{Given} \quad -P_1 \cdot L_1 + (w \cdot L_2) \cdot \frac{L_2}{2} + P_2 \cdot L_2 - R_B (L_2 + L_3) = 0 \quad R_B := \text{Find}(R_B) = 950 \cdot \text{lbf}$$

Tomando de nuevo todo el sistema  $R_A := 1 \text{ lbf}$

$$\sum F_y = 0 \quad \text{Given} \quad -P_1 + R_A - w \cdot L_2 - P_2 + R_B = 0 \quad R_A := \text{Find}(R_A) = 1450 \cdot \text{lbf}$$

Obtención del diagrama de momento flexionante:

$$x := 0 \text{ in}, 0.01 \text{ in} \dots (L_1 + L_2 + L_3)$$

$$\sum M = 0 \quad M(x) := \begin{cases} (-P_1 \cdot x) & \text{if } 0 \leq x < L_1 \\ \left[ -P_1 \cdot x + R_A \cdot (x - L_1) - w \cdot (x - L_1) \cdot \left( \frac{x - L_1}{2} \right) \right] & \text{if } L_1 \leq x < (L_1 + L_2) \\ \left[ -P_1 \cdot x + R_A \cdot (x - L_1) - w \cdot L_2 \cdot \left( x - L_1 - \frac{L_2}{2} \right) - P_2 \cdot (x - L_1 - L_2) \right] & \text{if } (L_1 + L_2) \leq x < (L_1 + L_2 + L_3) \end{cases}$$

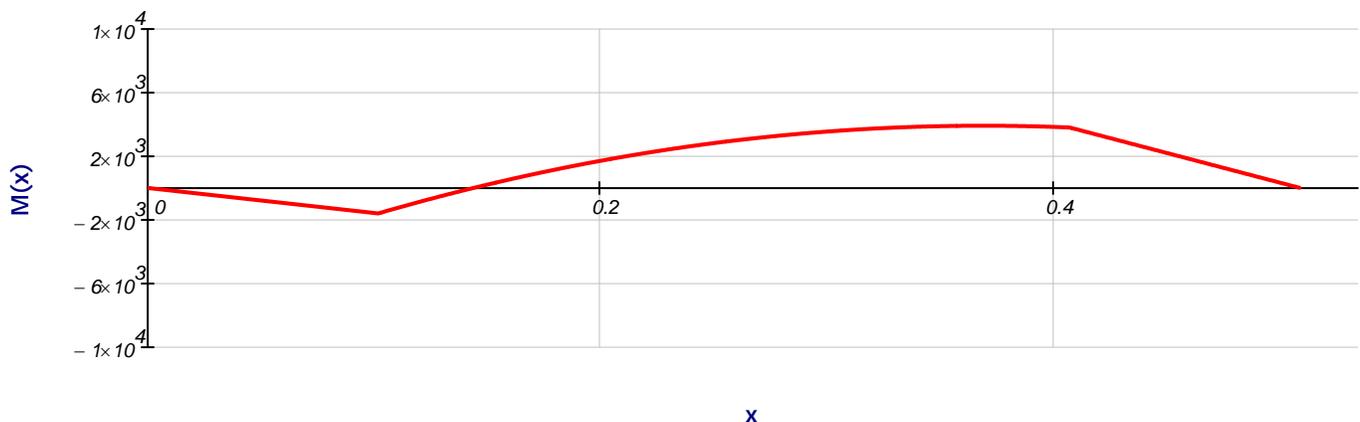


Diagrama de momentos

## Elementos mecánicos. Vigas

Obtención del diagrama de cortante:

$$\sum V = 0 \Rightarrow V(x) := \begin{cases} (-P_1) & \text{if } 0 \leq x < L_1 \\ [-P_1 + R_A - w \cdot (x - L_1)] & \text{if } L_1 \leq x < (L_1 + L_2) \\ (-P_1 + R_A - w \cdot L_2 - P_2) & \text{if } (L_1 + L_2) \leq x < (L_1 + L_2 + L_3) \\ (-P_1 + R_A - w \cdot L_2 - P_2 + R_B) & \text{if } x = (L_1 + L_2 + L_3) \end{cases} \quad x := 0 \text{ in}, 0.01 \text{ in}.. (L_1 + L_2 + L_3)$$

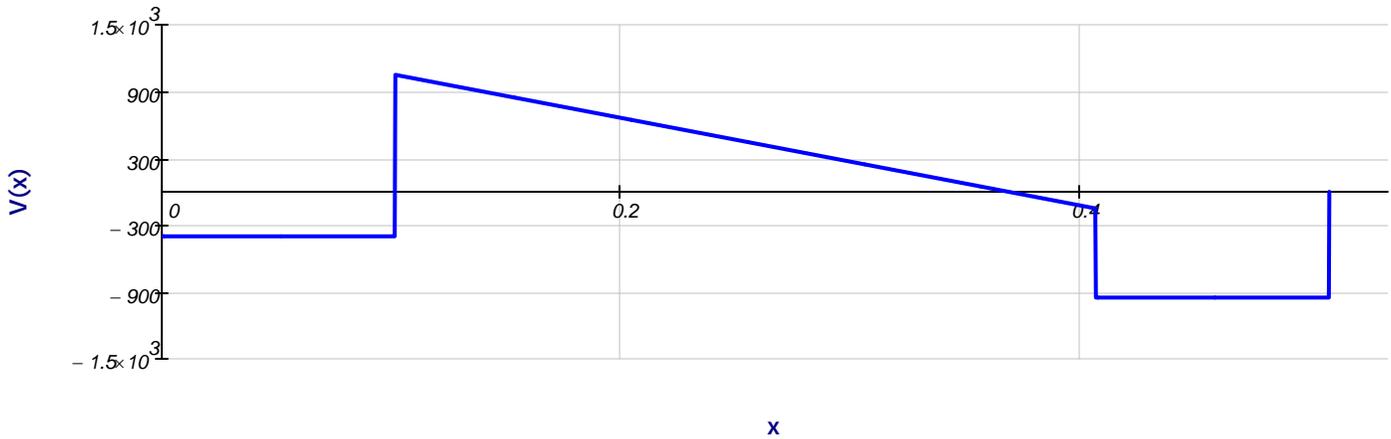
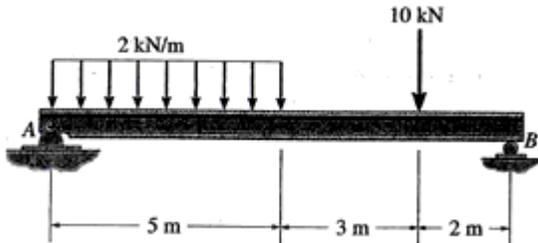


Diagrama de cortante

11. Trace los diagramas de fuerza cortante y de momento para la viga.



Datos:

$$w := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$F := 10 \text{ kN}$$

$$L_1 := 5 \text{ m}$$

$$L_2 := 3 \text{ m}$$

$$L_3 := 2 \text{ m}$$

Resolver la ecuación utilizando "Given":

Valores iniciales para iterar :  $R_{By} := 1 \text{ kN}$   $R_{Ay} := 1 \text{ N}$

Determinando la suma de momentos respecto a A para determinar la reacción vertical en B

$$\sum M_A = 0 \quad \text{Given} \quad -w \cdot L_1 \cdot \frac{L_1}{2} - F(L_1 + L_2) + R_{By} \cdot (L_1 + L_2 + L_3) = 0 \quad R_{By} := \text{Find}(R_{By}) = 10.5 \text{ kN}$$

Determinando la suma de fuerzas en Y

$$\sum F_y = 0 \quad \text{Given} \quad R_{Ay} - w \cdot L_1 - F + R_{By} = 0 \quad R_{Ay} := \text{Find}(R_{Ay}) = 9.5 \text{ kN}$$

## Elementos mecánicos. Vigas

Obtención del diagrama de momento flexionante:

$$\sum M = 0 \quad M(x) := \begin{cases} \left[ R_{Ay} \cdot x - w \cdot x \cdot \left( \frac{x}{2} \right) \right] & \text{if } 0 \leq x < L_1 \\ \left[ R_{Ay} \cdot x - w \cdot L_1 \cdot \left( x - \frac{L_1}{2} \right) \right] & \text{if } L_1 \leq x < (L_1 + L_2) \\ \left[ R_{Ay} \cdot x - w \cdot L_1 \cdot \left( x - \frac{L_1}{2} \right) - F(x - L_1 - L_2) \right] & \text{if } (L_1 + L_2) \leq x \leq (L_1 + L_2 + L_3) \end{cases} \quad x := 0m, 0.01m.. (L_1 + L_2 + L_3)$$

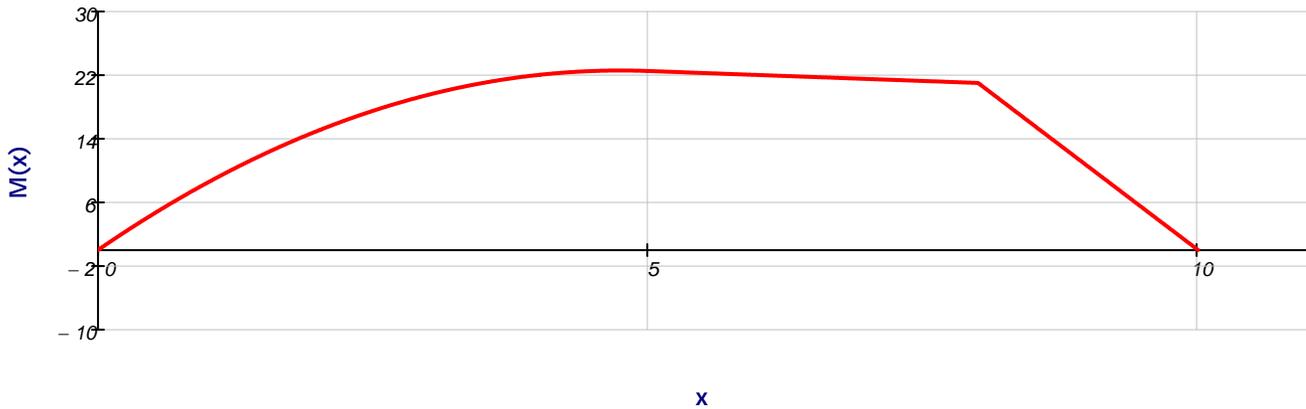


Diagrama de momentos

Obtención del diagrama de cortante:

$$\sum V = 0 \quad V(x) := \begin{cases} (R_{Ay} - w \cdot x) & \text{if } 0 \leq x < L_1 \\ (R_{Ay} - w \cdot L_1) & \text{if } L_1 \leq x < (L_1 + L_2) \\ (R_{Ay} - w \cdot L_1 - F) & \text{if } (L_1 + L_2) \leq x \leq (L_1 + L_2 + L_3) \\ (R_{Ay} - w \cdot L_1 - F + R_{By}) & \text{if } x = (L_1 + L_2 + L_3) \end{cases} \quad x := 0m, 0.01m.. L_1 + L_2 + L_3$$

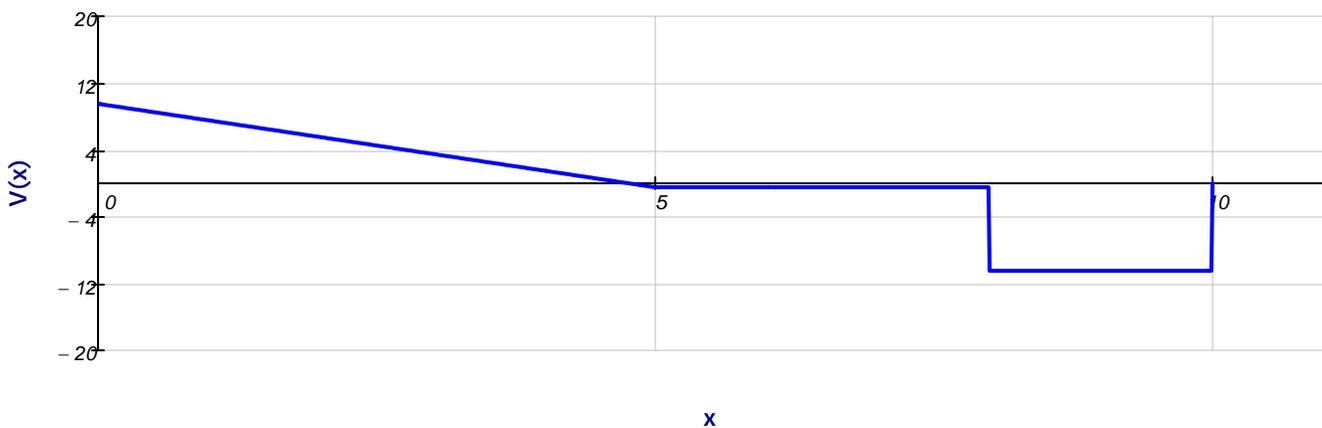
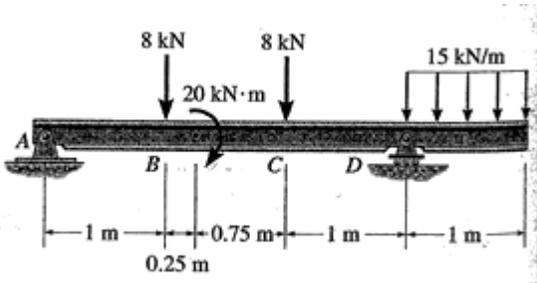


Diagrama de cortante

## Elementos mecánicos. Vigas

12. Trace los diagramas de fuerza cortante y de momento para la viga.



Datos:

$L_1 := 1m$	$L_2 := 0.25m$	$L_3 := 0.75m$	$L_4 := 1m$	$L_5 := 1m$
$F_1 := 8kN$	$F_2 := 8kN$	$w := 15 \frac{kN}{m}$	$M_1 := 20kN \cdot m$	

Resolver la ecuación utilizando "Given":

Valores iniciales para iterar :  $R_{By} := 1kN$   $R_{Ay} := 1N$

Determinando la suma de momentos respecto a A para determinar la reacción vertical en B

$$\sum M_A = 0 \quad \text{Given} \quad -F_1 \cdot L_1 - M_1 - F_2(L_1 + L_2 + L_3) + R_{By}(L_1 + L_2 + L_3 + L_4) - w \cdot L_5 \left( L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + \frac{L_5}{2} \right) = 0$$

$$R_{By} := \text{Find}(R_{By}) = 32.167 \cdot kN$$

Determinando la suma de fuerzas en Y

$$\sum F_y = 0 \quad \text{Given} \quad R_{Ay} - F_1 - F_2 + R_{By} - w \cdot L_5 = 0$$

$$R_{Ay} := \text{Find}(R_{Ay}) = -1.167 \cdot kN$$

Obtención del diagrama de momento flexionante:

$$\sum M = 0 \quad M(x) := \begin{cases} (R_{Ay} \cdot x) & \text{if } 0 < x \leq L_1 \\ [R_{Ay} \cdot x - F_1(x - L_1)] & \text{if } L_1 < x \leq L_1 + L_2 \\ [R_{Ay} \cdot x - F_1(x - L_1) + M_1] & \text{if } L_1 + L_2 < x \leq L_1 + L_2 + L_3 \\ [R_{Ay} \cdot x - F_1(x - L_1) + M_1 - F_2(x - L_1 - L_2 - L_3)] & \text{if } L_1 + L_2 + L_3 < x \leq L_1 + L_2 + L_3 + L_4 \\ [R_{Ay} \cdot x - F_1(x - L_1) + M_1 - F_2(x - L_1 - L_2 - L_3) + R_{By}(x - L_1 - L_2 - L_3 - L_4) - [w \cdot (x - L_1 - L_2 - L_3 - L_4)] \cdot \frac{(x - L_1 - L_2 - L_3 - L_4)}{2}] & \text{if } L_1 + L_2 + L_3 + L_4 < x \leq L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 \end{cases}$$

$x := 0m, 0.01m \dots (L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5)$

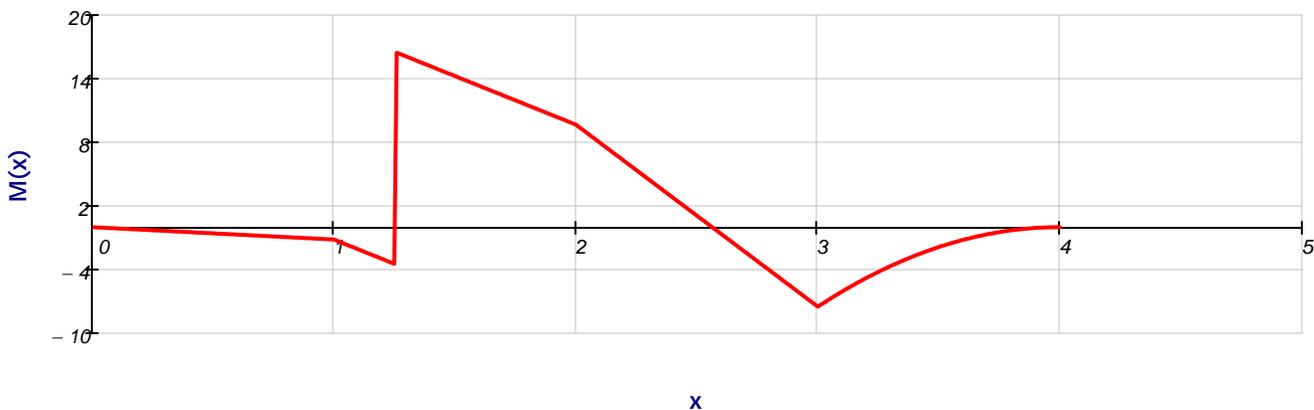


Diagrama de momentos

## Elementos mecánicos. Vigas

Obtención del diagrama de cortante:

$$\sum V = 0 \quad V(x) := \begin{cases} (R_{Ay}) & \text{if } 0 < x \leq L_1 \\ (R_{Ay} - F_1) & \text{if } L_1 < x \leq L_1 + L_2 \\ (R_{Ay} - F_1) & \text{if } L_1 + L_2 < x \leq L_1 + L_2 + L_3 \\ (R_{Ay} - F_1 - F_2) & \text{if } L_1 + L_2 + L_3 < x \leq L_1 + L_2 + L_3 + L_4 \\ [R_{Ay} - F_1 - F_2 + R_{By} - [w \cdot (x - L_1 - L_2 - L_3 - L_4)]] & \text{if } L_1 + L_2 + L_3 + L_4 < x \leq L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 \end{cases}$$

$x := 0m, 0.01m.. L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5$

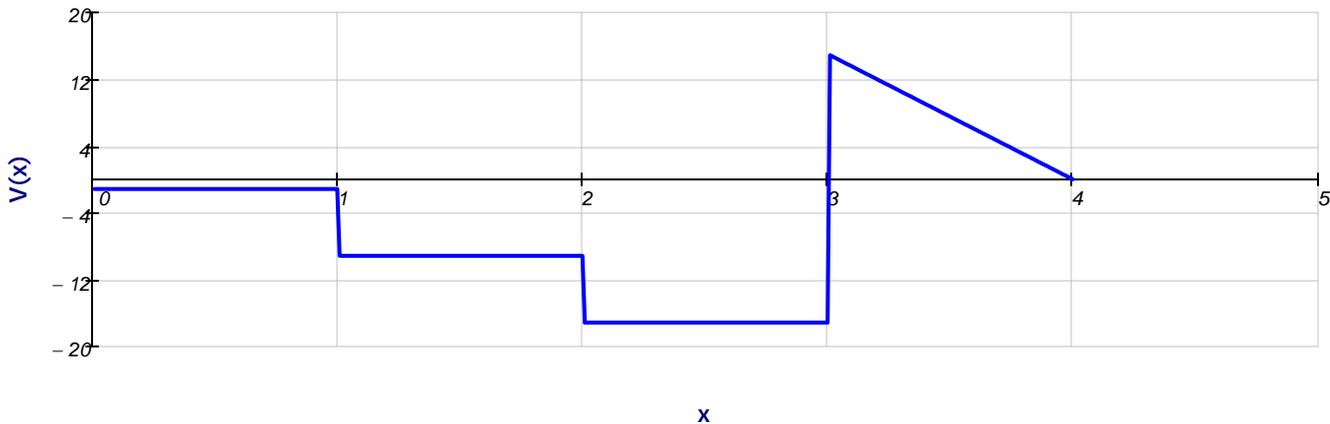
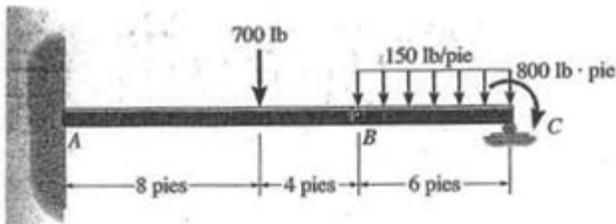


Diagrama de cortante

13. La viga consiste en dos segmentos conectados mediante un pasador colocado en B. Trace los diagramas de fuerza cortante y de momento para la viga.



Datos

$$P_1 := 70 \text{ lbf}$$

$$w := 150 \frac{\text{lbf}}{\text{ft}}$$

$$M_1 := 800 \text{ lbf}\cdot\text{ft}$$

$$L_1 := 8 \text{ ft}$$

$$L_2 := 4 \text{ ft}$$

$$L_3 := 6 \text{ ft}$$

Resolver la ecuación utilizando "Given":

Valores iniciales para iterar :  $R_C := 1 \text{ lbf}$     $R_A := 1 \text{ lbf}$     $M_A := 1 \text{ lbf}\cdot\text{ft}$

Partiendo la viga en dos en el punto B, obtenemos momentos en ambos lados

Determinando la suma de momentos respecto a B para determinar la reacción vertical en C

$$\sum M_{B1} = 0 \quad \text{Given} \quad w \cdot L_3 \left( \frac{L_3}{2} \right) + M_1 - R_C L_3 = 0 \quad R_C := \text{Find}(R_C) = 583.333 \text{ lbf}$$

Tomando de nuevo todo el sistema

$$\sum F_y = 0 \quad \text{Given} \quad -P_1 + R_A - w \cdot L_3 + R_C = 0 \quad R_A := \text{Find}(R_A) = 386.667 \text{ lbf}$$

## Elementos mecánicos. Vigas

Determinando la suma de momentos respecto a B para determinar la reacción vertical el Momento en A.

$$\sum M_{B2} = 0 \quad \text{Given} \quad -P_1 \cdot L_2 + R_A(L_1 + L_2) + M_A = 0 \quad M_A := \text{Find}(M_A) = -4360 \cdot \text{lbf} \cdot \text{ft}$$

Obtención del diagrama de momento flexionante:

$$\sum M = 0 \quad M(x) := \begin{cases} (M_A + R_A \cdot x) & \text{if } 0 \leq x < L_1 \\ [M_A + R_A \cdot x - P_1(x - L_1)] & \text{if } (L_1) \leq x < (L_1 + L_2) \\ [M_A + R_A \cdot x - P_1(x - L_1) - (x - L_1 - L_2) \cdot w \cdot \frac{(x - L_1 - L_2)}{2}] & \text{if } L_1 + L_2 \leq x < L_1 + L_2 + L_3 \\ [M_A + R_A \cdot x - P_1(x - L_1) - L_3 \cdot w \cdot \frac{L_3}{2} + M_1] & \text{if } x = L_1 + L_2 + L_3 \end{cases} \quad x := 0 \text{ft}, 0.01 \text{ft}.. (L_1 + L_2 + L_3)$$

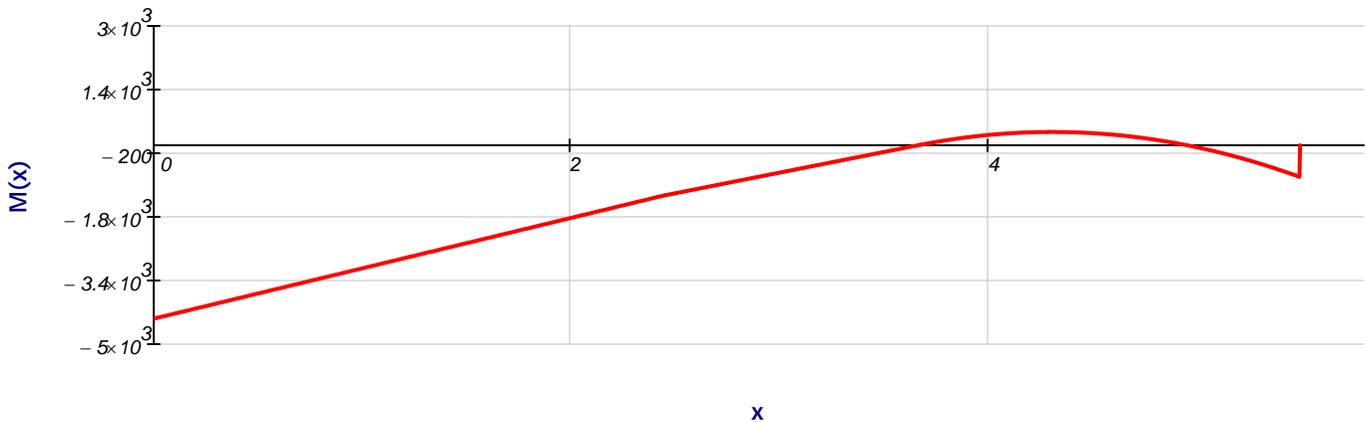


Diagrama de momentos

Obtención del diagrama de cortante:

$$\sum V = 0 \quad V(x) := \begin{cases} (R_A) & \text{if } 0 \leq x < L_1 \\ (R_A - P_1) & \text{if } (L_1) \leq x < (L_1 + L_2) \\ [R_A - P_1 - (x - L_1 - L_2) \cdot w] & \text{if } L_1 + L_2 \leq x < L_1 + L_2 + L_3 \\ (R_A - P_1 - L_3 \cdot w + R_C) & \text{if } x = L_1 + L_2 + L_3 \end{cases} \quad x := 0 \text{ft}, 0.01 \text{ft}.. L_1 + L_2 + L_3$$

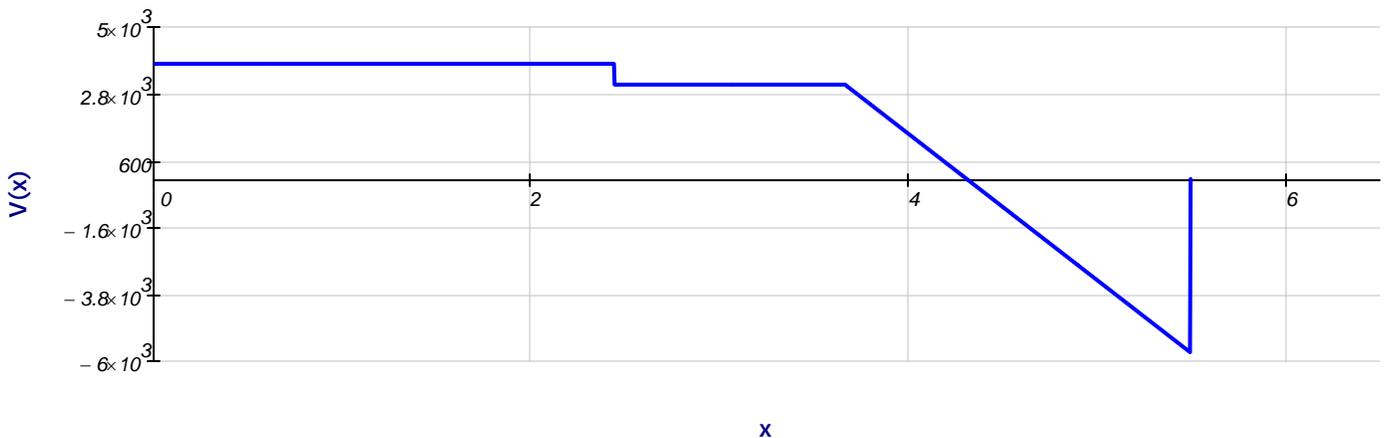
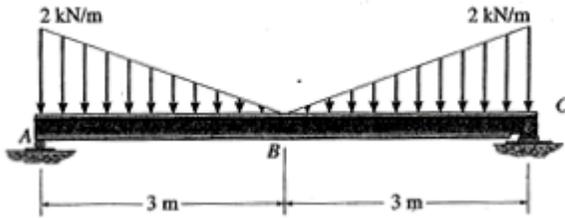


Diagrama de cortante

## Elementos mecánicos. Vigas

14. Trace los diagramas de fuerza cortante y de momento para la viga



Datos:

$$L_1 := 3\text{m} \quad w_1 := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$L_2 := 3\text{m} \quad w_2 := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Resolver la ecuación utilizando "Given":      Valores iniciales para iterar :       $R_{By} := 1\text{kN}$     $R_{Ay} := 1\text{N}$

Determinando la suma de momentos respecto a A para determinar la reacción vertical en B

$$\sum M_A = 0 \quad \text{Given} \quad w_2 \cdot \frac{L_2}{2} \cdot \left( \frac{1}{3} \cdot L_2 \right) + w_1 \cdot \frac{L_1}{2} \cdot \left( L_2 + \frac{2}{3} \cdot L_1 \right) - R_{Ay} \cdot (L_1 + L_2) = 0 \quad R_{Ay} := \text{Find}(R_{Ay}) = 3\text{kN}$$

Determinando la suma de fuerzas en Y

$$\sum F_y = 0 \quad \text{Given} \quad R_{Ay} - \frac{w_1 \cdot L_1}{2} - \frac{w_2 \cdot L_2}{2} + R_{By} = 0 \quad R_{By} := \text{Find}(R_{By}) = 3\text{kN}$$

Obtención del diagrama de momento flexionante:

$$\sum M = 0 \quad M(x) := \begin{cases} \left[ R_{Ay} \cdot x - x \cdot \frac{w_1}{L_1} \cdot (L_1 - x) \cdot \left( \frac{x}{2} \right) - \frac{x \cdot \left[ w_1 - \frac{w_1 \cdot (L_1 - x)}{L_1} \right]}{2} \cdot \left( \frac{2}{3} \cdot x \right) \right] & \text{if } 0 < x \leq L_1 \\ \left[ R_{Ay} \cdot x - \frac{w_1 \cdot L_1}{2} \cdot \left( x - \frac{1}{3} \cdot L_1 \right) - \frac{(x - L_1) \cdot \frac{(x - L_1) \cdot w_2}{L_2}}{2} \cdot \left[ x - L_1 - \frac{2}{3} \cdot (x - L_1) \right] \right] & \text{if } L_1 < x \leq (L_1 + L_2) \end{cases} \quad x := 0\text{m}, 0.01\text{m}.. (L_1 + L_2)$$

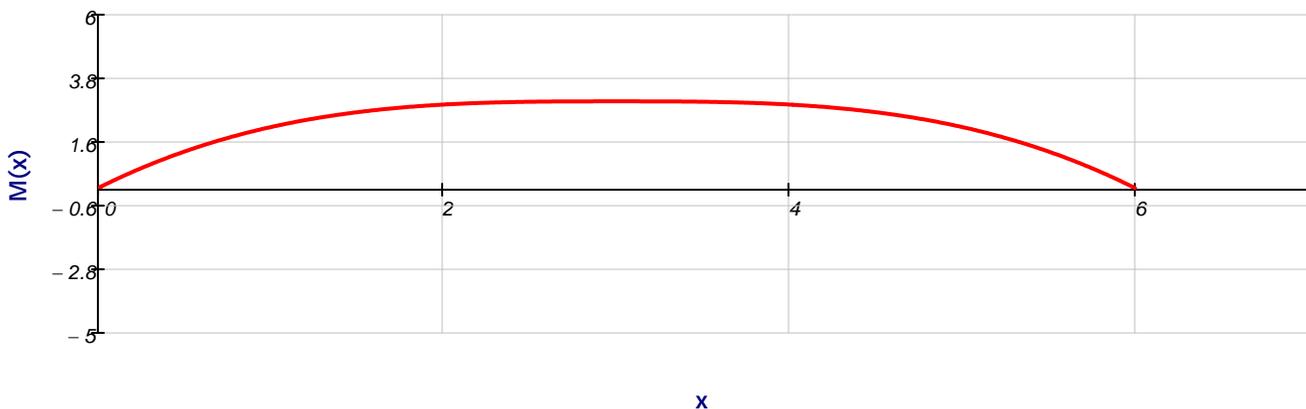


Diagrama de momentos

Obtención del diagrama de cortante:

## Elementos mecánicos. Vigas

$$\sum V = 0 \quad V(x) := \begin{cases} \left[ R_{Ay} - x \frac{w_1}{L_1} \cdot (L_1 - x) - \frac{x \left[ w_1 - \frac{w_1 \cdot (L_1 - x)}{L_1} \right]}{2} \right] & \text{if } 0 \leq x < L_1 \\ \left[ R_{Ay} - \frac{w_1 \cdot L_1}{2} - \frac{(x - L_1) \cdot w_2}{2} \right] & \text{if } L_1 \leq x < L_1 + L_2 \\ \left( R_{Ay} - \frac{w_1 \cdot L_1}{2} - \frac{w_2 \cdot L_2}{2} + R_{By} \right) & \text{if } x = L_1 + L_2 \end{cases} \quad x := 0m, 0.01m.. L_1 + L_2$$

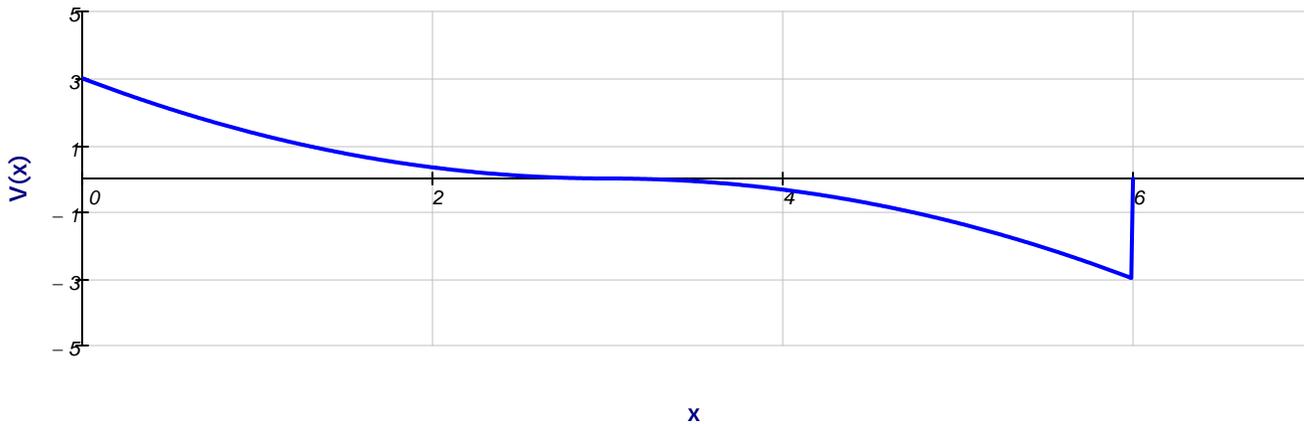
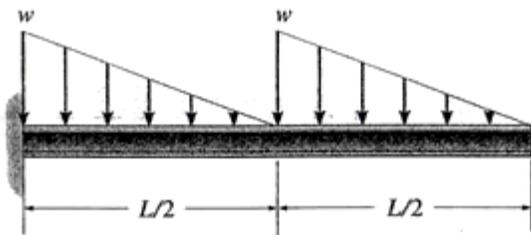


Diagrama de cortante

15. Trace los diagramas de fuerza cortante y de momento para la viga.



Datos:

$$L := 2m$$

$$L_1 := \frac{L}{2} = 1m$$

$$L_2 := \frac{L}{2} = 1m$$

$$w_1 := 2 \frac{kN}{m}$$

$$w_2 := 3 \frac{kN}{m}$$

Resolver la ecuación utilizando "Given":

Valores iniciales para iterar :

$$M_A := 1kN \cdot m \quad R_{Ay} := 1N$$

Determinando la suma de momentos respecto a A para determinar la reacción vertical en B

$$\sum M_A = 0 \quad \text{Given} \quad -\left( \frac{L_1 \cdot w_1}{2} \right) \cdot \frac{L_1}{3} - \frac{L_2 \cdot w_2}{2} \cdot \left( L_1 + \frac{L_2}{3} \right) + M_A = 0$$

$$M_A := \text{Find}(M_A) = 2.333m \cdot kN$$

Determinando la suma de fuerzas en Y

$$\sum F_y = 0 \quad \text{Given} \quad R_{Ay} - \frac{L_1 \cdot w_1}{2} - \frac{L_2 \cdot w_2}{2} = 0$$

$$R_{Ay} := \text{Find}(R_{Ay}) = 2.5 \cdot kN$$

## Elementos mecánicos. Vigas

Obtención del diagrama de momento flexionante:

$$\sum M = 0$$

$$x := 0m, 0.01m.. (L_1 + L_2)$$

$$M(x) := \begin{cases} M_A & \text{if } x = 0 \\ \left[ M_A - R_{Ay} \cdot x + x \cdot \frac{w_1}{L_1} \cdot (L_1 - x) \cdot \left(\frac{x}{2}\right) + \frac{x \cdot \left[ w_1 - \frac{w_1(L_1 - x)}{L_1} \right]}{2} \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot x\right) \right] & \text{if } 0 \leq x < L_1 \\ \left[ M_A - R_{Ay} \cdot x + \frac{L_1 \cdot w_1}{2} \cdot \left(x - \frac{1}{3} \cdot L_1\right) + (x - L_1) \cdot \frac{(L_2 - x + L_1) \cdot w_2}{L_2} \cdot \frac{(x - L_1)}{2} + \frac{(x - L_1) \cdot \left[ w_2 - \frac{w_2}{L_2} \cdot (L_2 - x + L_1) \right]}{2} \cdot \left[\frac{2}{3} \cdot (x - L_1)\right] \right] & \text{if } L_1 \leq x < L_1 + L_2 \end{cases}$$

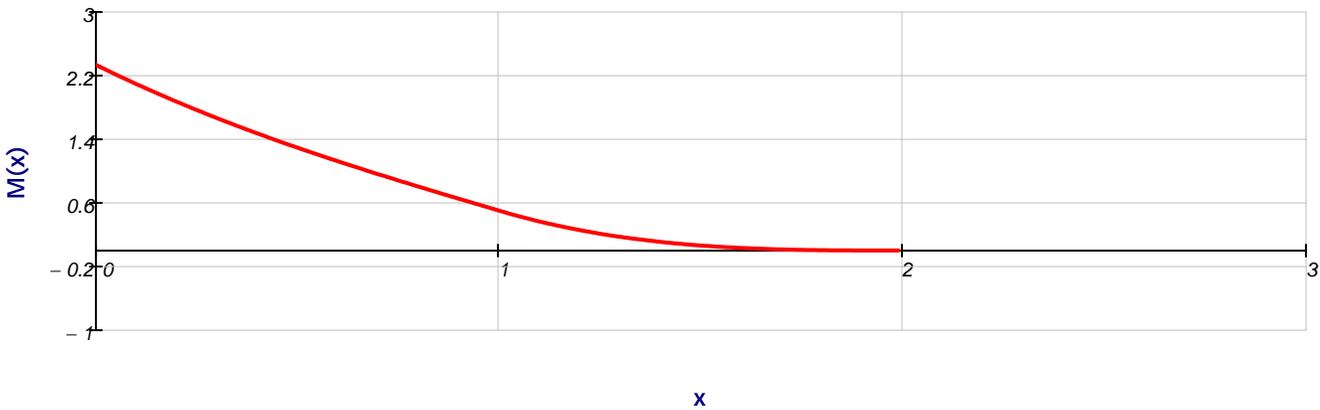


Diagrama de momentos

Obtención del diagrama de cortante:

$$\sum V = 0 \quad V(x) := \begin{cases} -R_{Ay} + x \cdot \frac{w_1}{L_1} \cdot (L_1 - x) + \frac{x \cdot \left[ w_1 - \frac{w_1(L_1 - x)}{L_1} \right]}{2} & \text{if } 0 \leq x < L_1 \\ \left[ -R_{Ay} + \frac{L_1 \cdot w_1}{2} + (x - L_1) \cdot \frac{(L_2 - x + L_1) \cdot w_2}{L_2} + \frac{(x - L_1) \cdot \left[ w_2 - \frac{w_2}{L_2} \cdot (L_2 - x + L_1) \right]}{2} \right] & \text{if } L_1 \leq x < L_1 + L_2 \end{cases}$$

$$x := 0m, 0.01m.. L_1 + L_2$$

*Elementos mecánicos. Vigas*

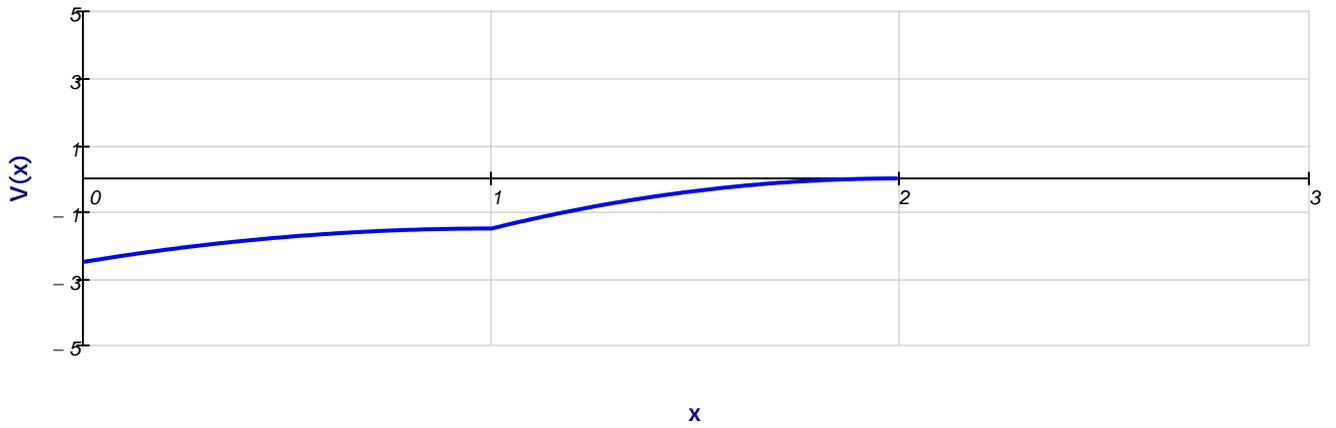


Diagrama de cortante

ANEXO III.  
ORGANIZACIÓN DE LAS  
CALIFICACIONES DEL EXAMEN  
REALIZADO EN EDUCAFI

---

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE ESTRUCTURAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA EDUCAFI

Nombre	Comenzado el	Completado	Tiempo requerido	Calificación/10	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	Comentario -
OVANDO MENDOZA FATIMA ALEXANDRA	2 de noviembre de 2014, 18:03	-	abierto	-	--	--	--	--	--	--	--	--	-
GARCIA GARCIA JOSE MANUEL	2 de noviembre de 2014, 18:01	2 de noviembre de 2014, 20:22	2 horas 21 minutos	5.4	0	0.8	0.43	0.4	1.3	1.2	0.87	0.4	<p>No aprobatoria</p>
GARCIA GARCIA JOSE MANUEL	2 de noviembre de 2014, 20:25	2 de noviembre de 2014, 20:25	20 segundos	5.4	0	0.8	0.43	0.4	1.3	1.2	0.87	0.4	<p>No aprobatoria</p>
BASSOCO CRUZ LUIS ALBERTO	2 de noviembre de 2014, 18:16	2 de noviembre de 2014, 20:25	2 horas 9 minutos	4.2	1.3	1.2	1.3	0	0	0	0	0.4	<p>No aprobatoria</p>
DIAZ PACHECO JESUS ANGEL	2 de noviembre de 2014, 18:16	2 de noviembre de 2014, 20:10	1 hora 53 minutos	7.07	0.87	1.2	0	0	1.3	1.2	1.3	1.2	<p>Suficiente</p>
DIAZ PACHECO JESUS ANGEL	2 de noviembre de 2014, 20:14	2 de noviembre de 2014, 20:14	12 segundos	7.07	0.87	1.2	0	0	1.3	1.2	1.3	1.2	<p>Suficiente</p>
BOTTON ESCAFFI PIERO JOSE ARTURO	2 de noviembre de 2014, 18:04	2 de noviembre de 2014, 20:15	2 horas 11 minutos	7.93	0.87	1.2	1.3	1.2	1.3	0	0.87	1.2	<p>Bien!</p>
Eduardo García Tapia	2 de noviembre de 2014, 18:06	-	abierto	-	--	--	--	--	--	--	--	--	-
Heliodoro Juárez Meza	2 de noviembre de 2014, 18:02	2 de noviembre de 2014, 20:27	2 horas 25 minutos	9.2	1.3	1.2	1.3	0.8	1.3	1.2	1.3	0.8	<p>Muy bien!</p>
Joaquín Meléndez Gómez	2 de noviembre de 2014, 18:20	2 de noviembre de 2014, 20:28	2 horas 8 minutos	3.77	0.87	0.4	0	0.4	0	0	1.3	0.8	<p>No aprobatoria</p>
AHUED AKELE NAYIB	2 de noviembre de 2014, 18:35	2 de noviembre de 2014, 20:22	1 hora 47 minutos	7.47	0	1.2	1.3	1.2	0.87	0.8	1.3	0.8	<p>Suficiente</p>
AHUED AKELE NAYIB	2 de noviembre de 2014, 20:43	-	abierto	-	--	--	--	--	--	--	--	--	-
ALMANZA MANCILLA HECTOR ALAN	2 de noviembre de 2014, 18:01	2 de noviembre de 2014, 20:10	2 horas 8 minutos	5.33	0	1.2	0.43	1.2	0.87	0	0.43	1.2	<p>No aprobatoria</p>
ALMANZA MANCILLA HECTOR ALAN	2 de noviembre de 2014, 20:10	-	abierto	-	--	--	--	--	--	--	--	--	-
CHINCHILLA CORNEJO RODRIGO	2 de noviembre de 2014, 18:04	2 de noviembre de 2014, 20:22	2 horas 17 minutos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<p>No aprobatoria</p>
CRUZ REYES URIEL	2 de noviembre de 2014, 18:01	2 de noviembre de 2014, 20:29	2 horas 28 minutos	4.1	0.43	1.2	0.43	0.4	0	1.2	0.43	0	<p>No aprobatoria</p>
FERNANDEZ NOYOLA ADRIAN	2 de noviembre de 2014, 18:01	2 de noviembre de 2014, 20:26	2 horas 25 minutos	6.38	1.11	1.2	0.43	1.2	0.43	1.2	0	0.8	<p>Suficiente</p>
FERNANDEZ NOYOLA ADRIAN	2 de noviembre de 2014, 20:28	2 de noviembre de 2014, 20:28	22 segundos	6.38	1.11	1.2	0.43	1.2	0.43	1.2	0	0.8	<p>Suficiente</p>
FRANCO VARGAS ARIADNA	2 de noviembre de 2014, 18:01	2 de noviembre de 2014, 20:30	2 horas 28 minutos	5.03	0.87	1.2	1.3	0.4	0.87	0	0	0.4	<p>No aprobatoria</p>
FRANCO VARGAS ARIADNA	2 de noviembre de 2014, 20:30	2 de noviembre de 2014, 20:30	ahora	5.03	0.87	1.2	1.3	0.4	0.87	0	0	0.4	<p>No aprobatoria</p>
GARCIA NUÑEZ LUIS ELIEL	2 de noviembre de 2014, 18:01	2 de noviembre de 2014, 19:35	1 hora 33 minutos	8.33	1.3	1.2	1.3	1.2	1.3	1.2	0.43	0.4	<p>Bien!</p>
GENIS SALINAS ALEJANDRA	2 de noviembre de 2014, 18:03	2 de noviembre de 2014, 20:24	2 horas 21 minutos	8.27	0.43	1.2	0.87	1.2	1.3	1.2	0.87	1.2	<p>Bien!</p>
HERNANDEZ ALCANTARA ASHLEY ZOEL	2 de noviembre de 2014, 18:04	2 de noviembre de 2014, 18:47	43 minutos 37 segundos	4.57	0.87	1.2	0.87	0.8	0	0.4	0.43	0	<p>No aprobatoria</p>
HERNANDEZ EQUIHUA DAVID	2 de noviembre de 2014, 18:02	2 de noviembre de 2014, 20:12	2 horas 9 minutos	6.63	1.3	1.2	1.3	0.8	0.43	1.2	0	0.4	<p>Suficiente</p>
HERNANDEZ LOPEZ LUIS EDUARDO	2 de noviembre de 2014, 18:04	2 de noviembre de 2014, 20:29	2 horas 25 minutos	7.06	0.93	1.2	1.3	0.8	0	1.2	0.43	1.2	<p>Suficiente</p>
HERNANDEZ SANJUAN DAVID GIOVANNI	2 de noviembre de 2014, 18:00	-	abierto	-	--	--	--	--	--	--	--	--	-
JIMENEZ DE LA GARZA CESAR MAURICIO	2 de noviembre de 2014, 18:03	-	abierto	-	--	--	--	--	--	--	--	--	-
JUAREZ FLORES JUAN MANUEL	2 de noviembre de 2014, 18:07	-	abierto	-	--	--	--	--	--	--	--	--	-
JUAREZ QUIRARTE LUIS EDUARDO	2 de noviembre de 2014, 18:11	2 de noviembre de 2014, 19:55	1 hora 43 minutos	5.5	1.3	1.2	0.43	0	0.87	0	1.3	0.4	<p>No aprobatoria</p>
JUAREZ QUIRARTE LUIS EDUARDO	2 de noviembre de 2014, 19:55	2 de noviembre de 2014, 20:08	12 minutos 37 segundos	5.5	1.3	1.2	0.43	0	0.87	0	1.3	0.4	<p>No aprobatoria</p>
LUNA ANDONEGUI CATALINA ANDREA	2 de noviembre de 2014, 18:02	2 de noviembre de 2014, 19:55	1 hora 52 minutos	4.2	0.87	0	0.43	1.2	0.43	0.4	0.87	0	<p>No aprobatoria</p>
LUNA ANDONEGUI CATALINA ANDREA	2 de noviembre de 2014, 19:56	2 de noviembre de 2014, 20:05	9 minutos 8 segundos	5.53	1.3	0.9	0.43	1.2	0.43	0.4	0.87	0	<p>No aprobatoria</p>
MARTINEZ CASTRO YAIR ALI	2 de noviembre de 2014, 18:04	2 de noviembre de 2014, 20:29	2 horas 25 minutos	6.6	0.87	1.2	0.87	1.2	0	0.8	0.87	0.8	<p>Suficiente</p>
MARTINEZ CASTRO YAIR ALI	2 de noviembre de 2014, 20:30	2 de noviembre de 2014, 20:30	ahora	6.6	0.87	1.2	0.87	1.2	0	0.8	0.87	0.8	<p>Suficiente</p>
MENDOZA AVILA VICENTE	2 de noviembre de 2014, 18:07	2 de noviembre de 2014, 20:25	2 horas 17 minutos	8.73	0.87	1.2	1.3	1.2	1.3	1.2	0.87	0.8	<p>Muy bien!</p>
MENDOZA AVILA VICENTE	2 de noviembre de 2014, 20:42	-	abierto	-	--	--	--	--	--	--	--	--	-
MOHEDANO MILLAN LUIS FELIPE	2 de noviembre de 2014, 18:04	2 de noviembre de 2014, 19:45	1 hora 40 minutos	8.58	1.11	1.2	1.3	1.2	1.3	0.4	0.87	1.2	<p>Muy bien!</p>
MOHEDANO MILLAN LUIS FELIPE	2 de noviembre de 2014, 19:46	2 de noviembre de 2014, 19:57	10 minutos 40 segundos	9.38	1.11	1.2	1.3	1.2	1.3	1.2	0.87	1.2	<p>Muy bien!</p>
OVIDO MORENO ALEJANDRO	2 de noviembre de 2014, 18:02	2 de noviembre de 2014, 20:19	2 horas 16 minutos	6.41	0.98	1.2	0.43	1.2	1.3	0	1.3	0	<p>Suficiente</p>
OVIDO MORENO ALEJANDRO	2 de noviembre de 2014, 20:20	2 de noviembre de 2014, 20:24	3 minutos 32 segundos	6.81	0.98	1.2	0.43	1.2	1.3	0	1.3	0.4	<p>Suficiente</p>
PALMA TELLEZ JOSE EMMANUEL	2 de noviembre de 2014, 18:00	2 de noviembre de 2014, 20:29	2 horas 29 minutos	4.63	0.87	0.4	0.87	0.4	0.87	0	0.43	0.8	<p>No aprobatoria</p>
SANCHEZ DE LA CRUZ SAMUEL	2 de noviembre de 2014, 18:08	2 de noviembre de 2014, 20:30	2 horas 21 minutos	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0.4	<p>No aprobatoria</p>
VARGAS LOPEZ ANA	2 de noviembre de 2014, 18:04	2 de noviembre de 2014, 20:21	2 horas 17 minutos	6.6	0.87	1.2	1.3	1.2	0.43	1.2	0	0.4	<p>Suficiente</p>
NIEVES BARRAGAN JAQUELIN VANESSA	2 de noviembre de 2014, 18:15	2 de noviembre de 2014, 20:28	2 horas 13 minutos	4.23	0.87	0.4	1.3	0	0.43	0.4	0.43	0.4	<p>No aprobatoria</p>