



Universidad
Politécnica
de Cartagena



Curso 2011/2012

Departamento de estructuras y construcción

Área de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras

**GRADO EN INGENIERÍA DE LAS INDUSTRIAS AGROALIMENTARIAS Y
GRADO EN INGENIERÍA DE LA HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA**

2º. CURSO

ASIGNATURA: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS Y CONSTRUCCIÓN

Práctica Nº. 1

ÍNDICE

0. PRESENTACIÓN
1. DESCARGA DEL SOFTWARE
2. EXPLICACIÓN DEL PROGRAMA MEFI



PRESENTACIÓN

Juan Antonio Nicolás Cuevas

- **Horario de Tutorías:** viernes de 9 a 15 h.
- **Ubicación:** Edificio de Navales. 2ª planta. Despacho 110.
- **Correo electrónico:** juan.nicolas@upct.es

RESUMEN

- Complementar los conocimientos teóricos y prácticos expuestos en clase, y por otra hacer una aproximación a la realidad práctica profesional del análisis de estructuras con ordenador.
- Se trata de prácticas OBLIGATORIAS individuales, que se realizarán empleando el programa de cálculo MEFI, y cuya realización tendrá un valor en la nota final de la asignatura.



DESCARGA DEL SOFTWARE

<http://www.upct.es/~deyc/>

Software Docente Utilizado por el Departamento de Estructuras y Construcción - Universidad Poli - Windows Internet Explorer

<http://www.upct.es/~deyc/software.php>

Universidad Politécnica de Cartagena

Departamento de Estructuras y Construcción

Departamento Personal Docencia Doctorado I+D+i Publicaciones Software Ofertas

Software

- » Disseny
- » MEFI
- » TTO
- » AMEB
- » DIC
- » Adef90

Software

Disseny 2011 v16.45 (18-07-2011). [descargar]
Programa de análisis y optimización de estructuras.

MEFI [info]
Análisis estático, por el MEF, de problemas de elasticidad y problemas de campos en régimen permanente, y mediante análisis matricial, de estructuras planas articuladas o rígidas.

Truss Topology Optimization. [info]
Programa de optimización de topología de estructuras articuladas planas.

AMEB
AMEB ha sido sustituido por MEFI.

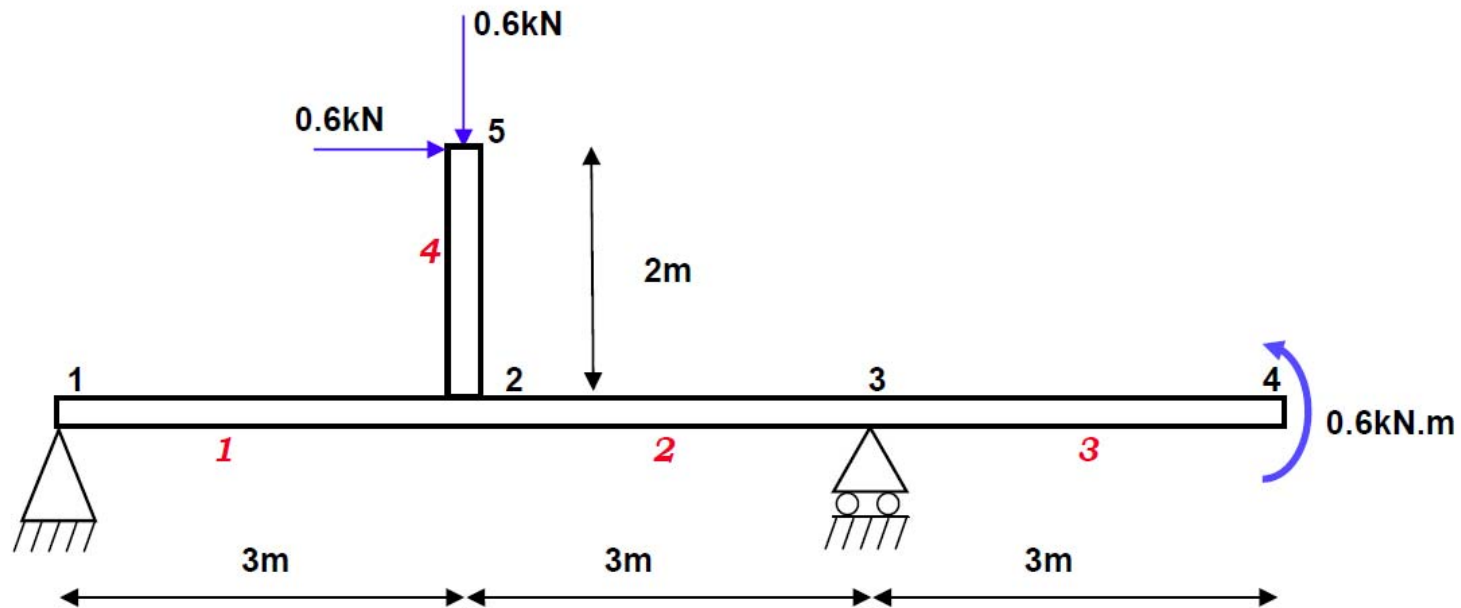
Internet | Modo protegido: activado



EXPLICACIÓN DEL PROGRAMA MEFI

Instrucciones básicas para la introducción y resolución de problemas mediante el software de análisis de estructuras MEFI.

A continuación, se describe la **sintaxis del programa** a través de la introducción de la estructura representada en la siguiente figura.

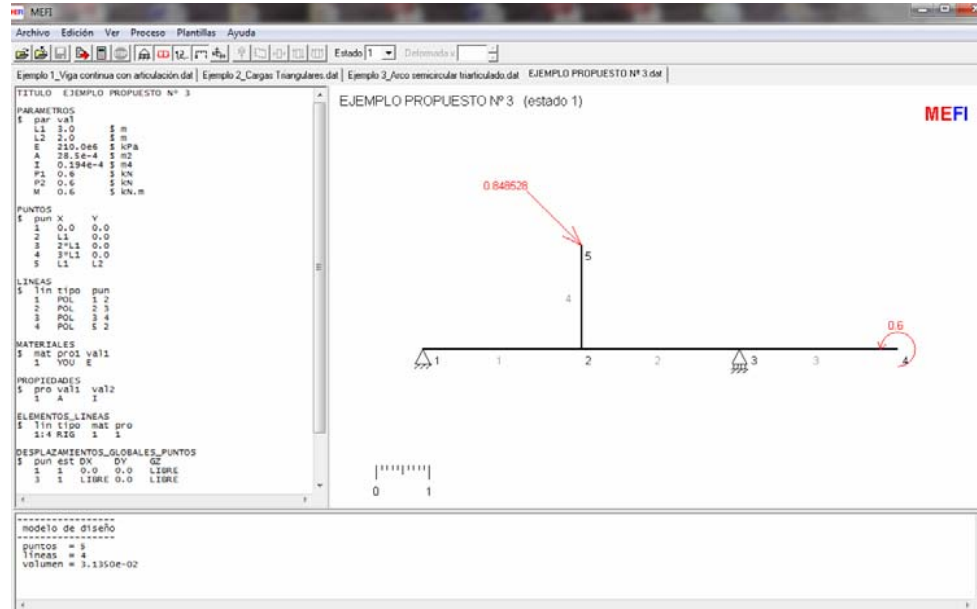


Ejemplo Propuesto N°. 3



EXPLICACIÓN DEL PROGRAMA MEFI

Instrucciones básicas para la introducción y resolución de problemas mediante el software de análisis de estructuras MEFI.

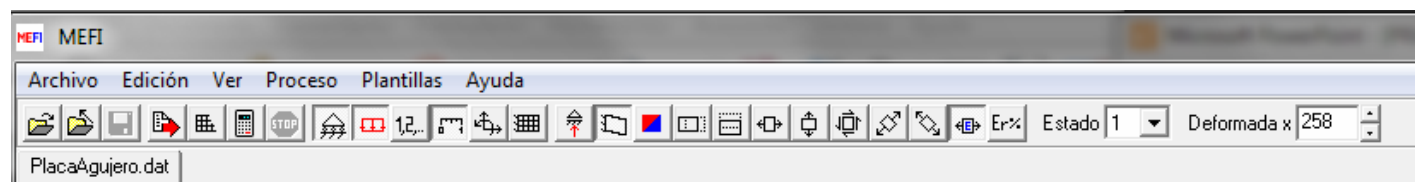


-El propio programa dispone de un **ARCHIVO DE AYUDA**, en el cual se pueden ampliar todos los detalles que a continuación se enumeran.

-La pantalla de MEFI se compone de:

- Una **barra de menús** y una **barra de herramientas** con los iconos para las funciones más habituales en su parte superior.
- El **entorno gráfico** dividido en tres ventanas:

- La ventana superior izquierda es la de **entrada de datos**;
- La ventana superior derecha es la de **representación gráfica**;
- La ventana inferior es la de **presentación de resultados**





EXPLICACIÓN DEL PROGRAMA MEFI

Sintaxis del programa

Para introducir la sintaxis completa en la ventana de entrada de datos nos ayudaremos del menú “**Plantillas**”, y seguiremos los distintos apartados del mismo.

TÍTULO

PARÁMETROS

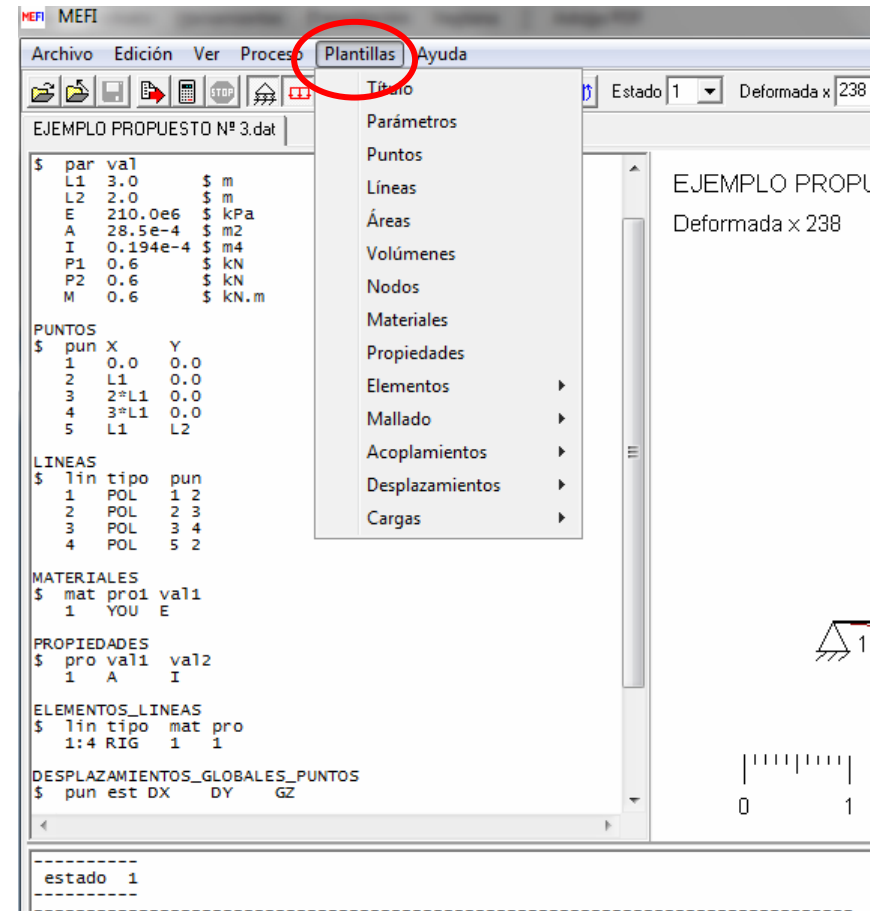
DEFINICIÓN DE LA GEOMETRÍA
DEL PROBLEMA

MATERIALES Y PROPIEDADES
DE LAS SECCIONES

APOYOS DE LA ESTRUCTURA

CARGAS

CALCULAR





SINTAXIS DEL PROGRAMA

TÍTULO

-Nos sirve para la identificación del problema/estructura que estamos resolviendo.

TITULO EJEMPLO PROPUESTO N° 3

PARÁMETROS

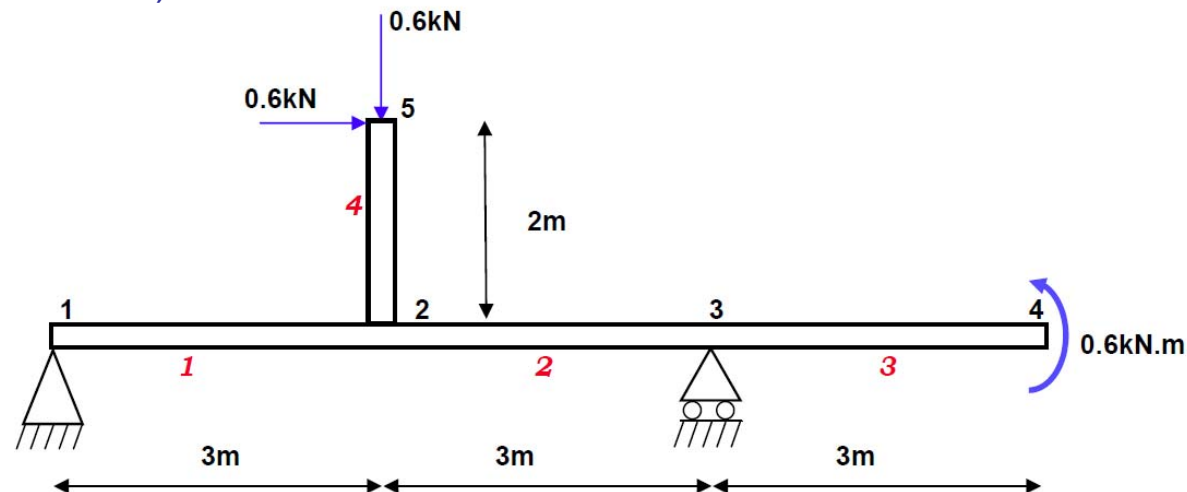
-Este apartado es de **gran importancia**, para el manejo y modificación de los datos de un problema. Nos permite **obtener variaciones** de un modelo.

-Se definen tantos parámetros como se considere necesario, no siendo obligatorio su uso.

-La información que sigue al **símbolo “\$” no es leída por el programa**, (el software no interpreta los datos).

PARAMETROS

\$	par	val	
	L1	3.0	\$ m
	L2	2.0	\$ m
	E	210.0e6	\$ kPa
	A	28.5e-4	\$ m ²
	I	0.194e-4	\$ m ⁴
	P1	0.6	\$ kN
	P2	0.6	\$ kN
	M	0.6	\$ kN.m





SINTAXIS DEL PROGRAMA

DEFINICIÓN DE LA GEOMETRÍA DEL PROBLEMA

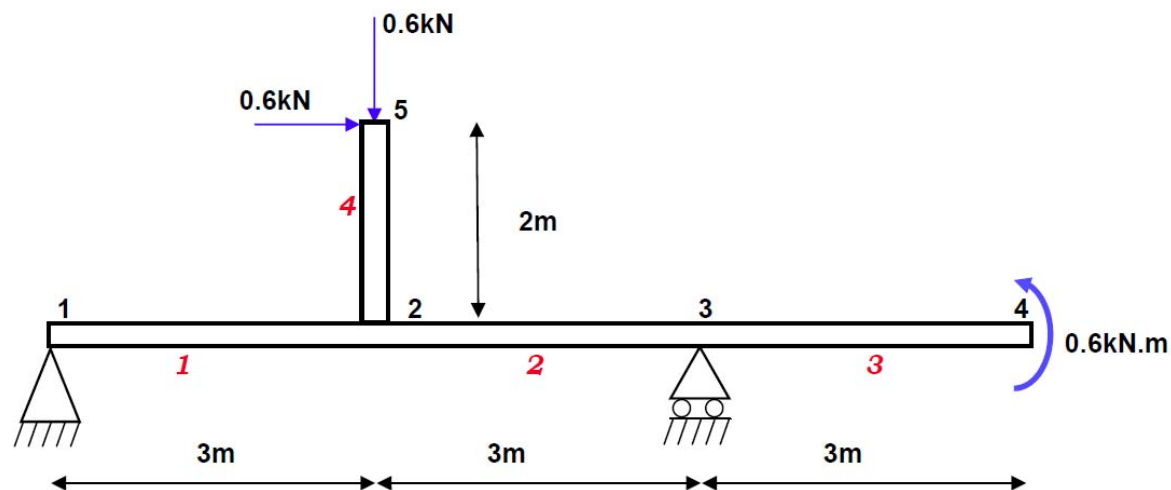
-Para definir la geometría de cualquier estructura hay que definir las **coordenadas de todos los nudos** de la misma (PUNTOS), siendo consecuente con el sistema de coordenadas establecido.

PUNTOS			
\$	pun	X	Y
	1	0.0	0.0
	2	L1	0.0
	3	2*L1	0.0
	4	3*L1	0.0
	5	L1	L2

-Una vez definida la posición de los nudos, hay que pasar a describir la disposición de las barras de la estructura (LINEAS)

LINEAS			
\$	lin	tipo	pun
	1	POL	1 2
	2	POL	2 3
	3	POL	3 4
	4	POL	5 2

Si en vez de líneas rectas (POL) tenemos líneas circulares la acción sería ARC.





SINTAXIS DEL PROGRAMA

MATERIALES Y PROPIEDADES DE LAS SECCIONES

-Tras la definición geométrica, pasamos a definir las **propiedades de los MATERIALES** a utilizar, y las **PROPIEDADES de las secciones** de nuestra estructura.

-Un programa de análisis de estructuras **necesita el dimensionado completo de todos los elementos** de la misma para poder realizar los cálculos.

Precisamente, ante una situación de diseño, esto lo que desconocemos ya que se parte de cero. Para la estructura propuesta se ha supuesto un perfil con un área "A" e inercia "I" determinados (ver apartado parámetros)

-Como se puede ver en la sintaxis anterior, se define un único tipo de material (Acero), un único tipo de sección (coincide con los datos de un IPE 200), y se asigna este material y esta sección (PROPIEDADES) a todas las barras de la estructura (LINEAS)

```
MATERIALES
$  mat pro1 val1
   1  YOU  E
```

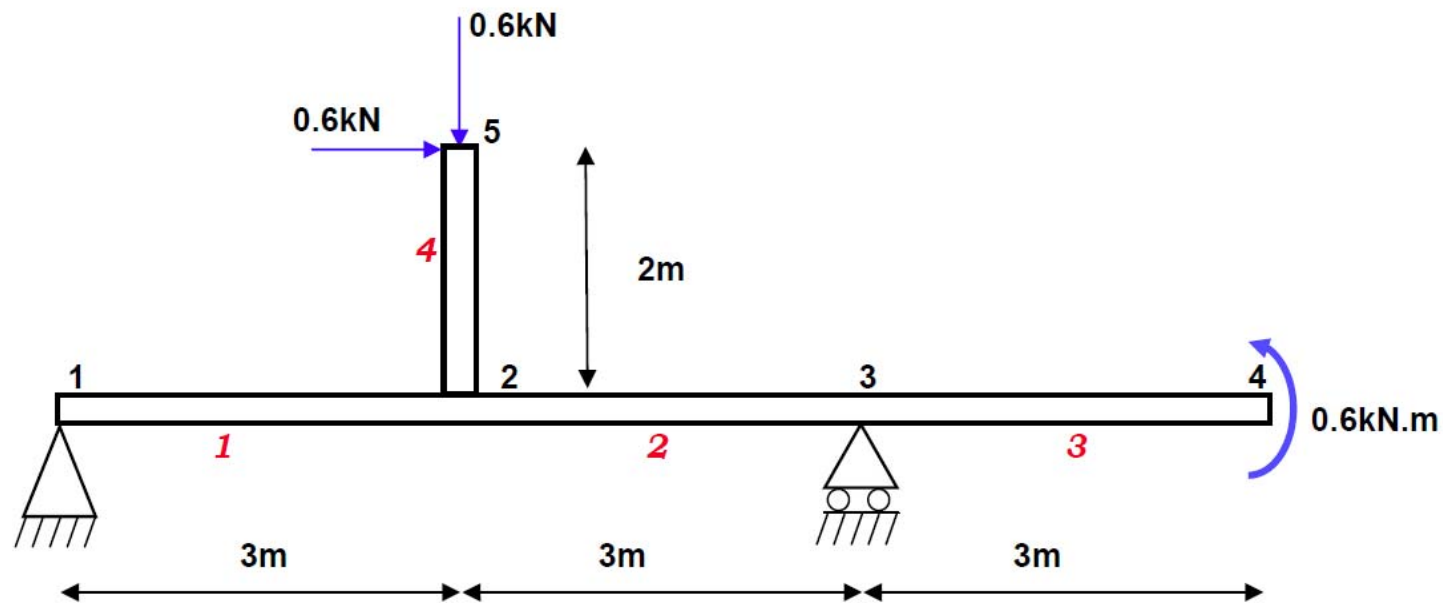
```
PROPIEDADES
$  pro val1  val2
   1  A      I
```

```
ELEMENTOS_LINEAS
$  lin tipo  mat pro
   1:4 RIG   1   1
```



SINTAXIS DEL PROGRAMA

- A la hora de asignar las propiedades y materiales a las líneas de la estructura, se define tipo de unión en los extremos de cada barra de la estructura. En este caso se ha definido como “RIG”, lo que significa, que todas las barras se unen rígidamente entre sí en los nudos de la estructura, por lo que habrá transmisión de esfuerzos axiales, cortantes y flectores.
- Este caso se diferencia de las barras articuladas con rótulas, cuya acción es ART, en que estas últimas no transmiten flectores de una barra a otra.
- También se puede dar el caso de una barra que sale de un nudo rigido y que va a otro articulado, en este caso la acción es RIG_ART.





SINTAXIS DEL PROGRAMA

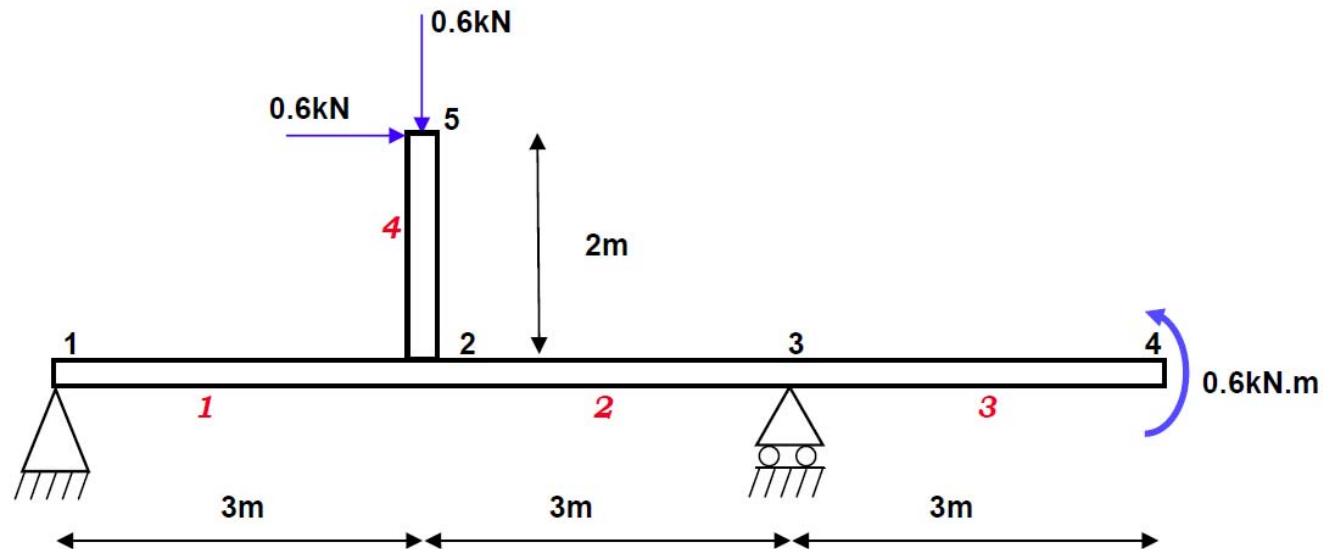
APOYOS DE LA ESTRUCTURA

-La **definición de los apoyos de la estructura** se hace mediante la instrucción “DESPLAZAMIENTOS_GLOBALES_PUNTOS”

```
DESPLAZAMIENTOS_GLOBALES_PUNTOS
```

```
$  pun est DX    DY    GZ  
   1   1  0.0   0.0  LIBRE  
   3   1  LIBRE 0.0  LIBRE
```

En la definición anterior se asigna a los puntos no incluidos (nudos), libertad de movimiento (desplazamiento/giro) en el plano.





SINTAXIS DEL PROGRAMA

CARGAS

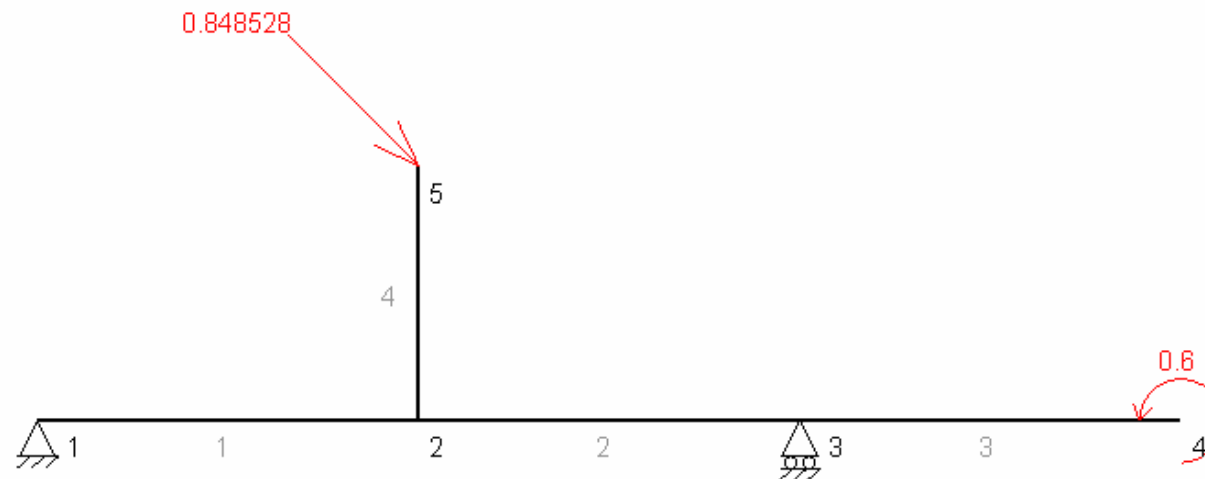
-Por último hay que **definir las cargas** que se aplican a la estructura, para ello, se definen:

- Las cargas que se aplican sobre los nudos de la estructura (PUNTOS) y
- Las **cargas que se aplican sobre las barras** de la estructura (LINEAS).

CARGAS_GLOBALES_PUNTOS

\$	pun	est	FX	FY	MZ
	5	1	P1	-P2	0.0
	4	1	0.0	0.0	M

EJEMPLO PROPUESTO Nº 3 (estado 1)



-Como se puede observar, el programa realiza la transformación de las cargas definidas, utilizando la resultante de las mismas en cada caso.

-Una vez definidos todos los datos, el icono “**ACTUALIZAR**” representa el enunciado descrito en la ventana de gráficos.



SINTAXIS DEL PROGRAMA

CALCULAR

- Por último, queda calcular la estructura y analizar los resultados.

Pulsando sobre el icono “**CALCULAR**”, situado a la derecha del icono “**ACTUALIZAR**”, MEFI realiza los cálculos y nos muestra gráfica y numéricamente los resultados.

The screenshot displays the MEFI software interface. The main window shows a structural analysis of a beam with five points. The beam is supported at points 1 and 3, and has a fixed support at point 5. The beam is divided into four segments of length 0.6 units each. The diagram shows the beam in its undeformed state (blue) and its deformed state (red). The maximum deflection is 0.848528 units. The results table below the diagram shows the displacement, rotation, and reaction forces for each point.

punto	desplax	desplay	giroz	reacciónX	reacciónY	momentoZ
1	0.0000e+00	0.0000e+00	-4.0501e-04	-6.0000e-01	2.0000e-01	
2	3.0075e-06	-9.9411e-04	-1.8409e-04			
3	3.0075e-06	0.0000e+00	6.9956e-04		4.0000e-01	
4	3.0075e-06	2.7614e-03	1.1414e-03			
5	7.6393e-04	-9.9611e-04	-4.7865e-04			

línea	punI	punF	axiI	axiF	axiM	xaxiM	xaxi0
			cortanteI	cortanteF	cortanteM	xCortanteM	xCortante0
			flectorI	flectorF	flectorM	xFlectorM	xFlector0
			desplai	desplaf	desplam	xDesplam	xDesplam
1	1	2	6.0000e-01	6.0000e-01	2.0000e-01	2.0000e-01	6.0000e-01
2	2	3	0.0000e+00	0.0000e+00	0.0000e+00	0.0000e+00	0.0000e+00
3	3	4	0.0000e+00	0.0000e+00	-1.0337e-03	4.5000e-01	0.0000e+00
4	5	2	0.0000e+00	2.7614e-03	0.0000e+00	0.0000e+00	0.0000e+00
			6.0000e-01	6.0000e-01	6.0000e-01	6.0000e-01	6.0000e-01
			0.0000e+00	1.2000e+00	0.0000e+00	0.0000e+00	0.0000e+00
			7.6393e-04	3.0075e-06			

CALCULAR



SINTAXIS DEL PROGRAMA

VENTANA DE ENTRADA DE DATOS

TITULO EJEMPLO PROPUESTO N° 3

PARAMETROS

\$ par val

```
L1 3.0 $ m
L2 2.0 $ m
E 210.0e6 $ kPa
A 28.5e-4 $ m2
I 0.194e-4 $ m4
P1 0.6 $ kN
P2 0.6 $ kN
M 0.6 $ kN.m
```

PUNTOS

```
$ pun X Y
1 0.0 0.0
2 L1 0.0
3 2*L1 0.0
4 3*L1 0.0
5 L1 L2
```

LINEAS

```
$ lin tipo pun
1 POL 1 2
2 POL 2 3
3 POL 3 4
4 POL 5 2
```

MATERIALES

```
$ mat pro1 val1
1 YOU E
```

PROPIEDADES

```
$ pro val1 val2
1 A I
```

ELEMENTOS_LINEAS

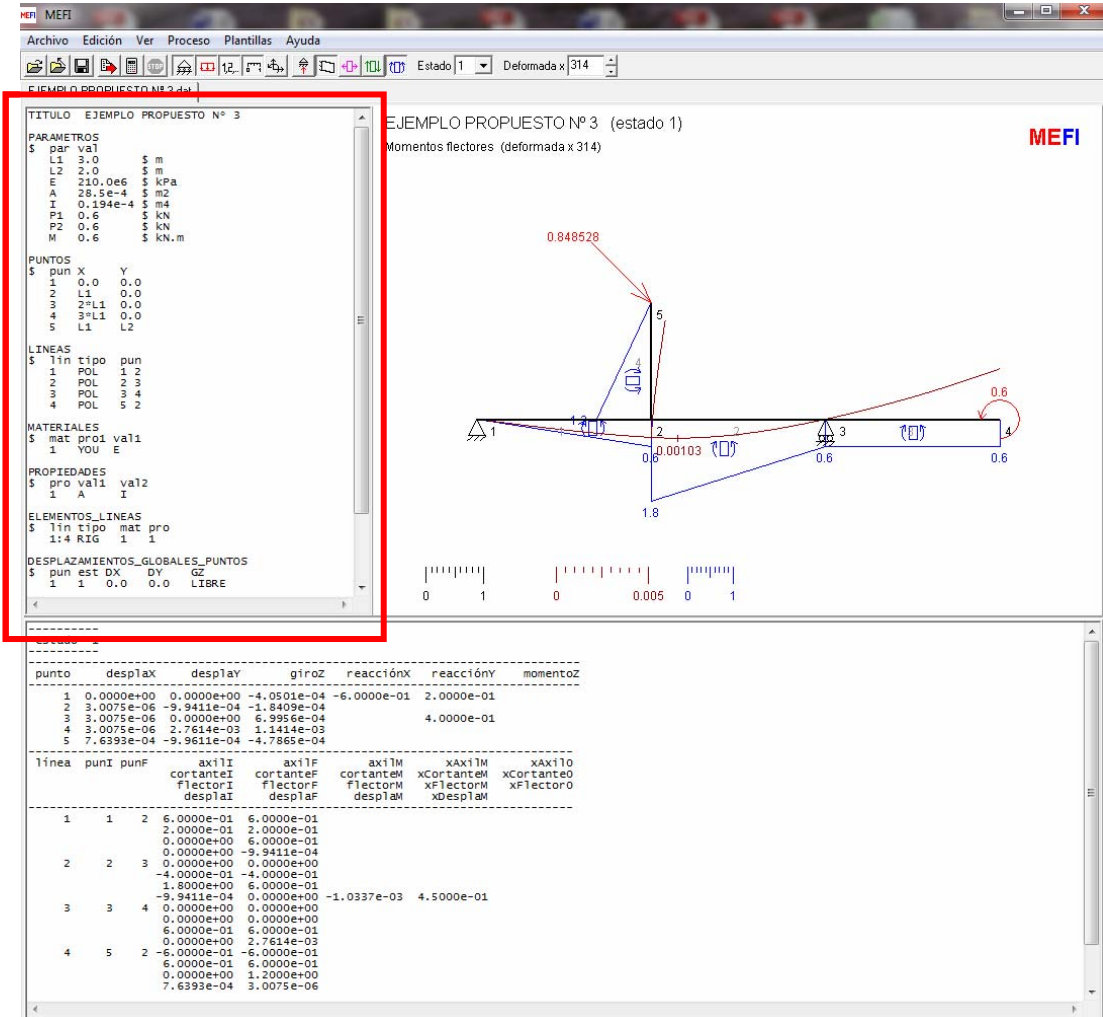
```
$ lin tipo mat pro
1:4 RIG 1 1
```

DESPLAZAMIENTOS_GLOBALES_PUNTOS

```
$ pun est DX DY GZ
1 1 0.0 0.0 LIBRE
3 1 LIBRE 0.0 LIBRE
```

CARGAS_GLOBALES_PUNTOS

```
$ pun est FX FY MZ
5 1 P1 -P2 0.0
4 1 0.0 0.0 M
```





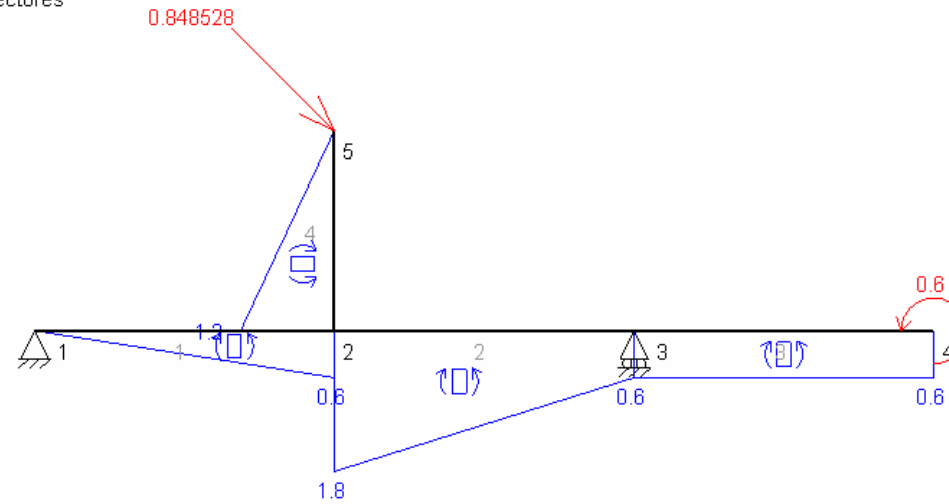
SINTAXIS DEL PROGRAMA

GRÁFICOS

EJEMPLO PROPUESTO Nº 3 (estado 1)

Momentos flectores

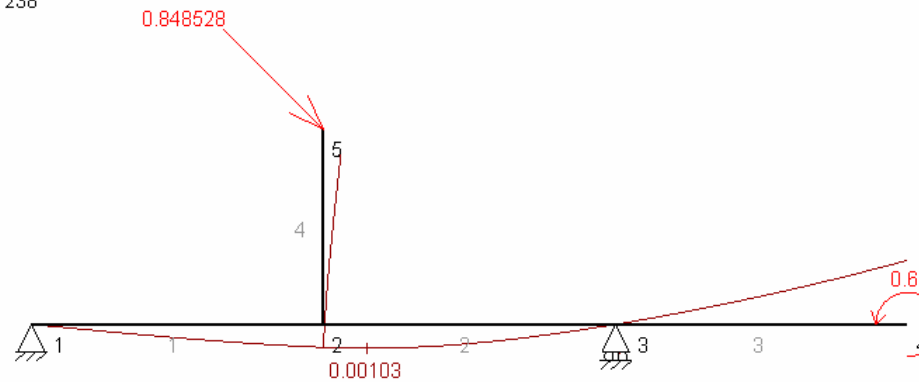
MEFI



EJEMPLO PROPUESTO Nº 3 (estado 1)

Deformada x 238

MEFI





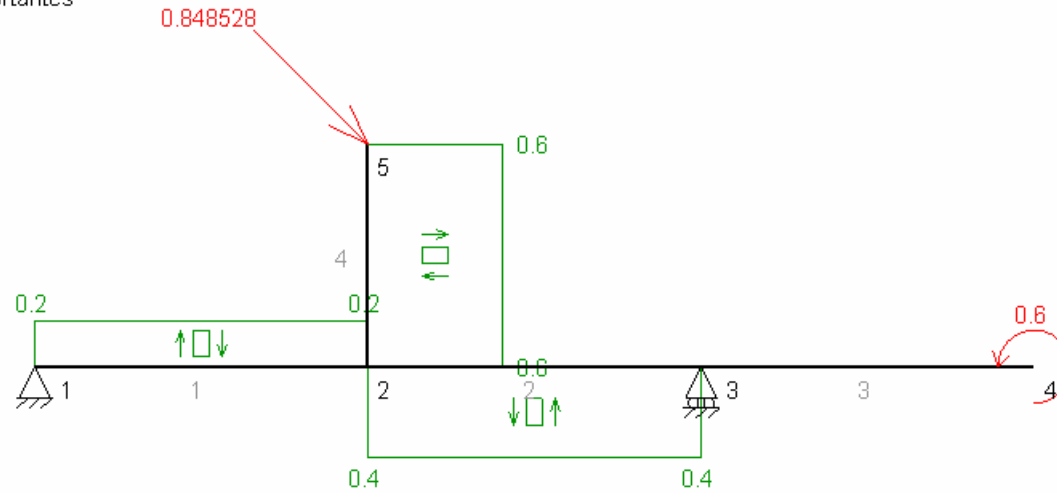
SINTAXIS DEL PROGRAMA

GRÁFICOS

EJEMPLO PROPUESTO Nº 3 (estado 1)

Esfuerzos cortantes

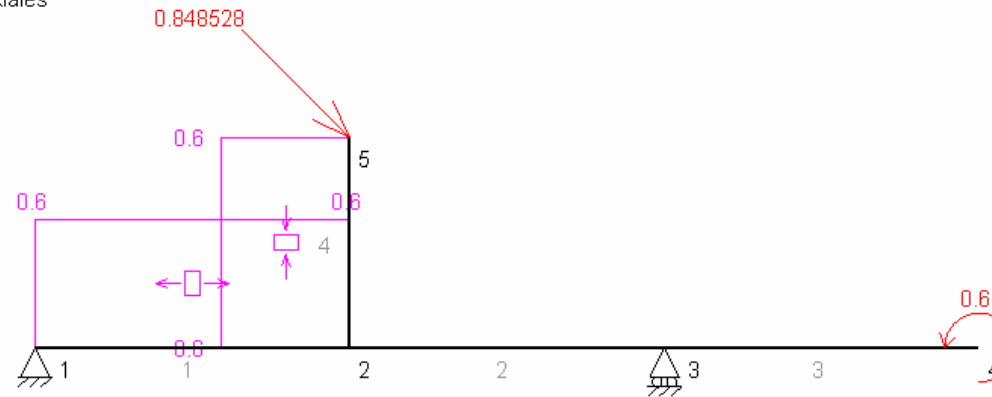
MEFI



EJEMPLO PROPUESTO Nº 3 (estado 1)

Esfuerzos axiales

MEFI





SINTAXIS DEL PROGRAMA

VENTANA DE RESULTADOS

MEFI

Archivo Edición Ver Proceso Plantillas Ayuda

EJEMPLO PROPUESTO Nº 3.dat

TITULO EJEMPLO PROPUESTO Nº 3

PARAMETROS
 \$ par val
 L1 3.0 \$ m
 L2 2.0 \$ m
 E 210.0e6 \$ kPa
 A 28.5e-4 \$ m2
 I 0.194e-4 \$ m4
 P1 0.6 \$ KN
 P2 0.6 \$ KN
 M 0.6 \$ KN.m

PUNTOS
 \$ pun X Y
 1 0.0 0.0
 2 L1 0.0
 3 2*L1 0.0
 4 3*L1 0.0
 5 L1 L2

LINEAS
 \$ lin tipo pun
 1 POL 1 2
 2 POL 2 3
 3 POL 3 4
 4 POL 5 2

MATERIALES
 \$ mat pro1 val1
 1 YOU E

PROPIEDADES
 \$ pro val1 val2
 1 A I

ELEMENTOS_LINEAS
 \$ lin tipo mat pro
 1:4 RIG 1 1

DESPLAZAMIENTOS_GLOBALES_PUNTOS
 \$ pun est DX DY GZ
 1 1 0.0 0.0 LIBRE

EJEMPLO PROPUESTO Nº 3 (estado 1)
 Momentos flectores. (deformada x 314)

estado 1

punto	desplax	desplay	giroz	reacciónX	reacciónY	momentoz
1	0.0000e+00	0.0000e+00	-4.0501e-04	-6.0000e-01	2.0000e-01	
2	3.0075e-06	-9.9411e-04	-1.8409e-04			
3	3.0075e-06	0.0000e+00	6.9956e-04		4.0000e-01	
4	3.0075e-06	2.7614e-03	1.1414e-03			
5	7.6393e-04	-9.9611e-04	-4.7865e-04			

línea	punI	punF	axilI	axilF	axilM	xAxilM	xAxil0
			cortanteI	cortanteF	cortanteM	xCortanteM	xCortante0
			flectorI	flectorF	flectorM	xFlectorM	xFlector0
			desplaI	desplaF	desplaM	xDesplaM	xDespla0
1	1	2	6.0000e-01	6.0000e-01			
			2.0000e-01	2.0000e-01			
			0.0000e+00	6.0000e-01			
			0.0000e+00	-9.9411e-04			
2	2	3	0.0000e+00	0.0000e+00			
			-4.0000e-01	-4.0000e-01			
			1.8000e+00	6.0000e-01			
			-9.9411e-04	0.0000e+00	-1.0337e-03	4.5000e-01	
3	3	4	0.0000e+00	0.0000e+00			
			0.0000e+00	0.0000e+00			
			6.0000e-01	6.0000e-01			
			0.0000e+00	2.7614e-03			
4	5	2	-6.0000e-01	-6.0000e-01			
			6.0000e-01	6.0000e-01			
			0.0000e+00	1.2000e+00			
			7.6393e-04	3.0075e-06			



SINTAXIS DEL PROGRAMA

HOJA DE RESULTADOS

estado 1

punto desplaX desplaY giroZ reacciónX reacciónY
momentoZ

1 0.0000e+00 0.0000e+00 -4.0501e-04 -6.0000e-01 2.0000e-01
2 3.0075e-06 -9.9411e-04 -1.8409e-04
3 3.0075e-06 0.0000e+00 6.9956e-04 4.0000e-01
4 3.0075e-06 2.7614e-03 1.1414e-03
5 7.6393e-04 -9.9611e-04 -4.7865e-04

línea punI punF axilI axilF axilM xAxilM xAxil0
 cortanteI cortanteF cortanteM xCortanteM xCortante0
 flectorI flectorF flectorM xFlectorM xFlector0
 desplaI desplaF desplaM xDesplaM

1 1 2 6.0000e-01 6.0000e-01
 2.0000e-01 2.0000e-01
 0.0000e+00 6.0000e-01
 0.0000e+00 -9.9411e-04
2 2 3 0.0000e+00 0.0000e+00
 -4.0000e-01 -4.0000e-01
 1.8000e+00 6.0000e-01
 -9.9411e-04 0.0000e+00 -1.0337e-03 4.5000e-01
3 3 4 0.0000e+00 0.0000e+00
 0.0000e+00 0.0000e+00
 6.0000e-01 6.0000e-01
 0.0000e+00 2.7614e-03
4 5 2 -6.0000e-01 -6.0000e-01
 6.0000e-01 6.0000e-01
 0.0000e+00 1.2000e+00
 7.6393e-04 3.0075e-06

tensión equivalente von Mises máxima 1.3259e+04



RESUMEN

TÍTULO EJEMPLO PROPUESTO N° 3

PARAMETROS

\$ par val

L1 3.0 \$ m
L2 2.0 \$ m
E 210.0e6 \$ kPa
A 28.5e-4 \$ m²
I 0.194e-4 \$ m⁴
P1 0.6 \$ kN
P2 0.6 \$ kN
M 0.6 \$ kN.m

PUNTOS

\$ pun X Y
1 0.0 0.0
2 L1 0.0
3 2*L1 0.0
4 3*L1 0.0
5 L1 L2

LINEAS

\$ lin tipo pun
1 POL 1 2
2 POL 2 3
3 POL 3 4
4 POL 5 2

MATERIALES

\$ mat pro1 val1
1 YOU E

PROPIEDADES

\$ pro val1 val2
1 A I

ELEMENTOS_LINEAS

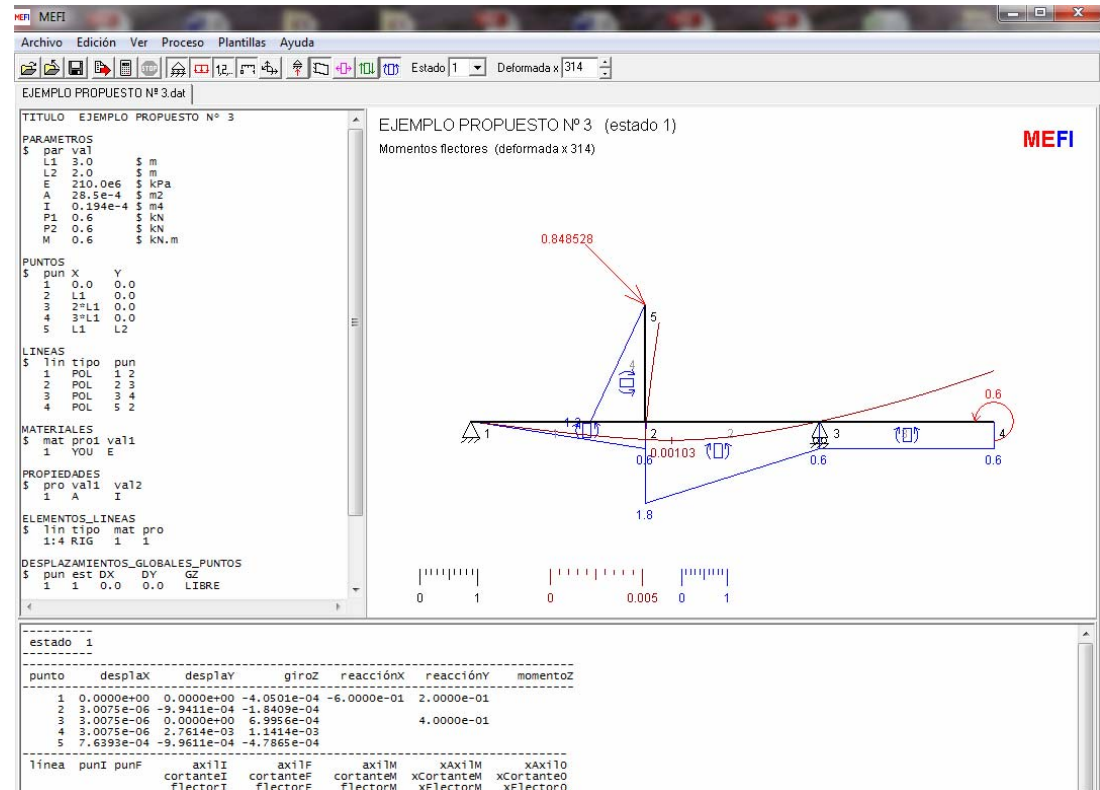
\$ lin tipo mat pro
1:4 RIG 1 1

DESPLAZAMIENTOS_GLOBALES_PUNTOS

\$ pun est DX DY GZ
1 1 0.0 0.0 LIBRE
3 1 LIBRE 0.0 LIBRE

CARGAS_GLOBALES_PUNTOS

\$ pun est FX FY MZ
5 1 P1 -P2 0.0
4 1 0.0 0.0 M



Para introducir la sintaxis completa en la **ventana de entrada de datos** nos ayudaremos del menú **“Plantillas”**, y seguiremos los distintos apartados del mismo

TÍTULO
PARÁMETROS
DEFINICIÓN DE LA GEOMETRÍA DEL PROBLEMA
MATERIALES Y PROPIEDADES DE LAS SECCIONES
APOYOS DE LA ESTRUCTURA
CARGAS
CALCULAR