



LabAE-PPR

Laboratorio conceptual de Análisis de Estructuras. Piezas Prismáticas Rectas

1. [Introducción](#)
2. [Fundamentos teóricos](#)
3. [Instalación de la aplicación](#)
4. [Inicio de la aplicación](#)
5. [Entorno gráfico de la aplicación](#)
6. [Entrada de datos](#)
7. [Salida de resultados](#)
8. [Formulario](#)
9. [Referencias](#)

1. [Introducción](#)

El objetivo de LabAE-PPR es convertirse en una herramienta, fácil de utilizar, visual, e interactiva, de apoyo al aprendizaje del Análisis de Estructuras.

LabAE-PPR permite, de forma muy sencilla, analizar una pieza prismática recta sometida a cargas aplicadas sobre ella, con cualesquiera condiciones de contorno, cinemáticas y estáticas, en los extremos.

LabAE-PPR no analiza mediante una formulación matricial. Utiliza las ecuaciones fundamentales de equilibrio, compatibilidad y comportamiento, en su forma más simple, con el fin de facilitar el entendimiento y la aplicación de estas ecuaciones.

La aplicación permite generar, de forma sencilla, miles de casos diferentes. Además de los resultados (reacciones, esfuerzos, leyes de desplazamientos, de giros y de esfuerzos, la aplicación muestra la secuencia en la que se han aplicado las relaciones fundamentales para resolver el problema.

2. [Fundamentos teóricos](#)

LabAE-PPR analiza piezas prismáticas rectas, esto es, piezas de directriz recta y sección transversal constante. Además, la pieza tiene un eje de simetría vertical. Con estas condiciones, la respuesta a fuerzas axiales está desacoplada de la respuesta de flexión, y se puede descomponer el problema en dos partes: un análisis para los esfuerzos axiales, y otro análisis para los esfuerzos de flexión.

El análisis en la dirección axial se realiza utilizando la ecuación de equilibrio de fuerzas en la dirección axial, la ley de Hooke, y las ecuaciones de compatibilidad entre las deformaciones axiales de la pieza y los desplazamientos axiales en los extremos. Para los casos hiperestáticos, la ecuación de compatibilidad se obtiene aplicando el teorema de las fuerzas virtuales (TFV). Una vez obtenidas las reacciones, la ley de esfuerzos axiales se obtiene a partir de la ecuación de equilibrio de fuerzas, aplicada en los tramos 0-a y a-L. La ley de desplazamientos se obtiene aplicando el TFV para los dos tramos.

Para la resolución del problema de flexión se utilizan las dos ecuaciones de comportamiento de la pieza prismática recta, las condiciones compatibilidad en el contorno (cinemáticas y estáticas) en los extremos de la pieza, y las dos ecuaciones de equilibrio de fuerzas y de momentos. Una vez obtenidos los momentos, los esfuerzos cortantes en los extremos se obtienen a partir de las dos ecuaciones de equilibrio. Para la obtención de las leyes de desplazamientos perpendiculares a la directriz se utiliza el TFV. La ley de giros se obtiene derivando la expresión de los desplazamientos. Los valores máximos y mínimos de los diagramas de esfuerzos se obtienen derivando e igualando a cero las leyes correspondientes. Los puntos de inflexión de la deformada de la pieza se obtienen igualando a cero la ley de momentos flectores.

Las formulaciones detalladas pueden encontrarse en los capítulos 6 y 8 de la referencia (Martí, P. 2020), o en los capítulos 7 a 9 de la referencia (Martí, P. 2007).

3. [Instalación de la aplicación](#)

La aplicación se instala haciendo doble clic en el archivo de instalación “Instalador_LabAE-PPR_v2.20” . Aparece el icono de la aplicación (figura 1) y se prepara la instalación de la misma.

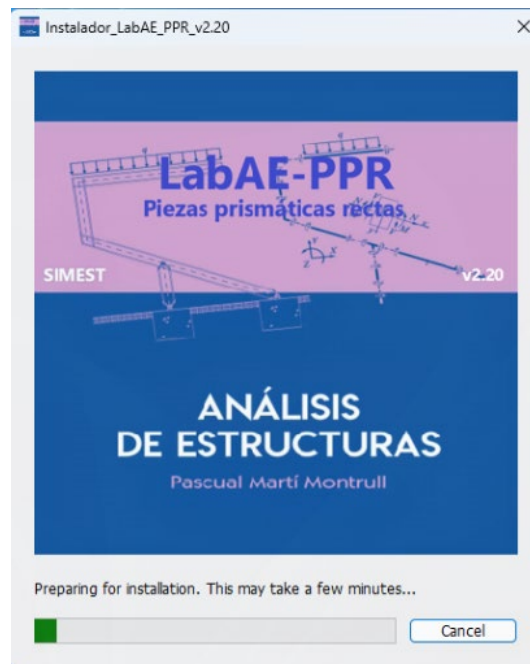


Figura 1. Preparación de la instalación de LabAE-PPR.

En unos segundos aparece el diálogo de inicio de la instalación (figura 2).

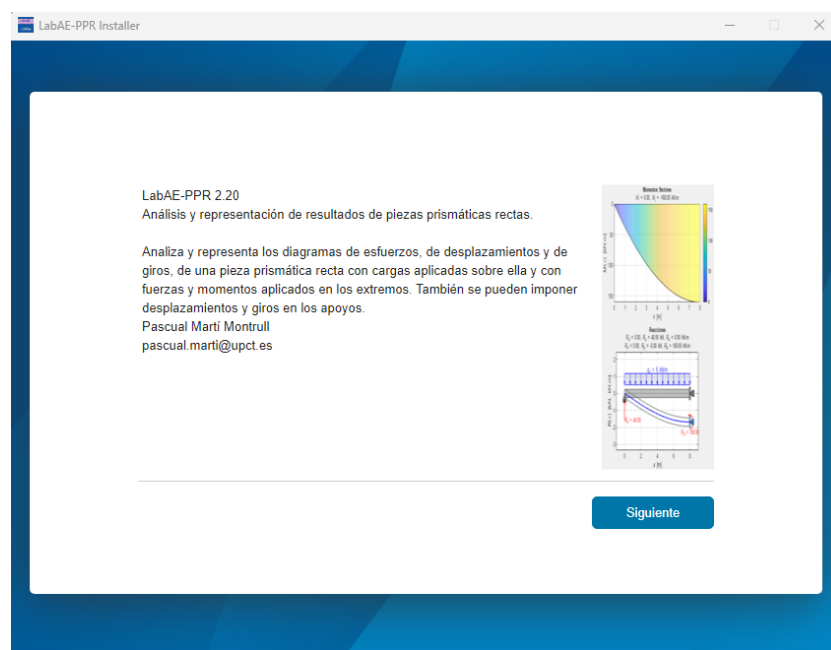


Figura 2. Inicio de la instalación de LabAE-PPR.

Pulsando “Siguiente” aparece un diálogo (figura 3) para definir el directorio de instalación de la aplicación. Se debe marcar la opción “Agregar atajo al escritorio”, si se quiere generar un acceso

directo “LabAE-PPR”  a la aplicación en el escritorio

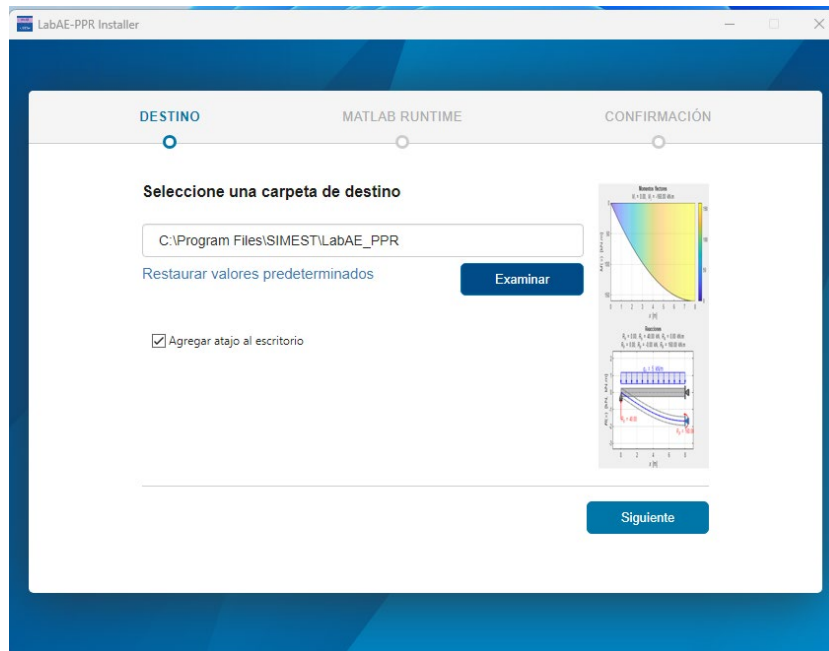


Figura 3. Directorio de instalación de LabAE-PPR y opción marcada para generar un icono de acceso directo.

Pulsando “Siguiente” aparece un diálogo (figura 4) de confirmación de datos e inicio de la instalación.

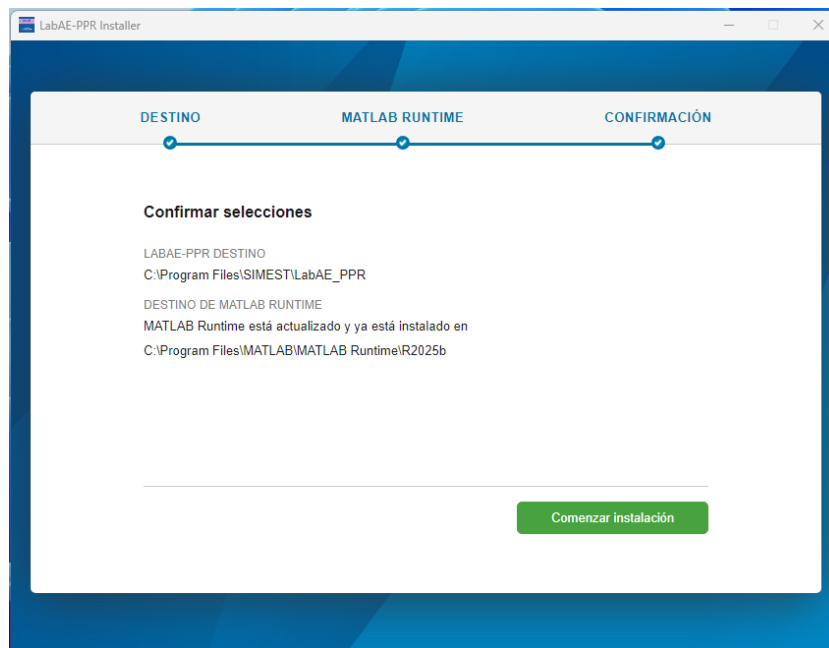


Figura 4. Confirmación de selecciones para iniciar la instalación.

Pulsando “Comenzar instalación” se inicia la instalación. La primera vez que se instala el programa este proceso puede durar unos minutos, ya que el instalador tiene que descargar e instalar un software de MATLAB (“MATLAB Runtime”) que carga los archivos necesarios para que funcione la aplicación, aunque no se tenga instalado MATLAB. En las instalaciones posteriores la instalación es mucho más rápida, ya que no es necesario volver a descargar e instalar el “MATLAB Runtime”. Cuando finaliza la instalación aparece el diálogo de la figura 5.

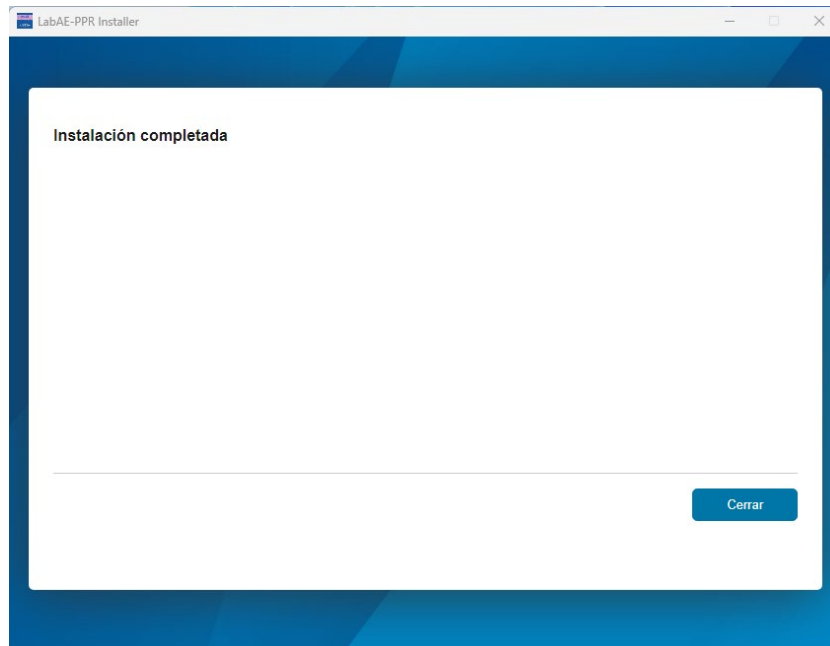


Figura 5. Fin de la instalación.

4. [Inicio de la aplicación](#)

Una vez finalizada la instalación, se puede ejecutar el programa haciendo doble clic en el icono

“LabAE-PPR” .

En primer lugar, aparece el icono de la aplicación, que permanece mientras se carga la misma.



Figura 6. Icono de inicio de la aplicación LabAE-PPR.

A continuación, aparece un diálogo de identificación del usuario.

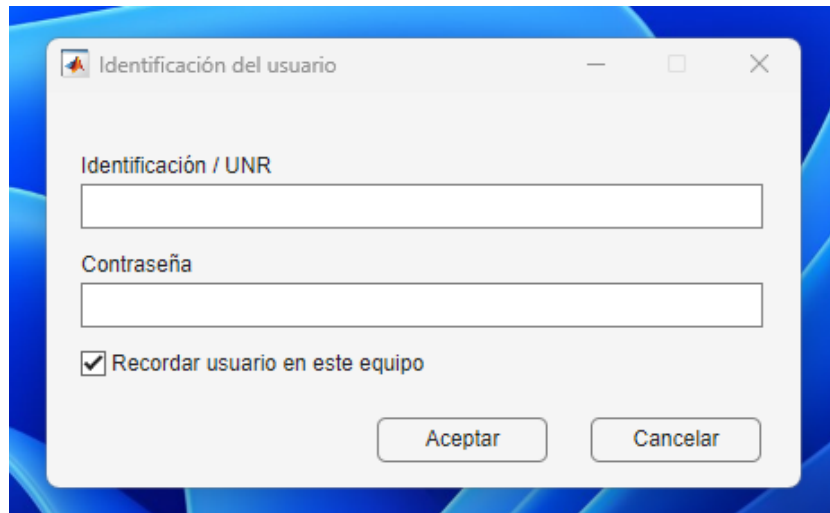


Figura 7 Entorno gráfico de la aplicación y diálogo de identificación del usuario.

Como “Identificación / UNR” hay que introducir la identificación del usuario. En el caso de que no sea un usuario registrado, se deberá poner UNR.

Como “Contraseña” se deberá poner la contraseña con la que se registró el usuario. Los usuarios no registrados no necesitan poner nada en este campo.

En el caso de los usuarios registrados, si se marca la opción “Recordar usuario en este equipo”, no se volverán a pedir el identificador y la contraseña hasta que se pulse el botón de cerrar sesión.

5. [Entorno gráfico de la aplicación](#)

Una vez validada la identificación, aparece el entorno gráfico de la aplicación (figura 8), con la solución de un problema incluido en la aplicación.

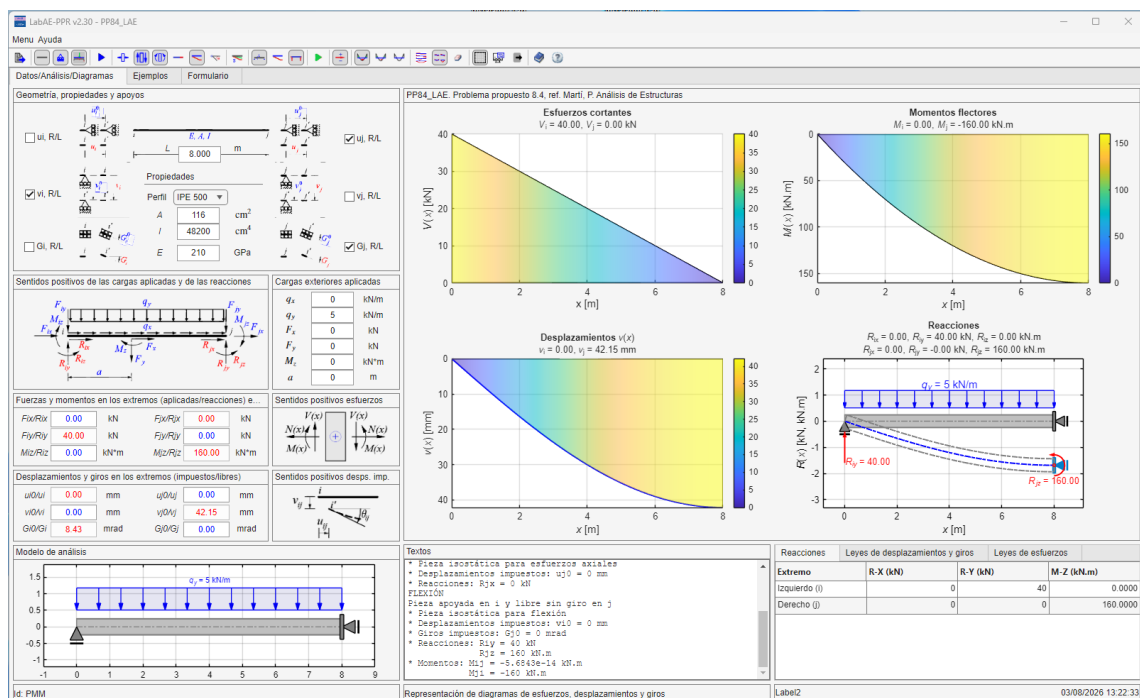
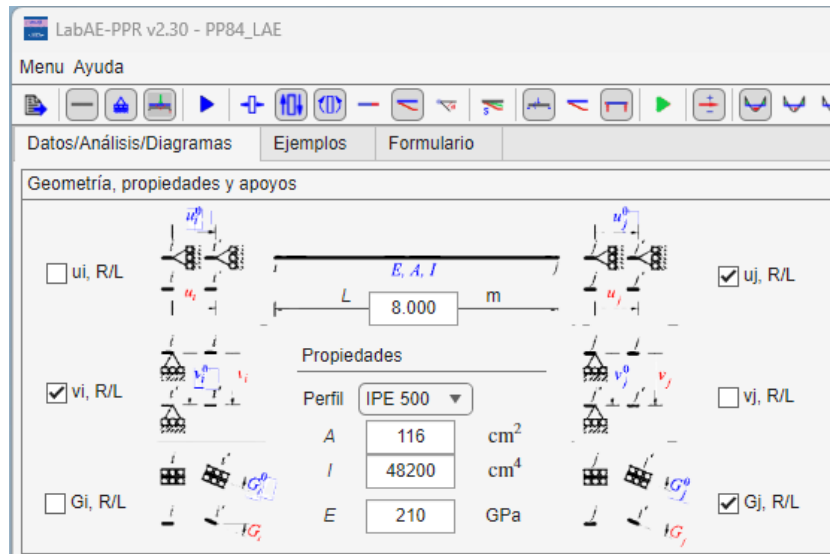


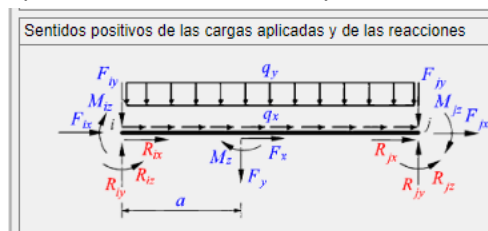
Figura 8. Entorno gráfico de la aplicación con datos y la solución de un problema incluido en la aplicación.

En la parte izquierda de la pantalla, pestaña “Datos/Análisis/Resultados”, aparecen los datos y la representación gráfica de uno de los problemas incluidos en la aplicación. El contenido del entorno gráfico de la aplicación es el siguiente:

- a. **Panel: Geometría, propiedades y apoyos.** En este panel aparecen cajas de selección para las condiciones de contorno cinemáticas, un desplegable de selección de perfiles, y campos de edición numérica para el material y las propiedades de la viga si se elige la opción “E, A, I”.



- b. **Panel: Sentidos positivos de las cargas aplicadas y de las reacciones.** En este panel se muestra una imagen con los sentidos positivos de las fuerzas aplicadas en el interior de la pieza, de las fuerzas aplicadas en los extremos y de las reacciones.



- c. **Panel: Cargas exteriores aplicadas.** En este panel aparecen campos de edición numérica, para definir la posición y los valores de las cargas aplicadas en el interior de la pieza.

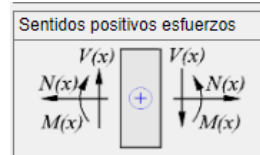
Cargas exteriores aplicadas		
q_x	0	kN/m
q_y	5	kN/m
F_x	0	kN
F_y	0	kN
M_z	0	kN*m
a	0	m

- d. **Panel: Fuerzas y momentos en los extremos (aplicadas/reacciones).** En este panel aparecen campos de edición numérica, para los valores de las cargas aplicadas en los extremos de la pieza. Pueden aplicarse fuerzas en los grados de libertad libres (campos

en color azul). En los campos correspondientes a los grados de libertad restringido se muestran las reacciones resultantes (en color rojo).

Fuerzas y momentos en los extremos (aplicadas/reacciones) e...					
F_{ix}/R_{ix}	0.00	kN	F_{jx}/R_{jx}	0.00	kN
F_{iy}/R_{iy}	40.00	kN	F_{jy}/R_{jy}	0.00	kN
M_{iz}/R_{iz}	0.00	kN*m	M_{jz}/R_{jz}	160.00	kN*m

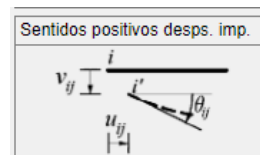
- e. **Panel: Sentidos positivos esfuerzos.** Muestra una imagen con los sentidos positivos de los diagramas de esfuerzos.



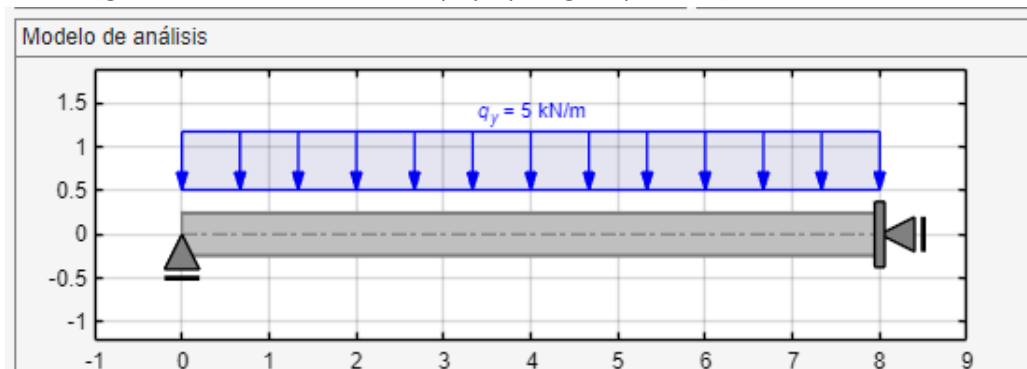
- f. **Panel: Desplazamientos y giros en los extremos (impuestos/libres).** En este panel aparecen campos de edición numérica, para los valores de los desplazamientos y giros impuestos en los grados de libertad restringidos en los extremos de la pieza. Pueden aplicarse desplazamientos y giros en los grados de libertad restringidos (campos en color azul). En los campos correspondientes a los grados de libertad libres se muestran los resultados de los giros y los desplazamientos en los extremos de la pieza (en color rojo).

Desplazamientos y giros en los extremos (impuestos/libres)					
$u_i/\bar{u}_i$	0.00	mm	$u_j/\bar{u}_j$	0.00	mm
$v_i/\bar{v}_i$	0.00	mm	$v_j/\bar{v}_j$	42.15	mm
$G_i/\bar{G}_i$	8.43	mrاد	$G_j/\bar{G}_j$	0.00	mrاد

- g. **Panel: Sentidos positivos de los giros y desplazamientos en los extremos.** Muestra una imagen con los sentidos positivos de los giros y de los desplazamientos en los extremos de la pieza.



- h. **Ventana: Modelo de análisis.** Es una ventana gráfica en la que se muestra el modelo de análisis (geometría, condiciones de apoyo y cargas aplicadas).

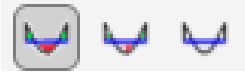


- i. **Barra de herramientas.** (Figura 10) En esta barra están los botones para realizar las diferentes utilidades de la aplicación.



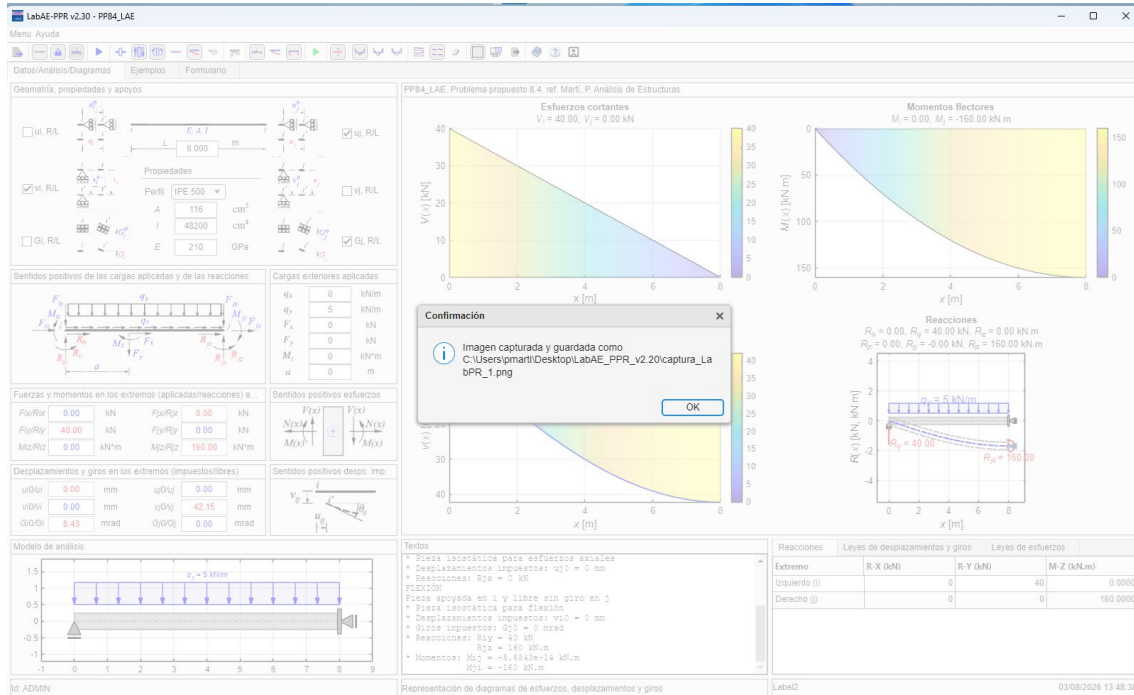
Figura 9 Barra de herramientas.

Las diferentes operaciones y procesos que se pueden realizar, de izquierda a derecha, son:

- Cargar ejemplo disponible en la aplicación. 
 - Activa/desactiva la representación de la pieza. 
 - Activa/desactiva la representación de los apoyos. 
 - Activa/desactiva la representación de las cargas. 
 - Realiza el análisis del problema y representa los diagramas seleccionados. 
 - Selección de representación de diagramas de esfuerzos (Esfuerzos axiales, Esfuerzos cortantes y Momentos flectores), diagramas de desplazamientos (desplazamientos axiales, desplazamientos de flexión y giros).
- 
- Activar/desactivar la representación de los desplazamientos y giros correspondientes a cada una de las cargas aplicadas. 
 - Selección de representación del modelo de análisis, deformada de la viga y reacciones. 
 - Representación de los diagramas seleccionados. 
 - Posición de los diagramas de esfuerzos axiales y esfuerzos cortantes. Con la opción de la imagen, , los valores positivos se representan por encima de la pieza. Al pulsarlo, aparece un icono con los signos invertidos, y los valores positivos se representan por debajo de la pieza.
 - Activa la forma de representación de los diagramas (sólido, líneas y vacío). 
 - Formas de posicionar los diagramas. Activando el icono , Los diagramas se representan en una columna. Activando el icono , la aplicación distribuye los diagramas para el mejor aprovechamiento del espacio disponible.
 - Borra los diagramas y los resultados 
 - Activa/desactiva la representación de los ejes de los diagramas 

- Captura de la figura de LabAE-PPR. Captura y guarda el contenido de la pestaña

activa.

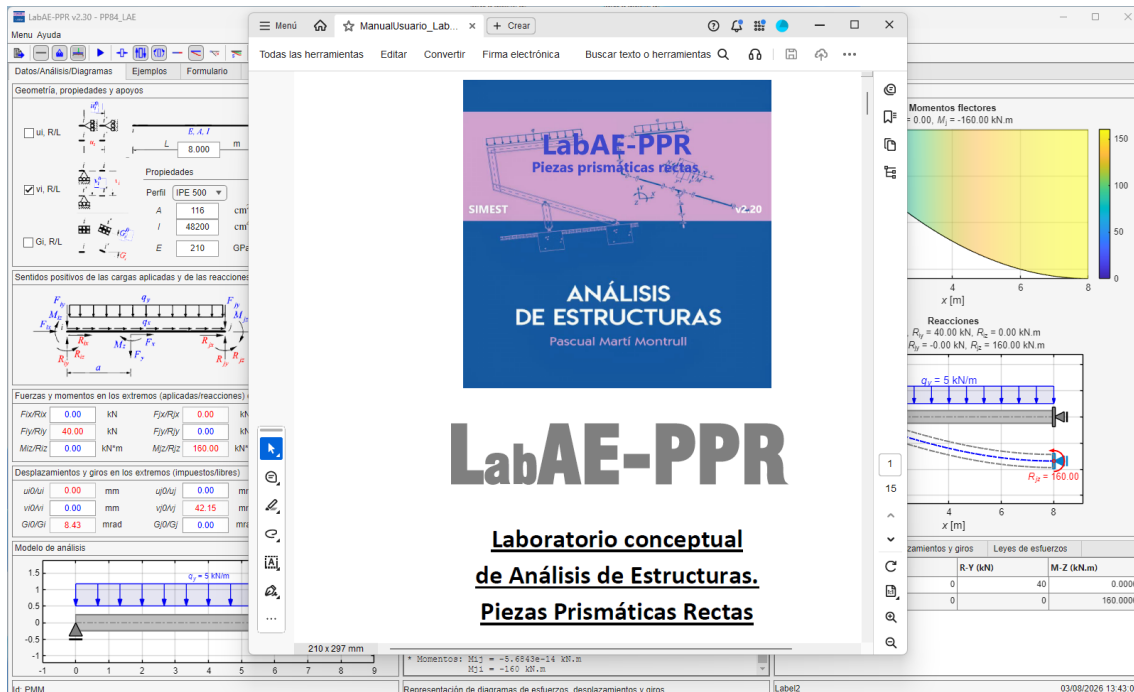


- Cerrar sesión. En la próxima entrada a la aplicación se volverán a pedir el

identificados y la contraseña.

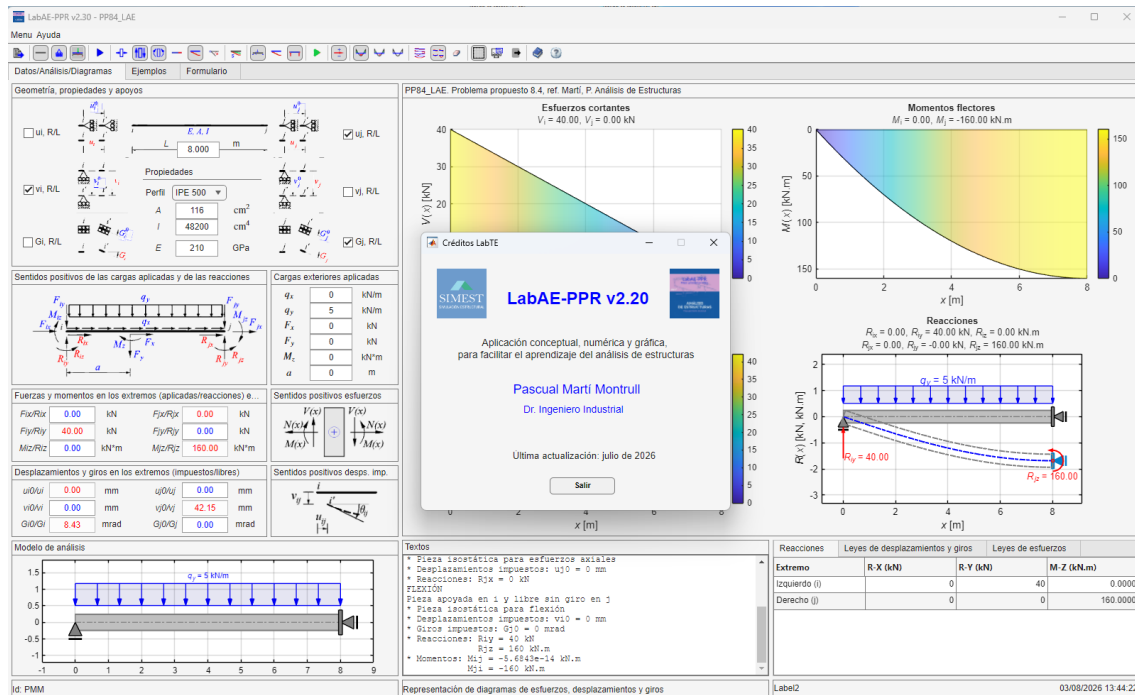


- Ayuda. Se visualiza el archivo pdf del manual de usuario de la aplicación.



- Créditos de la aplicación.





- j. **Panel de textos** (Figura 10). Muestra las condiciones de contorno, el procedimiento y los resultados del problema resuelto, etc.

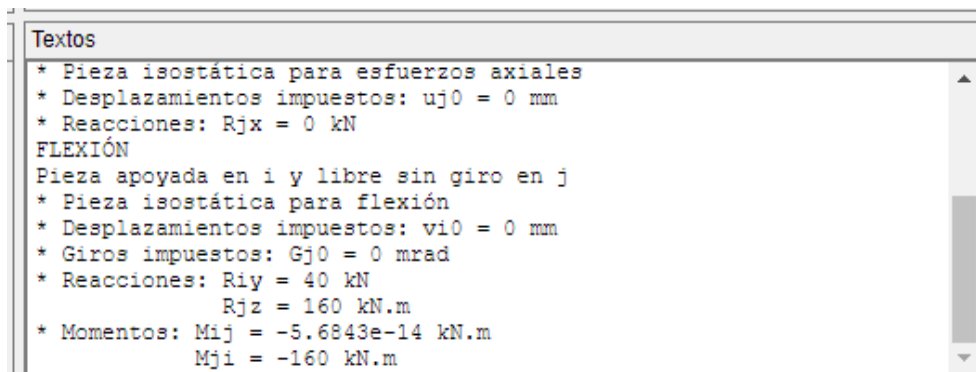


Figura 10. Panel de textos.

- k. **Panel de resultados** (Figura 11). Hay tres pestañas, correspondientes a las tablas de resultados de las leyes de desplazamientos y giros, leyes de esfuerzos y Reacciones.

Reacciones	Leyes de desplazamientos y giros		Leyes de esfuerzos	
x (m)	N (kN)	V (kN)	M (kN.m)	
0		0	40	-0.0000
0.2000		0	39	7.9000
0.4000		0	38	15.6000
0.6000		0	37	23.1000
0.8000		0	36	30.4000
1.0000		0	35	37.5000

Figura 11. Tablas de resultados. Tabla de Leyes de esfuerzos

6. [Entrada de datos](#)

La entrada de datos se puede realizar por dos procedimientos:

1. Utilizando uno de los ejemplos disponibles en la aplicación. Para este procedimiento basta con seleccionar el caso deseado, y hacer doble clic en el mismo. Los ejemplos muestran las posibilidades de LabAE-PPR para diferentes condiciones de contorno: 1) condiciones de contorno **cinemáticas** (giros y desplazamientos impuestos) en ambos extremos; 2) condiciones de contorno **estáticas** (fuerzas y momentos impuestos) en ambos extremos, y 3) condiciones de contorno **híbridas**, parte cinemáticas y parte estáticas.

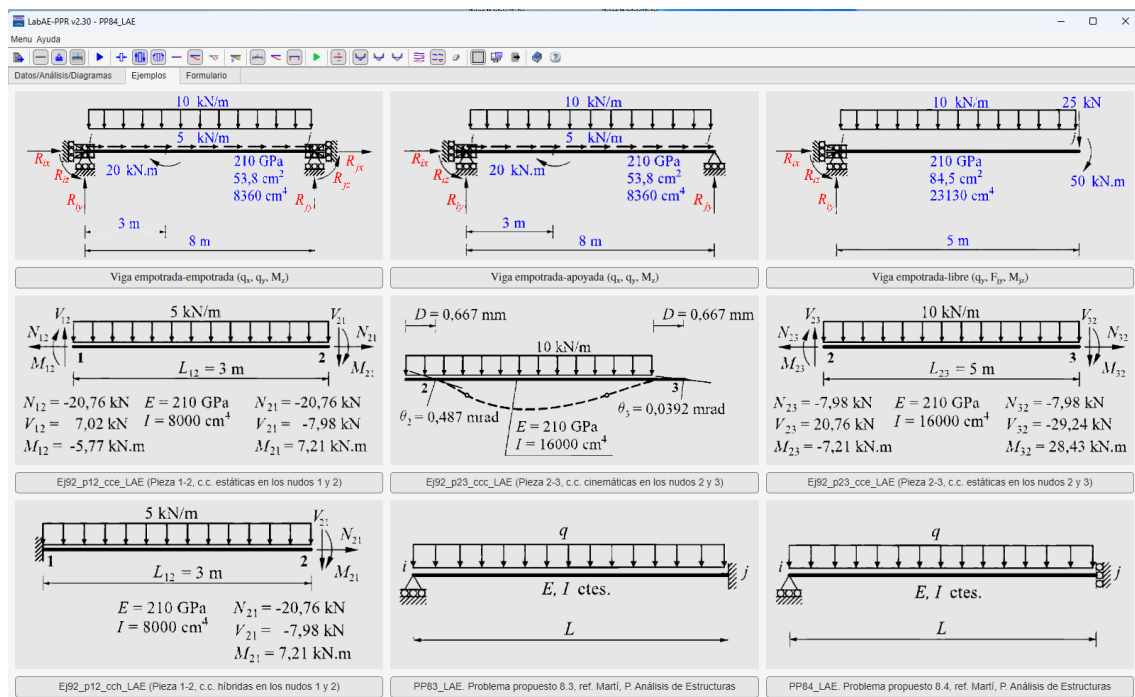


Figura 12. Ejemplos disponibles en LabAE-PPR.

2. Cambiando los valores de los datos del caso inicial o de uno de los ejemplos de la aplicación. Se parte del caso inicial, o se carga uno de los ejemplos y se cambian los valores de este. Al realizar cambios en los datos, el modelo de análisis, y los campos editables en función de las condiciones de contorno, se actualiza inmediatamente.

7. [Salida de resultados](#)

La salida de los resultados del caso se realiza: 1) a través de las ventanas gráficas, 2) a través de las tablas de resultados, y 3) a través del panel de textos.

En las figuras 13 a 15 se muestran los resultados de tres ejemplos de la aplicación, con diferentes entradas de datos y diferentes diagramas de resultados

9. [Referencias](#)

- Martí, P. *Análisis de Estructuras. Métodos clásicos y análisis matricial* (2ª edición). Horacio Escarabajal Editores, Cartagena, 2007.
- Martí, P. *Análisis de Estructuras*. Ed. Síntesis, Madrid, 2020.