INERTIX

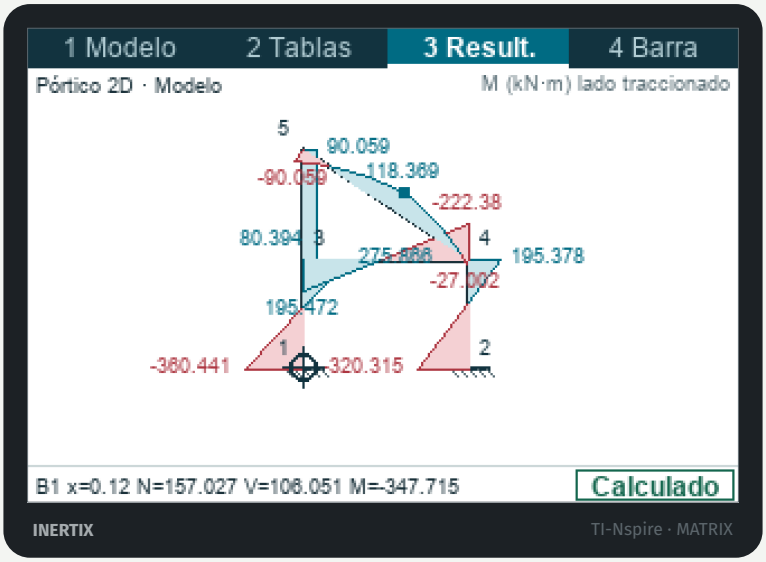
Programas de ingeniería civil para TI-Nspire

GUÍA DE USO

MATRIX

Análisis matricial de pórticos, cerchas 3D y parrillas

Versión 1.0.0 **TI-Nspire** Estructuras · Noviembre de 2026



CONTACTO Y SOPORTE

Asistente técnico INERTIX +591 69666824

Ing. Carlos Paredes Aguilar
+591 73842694

Ing. Samuel Huarachi Flores
+591 63562947

Contenido

1. Presentación y alcance **4**

1.1. Qué calcula . . . 4

1.2. Unidades y convenciones . . . 4

1.3. Límites y fuera de alcance . . . 4

2. Instalación **5**

2.1. Abrir en la computadora . . . 5

2.2. Transferir a la calculadora . . . 5

3. Licencia de uso **6**

3.1. Cómo funciona . . . 6

3.2. Activar en la calculadora . . . 6

3.3. Mensajes de la pantalla Licencia . . . 7

4. La interfaz **9**

4.1. Zonas de la pantalla . . . 9

4.2. Teclas . . . 9

4.3. Formularios y resultados pendientes . . . 10

4.4. Tablas . . . 10

5. Ejemplo guiado **11**

5.1. Enunciado . . . 11

5.2. Datos . . . 11

5.3. Paso a paso . . . 12

5.4. Resultados . . . 20

6. Opciones importantes **21**

6.1. OI-1 · Pórtico con rótula y carga térmica . . . 21

6.2. OI-2 · Viga continua con movimiento de apoyo . . . 21

6.3. OI-3 · Cercha 3D: vistas y axiles . . . 22

6.4. OI-4 · Pórtico semirrígido frente a rígido y articulado . . . 23

6.5. OI-5 · Parrilla en L con voladizo . . . 24

6.6. OI-6 · Guardar, abrir, cancelar y modelo inestable . . . 25

7. Referencia de menús **27**

7.1. Archivo 27
7.2. Modelo 27
7.3. Cargas 27
7.4. Calcular 28
7.5. Result. 28
7.6. Errores y avisos 28

8. Fundamento teórico breve **29**

8.1. Rigidez de la barra y transformación 29
8.2. Cargas, solución y esfuerzos 29
8.3. Unión semirrígida y resortes 29
8.4. Movimiento de apoyo y temperatura 29

9. Preguntas frecuentes **30**

1 Presentación y alcance

MATRIX resuelve estructuras de barras por el **método matricial de rigidez directa**, siguiendo el procedimiento que se enseña en la universidad: matriz de cada barra, ensamble, vector de cargas, solución, reacciones y esfuerzos. Se dibuja el modelo, se calcula y se lee cada etapa en pantalla, por lo que sirve para resolver un caso y para revisar un ejercicio hecho a mano. Tiene tres módulos que conservan su modelo por separado: **Pórtico 2D**, **Cercha 3D** y **Parrilla 2D**.

1.1 Qué calcula

- **Pórtico 2D** (GDL U_x, U_y, R_z): desplazamientos, reacciones, diagramas N, V y M, deformada. Extremos de barra rígidos, articulados, guiados o **semirrígidos**; barras-resorte axiales o de giro.
- **Cercha 3D** (GDL U_x, U_y, U_z): desplazamientos, reacciones y axiles. Vista 3D, planta, alzado y perfil. Sirve también para cerchas planas.
- **Parrilla 2D** (GDL D_w, R_u, R_v): flecha, giros, reacciones y diagramas V, T y M.
- **Procedimiento completo:** numeración de GDL, $[k]$ de cada barra, $[K]$ ensamblada, vector $[\Phi]$, solución $[\Delta]$ con matriz reducida, equilibrio por barra y global, y memoria de cada carga.
- **Cargas:** en nudos, puntuales y repartidas (trapezoidales) en barra, temperatura, fabricación, montaje, movimiento de apoyo, curvatura y corrección N/B, según el módulo.
- **Apoyos:** parciales, resortes, ejes girados (apoyo inclinado) y unión a un nudo maestro.

1.2 Unidades y convenciones

Magnitud	Unidad y signo
Unidades	Libres pero coherentes: **MATRIX no convierte**. `Ajustes` solo cambia los rótulos (kN, m · t, m · kgf, cm · N, mm · kip, in).
Ejes globales	$+X$ a la derecha, $+Y$ hacia arriba; en la parrilla, $+Z$ fuera del plano.
Giros y momentos	Positivos en sentido antihorario (mano derecha).
Ejes locales de barra	u de N_i hacia N_j; v girado $90°$ en sentido antihorario.
Axil	Positivo en tracción.
Diagrama de momentos	Se dibuja del lado traccionado.

1.3 Límites y fuera de alcance

> **⚠ Fuera de alcance**
> MATRIX hace análisis **lineal elástico** de primer orden con pequeños desplazamientos. **No** considera efectos P-Δ, pandeo, deformación por cortante ni no linealidad del material, y no diseña ni verifica secciones. La cercha 3D no admite nudos maestros, y la parrilla no admite fabricación, curvatura ni vectores N/B. En el pórtico no se puede guiar los dos extremos de una barra: sería un mecanismo.

2 Instalación

El archivo que abre el usuario es `MATRIX.tns`. Los componentes del programa se distribuyen integrados en ese documento.

Archivo	Uso
`MATRIX.tns`	Documento de la aplicación para TI-Nspire.
Guía de uso en PDF	Instrucciones y ejemplo guiado de la misma versión.
Ficha de ejemplo en PDF	Enunciado, datos y resultados de referencia.

2.1 Abrir en la computadora

1. Conserve una copia del documento recibido.
2. Ábralo en el software TI-Nspire compatible indicado en la ficha de esta guía.
3. Active la página del programa y compruebe que aparece su pantalla inicial.

2.2 Transferir a la calculadora

Con el software TI-Nspire de escritorio, la ruta documentada por Texas Instruments es conectar el equipo por USB, abrir el documento y usar **File > Save to Handheld** (Archivo > Guardar en unidad portátil). Seleccione el equipo y la carpeta de destino; después abra el documento transferido.

Referencia: Texas Instruments, solución 26210. Es la ruta general documentada por Texas Instruments para cualquier documento .tns.

> **Guardar un caso**
> Guarde una copia del documento con un nombre reconocible. El programa está diseñado para conservar los datos del caso; la guía indica qué se restaura y cuándo hay que recalcular. No presuponga que el resultado guardado sigue vigente.

3 Licencia de uso

MATRIX se entrega con una **licencia personal**: se activa una sola vez y queda ligada a **su** calculadora TI-Nspire (CX y CX II). La activación de la versión HP Prime no se aplica a la TI-Nspire.

Archivo	Uso
`MATRIX.tns`	Documento de la aplicación; el programa completo va dentro.
`INERTIX_LICENCIA.tns`	Documento con la licencia de **su** calculadora. Se recibe después de enviar el ID; una misma licencia puede incluir varios programas INERTIX.

Los programas se reciben por WhatsApp en un archivo `.zip`, junto con `INERTIX_LICENCIA.tns`. Si ya tiene los programas, recibe solo `INERTIX_LICENCIA.tns`.

3.1 Cómo funciona

- Al abrir `MATRIX.tns` aparece `Verificando la licencia...` durante unos segundos (unos 7 a 8 en una TI-Nspire CX CAS). Es normal: con una licencia válida para esa calculadora, MATRIX se abre solo, con el caso guardado. Sin ella queda la pantalla `Licencia`, que solo ofrece `Licencia` (estado, pegar, copiar el ID, verificar de nuevo) y `Ayuda` (instrucciones, soporte, acerca de): **no se puede calcular**.
- La licencia es un texto firmado ligado al **ID completo** de la calculadora; enumera los programas y la versión mayor autorizados. Si se edita un carácter, deja de ser válida.
- Se verifica al abrir el documento, al pegar una licencia y al volver a la página. No se guarda un estado «activado»: un documento copiado a otra calculadora muestra `Licencia de otra calculadora`.
- En el software de computadora no hay ID de calculadora: la pantalla dice `Se activa solo en una calculadora TI-Nspire` y el programa no calcula, aunque el documento traiga una licencia válida.

3.2 Activar en la calculadora

1. Abra `MATRIX.tns` en la calculadora. Anote el `ID del equipo` completo y el `control` de 4 caracteres que muestra la pantalla `Licencia` (o menu **Licencia** → `Copiar ID`).
2. Envíe ambos con su pedido por WhatsApp, por el mismo chat donde compró.
3. Copie el `INERTIX_LICENCIA.tns` recibido a la calculadora (sección anterior), ábralo y pulse enter: aparece `Licencia copiada`.
4. Abra `MATRIX.tns` y pulse ctrl+V (o menu menu **Licencia** → `Pegar licencia`).
5. Con `Licencia activa`, guarde el documento con ctrl+S para conservarla.

Con la licencia activa, menu **Archivo** → `Licencia` muestra el estado, el ID y el control sobre el caso, y esc vuelve sin cambiarlo.

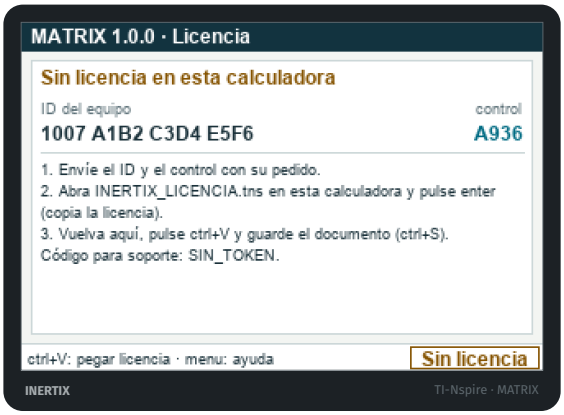
3.3 Mensajes de la pantalla Licencia

Mensaje	Qué hacer
Verificando la licencia…	Espere unos segundos; el programa se abre solo si la licencia es válida.
Licencia activa	Nada; guarde el documento si acaba de pegarla.
Sin licencia en esta calculadora	Siga los pasos anteriores.
Licencia no válida	El texto está incompleto o alterado: vuelva a abrir `INERTIX_LICENCIA.tns`, pulse enter y pegue de nuevo.
Licencia de otra calculadora	La licencia es de otro ID. Pida soporte con el ID y el control de esta calculadora.
Programa o versión no incluidos	La licencia no incluye este programa o esta versión mayor.
Se activa solo en una calculadora TI-Nspire	Software de computadora o emulador: abra el documento en su TI-Nspire CX y CX II.
No se pudo verificar	Pida soporte con el código que muestra la pantalla.

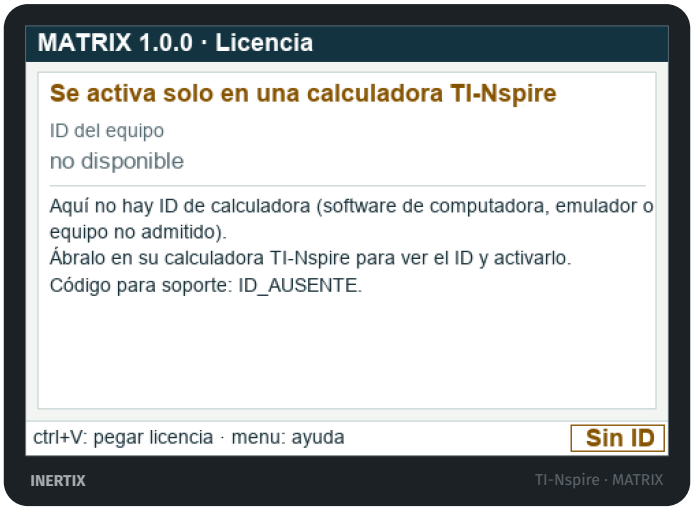
Salvo `Licencia activa`, cada mensaje muestra un `Código para soporte`. En la pantalla Licencia, menu **Ayuda** → `Soporte` reúne programa, ID, control, estado y código para enviarlos.



menu **Archivo** → `Licencia`: licencia activa (ID de ejemplo).



Sin licencia: solo la pantalla Licencia.



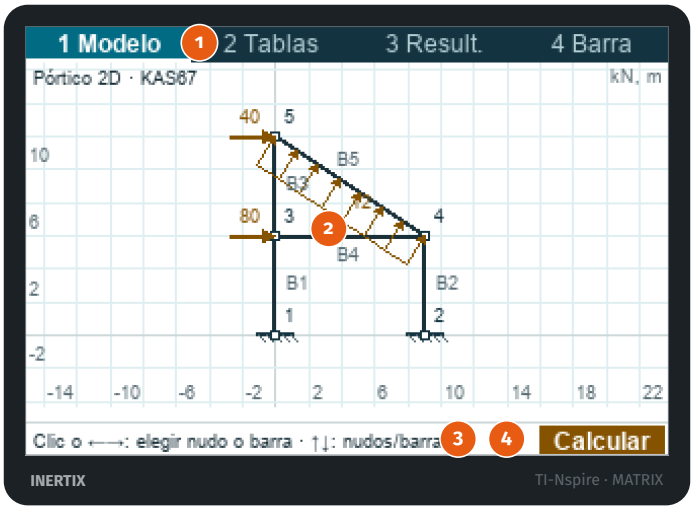
En el software de computadora: «Se activa solo en una calculadora TI-Nspire».

Qué protege la licencia en MATRIX

Sin licencia válida para esta calculadora el programa no calcula: menu **Calcular** → `Resolver`, los procedimientos, menu **Result.** → `Barra`, menu **Result.** → `Tabla`, las listas (menu **Archivo** → `Nuevo`, menu **Archivo** → `Abrir`, menu **Archivo** → `Ejemplos`) y el aceptar de los formularios y las tablas muestran `Licencia no verificada en esta calculadora. Vea Archivo > Licencia.` y el caso no cambia. La Ayuda sigue disponible.

4 La interfaz

4.1 Zonas de la pantalla



Zona	Uso
1 Pestañas	`1 Modelo`, `2 Tablas`, `3 Result.` y `4 Barra`: la cifra, tab o un clic.
2 Área de trabajo	Lienzo, tabla, resultados o gráfica de la barra.
3 Barra de estado	Qué hacer ahora o el valor bajo el cursor.
4 Botón	`Calcular` con resultados pendientes; `Calculado` al día.

Los comandos están en menu, con las mismas cinco categorías de la HP Prime: Archivo, Modelo, Cargas, Calcular y Result. Las cifras cambian de pestaña, salvo mientras se edita un campo o una celda, donde escriben.

4.2 Teclas

Tecla	Acción
1 … 4, tab	Cambian de pestaña.
esc	Termina un trazo, quita la selección y vuelve a Elegir; desde Result. o Barra vuelve al modelo.
+ −	Zoom; en la deformada, escala.
o o f	Encuadra el modelo.
i j k l	Desplazan la vista.
d n v t m r	En Result.: deformada, N, V, T, M y reacciones.
c	En Barra: cambia de esfuerzo.
t	En Tablas: elige la tabla.
v	En la cercha: planta, alzado, perfil o 3D.
( )	En el procedimiento: recorren las matrices anchas.
◄ ►	En Elegir recorren nudos o barras; en un diagrama, las estaciones; en el procedimiento, las secciones.
▲ ▼	En Elegir cambian entre nudos y barras; en un diagrama, de barra; en el procedimiento desplazan.

4.3 Formularios y resultados pendientes

Los formularios trabajan sobre un borrador. Las flechas recorren los campos, ◄ ► cambian las opciones y enter edita o acepta; esc cancela sin tocar el caso. Se admiten operaciones en la celda, por ejemplo `(0.3×0.5)`. Un dato rechazado muestra su mensaje y el caso no cambia.

> **Resultados siempre al día**
> Cualquier cambio del modelo deja los resultados **pendientes**. Recorrer gráficas, tablas o procedimientos no recalcula ni cambia el caso. No se muestran resultados viejos: al pedir una vista con datos cambiados, la pestaña pide confirmar el cálculo.

4.4 Tablas

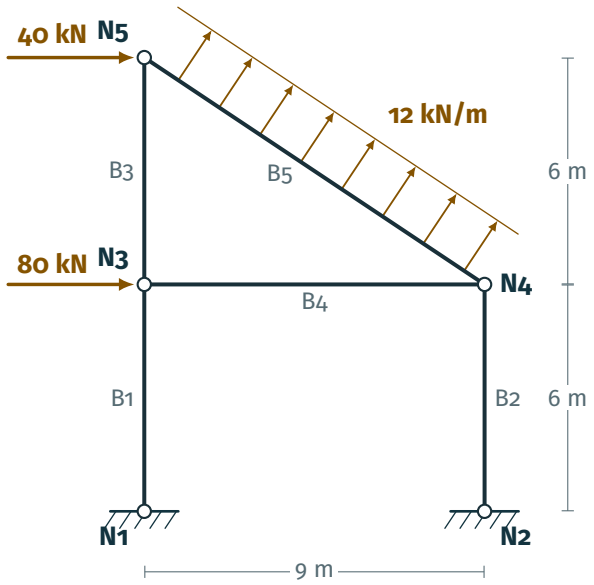
La pestaña `2 Tablas` reemplaza al editor de matrices de la HP Prime. t elige nudos, barras, secciones, apoyos o cargas en nudos. enter edita y acepta, clear reemplaza, esc deshace, + agrega una fila y del pide confirmar la baja. Cada valor pasa por la misma validación que los formularios.



5 Ejemplo guiado

5.1 Enunciado

Calcular los **desplazamientos de los nudos**, las **reacciones** en las bases empotradas y los **momentos** del pórtico de dos niveles de la figura. Las columnas de la izquierda (B1 y B3) y de la derecha (B2) son verticales; la viga B4 es horizontal y el faldón B5 une N4 con N5. El viento actúa con 80 kN en N3 y 40 kN en N5, y sobre el faldón hay una succión uniforme de 12 kN/m, perpendicular a la barra y dirigida hacia fuera. Todas las barras tienen la misma sección y el mismo material.



5.2 Datos

Nudo	X (m)	Y (m)	Apoyo
N1	0	0	Empotrado
N2	9	0	Empotrado
N3	0	6	—
N4	9	6	—
N5	0	12	—

Barra	Ni–Nj	L (m)	Elemento
B1	N1–N3	6	Columna inferior izquierda
B2	N2–N4	6	Columna derecha
B3	N3–N5	6	Columna superior izquierda
B4	N3–N4	9	Viga de entrepiso
B5	N4–N5	10.8167	Faldón inclinado ($\sqrt{117}$)

Sección y material	Valor	En MATRIX
Área A	75 000 mm² = 0.075 m²	0.075
Inercia I	4.8×10^8 mm⁴ = 0.00048 m⁴	0.00048
Módulo E	30 GPa = 3×10^7 kN/m²	30000000

Carga	Cómo se introduce
Viento en N3 y N5	Cargas > Nudo: $F_X = 80$ kN en N3 y $F_X = 40$ kN en N5
Succión en B5	Cargas > Repart. en B5: perpendicular (v), de 0 a L; $q_1 = q_2 = -12$ kN/m

Unidades: kN y m. El eje local v de B5 (de N4 a N5) apunta hacia abajo y a la izquierda; la succión va hacia fuera, por eso q_v es negativo.

Fuente: A. Kassimali, *Matrix Analysis of Structures*, 2.ª ed., Cengage Learning, 2012, cap. 6, ejemplo 6.7, pp. 309–317 (fig. 6.18). Desplazamientos en la p. 313 y reacciones en la p. 317.

5.3 Paso a paso

El ejemplo se construye **desde cero**. La fila *Teclas* es la secuencia exacta desde el final del paso anterior; [▼]×4 significa pulsar la tecla cuatro veces. Los comandos [menu] **Categoría** → `Orden` se abren con [menu].

1 Modelo nuevo en blanco



TECLAS

[menu] **Archivo** → `Nuevo` [▼] [◀] [tab] [enter]

[menu] **Archivo** → `Nuevo` abre el formulario con el tipo y la forma. Elija `Pórtico 2D` y la forma `En blanco`, y acepte.

✔ **Debe verse:** Lienzo vacío de Pórtico 2D, pestaña Modelo

2 Rejilla de 3 m



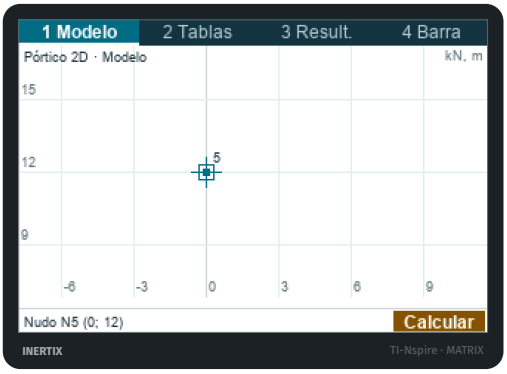
TECLAS

[menu] **Modelo** → `Ajustes` [clear] [3] [enter] [tab] [enter]

[menu] **Modelo** → `Ajustes`. Una rejilla de 3 m hace que todos los nudos del ejemplo queden sobre ella. Solo cambia el paso del cursor; el resto de los ajustes se deja igual.

✔ **Debe verse:** Rejilla 3 m aceptada

3 Nudos N1 a N5 con la rejilla



TECLAS

menu **Modelo** → Nudo enter ▶ ×3 enter ◀ ×3 ▲ ×2 enter ▶ ×3 enter ◀ ×3 ▲ ×2 enter

menu **Modelo** → Nudo: las flechas mueven el cursor por la rejilla y enter coloca un nudo. El orden importa: el número de cada nudo es el de colocación.

✔ **Debe verse:** Cinco nudos: N1 (0;0), N2 (9;0), N3 (0;6), N4 (9;6) y N5 (0;12)

4 Barras B1 a B5



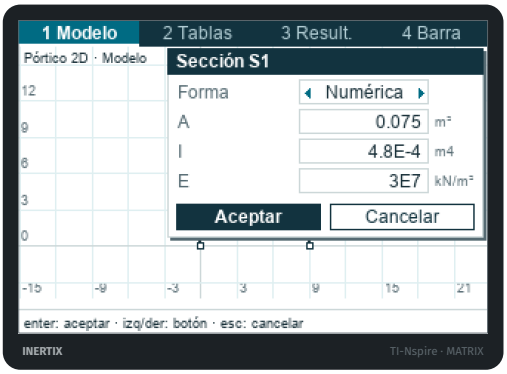
TECLAS

menu **Modelo** → Barra ▼ ×4 enter ▲ ×2 enter esc ▶ ×3 ▼ ×2 enter ▲ ×2 enter esc ◀ ×3 enter ▲ ×2 enter esc ▼ ×2 enter ▶ ×3 enter ◀ ×3 ▲ ×2 enter esc o

menu **Modelo** → Barra: enter sobre un nudo empieza el trazo y cada enter siguiente añade una barra; esc lo termina. El orden $N_i \rightarrow N_j$ fija el eje local u. Al final, o encuadra el modelo.

✔ **Debe verse:** B1 N1-N3, B2 N2-N4, B3 N3-N5, B4 N3-N4 y B5 N4-N5

5 Sección de las cinco barras



TECLAS

menu **Modelo** → Sección enter ▼ clear o . o 7 5 enter clear o . o ×3 4 8 enter clear 3 o ×7 enter

menu **Modelo** → Sección lista las secciones. Elija S1, baje a A y escriba los tres valores. Todas las barras trazadas usan S1.

✔ **Debe verse:** Formulario de la sección S1: A 0.075, I 0.00048 y E 30000000; foco en Aceptar

6 Aceptar la sección



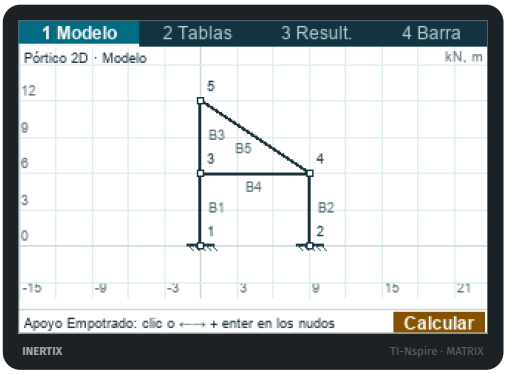
TECLAS

enter

enter en Aceptar.

✔ **Debe verse:** Modelo con la sección S1

7 Empotrar N1 y N2



TECLAS

menu **Modelo** → Apoyo enter tab enter ×2 ▶ enter esc

menu **Modelo** → Apoyo lista los tipos. Elija Empotrado, acepte el giro de ejes en 0 y aplíquelo en N1 y N2 con ▶ y enter.

✔ **Debe verse:** Símbolo de empotramiento en N1 y N2

8 Carga de nudo de 80 kN en N3



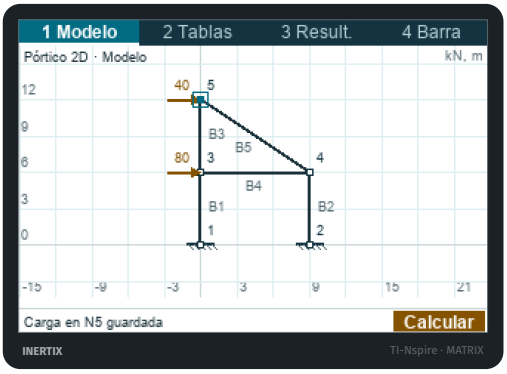
TECLAS

menu **Cargas** → Nudo ▶ ×2 enter clear 8 0 enter tab enter

menu **Cargas** → Nudo: elija N3 y escriba $F_X = 80$.

✔ **Debe verse:** Flecha de 80 kN en N3

9 Carga de nudo de 40 kN en N5



TECLAS

▶ ×2 **enter** **clear** **4** **0** **enter** **tab** **enter**

La herramienta sigue activa: elija N5 y escriba $F_X = 40$.

✔ **Debe verse:** Flecha de 40 kN en N5

10 Repartida de 12 kN/m en B5



TECLAS

menu **Cargas** → `Repart.` ▶ ×4 **enter** ◀ ×2

menu **Cargas** → `Repart.`: elija B5. El formulario propone la carga en toda la barra (de 0 a L); en `Tipo` elija `Perpendicular (v)`.

✔ **Debe verse:** Formulario «Repartida en B5»: tipo Perpendicular (v), posición absoluta, de 0 a L

11 Valores q1 y q2



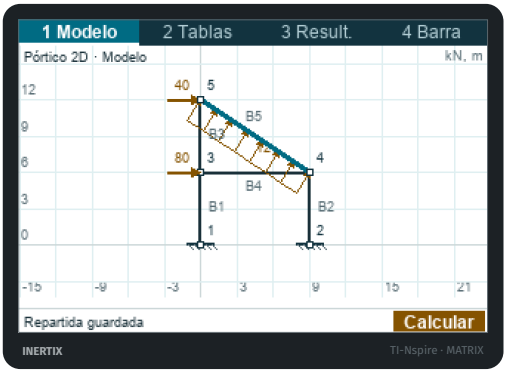
TECLAS

▼ ×4 **clear** **-** **1** **2** **enter** **clear** **-** **1** **2** **enter**

Baje a q_1 y q_2. El signo es el del eje local v: en B5, de N4 a N5, v apunta abajo y a la izquierda, y la succión va hacia fuera, por eso es negativa.

✔ **Debe verse:** q1 = q2 = -12 kN/m (signo del eje local v); foco en Aceptar

12 Aceptar la repartida



TECLAS

enter

enter en `Aceptar`. Los resultados quedan pendientes.

✔ **Debe verse:** Carga repartida perpendicular sobre el faldón B5; resultados pendientes

13 Resolver



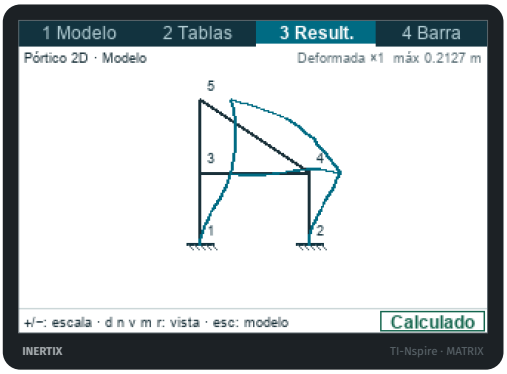
TECLAS

menu **Calcular** → `Resolver`

menu **Calcular** → `Resolver`. El sistema tiene 9 GDL libres: 3 por cada uno de los nudos N3, N4 y N5.

✔ **Debe verse:** Botón sin «Calcular»: resultados al día

14 Deformada



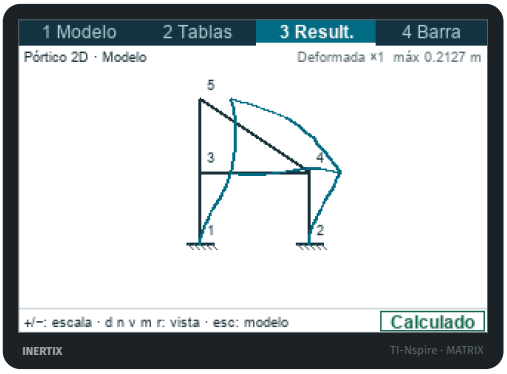
TECLAS

menu **Result.** → `Deform.`

menu **Result.** → `Deform.`: + y − cambian la escala del dibujo, no los resultados.

✔ **Debe verse:** Pestaña Result.: deformada escalada sobre el modelo

15 Comparar con la referencia: desplazamientos



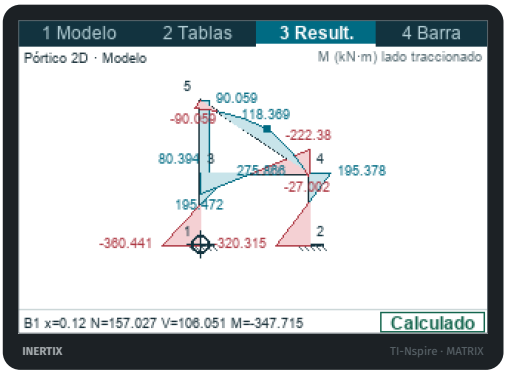
TECLAS

(comparación del guion, no cambia el caso)

Los dos nudos de entrepiso se mueven casi lo mismo (U_x 0.185424 y 0.185521 m) porque la viga B4 es muy rígida axialmente. El giro de N3 es -0.017620 rad. Estas cifras se comparan abajo con el libro.

✔ **Debe verse:** Ux3 0.185424 m y Rz3 -0.017620 rad

16 Diagrama de momentos



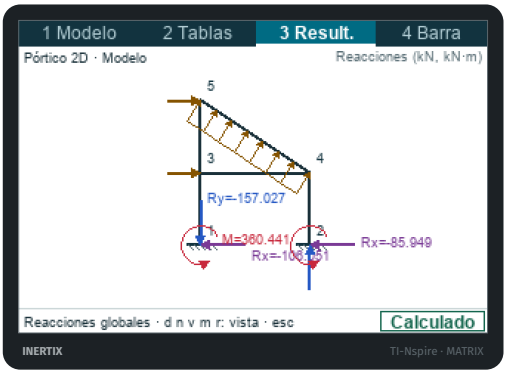
TECLAS

menu **Result.** → `M` ▶ ×3

menu **Result.** → `M`: ▶ recorre las estaciones de la barra del cursor y ▲ ▼ cambian de barra. El valor se lee en la barra de estado. El máximo del faldón es 118.37 kN·m.

✔ **Debe verse:** Momentos del lado traccionado; la barra de estado da el valor de la estación

17 Reacciones



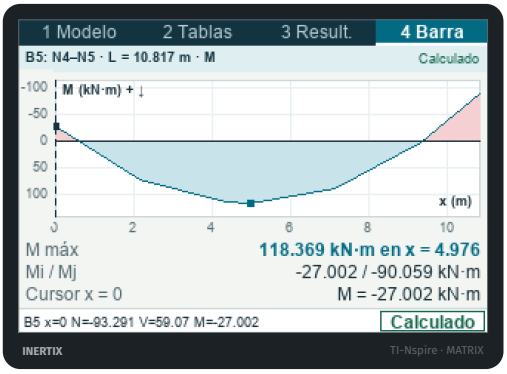
TECLAS

menu **Result.** → `Reacc.`

menu **Result.** → `Reacc.`: reacciones globales de N1 y N2.

✔ **Debe verse:** Reacciones R1 y R2 en el lienzo

18 Barra B5: momento



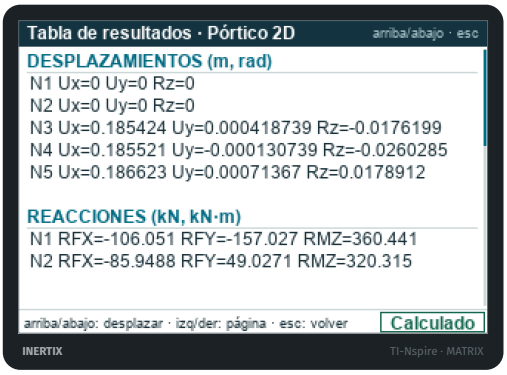
TECLAS

menu **Result.** → `Barra` ▼ ×4 **enter**

menu **Result.** → `Barra` y elija B5. La pestaña `4 Barra` grafica M con máximo, extremos y cursor; **c** cambia de esfuerzo y **enter** abre la tabla de fuerzas de extremo.

✔ **Debe verse:** Pestaña Barra: gráfica de M de B5 con máximo, extremos y cursor

19 Tabla de resultados



TECLAS

menu **Result.** → `Tabla`

menu **Result.** → `Tabla`: informe de desplazamientos, reacciones y fuerzas. **esc** vuelve.

✔ **Debe verse:** Informe de desplazamientos, reacciones y fuerzas

20 Procedimiento: [k] de barra



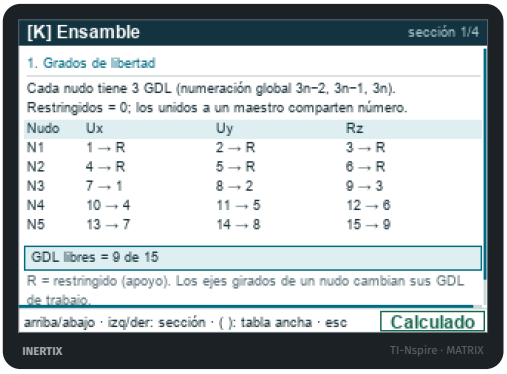
TECLAS

menu **Calcular** → `Barras`

menu **Calcular** → `Barras`: para cada barra, L, cosenos, $[k]$ local y $[K]$ global.

✔ **Debe verse:** Visor del procedimiento: L, c, s, k local

21 Procedimiento: [K] ensamblada



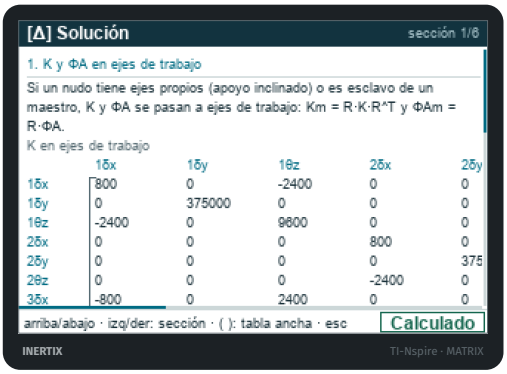
TECLAS

menu **Calcular** → `Ensamble`

menu **Calcular** → `Ensamble`: numeración y matriz de la estructura. La tabla N1 → R indica GDL restringidos.

✔ **Debe verse:** Matriz global con desplazamiento horizontal

22 Procedimiento: [△] solución



TECLAS

menu **Calcular** → `Solución`

menu **Calcular** → `Solución`: matriz modificada, penalización, matriz reducida y desplazamientos.

✔ **Debe verse:** Sistema reducido y desplazamientos

23 Equilibrio



TECLAS

menu **Calcular** → `Equil.` ▶ ×10

menu **Calcular** → `Equil.`: $\Sigma F_x = 192$ y $\Sigma F_y = 108$ kN de cargas se anulan con las reacciones (`Equilibrio global: correcto`). La segunda sección verifica el equilibrio de cada barra.

✔ **Debe verse:** Σ de fuerzas y momentos; «Equilibrio global: correcto»

5.4 Resultados

MATRIX coincide con la referencia

Desplazamientos, giros y reacciones coinciden con el libro de Kassimali; las diferencias en la sexta cifra vienen del redondeo del libro. El equilibrio global cierra.

Magnitud	Kassimali	MATRIX	Estado
U_x en N3	0.185422 m	0.185424 m	Coincide
R_z en N3	-0.017620 rad	-0.017620 rad	Coincide
U_x en N4	0.18552 m	0.185521 m	Coincide
R_z en N4	-0.026028 rad	-0.026028 rad	Coincide
U_x en N5	0.186622 m	0.186623 m	Coincide
U_y en N5	0.000714 m	0.000714 m	Coincide
R_z en N5	0.017891 rad	0.017891 rad	Coincide
N1: R_x, R_y, M	-106.05; -157.03; 360.44	-106.051; -157.027; 360.441	Coincide
N2: R_x, R_y, M	-85.948; 49.027; 320.31	-85.949; 49.027; 320.315	Coincide

Fuerzas en kN y momentos en kN·m. Signos: $+X$ a la derecha, $+Y$ hacia arriba, giros y momentos positivos en sentido antihorario. Las diferencias en la sexta cifra vienen del redondeo del libro.

Comprobación a mano

$$W = 12 \times \sqrt{117} = 129.80 \text{ kN}, \qquad W_x = +72 \text{ kN}, \quad W_y = +108 \text{ kN}$$
$$\sum F_x = 80 + 40 + 72 - 106.051 - 85.949 = 0$$
$$\sum F_y = 108 - 157.027 + 49.027 = 0$$

6 Opciones importantes

Seis casos cortos muestran lo que el ejemplo principal no toca. Se resuelven con los datos indicados; cada paso se ejecutó y comprobó en el guion de esta guía.

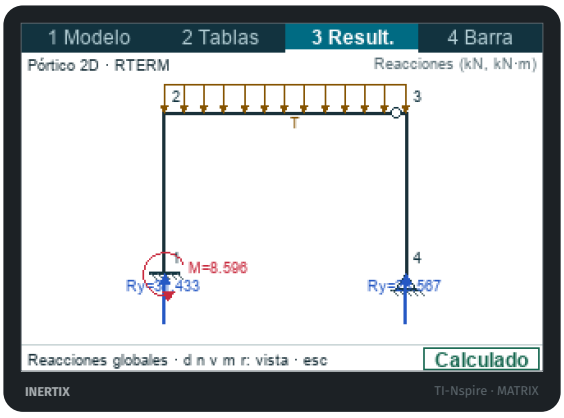
6.1 OI-1 · Pórtico con rótula y carga térmica

Para qué: liberar un extremo de barra y aplicar temperatura. **Datos** (`Archivo > Ejemplos`, caso 4): nudos (0;0), (0;4), (6;4) y (6;0); N1 empotrado y N4 articulado; $A = 0.12$, $I = 0.0016$, $E = 2 \times 10^7$; B2 con rótula en j, 10 kN/m y temperatura 30/10° ($h = 0.5$, $\alpha = 10^{-5}$).

1. **Cargar el ejemplo 4.** Se abre el modelo `RTERM`.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` ▼×3 enter
2. **Ver la barra articulada.** Elija B2 y abra sus datos: `Extremo j` es `Articulado`.
   menu **Modelo** → `Elegir` ▶ ▲ ▶ enter
3. **Lista de cargas.** menu **Cargas** → `Lista` muestra la repartida y la térmica; desde aquí se editan, se quitan o se ve su memoria.
   esc menu **Cargas** → `Lista`
4. **Resolver y ver M.** menu **Calcular** → `Resolver` y menu **Result.** → `M`.
   menu **Calcular** → `Resolver` menu **Result.** → `M`
5. **Reacciones.** menu **Result.** → `Reacc.`
   menu **Result.** → `Reacc.`
6. **Equilibrio del caso.** menu **Calcular** → `Equil.`
   menu **Calcular** → `Equil.`



M nulo en la rótula, 8.596 kN·m en N2.



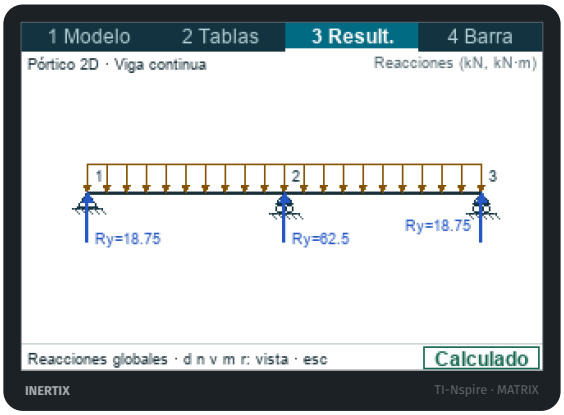
Reacciones: R_y 31.433 y 28.567 kN.

Cómo leerlo: $31.433 + 28.567 = 60$ kN, la carga total. Por encima de la rótula la columna derecha es una biela, así que $R_x = 0$ y la viga se alarga libremente: la diferencia de U_x entre N3 y N2 es $0.003349 - 0.002149 = 0.0012$ m, igual a $\alpha\,\Delta T\,L = 10^{-5} \times 20 \times 6$.

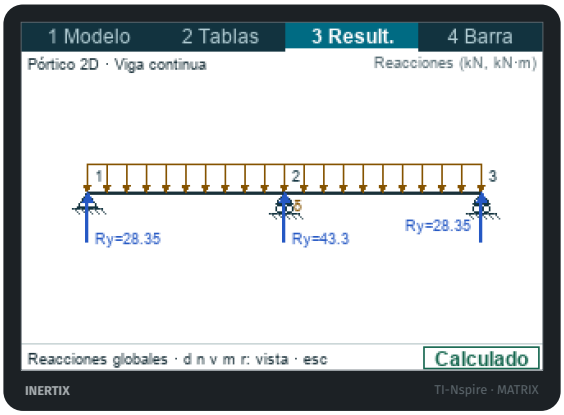
6.2 OI-2 · Viga continua con movimiento de apoyo

Para qué: imponer un asiento. **Datos:** plantilla `Viga continua` con sus valores: 2 vanos de 5 m, 10 kN/m y $EI = 40\,000$ kN·m²; asiento de 10 mm en el apoyo central.

1. **Plantilla Viga continua.** menu **Archivo** → `Nuevo`, forma `Viga continua`, y acepte.
   menu **Archivo** → `Nuevo` ▼ ▶ tab enter 1
2. **Resolver sin asiento.** menu **Calcular** → `Resolver` y menu **Result.** → `Reacc.`: 18.75, 62.5 y 18.75 kN.
   menu **Calcular** → `Resolver` menu **Result.** → `Reacc.`
3. **Movimiento de apoyo en N2.** menu **Cargas** → `Desplaz.`, elija `Movimiento de apoyo`, luego N2, y escriba $\Delta y = -0.01$.
   menu **Cargas** → `Desplaz.` ▼×2 enter ▶ enter ▼ clear - 0 . 0 1 enter tab enter
4. **Resolver con asiento.** Resuelva de nuevo y vea las reacciones.
   menu **Calcular** → `Resolver` menu **Result.** → `Reacc.`
5. **Diagrama de momentos.** menu **Result.** → `M`
   menu **Result.** → `M`



Sin asiento.



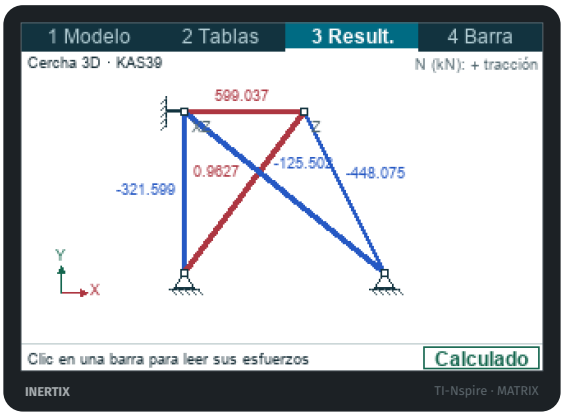
Con asiento de 10 mm.

Cómo leerlo: la reacción central baja de 62.5 a 43.3 kN y las extremas suben a 28.35 kN. La solución cerrada da $\Delta R = 6EI\delta/L^3 = 6 \times 40\,000 \times 0.01/125 = 19.2$ kN, la diferencia observada.

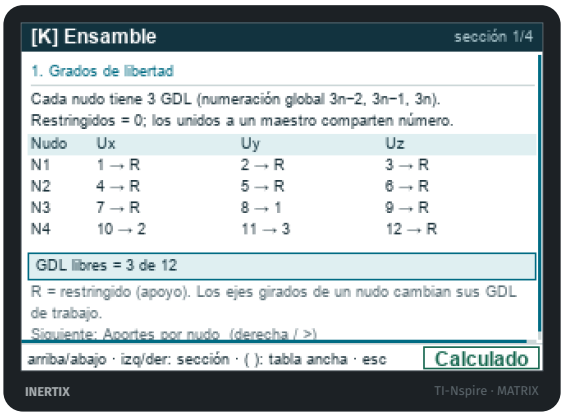
6.3 OI-3 · Cercha 3D: vistas y axiles

Para qué: operar el módulo 3D. **Datos** (ejemplo 2; Kassimali, cap. 3, ej. 3.9, pp. 115–122): $E = 70$ GPa, $A = 4000$ mm²; nudos (0;0;0), (10;0;0), (0;8;0) y (6;8;0); $F_Y = -400$ kN en N3; $F_X = 800$ y $F_Y = -400$ kN en N4.

1. **Cargar el ejemplo 2.** Se abre el modelo `KAS39`.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` ▼ enter
2. **Vista en planta.** Sin nada elegido, v ofrece la vista; elija `Planta XY`.
   esc×2 v ▼ enter
3. **Resolver.** menu **Calcular** → `Resolver`
   menu **Calcular** → `Resolver`
4. **Axiles.** menu **Result.** → `N`
   menu **Result.** → `N`
5. **Rigidez global [K].** menu **Calcular** → `Ensamble`: $[K]$ de 12 GDL, con 3 libres.
   menu **Calcular** → `Ensamble`



Axiles en kN, tracción positiva.



Numeración y GDL libres.

Magnitud	Kassimali	MATRIX	Estado
U_y en N3	-9.188 mm	-9.189 mm	Coincide
Axiles B1 a B5 (kN)	-321.59; 599.06; 0.97; -125.51; -448.07	-321.60; 599.04; 0.96; -125.50; -448.07	Coincide

> **⚠ Cercha plana en el módulo 3D**
> Restrinja U_z en **todos** los nudos, también en los libres; si no, la rigidez en Z es nula y el sistema no se resuelve.

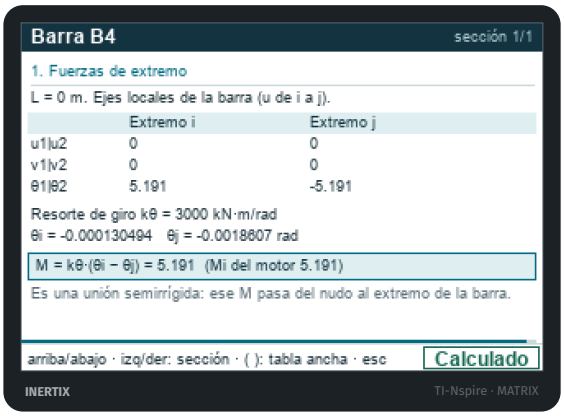
6.4 OI-4 · Pórtico semirrígido frente a rígido y articulado

Para qué: modelar una unión con rigidez de giro. **Datos:** plantilla `Pórtico semirrígido`: 1 vano de 6 m, altura 4 m, 10 kN/m y $k_\theta = 3000$ kN·m/rad.

1. **Plantilla Pórtico semirrígido.** menu **Archivo** → `Nuevo`, tipo `Pórtico 2D`, forma `Pórtico semirrígido`, y acepte.
   menu **Archivo** → `Nuevo` ◀ ▼ ◀ ×2 tab enter 1
2. **Barra semirrígida.** Elija la viga y abra sus datos: extremos `Semirrígido` y `kθ unión`.
   menu **Modelo** → `Elegir` ▶ ▲ ▶ ×2 enter
3. **Resolver.** menu **Calcular** → `Resolver` y menu **Result.** → `M`.
   esc menu **Calcular** → `Resolver` menu **Result.** → `M`
4. **Barra del resorte de giro.** menu **Result.** → `Barra`, barra B4 (el resorte).
   menu **Result.** → `Barra` ▼ ×3 enter ×2



Momentos con la unión semirrígida.



Resorte: $M = k_\theta(\theta_i - \theta_j)$.

Mismo pórtico con	M en extremo de viga (kN·m)	M al centro: $qL^2/8 - M$
Uniones rígidas	22.468	22.53
$k_\theta = 3000$	5.191	39.81
Extremos articulados	0	45.00

Cómo leerlo: la unión queda entre los dos límites. La vista del resorte contrasta $M = 3000 \times (\theta_i - \theta_j) = 5.191$ con el valor del motor. Internamente cada unión es un nudo coincidente unido en u y v con una barra-resorte de longitud nula; no lleva rótulo ni diagrama propio.

6.5 OI-5 · Parrilla en L con voladizo

Para qué: leer torsión y flexión. **Datos** (ejemplo 3; examen CIV-3306, Universidad Técnica de Oruro, 2/2021): tramo de 4 m sobre X con N2 al medio y brazo de 2 m en $+Y$; sección 25×50 cm, $E = 2.5\times10^6$, $G = 6 \times 10^5$ t/m²; $P = 4$ t hacia abajo en N4; N1 empotrado.

1. **Cargar el ejemplo 3.** Se abre el modelo `CIV3306`.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` ▼×2 enter
2. **Resolver.** menu **Calcular** → `Resolver`
   menu **Calcular** → `Resolver`
3. **Torsor.** menu **Result.** → `T`
   menu **Result.** → `T`
4. **Flector.** menu **Result.** → `M`
   menu **Result.** → `M`
5. **Tabla de barras.** menu **Archivo** → `Tablas` y elija `Barras`.
   menu **Archivo** → `Tablas` ▼ enter



Torsor: -8 t·m en el tramo sobre X.



Flector: máximo en el empotramiento.

Cómo leerlo: $F_Z = 4$, $M_X = 8$ y $M_Y = -16$ en N1; flecha en N4 -0.074541 m; giro de torsión en N2 -0.014949 rad. Comprobación: $TL/(GI_t) = 8 \times 2/1070.31 = 0.014949$ rad.

6.6 OI-6 · Guardar, abrir, cancelar y modelo inestable

1. **Guardar el ejemplo con nombre.** Cargue el ejemplo 1, menu **Archivo** → `Guardar` y escriba `PORTICO1`.

   1 menu **Archivo** → `Ejemplos` enter menu **Archivo** → `Guardar` clear P O R T I C O 1 enter

2. **Cancelar un formulario.** menu **Modelo** → `Ajustes`, cambie la rejilla y esc: nada cambia.

   menu **Modelo** → `Ajustes` clear 7 enter esc

3. **Dato rechazado.** menu **Modelo** → `Sección`, S1, $A = -1$ y `Aceptar`: `A debe ser positivo.`

   menu **Modelo** → `Sección` enter ▼ clear - 1 enter tab enter

4. **Quitar los apoyos.** menu **Modelo** → `Apoyo`, `Libre (quitar apoyos)`, y aplíquelo en N1 y N2.

   menu **Modelo** → `Apoyo` ▼ ×10 enter ×2 ▶ enter esc

5. **Resolver un modelo inestable.** menu **Calcular** → `Resolver`: `Sistema singular o mal condicionado. Revise apoyos, mecanismos y unidades.`

   menu **Calcular** → `Resolver`

6. **Abrir el modelo guardado.** menu **Archivo** → `Abrir` y elija `PORTICO1`: vuelven los apoyos.

   esc menu **Archivo** → `Abrir` enter

7. **Guardar el documento y reabrirlo.** Guarde el documento (ctrl+S) y reábralo: vuelven los modelos con resultados pendientes.

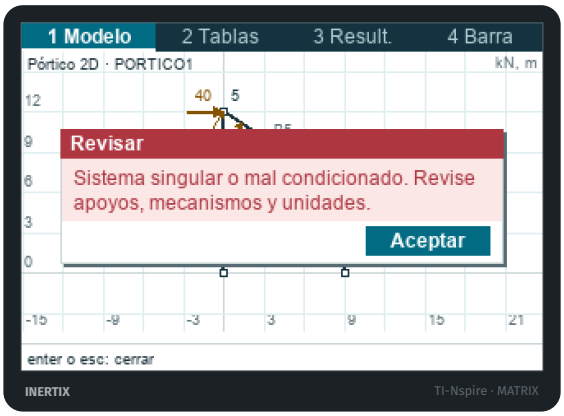
   (ctrl+S, cerrar el documento y volver a abrirlo)

8. **Resolver tras reabrir.** menu **Calcular** → `Resolver`: las mismas cifras de antes de guardar, sin avisos.

   menu **Calcular** → `Resolver`



Dato rechazado.



Modelo inestable.

Los modelos guardados viven **dentro del documento** `MATRIX.tns`: si no guarda el documento, se pierden al cerrarlo. Los resultados no se guardan; al abrir, vuelva a calcular. Los datos vuelven con todos sus decimales: una carga que termina justo en L sigue terminando en L, también en una barra inclinada.

7 Referencia de menús

7.1 Archivo

Orden	Qué hace
Nuevo	Tipo y forma. Pórtico: en blanco, pórtico, viga continua, de pisos, semirrígido. Cercha: en blanco, plana, pirámide, torre. Parrilla: en blanco, parrilla, viga en L.
Abrir	Modelos guardados; la última opción elimina uno.
Guardar	Con nombre; si ya existe, pide confirmar.
Ejemplos	Cinco casos que sustituyen el modelo: 1 pórtico con viento, 2 cercha, 3 parrilla en L, 4 rótula y térmica, 5 pirámide.
Tablas	Pestaña 2.
Ayuda	Resumen del programa; arriba y abajo desplazan.
Licencia	Estado de la licencia, ID del equipo y control para soporte; esc vuelve al caso.

7.2 Modelo

Orden	Qué hace
Elegir	Selecciona nudo o barra; otra vez o enter abre sus datos.
Nudo	Pórtico y parrilla: sobre la rejilla. Cercha: pide X, Y, Z.
Barra	Trazo de barras seguidas. Pórtico: sección y extremos rígido, articulado, guiado o semirrígido.
Apoyo	Por módulo: empotrado, articulado, móvil, guiado, solo giro, resortes, nudo maestro, ejes del nudo, libre.
Sección	Numérica, rectangular o circular; en la parrilla, sin circular. En la barra del pórtico también `Resorte axial` y `Resorte de giro`.
Ajustes	Rejilla, rótulos de unidades, decimales del procedimiento, rótulos y cargas visibles.
Borrar	Quita nudo o barra; las barras y cargas dependientes se renumeran.

7.3 Cargas

Orden	Qué hace
Nudo	Fuerzas y momentos en el nudo.
Puntual	En barra; ejes locales o globales, posición absoluta o relativa.
Repart.	Trapezoidal: perpendicular, axial, vertical, horizontal o por proyección.
Momento, Transf.	Según módulo: momento en la cercha y transferencia en la parrilla.
Térmica	Reparto simétrico o asimétrico (T_{sup}, T_{inf}, h, α, c).
Desplaz.	Fabricación ΔL, montaje, movimiento de apoyo, curvatura y corrección N/B, según el módulo.
Lista	Editar, quitar o ver la memoria de cada carga.

7.4 Calcular

Orden	Qué hace
Resolver	Valida el modelo y resuelve.
GDL	Dibuja la numeración de grados de libertad; 0 = restringido.
Barras	$[k]$: geometría, rigidez local, rotación y rigidez global de cada barra.
Ensamble	$[K]$: aportes por nudo, resortes y matriz de la estructura.
Vector	$[\Phi]$: Φ_F por barra, Φ_D y Φ_A.
Solución	$[\Delta]$: matriz modificada, penalización, reducida y desplazamientos. Sin GDL libres lo indica.
Equil.	Equilibrio global y de cada barra.

7.5 Result.

Orden	Qué hace
Deform.	Deformada con escala ajustable.
N, V, M, T	Pórtico N, V, M; cercha N; parrilla V, T, M. Con cursor por estaciones.
Reacc.	Reacciones globales.
Barra	Pestaña 4: gráfica con cursor; enter abre las fuerzas de extremo.
Tabla	Informe de desplazamientos, reacciones y fuerzas.

7.6 Errores y avisos

Mensaje	Qué hacer
`El modelo está vacío: dibuje nudos y barras`	Agregue nudos y barras.
`Sistema singular o mal condicionado...`	Falta un apoyo, hay un mecanismo o las unidades son incoherentes.
`No se pudo resolver...`	Revise apoyos, liberaciones y unidades.
`A debe ser positivo.`	Corrija el dato; el caso no cambió.
`Ya existe el nudo N4 en esas coordenadas.`	Elija otra posición.
`Guía en ambos extremos...`	Guíe solo un extremo de la barra.

8 Fundamento teórico breve

8.1 Rigidez de la barra y transformación

En ejes locales, la barra de pórtico de longitud L tiene la rigidez

$$\mathbf{k} = \begin{bmatrix} a & 0 & 0 & -a & 0 & 0 \\ 0 & b & c & 0 & -b & c \\ 0 & c & d & 0 & -c & e \\ -a & 0 & 0 & a & 0 & 0 \\ 0 & -b & -c & 0 & b & -c \\ 0 & c & e & 0 & -c & d \end{bmatrix}, \qquad a = \frac{EA}{L},\ b = \frac{12EI}{L^3},\ c = \frac{6EI}{L^2},\ d = \frac{4EI}{L},\ e = \frac{2EI}{L} \tag{1}$$

En la parrilla, la fila axial se sustituye por la torsión GI_t/L y la flexión usa EI_v; la cercha solo conserva el término axial. Con la rotación $\mathbf{R}$ de cosenos c_x y s_x de la barra:

$$\mathbf{K}_e = \mathbf{R}^T\,\mathbf{k}\,\mathbf{R} \tag{2}$$

8.2 Cargas, solución y esfuerzos

Las cargas en barra se convierten en fuerzas de empotramiento Φ_F. El sistema que se resuelve es

$$\Phi_A = \Phi_D - \Phi_F, \qquad \mathbf{K}_b\,\Delta = \Phi_{A,b} \tag{3}$$

donde b indica los GDL libres. La matriz penalizada suma un número muy grande en la diagonal de cada GDL restringido, lo que equivale a eliminarlo. Reacciones y fuerzas de extremo:

$$\Phi_R = \mathbf{K}\,\Delta - \Phi_A, \qquad \mathbf{f} = \mathbf{k}\,\mathbf{R}\,\Delta_e + \mathbf{f}_F \tag{4}$$

8.3 Unión semirrígida y resortes

Una unión semirrígida transmite $M = k_\theta(\theta_i - \theta_j)$: con $k_\theta \to \infty$ tiende a rígida y con $k_\theta \to 0$ a articulada. MATRIX la modela con un nudo interno coincidente, maestro en u y v, y una barra-resorte de giro de longitud nula. Un apoyo con resorte suma su rigidez en la diagonal del GDL correspondiente.

8.4 Movimiento de apoyo y temperatura

Un desplazamiento impuesto entra como fuerzas de empotramiento de las barras concurrentes. La temperatura media ΔT da $\alpha\,\Delta T\,L$ axial y el gradiente da la curvatura $\alpha(T_{inf} - T_{sup})/h$.

9 Preguntas frecuentes

La carga repartida da «Use 0 ≤ x1 < x2 ≤ L».

La distancia final supera la barra, a menudo por redondear una longitud inclinada. Deje el valor que propone el formulario o use `Relativa (x/L)` de 0 a 1.

¿Qué signo tiene una carga perpendicular a una barra inclinada?

El de su eje local v: el eje u (de N_i a N_j) girado $90°$ en sentido antihorario.

El cálculo dice que el sistema es singular.

Falta un apoyo o hay un mecanismo. En una cercha plana restrinja U_z en todos los nudos.

¿Cambian mis datos al elegir otras unidades?

No. `Ajustes` cambia rótulos; los números siguen iguales y deben ser coherentes.

¿Por qué I_t no coincide con mi curso?

En la parrilla, la sección rectangular ofrece `It según Curso (1-0.63b/h)` o `Roark`; también puede escribir I_t en `Numérica`.

¿Pierdo el modelo si cierro el documento?

Sí, si no guarda el documento con ctrl + S.

¿Qué diferencias hay con la HP Prime?

El motor y los casos son los mismos. Cambian las tablas (pestaña 2, sin editor de matrices), la barra (pestaña 4 con gráfica), el guardado (dentro del documento) y la licencia. No existe `Salir` ni el corte con ON.

¿Funciona con modelos grandes?

El tiempo y la memoria en la calculadora física no se han medido.