INERTIX

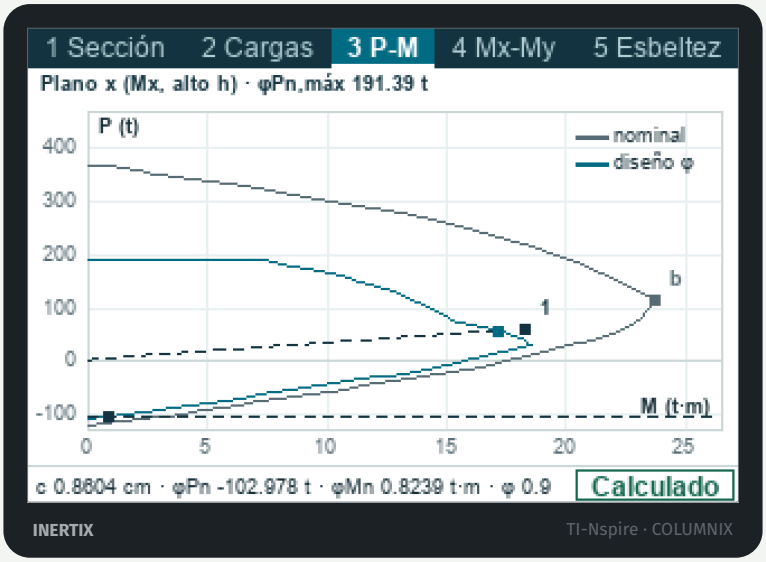
Programas de ingeniería civil para TI-Nspire

GUÍA DE USO

COLUMNIX

Columnas de hormigón armado: interacción, esbeltez y diseño

Versión 1.0.0 **TI-Nspire** Estructuras de concreto armado · 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 **3**

1.1. Qué calcula . . . 3

1.2. Unidades y convenciones . . . 3

1.3. Límites y fuera de alcance . . . 3

2. Instalación **4**

2.1. Abrir en la computadora . . . 4

2.2. Transferir a la calculadora . . . 4

3. Licencia de uso **5**

3.1. Cómo funciona . . . 5

3.2. Activar en la calculadora . . . 5

3.3. Mensajes de la pantalla Licencia . . . 6

4. La interfaz **7**

4.1. Teclas . . . 7

4.2. Formularios y tabla de cargas . . . 8

4.3. Errores y resultados pendientes . . . 8

5. Ejemplo guiado **10**

5.1. Enunciado . . . 10

5.2. Datos . . . 10

5.3. Paso a paso . . . 10

5.4. Resultados . . . 16

5.5. Opciones importantes . . . 17

6. Referencia de menús y opciones **24**

6.1. Archivo . . . 24

6.2. Sección . . . 24

6.3. Cargas . . . 25

6.4. Calcular . . . 25

6.5. Result. . . . 25

7. Fundamento teórico breve **27**

8. Preguntas frecuentes **28**

1 Presentación y alcance

COLUMNIX analiza, verifica y diseña **columnas de hormigón armado** en las TI-Nspire CX y CX II, con ACI 318-19 o ACI 318-14 en unidades MKS. A partir de la sección, el armado y las cargas mayoradas dibuja los diagramas de interacción, verifica cada carga con su razón demanda/capacidad (D/C), resuelve la flexión biaxial, amplifica los momentos por esbeltez y revisa el refuerzo transversal, el cortante y los requisitos sísmicos. Cada cálculo tiene su procedimiento paso a paso. El motor es el mismo de la versión HP Prime, traducido sin cambios: con los mismos datos da las mismas cifras.

1.1 Qué calcula

- **Capacidad axial**: P_o, $P_{n,\text{máx}}$ (0.80 con estribos, 0.85 con zuncho) y la tracción pura T_o.
- **Diagramas P-M** nominal y de diseño en cada plano, con los puntos notables en tabla.
- **Verificación de cada carga** (hasta 8): tipo, ϕP_n, ϕM_n, ϕ, eje neutro y D/C; la carga que gobierna.
- **Flexión biaxial**: solución exacta con eje neutro inclinado, Bresler y contorno de carga PCA (β 0.65).
- **Esbeltez**: ψ de cada nudo y k por plano, $k\,l_u/r$ frente al límite, δ_{ns}, δ_s (pórticos desplazables) y momento de diseño M_c.
- **Transversal, cortante y sismo**: estribos o zuncho, V_c con carga axial, separación requerida y requisitos de ACI 18.7 para pórticos especiales.
- **Diseño y predimensionado**: diámetro mínimo que cumple con el mismo número de barras; sección por área tributaria.

1.2 Unidades y convenciones

Magnitud	Unidad y convenio
Sección, recubrimiento	cm (el recubrimiento libre se mide hasta el estribo)
Barras, estribos	mm
Materiales	f'_c, f_y, f_{yt}, E_s en kgf/cm²
Alturas y longitudes	m
Cargas y momentos	t y t·m (cargas ya mayoradas)
Planos	M_x comprime la cara superior y trabaja con h; M_y comprime la derecha y trabaja con b
Momentos de extremo	Del mismo signo arriba y abajo = curvatura simple

1.3 Límites y fuera de alcance

⚠ Fuera de alcance

- Solo secciones **doblemente simétricas**: rectangulares o circulares, sin armados asimétricos ni secciones en L, T o huecas. Columnas de acero, mixtas o de madera: ACERIX y MADERIX.
- La esbeltez se trata con **amplificación de momentos**; no hace análisis de segundo orden del pórtico. ΣP_c del piso es un dato.
- No calcula momento-curvatura, confinamiento de Mander, torsión, empalmes ni la conexión con la

zapata (ZAPATIX). El predimensionado es de una sola columna por área tributaria.

2 Instalación

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

Archivo	Uso
`COLUMNIX.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

COLUMNIX 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
`COLUMNIX.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 `COLUMNIX.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, COLUMNIX 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

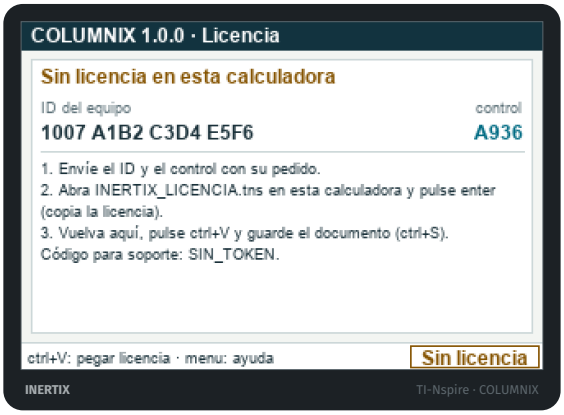
1. Abra `COLUMNIX.tns` en la calculadora. Anote el `ID del equipo` completo y el `control` de 4 caracteres que muestra la pantalla `Licencia` (o menu **Licencia** → `Copiar ID`).
2. Envíe ambos con su pedido por WhatsApp, por el mismo chat donde compró.
3. Copie el `INERTIX_LICENCIA.tns` recibido a la calculadora (sección anterior), ábralo y pulse enter: aparece `Licencia copiada`.
4. Abra `COLUMNIX.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.

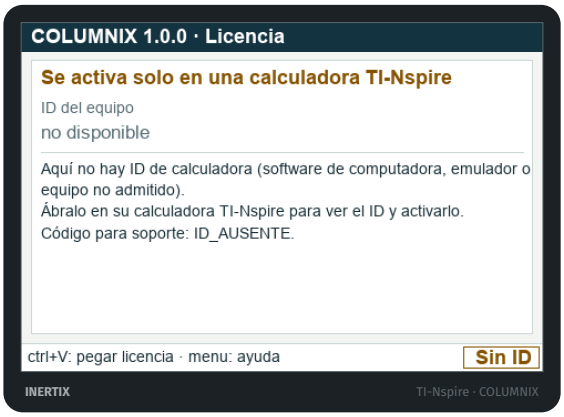
3.3 Mensajes de la pantalla Licencia

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.



Sin licencia: estado, ID del equipo (de ejemplo) y control. No se puede calcular.



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

En COLUMNIX la pantalla Licencia se abre sobre el caso con menu **Archivo** → `Licencia`; esc vuelve sin cambiarlo.

4 La interfaz

Al abrirlo con licencia, COLUMNIX muestra el caso `Nuevo`: una columna de 40 × 40 cm con 8 Ø16, sin cargas, en la vista `1 Sección`. La pantalla tiene siempre las mismas zonas.



1. **Pestañas de vista.** `1 Sección`, `2 Cargas`, `3 P-M`, `4 Mx-My` y `5 Esbeltez`; se cambian con tab o con las cifras 1 a 5.
2. **Croquis.** Sección a escala con cotas, ejes, estribo y barras; o el estado de deformación.
3. **Panel.** Datos del caso y, tras calcular, los resultados: ρ, $\phi P_{n,\text{máx}}$, momentos, D/C máximo, carga que gobierna y número de avisos.
4. **Pie.** Sección, armado, cuantía, refuerzo transversal y f'_c.
5. **Línea de estado.** Resultado del cálculo, cursor de las gráficas y teclas útiles.
6. **Botón de cálculo.** `Calcular` (ocre) si hay cambios; `Calculado` si todo está al día. Un clic en él calcula.

Las órdenes están en la tecla menu: `Archivo`, `Sección`, `Cargas`, `Calcular` y `Result.`, las mismas categorías de la HP Prime. En esta guía, menu **Sección** → `Forma` significa menu, categoría `Sección`, orden `Forma`.

4.1 Teclas

Tecla	Dónde	Acción
menu	Siempre	Abre las categorías de órdenes.
tab, 1 … 5	Vistas	Cambian de vista (fuera de la edición de una celda).
enter	Cualquier vista	Con resultados pendientes, calcula.
◀ ▶	Vista 1	Recorren las barras; ▲ elige la sección y ▼ el estribo; enter abre sus propiedades.
◀ ▶	P-M, Mx-My	Mueven el cursor sobre la curva sin recalcular; ▲ ▼ cambian la carga activa; en P-M, enter cambia de plano.
◀ ▶	Procedimiento	Sección anterior o siguiente; ( ) desplazan tablas anchas.
esc	Siempre	Cierra la ventana, el documento o el procedimiento y vuelve al caso.

Diferencias con la HP Prime

La Nspire no tiene la cinta de órdenes: todo está en menu. Las cifras 1 a 5 cambian de *vista*, no de categoría. No existen las órdenes `Selec.` (la selección se hace con las flechas o con un clic del touchpad en la vista 1) ni `Salir` (el documento se cierra con el sistema). Las cargas se escriben en una **tabla** (vista 2) en lugar de una lista con formulario.

4.2 Formularios y tabla de cargas



Formulario de la forma: b, h y recubrimiento libre.



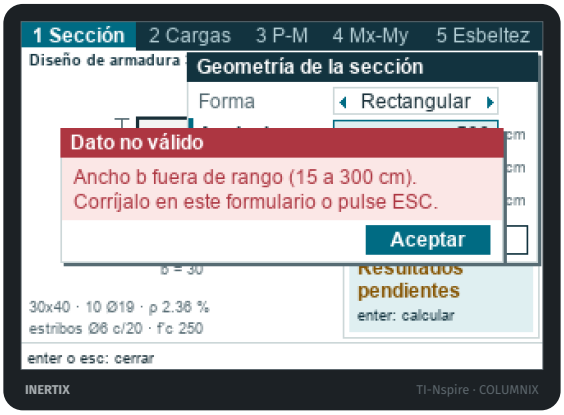
Vista 2: tabla de cargas mayoradas.

- En un formulario, ▲ ▼ cambian de campo; escriba el valor directamente (admite operaciones) y enter lo acepta. En los campos de opción, ◀ ▶ la cambian. tab lleva a `Aceptar` y enter confirma; esc cierra sin guardar.
- En la tabla de cargas, las flechas eligen la celda; enter la edita, se escribe el valor y enter lo acepta; esc deshace. + agrega una carga y del pide quitarla. La fila elegida es la carga activa de las gráficas.

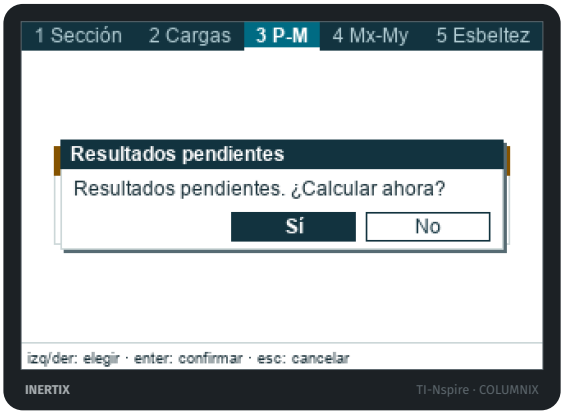
Error frecuente en la tabla

Fuera de la edición, las cifras 1 a 5 cambian de vista: escribir `18.27` sin pulsar antes enter no llega a la celda. Pulse siempre enter sobre la celda antes de escribir.

4.3 Errores y resultados pendientes



Un valor fuera de rango se rechaza con su motivo.



Vista de resultados con datos cambiados.

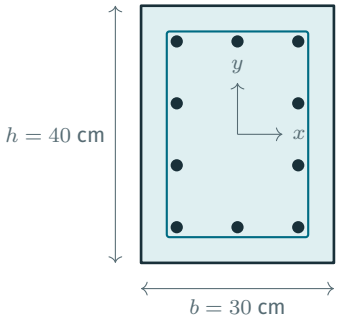
Aviso	Qué significa y qué hacer
`Dato no válido`	Un dato está fuera de su rango (por ejemplo, b de 15 a 300 cm). El formulario sigue abierto: corríjalo o pulse esc. El caso no cambia.
`Resultados pendientes. ¿Calcular ahora?`	Se abrió una vista de resultados después de cambiar datos. Con `Sí` calcula y muestra la vista; con `No` la abre con los datos pendientes.
`D/C máx ...: no cumple`	Alguna carga pide más de lo que da la sección ($D/C > 1$, en rojo en el panel). menu **Calcular** → `Diseñar` propone otro diámetro.
Avisos del cálculo	Requisitos de detalle que no bloquean el cálculo (estribo menor que el que pide ACI, cuantía mayor que 4 %…). Se cuentan en el panel y se leen en menu **Calcular** → `Resumen`.
Procedimiento no disponible	La lista indica lo que falta (por ejemplo, momentos en los dos planos para la flexión biaxial, o activar la esbeltez).
`Licencia no verificada en esta calculadora`	La licencia dejó de verificarse (por ejemplo, el documento se abrió en otro equipo): no se puede calcular. Vea menu **Archivo** → `Licencia`.

En la TI-Nspire no existe el corte con la tecla ON de la HP Prime. Guardar el documento (ctrl+S) conserva los datos del caso, no los resultados: al abrirlo, el caso vuelve completo con los resultados pendientes (OI-7).

5 Ejemplo guiado

5.1 Enunciado

Una columna rectangular de **30 × 40 cm** recibe una carga mayorada $P_u = 61.65$ **t** y un momento $M_x = 18.27$ **t·m** en un solo plano, igual en los dos extremos (curvatura simple). Se propone armarla con **10 barras Ø19** y estribos Ø6 c/20. Verificar la sección con **ACI 318-14**, hallar el diámetro que cumple con las mismas diez barras y revisar los avisos del programa. La esbeltez no se considera.



10 Ø19 (3 por cara b, 4 por cara h)

estribos Ø6 c/20, rec. libre 4 cm

$f'_c = 250$, $f_y = 4200$ kgf/cm², ACI 318-14

$P_u = 61.65$ t

$M_x = 18.27$ t·m en los dos extremos

5.2 Datos

Dato	Valor	Dónde se introduce
Sección	rectangular, $b = 30$, $h = 40$ cm	menu **Sección** → `Forma`
Recubrimiento libre	4 cm (hasta el estribo)	menu **Sección** → `Forma` (por defecto)
f'_c / f_y / E_s	250 / 4200 / 2 100 000 kgf/cm²	menu **Sección** → `Material`
Norma; hormigón desplazado	ACI 318-14; no se descuenta	menu **Sección** → `Material`
Armado longitudinal	3 barras por cara b, 4 por cara h: 10 Ø19	menu **Sección** → `Armado`
Refuerzo transversal	estribos Ø6 c/20, 2 ramas en x y en y	menu **Sección** → `Transv.`
Carga 1	P_u 61.65 t; M_x sup. 18.27 e inf. 18.27 t·m; M_y 0	menu **Cargas** → `Agregar carga` y tabla de cargas
Esbeltez	no se considera	menu **Cargas** → `Esbeltez` (por defecto)

Fuente: Ejemplo «Diseño de armadura 30x40» de COLUMNIX (`Archivo > Ejemplos`, caso 3), tomado de un ejercicio de diseño de columnas de un curso de hormigón armado (solución propuesta: 10 Ø19). Mismo caso del tutorial en vídeo. La razón D/C se comprobó aparte por compatibilidad de deformaciones.

5.3 Paso a paso

Es el mismo ejemplo de la guía HP Prime, con los mismos 16 pasos y en el mismo orden. En cada paso, la fila *Teclas* es la secuencia desde el final del paso anterior; menu **Sección** → `Forma` es una orden del menú. Se parte de la pantalla que COLUMNIX muestra al abrirse.

1 Caso nuevo



TECLAS

menu **Archivo** → `Nuevo` enter

menu **Archivo** → `Nuevo` pide confirmar y deja una columna de 40 × 40 cm con 8 Ø16, sin cargas: el punto de partida de un caso propio. El panel dice `Resultados pendientes`.

✔ **Debe verse:** Caso «Nuevo»: 40x40 · 8 Ø16, sin cargas, pestaña 1 Sección

2 Geometría de la sección



TECLAS

menu **Sección** → `Forma` ▼ 3 0 enter 4 0 enter tab enter

menu **Sección** → `Forma`: deje `Rectangular`, baje a b y escriba 30 y luego 40 en h. El alto h trabaja con M_x. El recubrimiento libre (4 cm) se mide hasta el estribo. tab y enter aceptan.

✔ **Debe verse:** Croquis a escala con b = 30 y h = 40 cm

3 Material y norma



TECLAS

menu **Sección** → `Material` 2 5 0 enter ▼×3 ▶ tab enter

menu **Sección** → `Material`: $f'_c = 250$. Baje hasta `Norma` y elija `ACI 318-14` con ▶. `Descontar` queda en `No`: el bloque comprimido no descuenta el hormigón que ocupan las barras.

✔ **Debe verse:** f'c 250, fy 4200; norma ACI 318-14; Descontar No

4 Armado longitudinal



TECLAS

menu **Sección** → Armado ▼ 4 enter 1 9 enter tab enter

menu **Sección** → Armado pide **barras por cara**, contando las esquinas: 3 en la cara b (ya está) y 4 en la cara h dan 10 barras; luego Ø19. El pie dice 30x40 · 10 Ø19 · ρ 2.36 %.

✔ **Debe verse:** 10 Ø19 (3 por cara b, 4 por cara h); ρ 2.36 %

5 Refuerzo transversal



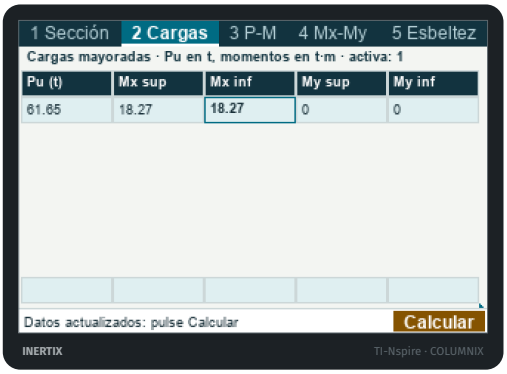
TECLAS

menu **Sección** → Transv. ▼ 6 enter 2 0 enter tab enter

menu **Sección** → Transv.: estribos Ø6 c/20 con 2 ramas por dirección. El diámetro del estribo cambia la posición de las barras y además se revisa: se deja así a propósito.

✔ **Debe verse:** Estribos Ø6 c/20, 2 ramas por dirección

6 Carga mayorada



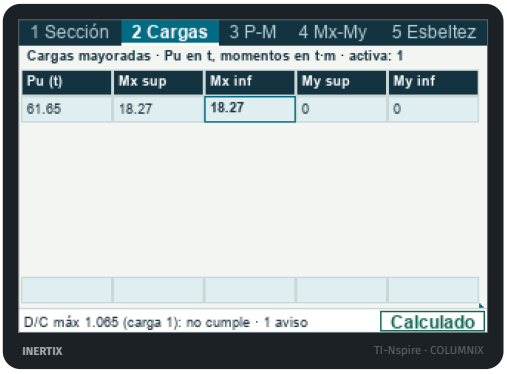
TECLAS

menu **Cargas** → Agregar carga 6 1 . 6 5 enter ▶ enter del 1 8 . 2 7 enter ▶ enter del 1 8 . 2 7 enter

menu **Cargas** → Agregar carga abre la vista 2 Cargas con una fila nueva: escriba P_u = 61.65 y enter. En cada momento, ▶, enter, del, el valor y enter: M_x = 18.27 arriba y abajo, con el mismo signo (curvatura simple). Caben hasta 8 cargas.

✔ **Debe verse:** Tabla de cargas: carga 1 con Pu 61.65, Mx sup. 18.27 y Mx inf. 18.27

7 Calcular



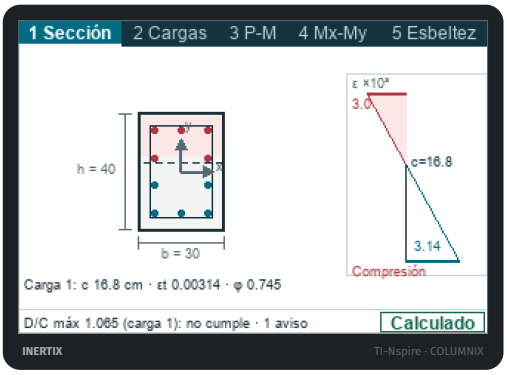
TECLAS

menu **Calcular** → `Calcular`

menu **Calcular** → `Calcular`. La línea de estado da la razón demanda/capacidad: **1.065, no cumple**, y un aviso. Una razón mayor que 1 significa que la carga pide más de lo que la sección da.

✔ **Debe verse:** D/C máx 1.065 (carga 1): no cumple

8 Estado de la sección



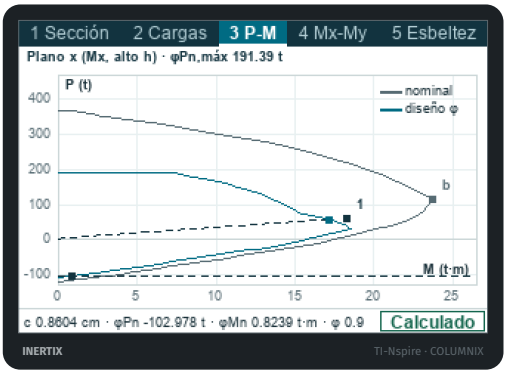
TECLAS

menu **Result.** → `Sección`

menu **Result.** → `Sección` dibuja la columna en su capacidad: eje neutro a 16.8 cm, bloque comprimido y deformaciones. $\varepsilon_t = 0.00314$ cae en la zona de transición, por eso $\phi = 0.745$.

✔ **Debe verse:** Eje neutro, bloque comprimido y deformaciones: c 16.8 cm · εt 0.00314 · ϕ 0.745

9 Diagrama P-M



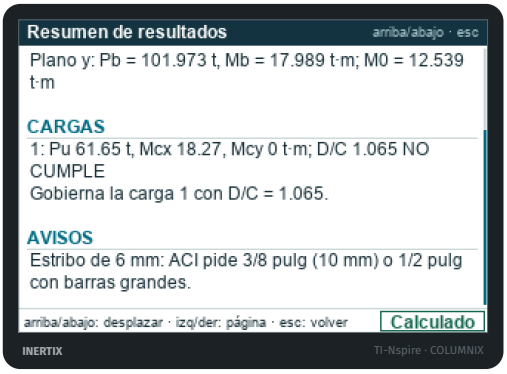
TECLAS

menu **Result.** → `P-M` ▶ ×6

menu **Result.** → `P-M` abre la vista `3 P-M`: curva nominal y de diseño con su tope $\phi P_{n,\text{máx}} = 191.39$ t. La recta punteada sale del origen con la excentricidad de la carga; el punto 1 queda fuera de la curva de diseño. ▶ recorre la curva sin recalcular; enter cambia de plano.

✔ **Debe verse:** Curvas nominal y de diseño, punto 1 fuera de la de diseño; ϕPn,máx 191.4

10 Resumen de resultados



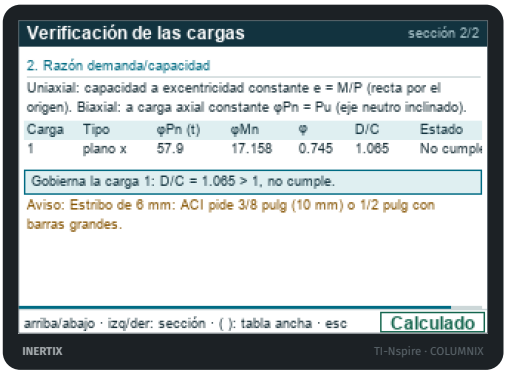
TECLAS

menu **Calcular** → `Resumen` ▼ ×4

menu **Calcular** → `Resumen` reúne la capacidad axial ($P_o = 368.06$ t), los puntos balanceados, la verificación de la carga y los avisos: un estribo de 6 mm es menor que el que pide ACI (3/8 plg o 10 mm con barras grandes).

✔ **Debe verse:** Po 368.057 t · ϕPn,máx 191.39 t; D/C 1.065 NO CUMPLE; aviso del estribo

11 Procedimiento: verificación



TECLAS

esc menu **Calcular** → `Procedim.` ▼ ×2 enter ▶

esc cierra el resumen. menu **Calcular** → `Procedim.`, tercera entrada `Verificación de las cargas`, sección 2: $\phi P_n = 57.9$ t, $\phi M_n = 17.158$ t·m y D/C 1.065, a excentricidad constante.

✔ **Debe verse:** Sección 2/2: ϕPn 57.9, ϕMn 17.158, ϕ 0.745, D/C 1.065

12 Procedimiento: diámetros probados



TECLAS

esc ×2 menu **Calcular** → `Procedim.` ▼ ×8 enter ▶

El procedimiento `Diseño del armado` (novena entrada) conserva las 10 barras y calcula cada diámetro: Ø16 da 1.183, Ø20 todavía 1.031 y **Ø25, 0.877, cumple**.

✔ **Debe verse:** Sección 2/3: Ø 10 · 12 · 16 · 20 · 25 con D/C 1.881 · 1.507 · 1.183 · 1.031 · 0.877

13 Diseñar y aplicar



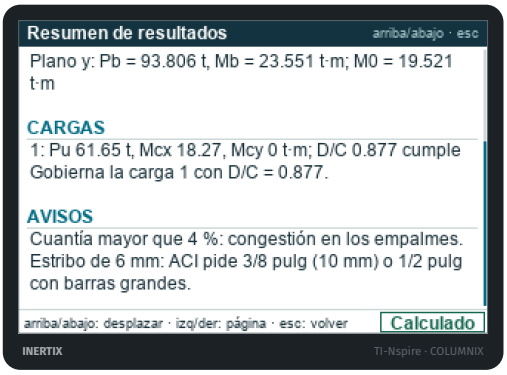
TECLAS

esc ×2 menu **Calcular** → `Diseñar` enter

menu **Calcular** → `Diseñar` propone 10 Ø25 (requiere 34.43 cm², ρ 2.87 %) y pregunta antes de aplicarlo; enter lo aplica y los resultados quedan pendientes.

✔ **Debe verse:** Armado 10 Ø25 aplicado; resultados pendientes

14 Recalcular con Ø25



TECLAS

menu **Calcular** → `Calcular`

menu **Calcular** → `Resumen` ▼ ×4

Se calcula y se abre el resumen: **D/C 0.877, cumple**. Pero hay dos avisos: la cuantía de 4.09 % anuncia congestión en los empalmes, y sigue el del estribo.

✔ **Debe verse:** D/C 0.877 cumple; avisos de cuantía mayor que 4 % y del estribo

15 Corregir el estribo



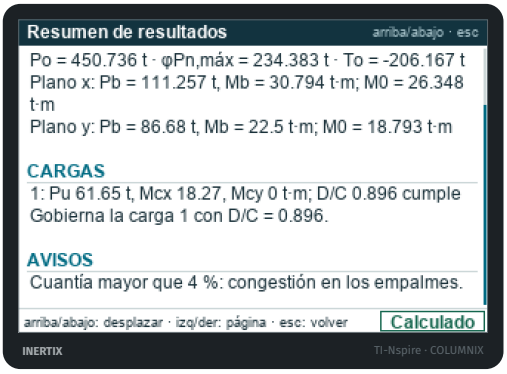
TECLAS

esc menu **Sección** → `Transv.` ▼ 1 0 enter tab enter

menu **Sección** → `Transv.`: estribo Ø10. Con el mismo recubrimiento libre, un estribo más grueso empuja las barras hacia el centro y reduce la capacidad: hay que recalcular.

✔ **Debe verse:** Estribos Ø10 c/20; resultados pendientes

16 Resultado final



TECLAS

menu **Calcular** → `Calcular`

menu **Calcular** → `Resumen` ▼ ×4

Con 10 Ø25 y estribos Ø10 c/20: **D/C 0.896, cumple**, con un solo aviso, el de la cuantía mayor que 4 %.

✔ **Debe verse:** D/C 0.896 cumple; un aviso: cuantía mayor que 4 %

5.4 Resultados

COLUMNIX coincide con la referencia

Las cifras coinciden con la comprobación a mano y con la versión HP Prime (diferencia relativa $\leq 10^{-12}$). El caso tecleado es idéntico al de menu **Archivo** → `Ejemplos`, caso 3.

Magnitud	A mano	COLUMNIX	Estado
A_{st} (10 Ø19) / ρ	28.35 cm² / 2.36 %	28.35 / 2.36 %	Coincide
P_o / $\phi P_{n,\text{máx}}$	—	368.06 / 191.39 t	—
Eje neutro c / ε_t	16.83 cm / 0.00314	16.8 / 0.00314	Coincide
ϕ (zona de transición)	0.745	0.745	Coincide
ϕP_n / ϕM_n a e constante	57.90 t / 17.16 t·m	57.90 / 17.158	Coincide
D/C con 10 Ø19	**1.065**	**1.065**	**No cumple**
Área requerida (10 barras)	—	34.43 cm² (ρ 2.87 %)	—
D/C con 10 Ø25, estribo Ø6	—	0.877	Cumple
D/C con 10 Ø25, estribo Ø10	—	**0.896**	**Cumple**

Con 10 Ø25 la cuantía es 4.09 %: queda el aviso «Cuantía mayor que 4 %: congestión en los empalmes». El estribo Ø10 corrige el aviso del Ø6 (ACI pide 3/8 plg con barras grandes) y, con el mismo recubrimiento libre, acerca las barras al centro: ϕP_n baja de 70.30 a 68.83 t y la razón sube de 0.877 a 0.896.

Comprobación a mano

Con $c = 16.826$ cm, $\beta_1 = 0.85$, $\varepsilon_{cu} = 0.003$ y barras a $d = 5.55$, 15.18, 24.82 y 34.45 cm (4 + 0.6 + 1.9/2 desde cada cara):

$$a = \beta_1 c = 14.302 \text{ cm}, \qquad C_c = 0.85 \cdot 250 \cdot 14.302 \cdot 30 = 91.17 \text{ t}$$

$$\sum F_s = +35.73 + 3.49 - 16.97 - 35.73 = -13.48 \text{ t}, \qquad P_n = 91.17 - 13.48 = 77.69 \text{ t}$$

$$\varepsilon_t = 0.003\,(34.45 - c)/c = 0.00314, \qquad \phi = 0.65 + 0.25\,\frac{0.00314 - 0.002}{0.005 - 0.002} = 0.745$$

$$\phi P_n = 0.745 \times 77.69 = 57.90 \text{ t}, \qquad M_n = 23.03 \text{ t·m}, \qquad e = \frac{M_n}{P_n} = 0.296 \text{ m} = \frac{18.27}{61.65}$$

$$\text{D/C} = \frac{61.65}{57.90} = 1.065$$

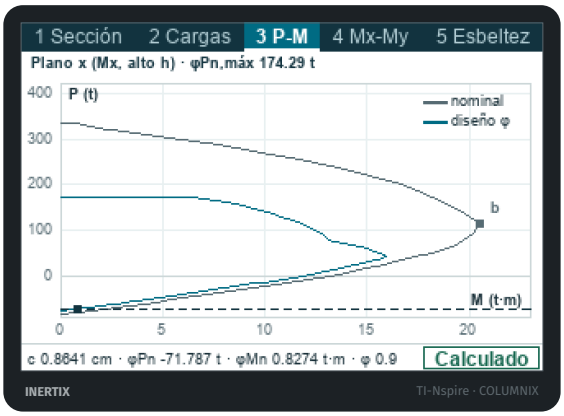
5.5 Opciones importantes

Siete casos cortos. Los seis primeros son los mismos de la guía HP, con las mismas cifras: OI-1 a OI-5 se cargan con menu **Archivo** → `Ejemplos` y OI-6 con menu **Archivo** → `Plantilla`. El séptimo muestra el guardado del documento, propio de la Nspire. En la lista, ▼ elige el caso y enter lo carga. Las teclas parten del final del paso anterior; el primer paso parte de la vista sin ventanas abiertas.

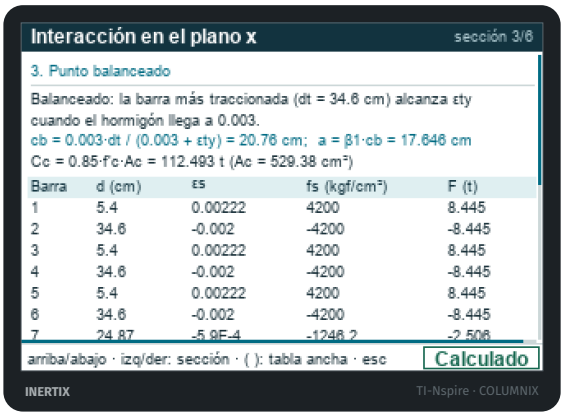
5.5.1 OI-1 · Diagrama de interacción, 30x40 con 10 Ø16

Objetivo. Leer la capacidad de una sección sin cargas. **Datos.** Ejemplo 1: 30 × 40 cm, 10 Ø16, estribos Ø6 c/20, f'_c 250, ACI 318-14.

1. **Cargar el ejemplo 1.** Sección sin cargas.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` enter
2. **Calcular.** La línea de estado dice que los diagramas están listos, sin cargas.
   menu **Calcular** → `Calcular`
3. **Diagrama P-M y cursor.** Curvas nominal y de diseño; $\phi P_{n,\text{máx}}$ 174.29 t.
   menu **Result.** → `P-M` ▶ ×6
4. **Cambiar al plano y.** enter pasa al plano y.
   enter
5. **Tabla de puntos.** Tabla con c, P_n, M_n, ϕ, ϕP_n y ϕM_n de cada plano.
   menu **Result.** → `Puntos`
6. **Procedimiento: compresión pura.** Procedimiento `Interacción en el plano x`, sección 2: compresión pura.
   esc menu **Calcular** → `Procedim.` enter ▶
7. **Procedimiento: punto balanceado.** Sección 3: punto balanceado.
   ▶



P-M del plano x.



Punto balanceado: $c_b = 20.76$ cm.

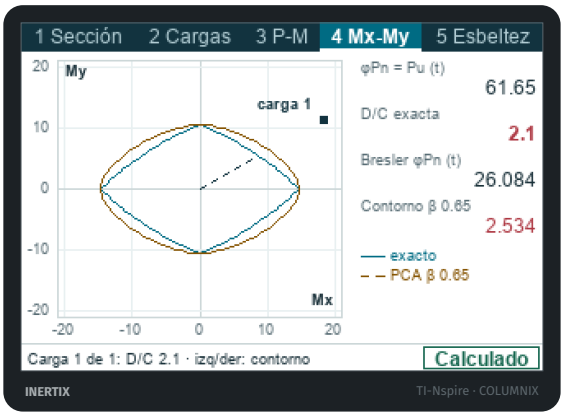
Resultado	COLUMNIX
P_o / $P_{n,\text{máx}}$ / $\phi P_{n,\text{máx}}$	335.17 / 268.14 / 174.29 t
Balanceado, plano x: c_b / P_b / M_b	20.76 cm / 114.35 t / 20.55 t·m
Flexión pura: M_0	13.16 t·m

Lectura. Las cifras coinciden con el ejercicio de origen (P_o 335.15 t, P_b 114.35 t); M_b difiere en 0.05 % porque la fuente redondea la posición de las capas intermedias.

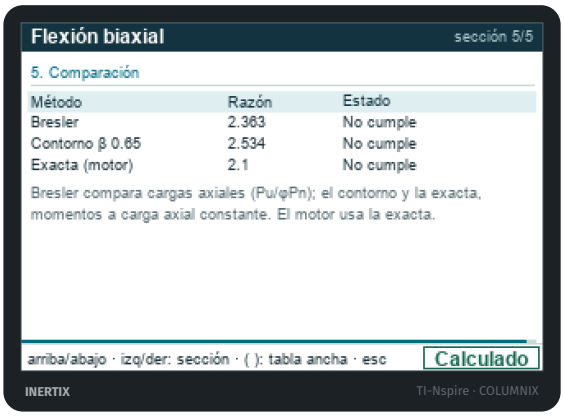
5.5.2 OI-2 · Flexión biaxial y cortante

Objetivo. Verificar una carga con momentos en los dos planos, comparar los métodos y revisar el cortante. **Datos.** Ejemplo 4: la sección de OI-1 con estribos Ø6 c/15; P_u 61.65 t, M_x 18.27, M_y 11.33 t·m; V_u en y 14.25 t.

1. **Cargar el ejemplo 4.** Una carga biaxial en la tabla.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` ▼×3 enter
2. **Calcular.** D/C 2.1: no cumple.
   menu **Calcular** → `Calcular`
3. **Contorno Mx-My.** Vista `4 Mx-My`: contorno exacto y PCA a $\phi P_n = P_u$.
   menu **Result.** → `Mx-My`
4. **Procedimiento biaxial: Bresler.** Procedimiento `Flexión biaxial`, sección 2: Bresler.
   menu **Calcular** → `Procedim.` ▼×3 enter ▶
5. **Comparación de métodos.** Sección 5: comparación de los tres métodos.
   ▶×3
6. **Procedimiento: cortante en y.** Procedimiento `Refuerzo transversal y cortante`, sección 3: cortante en y.
   esc×2 menu **Calcular** → `Procedim.` ▼×5 enter ▶×2



Contorno Mx-My.



Comparación de métodos.

Resultado	COLUMNIX
D/C exacta (eje neutro inclinado)	2.10 — gobierna, no cumple
Bresler: ϕP_n / contorno PCA	26.08 t (D/C 2.363) / 2.534
Cortante en y: V_c / s requerida	11.89 t / 11.56 cm
ϕV_n con s = 15 cm frente a V_u	13.03 t < 14.25 t (D/C 1.094)

Lectura. Los tres métodos coinciden en que no cumple; el cálculo usa la solución exacta. Bresler se aplica a excentricidad constante (la fuente lo leía con M constante y obtenía «cumple»). Los estribos a 15 cm no alcanzan para el cortante.

5.5.3 OI-3 · Esbeltez con ψ por plano

Objetivo. Factor de longitud efectiva de cada plano con los elementos que llegan a cada nudo. **Datos.** Ejemplo 6: columna 35 × 35 cm de primer piso, $l_u = L = 4$ m; k por nomograma, desplazable.

1. **Cargar el ejemplo 6.** Columna 35x35 de primer piso.

   menu **Archivo** → `Ejemplos` ▼ ×5 enter
2. **Nudos y factor k.** Lista de nudos: k de cada plano y ψ de cada nudo; enter abre la tabla de un nudo.

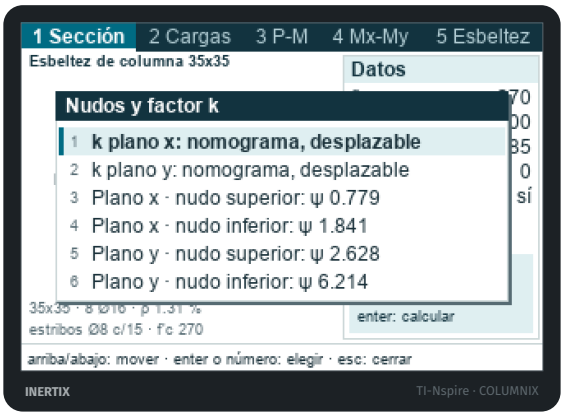
   menu **Cargas** → `Nudos` ψ
3. **Calcular.** esc y calcular.

   esc menu **Calcular** → `Calcular`
4. **Croquis de esbeltez.** Vista `5 Esbeltez`: ψ, k y $k\,l_u/r$ de cada plano.

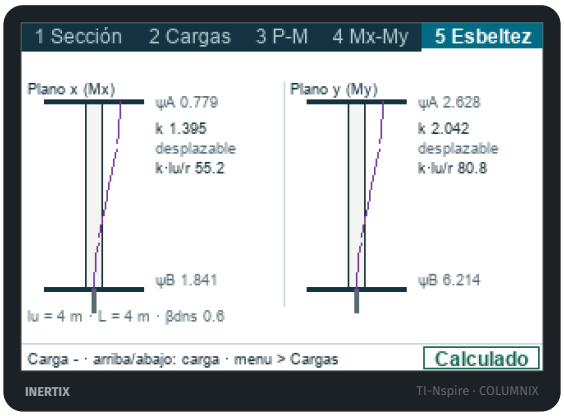
   menu **Result.** → `Esbeltez`
5. **Procedimiento: rigidez de los nudos.** Procedimiento `Esbeltez y amplificación`, sección 1: rigidez de los nudos.

   menu **Calcular** → `Procedim.` ▼ ×4 enter
6. **Procedimiento: factor k.** Sección 2: factor k.

   ▶



Nudos y factor k.



Croquis de esbeltez.

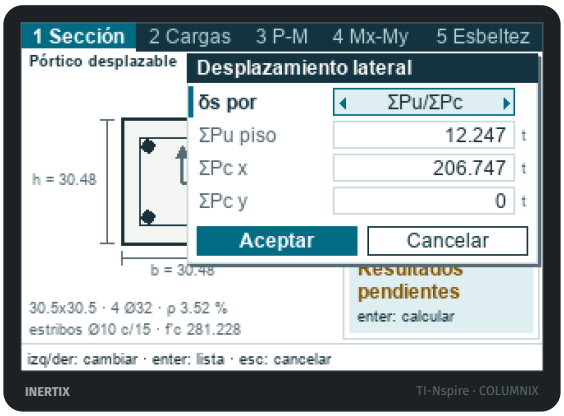
Resultado	COLUMNIX
Plano x: ψ_A / ψ_B / k / $k\,l_u/r$	0.779 / 1.841 / 1.395 / 55.2
Plano y: ψ_A / ψ_B / k / $k\,l_u/r$	2.628 / 6.214 / 2.042 / 80.8

Lectura. En cada plano solo cuentan las vigas de ese plano: por eso el plano y llega a $k\,l_u/r \approx 81$. La fuente sumaba las vigas de los dos planos y obtenía 51.3. Sin cargas no hay amplificación.

5.5.4 OI-4 · Pórtico desplazable

Objetivo. Amplificar los momentos que desplazan el pórtico con δ_s por $\Sigma P_u/\Sigma P_c$. **Datos.** Ejemplo 8 (McCormac, Ej. 11.5): columna de 30.48 cm con 4 Ø32, l_u 3.429 m, L 3.658 m, β_{dns} 0.56; ΣP_u del piso 12.247 t y ΣP_c 206.747 t.

1. **Cargar el ejemplo 8.** Una carga con esbeltez.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` ▼×7 enter
2. **Datos de esbeltez.** menu **Cargas** → `Esbeltez`: considerar Sí, l_u, L, β_{dns}, EI y C_m.
   menu **Cargas** → `Esbeltez`
3. **Desplazamiento lateral.** menu **Cargas** → `Lateral`: δ_s por $\Sigma P_u/\Sigma P_c$.
   esc menu **Cargas** → `Lateral`
4. **Calcular.** D/C 0.956: cumple.
   esc menu **Calcular** → `Calcular`
5. **Croquis de esbeltez.** Plano x esbelto: δ_s 1.086 y M_c 12.2 t·m.
   menu **Result.** → `Esbeltez`
6. **Procedimiento: amplificación.** Procedimiento de esbeltez, sección 4: amplificación del plano x.
   menu **Calcular** → `Procedim.` ▼×4 enter ▶×3



Desplazamiento lateral.



Croquis de esbeltez.

Resultado	COLUMNIX
Plano x: k / $k\,l_u/r$ / límite	1.95 / 76.0 / 22: esbelta
δ_s / M_c (= 88.27 pie-klb)	1.086 / 12.20 t·m
D/C con el momento amplificado	0.956, cumple

Lectura. Solo se amplifica la parte lateral del momento ($M = M_{ns} + \delta_s M_s$); en la tabla de cargas, las columnas «lat» guardan esa parte. Las cifras coinciden con McCormac.

5.5.5 OI-5 · Columna circular zunchada

Objetivo. Sección circular con zuncho: ϕ y $P_{n,\text{máx}}$ propios del zuncho. **Datos.** Ejemplo 9 (McCormac, Ej. 9.2 y 9.4): D 45.72 cm, 6 Ø29, zuncho Ø9.525 c/5.08; P_u 348.36 t sin momento.

1. **Cargar el ejemplo 9.** Sección circular.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` ▼ ×8 enter
2. **Geometría circular.** menu **Sección** → `Forma`: `Circular` pide el diámetro D.
   menu **Sección** → `Forma`
3. **Zuncho.** menu **Sección** → `Transv.`: tipo `Zuncho`.
   esc menu **Sección** → `Transv.`
4. **Calcular.** D/C 1: no cumple.
   esc menu **Calcular** → `Calcular`
5. **Resumen.** Resumen: $\phi P_{n,\text{máx}}$ 348.319 t frente a P_u 348.36 t.
   menu **Calcular** → `Resumen`
6. **Procedimiento: zuncho.** Procedimiento del refuerzo transversal: ρ_s y paso libre.
   esc menu **Calcular** → `Procedim.` ▼ ×5 enter



Forma circular.



Revisión del zuncho.

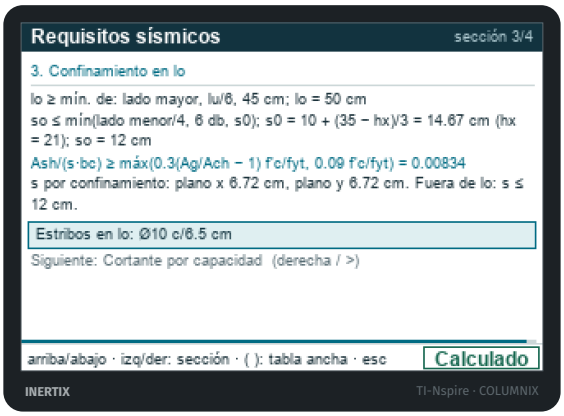
Resultado	COLUMNIX
$\phi P_{n,\text{máx}} = 0.75 \cdot 0.85\, P_o$	348.32 t (767.9 klb)
D/C con P_u 348.36 t	1.0001: no cumple por 0.01 %
ρ_s mínimo / colocado	0.0132 / 0.0147, cumple; paso libre 4.13 cm

Lectura. McCormac obtiene 768.1 klb con $A_g = 255$ plg²; el área exacta del círculo es 254.5, y con ella la capacidad queda 0.2 klb por debajo de la carga. COLUMNIX no redondea: la columna está justo al límite.

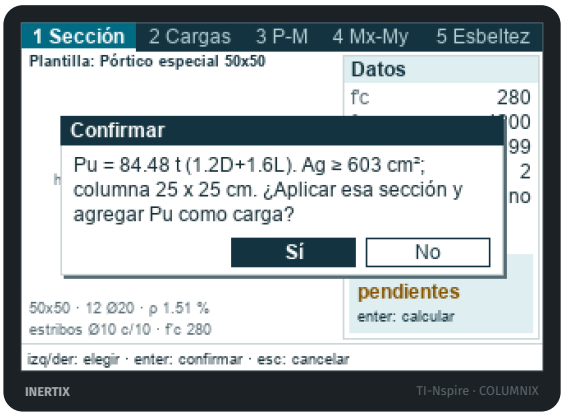
5.5.6 OI-6 · Sismo y predimensionado

Objetivo. Requisitos de ACI 18.7 de un pórtico especial y predimensionado por área tributaria. **Datos.** Plantilla 5: 50 × 50 cm con 12 Ø20, f'_c 280, estribos Ø10 c/10, dos cargas; ΣM_{nb} = 40 t·m por plano. Predimensionado: 20 m², 3 pisos de 3 m, CM 0.75 y CV 0.25 t/m², criterio $P_u/0.5f'_c$.

1. **Cargar la plantilla 5.** Pórtico especial 50x50.
   menu **Archivo** → `Plantilla` ▼ ×4 enter
2. **Requisitos sísmicos.** menu **Cargas** → `Sismo`: pórtico `Especial` y ΣM_{nb}.
   menu **Cargas** → `Sismo`
3. **Calcular.** D/C 0.799: cumple.
   esc menu **Calcular** → `Calcular`
4. **Procedimiento sísmico: confinamiento.** Procedimiento `Requisitos sísmicos`, sección 3: confinamiento en l_o.
   menu **Calcular** → `Procedim.` ▼ ×6 enter ▶ ×2
5. **Cortante por capacidad.** Sección 4: cortante por capacidad.
   ▶
6. **Predimensionado.** menu **Sección** → `Predim.` con los datos del predimensionado.
   esc ×2 menu **Sección** → `Predim.`
7. **Aceptar.** Confirmación con P_u, A_g y la sección propuesta.
   tab enter
8. **Aplicar la sección.** `Sí`: aplica 25 × 25 y agrega P_u como carga.
   enter



Confinamiento en la zona l_o.



Predimensionado: confirmación.

Resultado	COLUMNIX
D/C de la plantilla / columna fuerte–viga débil	0.799 / $\Sigma M_{nc}/\Sigma M_{nb}$ = 2.475 $\geq$ 1.2
Zona l_o / estribos en l_o	50 cm / Ø10 c/6.5 cm
M_{pr} / V_e / s por cortante	58.50 t·m / 39.00 t / 29.25 cm
Predimensionado: P_u / A_g / sección	84.48 t / $\geq$ 603 cm² / 25 × 25 cm

Lectura. En la zona l_o manda el confinamiento, no el cortante. El predimensionado incluye el peso propio con la sección vigente; al aplicar 25 × 25 conserva las 12 Ø20 (cuantía 6.03 %): revise el armado y calcule.

5.5.7 OI-7 · Guardar y abrir el documento

Objetivo. Conservar el caso entre sesiones. **Datos.** El ejemplo guiado, calculado.

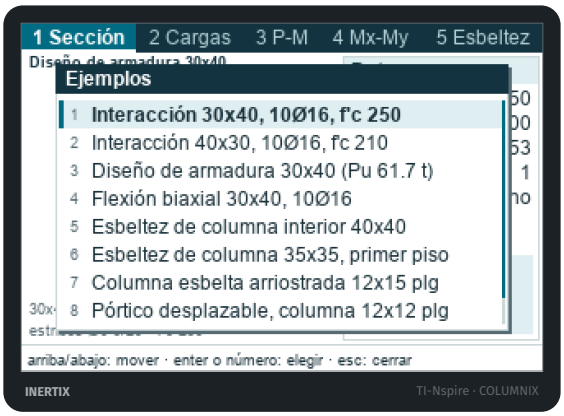
1. **Caso del ejemplo guiado, calculado.** Caso calculado: D/C 0.896.
   (mismo caso del paso 16) menu **Calcular** → `Calcular`
2. **Guardar el documento.** ctrl + S guarda el documento con los datos del caso.
   (guardar con ctrl+S)
3. **Abrir el documento.** Al abrir el documento vuelve el mismo caso, con `Caso guardado recuperado: enter calcula`.
   (cerrar y volver a abrir el documento)
4. **Calcular de nuevo.** Calcule: D/C 0.896, como antes de guardar.
   menu **Calcular** → `Calcular`

Lectura. Se guardan las entradas, no los resultados: nunca se muestran resultados antiguos como vigentes.

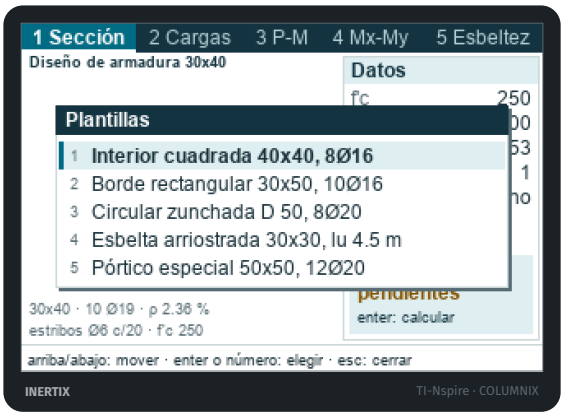
6 Referencia de menús y opciones

6.1 Archivo

Orden	Qué hace
Nuevo	Columna 40 × 40 con 8 Ø16, f'_c 210, estribos Ø10 c/15, sin cargas. Pide confirmar.
Plantilla	Cinco casos típicos: interior 40x40, borde 30x50, circular zunchada D 50, esbelta arriostrada 30x30 y pórtico especial 50x50.
Ejemplos	Nueve ejemplos resueltos (interacción, diseño, biaxial, esbeltez, McCormac).
Ayuda	Documento con vistas, comandos, cálculo, diseño, esbeltez, tablas, gráficas, formularios, procedimientos, avisos, convenios, guardado y licencia.
Licencia	Pantalla Licencia (estado, ID del equipo y control) sobre el caso; esc vuelve.



menu **Archivo** → `Ejemplos`.



menu **Archivo** → `Plantilla`.

6.2 Sección

Orden	Qué hace
Forma	Rectangular (b, h) o circular (D), de 15 a 300 cm; recubrimiento libre de 1 a 15 cm.
Material	f'_c, f_y, f_{yt}, E_s; norma ACI 318-19 o 318-14; descontar el hormigón desplazado.
Armado	Barras por cara o número en círculo; Ø de barra y Ø de esquina opcional.
Transv.	Estribos (ramas en x e y) o zuncho; Ø y separación.
Predim.	Área tributaria, pisos, CM, CV, altura de piso y criterio; con `Sí` aplica la sección cuadrada y agrega P_u como carga.

6.3 Cargas

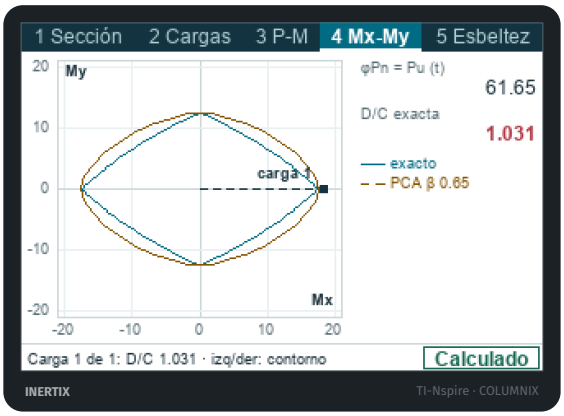
Orden	Qué hace
Cargas	Abre la vista 2 `Cargas` (tabla de hasta 8 cargas).
Agregar carga	Agrega una fila a la tabla y la elige.
Parte lateral	Momentos de la carga elegida que producen desplazamiento lateral (columnas «lat»).
Esbeltez	Considerar o no; l_u, L, β_{dns}, EI efectivo y C_m.
Nudos ψ	k de cada plano y los cuatro nudos; cada nudo abre una tabla de vigas y columnas (+, del; t cambia el tipo de nudo).
Lateral	δ_s por Q, por $\Sigma P_u/\Sigma P_c$ o como dato.
Cortante	V_u en x y en y, y N_u.
Sismo	Pórtico ordinario o especial; ΣM_{nb} por plano y V_e de vigas.

6.4 Calcular

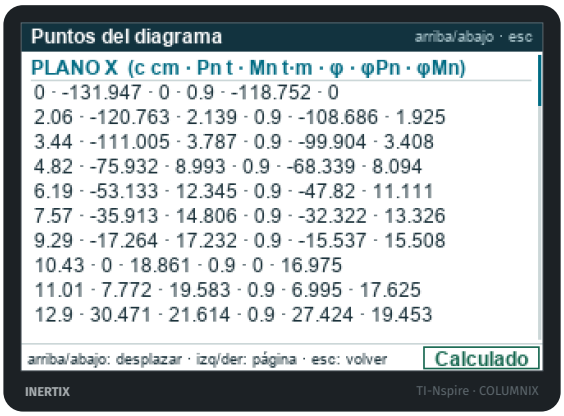
Orden	Qué hace
Calcular	Calcula todo; también enter o un clic en el botón de la barra inferior.
Diseñar	Diámetro mínimo (hasta 40 mm) con el número de barras actual; pregunta antes de aplicar.
Procedim.	Diez procedimientos: interacción x e y, verificación, biaxial, esbeltez, transversal y cortante, sismo, predimensionado, diseño y Bresler trilineal. Los que no aplican indican qué falta.
Resumen	Datos, resultados por carga, cortante y avisos.

6.5 Result.

Orden	Qué hace
Sección	Estado de deformación de la carga activa (vista 1); esc vuelve al croquis.
P-M	Vista 3: diagramas nominal y de diseño, cargas y recta a la capacidad.
Mx-My	Vista 4: contorno exacto y PCA a $\phi P_n = P_u$ de la carga activa.
Esbeltez	Vista 5: k, $k\,l_u/r$, límite, δ y M_c por plano.
Puntos	Tabla de puntos notables del diagrama.



menu **Result.** → `Mx-My.`



menu **Result.** → `Puntos.`

7 Fundamento teórico breve

7.1 Compatibilidad de deformaciones

$$\varepsilon_{si} = \varepsilon_{cu}\,\frac{c - d_i}{c}, \qquad f_{si} = \text{máx}(-f_y, \text{mín}(f_y, E_s\,\varepsilon_{si})), \qquad a = \beta_1 c \tag{1}$$

$$P_n = 0.85 f'_c\,a\,b + \sum A_{si} f_{si}, \qquad M_n = 0.85 f'_c\,a\,b\left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2}\right) + \sum A_{si} f_{si}\left(\frac{h}{2} - d_i\right) \tag{2}$$

Donde: $\varepsilon_{cu} = 0.003$; $\beta_1 = 1.05 - f'_c/1400$ entre 0.65 y 0.85; acero elastoplástico. Sin descontar, el bloque usa el área bruta.

7.2 Factor de reducción y tope axial

$$P_o = 0.85 f'_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}, \qquad P_{n,\text{máx}} = 0.80\,P_o \text{ (estribos)} \quad 0.85\,P_o \text{ (zuncho)} \tag{3}$$

Donde: $\phi = 0.65$ (estribos) o 0.75 (zuncho) si $\varepsilon_t \le \varepsilon_{ty}$; 0.90 si $\varepsilon_t \ge \varepsilon_{ty} + 0.003$ (318-19) o ≥ 0.005 (318-14); lineal entre ambos. La verificación uniaxial es a excentricidad constante; la biaxial, a carga axial constante.

7.3 Flexión biaxial

$$\frac{1}{P_n} = \frac{1}{P_{nx}} + \frac{1}{P_{ny}} - \frac{1}{P_o}, \qquad \left(\frac{M_{ux}}{\phi M_{nox}}\right)^{\alpha} + \left(\frac{M_{uy}}{\phi M_{noy}}\right)^{\alpha} \le 1, \quad \alpha = \frac{\log 0.5}{\log \beta} \tag{4}$$

Donde: Bresler vale para $P_u \ge 0.10 f'_c A_g$; el contorno PCA usa $\beta = 0.65$. La solución exacta busca el ángulo del eje neutro para que el momento resistente tenga la dirección de (M_{ux}, M_{uy}).

7.4 Esbeltez

$$\psi = \frac{\sum 0.70\,E_c I_c/L_c}{\sum 0.35\,E_c I_v/L_v}, \qquad \delta_{ns} = \frac{C_m}{1 - P_u/(0.75 P_c)} \ge 1, \qquad \delta_s = \frac{1}{1 - \sum P_u/(0.75 \sum P_c)} \tag{5}$$

Donde: ψ solo con los elementos del plano de flexión; k por la ecuación exacta del nomograma; $P_c = \pi^2 EI/(k l_u)^2$; $M_{2,\text{mín}} = P_u(1.5 + 0.03h)$ (cm). Límite: $34 - 12M_1/M_2 \le 40$ (arriostrado) y 22 (desplazable).

7.5 Cortante y sismo

$$V_c = 0.53\left(1 + \frac{N_u}{140 A_g}\right)\sqrt{f'_c}\,b_w d, \qquad V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s}, \qquad V_e = \frac{M_{pr,\text{sup}} + M_{pr,\text{ínf}}}{l_u} \tag{6}$$

Donde: V_c según 318-14 (318-19 añade el factor de tamaño); en pórticos especiales M_{pr} con $1.25 f_y$; confinamiento y zona l_o según ACI 18.7.

Referencias

- ACI 318-19 y ACI 318-14, capítulos 6, 10, 18, 22 y 25.
- J. C. McCormac y R. H. Brown, *Diseño de concreto reforzado*, caps. 9 a 11.
- Apuntes de hormigón armado: columnas, diagramas de interacción, esbeltez y flexocompresión compuesta.

8 Preguntas frecuentes

¿Por qué sube el D/C al cambiar el estribo?

Con el mismo recubrimiento libre, un estribo más grueso desplaza las barras hacia el centro: el brazo baja y la capacidad también (paso 15).

¿Cuento las esquinas en «barras por cara»?

Sí: 3 por cara b y 4 por cara h son 10 barras.

Escribí un momento en la tabla y cambió la vista.

Fuera de la edición, las cifras 1 a 5 cambian de vista. Pulse enter sobre la celda antes de escribir.

¿Qué es «Descontar»?

Si está en Sí, el bloque comprimido resta el hormigón que ocupan las barras; en No usa el área bruta. Cambia el resultado: elíjalo a propósito.

El D/C dice 1 pero «no cumple».

Se muestra redondeado: en OI-5 la razón es 1.0001, mayor que 1.

¿Recorrer una gráfica cambia los resultados?

No. Las flechas mueven el cursor o la carga activa; los resultados cambian solo al calcular después de editar datos.

¿Diseñar cambia el número de barras?

No: conserva las barras y busca el diámetro. Para otra disposición, cambie menu **Sección** → `Armado` y calcule.

Al abrir el documento, los resultados están pendientes.

Es lo previsto: se guardan las entradas, no los resultados. Pulse enter o menu **Calcular** → `Calcular`.

¿Por qué no puedo calcular en la computadora?

La licencia está ligada al ID de una calculadora TI-Nspire (CX y CX II); el software de computadora no tiene ese ID (sección 3).