INERTIX

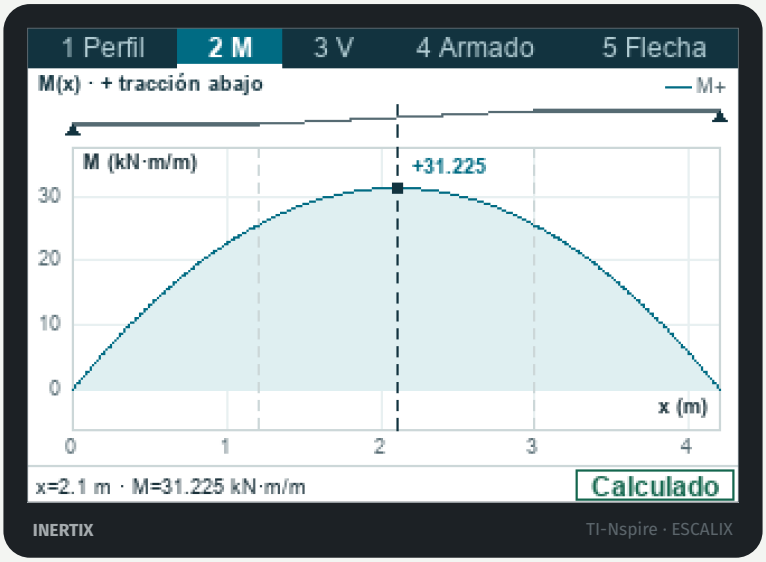
Programas de ingeniería civil para TI-Nspire

GUÍA DE USO

ESCALIX

Escaleras de concreto armado por franjas, ACI 318-19

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 4

1.1. Qué calcula . . . 4

1.2. Unidades y convenciones . . . 4

1.3. Límites y fuera de alcance . . . 5

2. Instalación 6

2.1. Abrir en la computadora . . . 6

2.2. Transferir a la calculadora . . . 6

3. Licencia de uso 7

3.1. Cómo funciona . . . 7

3.2. Activar en la calculadora . . . 7

3.3. Mensajes de la pantalla Licencia . . . 8

3.4. La licencia en ESCALIX . . . 8

4. La interfaz 10

4.1. Zonas de la pantalla . . . 10

4.2. Teclas . . . 11

4.3. Formularios y resultados pendientes . . . 11

4.4. Ayuda integrada . . . 12

5. Ejemplo guiado 13

5.1. Enunciado . . . 13

5.2. Datos . . . 13

5.3. Paso a paso . . . 13

5.4. Resultados . . . 19

5.5. Opciones importantes . . . 19

6. Referencia de menús y opciones 25

7. Fundamento teórico breve 27

7.1. Geometría y cargas . . . 27

7.2. Análisis . . . 27

7.3. Diseño ACI 318-19 . . . 27

7.4. Servicio . . . 28

8. Preguntas frecuentes 28

1 Presentación y alcance

ESCALIX analiza y diseña **escaleras de concreto armado** en las TI-Nspire CX y CX II. Cada losa se describe como una **franja de 1 m** formada por rampas y descansos, con apoyos libres, articulados o empotrados en cualquier nudo, sobre un perfil a escala que se recorre con las flechas o el touchpad. La solución es exacta por rigidez y el diseño sigue el ACI 318-19. Los resultados se ven en gráficas con cursor, en el armado dibujado sobre el perfil, en una tabla y en once procedimientos paso a paso que terminan comparando con el motor. El motor es el de la versión HP Prime, traducido y comprobado contra ella.

1.1 Qué calcula

- Geometría de cada rampa: $L_x = (n-1)\,P$, desnivel $n\,CH$, inclinación θ y longitud inclinada L_s.
- Cargas por m² de planta, automáticas (peso propio de garganta y peldaños, acabados y viva) o manuales, distintas en rampa y descanso, combinadas con los factores que se elijan.
- Reacciones, momento $M(x)$ y cortante $V(x)$ por **análisis de rigidez** con $EI\cos\theta$ en las rampas, o momentos de diseño por coeficientes de práctica ($wL^2/8$, $wL^2/10$, ACI 1/14 y 1/24).
- Flexión ACI 318-19 (bloque de Whitney, ϕ según ε_t), acero mínimo y de temperatura, separación de barras y bastones.
- Cortante en la sección crítica ($V\cos\theta$) con tres criterios: ACI 318-19 22.5.5.1c, $0.17\sqrt{f'_c}$ con $\phi = 0.75$ o E.060 con $\phi = 0.85$.
- Flecha inmediata y diferida (inercia efectiva de Bischoff), fisuración, anclaje y espesor mínimo.
- Confort del escalón (regla de Blondel) y ancho por aforo.

1.2 Unidades y convenciones

Magnitud	Unidad	Convención
Longitudes de segmentos, CH, P, B	m	Medidas **en planta** (proyección horizontal)
Espesores, recubrimiento, barras	mm	h medido perpendicular a la losa
f'_c, f_y	MPa	
Cargas	kN/m² de planta	En la franja de 1 m equivalen a kN/m
Momentos y cortantes	kN·m/m y kN/m	M positivo = tracción abajo
Flecha	mm	Negativa hacia abajo en la gráfica
Acero	mm²/m	Barras como «10mm@100» (diámetro @ separación en mm)

1.3 Límites y fuera de alcance

Límite	Valor
Losas y segmentos	Hasta 3 losas y 5 segmentos por losa
Rampa / descanso	2 a 30 contrahuellas / 0.20 a 8 m
Escalón	CH de 0.08 a 0.30 m; P de 0.15 a 0.60 m; $B > 0.30$ m
Espesores / recubrimiento	80 a 600 mm / 10 a 75 mm
Materiales	f'_c de 15 a 80 MPa; f_y de 200 a 700 MPa; barras de 8 a 25 mm

Fuera de alcance

ESCALIX trabaja **solo en unidades SI**. Cada losa es una franja longitudinal en proyección horizontal con cargas verticales, y **los apoyos no generan empuje horizontal**. No calcula el metrado de materiales ni analiza escaleras autoportantes, helicoidales o de peldaños en voladizo transversal. El análisis es lineal elástico; la flecha usa la inercia efectiva del ACI.

2 Instalación

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

Archivo	Uso
`ESCALIX.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

ESCALIX 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
`ESCALIX.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 `ESCALIX.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, ESCALIX 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 `ESCALIX.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 `ESCALIX.tns` y pulse ctrl+V (o menu menu **Licencia** → `Pegar licencia`).
5. Con `Licencia activa`, guarde el documento con ctrl+S para conservarla.

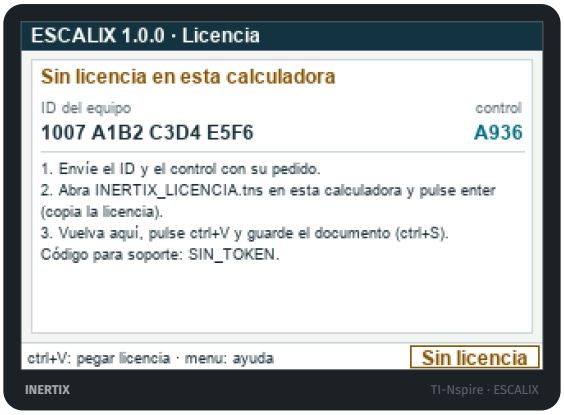
Con la licencia activa, menu **Archivo** → `Licencia` muestra el estado, el ID y el control sobre el caso, y esc vuelve sin cambiarlo.

3.3 Mensajes de la pantalla Licencia

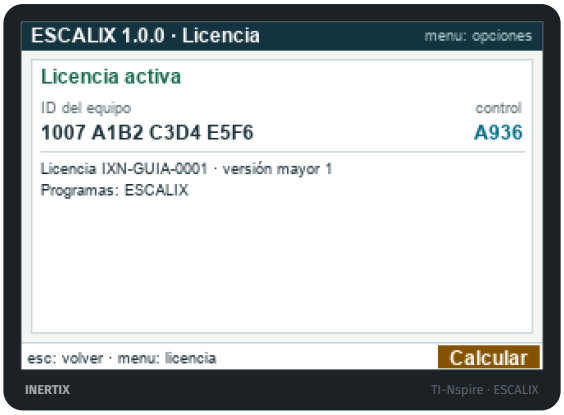
Mensaje	Qué hacer
Verificando la licencia…	Espere unos segundos; el programa se abre solo si la licencia es válida.
Licencia activa	Nada; guarde el documento si acaba de pegarla.
Sin licencia en esta calculadora	Siga los pasos anteriores.
Licencia no válida	El texto está incompleto o alterado: vuelva 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.

3.4 La licencia en ESCALIX



Sin licencia: ID del equipo (ID de ejemplo) y control.

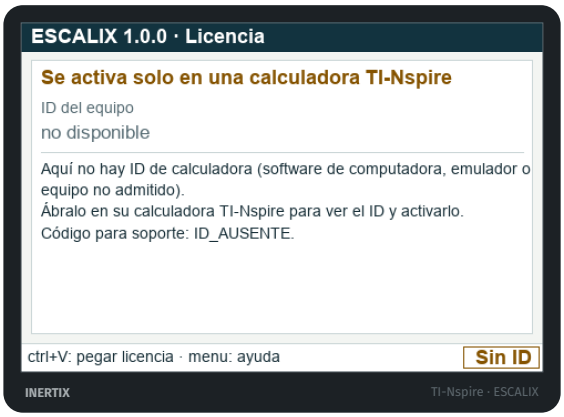


menu **Archivo** → `Licencia` con la licencia activa.

- Sin licencia, ESCALIX no abre el perfil: solo se puede ver la Licencia y la Ayuda.
- Con la licencia activa, menu **Archivo** → `Licencia` abre la pantalla sobre el caso y esc vuelve sin cambiarlo. La Ayuda (menu **Archivo** → `Ayuda`) termina con los apartados `LICENCIA` y `ACERCA DE`.
- Cada orden que calcula o cambia el caso vuelve a comprobar la licencia. Si no se puede verificar, aparece `Licencia no verificada en esta calculadora. Vea Archivo > Licencia.` y el caso no cambia.



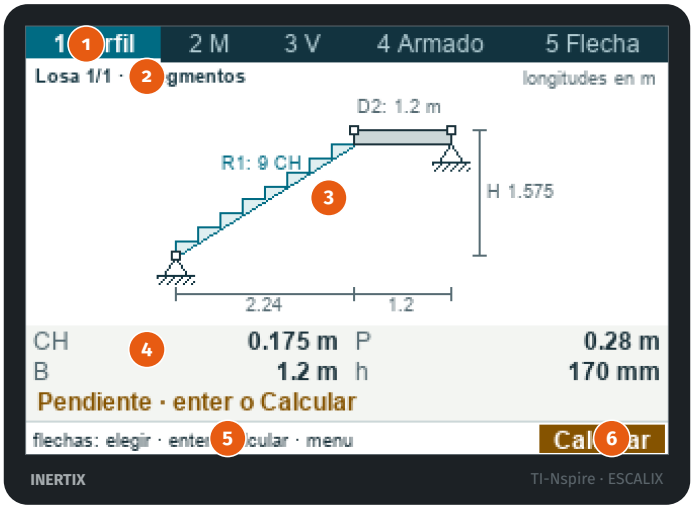
Orden de cálculo con la licencia no verificada.



Software de computadora: sin ID, no se activa.

4 La interfaz

4.1 Zonas de la pantalla



Zona	Uso
1 Pestañas	Cinco vistas del mismo caso: `1 Perfil`, `2 M`, `3 V`, `4 Armado` y `5 Flecha`. Se eligen con las cifras 1 a 5, tab o un clic.
2 Cabecera	Losa activa y número de segmentos; calculado, el estado `CUMPLE` o `REVISAR` y la leyenda de la vista.
3 Lienzo	Perfil a escala real ($x = y$) con escalones, garganta, descansos, apoyos, cotas en m y el desnivel H. Calculado, muestra las cargas q_u y las reacciones.
4 Resumen	Sin calcular: CH, P, B y h. Calculado: M^+, M^-, barras inferior y superior, V_u y ϕV_c.
5 Barra inferior	Ayuda del momento, objeto elegido o lectura del cursor con unidades.
6 Rótulo de cálculo	`Calcular` si hay cambios sin resolver (un clic calcula); `Calculado` si los resultados están al día.

Vistas y órdenes

Una pestaña cambia lo que se ve; una orden del menú ejecuta una acción. La tecla menu abre las cinco categorías de la versión HP: `Archivo`, `Geometría`, `Datos`, `Calcular` y `Result.`. En la guía, menu **Categoría** → `Orden` indica una ruta del menú. Las cifras 1 a 5 eligen pestañas, no categorías del menú como en la HP Prime.

4.2 Teclas

Tecla	Dónde	Acción
menu	Siempre	Abre las órdenes del programa.
1 … 5, tab	Vista principal	Cambian de pestaña.
▶ ▼ / ◀ ▲	Perfil	La primera pulsación marca el objeto actual; las siguientes pasan al siguiente o anterior, alternando segmentos y nudos.
enter	Perfil	Con un objeto elegido abre sus propiedades; sin selección, calcula.
del	Perfil	Borra el segmento elegido (con confirmación) o quita el apoyo del nudo elegido.
+ − 0	Perfil y Armado	Acercan, alejan o encuadran el dibujo.
esc	Perfil / otras vistas	Quita la selección / vuelve al Perfil.
◀ ▶	M, V, Flecha	Mueven el cursor; enter salta al siguiente extremo o apoyo.
▲ ▼	Armado	Cambian de panel: croquis, flexión, servicio y detalle.
◀ ▶	Procedimiento	Cambian de sección; ▲ ▼ desplazan; ( ) mueven una tabla ancha.
Touchpad o ratón	Perfil y gráficas	Un clic elige un nudo o segmento (otro clic abre sus propiedades); en una gráfica mueve el cursor.

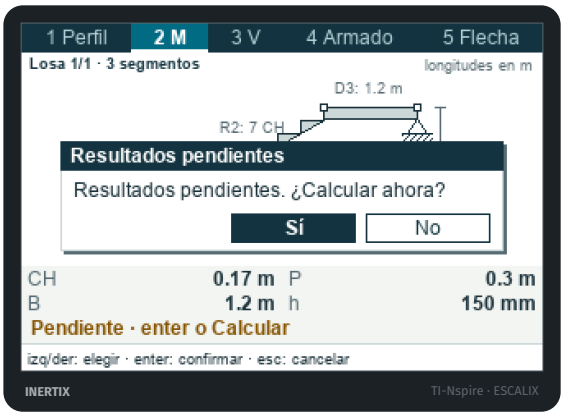
Diferencias con la HP Prime

No hay cinta de órdenes ni herramientas `Rampa`/`Descanso` que se apliquen con un toque: las órdenes de `Geometría` actúan sobre el objeto elegido. No hay `Salir`: el documento se cierra desde el sistema. No existe el corte del cálculo con la tecla ON de la HP Prime.

4.3 Formularios y resultados pendientes



menu **Datos** → `Material`: campos con unidades.



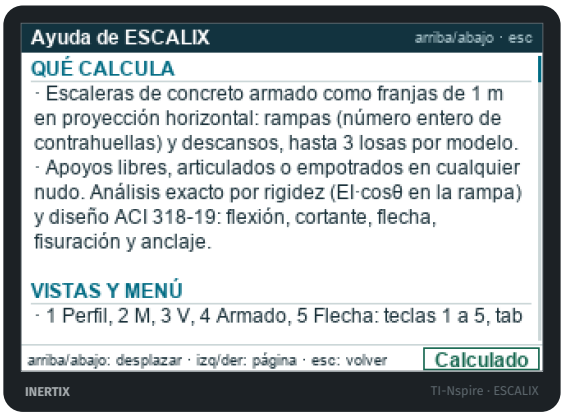
Vista pendiente: pregunta si calcula.

- En un formulario, ▲ ▼ cambian de campo. Se escribe directamente; clear vacía el campo y admite expresiones con `+ − × ÷ ( ) ^ E`.
- En los campos de lista (marcados con flechas a los lados), ◀ ▶ cambian la opción y enter abre la lista. La nota inferior explica las opciones abreviadas.
- tab lleva a `Aceptar` y enter acepta; esc deshace la edición del campo o cierra la ventana sin

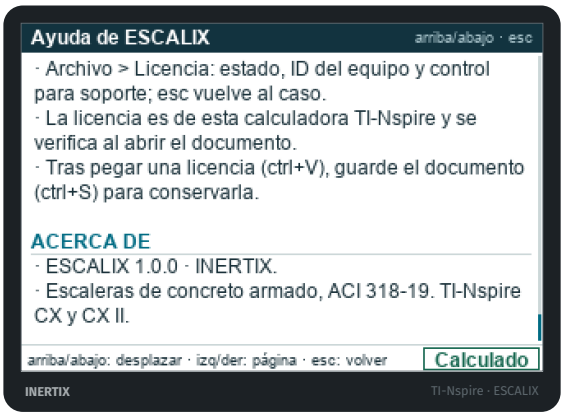
cambios.

- Un dato fuera de rango no se acepta: el mensaje dice qué corregir y dónde, y el formulario sigue abierto.
- Cualquier cambio deja los resultados **pendientes**. Las vistas M, V, Armado y Flecha preguntan si desea calcular; con `No` el caso se conserva. Recorrer una gráfica o cambiar de losa no recalcula ni cambia los datos.

4.4 Ayuda integrada



menu **Archivo** → `Ayuda`: inicio.



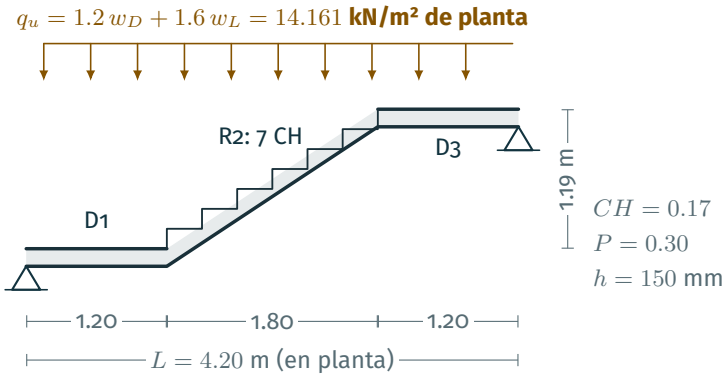
Final: licencia y acerca de.

La Ayuda resume, por apartados, qué calcula, vistas y menú, cómo empezar un caso, el perfil, los datos, los formularios, el cálculo, las gráficas, el armado, procedimientos y tablas, los avisos, las convenciones y el guardado. Se desplaza con ▲ ▼ y se cierra con esc.

5 Ejemplo guiado

5.1 Enunciado

Una escalera de concreto armado tiene un tramo de **4.20 m en planta**: descanso de 1.20 m, rampa de **7 contrahuellas** (1.80 m) y descanso de 1.20 m, con la losa **articulada en los dos extremos**. Las cargas de servicio son $w_D = 670$ kg/m² y $w_L = 400$ kg/m². Con $f'_c = 210$ kg/cm², $f_y = 4200$ kg/cm² y $h = 150$ mm, se pide para una franja de 1 m: el **momento último**, el **acero de flexión** y el de temperatura, la verificación del **cortante**, la **flecha** y el confort del escalón.



5.2 Datos

Geometría	Valor	Nota
Segmentos	D1 · R2 · D3	1.20 · 7 CH · 1.20
Apoyos	Nudos 1 y 4	Articulados
CH / P	0.17 / 0.30 m	θ = 29.54°
Ancho B	1.20 m	Franja de 1 m
h (rampa, desc.)	150 / 150 mm	$d = 125$ mm

Material	SI	Original
f'_c	20.594 MPa	210 kg/cm²
f_y	411.88 MPa	4200 kg/cm²
w_D	6.570456 kN/m²	670 kg/m²
w_L	3.92266 kN/m²	400 kg/m²
Factores	1.2 D + 1.6 L	

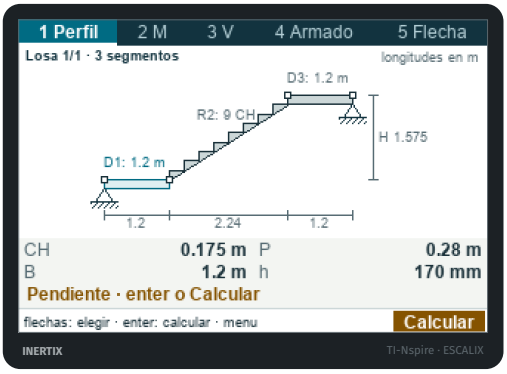
Cargas **manuales** por m² de planta; recubrimiento libre 20 mm; barras de 10 mm; cortante ACI 318-19 (22.5.5.1c); flecha límite $L/240$.

Fuente: Caso de validación de ESCALIX (`Archivo > Ejemplos`, ejemplo 1 «Rampa con descansos 4.20 m»): escalera de concreto armado de tres tramos articulada en sus extremos, ACI 318-19. La referencia calcula a mano la carga última, el momento de diseño, el acero de flexión y de temperatura y el confort del escalón (regla de Blondel).

5.3 Paso a paso

Es el mismo caso y el mismo orden que la guía HP. La losa se construye desde cero; los segmentos y nudos se numeran de izquierda a derecha (de abajo arriba en la escalera): D1, R2 y D3, con los nudos 1 a 4.

1 Modelo nuevo: descanso + rampa + descanso



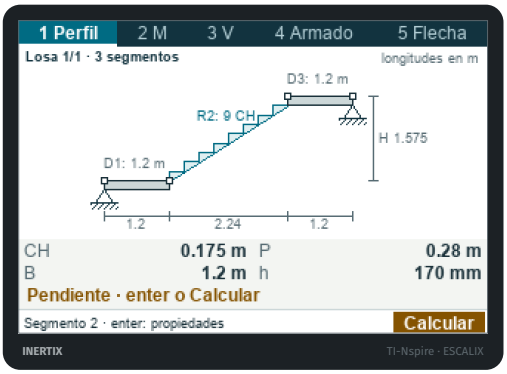
TECLAS

menu **Archivo** → `Nuevo` 3 enter

menu **Archivo** → `Nuevo` abre la lista de siete formas. La cifra 3 elige `Descanso + rampa + descanso` y enter confirma (`Sí`): el modelo parte de los datos por defecto y ya trae los apoyos articulados en los extremos. **Nuevo reemplaza el caso actual.**

✔ **Debe verse:** Perfil D1, R2 y D3 con apoyos articulados en los extremos, pendiente

2 Seleccionar la rampa



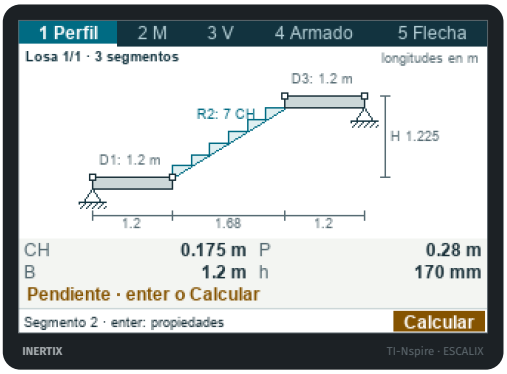
TECLAS

▶ ×3

La primera ▶ marca el descanso D1; la segunda pasa al nudo 2 y la tercera a la rampa R2. La barra inferior dice `Segmento 2 · enter: propiedades`. En la HP Prime bastan dos pulsaciones porque la selección ya está activa.

✔ **Debe verse:** Rampa R2 resaltada; la barra inferior dice «Segmento 2 · enter: propiedades»

3 Rampa de 7 contrahuellas



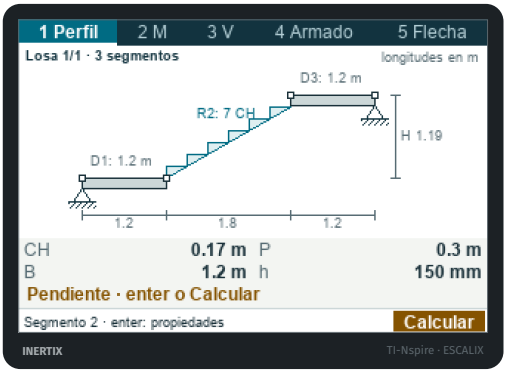
TECLAS

enter ▼ clear 7 tab enter

enter abre `Segmento 2`. Baje a `Contrah.`, vacíe con clear, teclee 7 y acepte con tab y enter: la rampa tiene 6 huellas, es decir, $L_x = 6\,P$.

✔ **Debe verse:** Rampa de 7 CH: 6 huellas en planta

4 Escalón y espesores



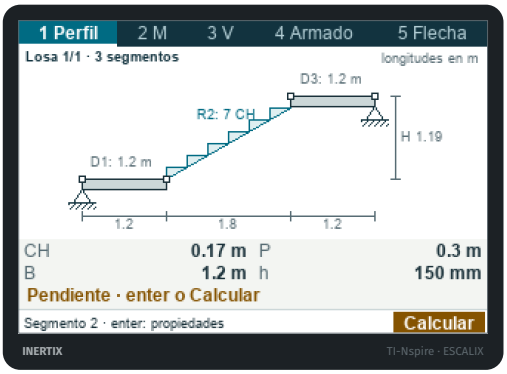
TECLAS

menu **Geometría** → Escalón clear 0 . 1 7 ▼ clear 0 . 3 ▼ ×2 clear 1 5 0 ▼ clear 1 5 0 tab enter

menu **Geometría** → Escalón: $CH = 0.17$ m y $P = 0.30$ m, $B = 1.2$ m sin cambios y 150 mm en la garganta y en el descanso. Con $P = 0.30$ la rampa mide 1.80 m en planta y el tramo, 4.20 m.

✔ **Debe verse:** CH 0.17 m, P 0.30 m, B 1.2 m, h 150 mm

5 Materiales



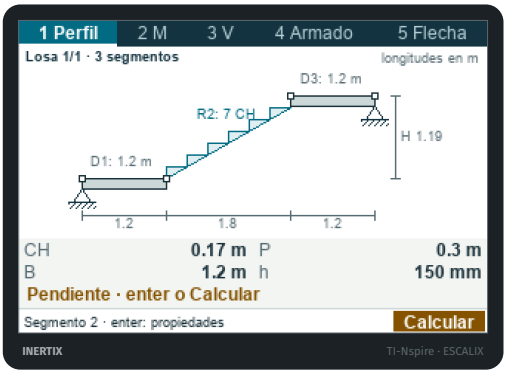
TECLAS

menu **Datos** → Material clear 2 0 . 5 9 4 ▼ clear 4 1 ×2 . 8 ×2 ▼ ×2 ◀ tab enter

menu **Datos** → Material: $f'_c = 20.594$ MPa y $f_y = 411.88$ MPa (210 y 4200 kg/cm²). En Barra ppal, una ◀ cambia de 12 a 10 mm.

✔ **Debe verse:** f'c 20.594 MPa, fy 411.88 MPa, barra principal 10 mm

6 Cargas manuales



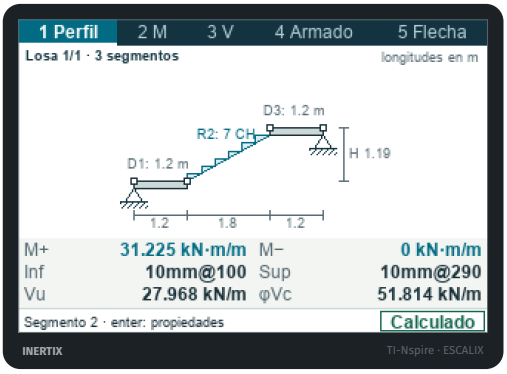
TECLAS

menu **Datos** → Cargas ▶ ▼ clear 6 . 5 7 0 4 5 6 ▼ clear 6 . 5 7 0 4 5 6 ▼ clear 3 . 9 2 ×2 6 ×2 tab enter

menu **Datos** → Cargas: ▶ pone el modo en Manual y los campos cambian. Teclee $w_D = 6.570456$ kN/m² en rampa y descanso (670 kg/m²) y $L = 3.92266$ kN/m² (400 kg/m²). Los factores 1.2 y 1.6 ya están.

✔ **Debe verse:** Modo Manual: wD 6.570456 kN/m² en rampa y descanso, L 3.92266 kN/m², factores 1.2 y 1.6

7 Resolver



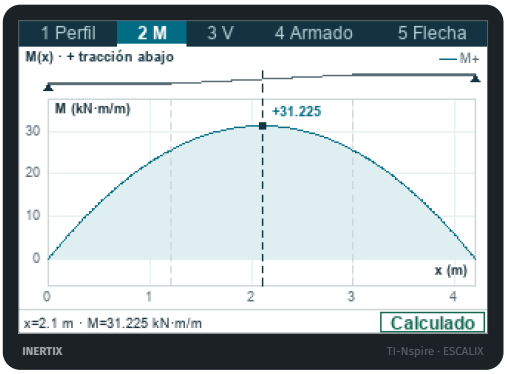
TECLAS

menu **Calcular** → `Resolver`

menu **Calcular** → `Resolver` (o enter en el perfil sin selección). El perfil muestra la carga última $q_u = 14.161$ kN/m y las reacciones de 29.738 kN; la cabecera avisa `REVISAR`, que se explica en el paso 15.

✔ **Debe verse:** Perfil con qu 14.161 kN/m y Ry 29.738 kN; cabecera «Losa 1/1 · REVISAR»

8 Diagrama de momento



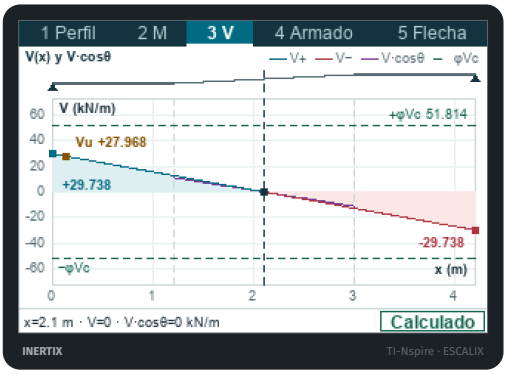
TECLAS

2

2 dibuja $M(x)$ bajo un perfil esquemático alineado. El cursor empieza en el máximo: $M_u = +31.225$ kN·m/m en $x = 2.1$ m. ◄ ► lo recorren sin recalcular.

✔ **Debe verse:** M(x) con máximo +31.225 kN·m/m en x = 2.1 m; cursor en el máximo

9 Cortante en la sección crítica



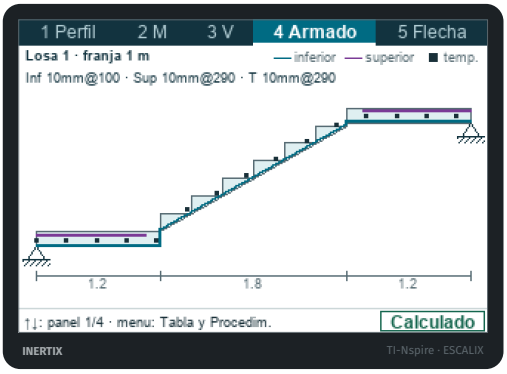
TECLAS

3

3 muestra $V(x)$, su componente perpendicular $V\cos\theta$ y las líneas $\pm\phi V_c$. El rótulo `Vu` marca la sección crítica, a d del apoyo: $V_u = 27.968$ kN/m frente a $\phi V_c = 51.814$ kN/m; cumple.

✔ **Debe verse:** V(x), V·cosθ y ±ϕVc; Vu 27.968 frente a ϕVc 51.814 kN/m

10 Armado



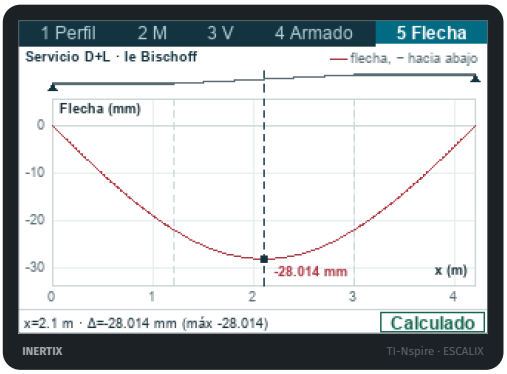
TECLAS

4

4 dibuja el acero sobre el perfil a escala: inferior 10mm@100, superior constructivo 10mm@290 y temperatura 10mm@290. ▼ pasa a los paneles de flexión, servicio y detalle.

✔ **Debe verse:** Croquis: inferior 10mm@100, superior 10mm@290, temperatura 10mm@290

11 Flecha de servicio



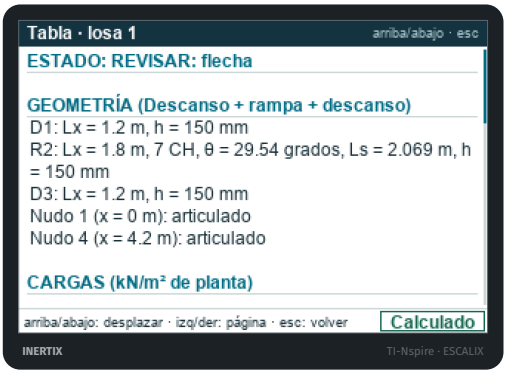
TECLAS

5

5 dibuja la elástica con cargas de servicio $D + L$ y la inercia efectiva de Bischoff. El máximo es -28.014 mm (hacia abajo) en el centro del tramo.

✔ **Debe verse:** Elástica D+L: máximo −28.014 mm en el centro del tramo

12 Tabla de resultados



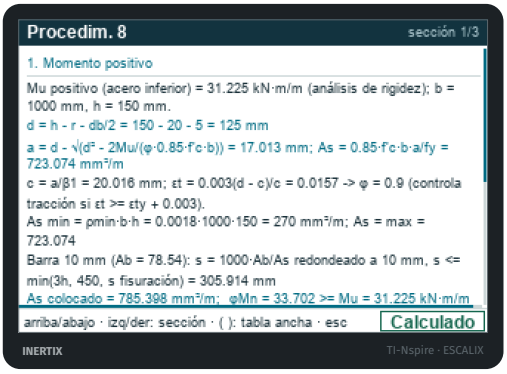
TECLAS

menu **Result.** → `Tabla`

menu **Result.** → `Tabla` abre un documento con el estado, la geometría, las cargas, los momentos, el armado y todas las verificaciones de la losa. ▲ ▼ lo desplazan; esc vuelve.

✔ **Debe verse:** Documento «Tabla · losa 1» con estado, geometría, cargas y armado

13 Procedimiento: flexión ACI 318-19



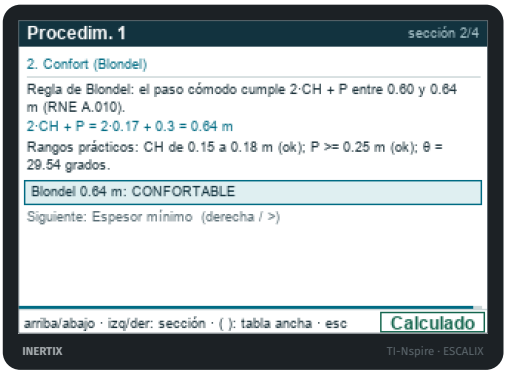
TECLAS

menu **Calcular** → `Procedim.` ▼ ×7 enter

menu **Calcular** → `Procedim.` lista los once métodos; los que no aplican a esta losa aparecen inactivos (aquí, el 7, porque hay descansos). Baje a `Flexión ACI 318-19` y pulse enter: la sección 1 desarrolla d, a, A_s, ε_t y ϕ del momento positivo.

✔ **Debe verse:** Procedimiento 8, sección 1: d, a, As, εt y ϕ del momento positivo

14 Procedimiento: confort de Blondel



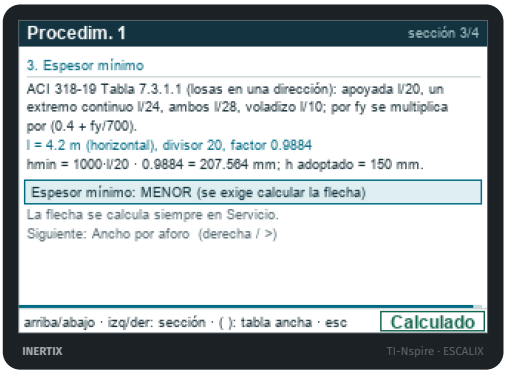
TECLAS

menu **Calcular** → `Procedim.` enter ▶

En la lista, enter sobre `Geometría y confort` y ▶ a la sección 2: la regla de Blondel da $2 \times 0.17 + 0.30 = 0.64$ m, dentro del rango cómodo de 0.60 a 0.64 m.

✔ **Debe verse:** Procedimiento 1, sección 2: 2·0.17 + 0.30 = 0.64 m

15 Espesor mínimo y flecha



TECLAS

▶

▶ pasa a la sección 3, que aplica la tabla 7.3.1.1 del ACI: para 4.20 m apoyada, $h_{mín} = 207.6$ mm. Como la losa tiene 150 mm, la norma exige calcular la flecha, y la diferida más la de la carga viva supera $\ell/240$: por eso el estado es `REVISAR: flecha`. La solución es aumentar h.

✔ **Debe verse:** Sección 3: h mín 207.6 mm para 4.20 m apoyada; la losa tiene 150 mm

5.4 Resultados

ESCALIX TI-Nspire coincide con la referencia y con la HP Prime

El caso construido a mano es idéntico, en datos y resultados, a menu **Archivo** → `Ejemplos 1`. La carga última, la reacción, el momento último, la profundidad del bloque y el acero requerido y de temperatura coinciden con la referencia; el motor TI reproduce el de la HP Prime con diferencia relativa $\leq 10^{-12}$.

Magnitud	Referencia	ESCALIX TI	Estado
Carga última q_u	14.161 kN/m²	14.161 kN/m²	Coincide
Reacción por apoyo R_y	29.738 kN	29.738 kN	Coincide
M_u máximo, en $x = 2.10$ m	31.225 kN·m	31.225 kN·m	Coincide
Profundidad del bloque a	1.70 cm	17.013 mm	Coincide
A_s requerido	7.23 cm²/m	723.074 mm²/m	10 mm @ 100
A_s de temperatura	2.70 cm²/m	270 mm²/m	10 mm @ 290
Blondel $2\,CH + P$	0.64 m	0.64 m	Confortable
ϕV_c / V_u (sección crítica)	—	51.814 / 27.968 kN	Cumple
$h_{\text{mín}}$ ACI 7.3.1.1	207.56 mm	207.564 mm	$h = 150$ menor
Flecha de servicio $D + L$	—	28.014 mm	Revisar

$M_u = 3184.0$ kg·m. Tolerancias de la validación del motor: 10^{-4} en momentos y áreas de acero. «—»: sin valor en la ficha de referencia; es el resultado del motor.

Comprobación a mano

$$q_u = 1.2 \times 6.5705 + 1.6 \times 3.9227 = 14.161 \text{ kN/m} \quad R_y = \frac{q_u\,L}{2} = \frac{14.161 \times 4.2}{2} = 29.738 \text{ kN}$$

$$M_u = \frac{q_u\,L^2}{8} = \frac{14.161 \times 4.2^2}{8} = 31.225 \text{ kN·m} \qquad d = 150 - 20 - 10/2 = 125 \text{ mm}$$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2\,M_u}{\phi\,0.85\,f'_c\,b}}$$

$$= 125 - \sqrt{125^2 - \frac{2 \times 31.225 \cdot 10^6}{0.9 \times 0.85 \times 20.594 \times 1000}} = 17.01 \text{ mm}$$

$$A_s = \frac{0.85\,f'_c\,b\,a}{f_y} = \frac{0.85 \times 20.594 \times 1000 \times 17.01}{411.88} = 723 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,\text{temp}} = 0.0018 \times 1000 \times 150 = 270 \text{ mm}^2/\text{m}$$

5.5 Opciones importantes

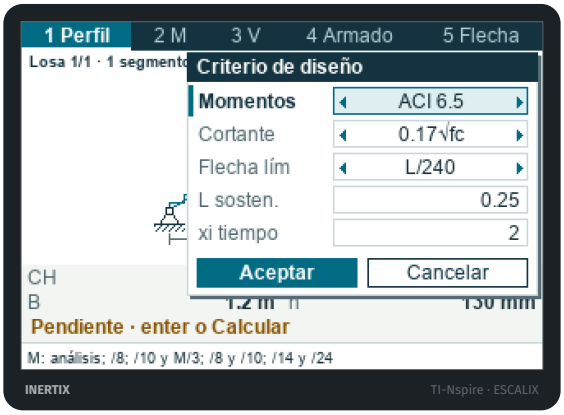
Seis casos cortos para lo que el ejemplo guiado no toca. Los cuatro primeros parten de menu **Archivo** → `Ejemplos`, que **reemplaza el caso** y pide confirmación.

5.5.1 OI-1 · Coeficientes de práctica y cortante simplificado

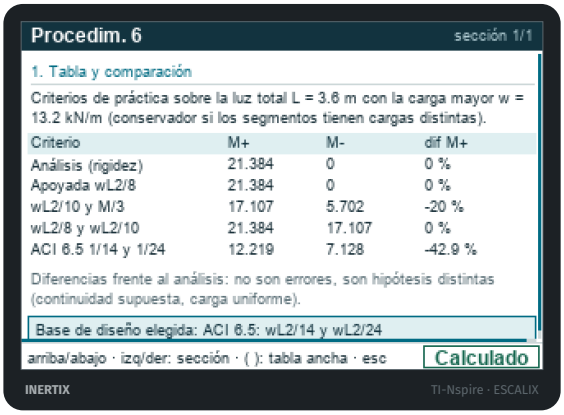
Objetivo. Diseñar con momentos por coeficientes (ACI 6.5) y $V_c = 0.17\lambda\sqrt{f'_c}\,b\,d$ en vez del análisis y del ACI 318-19 22.5.5.1c. **Datos.** Ejemplo 2: rampa simple de 13 contrahuellas ($L = 3.60$ m), $h = 130$

mm ($d = 105$ mm), $f'_c = 21$ MPa, $f_y = 420$ MPa, cargas manuales, $q_u = 13.20$ kN/m.

1. **Cargar el ejemplo 2.** La cifra 2 elige el ejemplo y enter confirma.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` 2 enter
2. **Ver el criterio de diseño.** `Momentos` dice `ACI 6.5` y `Cortante` `0.17√fc`; la nota inferior explica las abreviaturas.
   menu **Datos** → `Diseño`
3. **Aceptar sin cambios.** tab y enter cierran sin cambiar el caso.
   tab enter
4. **Resolver.** $M^+ = q_u L^2/14 = 12.219$ y $M^- = q_u L^2/24 = 7.128$ kN·m/m.
   menu **Calcular** → `Resolver`
5. **Cortante con 0.17√fc.** 3: $\phi V_c = 61.349$ kN/m.
   3
6. **Procedimiento de coeficientes.** El procedimiento 6 compara los coeficientes con el análisis.
   menu **Calcular** → `Procedim.` ▼×5 enter



menu **Datos** → `Diseño` del ejemplo 2.



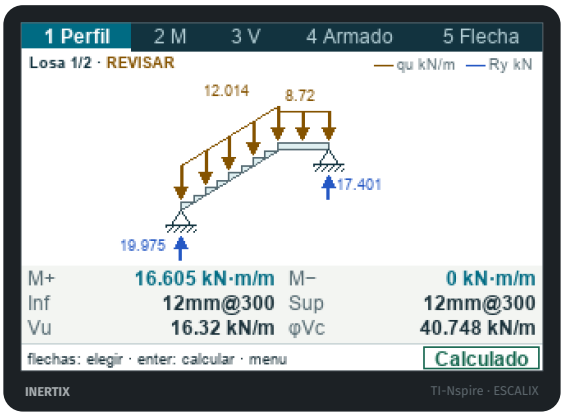
Procedimiento 6: coeficientes frente al análisis.

Lectura. A_s^- de diseño 234 mm²/m: manda el mínimo $0.0018\,b\,h$. Con el análisis exacto la rampa simple no tiene momento negativo; los coeficientes lo imponen para cubrir empotramientos parciales.

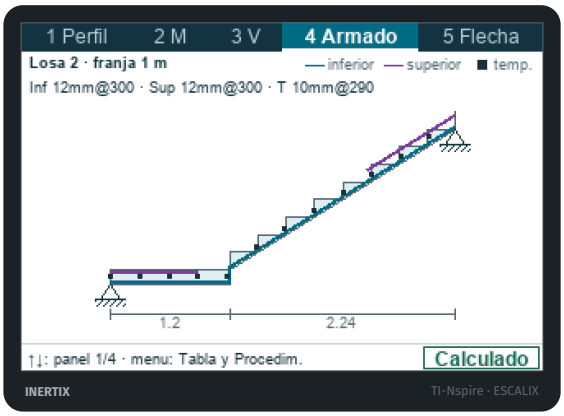
5.5.2 OI-2 · Escalera en U: dos losas

Objetivo. Trabajar con varias losas. **Datos.** Ejemplo 3: dos losas «rampa de 9 contrahuellas + descanso de 1.20 m» en U, cargas automáticas (viva 2.0 kN/m²), $h = 150$ mm.

1. **Cargar el ejemplo 3.** Cargue el ejemplo 3 y calcule: `Resolver` resuelve las dos losas.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` 3 enter menu **Calcular** → `Resolver`
2. **Momento de la losa 1.** 2: $M^+ = 16.605$ kN·m/m en la losa 1.
   2
3. **Elegir la losa 2.** menu **Archivo** → `Losa` y la cifra 2: la losa 2 pasa a ser la activa, ya calculada.
   menu **Archivo** → `Losa` 2
4. **Armado de la losa 2.** 4: inferior 12mm@300, el acero mínimo.
   4



Losa 1/2: cargas automáticas y reacciones.



Armado de la losa 2.

Lectura. La losa 2 es la 1 en orden inverso (descanso + rampa): mismos esfuerzos. `Losa` también agrega (hasta 3), quita la activa o cambia la forma conservando materiales, cargas y criterios.

5.5.3 OI-3 · Rampa empotrada con descanso en voladizo

Objetivo. Leer momentos negativos, acero superior y procedimientos que no aplican. **Datos.** Ejemplo 4: rampa de 9 contrahuellas empotrada en el arranque, apoyo en el nudo 2 y descanso de 1.50 m en voladizo.

1. **Cargar el ejemplo 4.** Cargue el ejemplo 4 y calcule: el empotramiento muestra su momento de reacción.

   menu **Archivo** → `Ejemplos` 4 enter menu **Calcular** → `Resolver`
2. **Momento negativo.** 2: $M^- = -14.058$ kN·m/m sobre el apoyo del voladizo; $M^+ = 2.245$ kN·m/m.

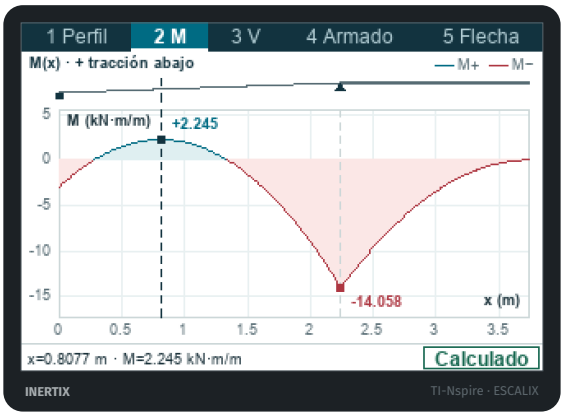
   2
3. **Recorrer los extremos.** enter salta entre extremos y apoyos; el caso no cambia.

   enter ×2
4. **Armado superior.** 4: acero superior y bastones.

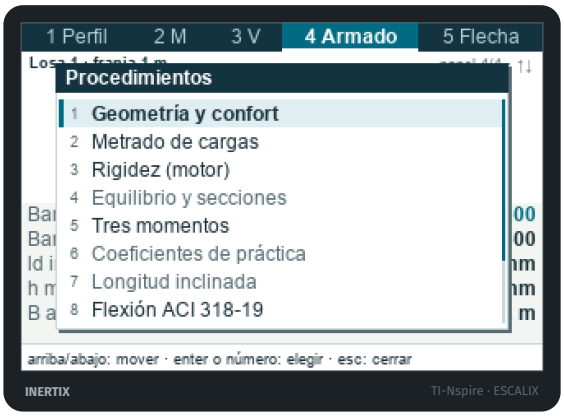
   4
5. **Panel de detalle.** ▲ lleva al panel 4/4: barras, ℓ_d, h mínimo y ancho por aforo.

   ▲
6. **Procedimientos que no aplican.** menu **Calcular** → `Procedim.`: 4, 6 y 7 aparecen inactivos; al elegirlos, el mensaje da el motivo.

   menu **Calcular** → `Procedim.`



Momento negativo en el apoyo del voladizo.



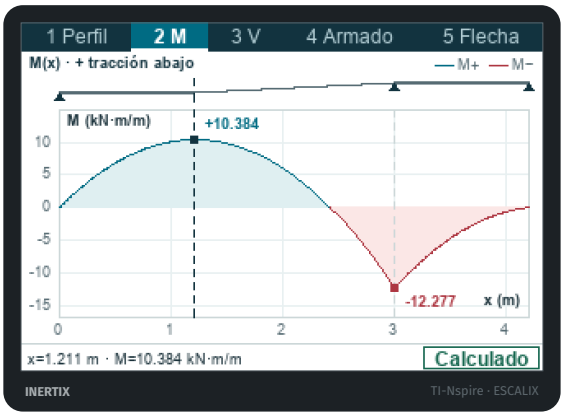
Procedimientos que no aplican.

Lectura. La losa es hiperestática (no aplica el equilibrio), tiene un apoyo interior (no aplican los coeficientes) y descanso (no aplica la longitud inclinada). Cumple con 12mm@300 arriba y abajo.

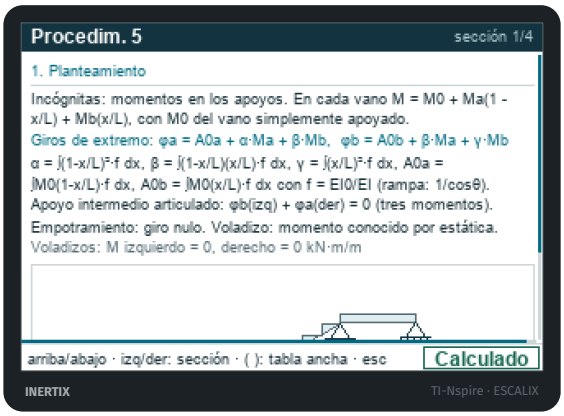
5.5.4 OI-4 · Editar el perfil: apoyo intermedio y tres momentos

Objetivo. Cambiar un apoyo y verificar con un método independiente. **Datos.** Caso principal con el nudo 3 (arranque del descanso superior) articulado.

1. **Cargar el ejemplo 1.** Cargue el ejemplo 1.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` 1 enter
2. **Apoyo en el nudo 3.** menu **Geometría** → `Apoyo` lista los nudos; la cifra 3 abre el nudo 3.
   menu **Geometría** → `Apoyo` 3
3. **Articulado.** ▶ elige `Articulado`; tab y enter aceptan.
   ▶ tab enter
4. **Resolver.** Calcule: tres reacciones.
   menu **Calcular** → `Resolver`
5. **Momento continuo.** 2: $M^{+} = 10.384$ y $M^{-} = -12.277$ kN·m/m sobre el nudo 3.
   2
6. **Tres momentos.** El procedimiento 5 resuelve por tres momentos con EI variable y compara con el motor.
   menu **Calcular** → `Procedim.` ▼×4 enter
7. **Quitar el apoyo.** menu **Geometría** → `Apoyo`, nudo 3, ◀ a `Libre`: vuelve el caso principal, pendiente.
   menu **Geometría** → `Apoyo` 3 ◀ tab enter



Momento con apoyo intermedio.



Procedimiento 5: tres momentos.

Lectura. Con el perfil elegido, del sobre un nudo quita su apoyo y sobre un segmento lo borra; menu **Geometría** → `Rampa` o `Descanso` insertan a la derecha del objeto elegido.

5.5.5 OI-5 · Ancho por aforo y diagnóstico

Objetivo. Dimensionar el ancho por evacuación y revisar el caso sin resolverlo. **Datos.** 300 personas, 0.005 m/persona, ancho mínimo 1.2 m.

1. **Abrir Aforo.** menu **Datos** → `Aforo`.

   menu **Datos** → `Aforo`

2. **300 personas.** 300 personas: el ancho requerido, 1.5 m, supera $B = 1.2$ m y ESCALIX pregunta si lo adopta.

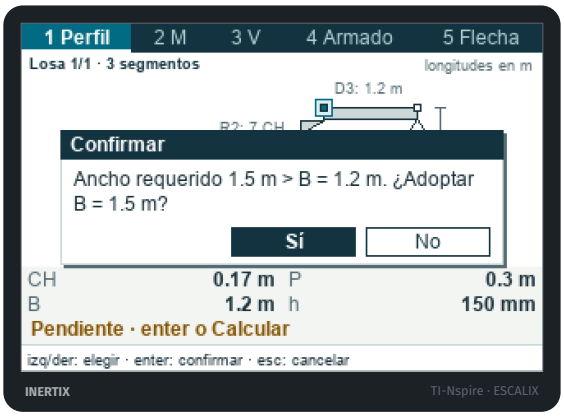
   clear 3 0 ×2 tab enter

3. **Adoptar el ancho.** enter (`Sí`): $B = 1.5$ m y resultados pendientes.

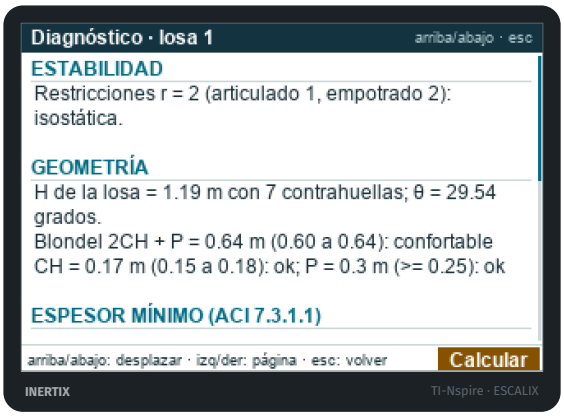
   enter

4. **Diagnóstico.** menu **Calcular** → `Diagnóst.`: estabilidad, Blondel, espesor mínimo y aforo.

   menu **Calcular** → `Diagnóst.`



El ancho requerido supera B.



Diagnóstico de la losa.

Lectura. El diagnóstico no resuelve la losa ni cambia los resultados; sirve para revisar los datos antes de calcular. Con `No`, B no cambia.

5.5.6 OI-6 · Dato no válido, guardar y abrir

Objetivo. Ver qué protege el caso. **Datos.** Ejemplo 1 calculado.

1. **Cargar y calcular el ejemplo 1.** Cargue el ejemplo 1 y calcule.

   menu **Archivo** → `Ejemplos` 1 enter menu **Calcular** → `Resolver`

2. **CH fuera de rango.** $CH = 0.01$ en menu **Geometría** → `Escalón`: el mensaje dice el rango (0.08 a 0.30 m) y dónde corregirlo.

   menu **Geometría** → `Escalón` clear 0 . 0 1 tab enter

3. **Cancelar.** Tres esc: cierran el aviso, deshacen la edición y cierran el formulario. El caso queda intacto y calculado.

   esc ×3

4. **Guardar el documento.** ctrl + S guarda el documento con los datos del caso y la licencia.

   (ctrl+S: on.save)

5. **Abrir el documento.** Al abrirlo, la licencia se verifica, los datos son los mismos y los resultados quedan pendientes.

   (abrir el .tns: on.restore)

6. **Calcular de nuevo.** enter recalcula: $M^{+} = 31.225$ kN·m/m, igual que antes.

   enter



Dato no válido.



Documento reabierto: resultados pendientes.

Lectura. En TI-Nspire no existe el corte con ON de la HP Prime.

6 Referencia de menús y opciones

Categoría	Orden	Qué hace
Archivo	Nuevo	Modelo limpio con datos por defecto a partir de una forma: `Rampa simple`, `Rampa + descanso`, `Descanso + rampa + descanso`, `Rampa + descanso + rampa`, `Escalera en U (2 losas)`, `Rampa empotrada en vigas` y `Descanso en voladizo`.
	Ejemplos	Cinco casos resueltos: el ejemplo guiado, los de OI-1 a OI-3 y `Dos rampas y viga intermedia`.
	Losa	Elige la losa activa, agrega una (hasta 3), quita la activa o `Cambiar forma (conserva datos)`.
	Ayuda	Documento desplazable con el uso, las teclas, los avisos y la edición.
	Licencia	Estado de la licencia, ID del equipo y control.
Geometría	Selec.	Abre las propiedades del objeto elegido (tipo y contrahuellas o longitud; apoyo del nudo).
	Rampa, Descanso	Insertan a la derecha del segmento elegido, o en el nudo elegido, y abren sus propiedades.
	Apoyo	Lista los nudos; el elegido abre `Libre`, `Articulado` o `Empotrado`.
	Borrar	Borra el segmento elegido (con confirmación) o quita el apoyo del nudo elegido.
	Escalón	CH, P, B y espesores de garganta y descanso.
Datos	Cargas	`Auto` (acabados, viva y γ del concreto) o `Manual` (w_D de rampa y de descanso y viva), y factores.
	Material	f'_c, f_y, recubrimiento libre, barra principal y de temperatura, λ.
	Diseño	Momentos (`Análisis`, `L²/8`, `L²/10`, `8 y 10`, `ACI 6.5`), cortante (`ACI-19`, `0.17√fc`, `E.060`), flecha límite ($L/240$ o $L/480$), fracción sostenida de L y ξ.
	Aforo	Personas, factor m/persona y ancho mínimo; si el ancho requerido supera B, ofrece adoptarlo.
Calcular	Resolver	Resuelve todas las losas.
	Procedim.	Once procedimientos de la losa activa; los que no aplican están inactivos y dicen por qué.
	Diagnóst.	Revisión previa sin resolver: datos, estabilidad, Blondel, espesor mínimo y aforo.
Result.	Perfil, Momento, Cortante, Armado, Flecha	Las mismas vistas que las pestañas 1 a 5.
	Tabla	Documento con todos los resultados y verificaciones de la losa activa.



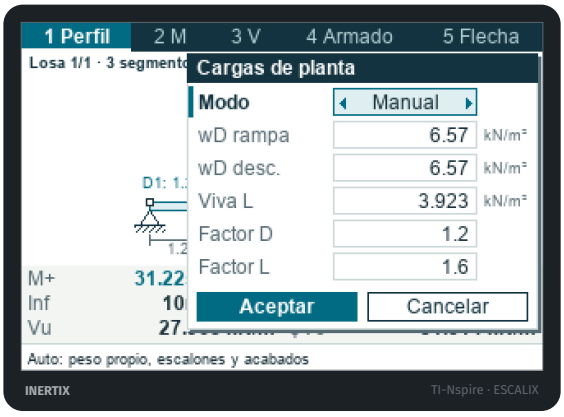
menu **Archivo** → `Nuevo`: siete formas.



menu **Archivo** → `Losa`.



menu **Datos** → `Diseño`.

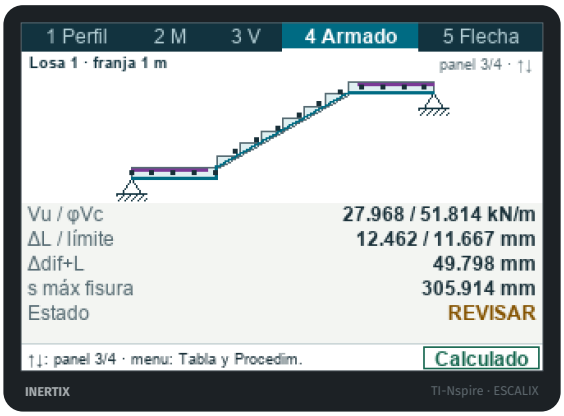


menu **Datos** → `Cargas` en modo Auto.

N.º	Procedimiento	Disponible
1	Geometría y confort	Siempre
2	Metrado de cargas	Siempre
3	Rigidez (motor)	Siempre
4	Equilibrio y secciones	Solo losas isostáticas
5	Tres momentos	Con dos apoyos o más
6	Coeficientes de práctica	Apoyos solo en los extremos
7	Longitud inclinada	Una sola rampa sin descansos
8	Flexión ACI 318-19	Siempre
9	Cortante	Siempre
10	Servicio: flecha y fisuración	Siempre
11	Detallado y anclaje	Siempre



Armado, panel 2/4: flexión.



Armado, panel 3/4: servicio.

7 Fundamento teórico breve

7.1 Geometría y cargas

$$L_x = (n-1)\,P \qquad \theta = \arctan\frac{CH}{P} \qquad L_s = \frac{L_x}{\cos\theta} \qquad 0.60 \le 2\,CH + P \le 0.64 \text{ m} \tag{1}$$

Donde: n número de contrahuellas de la rampa. La última desigualdad es la regla de Blondel.

$$q_{D,\text{rampa}} = \frac{\gamma\,h}{\cos\theta} + \gamma\,\frac{CH}{2} + q_{\text{acab}} \qquad q_{D,\text{desc}} = \gamma\,h + q_{\text{acab}} \qquad q_u = 1.2\,q_D + 1.6\,q_L \tag{2}$$

Donde: Cargas por m² de planta; en la franja de 1 m son kN/m. Los factores se pueden cambiar.

7.2 Análisis

Cada segmento es una barra horizontal de longitud L_x con dos grados de libertad por nudo (giro y desplazamiento vertical). En la rampa la rigidez a flexión es $EI\cos\theta$: la energía de flexión sobre la longitud inclinada equivale a la de una viga horizontal con esa rigidez. Se ensambla y se resuelve

$$\mathbf{K}\,\mathbf{d} = \mathbf{F} \qquad E_c = 4700\sqrt{f'_c} \tag{3}$$

Donde: Los apoyos no restringen el desplazamiento horizontal: no hay empuje.

7.3 Diseño ACI 318-19

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2\,M_u}{\phi\,0.85\,f'_c\,b}} \qquad A_s = \frac{0.85\,f'_c\,b\,a}{f_y} \qquad A_{s,\text{mín}} = 0.0018\,b\,h \;\; (f_y = 420)$$

$$V_c = 0.66\,\lambda_s\,\lambda\,\rho_w^{1/3}\sqrt{f'_c}\,b\,d \le 0.42\,\lambda\sqrt{f'_c}\,b\,d \qquad \lambda_s = \sqrt{\frac{2}{1+0.004\,d}} \le 1 \qquad \phi = 0.75$$

Donde: $\phi = 0.9$ si la sección controla por tracción ($\varepsilon_t \ge \varepsilon_{ty} + 0.003$). Con el criterio simplificado, $V_c = 0.17\,\lambda\sqrt{f'_c}\,b\,d$ ($\phi = 0.75$; E.060 usa $\phi = 0.85$). V_u se toma a d del apoyo y perpendicular a la losa: $V_u = V\cos\theta$. Sin acero de flexión colocado, ϕV_c no se evalúa y ESCALIX lo indica con `no aplica`.

7.4 Servicio

$$M_{cr} = \frac{0.62\,\lambda\sqrt{f'_c}\,I_g}{h/2} \qquad I_e = \frac{I_{cr}}{1-\left(\frac{2/3\,M_{cr}}{M_a}\right)^2\left(1-\frac{I_{cr}}{I_g}\right)} \le I_g \qquad \lambda_\Delta = \frac{\xi}{1+50\,\rho'}$$

$$s \le \min\left(380\,\frac{280}{f_s} - 2.5\,c_c;\ 300\,\frac{280}{f_s}\right), \quad f_s = \tfrac{2}{3}\,f_y \qquad h_{\text{mín}} = \frac{\ell}{20,\ 24,\ 28,\ 10}\left(0.4+\frac{f_y}{700}\right)$$

Donde: $I_e = I_g$ si $M_a \le 2/3\,M_{cr}$. Se verifica $\Delta_L \le \ell/360$ y $\Delta_{\text{dif}} + \Delta_L \le \ell/240$ (o $\ell/480$). Los divisores de $h_{\text{mín}}$ son para losa apoyada, un extremo continuo, ambos continuos y voladizo.

Cómo se verifica el cálculo

Los procedimientos 4 a 7 rehacen el análisis por caminos independientes del motor (equilibrio, tres momentos con EI variable, coeficientes y longitud inclinada) y muestran la diferencia. El motor TI-Nspire se traduce del de la HP Prime y se comprobó contra él en 292 escenarios.

8 Preguntas frecuentes

¿Por qué aparece «Resultados pendientes»?

Porque el caso cambió después del último cálculo, o porque se acaba de abrir el documento: ESCALIX guarda los datos, no los resultados. Use menu **Calcular** → `Resolver`, enter en el perfil o el rótulo `Calcular`.

¿Por qué el estado dice «REVISAR: flecha»?

Porque la flecha supera el límite elegido; suele pasar cuando el espesor es menor que el mínimo del ACI 7.3.1.1. Aumente h en menu **Geometría** → `Escalón` y vuelva a calcular; el procedimiento 10 detalla la verificación.

¿Las longitudes son inclinadas u horizontales?

Horizontales. La longitud de un descanso y la L_x de una rampa se miden en planta; la longitud inclinada L_s aparece en la tabla y en los procedimientos.

Un procedimiento aparece inactivo.

Depende de los apoyos: equilibrio solo para losas isostáticas, tres momentos con dos apoyos o más, coeficientes con apoyos en los extremos y longitud inclinada con una sola rampa. Al elegirlo, el mensaje da el motivo.

¿Cómo cambio la forma sin perder materiales y cargas?

menu **Archivo** → `Losa` y `Cambiar forma (conserva datos)`. menu **Archivo** → `Nuevo`, en cambio, parte de los datos por defecto.

¿Puedo trabajar en kg/cm²?

No: ESCALIX usa solo SI. Convierta antes, como en el ejemplo: 210 kg/cm² son 20.594 MPa y 670 kg/m² son 6.5705 kN/m².

Aparece «Licencia no verificada en esta calculadora».

La licencia del documento no corresponde a esta calculadora, a este programa o a esta versión, o se está usando el software de computadora. Abra menu **Archivo** → `Licencia` para ver el estado; el caso no se pierde.

¿Una licencia activa los demás programas INERTIX?

Una licencia puede incluir varios programas, pero se pega y se guarda en cada documento (ctrl+V y ctrl+S); no se activan solos.