INERTIX

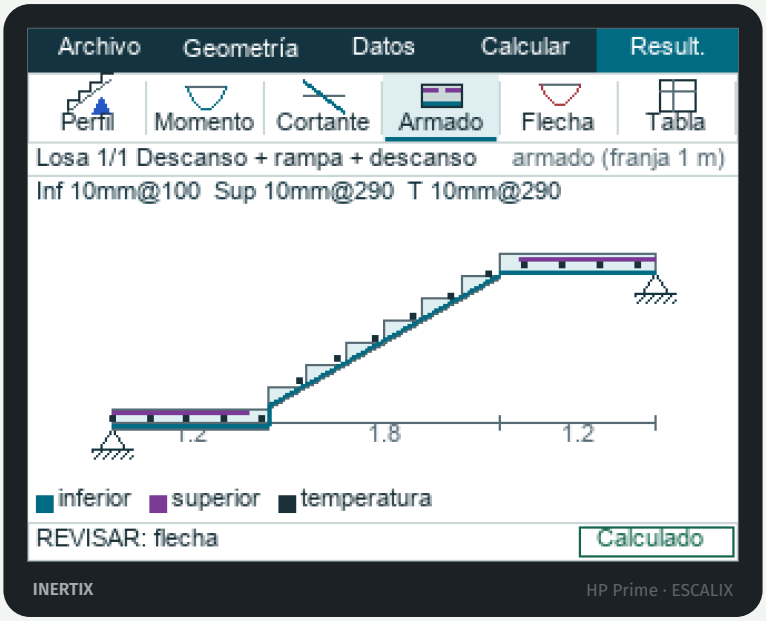
Programas de ingeniería civil para HP Prime

GUÍA DE USO

ESCALIX

Escaleras de concreto armado por franjas, ACI 318-19

Versión 1.0 **HP Prime G1 · G2** Estructuras de concreto armado · Octubre 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. Qué necesita . . . 5

2.2. Copiar el programa a la calculadora . . . 5

3. Licencia de uso **6**

4. La interfaz **7**

4.1. Teclas . . . 7

4.2. Editar un valor y resultados pendientes . . . 8

4.3. Errores y avisos . . . 8

5. Ejemplo guiado **9**

5.1. Enunciado . . . 9

5.2. Datos . . . 9

5.3. Paso a paso . . . 9

5.4. Resultados . . . 15

5.5. Opciones importantes . . . 15

6. Referencia de menús y opciones **20**

6.1. 1 · Archivo . . . 20

6.2. 2 · Geometría . . . 20

6.3. 3 · Datos . . . 21

6.4. 4 · Calcular . . . 21

6.5. 5 · Result. . . . 22

7. Fundamento teórico breve **22**

7.1. Geometría y cargas . . . 23

7.2. Análisis . . . 23

7.3. Diseño ACI 318-19 . . . 23

7.4. Servicio . . . 23

8. Preguntas frecuentes 24

1 Presentación y alcance

ESCALIX analiza y diseña **escaleras de concreto armado** en la calculadora HP Prime. 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 toca y se edita. 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.

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
Acero	mm²/m	Barras como «ϕ @ separación»

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

2.1 Qué necesita

- Calculadora **HP Prime G1 o G2** con el firmware actualizado.
- Un computador con **HP Connectivity Kit** y el cable USB de la calculadora.
- Los dos archivos que recibió con su compra:
  - la aplicación: `ESCALIX.hpappdir`;
  - el archivo de licencia: `LIC_ESCALIX.hpprgm`.

  En el plan fundador el archivo de licencia es `INERTIX_LICENCIA.hpprgm`.

2.2 Copiar el programa a la calculadora

1. Conecte la calculadora al computador y abra HP Connectivity Kit. La calculadora aparece como **HP Prime** en el panel *Calculadoras*.
2. Seleccione el archivo `ESCALIX.hpappdir` y **arrástrelo sobre HP Prime** en ese panel. La aplicación se copia automáticamente al lugar que le corresponde; espere a que termine la transferencia.
3. Haga lo mismo con el **archivo de licencia**: arrástrelo sobre **HP Prime**. Basta copiarlo una vez; no hay que abrirlo ni escribir ninguna clave.
4. En la calculadora pulse Apps para abrir la *Biblioteca de aplicaciones*. ESCALIX aparece allí con su icono.
5. Toque el icono de ESCALIX para abrirlo. Con la licencia copiada, entra directamente (sección siguiente).

Copia de seguridad

Antes de instalar, respalde su calculadora desde HP Connectivity Kit (clic derecho sobre la calculadora, *Copia de seguridad*). Así conserva sus programas y notas ante cualquier imprevisto.

3 Licencia de uso

ESCALIX funciona con un **archivo de licencia** preparado para su calculadora. **No hay que escribir ninguna clave**: el programa lee la licencia por sí solo cada vez que se abre.

1. Al comprar, indique el **ID de la calculadora** (número de serie). Si aún no lo tiene, abra ESCALIX sin la licencia: la pantalla `Licencia de uso` lo muestra en la línea `ID de la calculadora`.
2. Con su compra recibe dos archivos:
   - la aplicación: `ESCALIX.hpappdir`;
   - el archivo de licencia: `LIC_ESCALIX.hpprgm`.

   En el *plan fundador* hay un único archivo de licencia, `INERTIX_LICENCIA.hpprgm`, que sirve para todos los programas.
3. Copie ese archivo a la calculadora igual que la aplicación: arrástrelo sobre **HP Prime** en HP Connectivity Kit. Queda guardado en el catálogo de programas (Program).
4. Abra ESCALIX desde la *Biblioteca de aplicaciones*: entra directamente, sin pedir nada.

Si aparece la pantalla de licencia

- `FALTA ARCHIVO DE LICENCIA`: el archivo no está en la calculadora o fue borrado. Cópielo de nuevo y vuelva a abrir el programa (Enter reintenta, Esc sale).
- `LICENCIA NO VÁLIDA` o `SERIAL NO AUTORIZADO`: el archivo o la aplicación no corresponden al ID de esta calculadora. Escriba al asistente técnico con el ID que muestra la pantalla.

No modifique el contenido del archivo de licencia. Si el problema persiste, escriba al asistente técnico o directamente a Ing. Carlos Paredes Aguilar (+591 73842694) o a Ing. Samuel Huarachi Flores (+591 63562947).

Restablecimiento de la calculadora

Solo en caso de formatear la calculadora, vuelva a copiar la aplicación y su archivo de licencia. Conserve ambos archivos y su comprobante de compra.

4 La interfaz

Al abrirlo, ESCALIX muestra la categoría `Geometría` con un modelo inicial «Rampa + descanso» sin calcular. La pantalla tiene siempre las mismas zonas.



1. **Barra de menú.** Cinco categorías; se abren con las teclas 1 a 5 o tocándolas.
2. **Cinta.** Órdenes y herramientas de la categoría activa.
3. **Lienzo.** Perfil a escala de la losa activa, con escalones, garganta, descansos, apoyos y cotas. Sobre él se dibujan los resultados.
4. **Línea de estado.** Ayuda del momento, datos del objeto o del cursor y mensajes.
5. **Botón de cálculo.** `Calcular` si hay cambios sin resolver; `Calculado` si los resultados están al día.

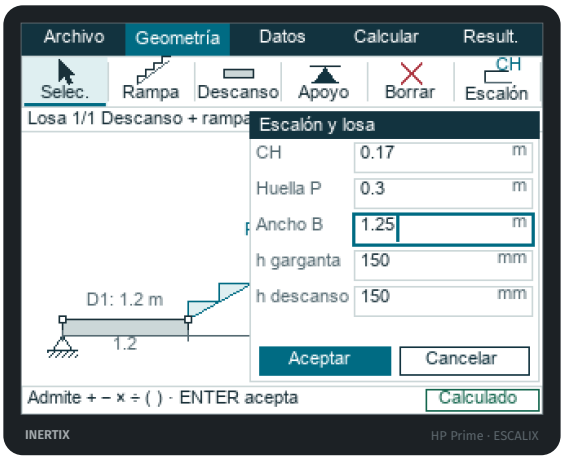
4.1 Teclas

Tecla	Dónde	Acción
1 … 5	Siempre	Abre la categoría del menú y pone el foco en la cinta.
◀ ▶	Cinta	Elige la orden; en los extremos pasa a la categoría vecina.
Enter	Cinta	Activa la orden resaltada.
▶ ▼ / ◀ ▲	Perfil	Seleccionan el objeto siguiente / anterior, alternando segmentos y nudos.
Enter	Perfil	Abre las propiedades del segmento o nudo seleccionado.
Del	Perfil	Borra el segmento seleccionado (con confirmación).
+ − 0	Perfil	Acercan, alejan o encuadran el dibujo.
◀ ▶	Gráficas	Mueven el cursor; Enter salta al siguiente punto notable.
◀ ▶	Visor	Cambian de sección del procedimiento.
Esc	Siempre	Cierra la vista o el formulario; en el perfil pide confirmar la salida.

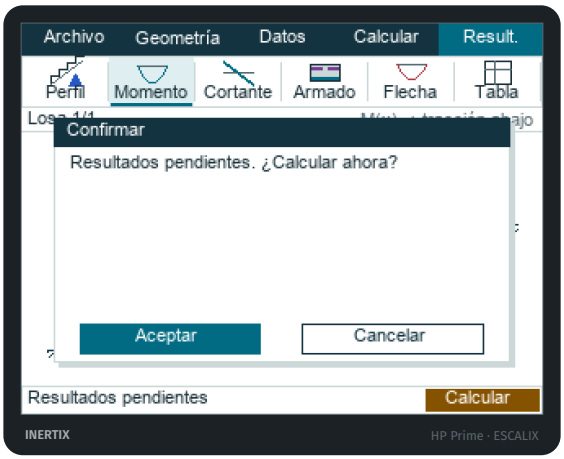
Pantalla táctil

Tocar una categoría o una orden la activa. En el perfil, tocar un nudo o un segmento lo selecciona y tocarlo otra vez abre sus propiedades; con `Rampa` o `Descanso` activos, el toque inserta un segmento a la derecha de lo tocado. Arrastrar desplaza el dibujo; en una gráfica, tocar mueve el cursor.

4.2 Editar un valor y resultados pendientes



Edición en la propia celda del formulario.



Tras un cambio, los resultados quedan pendientes.

- En un formulario, ▲ ▼ cambian de campo. Teclear un número **reemplaza** el valor; Enter sobre un campo lo abre con el texto seleccionado.
- Durante la edición, ◀ ▶ mueven el cursor y Del borra el carácter de la izquierda. Un campo que se confirma vacío conserva su valor anterior.
- Enter acepta y pasa al campo siguiente; Esc anula la edición. En los campos con < > (lista), ◀ ▶ cambian la opción.
- Un dato fuera de rango no se acepta: un mensaje dice qué corregir y dónde, y el formulario sigue abierto.
- Cualquier cambio deja los resultados **pendientes**: las vistas de resultados lo avisan y ofrecen calcular. Recorrer una gráfica o cambiar de losa **no** recalcula.

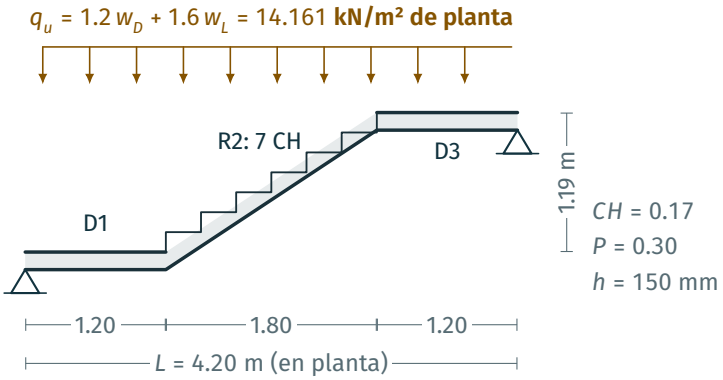
4.3 Errores y avisos

Aviso	Qué significa y qué hacer
Dato fuera de rango	El formulario sigue abierto y el caso no cambia; corrija el campo indicado.
`Resultados pendientes`	El caso cambió después del último cálculo: 4 **Calcular** Resolver.
`REVISAR: …`	Indica qué verificación no cumple (flexión, cortante, flecha o fisuración); el armado y los procedimientos 8 a 11 dan el motivo.
`(no aplica)` en un procedimiento	El método no corresponde a esos apoyos; al elegirlo se explica.
ϕV_c `no aplica`	Sin acero de flexión colocado no se evalúa el cortante del concreto.
`Cálculo interrumpido: vuelva a Calcular`	Se cortó con ON un cálculo o una acción que escribía datos. Al volver a entrar, el caso está intacto y los resultados pendientes (OI-6).

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

La losa se construye desde cero con el teclado. Los segmentos y los nudos se numeran de izquierda a derecha (de abajo arriba en la escalera), así que la plantilla elegida fija la numeración: D1, R2 y D3, con los nudos 1 a 4.

1 Modelo nuevo: descanso + rampa + descanso



TECLAS

1 Enter ▼×2 Enter×2

1 Archivo Nuevo abre la lista de formas. Baje a `Descanso + rampa + descanso` y confirme: el modelo nuevo parte de los datos por defecto, sin restos de un caso anterior, y ya trae los apoyos articulados en los extremos.

✔ **Debe verse:** Perfil D1 1.2 m · R2 9 CH · D3 1.2 m, articulado en los extremos; abajo «Nuevo: Descanso + rampa + descanso»

2 Seleccionar la rampa



TECLAS

▶×2

Con las flechas se recorren los objetos del perfil, alternando segmentos y nudos. Dos veces ▶ llevan del descanso D1 a la rampa R2; la línea de estado da su geometría.

✔ **Debe verse:** Rampa R2 resaltada; abajo «R2: 9 CH, Lx 2.24, Ls 2.642 m»

3 Rampa de 7 contrahuellas



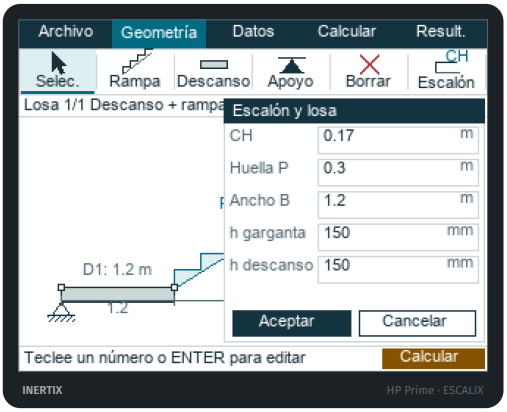
TECLAS

Enter ▼ 7 Enter

Enter abre las propiedades del segmento. Baje a `Contrahuel.` y teclee 7: la rampa pasa a tener 6 huellas, es decir, $L_x = 6\,P$.

✔ **Debe verse:** Formulario «Segmento 2»: Tipo Rampa, Contrahuel. 7; foco en Aceptar

4 Escalón y espesores



TECLAS

Enter 2 ▶ ×5 Enter 0 . 1 7 Enter 0 . 3
Enter ▼ 1 5 0 Enter 1 5 0 Enter

Acepte la rampa y abra 2 **Geometría** Escalón. Teclee *CH* = 0.17 m y *P* = 0.30 m, deje *B* = 1.2 m y ponga 150 mm en la garganta y en el descanso. Con *P* = 0.30 la rampa mide 1.80 m en planta.

✔ **Debe verse:** Formulario «Escalón y losa»: CH 0.17 m, P 0.3 m, B 1.2 m, h garganta 150 mm, h descanso 150 mm

5 Materiales



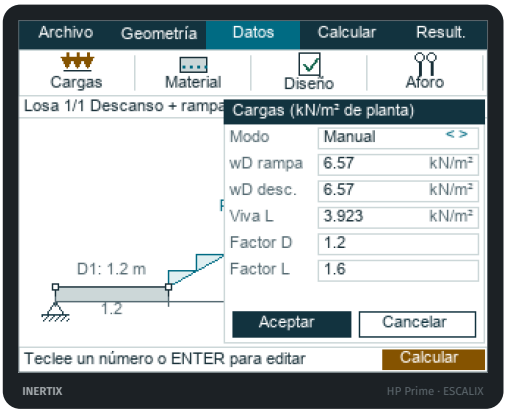
TECLAS

Enter 3 ▶ Enter 2 0 . 5 9 4 Enter 4
1 ×2 . 8 ×2 Enter ▼ ◀ ▼ ×3

Acepte y abra 3 **Datos** Material. Teclee f'_c = 20.594 MPa y f_y = 411.88 MPa, que son 210 y 4200 kg/cm². En `Barra ppal` cambie con ◀ a 10 mm.

✔ **Debe verse:** Formulario «Materiales»: f'c 20.594 MPa, fy 411.88 MPa, recubrimiento 20 mm, barra principal 10 mm

6 Cargas manuales



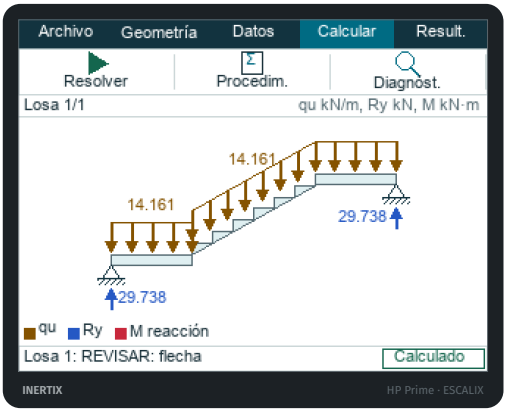
TECLAS

Enter 3 Enter ▶ ▼ 6 . 5 7 0 4 5 6
Enter 6 . 5 7 0 4 5 6 Enter 3 . 9
2 ×2 6 ×2 Enter ▼ ×2

Acepte y abra 3 **Datos** Cargas. Con ▶ el modo pasa a `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:** Formulario «Cargas»: Modo Manual, wD rampa 6.57, wD desc. 6.57, Viva L 3.923 kN/m², factores 1.2 y 1.6

7 Resolver



TECLAS

Enter 4 Enter

Acepte y use 4 **Calcular** Resolver. ESCALIX abre el perfil con la carga última q_u = 14.161 kN/m y las reacciones de 29.738 kN. La línea de estado avisa `REVISAR: flecha`; se explica en el paso 15.

✔ **Debe verse:** Perfil con qu = 14.161 kN/m y reacciones Ry = 29.738 kN; chip «Calculado»; abajo «Losa 1: REVISAR: flecha»

8 Diagrama de momento



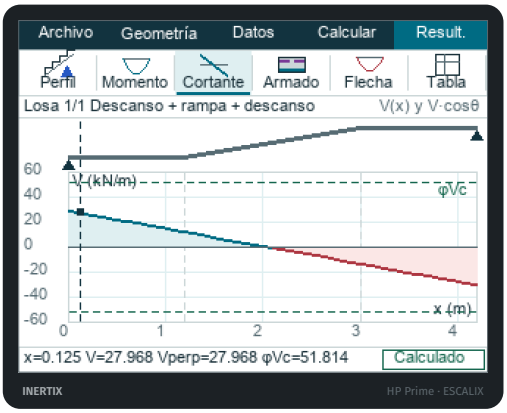
TECLAS

5 ▶ Enter

5 **Result.** Momento dibuja $M(x)$ bajo un perfil alineado. El cursor empieza en el máximo: M_u = 31.225 kN·m/m en x = 2.1 m. Con ◀ ▶ se recorre sin recalcular.

✔ **Debe verse:** M(x) con el cursor en el máximo: abajo «x=2.1 M=31.225 V=0»

9 Cortante en la sección crítica



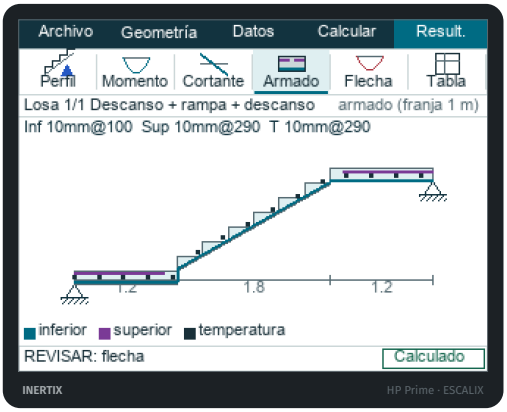
TECLAS

5 ▶ ×2 Enter

5 **Result.** Cortante muestra $V(x)$, su componente perpendicular $V\cos\theta$ y las líneas $\pm\phi V_c$. El cursor empieza en la sección crítica, a d del apoyo: V_u = 27.968 kN frente a ϕV_c = 51.814 kN; cumple.

✔ **Debe verse:** V(x) y V·cosθ con ±φVc; cursor en x = 0.125 m: Vperp 27.968, φVc 51.814 kN/m

10 Armado



TECLAS

5 ▶ ×3 Enter

5 **Result.** Armado dibuja el acero sobre el perfil: inferior 10 mm @ 100, superior constructivo 10 mm @ 290 y temperatura 10 mm @ 290.

✔ **Debe verse:** Armado sobre el perfil: inferior 10 mm @ 100, superior 10 mm @ 290, temperatura 10 mm @ 290

11 Flecha de servicio



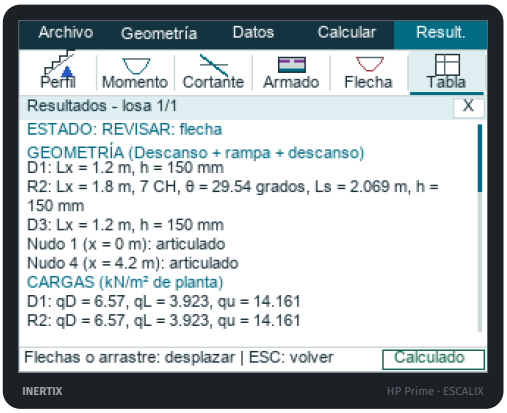
TECLAS

5 ▶ ×4 Enter

5 **Result.** Flecha dibuja la elástica con cargas de servicio *D* + *L* y la inercia efectiva de Bischoff. El máximo es 28.014 mm en el centro del tramo.

✔ **Debe verse:** Elástica de servicio D+L: Δ = 28.014 mm en x = 2.1 m

12 Tabla de resultados



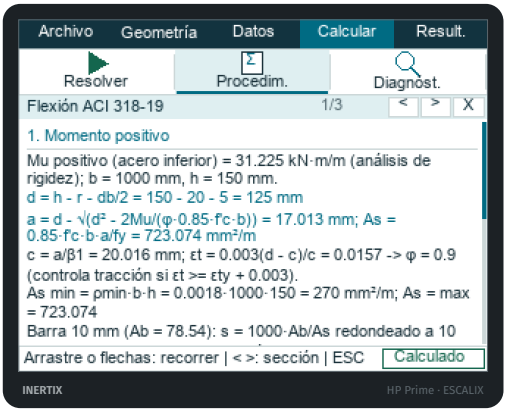
TECLAS

5 ▶ ×5 Enter

5 **Result.** Tabla abre un documento con el estado, la geometría, las cargas, los momentos, el armado y todas las verificaciones de la losa. Se desplaza con las flechas.

✔ **Debe verse:** Documento «Resultados - losa 1/1»: estado, geometría, cargas, momentos, armado y verificaciones

13 Procedimiento: flexión ACI 318-19



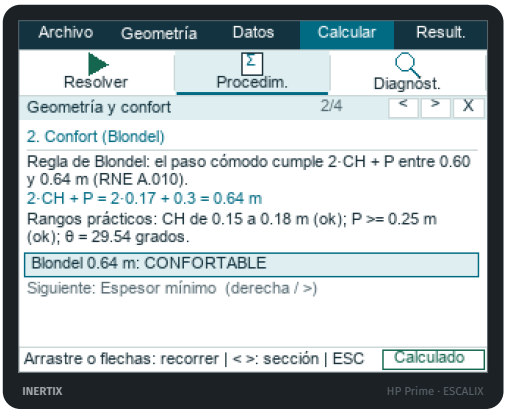
TECLAS

Esc 4 ▶ Enter ▼ ×7 Enter

4 Calcular Procedim. lista los once métodos; los que no aplican a esta losa aparecen como `(no aplica)`. Elija `8. Flexión ACI 318-19`: la sección 1 desarrolla d, a, A_s, ε_t y ϕ para el momento positivo.

✔ **Debe verse:** Sección 1/3 «Momento positivo»: a = 17.013 mm, As = 723.074 mm²/m, φ = 0.9

14 Procedimiento: confort de Blondel



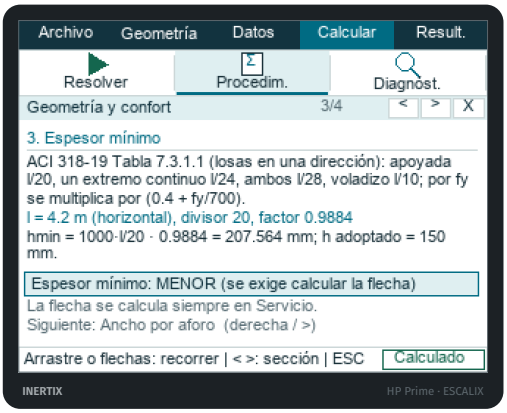
TECLAS

Esc 4 ▶ Enter ×2 ▶

Abra `1. Geometría y confort` y pase a la sección 2 con ▶. La regla de Blondel da 2 × 0.17 + 0.30 = 0.64 m, dentro del rango cómodo de 0.60 a 0.64 m.

✔ **Debe verse:** Sección 2/4 de «Geometría y confort»: 2·0.17 + 0.3 = 0.64 m, «Blondel 0.64 m: CONFORTABLE»

15 Espesor mínimo y flecha



TECLAS

▶

La sección 3 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 flecha 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 3/4: h mín = 207.564 mm > 150 mm, «MENOR (se exige calcular la flecha)»

5.4 Resultados

ESCALIX coincide con la referencia

La carga última, la reacción, el momento último, la profundidad del bloque y el acero requerido y de temperatura coinciden con la referencia. El cortante cumple. El espesor de 150 mm es menor que el mínimo del ACI, y ESCALIX lo señala con `REVISAR: flecha`.

Magnitud	Referencia	ESCALIX HP	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
$h_{mín}$ 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

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

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

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

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

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

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

5.5 Opciones importantes

Seis casos cortos para lo que el ejemplo guiado no toca; los mismos casos están en la guía TI-Nspire. Todos se ejecutaron y comprobaron con `_dev/capturas_hp.py`. 1 Archivo Ejemplos **sustituye el**



modelo y lo deja sin calcular.

OI-1 · Coeficientes de práctica y cortante simplificado

Objetivo. Diseñar con momentos por coeficientes (ACI 6.5) y $V_c = 0.17\lambda\sqrt{f'_c}\,b\,d$. **Datos.** Ejemplo 2: rampa de 13 contrahuellas (L = 3.60 m), h = 130 mm (d = 105 mm), f'_c = 21 MPa, f_y = 420 MPa, cargas manuales con q_u = 13.20 kN/m.

1. 1 **Archivo** Ejemplos, ▼ a `Rampa 3.60 m, coef. ACI 6.5`, Enter y confirmar.
2. 3 **Datos** Diseño: momentos `ACI 1/14·1/24` y cortante `0.17√f'c`. Esc.
3. 4 **Calcular** Resolver.
4. 4 **Calcular** Procedim. y `6. Coeficientes de práctica`: tabla frente al análisis.
5. En `9. Cortante`, sección 2: V_c con $0.17\lambda\sqrt{f'_c}$ y $\phi = 0.75$.



Coeficientes de práctica frente al análisis.



V_c con $0.17\,\lambda\sqrt{f'_c}$ y $\phi = 0.75$.

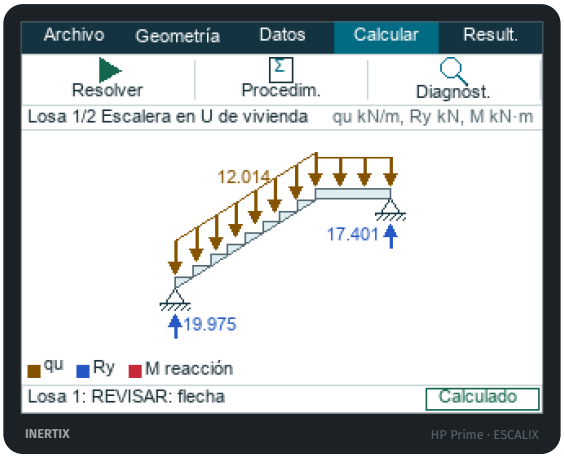
Magnitud	Valor	Nota
$M^- = q_u L^2/24$ / $M^+ = q_u L^2/14$	7.128 / 12.219 kN·m/m	Momentos de diseño
A_s^- de diseño	2.34 cm²/m	Manda el mínimo $0.0018\,b\,h$
ϕV_c	61.35 kN/m	$0.75 \times 0.17\sqrt{21} \times 105$

Lectura. Con el análisis exacto, una rampa simplemente apoyada no tiene momento negativo; los coeficientes lo imponen para cubrir empotramientos parciales.

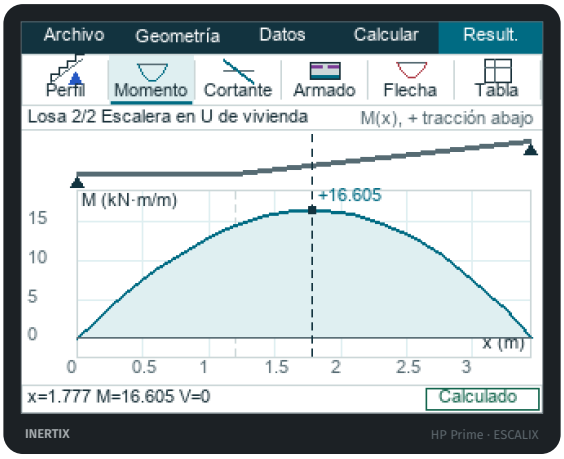
OI-2 · Escalera en U: dos losas

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. Cargue `Escalera en U de vivienda` y use [4] **Calcular** Resolver: se resuelven las dos losas.
2. [1] **Archivo** Losa y elija la losa 2: las vistas la muestran sin recalcular.
3. [5] **Result.** Momento: M^+ = 16.605 kN·m/m, igual que la losa 1.



Losa 1: cargas automáticas y reacciones.



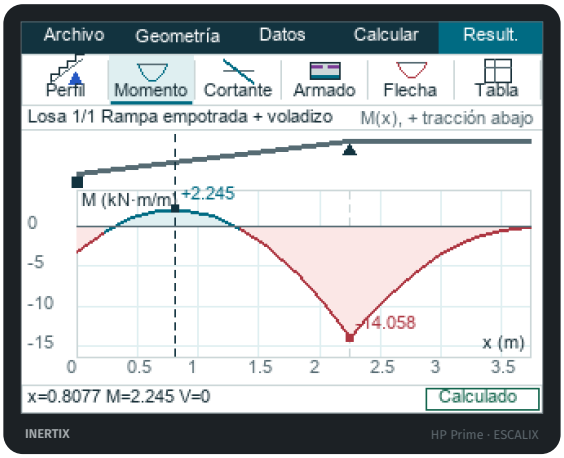
Momento de la losa 2.

Lectura. La losa 2 es la 1 en orden inverso: mismos esfuerzos; armado inferior 12 mm @ 300 (acero mínimo).

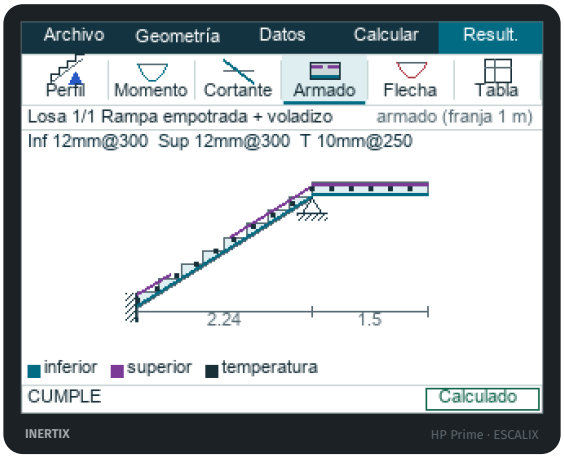
OI-3 · Rampa empotrada con descanso en voladizo

Objetivo. Leer momentos negativos, acero superior y bastones. **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. Cargue `Rampa empotrada + voladizo` y resuelva.
2. [5] **Result.** Momento: M^- = −14.058 kN·m/m sobre el apoyo del voladizo; M^+ = 2.245 kN·m/m. [Enter] salta entre puntos notables sin recalcular.
3. [5] **Result.** Armado: acero superior y bastones sobre el apoyo.



Momento negativo en el apoyo del voladizo.



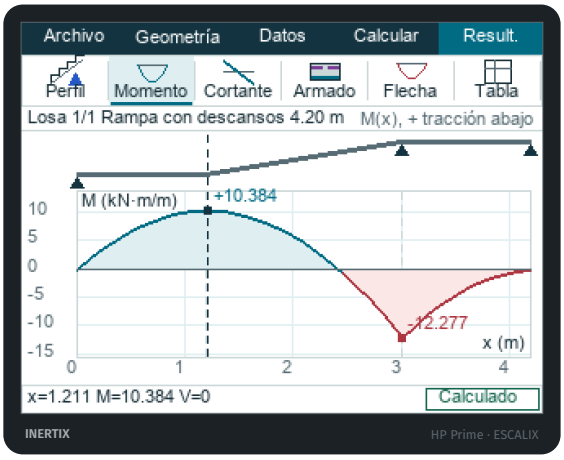
Acero superior y bastones.

Lectura. Es hiperestática con apoyo interior y descanso: los procedimientos 4, 6 y 7 aparecen como `(no aplica)`. Cumple con 12 mm @ 300 arriba y abajo.

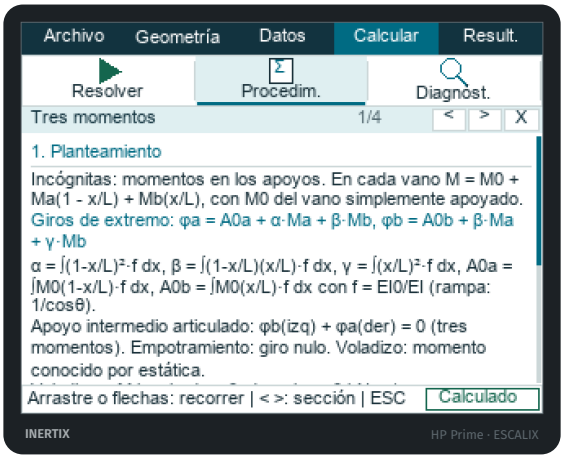
OI-4 · Apoyo intermedio y tres momentos

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

1. Cargue el ejemplo 1 (`Rampa con descansos 4.20 m`).
2. Tres veces ▶: D1 → nudo 2 → R2 → nudo 3. Enter abre `Nudo 3`.
3. ▶ cambia el apoyo a `Articulado`; ▼ y Enter aceptan.
4. 4 **Calcular** Resolver: tres reacciones.
5. 5 **Result.** Momento: M^{+} = 10.384 y M^{-} = –12.277 kN·m/m sobre el nudo 3.
6. 4 **Calcular** Procedim.: ahora 4, 6 y 7 no aplican; `5. Tres momentos` resuelve con *EI* variable y compara con el motor.



Momento con apoyo intermedio.



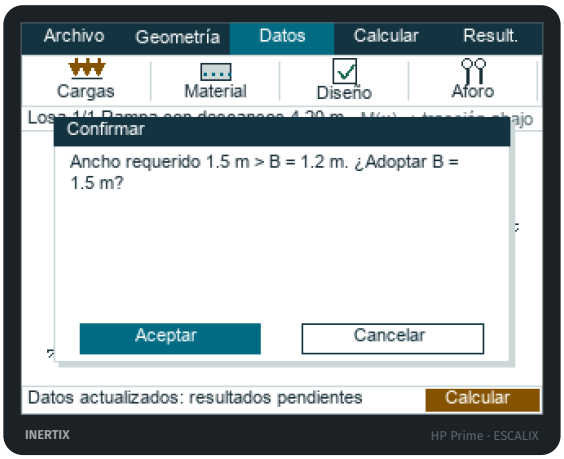
Procedimiento 5: tres momentos.

Lectura. Para volver al caso original, abra otra vez el nudo 3 y elija `Libre`, o use 2 **Geometría** Borrar tocando el nudo.

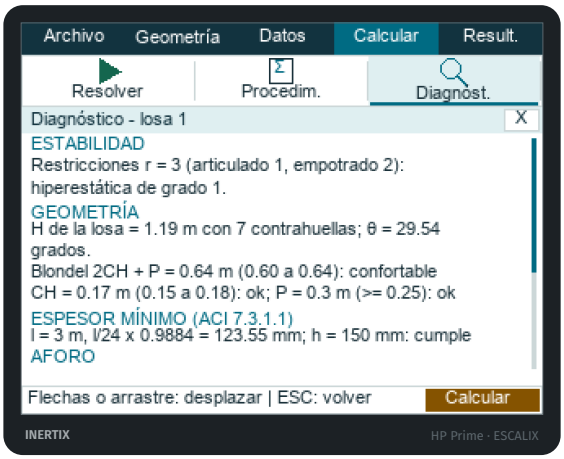
OI-5 · Ancho por aforo y diagnóstico

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. 3 **Datos** Aforo: teclee 300 personas y acepte.
2. El ancho requerido, 1.5 m, supera *B* = 1.2 m: ESCALIX pregunta si lo adopta. Enter acepta.
3. *B* = 1.5 m y los resultados quedan pendientes.
4. 4 **Calcular** Diagnóst.: estabilidad, Blondel, espesor mínimo y aforo, sin resolver la losa.



El ancho requerido supera *B*.

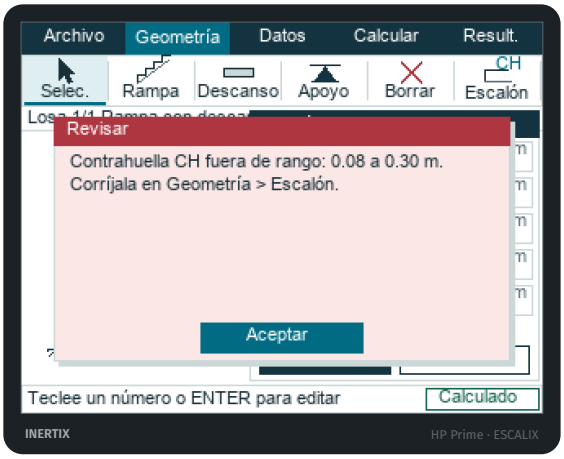


Diagnóstico con *B* = 1.5 m.

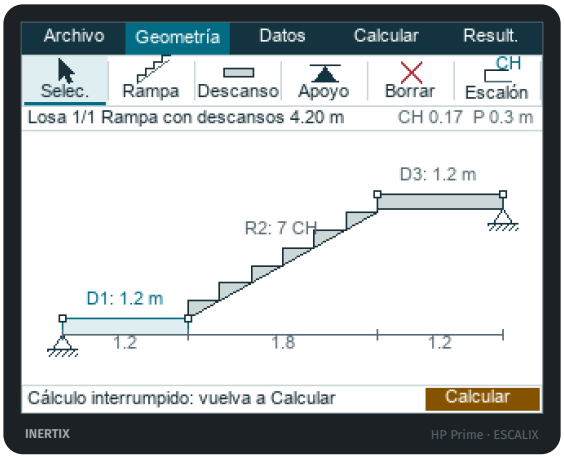
OI-6 · Dato no válido y corte con ON

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

1. Cargue el ejemplo 1 y resuelva.
2. 2 **Geometría** Escalón, *CH* = 0.01 y aceptar: el mensaje da el rango (0.08 a 0.30 m) y dónde corregir. Esc dos veces: el caso queda intacto y calculado.
3. Si un cálculo o una acción que escribe datos se corta con la tecla ON, al volver a entrar ESCALIX abre con el caso intacto, los resultados pendientes y el aviso `Cálculo interrumpido: vuelva a Calcular`.
4. 4 **Calcular** Resolver: los mismos resultados que antes.



Dato fuera de rango.



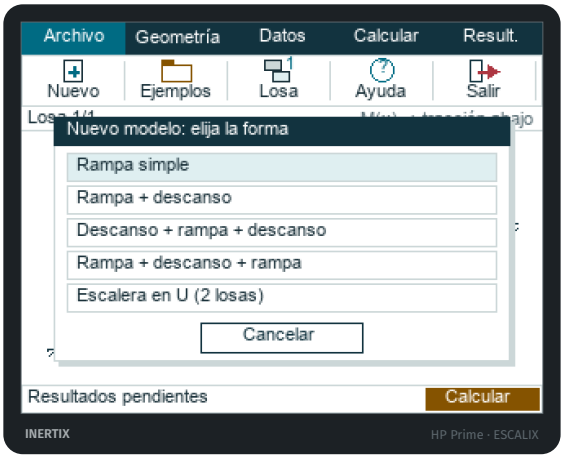
Reentrada tras el corte con ON.

La captura del corte con ON reproduce en el emulador adaptado la reentrada del programa (respaldo de datos y nueva entrada); no es una pulsación física de ON.

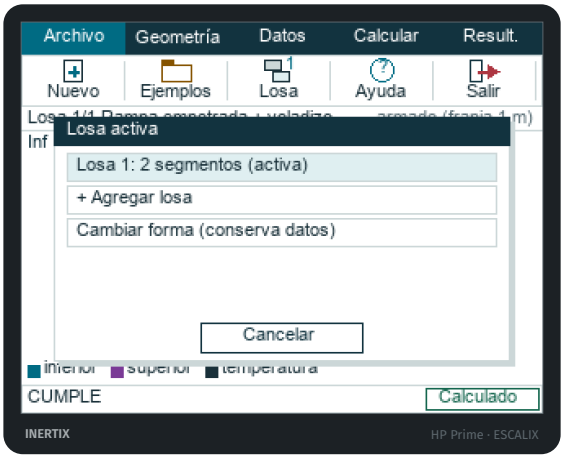
6 Referencia de menús y opciones

6.1 1 · Archivo

Orden	Qué hace
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 del ejemplo guiado, los de OI-1 a OI-3 y `Dos rampas y viga intermedia`.
Losa	Elige la losa activa, agrega una (hasta 3) o quita la activa. `Cambiar forma (conserva datos)` aplica otra forma sin tocar materiales, cargas ni criterios.
Ayuda	Documento desplazable con el uso, las teclas y las convenciones.
Salir	Pide confirmación.



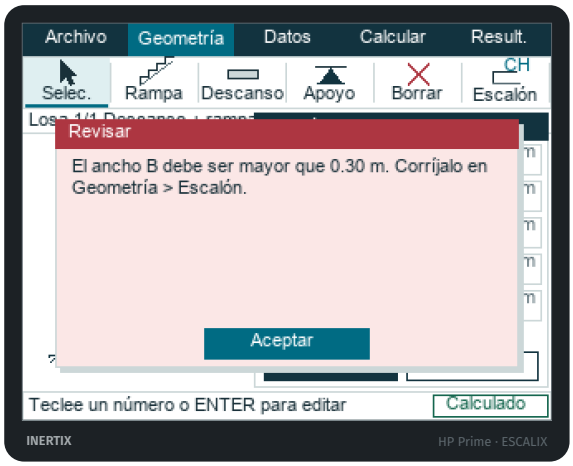
1 Archivo Nuevo: formas del modelo nuevo.



1 Archivo Losa: losa activa y cambio de forma.

6.2 2 · Geometría

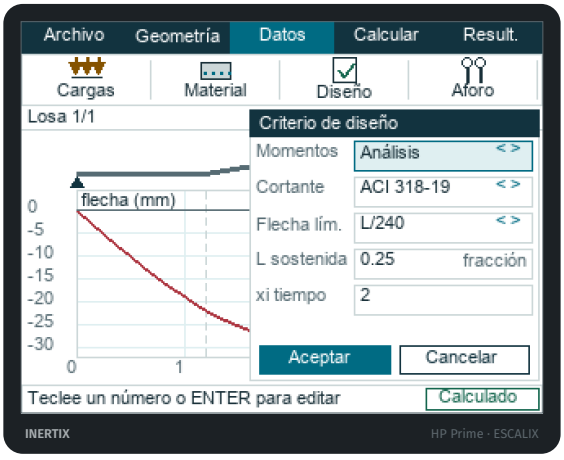
Orden	Qué hace
Selec.	Herramienta de selección: tocar un nudo o segmento lo selecciona; otro toque o Enter abre sus propiedades (tipo y contrahuellas o longitud; tipo de apoyo del nudo).
Rampa	Inserta una rampa a la derecha del nudo o segmento tocado.
Descanso	Inserta un descanso a la derecha del nudo o segmento tocado.
Apoyo	Al tocar un nudo abre su apoyo: libre, articulado o empotrado.
Borrar	Tocar un segmento lo borra (con confirmación); tocar un nudo quita su apoyo.
Escalón	Contrahuella *CH*, huella *P*, ancho *B* y espesores de garganta y descanso.



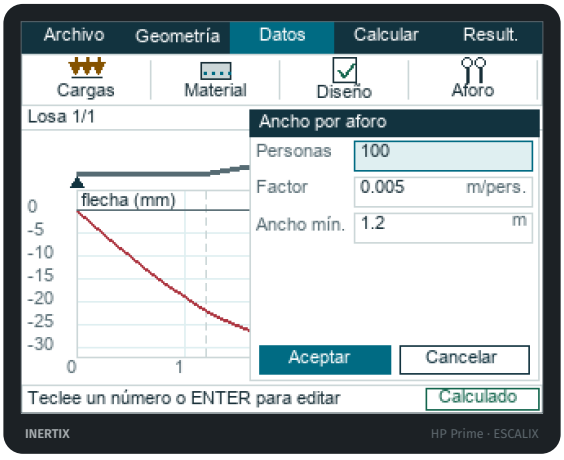
Dato fuera de rango: mensaje con qué corregir y dónde.

6.3 3 · Datos

Orden	Qué hace
Cargas	Modo `Automática` (acabados, viva y γ del concreto) o `Manual` (w_D de rampa y de descanso y viva), y factores de carga.
Material	f'_c, f_y, recubrimiento libre, barra principal y de temperatura, λ.
Diseño	Base de momentos (`Análisis`, $wL^2/8$, $wL^2/10$ y $M/3$, $wL^2/8$ y $/10$, ACI 1/14·1/24), criterio de cortante (ACI 318-19, $0.17\sqrt{f'_c}$, E.060), flecha límite ($L/240$ o $L/480$), fracción sostenida de L y ξ (tiempo).
Aforo	Personas, factor m/persona y ancho mínimo normativo; si el ancho requerido supera B, ofrece adoptarlo.



3 **Datos** Diseño: criterios.

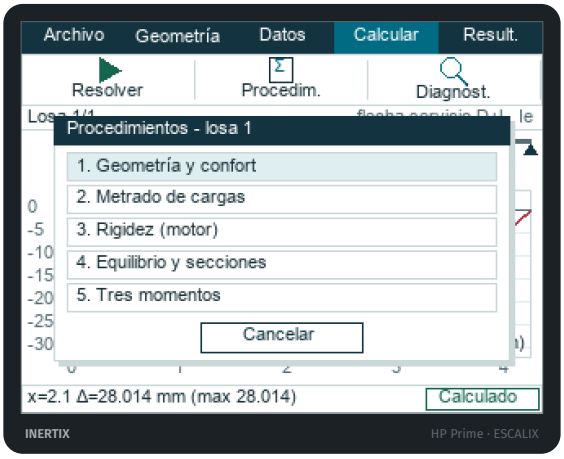


3 **Datos** Aforo: ancho por evacuación.

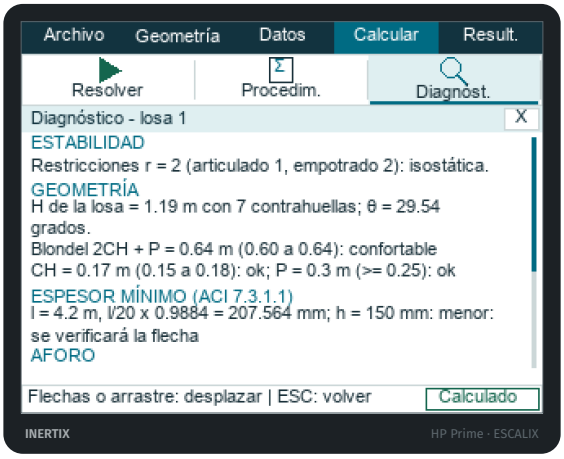
6.4 4 · Calcular

Orden	Qué hace
Resolver	Resuelve todas las losas y abre el perfil con cargas y reacciones.
Procedim.	Lista de once procedimientos de la losa activa; los que no aplican indican el motivo.
Diagnóst.	Revisión previa: estabilidad, Blondel, espesor mínimo, aforo y cargas.

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 generalizado	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



4 **Calcular** Procedim.: lista de métodos.



4 **Calcular** Diagnóst.: revisión previa.

6.5 5 · Result.

Orden	Qué hace
Perfil	Cargas q_u por segmento, reacciones R_y y momentos de reacción.
Momento	$M(x)$ con perfil alineado y cursor; Enter salta a los puntos notables.
Cortante	$V(x)$, $V\cos\theta$ y $\pm\phi V_c$, con cursor en la sección crítica.
Armado	Barras inferior, superior (bastones) y de temperatura sobre el perfil.
Flecha	Elástica de servicio $D + L$ con la inercia efectiva.
Tabla	Documento con todos los resultados y verificaciones de la losa activa.

Recorrer una gráfica o cambiar de losa no recalcula ni cambia los datos.

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

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

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: $V_u = V\cos\theta$.

7.4 Servicio

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

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

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 se validó con un pórtico inclinado completo y con fórmulas cerradas.

8 Preguntas frecuentes

¿Por qué aparece «Resultados pendientes»?

Porque el modelo cambió después del último cálculo. ESCALIX no muestra resultados de una solución anterior: use 4 **Calcular** Resolver o toque `Calcular`.

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

Porque la flecha calculada supera el límite elegido; suele pasar cuando el espesor es menor que el mínimo del ACI 7.3.1.1. Aumente *h* en 2 **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 línea de estado y en los procedimientos.

Un procedimiento aparece como «(no aplica)».

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 los materiales y las cargas?

Use 1 **Archivo** Losa y la opción `Cambiar forma (conserva datos)`. 1 **Archivo** Nuevo, en cambio, parte de los datos por defecto.

Corté un cálculo con ON. ¿Perdí el caso?

No. Al volver a entrar, ESCALIX recupera los datos de antes de la acción interrumpida, deja los resultados pendientes y avisa `Cálculo interrumpido: vuelva a Calcular`. Vuelva a resolver.

¿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.