INERTIX

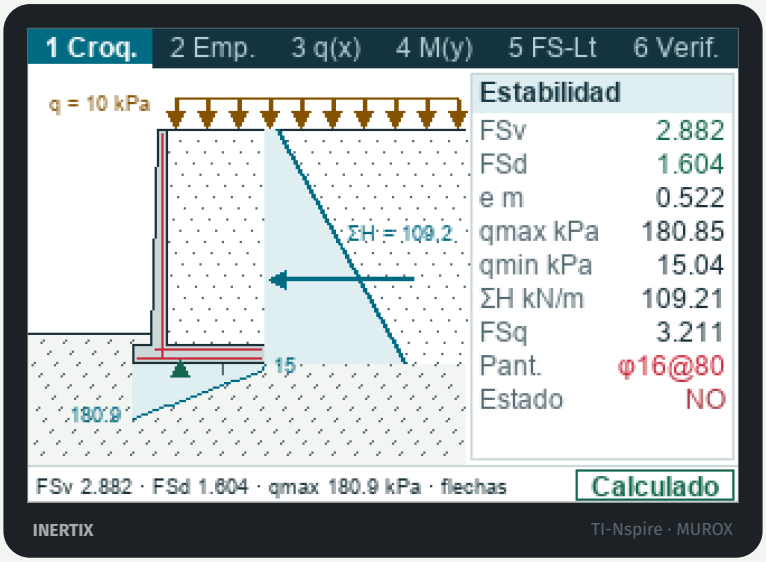
Programas de ingeniería civil para TI-Nspire

GUÍA DE USO

MUROX

Muros de contención de concreto en voladizo y de gravedad

Versión 1.0.0 **TI-Nspire** Ingeniería estructural · Estructuras de contención · 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

2. Instalación 4

3. Licencia de uso 4

4. La interfaz 7

5. Ejemplo guiado 9

6. Opciones importantes 17

7. Referencia de menús y opciones 22

8. Fundamento teórico breve 25

9. Preguntas frecuentes 26

1 Presentación y alcance

MUROX analiza y diseña **muros de contención de concreto**, **en voladizo** y **de gravedad**, en las TI-Nspire CX y CX II. La sección del muro se dibuja a escala con el relleno, el agua y las cargas; cada parte se elige con las flechas para editarla. Los empujes se calculan con **Rankine** o **Coulomb**, y con sismo por **Mononobe-Okabe**. Los resultados se ven sobre el croquis, en cuatro gráficas con cursor, en una lista de verificaciones, en una memoria de cálculo y en ocho procedimientos paso a paso. El motor es el mismo de la versión HP Prime, traducido sin cambios.

1.1 Qué calcula

- Empujes por tramos en el plano vertical que pasa por el extremo del talón: hasta 4 estratos horizontales (γ, γ_{sat}, ϕ, c), relleno inclinado β, nivel freático con subpresión, sobrecarga y carga lineal paralela.
- Estabilidad: factores de seguridad al volteo y al deslizamiento (fricción, adherencia y pasivo frente a la puntera, con dentellón opcional), excentricidad y presiones de contacto (Navier y Meyerhof).
- Capacidad portante de Meyerhof con factores de profundidad e inclinación.
- Sismo por Mononobe-Okabe (k_h, k_v), con ΔP_{AE} e inercia del muro y del relleno.
- Diseño ACI 318-19 de la pantalla, la puntera y el talón (solo voladizo), con el diagrama $M(y)$.
- Barrido del factor de seguridad frente a la longitud del talón, con el talón mínimo que cumple.

1.2 Unidades y convenciones

Magnitud	Unidad	Convención
Longitudes y alturas	m	y hacia arriba desde el fondo de la base; x desde la punta de la puntera
Recubrimientos y barras	mm	
Fuerzas / momentos	kN/m, kN·m/m	Por metro de muro; momentos respecto de la punta de la puntera
Presiones, c, q	kPa	
Pesos unitarios	kN/m³	
f'_c, f_y	MPa	
Ángulos	grados	ϕ, β, δ

⚠ Límites de aplicación

Los **contrafuertes no están disponibles**. La carga lineal solo se admite con relleno horizontal ($\beta = 0$). No se incluye el empuje hidrodinámico. Mononobe-Okabe usa ϕ y γ promedio del relleno (exacto para un estrato) y, en Coulomb, la cohesión se aproxima con $-2c\sqrt{K_a}$. ϕV_c no incluye el efecto de tamaño. **No se calcula la longitud de desarrollo**: la altura de corte de $A_s/2$ es indicativa. Los estratos son horizontales y el último llega hasta la base.

2 Instalación

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

Archivo	Uso
`MUROX.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

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

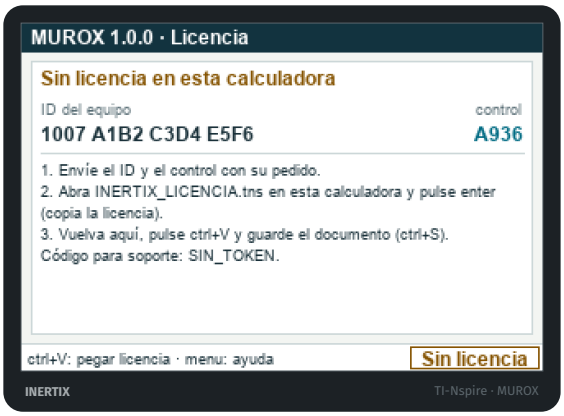
Con la licencia activa, menu **Archivo** → `Licencia` muestra el estado, el ID y el control sobre el caso, y esc vuelve sin cambiarlo.

3.3 Mensajes de la pantalla Licencia

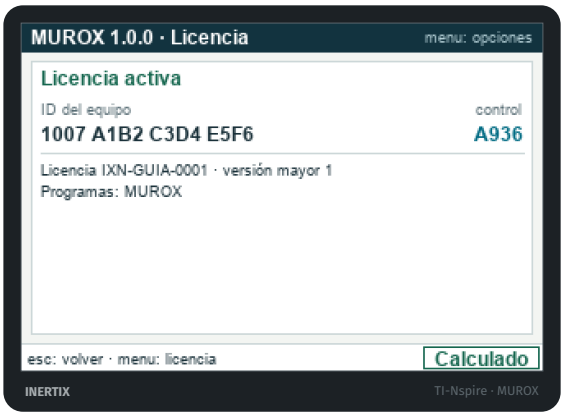
Mensaje	Qué hacer
Verificando la licencia…	Espere unos segundos; el programa se abre solo si la licencia es válida.
Licencia activa	Nada; guarde el documento si acaba de pegarla.
Sin licencia en esta calculadora	Siga los pasos anteriores.
Licencia no válida	El texto está incompleto o alterado: vuelva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

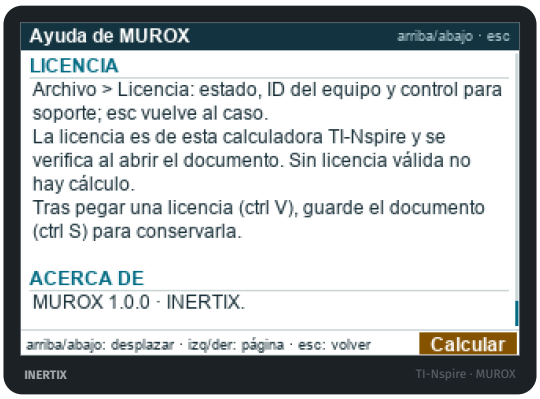


Sin licencia: solo la pantalla Licencia (ID de ejemplo); no hay cálculo.



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

La orden menu **Archivo** → `Licencia` abre la pantalla Licencia sobre el caso; esc vuelve con el caso intacto. menu **Archivo** → `Ayuda` termina con los apartados LICENCIA y ACERCA DE. Sin licencia válida para **esta** calculadora, MUROX no calcula: ni Resolver, ni Ejemplos, ni procedimientos, ni memoria.

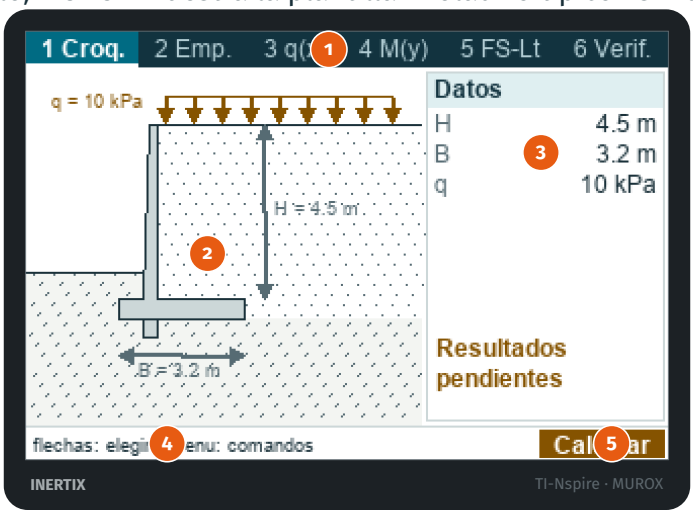


Final de la Ayuda: LICENCIA y ACERCA DE.

4 La interfaz

4.1 Zonas de la pantalla

Al abrirlo, MUROX muestra la plantilla «Voladizo típico» sin calcular.



Zona	Uso
1 Pestañas	Seis vistas del mismo caso: `Croq.`, `Emp.`, `q(x)`, `M(y)`, `FS-Lt` y `Verif.` Se eligen con 1 a 6, con tab o con un clic.
2 Croquis	Sección del muro a escala ($x = y$) con relleno, agua, cargas y cotas. Calculado, añade el empuje con ΣH, la presión bajo la base y la armadura esquemática.
3 Panel	Sin calcular: `Datos` (H, B, q, h_w) y `Resultados pendientes`. Calculado: `Estabilidad` con FSv, FSd, e, $q_{máx}$, $q_{mín}$, ΣH, FSq, armadura de la pantalla y estado global.
4 Barra inferior	Ayuda del momento o lectura del cursor de la gráfica.
5 Botón	`Calcular` si hay cambios sin resolver (clic: resuelve); `Calculado` si los resultados están al día.
Menú	menu abre las seis categorías de la HP: Archivo, Muro, Suelo, Acciones, Calcular y Result.



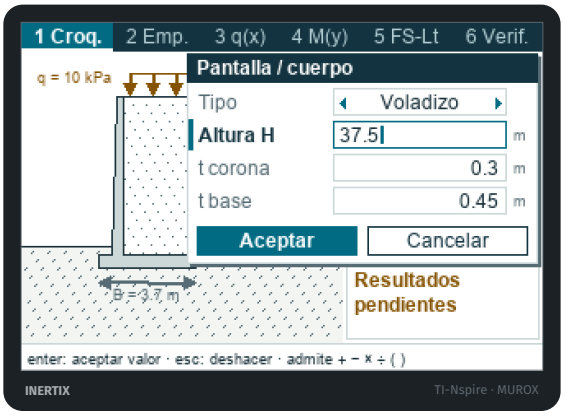
menu: categoría Muro.



menu: categoría Calcular.

4.2 Teclas y entrada de datos

Control	Acción y contexto
menu	Abre las órdenes del programa.
1 a 6, tab	Cambian de vista fuera de los formularios. En una lista (plantillas, ejemplos, estratos, procedimientos), la cifra elige la opción.
Flechas	En el croquis eligen una parte (pantalla, zapata, dentellón, estrato, agua, cargas, fundación); en las gráficas mueven el cursor; en `Verif.`, arriba/abajo recorren las filas; en un procedimiento, izquierda/derecha cambian de sección.
enter	En el croquis: edita la parte elegida o, sin selección, calcula. En una vista pendiente: calcula. En una gráfica: lleva el cursor al punto notable (máximo o L_t mín).
esc	Suelta la selección, vuelve al croquis o cierra la ventana superior.
+ − 0	En el croquis: acercan, alejan y encuadran.
Touchpad	Un clic elige una parte del croquis; un segundo clic la edita. En una gráfica, mueve el cursor.



Formulario: la cifra tecleada sustituye al valor.



Dato fuera de rango: el aviso dice qué corregir y dónde.

- En un formulario, arriba/abajo cambian de campo; clear vacía la celda y se escribe el número (admite operaciones: + − × ÷ ^ E). enter confirma la celda y pasa a la siguiente; izquierda/derecha cambian las opciones.
- tab lleva a `Aceptar`; enter sobre `Aceptar` aplica. esc deshace la celda en edición y, después, cancela el formulario: el caso no cambia.
- Algunas opciones muestran campos nuevos: `Gravedad` añade el talud del trasdós; `Coulomb`, el ángulo δ; activar agua, sismo o carga lineal, sus datos.

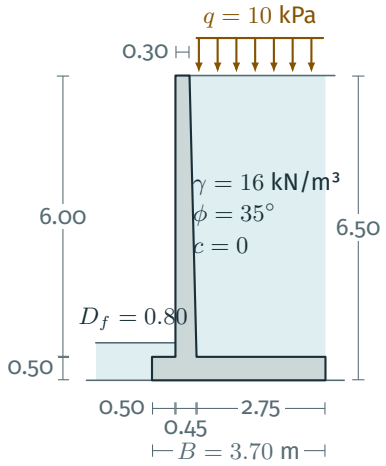
⚠ Aceptar un cambio y recalcular

Cualquier cambio deja los resultados **pendientes**: el panel lo dice y las vistas de resultados preguntan `¿Calcular ahora?`. Con `No` el caso se conserva sin calcular. Mover el cursor de una gráfica nunca recalcula ni cambia el caso.

5 Ejemplo guiado

5.1 Enunciado y datos

Un **muro en voladizo** de 6.50 m de altura total (pantalla de 6.00 m sobre una zapata de 0.50 m) contiene un relleno granular horizontal con una **sobrecarga de 10 kPa**. Delante del muro hay 0.80 m de suelo, cuyo empuje pasivo se cuenta para el deslizamiento. Con la teoría de **Rankine** se pide comprobar el **volteo**, el **deslizamiento**, las **presiones de contacto** y la **capacidad portante**, y diseñar la **pantalla** con **ACI 318-19**.



Geometría	Valor
Pantalla H	6.00 m (voladizo)
t corona / t base	0.30 / 0.45 m
Zapata h_b	0.50 m
Puntera / talón	0.50 / 2.75 m
Ancho B	3.70 m
Dentellón	No

Materiales	Valor
γ concreto	24 kN/m³
f'_c / f_y	21 / 420 MPa
Recubrimientos	50 mm (pantalla), 75 mm (zapata)
Barra	16 mm

Relleno y cargas	Valor
γ / γ_{sat}	16 / 18 kN/m³ (seco)
ϕ / c	35° / 0
Talud β	0 (horizontal)
Sobrecarga q	10 kPa, no estabiliza
Teoría de empuje	Rankine

Fundación	Valor
ϕ_2 / c_2 / γ_2	35° / 0 / 16 kN/m³
D_f	0.80 m
Fricción	$\tan(\frac{2}{3}\phi_2)$, $k_2 = \frac{2}{3}$
Pasivo	completo (fracción 1)
q_{adm}	no se verifica (0)

Fuente: Structural Tech, «Muro de contención», ejercicio resuelto de los *Apuntes de Concreto Armado* de Luis Enrique Maldonado (muro en voladizo de 6.50 m con sobrecarga de 10 kN/m²). Es el caso de referencia 3 con que se validó MUROX: empujes, estabilidad, presiones y diseño de la pantalla coinciden con el ejercicio publicado; las pequeñas diferencias en ΣM_o, $q_{máx}$, $q_{mín}$ y q_{ef} vienen del redondeo intermedio del texto.

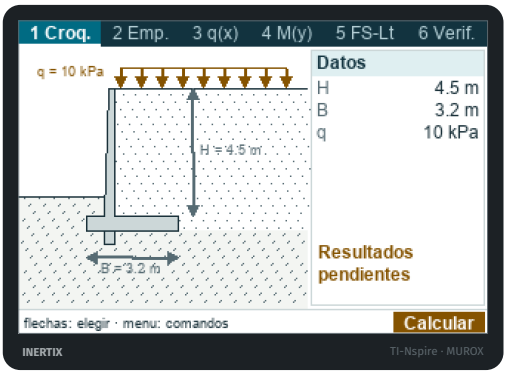
Continuidad con el ejemplo de HP

Es el mismo enunciado, con la misma geometría, unidades y resultados, que el ejemplo guiado de la guía HP, y los 17 pasos siguen el mismo orden. Cambian las teclas: en la TI-Nspire las órdenes se eligen con menu y las vistas con las pestañas.

5.2 Paso a paso

El muro se construye a partir de la plantilla «Voladizo típico», cambiando solo los datos que difieren. Cada formulario se acepta al empezar el paso siguiente.

1 Nuevo: plantilla «Voladizo típico»



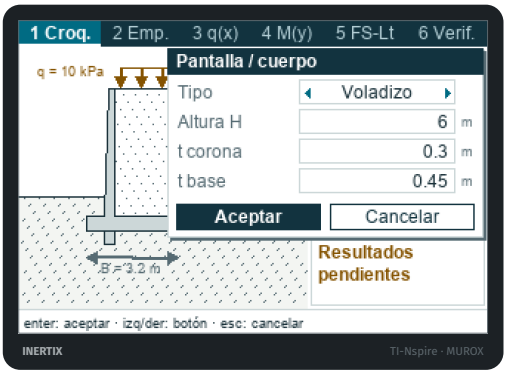
TECLAS

menu **Archivo** → Nuevo 1

menu **Archivo** → Nuevo abre la lista de plantillas; 1 carga Voladizo típico: un voladizo con un estrato de relleno y sobrecarga de 10 kPa, sin calcular.

✔ **Debe verse:** Croquis «Voladizo típico» sin calcular; panel «Datos» con H 4.5 m, B 3.2 m, q 10 kPa

2 Pantalla: H = 6 m, espesores 0.30 y 0.45 m



TECLAS

menu **Muro** → Pantalla ▼ clear 6 enter clear 0 . 3 enter clear 0 . 4 5 enter

menu **Muro** → Pantalla: el tipo ya es Voladizo. Baje a Altura H, vacíe la celda con clear, teclee 6 y enter; igual con la corona (0.3 m) y la base (0.45 m).

✔ **Debe verse:** Formulario «Pantalla / cuerpo»: Voladizo, H 6 m, t corona 0.3 m, t base 0.45 m

3 Zapata: puntera 0.5 m y talón 2.75 m



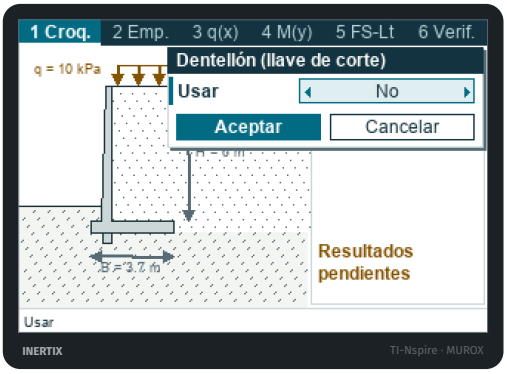
TECLAS

enter menu **Muro** → Zapata ▼ clear 0 . 5 enter clear 2 . 7 5 enter

enter sobre Aceptar aplica la pantalla.
menu **Muro** → Zapata: $h_b = 0.5$ m ya es el del ejercicio; cambie la puntera a 0.5 m y el talón a 2.75 m.

✔ **Debe verse:** Formulario «Zapata»: hb 0.5 m, puntera 0.5 m, talón 2.75 m; el croquis del fondo ya muestra H = 6 m

4 Sin dentellón



TECLAS

enter menu **Muro** → `Dentellón` ▶

Acepte. En menu **Muro** → `Dentellón`, ▶ cambia `Usar` a `No`: alto y ancho desaparecen.

✔ **Debe verse:** Formulario «Dentellón (llave de corte)» con «Usar: No»; alto y ancho desaparecen

5 Materiales (sin cambios)



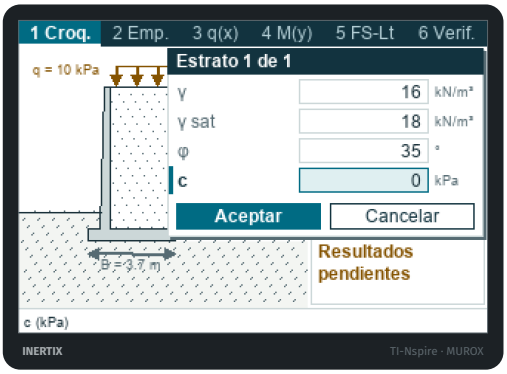
TECLAS

tab enter menu **Muro** → `Material`

Acepte y abra menu **Muro** → `Material` para comprobar concreto, acero, recubrimientos y barra: no hay que cambiar nada.

✔ **Debe verse:** Formulario «Materiales»: γ concreto 24 kN/m³, f'c 21 MPa, fy 420 MPa, recubrimientos 50 y 75 mm, barra 16 mm

6 Relleno: γ 16, γ sat 18, ϕ 35°



TECLAS

esc menu **Suelo** → `Relleno` 1 clear 1 6 enter clear 1 8 enter clear 3 5 enter

esc cierra sin cambios. menu **Suelo** → `Relleno` lista los estratos; 1 abre el único. Teclee $\gamma = 16$, $\gamma_{sat} = 18$ y $\phi = 35°$; con un solo estrato el espesor no se pide.

✔ **Debe verse:** Formulario del estrato 1: γ 16 kN/m³, γ sat 18 kN/m³, ϕ 35°, c 0 kPa

7 Suelo de fundación: $\phi 2$ 35°, $\gamma 2$ 16, Df 0.8 m



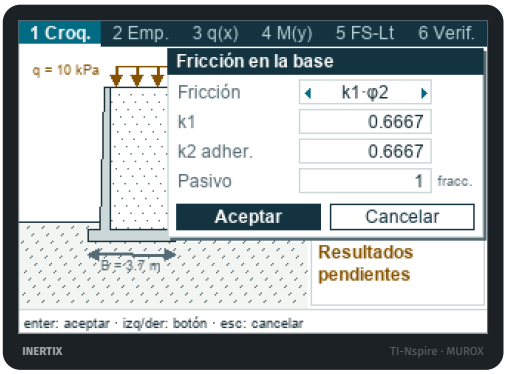
TECLAS

tab enter menu **Suelo** → Fundación clear 3 5 enter ▼ clear 1 6 enter clear 0 . 8 enter clear 0 enter

Acepte. menu **Suelo** → Fundación: $\phi_2 = 35°$, $\gamma_2 = 16$ kN/m³, $D_f = 0.8$ m y $q_{adm} = 0$, que significa «no comparar con una presión admisible».

✔ **Debe verse:** Formulario «Suelo de fundación»: $\phi 2$ 35°, c2 0, $\gamma 2$ 16 kN/m³, Df 0.8 m, qadm 0 (no se verifica)

8 Fricción en la base: pasivo completo



TECLAS

tab enter menu **Suelo** → Fricción ▼×3 clear 1 enter

Acepte. menu **Suelo** → Fricción: la fricción $\tan(k_1\phi_2)$ y la adherencia ya están; ponga Pasivo en 1 para contar todo el pasivo de los 0.8 m frente a la puntera.

✔ **Debe verse:** Formulario «Fricción en la base»: k1·ϕ2, k1 0.6667, k2 adher. 0.6667, Pasivo 1

9 Sobrecarga q = 10 kPa



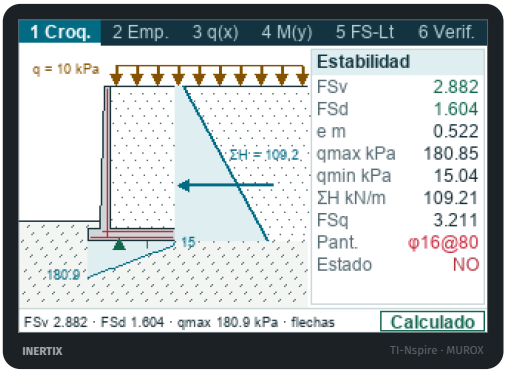
TECLAS

enter menu **Acciones** → Sobrecarga

Acepte. menu **Acciones** → Sobrecarga confirma $q = 10$ kPa y No estab.: empuja, pero su peso sobre el talón no se cuenta a favor.

✔ **Debe verse:** Formulario «Sobrecarga uniforme»: q 10 kPa, «En talón: No estab.»

10 Resolver



TECLAS

tab enter menu **Calcular** → `Resolver`

Acepte y elija menu **Calcular** → `Resolver` (o enter en el croquis, o un clic en `Calcular`). El panel pasa a `Estabilidad`: FSv 2.882, FSd 1.604, $e = 0.522$ m, $\Sigma H = 109.21$ kN/m y `Estado NO`, que se explica en el paso 15.

✔ **Debe verse:** Croquis calculado: ΣH = 109.2 kN/m sobre el plano virtual, presión bajo la base y armadura; panel «Estabilidad» con Estado NO

11 Empujes p(y)



TECLAS

2

2 abre `Emp.`: la presión del suelo más la sobrecarga sobre el plano virtual de 6.5 m, con su máximo rotulado. Las flechas mueven el cursor; la barra inferior da y y p.

✔ **Debe verse:** Pestaña Emp.: presión del suelo + q sobre el plano virtual H' = 6.5 m, con su máximo rotulado

12 Presión de contacto q(x)



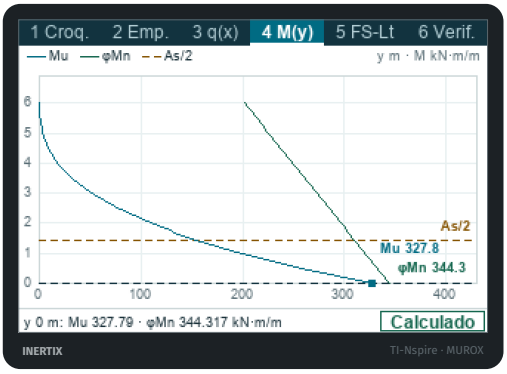
TECLAS

3

3 abre `q(x)`: el trapecio de Navier (180.9 a 15 kPa) y el bloque uniforme de Meyerhof sobre $B' = B - 2e$. La flecha bajo el eje marca la resultante (verde: dentro del tercio central).

✔ **Debe verse:** Pestaña q(x): trapecio de Navier (180.9 a 15 kPa) y bloque de Meyerhof (136.4 kPa)

13 Pantalla: Mu(y) frente a ϕMn



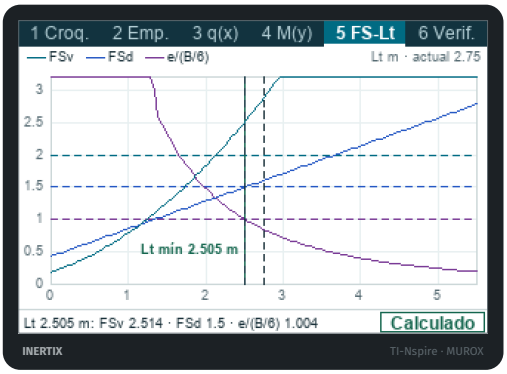
TECLAS

4

4 abre M(y): el momento último y la resistencia ϕM_n de la pantalla. En la base, $M_u = 327.79$ y $\phi M_n = 344.32$ kN·m/m; la línea $A_s/2$ indica dónde podría cortarse la mitad del acero.

✔ **Debe verse:** Pestaña M(y): Mu 327.8 y ϕMn 344.3 kN·m/m en la base, con la marca As/2

14 Barrido FS–talón



TECLAS

5 enter

5 abre FS-Lt, que repite la estabilidad para cada longitud del talón sin cambiar el caso; enter lleva el cursor al talón mínimo que cumple, 2.505 m. El talón de 2.75 m tiene margen.

✔ **Debe verse:** Pestaña FS-Lt: FSv, FSd y e/(B/6) frente al talón; «Lt mín 2.505 m»; enter lleva el cursor a Lt mín

15 Verificaciones



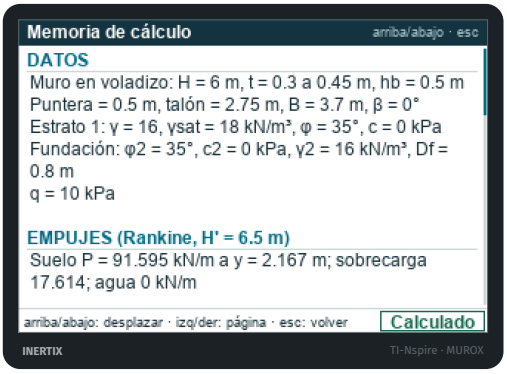
TECLAS

6 ▼ ×4

6 abre Verif.; abajo recorre las filas. Estabilidad, capacidad y pantalla cumplen. El talón queda en NO: con barra de 16 mm su acero obliga a separarlas menos de 75 mm.

✔ **Debe verse:** Pestaña Verif.: estabilidad, capacidad y pantalla en OK; «Talón: ϕMn $\geq$ Mu» en NO

16 Memoria de cálculo



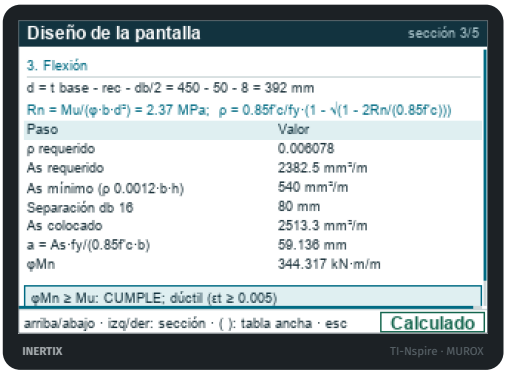
TECLAS

menu **Calcular** → `Memoria`

menu **Calcular** → `Memoria` abre un documento desplazable con datos, empujes, estabilidad, diseño y verificaciones.

✔ **Debe verse:** Documento de memoria: datos del muro, empujes (Rankine, H’ = 6.5 m), estabilidad, diseño y verificaciones

17 Procedimiento: diseño de la pantalla



TECLAS

esc menu **Calcular** → `Procedim.` 7 ▶ ×2

esc cierra la memoria. menu **Calcular** → `Procedim.` y 7 abren `Diseño de la pantalla`; ▶ dos veces llega a la sección 3: $d = 392$ mm, $R_n = 2.37$ MPa y $A_s = 2382.5$ mm²/m, es decir, barras de 16 mm cada 80 mm.

✔ **Debe verse:** Sección 3/5 «Flexión»: d = 392 mm, Rn = 2.37 MPa, As 2382.5 mm²/m, db 16 cada 80 mm

5.3 Resultados y comprobación

MUROX TI-Nspire coincide con el ejercicio y con la HP

Empujes, factores de seguridad, presiones y diseño de la pantalla coinciden con el ejercicio dentro del redondeo del texto, y con la versión HP en todas las cifras de la tabla.

Magnitud	Publicado	HP Prime	TI-Nspire	Estado
Empuje total ΣF_h (kN/m)	109.20	109.21	109.209	Coincide
ΣM_o (kN·m/m)	255.98	255.7	255.702	Redondeo del texto
ΣF_v / ΣM_r	362.40 / 736.98	362.4 / 736.98	362.40 / 736.98	Coincide
FS volteo / deslizamiento	2.88 / 1.60	2.882 / 1.604	2.8822 / 1.6044	Cumplen
Excentricidad e (m)	0.523	0.522	0.5220	$\leq B/6 = 0.617$
$q_{máx}$ / $q_{mín}$ (kPa)	181.01 / 14.88	180.85 / 15.04	180.85 / 15.04	Redondeo del texto
q_{ef} Meyerhof (kPa)	136.55	136.44	136.44	Coincide
Pantalla M_u (kN·m/m)	327.79	327.79	327.79	Coincide
Pantalla A_s (mm²/m)	2380	2382.5	2382.5	16 mm @ 80 mm
Pantalla ϕM_n (kN·m/m)	—	344.32	344.32	$\geq M_u$
FS capacidad	—	3.211	3.211	≥ 3
Talón mínimo L_t (m)	—	2.505	2.505	2.75 m basta
Talón: separación 16 mm	—	70 mm	70 mm	< 75 mm: NO

Cifras mostradas con 2–4 decimales; la diferencia HP–TI de esta tabla es solo de redondeo (máx. 1.0e-03). El talón no cumple: use barra de 20 mm o aumente h_b.

Comprobación a mano

$$K_a = \tan^2\!\left(45^\circ - \tfrac{35^\circ}{2}\right) = 0.271 \qquad H' = 6.50 \text{ m}$$

$$\Sigma F_h = \tfrac{1}{2}(0.271)(16)(6.50)^2 + (0.271)(10)(6.50) = 91.60 + 17.61 = 109.21 \text{ kN/m}$$

$$\Sigma M_o = 91.60 \times \tfrac{6.50}{3} + 17.61 \times \tfrac{6.50}{2} = 198.5 + 57.2 = 255.7 \text{ kN·m/m} \qquad FS_v = \frac{736.98}{255.70} = 2.882$$

$$FS_d = \frac{\Sigma F_v \tan(\tfrac{2}{3}\phi_2) + P_p}{\Sigma F_h} = \frac{362.40 \times 0.4314 + 18.89}{109.21} = 1.604$$

$$x_R = \frac{736.98 - 255.70}{362.40} = 1.328 \text{ m} \qquad e = \frac{3.70}{2} - 1.328 = 0.522 \text{ m}$$

$$q = \frac{362.40}{3.70}\left(1 \pm \frac{6 \times 0.522}{3.70}\right) = 180.85 \ / \ 15.04 \text{ kPa}$$

$$M_u = 1.6\left[\tfrac{1}{6}K_a\,\gamma\,H^3 + \tfrac{1}{2}K_a\,q\,H^2\right] = 1.6\,(156.10 + 48.78) = 327.8 \text{ kN·m/m} \qquad (H = 6.00 \text{ m})$$

Guardado del ejemplo

ctrl S guarda el documento con los datos del caso. Al abrirlo de nuevo, MUROX recupera el caso con los resultados **pendientes**: pulse enter para recalcular (comprobado en OI-6).

6 Opciones importantes

Seis casos cortos para lo que el ejemplo guiado no toca. Son los mismos casos OI-1 a OI-6 de la guía HP. Las plantillas (menu **Archivo** → `Nuevo`) y los ejemplos (menu **Archivo** → `Ejemplos`) **sustituyen el caso** y quedan sin calcular. Los casos se encadenan: cada uno empieza en la vista `Croq.` (1).

OI-1 · Agua y subpresión: «Voladizo 5 m, freático 2.5 m»

Voladizo de 5 m con relleno de $\gamma = 18$ kN/m³ y $\phi = 30°$, $q = 10$ kPa y nivel freático a 2.5 m sobre el fondo de la base, con subpresión. Es el caso de referencia 2 del programa.

1. **Cargar el ejemplo 2.** Ejemplos, opción 2.

   menu **Archivo** → `Ejemplos` 2
2. **Resolver.** El empuje del agua se suma al del suelo.

   menu **Calcular** → `Resolver`
3. **Empujes.** Series suelo+q, agua y total; el cursor da p, u y el total.

   2
4. **Verificaciones.** Volteo, deslizamiento y excentricidad en `NO`.

   6



`Emp.`: suelo, agua y total.



`Verif.`: estabilidad en NO.

Magnitud	TI-Nspire	Lectura
Empuje del agua E_w	30.656 kN/m	$\frac{1}{2}\gamma_w h_w^2$
ΣF_h / ΣF_v	113.990 / 193.188 kN/m	ΣF_v sin subpresión
FS volteo / deslizamiento	1.573 / 0.9785	No cumple: drenaje o dentellón
Excentricidad e	0.660 m	Fuera del tercio central

OI-2 · Sismo: plantilla «Voladizo con sismo»

La plantilla base con $k_h = 0.15$ ($k_v = 0$). Las verificaciones estáticas y sísmicas aparecen en grupos separados, cada una con su FS mínimo.

1. **Plantilla 4 y Resolver.** Nuevo, plantilla 4, y Resolver.

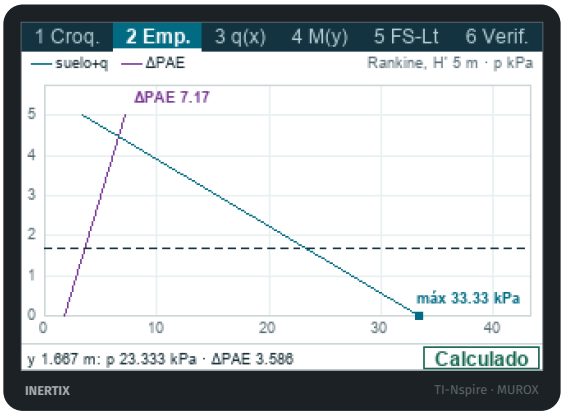
   1 menu **Archivo** → `Nuevo` 4 menu **Calcular** → `Resolver`
2. **Empujes con ΔPAE.** Aparece la serie ΔP_{AE}.

   2
3. **Contacto estático y sísmico.** Navier, Meyerhof y la presión con sismo.

   3
4. **Verificaciones.** El grupo SISMO queda en `NO`.

   6 ▼×4
5. **Procedimiento Mononobe-Okabe.** Procedimiento 3, sección 2: cálculo de K_{AE}.

   menu **Calcular** → `Procedim.` 3 ▶



`Emp.` con ΔP_{AE}.



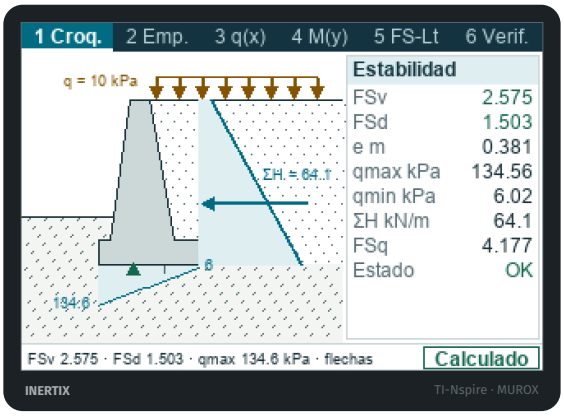
`Verif.`: grupo SISMO.

Magnitud	TI-Nspire	Lectura
K_A / K_{AE}	0.333 / 0.433	
Incremento ΔP_{AE}	22.41 kN/m	A $0.6H'$
FS estáticos (volteo / desliz.)	2.813 / 1.555	Cumplen
FS con sismo (volteo / desliz.)	1.455 / 0.934	No cumplen (≥ 1.5 / 1.25)

OI-3 · Muro de gravedad: plantilla «Gravedad (ciclópeo)»

Concreto ciclópeo sin acero: MUROX verifica estabilidad, presiones y capacidad. La vista `M(y)` y los procedimientos 7 y 8 no se aplican y lo dicen.

1. **Plantilla 2 y Resolver.** Nuevo, plantilla 2, y Resolver.
   `1` `menu` **Archivo** → `Nuevo` `2` `menu` **Calcular** → `Resolver`
2. **Pantalla no aplica.** «El diseño de la pantalla solo aplica a muros en voladizo».
   `4`
3. **Verificaciones.** Todas en `OK`.
   `6`



Croquis calculado del muro de gravedad.



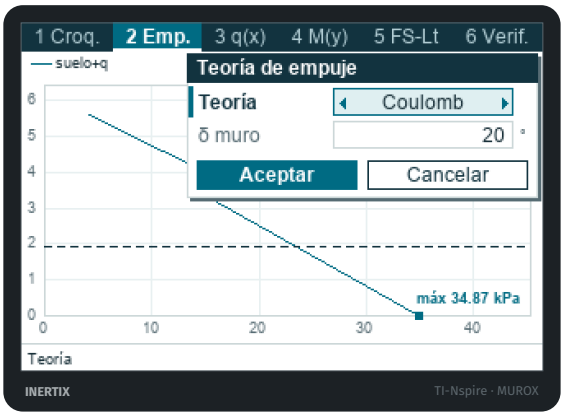
Todas las verificaciones cumplen.

Magnitud	TI-Nspire	Lectura
ΣF_v / ΣF_h	175.725 / 64.097 kN/m	
FS volteo / deslizamiento	2.575 / 1.5025	Cumplen
Excentricidad e	0.381 m	Tercio central
$q_{máx}$ / $q_{mín}$	134.56 / 6.02 kPa	

OI-4 · Relleno inclinado con dos estratos: Rankine y Coulomb

La plantilla 5 tiene $\beta = 15°$, un estrato superior de 2 m ($\gamma = 17$ kN/m³, $\phi = 28°$) y otro hasta la base ($\gamma = 19$ kN/m³, $\phi = 34°$). El empuje salta en el contacto porque cambia K_a. Después se cambia la teoría a Coulomb ($\delta = 20°$).

1. **Plantilla 5 y Resolver (Rankine).** Nuevo, plantilla 5, y Resolver; el croquis rotula E1 y E2.
   `1` `menu` **Archivo** → `Nuevo` `5` `menu` **Calcular** → `Resolver`
2. **Empujes con salto entre estratos.** Salto del diagrama en el contacto.
   `2`
3. **Método: Coulomb.** `menu` **Calcular** → `Método:` `▶` elige `Coulomb`; aparece δ muro = 20°.
   `menu` **Calcular** → `Método` `▶`
4. **Aceptar y Resolver.** `Aceptar` y Resolver: los empujes se recalculan.
   `tab` `enter` `menu` **Calcular** → `Resolver`



menu **Calcular** → `Método`: Coulomb.



Empujes con Coulomb.

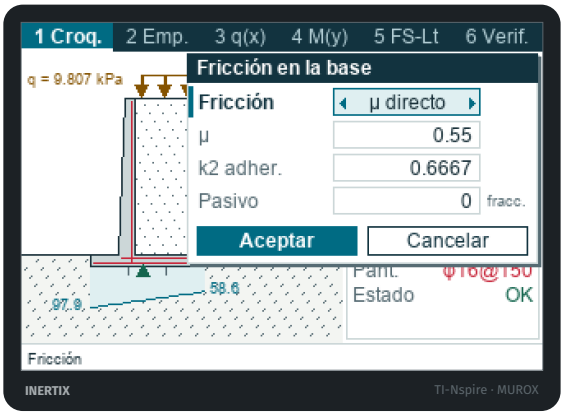
Magnitud	Rankine	Coulomb, $\delta = 20°$
ΣF_h (kN/m)	105.461	101.994
FS volteo	2.672	2.895
FS deslizamiento	1.526	1.614
Excentricidad e (m)	0.359	0.279

Con Coulomb el empuje se inclina δ: su componente vertical estabiliza y los FS suben. Rankine sobre el plano virtual es lo habitual en voladizo; use Coulomb cuando el rozamiento muro-suelo esté justificado.

OI-5 · Fricción directa $\mu = 0.55$

El ejemplo 4 usa un coeficiente de fricción dado (μ directo) en lugar de $\tan(k_1\phi_2)$, sin pasivo y con la sobrecarga $q = 9.807$ kPa que estabiliza sobre el talón.

1. **Ejemplo 4 y Resolver.** Ejemplos, opción 4, y Resolver.
   1 menu **Archivo** → `Ejemplos` 4 menu **Calcular** → `Resolver`
2. **Fricción: μ directo.** μ `directo`, $\mu = 0.55$, pasivo 0.
   menu **Suelo** → `Fricción`
3. **Verificaciones.** esc sin cambios; todas en `OK`.
   esc 6



menu **Suelo** → `Fricción`: μ directo.



Todas las verificaciones cumplen.

Magnitud	TI-Nspire	Lectura
ΣF_h / ΣF_v	78.930 / 289.458 kN/m	
FS volteo / deslizamiento	4.103 / 2.017	Cumplen
Excentricidad e	0.155 m	Tercio central
$q_{máx}$ / $q_{mín}$	97.90 / 58.56 kPa	

OI-6 · Dato no válido, resultados pendientes, guardar y abrir

Parte del caso calculado de OI-5.

1. **Dato no válido: $\phi 2$ = 100°.** En menu **Suelo** → `Fundación`, $\phi_2 = 100$ y `Aceptar`: el aviso dice qué corregir y dónde.

   1 menu **Suelo** → `Fundación` clear 1 0 ×2 enter tab enter
2. **Cerrar el aviso y cancelar.** enter cierra el aviso y esc el formulario: el caso sigue calculado e intacto.

   enter esc
3. **Cambiar q a 12 kPa.** menu **Acciones** → `Sobrecarga`, $q = 12$ kPa y `Aceptar`: resultados pendientes.

   menu **Acciones** → `Sobrecarga` clear 1 2 enter tab enter
4. **Vista pendiente pide calcular.** La vista `Emp.` pregunta antes de calcular.

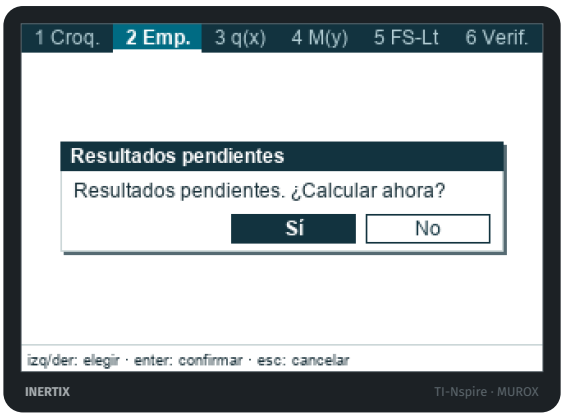
   2
5. **No calcular: el caso se conserva.** esc (No): sin calcular, q sigue en 12 kPa.

   esc
6. **Abrir el documento guardado.** Tras guardar con ctrl S, cerrar y abrir: mismo caso y resultados pendientes.

   (abrir el documento)



Dato no válido: $\phi_2 = 100°$.



Vista pendiente: `¿Calcular ahora?`

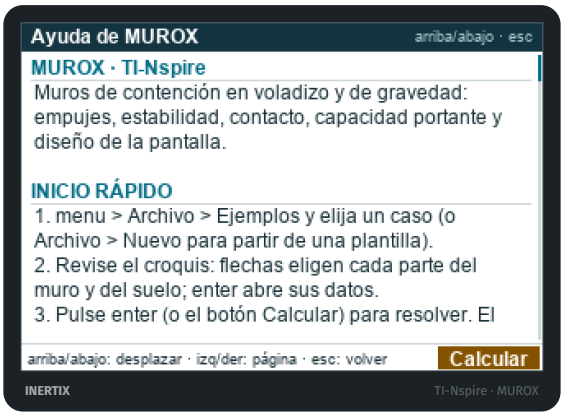
Diferencias con la HP Prime

En la TI-Nspire no hay orden `Salir` ni corte con la tecla ON: el caso vive en el documento y se conserva al guardarlo.

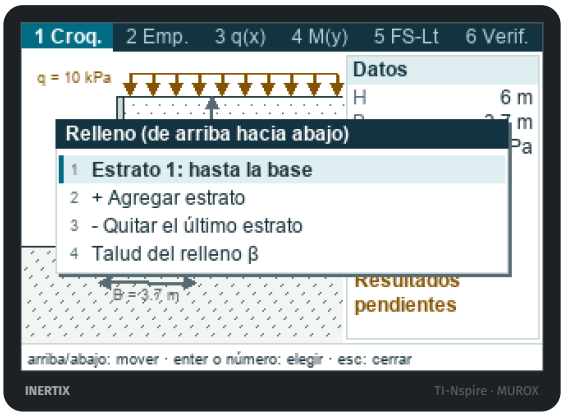
7 Referencia de menús y opciones

7.1 Archivo

Orden	Qué hace	Efecto
Nuevo	Cinco plantillas: Voladizo típico, Gravedad (ciclópeo), Voladizo con agua, Voladizo con sismo y Relleno inclinado, 2 estratos.	Sustituye el caso; sin calcular
Ejemplos	Cuatro casos resueltos: Voladizo 5 m relleno seco, Voladizo 5 m freático 2.5 m, Voladizo 6.5 m diseño ACI (el ejemplo guiado) y Voladizo 5.5 m $\mu = 0.55$.	Sustituye el caso; sin calcular
Ayuda	Inicio rápido, teclas, comandos, vistas, formularios, procedimientos, modelo, guardado, errores, LICENCIA y ACERCA DE.	Consulta; esc vuelve
Licencia	Pantalla Licencia sobre el caso.	esc vuelve



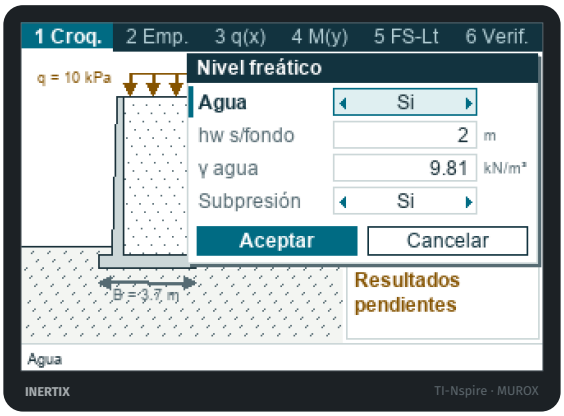
menu **Archivo** → `Ayuda`: inicio.



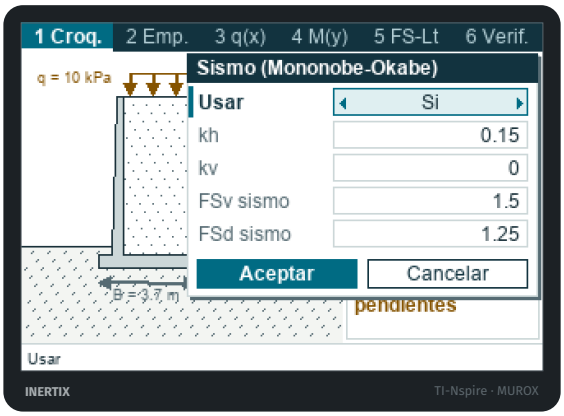
menu **Suelo** → `Relleno`: estratos y talud.

7.2 Muro, Suelo y Acciones

Orden	Qué hace
Pantalla	Tipo (voladizo o gravedad), altura H, espesores; en gravedad, talud del trasdós.
Zapata	Espesor h_b, puntera y talón (en gravedad, base del muro).
Dentellón	Llave de corte: alto y ancho; su altura se suma al pasivo.
Material	γ del concreto; en voladizo, f'_c, f_y, recubrimientos y barra.
Relleno	Lista de estratos de arriba abajo (hasta 4), `+ Agregar estrato`, `- Quitar el último estrato` y talud β. Mínimo un estrato.
Agua	Nivel freático h_w sobre el fondo de la base, γ_w y subpresión ($h_w \leq H'$).
Fundación	ϕ_2, c_2, γ_2, D_f, q_{adm} (0 = no se verifica) y suelo sobre la puntera.
Fricción	$\tan(k_1\phi_2)$ o μ directo, adherencia k_2 y fracción del pasivo.
Sobrecarga	q uniforme; si su peso sobre el talón estabiliza o no.
C. lineal	Carga lineal paralela q_L a la distancia x (solo con $\beta = 0$).
Sismo	Activa Mononobe-Okabe: k_h, k_v y FS mínimos con sismo.
Criterios	FS mínimos al volteo, al deslizamiento y de capacidad.



menu **Suelo** → `Agua` activada.

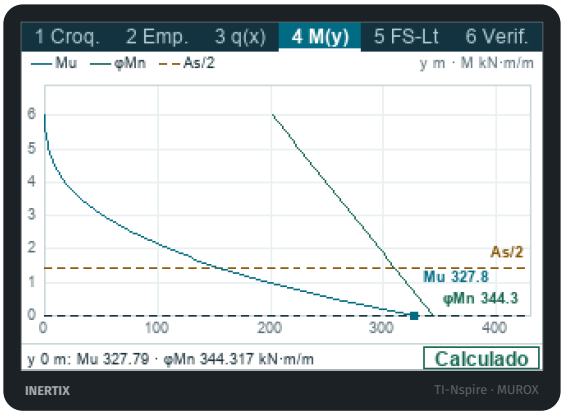


menu **Acciones** → `Sismo` activado.

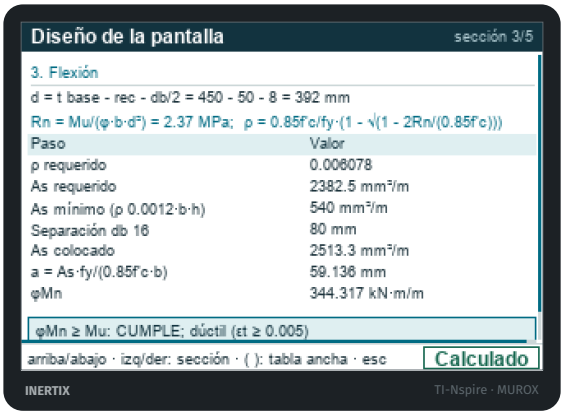
7.3 Calcular y Result.

Orden	Qué hace
Método	Rankine o Coulomb (con el ángulo δ).
Resolver	Calcula todo; equivale a enter en el croquis o a un clic en `Calcular`.
Procedim.	Ocho procedimientos paso a paso: Rankine, Coulomb, Mononobe-Okabe (requiere sismo), estabilidad, presiones, capacidad (requiere la resultante dentro de la base), diseño de la pantalla y puntera y talón (solo voladizo). Cada uno termina comparando con el resultado del programa. Si hay cambios, pide calcular.
Memoria	Documento con datos, empujes, estabilidad, diseño y verificaciones.
Result.	Abre las vistas Croquis, Empujes, Contacto, Pantalla, FS-talón y Verific. (igual que las pestañas).

7.4 Vistas de resultados y gráficas



`M(y)`: M_u y ϕM_n con $A_s/2$.



Procedimiento del mismo caso.

Vista	Ejes, series y lectura
`Emp.`	p (kPa) frente a y (m) sobre el plano virtual: suelo+q; con agua, agua y total; con sismo, ΔP_{AE}; con carga lineal, q_L. Máximo rotulado.
`q(x)`	q (kPa) frente a x (m) desde la puntera: Navier, bloque de Meyerhof, sismo y q_{adm} (discontinua). Tercios de B y resultante.
`M(y)`	M (kN·m/m) frente a y (m): M_u y ϕM_n, con $A_s/2$. Solo voladizo.
`FS-Lt`	FSv, FSd y $e/(B/6)$ frente al largo del talón L_t (m), con los mínimos (discontinuas), el talón actual y L_t mín (verde).
`Verif.`	Grupos ESTABILIDAD, SISMO y DISEÑO ACI 318-19, cada fila con OK o NO y su límite.

En todas, el cursor se mueve con las flechas o el touchpad, la barra inferior da la lectura de todas las series y **nunca** se recalcula ni se cambia el caso.

8 Fundamento teórico breve

8.1 Empujes

$$K_a = \tan^2\!\left(45^\circ - \tfrac{\phi}{2}\right) \quad (\beta = 0) \qquad K_a = \cos\beta\,\frac{\cos\beta - \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}}{\cos\beta + \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}}$$

$$K_a = \frac{\cos^2\phi}{\cos\delta\left[1 + \sqrt{\dfrac{\sin(\phi+\delta)\,\sin(\phi-\beta)}{\cos\delta\,\cos\beta}}\right]^2} \quad \text{(Coulomb)}$$

$$p = K_a\,(\sigma'_v + q) - 2c\sqrt{K_a} \geq 0 \qquad u = \gamma_w\,(h_w - y)$$

Donde: σ'_v es la tensión vertical efectiva (con $\gamma_{sat} - \gamma_w$ bajo el nivel freático). El empuje se evalúa en el plano vertical que pasa por el extremo del talón, de altura $H' = h_b + H + L\tan\beta$; la presión es lineal entre contactos de estratos y el nivel freático, y cada tramo aporta un trapecio.

Sismo (Mononobe-Okabe)

$$\psi = \arctan\frac{k_h}{1 - k_v} \qquad K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi - \psi)}{\cos\psi\,\cos(\delta+\psi)\left[1 + \sqrt{\dfrac{\sin(\phi+\delta)\,\sin(\phi-\beta-\psi)}{\cos(\delta+\psi)\,\cos\beta}}\right]^2}$$

$$P_{AE} = \tfrac{1}{2}\,\gamma\,H'^2\,(1 - k_v)\,K_{AE} \qquad \Delta P_{AE} = P_{AE} - P_A \text{ a } 0.6H'$$

Donde: Se usan ϕ y γ promedio del relleno; además actúa la inercia $k_h W$ del muro y del relleno sobre el talón. Requiere $\phi - \beta - \psi \geq 0$.

8.2 Estabilidad y presiones

$$FS_v = \frac{\Sigma M_r}{\Sigma M_o} \qquad FS_d = \frac{\Sigma V\tan(k_1\phi_2) + k_2\,c_2\,B + f\,P_p}{\Sigma H} \qquad P_p = \tfrac{1}{2}K_p\,\gamma_2\,D^2 + 2c_2\sqrt{K_p}\,D$$

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\Sigma M_r - \Sigma M_o}{\Sigma V} \qquad q = \frac{\Sigma V}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\ (|e| \leq B/6) \qquad q_{\text{máx}} = \frac{2\,\Sigma V}{3\,(B/2 - e)}\ (|e| > B/6)$$

$$q_{\text{ef}} = \frac{\Sigma V}{B'} \qquad B' = B - 2|e|$$

Donde: La componente vertical del empuje entra en ΣM_r; la subpresión (triangular, nula en la punta) se suma a ΣM_o. $K_p = \tan^2(45^\circ + \phi_2/2)$ y $D = D_f$ más el dentellón.

Capacidad portante (Meyerhof)

$$q_u = c_2\,N_c\,F_{cd}\,F_{ci} + q_0\,N_q\,F_{qd}\,F_{qi} + \tfrac{1}{2}\,\gamma_2\,B'\,N_\gamma\,F_{\gamma d}\,F_{\gamma i} \qquad q_0 = \gamma_2\,D_f$$

$$N_q = \tan^2\!\left(45^\circ + \tfrac{\phi_2}{2}\right)e^{\pi\tan\phi_2} \qquad N_c = (N_q - 1)\cot\phi_2 \qquad N_\gamma = 2\,(N_q + 1)\tan\phi_2$$

$$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \tfrac{\psi}{90^\circ}\right)^2 \qquad F_{\gamma i} = \left(1 - \tfrac{\psi}{\phi_2}\right)^2 \qquad \psi = \arctan\frac{\Sigma H}{\Sigma V}$$

Donde: $F_{qd} = 1 + 2\tan\phi_2(1-\sin\phi_2)^2 D_f/B'$ y $F_{cd} = F_{qd} - (1-F_{qd})/(N_c\tan\phi_2)$. El factor de seguridad es $q_u/q_{\text{máx}}$.

8.3 Diseño de concreto armado (ACI 318-19)

$$U_1 = 1.2D + 1.6L + 1.6H \qquad U_2 = 1.2D + 1.0L + 1.6H + 1.0E$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi\, b\, d^2} \qquad \rho = \frac{0.85\, f'_c}{f_y}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85\, f'_c}}\right) \qquad A_s = \rho\, b\, d$$

$$\phi V_c = 0.75 \times 0.17\sqrt{f'_c}\, b\, d$$

Donde: El acero mínimo es $0.0012\,b\,h$ o $0.0015\,b\,h$ en la pantalla y $0.0018\,b\,h$ en la zapata. La separación se redondea a 10 mm, con un máximo de $\text{mín}(3h;\ 450)$ mm; si sale menor que 75 mm, la verificación no cumple. En puntera y talón, la presión última sale del equilibrio de las cargas factorizadas.

Cómo se verifica el cálculo

Cada procedimiento de menu **Calcular** → `Procedim.` muestra los datos, las fórmulas con sus valores y la diferencia con el resultado del programa. El barrido FS–talón repite la estabilidad sin modificar el caso activo.

9 Preguntas frecuentes

¿Qué archivo debo abrir?

`MUROX.tns` de la versión indicada en esta guía y el documento de licencia que recibe para su calculadora.

¿Por qué aparece «Resultados pendientes»?

Porque el caso cambió después del último cálculo. MUROX no muestra resultados de una solución anterior: pulse enter en el croquis o use menu **Calcular** → `Resolver`.

¿Por qué el talón dice NO si el momento resistente parece suficiente?

Porque el acero requerido obliga a separar las barras menos de 75 mm. Elija una barra mayor en menu **Muro** → `Material` o aumente h_b en menu **Muro** → `Zapata`, y vuelva a calcular.

¿Qué es el plano virtual y la altura H'?

El plano vertical que pasa por el extremo del talón. El empuje se calcula sobre él, y el relleno sobre el talón cuenta como parte del muro.

¿Cómo meto un relleno con varios estratos?

En menu **Suelo** → `Relleno` use `+ Agregar estrato` (hasta 4) y edite cada uno de arriba abajo; el último llega hasta la base.

¿Por qué un procedimiento dice que no está disponible?

Mononobe-Okabe necesita el sismo activo; el diseño de la pantalla y puntera y talón solo existen en voladizo; capacidad y puntera y talón requieren la resultante dentro de la base.

¿Cómo conservo varios casos?

MUROX guarda un caso por documento: guarde una copia del documento con otro nombre para cada caso.

Información para soporte

Indique programa y versión (menu **Archivo** → `Ayuda`, ACERCA DE), el código de la pantalla Licencia si aplica, los datos del caso, el mensaje recibido y los pasos para reproducirlo.