INERTIX

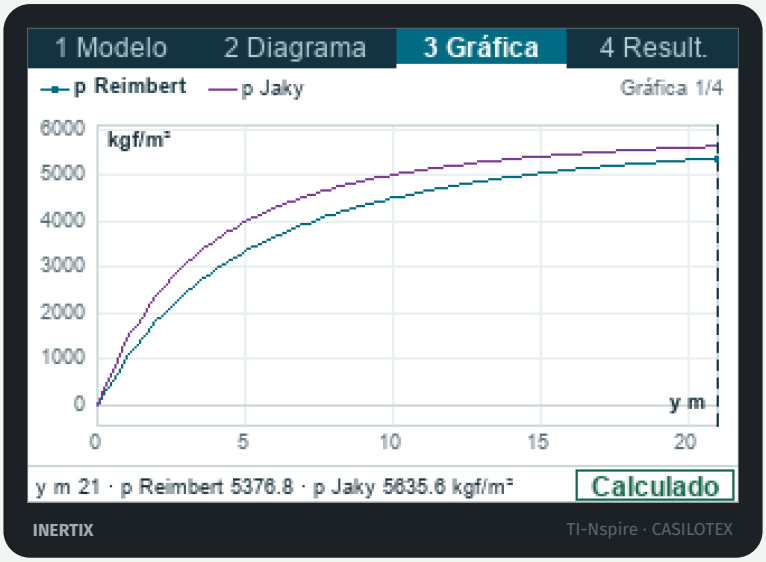
Programas de ingeniería civil para TI-Nspire

GUÍA DE USO

CASILOTEX

Losas plegadas, cúpulas, silos y tanques de hormigón armado

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



CONTACTO Y SOPORTE

Asistente técnico INERTIX +591 69666824

Ing. Carlos Paredes Aguilar
+591 73842694

Ing. Samuel Huarachi Flores
+591 63562947

Contenido

1. Presentación y alcance **3**
1.1. Qué calcula . . . 3
1.2. Unidades y convenciones . . . 3
1.3. Límites y fuera de alcance . . . 3

2. Instalación **4**
2.1. Abrir en la computadora . . . 4
2.2. Transferir a la calculadora . . . 4

3. Licencia de uso **4**
3.1. Cómo funciona . . . 4
3.2. Activar en la calculadora . . . 5
3.3. Mensajes de la pantalla Licencia . . . 5

4. La interfaz **6**
4.1. Zonas de la pantalla . . . 6
4.2. Teclas . . . 7
4.3. Formularios y resultados pendientes . . . 7
4.4. Ayuda integrada . . . 8

5. Ejemplo guiado **8**
5.1. Enunciado . . . 9
5.2. Datos . . . 9
5.3. Paso a paso . . . 10
5.4. Resultados . . . 16
5.5. Opciones importantes . . . 16

6. Referencia de menús y opciones **22**

7. Fundamento teórico breve **23**
7.1. Silos: Reimbert y Jaky . . . 24
7.2. Losas plegadas . . . 24
7.3. Cúpulas (membrana) . . . 24
7.4. Tanques y fisura . . . 24

8. Preguntas frecuentes **24**

1 Presentación y alcance

CASILOTEX analiza y diseña estructuras especiales de hormigón armado en las TI-Nspire CX y CX II: losas plegadas, cúpulas esféricas, silos y búnkeres para materiales granulares, tanques circulares y rectangulares, y el ancho de fisura de una pared. Cada estructura se dibuja a escala, se calcula por los métodos elásticos clásicos y muestra diagramas, gráficas con cursor, una tabla de resultados y el procedimiento completo paso a paso. El motor es el de la versión HP Prime, traducido sin cambios: con los mismos datos da las mismas cifras.

1.1 Qué calcula

- **Losa plegada** (4 a 12 nudos, prismática o semiprismática): análisis transversal como losa continua (tres momentos), reacciones, cargas en el plano de las placas, tensiones longitudinales sin compensar y compensadas, y armaduras transversal, longitudinal y de distribución.
- **Cúpula esférica** completa o con linterna abierta: esfuerzos de membrana N_ϕ y N_θ por peso propio, carga viva, totales y últimos; ejes neutros; espesor; armaduras y resistencia.
- **Silo o búnker** circular, rectangular o poligonal: clasificación y flujo; presiones de Reimbert y Jaky, estáticas y dinámicas por zonas; espesor; armadura horizontal con efecto térmico, vertical y ancho de grietas; marco cerrado del silo rectangular y tolva cónica.
- **Tanque circular**: tabla de N_θ, M_y, M_θ y Q_y en la pared empotrada, corte, armaduras, losa de fondo y fisuración.
- **Tanque rectangular o cuadrado**: coeficientes de tabla, momentos por agua y por suelo, tracción, cortante, flecha y armaduras.
- **Fisura en pared**: ancho de fisura frente al admisible.

1.2 Unidades y convenciones

Magnitud	Unidad y signo
Longitudes	m; espesores y recubrimientos en cm; anchos de grieta y de fisura en mm
Fuerzas	kgf y t; tanque circular en t/m y t·m/m
Tensiones y presiones	kgf/cm²; presiones de silo en kgf/m²
Signos	+ tracción, − compresión
Silos	Profundidad y medida hacia abajo desde la boca superior

1.3 Límites y fuera de alcance

Fuera de alcance

- Bóvedas cilíndricas, paraboloides y cáscaras no esféricas; flexión de borde de la cúpula; pandeo.
- Sismo, efecto hidrodinámico y viento. Normas ACI 350 y 313 y EN 1991-4.
- Losa de fondo y tapa del tanque rectangular; cimentación; flotación. Tolva piramidal; pretensado.
- Losa plegada con vigas de borde o continuidad entre vanos; planos y planillas de armado.

2 Instalación

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

Archivo	Uso
`CASILOTEX.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

CASILOTEX 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
`CASILOTEX.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 `CASILOTEX.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, CASILOTEX 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 `CASILOTEX.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 `CASILOTEX.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.

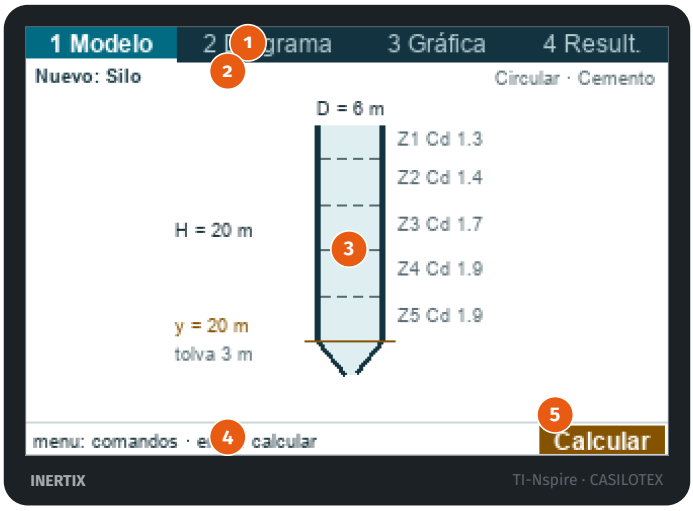
3.3 Mensajes de la pantalla Licencia

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.

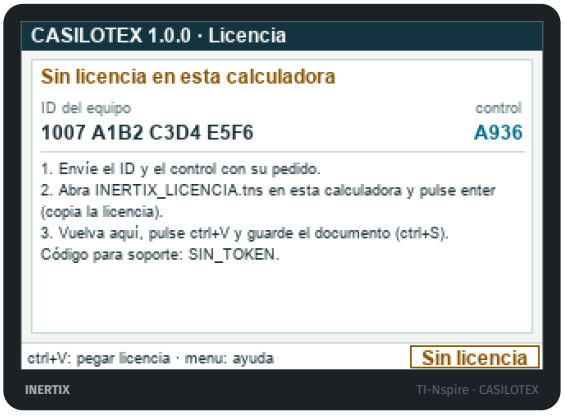
4 La interfaz

4.1 Zonas de la pantalla

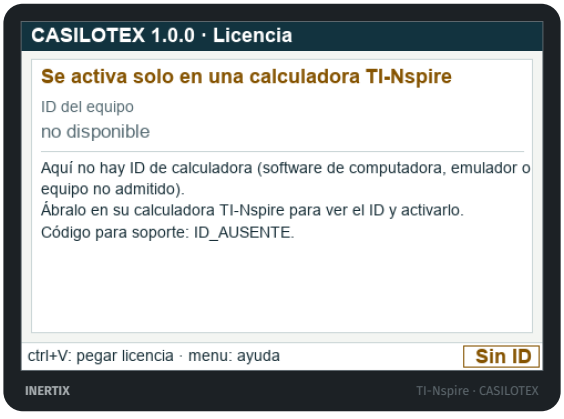


Zona	Uso
1 Pestañas	`1 Modelo`, `2 Diagrama`, `3 Gráfica`, `4 Result.`: vistas del mismo caso. Se eligen con la cifra, con tab o con un clic.
2 Cabecera	Nombre del caso a la izquierda y vista a la derecha.
3 Lienzo	Croquis a escala de la estructura, sus diagramas, la gráfica o la lista de resultados.
4 Barra inferior	Ayuda del momento, avisos breves o lectura del cursor de la gráfica.
5 Insignia	`Calcular` (resultados pendientes; un clic calcula) o `Calculado`.
Menú	menu abre Archivo, Modelo, Cargas, Calcular y Result., con las órdenes de la versión HP. Modelo y Cargas cambian con el tipo de estructura. No hay `Salir`: el documento se cierra desde el sistema.

Sin licencia, el documento solo muestra la pantalla `Licencia` con el ID del equipo; en el software de computadora el programa no se activa y la misma pantalla indica que se activa solo en una calculadora TI-Nspire (CX y CX II).



Sin licencia (ID de ejemplo).

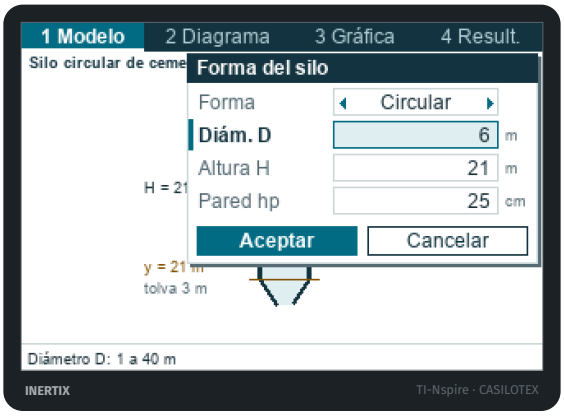


Software de computadora: se activa solo en una calculadora TI-Nspire (CX y CX II).

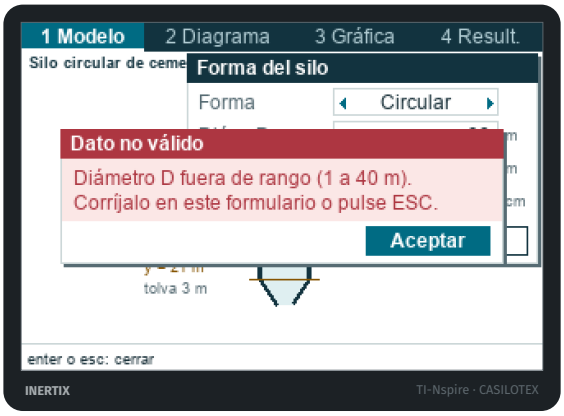
4.2 Teclas

Control	Dónde	Acción
menu	Siempre	Abre las órdenes.
1 a 4, tab	Vista principal	Cambian de pestaña. Si los resultados están pendientes, pregunta si calcula.
enter	Modelo	Calcula; con resultados vigentes abre la geometría.
◀ ▶	Modelo (losa)	Eligen el nudo; ▲ ▼ alternan nudo y placa; enter abre el nudo o muestra la placa; del borra el nudo elegido.
clic	Modelo	En la losa elige un nudo o una placa y un segundo clic lo abre; en las otras estructuras abre la geometría.
▲ ▼	Diagrama	Cambian el diagrama; enter abre el Resumen.
◀ ▶, clic	Gráfica	Mueven el cursor; ▲ ▼ cambian de gráfica; + y − eligen la curva leída.
▲ ▼	Result.	Desplazan las filas; enter abre el Resumen.
◀ ▶	Procedimiento	Sección anterior o siguiente; ▲ ▼ desplazan; (y) recorren las tablas anchas.
esc	—	Cierra formularios, listas, avisos, documentos y procedimientos; en una vista de resultados vuelve al Modelo; en el Modelo quita la selección.

4.3 Formularios y resultados pendientes



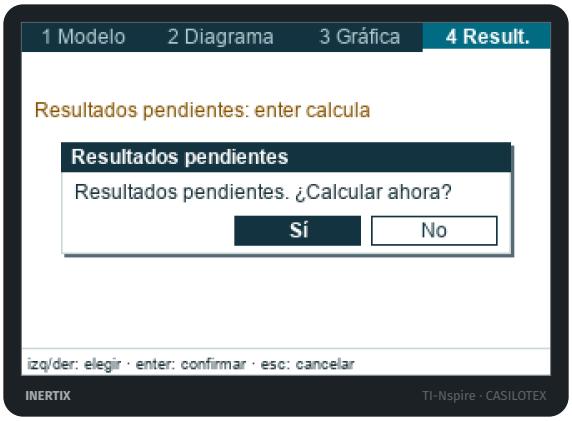
Formulario «Forma del silo»: la nota da el nombre completo y el rango.



Dato fuera de rango: el aviso dice el campo y su rango.

- **Formularios.** ▲ ▼ cambian de campo y ◀ ▶ la opción (enter abre la lista). clear vacía la celda, se escribe el valor (se admiten operaciones + − × ÷ ( ) ^ E) y enter confirma y pasa al campo siguiente. Tras el **último** campo el foco queda en `Aceptar` y otro enter acepta; desde otro campo, tab lleva a `Aceptar` (un segundo tab pasaría a `Cancelar`). esc deshace la edición de la celda; otro esc cancela sin cambios.
- **Validación.** Un dato fuera de rango muestra el campo y su rango; al cerrar el aviso el formulario sigue abierto y el caso **no** cambia (caso OI-6).
- **Material del silo.** Elegir un material de la tabla carga su γ, ϕ, μ y cohesión; el formulario muestra los valores para revisarlos antes de aceptar.

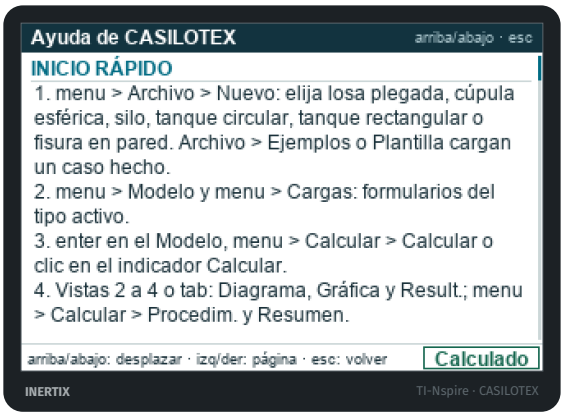
- **Resultados pendientes.** Cualquier cambio de datos deja la insignia en `Calcular` y la barra dice `Datos actualizados: enter calcula`. Las vistas de resultados preguntan si calcula; con `No` el caso se conserva tal cual.



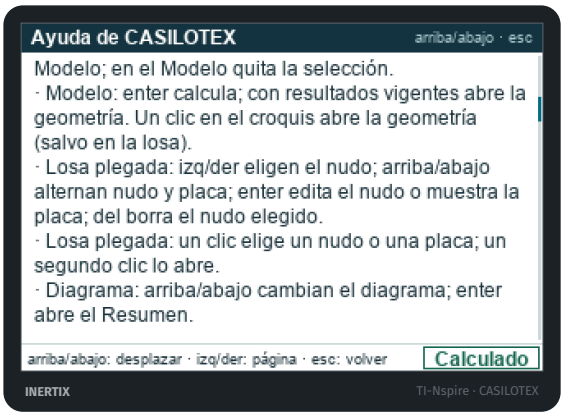
Vista de resultados con el caso pendiente.

4.4 Ayuda integrada

menu **Archivo** → `Ayuda` resume el programa en seis apartados: inicio rápido, vistas y teclas, formularios, órdenes por tipo, unidades e hipótesis, guardado y errores; termina con `ACERCA DE`. ▲ ▼ desplazan, ◄ ► pasan de página y esc vuelve al caso sin cambiarlo. La Ayuda incluye además el apartado `LICENCIA`, y menu **Archivo** → `Licencia` abre la pantalla de la licencia.



Inicio rápido.



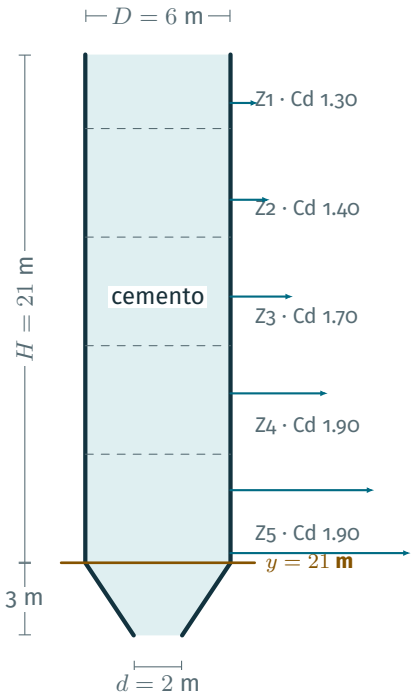
Vistas y teclas.

5 Ejemplo guiado

5.1 Enunciado

Un silo circular de hormigón armado almacena **cemento portland**. Tiene diámetro $D = 6$ m, altura de pared $H = 21$ m, pared de $h_p = 25$ cm y una tolva de 3 m de altura con boca de 2 m. El material entra a 65 °C y el ambiente está a 10 °C.

En la base de la pared ($y = 21$ m) se pide: clasificar el depósito y su flujo; calcular las **presiones estáticas** por Reimbert y por Jaky y las **presiones dinámicas** con el coeficiente de sobrepresión C_d; **verificar el espesor**; diseñar la **armadura horizontal** (material más efecto térmico) y la **vertical**, y comprobar el **ancho de grietas**.



5.2 Datos

Geometría	Valor
Forma	Circular
Diámetro D	6 m
Altura de pared H	21 m
Espesor de pared h_p	25 cm
Tolva: altura h, boca d	3 m, 2 m
Profundidad de análisis y	21 m

Material almacenado	Valor
Cemento portland	$\gamma = 1600$ kgf/m³
Ángulo de rozamiento	$\phi = 27°$
Fricción con la pared	$\mu = 0.40$ (cohesivo)

Hormigón y acero	Valor
f'_c, f_y	250 y 4200 kgf/cm²
E_s	2.1×10^6 kgf/cm²
Recubrimiento r_m	5 cm
Barras	ϕ20 horizontal, ϕ16 vertical

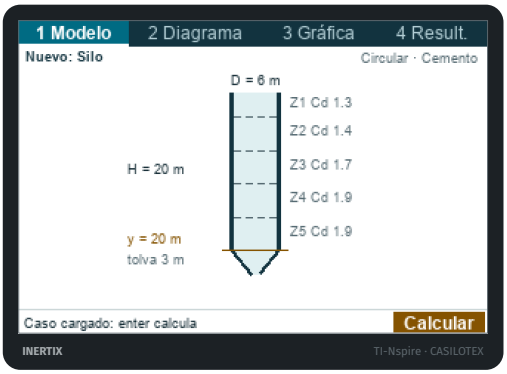
Criterios	Valor
Temperaturas	$t_i = 65$ °C, $t_e = 10$ °C
Coeficiente K	Envolvente (Reimbert y Jaky)
Sobrepresión C_d	Conservador ($H/D = 3.5$ → col. 4)

Fuente: ejemplo *Silo circular de cemento 6x21 m* de CASILOTEX (`Archivo > Ejemplos`). Ejercicio resuelto del tema «Depósitos para materiales granulares» (págs. 6-16) del material de Estructuras Especiales; los valores se verificaron con un cálculo independiente. Las pequeñas diferencias con el texto original (menos del 0.3 %) se deben a que este redondea K a tres decimales.

> **Nota**
> Es el mismo ejemplo de la guía HP Prime, con los mismos 17 pasos y en el mismo orden. Se construye desde menu **Archivo** → Nuevo; cada paso indica las teclas exactas desde el final del anterior.

5.3 Paso a paso

1 Nuevo silo



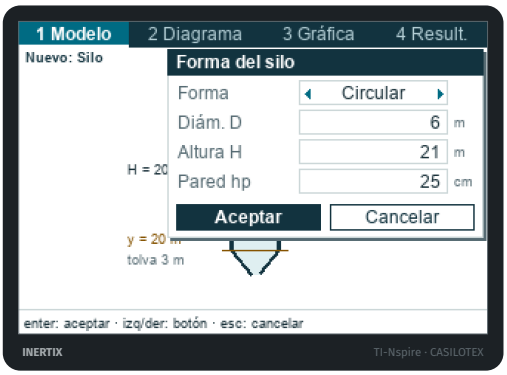
TECLAS

menu **Archivo** → Nuevo 3

menu **Archivo** → Nuevo muestra los seis tipos de estructura; la cifra 3 elige Silo. CASILOTEX dibuja un silo circular de cemento con valores habituales: diámetro de 6 m, tolva de 3 m y las cinco zonas de sobrepresión. **Nuevo reemplaza el caso actual.**

✔ **Debe verse:** Alzado de «Nuevo: Silo» con las zonas Z1 a Z5; insignia «Calcular»

2 Forma: altura H = 21 m y pared hp = 25 cm



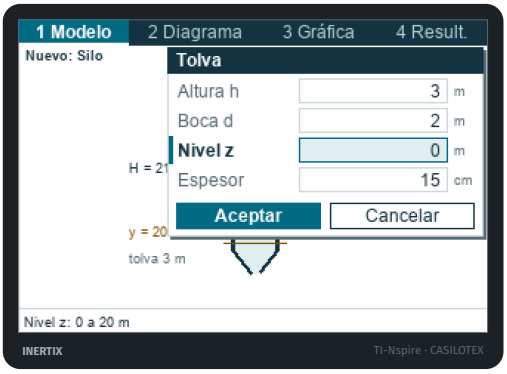
TECLAS

menu **Modelo** → Forma ▼ ×2 clear 2 1 enter clear 2 5 enter

menu **Modelo** → Forma abre el formulario. El diámetro ya vale 6 m; dos veces ▼ llevan a la altura. En cada campo, clear, el valor y enter. Tras el espesor (último campo) el foco queda en Aceptar.

✔ **Debe verse:** Formulario «Forma del silo»: Circular, D = 6, H = 21 m, hp = 25 cm

3 Tolva: boca d = 2 m



TECLAS

enter menu **Modelo** → `Tolva` ▼ clear 2 enter

enter acepta la forma. menu **Modelo** → `Tolva` define la altura de la tolva, la boca y, en el silo circular, el nivel z y el espesor con que se calculan sus esfuerzos.

✔ **Debe verse:** Formulario «Tolva»: h = 3 m, boca d = 2 m, nivel z y espesor

4 Material almacenado: cemento



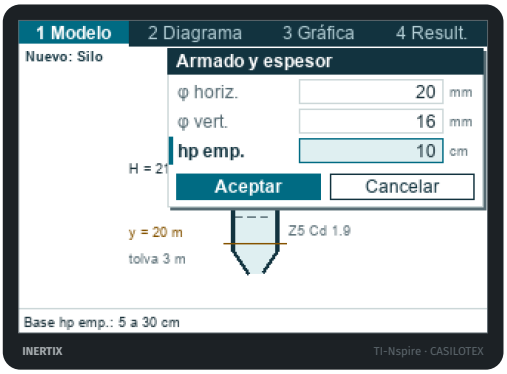
TECLAS

tab enter menu **Modelo** → `Material`

tab y enter aceptan la tolva. El material sale de una tabla de quince materiales granulares con su peso específico, ángulo de rozamiento y fricción con la pared; el cemento ya está elegido.

✔ **Debe verse:** Formulario «Material del silo»: Cemento, γ 1600 kgf/m³, ϕ 27°, μ 0.4, cohesivo Sí

5 Armado: ϕ20 horizontal y ϕ16 vertical



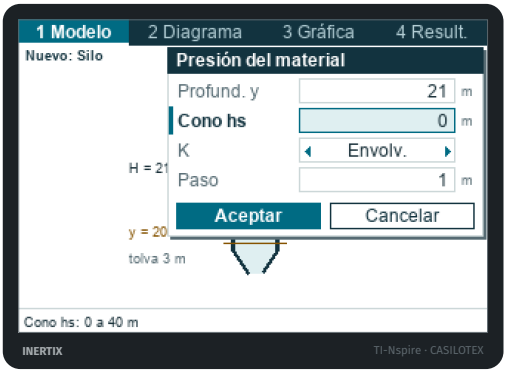
TECLAS

tab enter menu **Modelo** → `Armado` clear 2 0 enter clear 1 6 enter

Los diámetros de barra fijan el número de barras y la separación. `hp emp.` es la base de la fórmula empírica de espesor (10 cm).

✔ **Debe verse:** Formulario «Armado y espesor»: ϕ horizontal 20, ϕ vertical 16 mm, base 10 cm

6 Profundidad de análisis y = 21 m



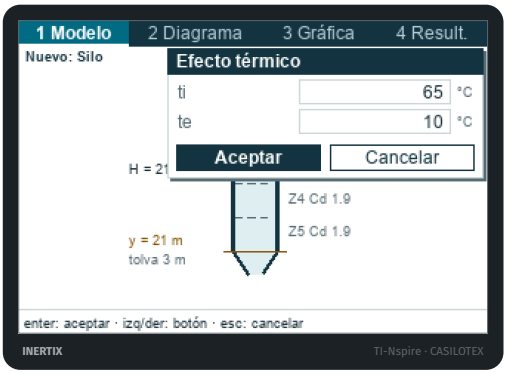
TECLAS

tab enter menu **Cargas** → `Presión` clear 2 1 enter

menu **Cargas** → `Presión` fija la profundidad de diseño, la altura del cono superior y el criterio de K. `Envolvente` toma el mayor valor de Reimbert y de Jaky.

✔ **Debe verse:** Formulario «Presión del material»: y = 21 m, hs = 0, K Envolvente, paso 1 m

7 Efecto térmico: ti = 65 °C, te = 10 °C



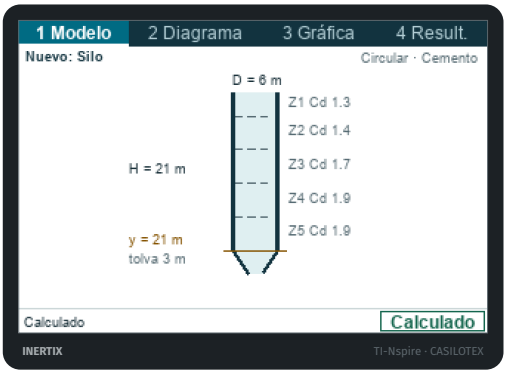
TECLAS

tab enter menu **Cargas** → `Térmico` clear 6 5 enter clear 1 0 enter

El efecto térmico se considera cuando el material está por encima de 45 °C. Los coeficientes de sobrepresión (menu **Cargas** → `Cd`) se dejan en `Conservador`.

✔ **Debe verse:** Formulario «Efecto térmico»: ti = 65 °C, te = 10 °C

8 Aceptar y calcular



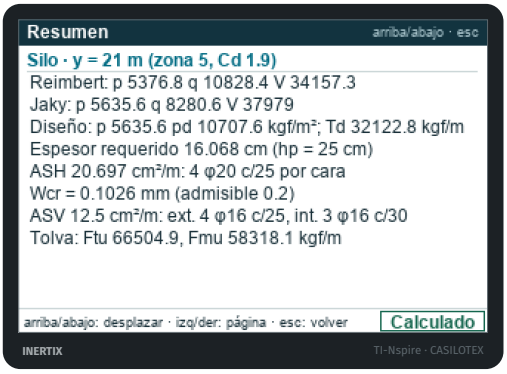
TECLAS

enter menu **Calcular** → `Calcular`

enter acepta las temperaturas y menu **Calcular** → `Calcular` resuelve (también enter en el Modelo o un clic en la insignia). La insignia pasa a `Calculado`.

✔ **Debe verse:** Alzado con y = 21 m en la base; insignia «Calculado»

9 Resumen de resultados



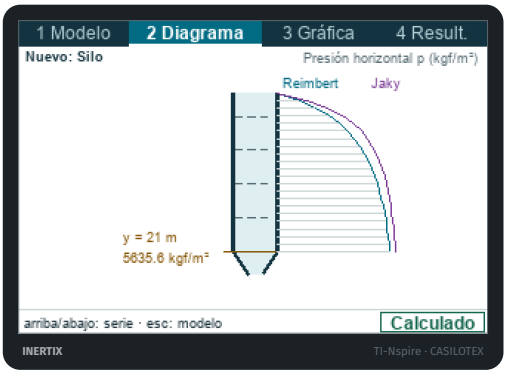
TECLAS

menu **Calcular** → `Resumen`

menu **Calcular** → `Resumen` reúne la clasificación, las presiones de Reimbert y de Jaky, la presión de diseño, el espesor requerido, las armaduras y el ancho de grietas: es la pantalla para comparar con la referencia.

✔ **Debe verse:** Resumen: zona 5, Cd 1.9; Reimbert p 5376.8, Jaky p 5635.6; Td 32122.8; ASH 20.697; Wcr 0.1026 mm

10 Diagrama de presión horizontal



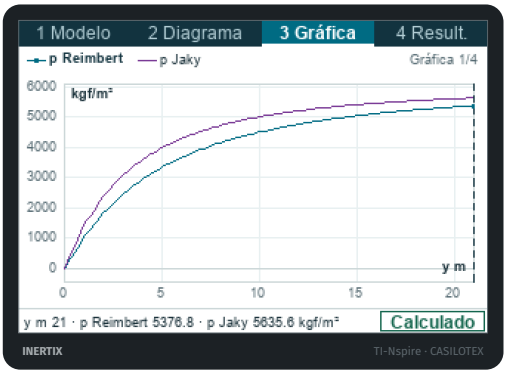
TECLAS

esc 2

esc cierra el resumen y 2 abre `Diagrama`: la presión p sobre la pared, con Reimbert y Jaky en colores distintos y el valor de diseño en $y = 21$ m.

✔ **Debe verse:** Pestaña Diagrama: presión p de Reimbert y de Jaky sobre la pared

11 Gráfica p–y con el cursor en y = 21 m



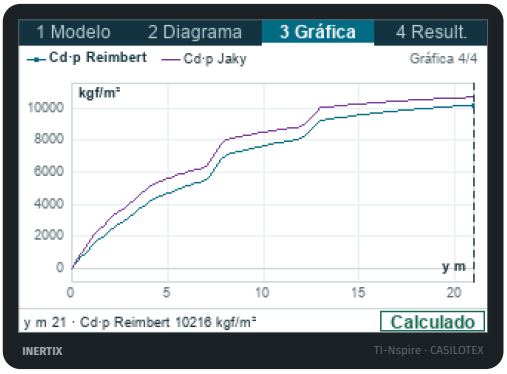
TECLAS

3 **Clic o touchpad:** el extremo derecho de la gráfica

3 abre `Gráfica`: p frente a la profundidad. Un clic en el extremo derecho lleva el cursor a $y = 21$ m (también con ▶). La barra inferior da las dos presiones con su unidad.

✔ **Debe verse:** Curvas p de Reimbert y Jaky; barra inferior: y 21 · p de cada método

12 Serie dinámica Cd·p



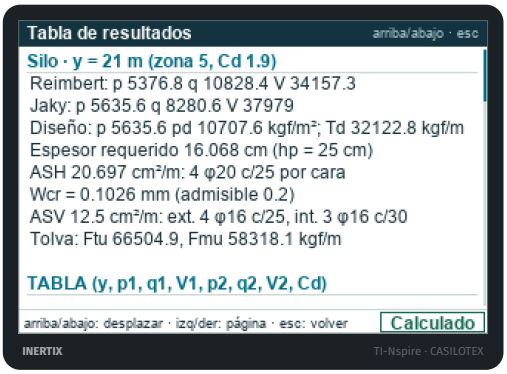
TECLAS

▼ ×3 **Clic o touchpad:** el extremo derecho de la gráfica

▼ cambia de gráfica: presión vertical, fricción y, la cuarta, la presión dinámica $C_d\,p$ con los saltos de cada zona. Al cambiar de gráfica el cursor vuelve al principio; otro clic lo lleva a 21 m. Recorrer la gráfica no recalcula ni cambia los datos.

✔ **Debe verse:** Gráfica 4/4: Cd·p de Reimbert y Jaky con los saltos de cada zona

13 Tabla de presiones cada metro



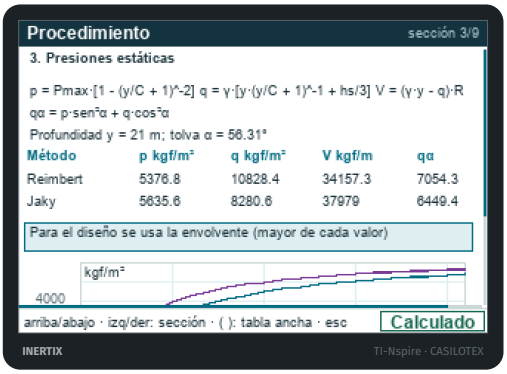
TECLAS

menu **Result.** → `Tabla`

menu **Result.** → `Tabla` añade al resumen las presiones de Reimbert y de Jaky cada metro con su C_d.

✔ **Debe verse:** Resumen más la tabla y, p, q, V de Reimbert y de Jaky, y Cd

14 Procedimiento: presiones estáticas



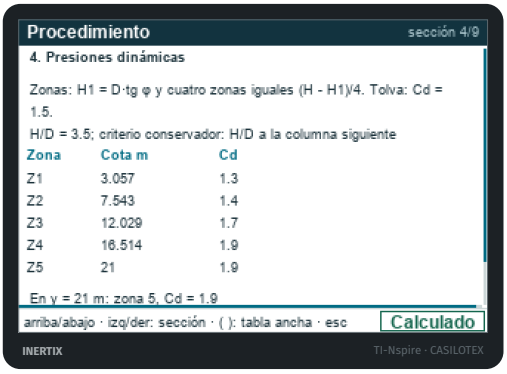
TECLAS

esc menu **Calcular** → `Procedim.` 3

esc y menu **Calcular** → `Procedim.`: la lista muestra las nueve secciones; la cifra 3 abre `Presiones estáticas`: fórmulas de Reimbert y tabla con p, q, V y q_α por los dos métodos.

✔ **Debe verse:** Sección 3/9: fórmulas de Reimbert y tabla con p, q, V y $q\alpha$

15 Presiones dinámicas



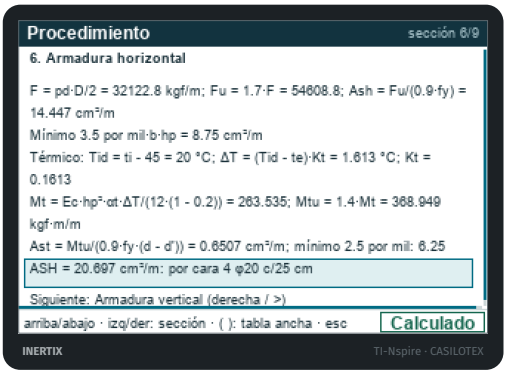
TECLAS

▶

La sección 4 muestra las cotas de las zonas, la columna de la tabla según $H/D = 3.5$ y el C_d de cada zona; en $y = 21$ m, zona 5 y $C_d = 1.90$.

✔ **Debe verse:** Sección 4/9: zonas, cotas y Cd; en y = 21 m zona 5, Cd 1.9

16 Armadura horizontal



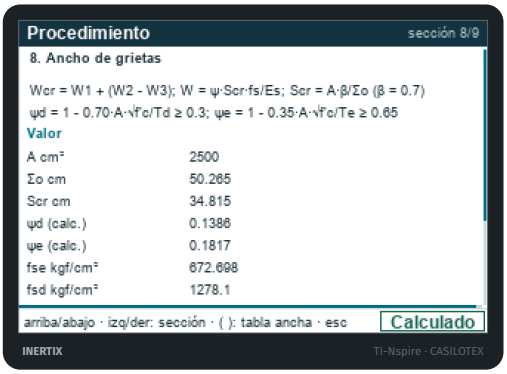
TECLAS

▶ ×2

La sección 6 suma la armadura por la tracción del material y la del efecto térmico (que aquí gobierna por mínimo): 20.697 cm²/m, 4 ϕ20 c/25 en cada cara.

✔ **Debe verse:** Sección 6/9: Ash 14.447, efecto térmico y ASH = 20.697: 4 ϕ20 c/25 por cara

17 Ancho de grietas



TECLAS

▶ ×2

La sección 8 calcula la separación de grietas y el ancho total: 0.1026 mm, por debajo del admisible de 0.2 mm.

✔ **Debe verse:** Sección 8/9: Scr y Wcr = 0.1026 mm $\leq$ 0.2 mm: cumple

5.4 Resultados

CASILOTEX coincide con la referencia
Presiones, tracción, espesor, armaduras y ancho de grieta coinciden con la referencia (tolerancia 10^{-5} relativa en el script de la guía); las cifras de TI-Nspire y de HP Prime son idénticas sin redondear.

Magnitud	Referencia	CASILOTEX	Estado
Clasificación ($1.5\sqrt{A} = 7.976$ m)	Silo	Silo	Coincide
Flujo ($h/d = 1.5 \le 2.5$)	Embudo	Embudo	Coincide
Reimbert: p (kgf/m²)	5376.8	5376.8	Coincide
Reimbert: q (kgf/m²)	10828.4	10828.4	Coincide
Reimbert: V (kgf/m)	34157.3	34157.3	Coincide
Jaky: p (kgf/m²)	5635.6	5635.6	Gobierna
Zona y C_d en $y = 21$ m	5 · 1.90	5 · 1.90	Coincide
$p_d = C_d\,p$ (kgf/m²)	10707.6	10707.6	Coincide
Tracción $T_d = p_d D/2$ (kgf/m)	32122.8	32122.8	Coincide
Espesor mecánico (cm)	16.07	16.07	≤ 25 cm, cumple
A_{sh} material (cm²/m)	14.447	14.447	Coincide
A_{st} térmico calc. / adoptado	0.651 / 6.25	0.651 / 6.25	Manda el mínimo
A_{SH} total (cm²/m)	20.697	20.697	4 ϕ20 c/25 por cara
A_{SV} total (cm²/m)	12.50	12.50	ext. 4 ϕ16 c/25, int. 3 ϕ16 c/30
Ancho de grieta W_{cr} (mm)	0.1026	0.1026	≤ 0.2 mm, cumple

Presiones en la base de la pared ($y = 21$ m). Para el diseño se toma el mayor de Reimbert y Jaky en cada magnitud (envolvente). Tolerancia de la validación: 10^{-6} relativo.

Comprobación a mano

$$K_R = \frac{1-\sin 27^\circ}{1+\sin 27^\circ} = 0.3755, \qquad C = \frac{D}{4\mu K} = \frac{6}{4(0.40)(0.3755)} = 9.986 \text{ m}$$

$$P_{max} = \frac{\gamma D}{4\mu} = \frac{1600(6)}{4(0.40)} = 6000 \text{ kgf/m}^2, \qquad p = P_{max}\left[1-\left(\frac{21}{9.986}+1\right)^{-2}\right] = 5376.8 \text{ kgf/m}^2$$

$$K_J = 1-\sin 27^\circ = 0.5460, \qquad C = 6.868 \text{ m}, \qquad p = 5635.6 \text{ kgf/m}^2$$

$$T_d = C_d\,p\,\frac{D}{2} = 1.90(5635.6)(3) = 32122.8 \text{ kgf/m}$$

$$A_{sh} = \frac{1.7\,T_d}{0.9 f_y} = \frac{54608.8}{3780} = 14.447 \text{ cm}^2/\text{m}$$

5.5 Opciones importantes

Seis casos cortos, uno por cada tipo de estructura que el ejemplo guiado no toca, más el silo rectangular y los errores habituales. Los casos 10 a 13 de la lista de ejemplos se eligen con ▼ (la cifra solo elige del 1 al 9).

5.5.1 OI-1 · Losa plegada: nudos, placas y compensación

Objetivo. Recorrer el modelo de la losa y leer las tensiones longitudinales compensadas.

Datos. Ejemplo 5, `Losa plegada semiprismática 12 m`: seis nudos, vano de 12 m con voladizos de 1 m, $t = 12$ cm, carga viva de 200 kgf/m² (tema «Losas plegadas», págs. 3-17).

1. **Cargar el ejemplo 5.** La cifra 5 elige el ejemplo; los resultados quedan pendientes.

   menu **Archivo** → `Ejemplos` 5
2. **Calcular.** En el Modelo, enter calcula.

   enter
3. **Elegir el nudo 3.** ▶ dos veces elige el nudo 3; la barra lo confirma.

   ▶ ×2
4. **Propiedades del nudo.** enter abre las coordenadas del nudo.

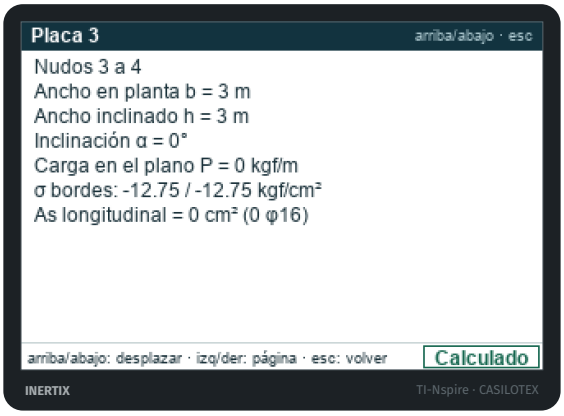
   enter
5. **Información de la placa.** esc cancela; ▲ pasa a la placa 3 y enter muestra su ancho, inclinación y cargas.

   esc ▲ enter
6. **Diagrama de momento transversal.** 2: momento transversal.

   esc 2
7. **Tensiones longitudinales.** ▼: tensiones longitudinales en las aristas.

   ▼
8. **Procedimiento: compensación.** La sección 6 del procedimiento reparte las tensiones entre placas.

   menu **Calcular** → `Procedim.` 6



Información de la placa 3.



Tensiones longitudinales compensadas.

Lectura. Momento en la arista interior -256.41 kgf·m/m; reacción 1162.59 kgf/m; tensiones finales -34.36, $+32.17$ y -12.75 kgf/cm²; armadura longitudinal de la placa 2: 17.46 cm². Si dos placas seguidas quedan paralelas, el cálculo se detiene con «el nudo no es un pliegue».

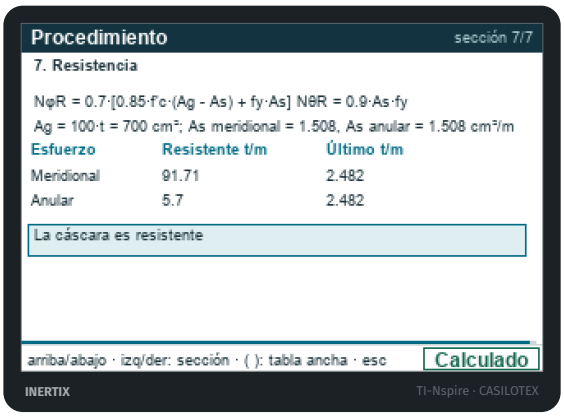
5.5.2 OI-2 · Cúpula con linterna: membrana y resistencia

Objetivo. Leer los esfuerzos de membrana y la verificación por resistencia. **Datos.** Ejemplo 8: radio 7 m, $t = 7$ cm, $\phi = 90°$, linterna de 3.5 m, carga viva de 300 kgf/m².

1. **Cargar el ejemplo 8.** Cargue el ejemplo 8.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` 8
2. **Calcular.** Calcule.
   menu **Calcular** → `Calcular`
3. **Diagrama Nϕ y Nθ.** 2: N_ϕ y N_θ sobre el meridiano, con el eje neutro.
   2
4. **Gráfica frente a ϕ.** 3: los dos esfuerzos frente a ϕ; la barra lee ϕ y ambos valores.
   3
5. **Procedimiento: totales y eje neutro.** Procedimiento, sección 4: totales y eje neutro.
   menu **Calcular** → `Procedim.` 4
6. **Resistencia.** Sección 7: resistencias meridional y anular frente a los esfuerzos últimos.
   ▶ ×3



N_ϕ y N_θ en el meridiano.



Verificación por resistencia.

Lectura. $\phi_0 = 30°$; en el borde $N_\phi = -1805.9$ y $N_\theta = +1805.9$ kgf/m; eje neutro a 57.69°; espesor requerido 1.07 cm; $N_{\phi R} = 91.7$ t: la cáscara resiste.

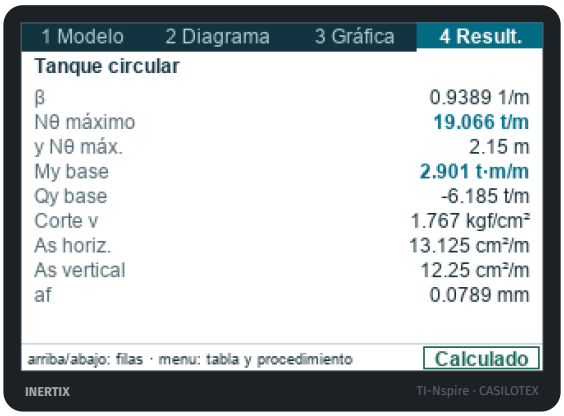
5.5.3 OI-3 · Tanque circular: gráfica de esfuerzos

Objetivo. Recorrer la gráfica de la pared y ubicar el máximo de N_θ. **Datos.** Ejemplo 9: $D = 11$ m, $H = 5$ m, pared de 35 cm, losa de 50 cm, sobrepresión 1.3.

1. **Cargar el ejemplo 9 y calcular.** Cargue el ejemplo 9 y calcule.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` 9 enter
2. **Gráfica Nθ con el máximo.** 3: N_θ en altura; el máximo exacto del motor está marcado.
   3
3. **Recorrer con el cursor.** ▶ mueve el cursor de muestra en muestra; el caso no cambia.
   ▶ ×4
4. **Siguiente gráfica.** ▼: siguiente gráfica (M_y).
   ▼
5. **Resultados.** 4: resultados principales.
   4
6. **Procedimiento: esfuerzos en la pared.** Procedimiento, sección 2: tabla de N_θ, M_y, M_θ y Q_y.
   menu **Calcular** → `Procedim.` 2



N_θ con el máximo marcado.



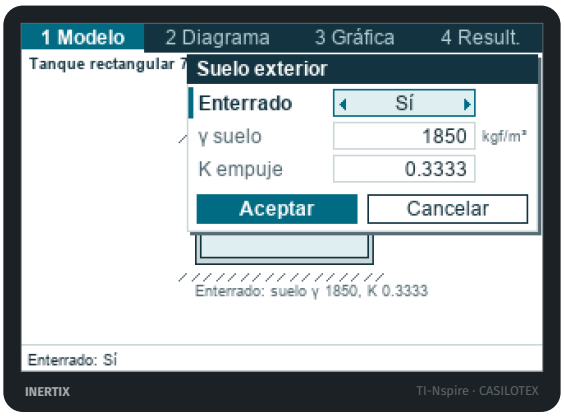
Pestaña Result.

Lectura. $\beta = 0.9389$ 1/m; N_θ máximo 19.07 t/m en $y = 2.15$ m (entre las muestras de la tabla cada 0.5 m); $M_y(0) = 2.901$ t·m/m; $Q_y(0) = -6.185$ t/m.

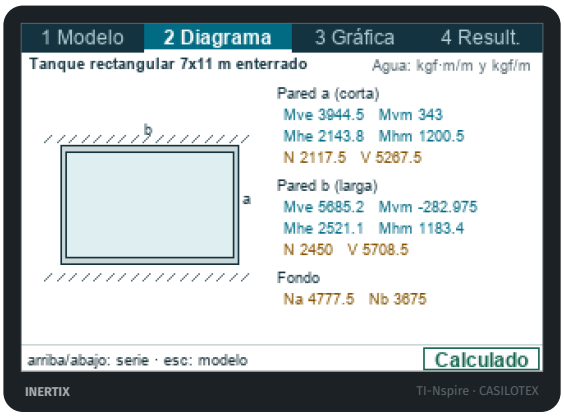
5.5.4 OI-4 · Tanque rectangular enterrado

Objetivo. Ver el empuje del suelo y los valores por pared. **Datos.** Ejemplo 12: 7 × 11 m, $H = 3.5$ m, pared de 40 cm, suelo con $K = 1/3$.

1. **Cargar el ejemplo 12.** Cargue el ejemplo 12.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` ▼ ×11 enter
2. **Revisar el suelo exterior.** menu **Cargas** → `Suelo`: enterrado, γ del suelo y K.
   menu **Cargas** → `Suelo`
3. **Cancelar y calcular.** esc cancela sin cambios y enter calcula.
   esc enter
4. **Valores por pared.** 2: momentos, cortante y tracción de cada pared.
   2
5. **Procedimiento: armaduras.** Procedimiento, sección 6: armaduras por cara.
   menu **Calcular** → `Procedim.` 6



Suelo exterior.



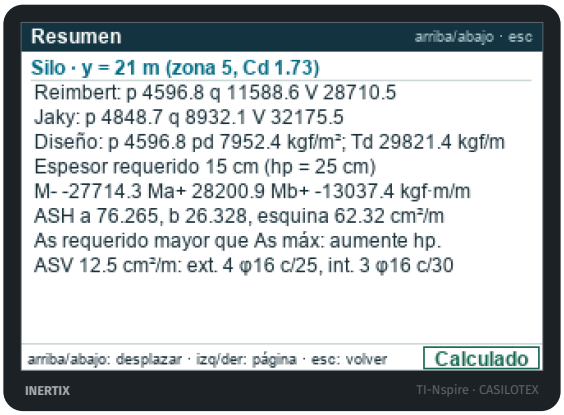
Valores por pared.

Lectura. M_{ve} 3944.5 (pared corta) y 5685.2 kgf·m/m (pared larga); tracción por agua 2117.5 y 2450 kgf/m; $A_{svi} = 9.20$ cm²/m en la pared corta.

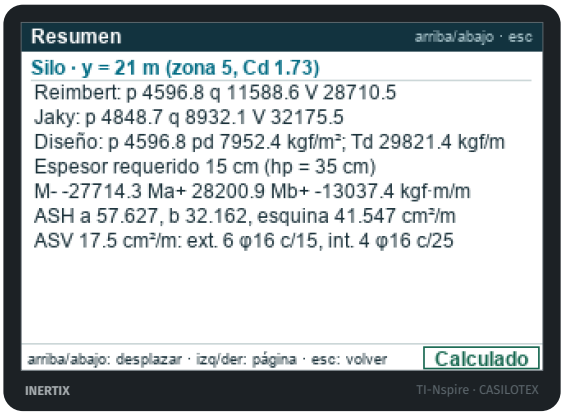
5.5.5 OI-5 · Silo rectangular: Cd interpolado y aviso de As máx

Objetivo. Leer un aviso de diseño y corregirlo. **Datos.** Ejemplo 2: 7.5 × 4 m, $h_p = 25$ cm.

1. **Cargar el ejemplo 2.** Cargue el ejemplo 2.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` 2
2. **Criterio de sobrepresión.** menu **Cargas** → `Cd`: el caso usa `Interpolado`.
   menu **Cargas** → `Cd`
3. **Cancelar y calcular.** esc y enter: calcula.
   esc enter
4. **Resumen con el aviso.** El Resumen avisa «As requerido mayor que As máx: aumente hp.»
   menu **Calcular** → `Resumen`
5. **Aumentar hp a 35 cm.** menu **Modelo** → `Forma`: $h_p = 35$ cm en el último campo; enter acepta.
   esc menu **Modelo** → `Forma` ▼×4 clear 3 5 enter×2
6. **Recalcular y revisar.** Recalcule y abra el Resumen: el aviso desaparece.
   enter menu **Calcular** → `Resumen`



Aviso con $h_p = 25$ cm.



Sin aviso con $h_p = 35$ cm.

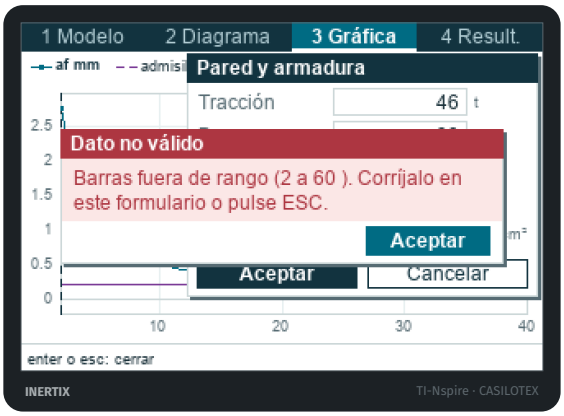
Lectura. $C_d = 1.73$ (interpolado); $M^- = -27714$ y $M_a^+ = 28201$ kgf·m/m. Con 25 cm, la pared a pide 76.27 cm²/m frente a un máximo de 38.71: CASILOTEX no recorta la armadura, pide más espesor. Con 35 cm pide 57.63 frente a 58.06 y cumple (35 cm es un cálculo de esta guía, no de la fuente).

5.5.6 OI-6 · Fisura: dato no válido, corrección, guardar y abrir

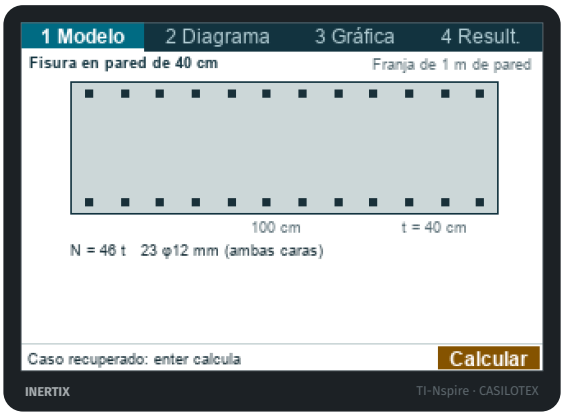
Objetivo. Ver qué protege el caso. **Datos.** Ejemplo 13: $N = 46$ t, 20 barras ϕ12, $t = 40$ cm.

1. **Cargar el ejemplo 13 y calcular.** Cargue el ejemplo 13 y calcule: $a_f = 0.234$ mm > 0.20, no cumple.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` ▼×12 enter×2
2. **Gráfica af frente al número de barras.** 3: a_f frente al número de barras; la admisible va discontinua.
   3
3. **Barras = 99 (fuera de rango).** menu **Modelo** → `Datos`, barras = 99: aviso «fuera de rango (2 a 60)»; el formulario sigue abierto.
   menu **Modelo** → `Datos` ▼ clear 9×2 enter tab enter

4. **Corregir a 23 barras.** esc cierra el aviso y otro cancela; vuelva a abrir y escriba 23.
   esc ×2 menu **Modelo** → `Datos` ▼ clear 2 3 enter tab enter
5. **Recalcular.** Recalcule: $a_f = 0.198$ mm, cumple.
   enter
6. **Guardar el documento.** ctrl + S guarda el documento con los datos del caso.
   (ctrl+S: on.save)
7. **Abrir el documento.** Al abrirlo, los datos son los mismos y la barra dice `Caso recuperado: enter calcula`.
   (abrir el .tns: on.restore)
8. **Calcular de nuevo.** enter recalcula: el mismo a_f.
   enter



Dato fuera de rango.

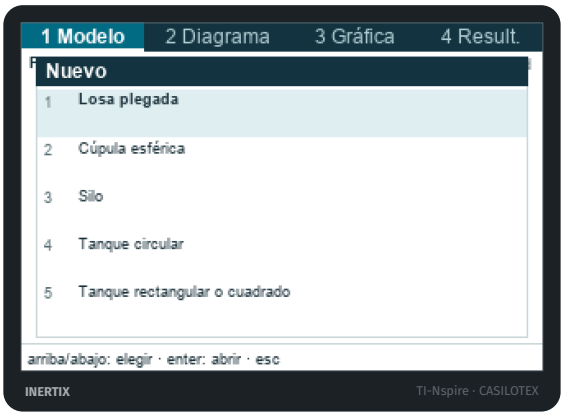


Documento reabierto: resultados pendientes.

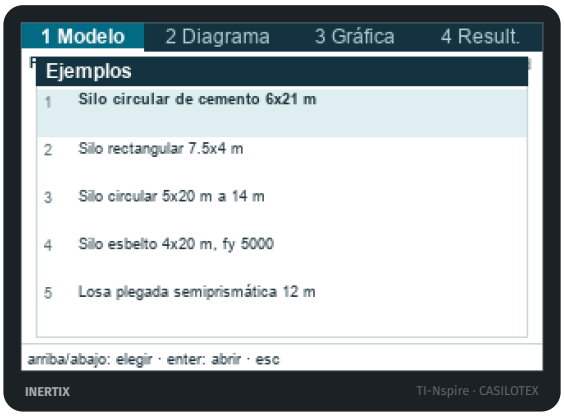
Lectura. $\sigma_a = 2033.6$ kgf/cm² con 20 barras. En TI-Nspire no existe el corte con ON de la HP Prime.

6 Referencia de menús y opciones

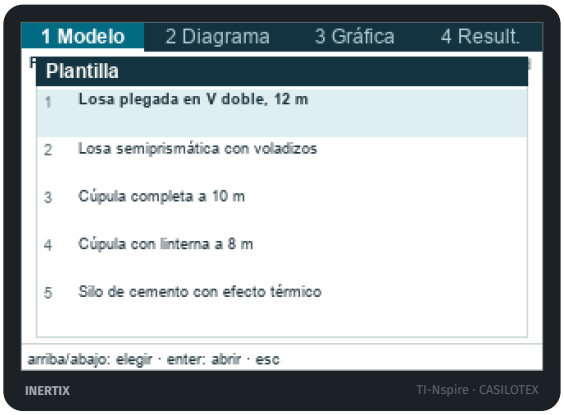
Categoría	Orden	Qué hace
Archivo	Nuevo	Seis tipos: losa plegada, cúpula, silo, tanque circular, tanque rectangular o cuadrado, fisura. Valores habituales, sin calcular.
	Plantilla	Diez casos típicos para adaptar.
	Ejemplos	Trece ejercicios resueltos con referencia; cargan datos sin calcular.
	Ayuda	Ayuda integrada.
	Licencia	Pantalla Licencia: estado, ID y control.
Modelo	Losa: Selec., Nudo+, Nudo-, Sección, Luz	Selección de nudos y placas; agregar y borrar nudos; espesor, materiales y barras; luz, voladizo y γ.
	Cúpula: Geometría, Material, Armado	Radio, espesor, ϕ final y linterna; materiales; barras.
	Silo: Forma, Tolva, Material, Concreto, Armado	Circular, rectangular o poligonal; tolva; material almacenado; hormigón y acero; barras.
	Tanque circular: Geometría, Material, Armado	R, H, h_p, h_f; materiales; barras, fisura admisible.
	Tanque rect.: Geometría, Material	Lados, H, espesores; f_s de flexión y tracción, barras.
	Fisura: Datos	Tracción, barras, diámetro, espesor, E_s.
Cargas	Losa / cúpula: Cargas	Acabados o impermeabilización y carga viva en planta.
	Silo: Presión, Cd, Térmico	y, h_s, criterio de K y paso de tabla; C_d conservador, interpolado o manual; temperaturas.
	Tanque circular: Líquido, Losa	γ, sobrepresión y paso; momento de la losa (34 % o 40.8 % de $P\,R$) y sobrecarga.
	Tanque rect.: Líquido, Suelo	γ del líquido; enterrado, γ del suelo y K.
	Fisura: Límite	Ancho admisible.
Calcular	Calcular, Procedim., Resumen	Resuelve; procedimiento por secciones (7 en losa y cúpula, 7 a 9 en silos, 8 en tanque circular, 6 en tanque rectangular, 2 en fisura); resumen.
Result.	Modelo, Diagrama, Gráfica	Abren las pestañas 1 a 3.
	Serie	Siguiente diagrama o gráfica.
	Tabla	Resumen con las tablas completas.



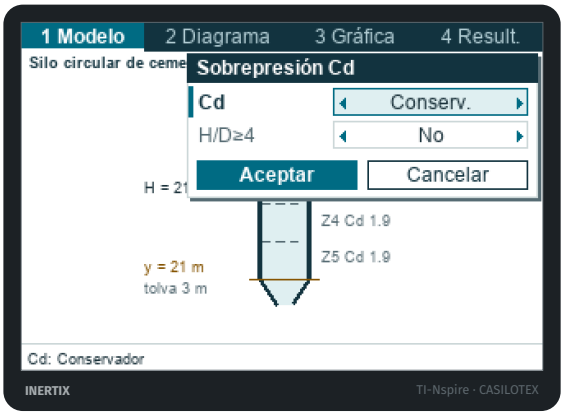
menu **Archivo** → `Nuevo`.



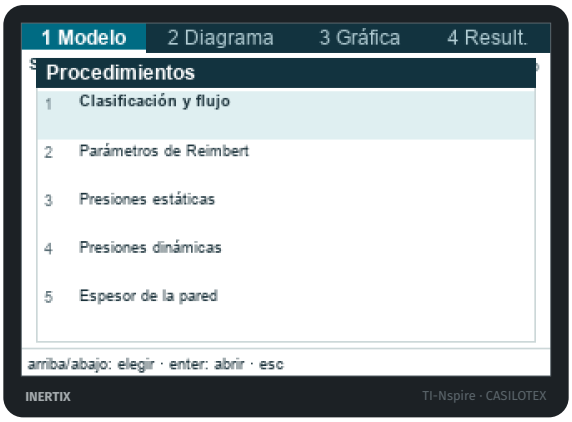
menu **Archivo** → `Ejemplos`.



menu **Archivo** → `Plantilla`.



menu **Cargas** → `Cd`.



menu **Calcular** → `Procedim`.

7 Fundamento teórico breve

7.1 Silos: Reimbert y Jaky

$$K = \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}\ \text{(Reimbert)}, \qquad K = 1-\sin\phi\ \text{(Jaky)}$$
$$C = \frac{D}{4\mu K} - \frac{h_s}{3}, \qquad P_{max} = \frac{\gamma D}{4\mu}, \qquad p = P_{max}\left[1-\left(\frac{y}{C}+1\right)^{-2}\right]$$
$$p_d = C_d\, p, \qquad T_d = p_d\,\frac{D}{2}, \qquad A_{sh} = \frac{1.7\,T_d}{0.9\,f_y}$$

Donde: γ, ϕ, μ del material; h_s altura del cono superior; C_d coeficiente de sobrepresión de la zona. En silos rectangulares cada pared usa sus propias C, P_{max} y radio hidráulico, y el marco cerrado da $M^- = -(p_{da}a^3 + p_{db}b^3)/(12(a+b))$.

7.2 Losas plegadas

$$M_{k-1}L_{k-1} + 2M_k(L_{k-1}+L_k) + M_{k+1}L_k = -\frac{q_{T,k-1}L_{k-1}^3}{4} - \frac{q_{T,k}L_k^3}{4}$$
$$\sigma = \pm\frac{P\,(L^2/8)}{t\,h^2/6}$$
$$D_{ij} = \frac{A_i}{A_i + A_j} \qquad \text{(compensación; transmisión } -0.5)$$

7.3 Cúpulas (membrana)

$$N_\phi = -\frac{g\,a}{1+\cos\phi}, \qquad N_\theta = g\,a\left(\frac{1}{1+\cos\phi} - \cos\phi\right) \qquad \text{(peso propio, cúpula completa)}$$
$$N_\phi = -\frac{p\,a}{2}, \qquad N_\theta = -\frac{p\,a}{2}\cos 2\phi \qquad \text{(carga viva en planta)}$$

Donde: Con linterna abierta de ángulo ϕ_0 se usan las expresiones con $\cos\phi_0$ y $\sin\phi_0$ que muestra el procedimiento.

7.4 Tanques y fisura

$$\beta = \left[\frac{3(1-\nu^2)}{h_p^2 R^2}\right]^{1/4}, \qquad M_y(0) = \frac{\gamma_c R\,h_p}{\sqrt{12(1-\nu^2)}}\left(H - \frac{1}{\beta}\right), \qquad M = \alpha\,q\,h^2\ \text{(tablas)}$$
$$W_{cr} = \psi\,S_{cr}\,\frac{f_s}{E_s}, \qquad S_{cr} = \frac{A\,\beta}{\Sigma_o}$$

8 Preguntas frecuentes

¿Por qué los resultados difieren un poco de los del ejercicio original?

Algunos ejercicios redondean coeficientes ($K = 0.376$, la constante 0.295 de los tanques). CASILOTEX usa los valores exactos; las diferencias son menores del 0.3 %.

¿Qué columna de la tabla de sobrepresión usa?

Por defecto, la conservadora. En menu **Cargas** → `Cd` se puede interpolar (caso OI-5), dar valores manuales por zona o usar la columna $H/D \geq 4$.

El silo rectangular avisa «As requerido mayor que As máx».

La pared necesita más espesor: aumente h_p en menu **Modelo** → `Forma` (caso OI-5). CASILOTEX no recorta la armadura.

¿Mover el cursor de una gráfica cambia el caso?

No: solo consulta las muestras del motor. Al cambiar de gráfica el cursor vuelve al principio.

La losa plegada da «placas paralelas».

Dos placas seguidas con la misma inclinación no forman un pliegue: mueva el nudo intermedio o bórrelo con menu **Modelo** → `Nudo-`.

¿Se guardan los resultados en el documento?

Se guardan los datos del caso. Al abrir, los resultados quedan pendientes y basta con calcular.

¿Existe el corte con la tecla ON de la HP?

No. En TI-Nspire el cálculo no se interrumpe así; ese aviso de la guía HP no se aplica.