INERTIX

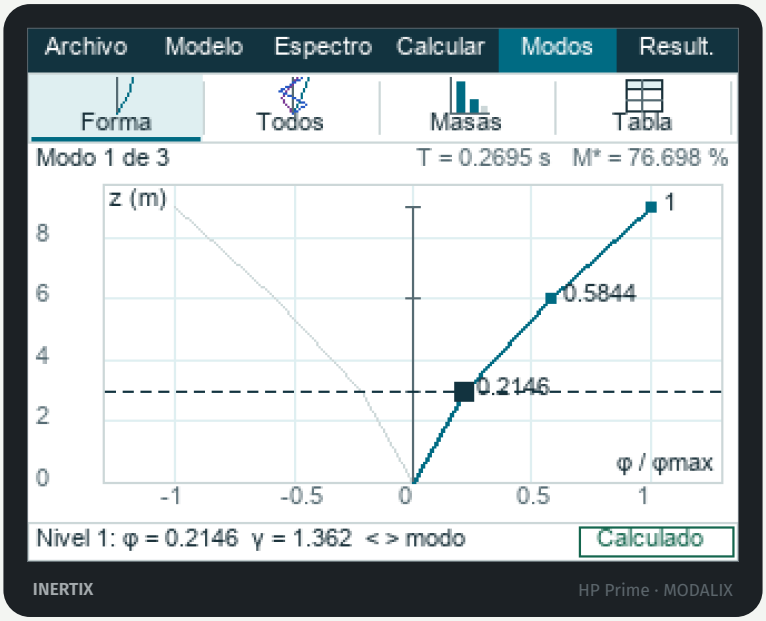
Programas de ingeniería civil para HP Prime

GUÍA DE USO

MODALIX

Análisis modal espectral de edificios

Versión 1.0 **HP Prime G1 · G2** Dinámica estructural y sísmica · Octubre de 2026



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

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 **6**

4.1. Zonas de la pantalla . . . 7

4.2. Teclas . . . 7

5. Ejemplo guiado **9**

5.1. Enunciado . . . 9

5.2. Datos . . . 9

5.3. Paso a paso . . . 9

5.4. Resultados . . . 16

5.5. Comprobación . . . 16

5.6. Opciones importantes . . . 17

5.6.1. OI-1 · Matriz K completa de un pórtico . . . 17

5.6.2. OI-2 · Espectro E.030-2018 y control de derivas . . . 18

5.6.3. OI-3 · Espectro de diseño por tabla . . . 18

5.6.4. OI-4 · Rigidez desde columnas y diagnóstico . . . 19

5.6.5. OI-5 · Regla de combinación y número de modos . . . 20

5.6.6. OI-6 · Métodos clásicos en 2 GDL . . . 21

5.7. Errores y avisos . . . 22

6. Referencia de menús y opciones **23**

6.1. 1 · Archivo . . . 23

6.2. 2 · Modelo . . . 23

6.3. 3 · Espectro . . . 24

6.4. 4 · Calcular 25
6.5. 5 · Modos 25
6.6. 6 · Result. 25

7. Fundamento teórico breve **26**

8. Novedades de la E.030-2026 **27**
8.1. Espectro E.030-2026 27

9. Preguntas frecuentes **28**

1 Presentación y alcance

MODALIX hace el análisis modal espectral de un edificio de 1 a 12 niveles en la calculadora HP Prime: periodos y formas modales, participación de masa y respuesta sísmica combinada con SRSS, CQC y ABS, con espectro NBDS-2023, E.030-2018, E.030-2026 o una tabla propia. El modelo se dibuja y se edita nivel a nivel en pantalla, y cada resultado tiene su procedimiento paso a paso y su comparación con métodos clásicos. Está pensado para estudiantes y profesionales de ingeniería estructural.

1.1 Qué calcula

- **Modelo:** edificio de corte (una k por entrepiso) o matriz **K** completa; asistente de rigidez con columnas ($\sum 12EI/h^3$ o $\sum 3EI/h^3$).
- **Modos:** ω, f, T y ϕ (escala por masa, máximo = 1 o cubierta = 1); L, M^*, Γ, masa efectiva y su porcentaje acumulado.
- **Espectro:** NBDS-2023 (con τ topográfico), E.030-2018, E.030-2026 o tabla T–S_a de diseño.
- **Respuesta:** por modo y combinada con SRSS, CQC y ABS: desplazamientos, derivas, fuerzas, cortantes y momentos de vuelco; deriva inelástica $C_d\,\Delta/h$ frente al límite y V_b/W.
- **Métodos con procedimiento:** Jacobi (motor), iteración inversa (Stodola), polinomio característico ($N \le 5$), cociente de Rayleigh, Holzer (edificio de corte) y reglas de combinación.

1.2 Unidades y convenciones

Magnitud	Unidad (SI · MKS)
Masa	t en los dos sistemas
Rigidez	kN/m · tf/cm (1 tf/cm = 980.665 kN/m)
Fuerza y cortante	kN · tf
Desplazamiento	mm · cm
Altura	m
Aceleración espectral	S_a en g; g = 9.80665 m/s^2
Niveles	Se numeran de abajo arriba; la k del nivel i es la del entrepiso que hay debajo.

1.3 Límites y fuera de alcance

Fuera de alcance

- Masas concentradas (**M** diagonal) y un grado de libertad lateral por nivel: análisis en una dirección, **sin torsión**.
- De 1 a 12 niveles. El polinomio característico solo está disponible con $N \le 5$, y el método de Holzer solo con edificio de corte.
- **No escala** el cortante modal al cortante estático equivalente.
- Los factores F_a y F_v de NBDS-2023 se toman de la tabla del programa; con suelo S5 los introduce el usuario. C_d y el límite de deriva son datos que debe fijar el usuario según su norma y sistema estructural.

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: `MODALIX.hpappdir`;
  - el archivo de licencia: `LIC_MODALIX.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 `MODALIX.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*. MODALIX aparece allí con su icono.
5. Toque el icono de MODALIX 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

MODALIX 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 MODALIX 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: `MODALIX.hpappdir`;
   - el archivo de licencia: `LIC_MODALIX.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 MODALIX 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.

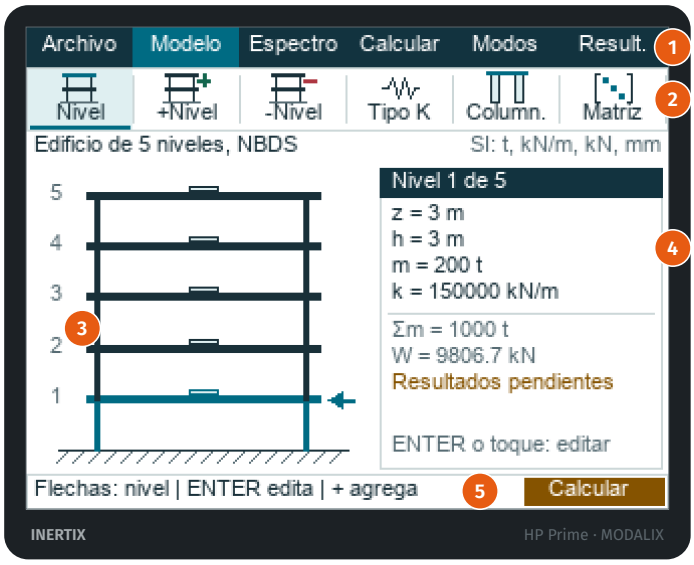
No modifique el contenido del archivo de licencia. Si el problema persiste, escriba al asistente técnico o directamente a Ing. Carlos Paredes Aguilar (+591 73842694) o a Ing. Samuel Huarachi Flores (+591 63562947).

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 abrir MODALIX aparece un edificio de 5 niveles por defecto, sin calcular, listo para editarlo o para empezar uno nuevo.



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

4.1 Zonas de la pantalla

Zona	Para qué sirve
1 Barra de menú	Seis categorías; se abren con las teclas 1 a 6.
2 Cinta	Órdenes de la categoría activa.
3 Lienzo	Edificio, gráficas de modos, espectro y perfiles de resultados.
4 Tarjeta	Datos del nivel seleccionado, peso total y estado del cálculo.
5 Línea de estado	Mensajes y botón `Calcular` (ámbar) o `Calculado` (verde).

4.2 Teclas

Tecla	Acción
1 … 6	Abre la categoría del menú y pone el foco en su cinta.
◄ ►	En la cinta, recorren las órdenes; en las gráficas, cambian de modo o mueven el cursor; en un campo en edición, mueven el cursor del texto.
▲ ▼	En el lienzo, suben o bajan de nivel; en un formulario, cambian de campo.
Enter	Activa la orden, edita el nivel o el campo y acepta.
Del	Borra el carácter anterior al cursor; en el lienzo, quita el nivel seleccionado.
+	En el lienzo, agrega un nivel (copia del seleccionado).
Esc	Vuelve atrás o cancela.

Edición en la celda

Al entrar en un campo, su valor queda seleccionado: el primer número que se teclea lo reemplaza y Del lo vacía. Con ◄ ► se mueve el cursor dentro del número. Un campo que se confirma vacío conserva su valor anterior.

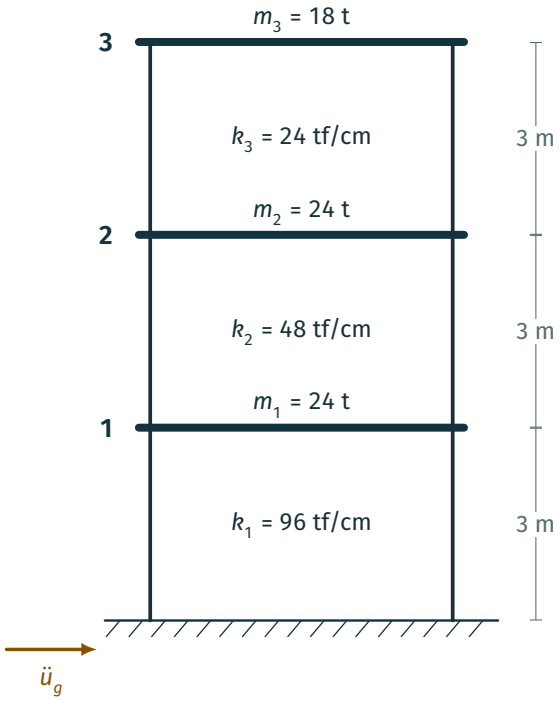
Resultados pendientes

Cualquier cambio en los datos deja los resultados **pendientes**: el botón de la línea de estado pasa a `Calcular` y las vistas de resultados piden recalcular. Recorrer una gráfica nunca recalcula.

5 Ejemplo guiado

5.1 Enunciado

Un edificio de **3 niveles** se modela como **edificio de corte**: losas rígidas con la masa concentrada y un desplazamiento lateral por nivel. Se piden los **periodos y formas modales**, la **participación de masa** y la **respuesta espectral** combinada con CQC (desplazamientos, derivas y cortantes) con el espectro NBDS-2023 que MODALIX propone por defecto, y se comprueba que las derivas inelásticas no superan el límite.



5.2 Datos

Nivel	h (m)	m (t)	k (tf/cm)
1	3	24	96
2	3	24	48
3 (cub.)	3	18	24

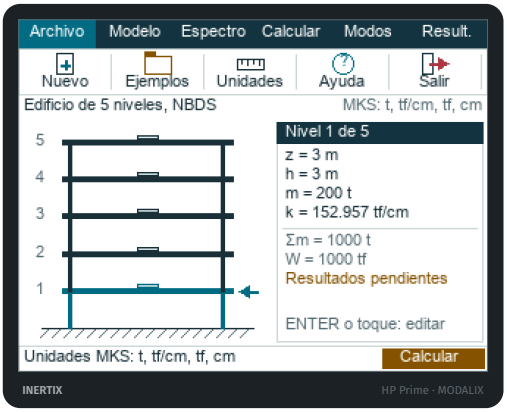
Espectro y diseño	Valor
Norma	NBDS-2023
S_0, suelo, τ	0.10 g, S3, 1
I_e, R, C_d	1, 5, 5
Deriva límite	0.007
Combinación	CQC, ζ = 0.05
Modos	automático (90 % de masa)

Unidades MKS de MODALIX: masa en t, rigidez en tf/cm, fuerza en tf, desplazamiento en cm (1 tf/cm = 980.665 kN/m; g = 9.80665 m/s^2). La k de cada nivel es la del entrepiso que hay debajo.

5.3 Paso a paso

El modelo se construye desde cero con el teclado: primero un edificio uniforme y después se corrige la rigidez de los niveles 2 y 3.

1 Elegir unidades MKS (t, tf/cm, tf, cm)



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

1 ▶ ×2 Enter ▼ Enter

1 Archivo Unidades abre la lista de sistemas de unidades. Se elige MKS porque los datos del ejemplo vienen en tf/cm. El motor trabaja siempre en SI; el cambio solo afecta a cómo se introducen y se muestran los valores.

✔ **Debe verse:** Línea de estado: «Unidades MKS: t, tf/cm, tf, cm»

2 Nuevo edificio de corte de 3 niveles



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

1 Enter 3 Enter ▼ 2 4 Enter 1 8 Enter 9 6 Enter 0 Enter

1 Archivo Nuevo abre un formulario con valores típicos. Se teclean 3 niveles, se deja *h* = 3 m y se escriben la masa de los niveles (24 t), la de la cubierta (18 t) y la rigidez de la base (96 tf/cm), con reducción 0. Cada Enter acepta el campo y pasa al siguiente.

✔ **Debe verse:** Formulario «Nuevo edificio de corte»: N = 3, h = 3 m, m = 24 t, techo 18 t, k = 96 tf/cm, reducción 0; foco en Aceptar

3 Aceptar: tres niveles con la misma rigidez



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

Enter

Al aceptar se dibuja el edificio con *k* = 96 tf/cm en los tres entrepisos. Nuevo también vuelve a poner el espectro NBDS-2023 por defecto, por eso la línea de estado lo avisa.

✔ **Debe verse:** Lienzo con 3 niveles; tarjeta del nivel 1 con k = 96 tf/cm y «Resultados pendientes»

4 Rigidez del entrepiso 2: 48 tf/cm



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

▲ Enter ▼×2 4 8 Enter×2

Con ▲ se selecciona el nivel 2 y Enter abre su formulario. Se baja a `Rigidez k`, se teclea 48 y se acepta. La tarjeta de la derecha muestra el nuevo valor.

✔ **Debe verse:** Nivel 2 seleccionado; su tarjeta muestra k = 48 tf/cm

5 Rigidez del entrepiso 3: 24 tf/cm



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

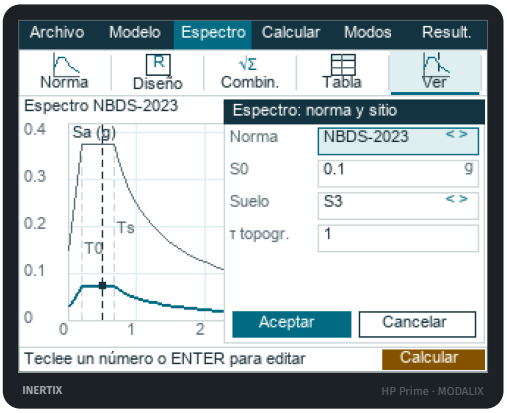
TECLAS

▲ Enter ▼×2 2 4 Enter×2

Igual que en el paso anterior, ahora para el nivel 3 (cubierta). El modelo queda con *k* = 96, 48 y 24 tf/cm, como en el enunciado.

✔ **Debe verse:** Nivel 3 seleccionado; su tarjeta muestra k = 24 tf/cm

6 Revisar la norma y el sitio



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

3 Enter

3 Espectro Norma muestra el espectro activo: NBDS-2023, S_0 = 0.10 g, suelo S3 y τ = 1. El formulario solo enseña los campos de la norma elegida. Se sale con Esc sin cambiar nada.

✔ **Debe verse:** Formulario «Espectro: norma y sitio»: NBDS-2023, S0 = 0.1 g, suelo S3, τ = 1

7 Revisar los parámetros de diseño



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

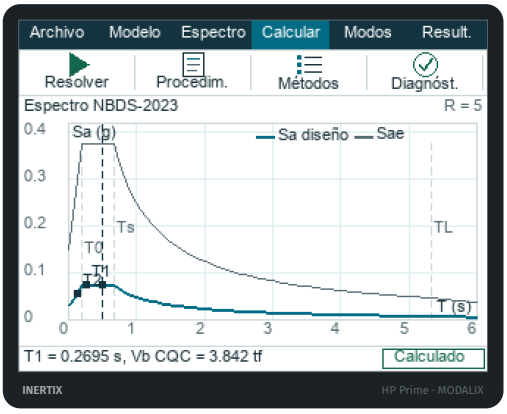
TECLAS

Esc 3 ▶ Enter

3 **Espectro** Diseño muestra I_e = 1, R = 5, C_d = 5 y el límite de deriva 0.007. Con NBDS-2023, MODALIX propone $C_d = R$; revise el valor que exige su norma.

✔ **Debe verse:** Formulario «Diseño: NBDS-2023»: Ie = 1, R = 5, Cd = 5, deriva límite 0.007

8 Resolver



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

Esc 4 Enter

4 **Calcular** Resolver obtiene los modos (Jacobi), elige los modos que suman el 90 % de la masa y combina la respuesta. La línea de estado resume T_1 = 0.2695 s y el cortante basal CQC, y el botón pasa a `Calculado`.

✔ **Debe verse:** Chip «Calculado»; estado «T1 = 0.2695 s, Vb CQC = 3.842 tf»

9 Forma del modo 1



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

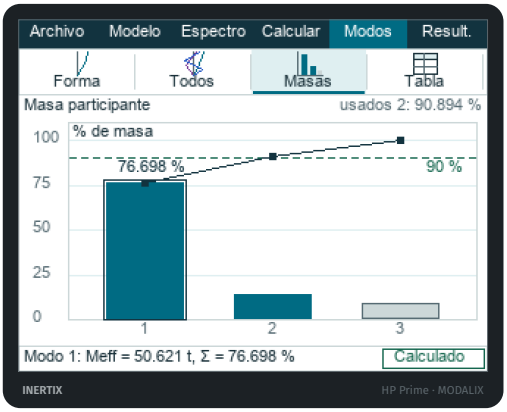
TECLAS

5 Enter

5 **Modos** Forma dibuja el modo 1 con la cubierta = 1: ϕ = 0.2146; 0.5844; 1. Con ◀ ▶ se cambia de modo y con ▲ ▼ se recorre la altura; la línea de estado muestra ϕ y Γ del nivel marcado.

✔ **Debe verse:** Modo 1 de 3: φ = 0.2146, 0.5844, 1; T = 0.2695 s

10 Masa participante



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

5 ▶ ×2 Enter

5 **Modos** Masas compara la masa efectiva de cada modo con la línea del 90 %. El modo 1 moviliza el 76.7 % y con dos modos se llega al 90.9 %, por eso el cálculo usa 2 modos.

✔ **Debe verse:** Barras de 76.7, 14.2 y 9.1 %, acumulado y línea del 90 %; usados 2

11 Tabla modal



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

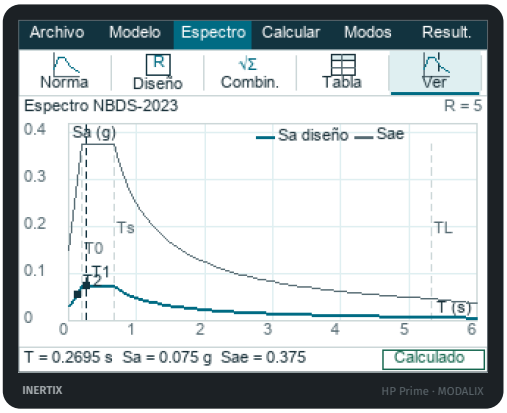
TECLAS

5 ▶ ×3 Enter

5 **Modos** Tabla reúne en un documento desplazable los periodos, las frecuencias, Γ y la masa efectiva de todos los modos.

✔ **Debe verse:** Tabla de periodos, frecuencias, Γ y masas efectivas

12 Espectro de diseño con el periodo fundamental



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

Esc 3 ▶ ×4 Enter

3 **Espectro** Ver dibuja el espectro con los periodos de los modos marcados. El cursor se coloca en T_1: el modo 1 cae en la meseta, con S_a = 0.075 g. Con ◀ ▶ se recorre el espectro y Enter salta al siguiente periodo modal.

✔ **Debe verse:** Espectro NBDS-2023 con el cursor en T = 0.2695 s y Sa = 0.075 g

13 Perfil de derivas



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

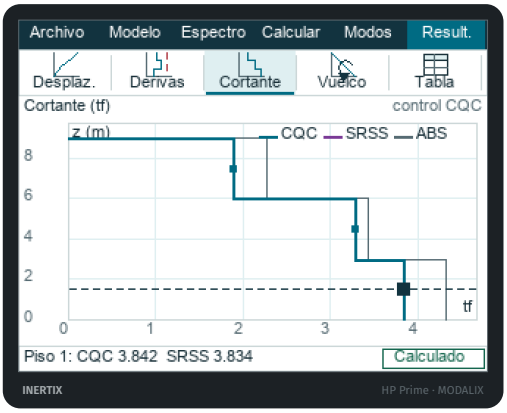
TECLAS

6 ▶ Enter

6 **Result.** Derivas dibuja la deriva inelástica $C_d\,\Delta/h$ de cada piso con CQC, SRSS y ABS, y la línea del límite. La mayor es 0.00131 en el piso 3, muy por debajo de 0.007.

✔ **Debe verse:** Derivas inelásticas CQC, SRSS y ABS por piso, todas a la izquierda del límite 0.007

14 Perfil de cortantes



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

6 ▶ ×2 Enter

6 **Result.** Cortante muestra el cortante por piso con las tres reglas. En la base, V_b = 3.842 tf con CQC.

✔ **Debe verse:** Cortante por piso; en la base Vb CQC = 3.842 tf

15 Tabla de resultados



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

6 ▶ ×4 Enter

6 **Result.** Tabla reúne el resumen (modos usados, V_b, desplazamiento de cubierta, deriva máxima y V_b/W) y los valores por nivel con la regla de control.

✔ **Debe verse:** Resumen: modos usados, Vb, desplazamiento de techo, deriva máxima y Vb/W

16 Procedimiento de cálculo



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

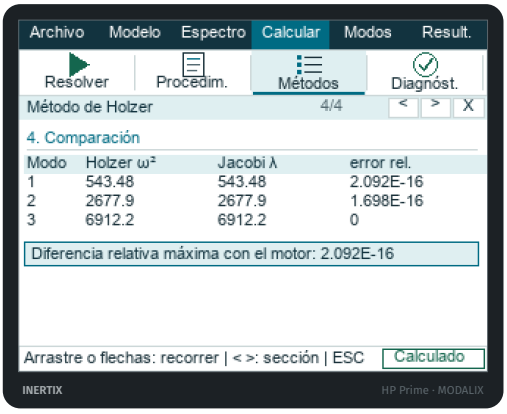
TECLAS

Esc 4 ▶ Enter

4 Calcular Procedim. abre el procedimiento completo en secciones: datos y matrices, autovalores, formas modales, participación, espectro, respuesta por modo, combinación y derivas. Se avanza de sección con ▶.

✔ **Debe verse:** Procedimiento, sección 1: datos y matrices M y K

17 Verificación por el método de Holzer



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

Esc 4 ▶×2 Enter ▼×4 Enter ▶×3

4 Calcular Métodos lista los seis métodos. `Holzer (edificio de corte)` recalcula las frecuencias recorriendo el edificio desde la base y, en su última sección, las compara con Jacobi: coinciden hasta el redondeo de la máquina.

✔ **Debe verse:** «4. Comparación»: ω² de Holzer = λ de Jacobi (543.48, 2677.9, 6912.2 1/s²)

5.4 Resultados

Magnitud	Referencia	MODALIX HP	Estado
Periodo T_1	0.2695 s	0.2695 s	Coincide
Periodos T_2, T_3	0.1214; 0.0756 s	0.1214; 0.0756 s	Coincide
Forma ϕ_1 (cubierta = 1)	0.2146; 0.5844; 1.0000	0.2146; 0.5844; 1.0000	Coincide
Factor de participación Γ_1	—	1.3617	cubierta = 1
Masa del modo 1 / acumulada (3 modos)	76.70 / 100 %	76.70 / 100.00 %	Coincide
Modos usados (90 % de masa)	—	2 (90.89 %)	—
S_a del modo 1	0.075 g (meseta)	0.075 g	Coincide
Cortante basal V_b (CQC)	—	3.842 tf	—
Desplazamiento de cubierta (CQC)	—	0.184 cm	—
Deriva inelástica máx. $C_d\,\Delta/h$	≤ 0.007	0.00131 (piso 3)	Cumple

Referencia: cálculo independiente de autovalores (scipy `eigh`) y meseta NBDS; cifras redondeadas para la tabla. Sin redondear en la evidencia de la guía.

Fuente del ejemplo

Caso de validación para análisis modal espectral de edificio de corte de 3 niveles (3 GDL) (`Archivo > Ejemplos`). Las frecuencias naturales de vibración, periodos propios, vectores modales ortogonales y factores de participación modal efectiva se verifican analíticamente resolviendo la ecuación característica $|K - \omega^2 M| = 0$. En el programa está en 1 Archivo Ejemplos como `Corte de 3 niveles, k en tf/cm`.

5.5 Comprobación

$$\mathbf{M} = \mathrm{diag}(24,\ 24,\ 18)\ \mathrm{t}$$

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} 144 & -48 & 0 \\ -48 & 72 & -24 \\ 0 & -24 & 24 \end{bmatrix}\ \mathrm{tf/cm} \qquad (K_{ii} = k_i + k_{i+1},\ K_{i,i+1} = -k_{i+1})$$

$$\det(\mathbf{K} - \omega^2\mathbf{M}) = 0 \ \Rightarrow\ \omega_1^2 = 543.48\ \mathrm{s}^{-2}, \quad T_1 = 2\pi/\omega_1 = 0.2695\ \mathrm{s}$$

5.6 Opciones importantes

Seis casos cortos completan el ejemplo guiado con las partes que este no usa. Cada uno parte de un ejemplo de 1 Archivo Ejemplos, que reemplaza el caso abierto (en la lista, ▼ elige y Enter carga). Las referencias se calcularon aparte con `numpy/scipy` o con fórmulas cerradas. Los mismos casos, con los mismos datos y cifras, están en la guía TI-Nspire.

5.6.1 OI-1 · Matriz K completa de un pórtico

Objetivo y cuándo. Usar la rigidez lateral condensada de un pórtico cuando el modelo de corte no basta (vigas flexibles, acoplamiento entre pisos). **Datos.** Ejemplo `4 niveles con K completa`: **K** de 4 × 4 en kN/m, masas 12.2324 t (tres niveles) y 7.1356 t (Solanilla y Grajales).

1. **Cargar el ejemplo de 4 niveles con K completa.** La tarjeta indica `K completa (matriz)`: no se agregan ni quitan niveles.

   1 ▶ Enter ▼×2 Enter

2. **Ver la matriz K.** La matriz se edita por celdas (flechas y Enter); la simétrica se actualiza sola.

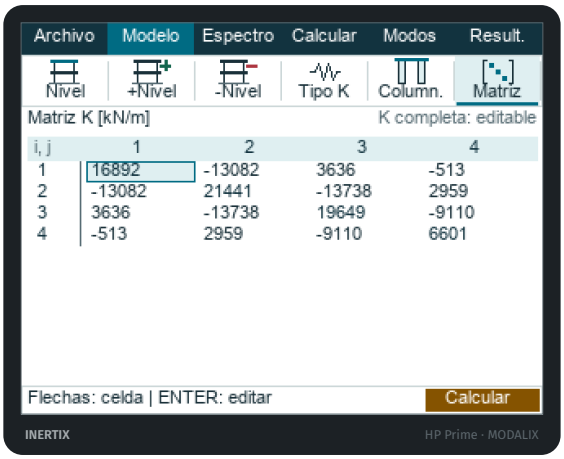
   2 ▶×5 Enter

3. **Resolver.** 4 Calcular Resolver: T_1 = 0.975 s en la línea de estado.

   4 Enter

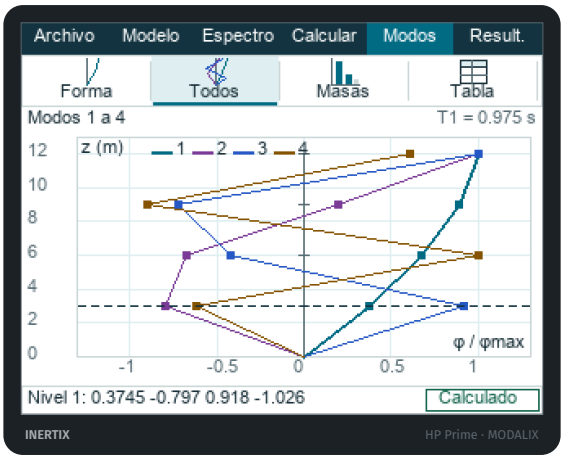
4. **Superponer los cuatro modos.** Los cuatro modos normalizados $\phi/\phi_{máx}$.

   5 ▶ Enter



Matriz K completa en kN/m

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Modos 1 a 4 superpuestos

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

Magnitud	MODALIX HP	Referencia o comentario
T_1 a T_4 (s)	0.9750; 0.2946; 0.1572; 0.1052	fuente: 0.9747; 0.2946; 0.1572; 0.1052
V_b CQC (kN)	19.86	—
Modos usados	1 (90.11 %)	90 % de masa

Cómo leerlo. La diferencia de 3×10^{-4} s en T_1 con la fuente viene del redondeo a 4 cifras de **K** en la publicación. El primer modo moviliza el 90.1 %: basta un modo para el 90 %.

5.6.2 OI-2 · Espectro E.030-2018 y control de derivas

Objetivo y cuándo. Proyectos en Perú: $S_a = ZUCS/R$ con T_P y T_L del suelo. **Datos.** Ejemplo `8 niveles, E.030 zona 4, S1`: Z = 0.45, suelo S1, U = 1, R = 8, C_d = 6, límite 0.007.

1. **Cargar el ejemplo de 8 niveles E.030.** Edificio de 8 niveles cargado; resultados pendientes.

   1 ▶ Enter ▼×4 Enter

2. **Revisar zona y suelo.** El formulario solo muestra zona y suelo; U, R y C_d están en 3 **Espectro** Diseño.

   3 Enter

3. **Resolver.** Esc y 4 **Calcular** Resolver.

   Esc 4 Enter

4. **Espectro con los periodos.** Espectro con T_P, T_L y los periodos usados.

   3 ▶×4 Enter

5. **Perfil de derivas.** Derivas por piso frente al límite.

   6 ▶ Enter



Espectro E.030-2018

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Derivas inelásticas frente al límite

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

Magnitud	MODALIX HP	Referencia o comentario
T_1 (s)	0.7005	—
S_a modo 1 (g)	0.0803	ZUC_1S/R = 0.0803
V_b CQC (kN)	472.52	—
Deriva inelástica máx.	0.00392 (piso 2)	límite 0.007

Cómo leerlo. T_1 está entre T_P = 0.4 y T_L = 2.5 s, en la rama $C = 2.5\,T_P/T$. La deriva máxima (piso 2) usa ya C_d = 6 y queda por debajo de 0.007.

5.6.3 OI-3 · Espectro de diseño por tabla

Objetivo y cuándo. Usar un espectro de sitio o de otra norma, dado como puntos T–S_a de diseño (ya dividido por R). **Datos.** Ejemplo `4 niveles, espectro por tabla`: 6 filas, R = 1, C_d = 4.

1. **Cargar el ejemplo de 4 niveles con tabla.** La norma activa es la tabla.

   1 ▶ Enter ▼×5 Enter

2. **Abrir la tabla T-Sa.** Enter edita la fila elegida, + agrega y Del quita (mínimo 2, máximo 40 filas).

   3 ▶ ×3 Enter

3. **Resolver.** 4 Calcular Resolver.

   4 Enter

4. **Ver el espectro interpolado.** Entre filas S_a se interpola linealmente.

   3 ▶ ×4 Enter

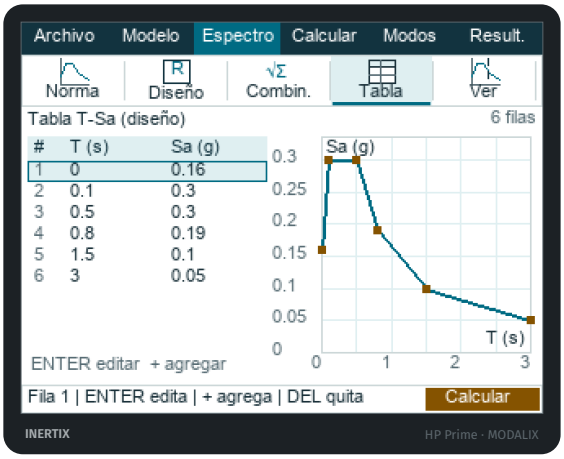


Tabla T–Sa editable

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Espectro interpolado con los periodos

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

Magnitud	MODALIX HP	Referencia o comentario
T_1 (s)	0.4667	eigh: 0.4667
S_a modo 1 (g)	0.3000	interpolada en la tabla
V_b CQC (kN)	384.68	—

Cómo leerlo. Si T_1 supera la última fila, el espectro lo avisa: amplíe la tabla antes de usar el resultado.

5.6.4 OI-4 · Rigidez desde columnas y diagnóstico

Objetivo y cuándo. Estimar *k* de un entrepiso a partir de sus columnas cuando no se tiene la rigidez. **Datos.** Ejemplo `Edificio de 5 niveles, NBDS` (SI); nivel 1 con 4 columnas de 40 × 40 cm, E = 25000 MPa, empotradas.

1. **Cargar el edificio de 5 niveles.** Nivel 1 seleccionado: el asistente trabaja sobre el nivel elegido.

   1 ▶ Enter ×2

2. **Abrir el asistente de columnas.** Número de columnas, *b*, *d*, *E* y extremos: empotrado ($12EI/h^3$) o empotrado-articulado ($3EI/h^3$).

   2 ▶ ×4 Enter

3. **Aceptar: k del entrepiso 1.** ▼ hasta `Aceptar`: $k_1 = 4 \cdot 12EI/h^3$.

   ▼ ×5 Enter

4. **Diagnóstico del modelo.** Simetría y pivotes de **K**: todos positivos, estructura estable.

   4 ▶ ×3 Enter

5. **Resolver con la nueva rigidez.** Esc y 4 Calcular Resolver.

   Esc 4 Enter



Asistente de rigidez con columnas

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Diagnóstico del modelo

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

Magnitud	MODALIX HP	Referencia o comentario
k_1 (kN/m)	94814.8	$4 \cdot 12EI/h^3$
T_1 (s)	0.9029	eigh 0.9029; antes 0.8236 (eigh)
V_b CQC (kN)	496.25	—

Cómo leerlo. El asistente solo existe con edificio de corte. Al bajar k_1 de 150000 a 94815 kN/m el periodo fundamental se alarga. Un pivote no positivo indica un mecanismo o un dato erróneo.

5.6.5 OI-5 · Regla de combinación y número de modos

Objetivo y cuándo. Comparar CQC con SRSS y fijar el número de modos cuando la norma lo exige. **Datos.** El ejemplo guiado; [3] [Espectro] [Combin.]

1. **Cargar el ejemplo guiado y resolver.** Ejemplo cargado y resuelto: CQC con 2 modos.

   [1] [▶] [Enter] [▼] [Enter] [4] [Enter]

2. **Combinación: SRSS con los 3 modos.** [▶] cambia la regla a SRSS; en Modos se teclea 3 (0 = automático, 90 % de masa).

   [3] [▶]×2 [Enter] [▶] [▼]×2 [3] [Enter]

3. **Aceptar y resolver.** [Enter] acepta; los resultados quedan pendientes y se resuelve.

   [Enter] [4] [Enter]

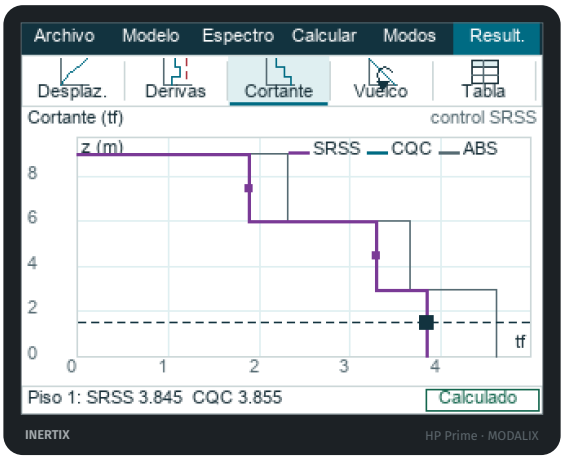
4. **Comparar cortantes.** SRSS pasa a ser la regla de control.

   [6] [▶]×2 [Enter]



Combinación modal

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Cortantes con SRSS como control

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

Magnitud	MODALIX HP	Referencia o comentario
V_b CQC, 2 modos (tf)	3.842	ejemplo guiado
V_b SRSS, 3 modos (tf)	3.845	—
Desplazamiento de cubierta SRSS (cm)	0.184	—

Cómo leerlo. Con periodos bien separados CQC y SRSS casi coinciden y el tercer modo añade poco. ABS es una cota superior. ζ solo interviene en CQC.

5.6.6 OI-6 · Métodos clásicos en 2 GDL

Objetivo y cuándo. Estudiar cómo se obtienen los modos a mano y comprobar el motor con una solución cerrada. **Datos.** Ejemplo `2 GDL: solución analítica`: m = 10 t, k = 5000 kN/m; $\omega^2 = \frac{3 \mp \sqrt{5}}{2}\frac{k}{m}$.

1. **Cargar el ejemplo de 2 GDL y resolver.** Ejemplo cargado y resuelto.

   `1` `▶` `Enter` `▼`×3 `Enter` `4` `Enter`

2. **Lista de métodos.** Con $N \le 5$ y corte todos los métodos están disponibles.

   `4` `▶`×2 `Enter`

3. **Polinomio característico.** Polinomio característico (Faddeev-LeVerrier y Newton).

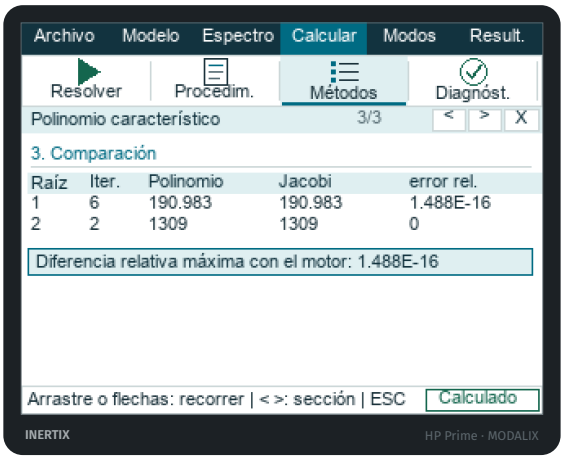
   `▼`×2 `Enter`

4. **Comparación del polinomio con Jacobi.** `▶` hasta la última sección: raíces frente a Jacobi.

   `▶`×6

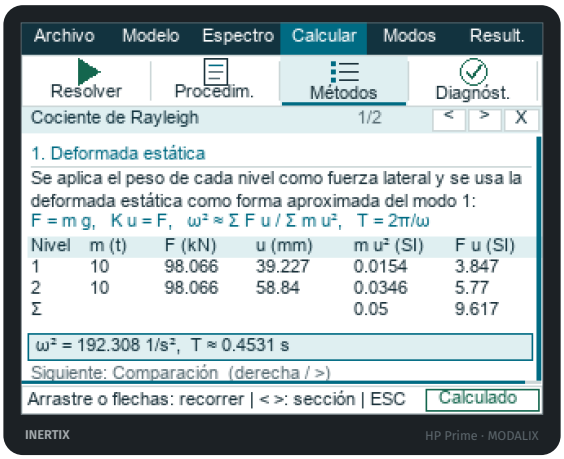
5. **Cociente de Rayleigh.** Rayleigh: cota superior de ω_1^2 con la deformada estática.

   `Esc` `4` `▶`×2 `Enter` `▼`×3 `Enter`



Polinomio frente a Jacobi

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Cociente de Rayleigh

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

Magnitud	MODALIX HP	Referencia o comentario
ω_1^2; ω_2^2 (1/s^2)	190.983; 1309.017	190.983; 1309.017
T_1; T_2 (s)	0.4547; 0.1737	0.4547; 0.1737

Cómo leerlo. Las raíces coinciden con la solución cerrada. Rayleigh sobrestima ω_1^2 ligeramente (192.3 frente a 191.0): es una cota superior.

5.7 Errores y avisos

Mensaje o situación	Qué hacer
Dato rechazado en un formulario	El mensaje da el motivo (por ejemplo, `La masa del nivel debe ser positiva (t)`); el formulario sigue abierto y el caso no cambia.
«No se pudo calcular»	Altura, masa o rigidez no válidas, **K** no simétrica o no definida positiva, R, C_d, ζ, límite o tabla fuera de rango. Corrija y vuelva a resolver.
Polinomio o Holzer «no disp.»	Polinomio solo con $N \le 5$; Holzer solo con edificio de corte.
Con K completa no se agregan niveles	Use 1 **Archivo** Nuevo o cambie a corte en 2 **Modelo** Tipo K.
Corte con la tecla ON	Si interrumpe un cálculo largo con ON, al volver a entrar MODALIX abre con el caso intacto, los resultados pendientes y el aviso `Cálculo interrumpido: vuelva a Calcular`.



Dato no válido: el caso no cambia

6 Referencia de menús y opciones

6.1 1 · Archivo

Orden	Qué hace
Nuevo	Edificio de corte uniforme: N, *h*, masa de los niveles y de la cubierta, *k* de la base y reducción de *k* por nivel (0 a 8 %). Vuelve a poner el espectro y el diseño por defecto.
Ejemplos	Siete ejemplos listos para resolver (el séptimo con la E.030-2026).
Unidades	SI (t, kN/m, kN, mm) o MKS (t, tf/cm, tf, cm).
Ayuda	Resumen de uso, convenciones y fórmulas.
Salir	Cierra MODALIX tras confirmar.

6.2 2 · Modelo

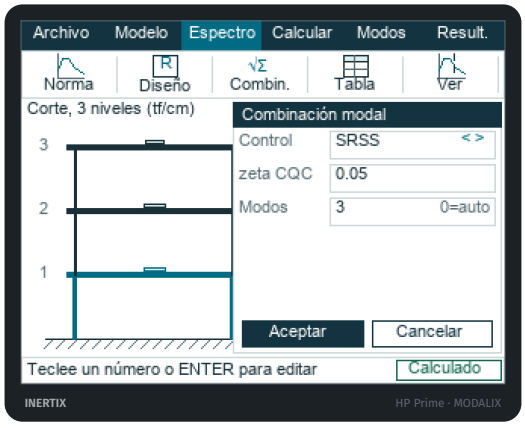
Orden	Qué hace
Nivel	Edita *h*, *m* y *k* del nivel seleccionado (con K completa, solo *h* y *m*).
+Nivel / −Nivel	Agrega una copia del nivel seleccionado o lo quita (solo edificio de corte; máximo 12 niveles).
Tipo K	Edificio de corte o K completa, y escala de los modos (masa, máximo = 1 o cubierta = 1).
Column.	Asistente: *k* del entrepiso a partir del número de columnas, *b*, *d*, *E* y extremos (empotrado o empotrado-articulado).
Matriz	Matriz **K** por celdas; con K completa se edita (y se mantiene simétrica).



Asistente de rigidez con columnas

6.3 3 · Espectro

Orden	Qué hace
Norma	NBDS-2023 (S_0, suelo S0–S5, τ; F_a y F_v con S5), E.030-2018 (zona y suelo), E.030-2026 (zona, perfil S0–S5, V_{s30}, T_s y estudio de sitio) o tabla T–S_a.
Diseño	I_e o U, R, C_d y límite de deriva.
Combin.	Regla de control (CQC o SRSS), ζ de la CQC y número de modos (0 = automático, 90 % de masa).
Tabla	Tabla T–S_a de diseño: Enter edita, + agrega y Del quita una fila.
Ver	Espectro con las esquinas (T_0, T_s, T_L en NBDS; T_P, T_L en E.030) y los periodos modales; cursor con ◄ ►; Enter salta al periodo modal siguiente.



Combinación modal

6.4 4 · Calcular

Orden	Qué hace
Resolver	Modos, espectro y combinación.
Procedim.	Procedimiento completo en ocho secciones.
Métodos	Jacobi, iteración inversa (Stodola), polinomio característico ($N \le 5$), Rayleigh, Holzer (edificio de corte) y reglas SRSS/CQC/ABS; cada uno termina comparando con el motor.
Diagnóst.	Simetría de **K**, pivotes (estabilidad), datos del espectro y estado del cálculo.



Lista de métodos

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Diagnóstico del modelo

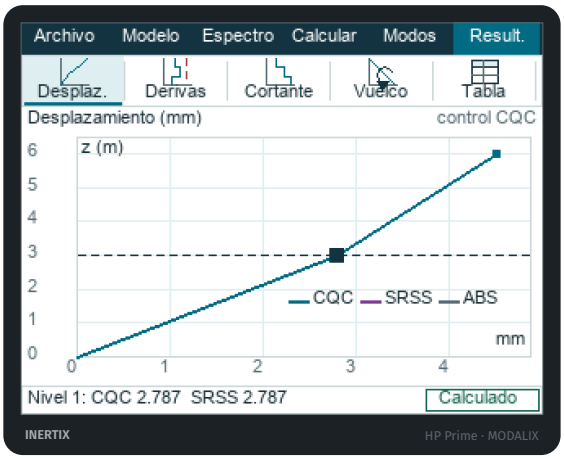
Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

6.5 5 · Modos

Orden	Qué hace
Forma	Un modo con su imagen opuesta; ◄ ► cambian de modo y ▲ ▼ de nivel.
Todos	Hasta cuatro modos superpuestos.
Masas	Masa efectiva por modo, acumulado y línea del 90 %.
Tabla	Tabla modal: T, f, Γ, masa efectiva y formas.

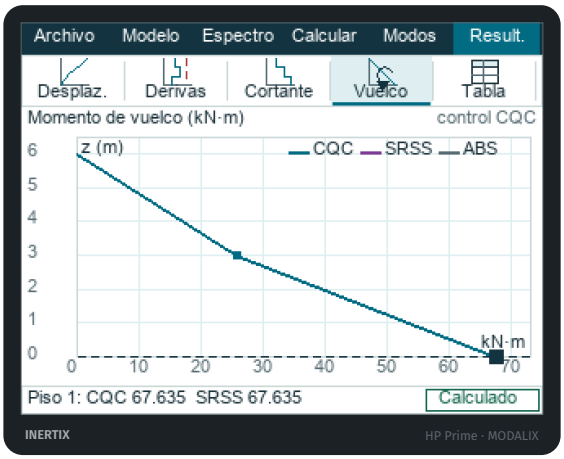
6.6 6 · Result.

Orden	Qué hace
Desplaz.	Desplazamiento por nivel con CQC, SRSS y ABS.
Derivas	Deriva inelástica $C_d\,\Delta/h$ por piso y línea del límite.
Cortante	Cortante por piso.
Vuelco	Momento de vuelco por piso.
Tabla	Resumen y valores por nivel con la regla de control.



Desplazamientos

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Momento de vuelco

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

7 Fundamento teórico breve

Modos. Con **M** diagonal y **K** simétrica:

$$\mathbf{K}\phi = \omega^2 \mathbf{M}\phi, \qquad T = \frac{2\pi}{\omega}, \qquad f = \frac{1}{T} \tag{1}$$

Donde: En edificio de corte, $K_{ii} = k_i + k_{i+1}$ y $K_{i,i+1} = K_{i+1,i} = -k_{i+1}$. MODALIX resuelve $\mathbf{A} = \mathbf{M}^{-1/2}\mathbf{K}\mathbf{M}^{-1/2}$ por Jacobi y obtiene $\phi = \mathbf{M}^{-1/2}\mathbf{v}$.

Participación. Con $\mathbf{1}$ el vector de unos (todos los niveles se mueven con el suelo):

$$L = \phi^T \mathbf{M}\,\mathbf{1}, \qquad M^* = \phi^T \mathbf{M}\phi \tag{2}$$

$$\Gamma = \frac{L}{M^*}, \qquad M_{\text{ef}} = \frac{L^2}{M^*} \tag{3}$$

Espectros. NBDS-2023, con $T_0 = 0.15F_v/F_a$, $T_s = 0.5F_v/F_a$ y $T_L = 4F_v/F_a$:

$$S_{ae} = \begin{cases} \tau F_a S_0 (1 + 1.5\,T/T_0) & T < T_0 \\ 2.5\,\tau F_a S_0 & T_0 \le T \le T_s \\ 1.25\,\tau F_v S_0/T & T_s < T \le T_L \\ 1.25\,\tau F_v S_0\,T_L/T^2 & T > T_L \end{cases} \qquad S_a = \frac{S_{ae}\,I_e}{R} \tag{4}$$

E.030-2018:

$$S_a = \frac{Z\,U\,C\,S}{R}, \qquad C = \begin{cases} 2.5 & T < T_P \\ 2.5\,T_P/T & T_P \le T \le T_L \\ 2.5\,T_P T_L/T^2 & T > T_L \end{cases} \tag{5}$$

Respuesta por modo. Para cada modo usado, con su S_a en g:

$$S_d = \frac{S_a\, g}{\omega^2}, \qquad u = \Gamma\, \phi\, S_d, \qquad F = m\, \Gamma\, \phi\, S_a\, g \tag{6}$$

$$V_i = \sum_{j \geq i} F_j, \qquad M_i = \sum_{j \geq i} F_j\, (z_j - z_{i-1}) \tag{7}$$

Combinación. Cada respuesta R (desplazamiento, deriva, fuerza, cortante o momento) se combina modo a modo:

$$R_{\text{SRSS}} = \sqrt{\sum_r R_r^2}, \qquad R_{\text{ABS}} = \sum_r |R_r| \tag{8}$$

$$R_{\text{CQC}} = \sqrt{\sum_i \sum_j \rho_{ij}\, R_i R_j} \tag{9}$$

$$\rho_{ij} = \frac{8\zeta^2(1+\beta)\beta^{1.5}}{(1-\beta^2)^2 + 4\zeta^2\beta(1+\beta)^2}, \qquad \beta = \frac{\omega_j}{\omega_i} \tag{10}$$

Derivas. La deriva de cada entrepiso se combina a partir de las derivas modales (no restando desplazamientos ya combinados):

$$\frac{\Delta_{\text{inel}}}{h} = C_d\, \frac{\Delta}{h} \leq \text{límite} \tag{11}$$

8 Novedades de la E.030-2026

La NTE E.030 «Diseño Sismorresistente» se modificó con la RM 183-2026-VIVIENDA (El Peruano, 3 de mayo de 2026). Los proyectos con licencia o expediente en trámite siguen con la versión anterior (disposición transitoria); por eso, donde aplica, el programa conserva la E.030-2018 y agrega la 2026 como opción aparte.

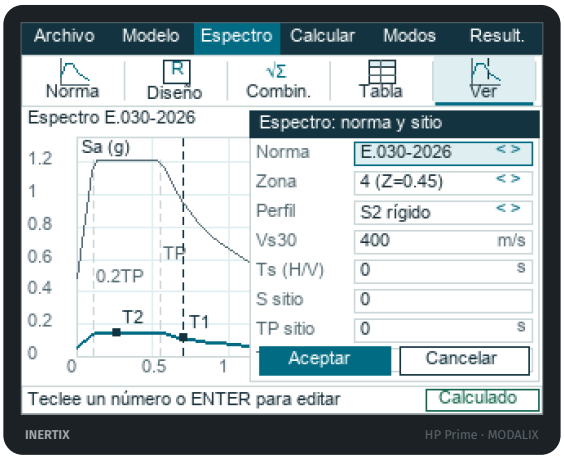
8.1 Espectro E.030-2026

3 **Espectro** Norma ofrece `E.030-2026` además de NBDS-2023, E.030-2018 y la tabla T-Sa. Pide zona, perfil S0 a S5 (Tabla 3), V_{s30} (0 = sin dato) y T_s; en zona 4, o con S5, también S, T_P y T_L del estudio de sitio.

- S, T_P y T_L de las Tablas 4 y 5; en S2 y S3 se interpolan con V_{s30} y, sin él, se usa el extremo blando.
- $C = 1 + 7.5\, T/T_P$ para $T < 0.2\, T_P$ (Tabla 6): la rampa inicial vale para el espectro modal, que es el que usa MODALIX. En la E.030-2018 el programa mantiene $C = 2.5$ desde $T = 0$, como antes.

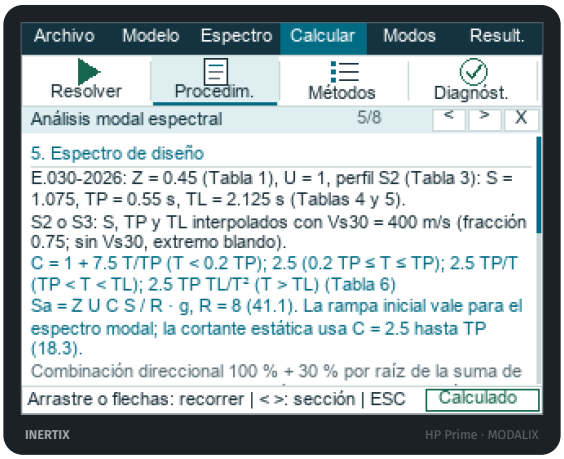
- T_s: MODALIX no pide la categoría; aplica el control 14.8 en zona 4 cuando $U \geq 1.3$ (categorías A y B). Si $T_s > 0.65\,T_P$ usa el perfil siguiente con su extremo blando.
- Zona 4 con S4, y S5, exigen el estudio de sitio; sin él el cálculo no se acepta.
- La combinación direccional 100 % + 30 % (Art. 43) y la cortante mínima del 80/90 % (Art. 44) quedan fuera de MODALIX: ver ESPECTRIX.

1 **Archivo** Ejemplos agrega `8 niveles, E.030-2026 Z4, S2`: el edificio de 8 niveles con V_{s30} = 400 m/s, que da S = 1.075, T_P = 0.55 s y T_L = 2.125 s.



Norma E.030-2026: zona, perfil, Vs30, Ts y estudio.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Procedimiento del espectro 2026.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

9 Preguntas frecuentes

¿Por qué el cálculo usa menos modos que niveles?

Con `Modos = 0` MODALIX toma los primeros modos que suman al menos el 90 % de la masa. Para fijar otro número, use 3 **Espectro** Combin..

¿Por qué cambiar las unidades no cambia los resultados?

El motor trabaja siempre en SI. SI/MKS solo cambia cómo se introducen y se muestran los datos.

¿Puedo usar la matriz de rigidez de un pórtico?

Sí: en 2 **Modelo** Tipo K elija `K completa` e introduzca la matriz condensada (una fila por nivel) en 2 **Modelo** Matriz.

¿Por qué Holzer o el polinomio aparecen como no disponibles?

Holzer requiere edificio de corte, y el polinomio característico solo se ofrece hasta 5 niveles porque con más pierde precisión. Use Jacobi o Stodola.

¿MODALIX escala el cortante basal al estático?

No. Esa comprobación queda fuera de su alcance y debe hacerse aparte según la norma.

Al cambiar un dato las gráficas piden «Calcular», ¿perdí algo?

No. Los resultados quedan pendientes hasta que se vuelve a resolver; recorrer gráficas o tablas nunca recalcula ni cambia el modelo.