

NozakiStruct

SPECTRUM LOADER

Manual de Usuario

Versión 1.0 · Julio 2026

Autor: Minor Nozaki · NozakiStruct

www.nozakistruct.com

Contenido

1.	Descripción general del software.....	3
2.	Requisitos del sistema.....	3
3.	Licencias y activación	4
3.1.	Activar con un código de licencia	4
3.2.	Prueba gratuita de 14 días	4
3.3.	Transferir la licencia a otro equipo	5
3.4.	Validación periódica y gracia sin conexión.....	5
4.	Interfaz principal.....	6
4.1.	Panel izquierdo.....	7
4.2.	Barra de la dirección	9
4.3.	Cuadro de resultados	9
5.	Guía de uso paso a paso	10
5.1.	Paso 1 — Abrir el modelo y conectar	10
5.2.	Paso 2 — Definir los parámetros normativos.....	10
5.3.	Paso 3 — Definir el peso sísmico P	11
5.4.	Paso 4 — Definir T^* y el corte basal Q_0	12
5.5.	Paso 5 — Calcular y graficar	12
5.6.	Paso 6 — Cargar los espectros en SAP2000.....	13
5.7.	Paso 7 — Iterar hasta converger	13
6.	Espectro vertical	14
7.	Base normativa.....	15
8.	Exportación de resultados.....	16
9.	Tratamiento de errores.....	16
10.	Soporte y contacto.....	17

1. Descripción general del software

NozakiStruct Spectrum Loader es una aplicación de escritorio para Windows que construye los espectros de diseño sísmico de la norma chilena NCh2369:2025 y los carga directamente en un modelo de SAP2000. Se conecta a la instancia activa mediante la interfaz de programación OAPI (Open Application Programming Interface), lee del modelo los datos que alimentan el cálculo —período fundamental, corte basal y peso sísmico— y devuelve al modelo las funciones de espectro de respuesta listas para usar.

Sus funciones principales son:

- Espectro horizontal por dirección: curva S_a/g para X e Y, con el factor de reducción efectivo R^* calculado según la Ecuación 1b de la norma.
- Espectro vertical: curva S_{a_v}/g evaluada en el período del modo con mayor masa participante U_z .
- Límites de corte basal: cálculo de Q_{min} y Q_{max} y del factor de escala FE que corresponde aplicar a las fuerzas sísmicas.
- Integración con SAP2000: lectura del caso modal, del corte basal y del peso sísmico; creación o reemplazo de las funciones de espectro en el modelo.
- Espectro de referencia: curva S_{a_ref}/g ($R=1$, $\xi=5\%$) superpuesta como control visual.
- Exportación de resultados: reporte PDF, valores en texto por dirección, planilla Excel con gráficos e imágenes de cada espectro.

El programa requiere una licencia para funcionar; la activación se explica en el capítulo siguiente.

2. Requisitos del sistema

Requisito	Detalle
Sistema operativo	Windows 10 u 11 (64 bits).
SAP2000	Instalado y abierto con el modelo activo. La integración usa la OAPI vía COM; sin SAP2000 el programa igual funciona en modo manual.
Python	3.10 o superior, con las dependencias de requirements.txt (customtkinter, matplotlib, numpy, comtypes, openpyxl).

Requisito	Detalle
Pantalla	Resolución mínima recomendada 1366 × 768. La ventana se abre en 1460 × 940 y admite redimensionado.
Excel	Necesario solo para abrir la planilla exportada; no se requiere para generarla.

3. Licencias y activación

Spectrum Loader requiere una licencia para funcionar. Al ejecutarlo por primera vez se muestra la pantalla de activación. El equipo queda identificado por un ID único (HWID) que vincula la licencia a ese computador; ese ID aparece al pie de la pantalla y conviene indicarlo en cualquier consulta a soporte.

Figura 3.1. Pantalla de activación, con el ID del equipo al pie.

3.1. Activar con un código de licencia

- Escribe nombre, apellido y email, y tu código en el campo SPECTRUM-XXXX-XXXX. El código llega al correo de la compra.
- Pulsa **Activar ahora**. El programa valida el código contra el servidor y, si es correcto, queda activado en este equipo.

3.2. Prueba gratuita de 14 días

Si aún no tienes una licencia, pulsa **Probar 14 días gratis** e ingresa nombre, apellido y email. Se genera una clave de prueba válida por 14 días para ese equipo. La prueba revalida en línea cada vez que se abre la aplicación, por lo que requiere conexión a internet.

3.3. Transferir la licencia a otro equipo

Si intentas activar una licencia que ya está vinculada a otro computador, la aplicación ofrece transferirla a este equipo. La transferencia es autoservicio, con un límite de 3 transferencias y un período de espera de 90 días entre cada una.

3.4. Validación periódica y gracia sin conexión

- **Licencia de pago:** abre sin conexión durante 7 días de gracia; pasado ese plazo revalida en línea automáticamente.
- **Licencia de prueba:** revalida en línea en cada apertura.

Atrasar el reloj del equipo no extiende la gracia: si la última verificación quedó en el futuro, la aplicación exige revalidar en línea.

Si la licencia no puede verificarse, la aplicación muestra una pantalla de bloqueo con el motivo y las acciones disponibles:

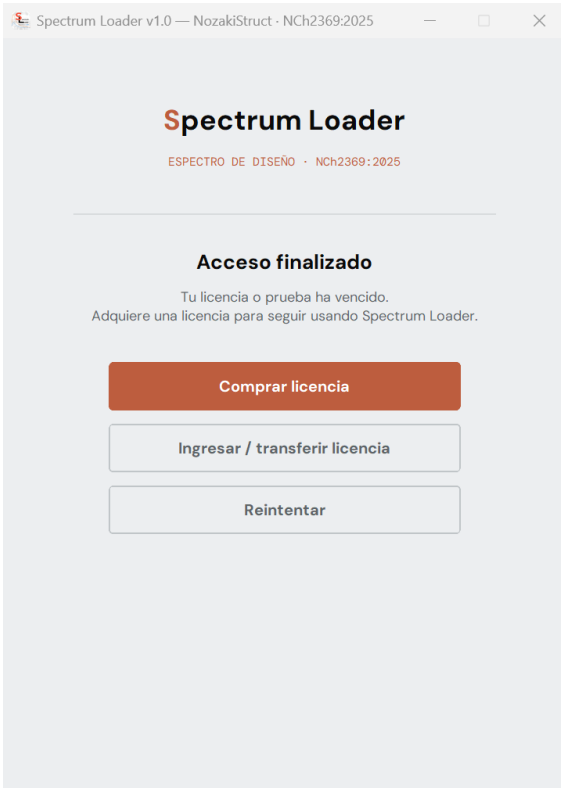


Figura 3.2. Pantalla de bloqueo: el ejemplo corresponde a una licencia vencida.

Estado	Significado y acción
Acceso finalizado	La licencia o la prueba venció. Permite comprar una licencia.

Estado	Significado y acción
Licencia revocada	La licencia fue revocada; contacta a soporte.
Licencia en otro equipo	Está activa en otro computador; puedes transferirla desde la pantalla de activación.
Conéctate para continuar	No se pudo verificar en línea. Conéctate a internet y pulsa Reintentar.

4. Interfaz principal

La ventana se divide en dos zonas: el panel izquierdo, con la conexión y los datos comunes a todas las direcciones, y el área derecha, con una pestaña por dirección de análisis (X, Y y Z vertical). Cada pestaña contiene su barra de controles, el cuadro de resultados y el gráfico.

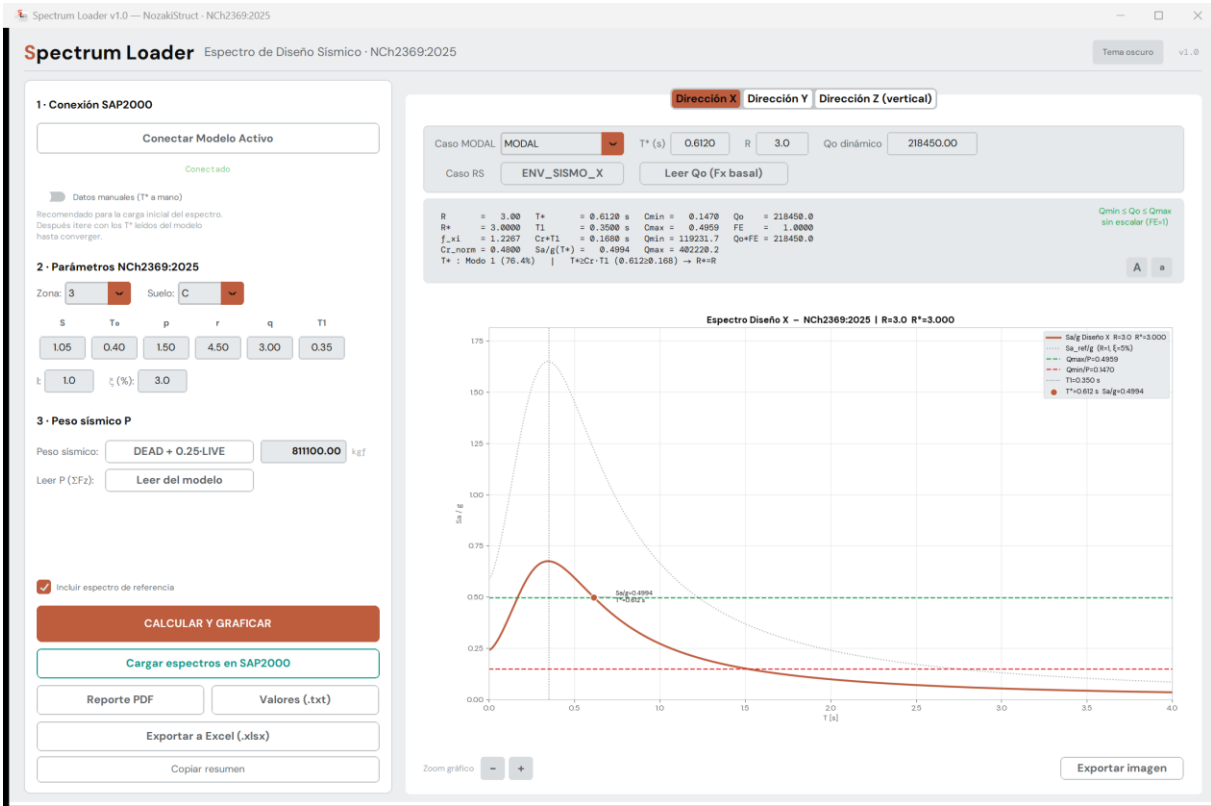


Figura 4.1. Ventana principal, pestaña Dirección X, con un modelo conectado.

4.1. Panel izquierdo

1 · Conexión SAP2000

Conectar Modelo Activo

Conectado

☒ Datos manuales (T* a mano)
Recomendado para la carga inicial del espectro.
Después itere con los T* leídos del modelo hasta converger.

2 · Parámetros NCh2369:2025

Zona: 3 Suelo: C

S	T ₀	p	r	q	T1
1.05	0.40	1.50	4.50	3.00	0.35

I: 1.0 ξ (%): 3.0

3 · Peso sísmico P

Peso sísmico: DEAD + 0.25·LIVE 811100.00 kgf

Leer P (ΣF_z): Leer del modelo

☒ Incluir espectro de referencia

CALCULAR Y GRAFICAR

Cargar espectros en SAP2000

Reporte PDF

Valores (.txt)

Exportar a Excel (.xlsx)

Copiar resumen

Figura 4.2. Panel izquierdo: conexión, parámetros, peso sísmico y acciones.

Control	Función
Conectar Modelo Activo	Enlaza con la instancia de SAP2000 abierta y carga los casos y combinaciones del modelo. El estado se indica bajo el botón.
Datos manuales (T* a mano)	Interruptor que libera el campo T* de cada dirección para escribirlo. Recomendado para la primera carga, cuando aún no hay un modelo corrido del cual leer el período.
Zona y Suelo	Zona sísmica (1, 2 o 3) y tipo de suelo (A a E). Al cambiar el suelo se rellenan S, T ₀ , p, r, q y T ₁ con los valores de la Tabla 6; pueden editarse a mano.
I y ξ (%)	Coeficiente de importancia y razón de amortiguamiento. ξ determina el factor $f_{\xi} = (0.05/\xi)^{0.4}$.
Peso sísmico	Abre el selector de casos que componen P. El valor leído aparece a la derecha, con la unidad de fuerza del modelo.
Leer P (ΣFz)	Lee la reacción basal vertical de los casos seleccionados y la combina según la regla elegida.
Incluir espectro de referencia	Superpone la curva S _{a_ref} /g (R=1, ξ=5%) en los gráficos y la agrega a las exportaciones.
CALCULAR Y GRAFICAR	Ejecuta el cálculo de las tres direcciones y dibuja los espectros.
Cargar espectros en SAP2000	Crea o reemplaza en el modelo las funciones NCh2369-2025_X, _Y y _Z.
Reporte PDF · Valores (.txt) · Exportar a Excel · Copiar resumen	Salidas del cálculo; se habilitan una vez ejecutado.

4.2. Barra de la dirección

Caso MODAL

MODAL

T* (s)

0.6120

R

3.0

Qo dinámico

218450.00

Caso RS

ENV_SISMO_X

Leer Qo (Fx basal)

Figura 4.3. Controles propios de cada dirección horizontal.

Control	Función
Caso MODAL	Caso de análisis modal del que se lee T*: el período del modo con mayor masa participante en la dirección (Ux, Uy o Uz).
T* (s)	Período de diseño. Con SAP2000 lo escribe la lectura modal y queda de solo lectura; en modo manual se ingresa a mano.
R	Factor de modificación de la respuesta de la Tabla 5. El programa avisa si se supera el máximo normativo R = 5.
Qo dinámico	Corte basal del análisis espectral. Se escribe a mano o se lee del modelo.
Caso RS	Caso o combinación espectral del cual se lee el corte basal. El selector permite incluir o excluir las combinaciones de carga.
Leer Qo (Fx / Fy basal)	Lee la reacción basal horizontal del caso RS elegido y la escribe en Qo dinámico.

4.3. Cuadro de resultados

R = 3.00

T* = 0.6120 s

Cmin = 0.1470

Qo = 218450.0

R* = 3.0000

Tl = 0.3500 s

Cmax = 0.4959

FE = 1.0000

f_xi = 1.2267

Cr*Tl = 0.1680 s

Qmin = 119231.7

Qo*FE = 218450.0

Cr_norm = 0.4800

Sa/g(T*) = 0.4994

Qmax = 402220.2

T* : Modo 1 (76.4%)

T*≥Cr·Tl (0.612≥0.168) → R*=R

Qmin ≤ Qo ≤ Qmax
sin escalar (FE=1)

Aa

Figura 4 — Cuadro de resultados con el chip de estado y los botones de zoom A / a.

El cuadro reúne los valores del cálculo en cuatro columnas temáticas. El texto se puede seleccionar con el mouse y copiar con Ctrl+C. Los botones A y a, en la esquina inferior derecha, escalan solamente este cuadro; los botones - y + de la barra inferior escalan solamente el gráfico.

Columna	Contenido
Ecuación 1b	R (ingresado), R^* (calculado), f_ξ y $Cr_{norm} = 0.16 \cdot R$.
Períodos	T^* , T_I de la Tabla 6, el umbral $Cr \cdot T_I$ y Sa/g evaluado en T^* .
Límites	C_{min} y C_{max} como fracción del peso, y Q_{min} y Q_{max} en fuerza.
Corte	Q_0 leído o ingresado, el factor de escala FE y el corte efectivo $Q_0 \cdot FE$.

Bajo la tabla, una línea indica de dónde salió T^* —modo y masa participante, ingresado a mano, o sin lectura modal— y qué rama de la Ecuación 1b se aplicó.

El chip de la esquina superior derecha resume el estado del corte basal:

- **Verde:** $Q_{min} \leq Q_0 \leq Q_{max}$; no hay que escalar ($FE = 1$).
- **Ámbar:** Q_0 quedó fuera de los límites. El chip indica cuál se excedió y con qué FE hay que escalar; el texto del cuadro también cambia a ámbar.

5. Guía de uso paso a paso

El flujo natural es iterativo: se carga un espectro inicial con un período supuesto, se corre el modelo, se lee el período real y se repite hasta que el valor deja de cambiar.

5.1. Paso 1 — Abrir el modelo y conectar

Ten SAP2000 abierto con el modelo (.sdb). Pulsa **Conectar Modelo Activo**: el programa carga la lista de casos y combinaciones, y muestra la unidad de fuerza vigente en el modelo junto al peso sísmico. Si aún no has corrido el análisis, activa **Datos manuales** para escribir T^* a mano.

5.2. Paso 2 — Definir los parámetros normativos

Elige la zona sísmica y el tipo de suelo; los seis parámetros de la Tabla 6 (S , T_0 , p , r , q y T_I) se rellenan solos y quedan editables. Ingresas el coeficiente de importancia I y la razón de amortiguamiento ξ en porcentaje. El programa avisa si ξ queda fuera del rango habitual de 2% a 5% en que se valida f_ξ , pero no bloquea el cálculo.

5.3. Paso 3 — Definir el peso sísmico P

Pulsa el botón junto a «Peso sísmico» para abrir el selector. Marca los casos que componen el peso y asigna a cada uno su factor; el peso se arma sumando esos aportes, que es exactamente lo que haría una combinación de servicio. Por eso el listado muestra solo casos de carga, salvo que actives «Incluir combinaciones de carga».

Peso sísmico P

Marque los casos que componen el peso sísmico y su factor.
Se leerá $|\Sigma F_z|$ basal de cada uno (p. ej. $1.0 \cdot D + 0.25 \cdot L$).

☐ Incluir combinaciones de carga

☒ DEAD	1
☒ LIVE	0.25
☐ LIVE_ROOF	1
☐ EQUIPOS	1
☐ SX	1
☐ SY	1
☐ SZ	1
☐ SX_ecc	1

REGLA DE COMBINACIÓN

Suma Envolverte

Suma: $\Sigma f_i \cdot P_i$ Envolverte: $\max |f_i \cdot P_i|$

Cancelar **Aceptar**

Figura 5.1. Selector del peso sísmico, con $1.0 \cdot \text{DEAD} + 0.25 \cdot \text{LIVE}$.

La regla **Suma** calcula $\Sigma f_i \cdot P_i$ y es la que corresponde al uso normal. **Envolverte** toma $\max |f_i \cdot P_i|$ y sirve para quedarse con la mayor entre definiciones alternativas de masa. Con los casos marcados, pulsa **Leer P (ΣF_z)**.

5.4. Paso 4 — Definir T^* y el corte basal Q_0

En cada pestaña horizontal, elige el caso modal: el programa toma el modo con mayor masa participante en esa dirección y usa su período como T^* . Luego elige el caso o combinación espectral en «Caso RS» y pulsa Leer Q_0 para traer el corte basal.

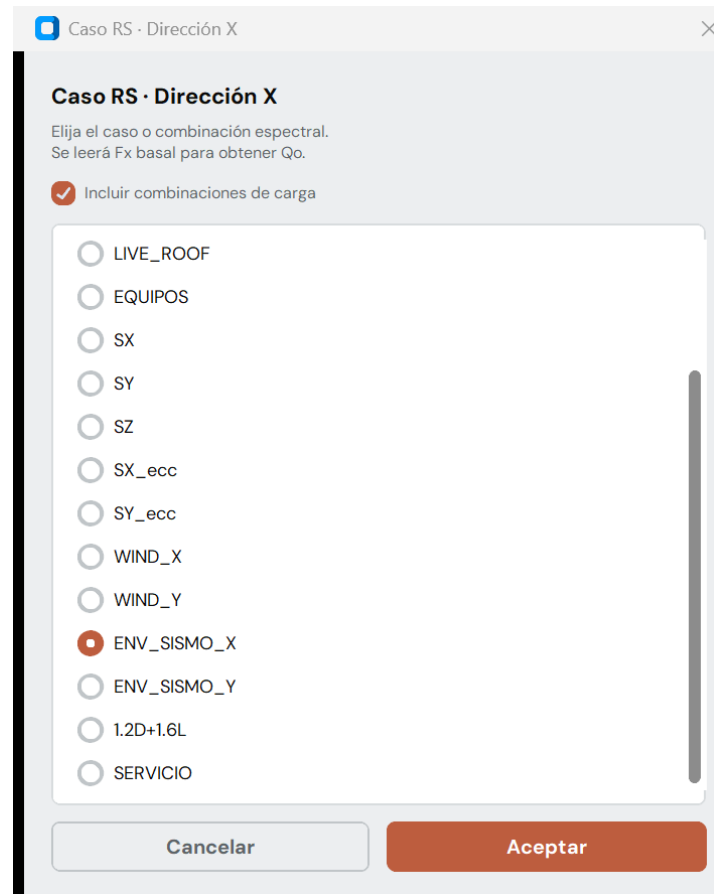


Figura 5.2. Selector del caso espectral, con las combinaciones incluidas.

Ambos selectores tienen lista desplazable con la rueda del mouse, interruptor para incluir o excluir combinaciones, y abren posicionados en lo que ya estaba elegido. Los desplegables simples —zona, suelo, caso modal— también se recorren con la rueda.

5.5. Paso 5 — Calcular y graficar

Pulsa **CALCULAR Y GRAFICAR**. Se construyen los tres espectros y se dibujan las curvas con el punto de diseño (T^* , S_a/g), el período T_1 de la tabla y las líneas de Q_{min}/P y Q_{max}/P . Revisa el chip de estado: si aparece en ámbar, el corte basal quedó fuera de los límites y hay que escalar las fuerzas por el FE indicado.

5.6. Paso 6 — Cargar los espectros en SAP2000

Pulsa **Cargar espectros en SAP2000**. El programa crea —o reemplaza, si ya existen— las funciones NCh2369-2025_X, NCh2369-2025_Y y NCh2369-2025_Z, y confirma en pantalla cuál fue el caso de cada una.

Como el reemplazo ocurre en el lugar, los casos espectrales que ya usaban esas funciones toman la curva nueva sin necesidad de reasignarlas, pero hay que volver a correr el análisis. Si el modelo está bloqueado, el programa lo indica: desbloquéalo e inténtalo de nuevo.

Los valores se entregan en S_a/g , de modo que en el caso espectral de SAP2000 hay que usar factor de escala igual a g , en las unidades del modelo (9.80665 m/s^2), y multiplicarlo por FE cuando corresponda.

5.7. Paso 7 — Iterar hasta converger

Tras correr el análisis con el espectro cargado, vuelve al programa, desactiva **Datos manuales** y pulsa **CALCULAR Y GRAFICAR**: T^* se releerá del caso modal y Q_0 del caso espectral. Repite el ciclo hasta que T^* , R^* y FE dejen de cambiar entre iteraciones.

6. Espectro vertical

La pestaña Dirección Z (vertical) construye el espectro vertical y marca su punto de diseño en el período del modo con mayor masa participante U_z . Este espectro no aplica la Ecuación 1b ni los límites C_{max} y C_{min} : usa R_v directamente.

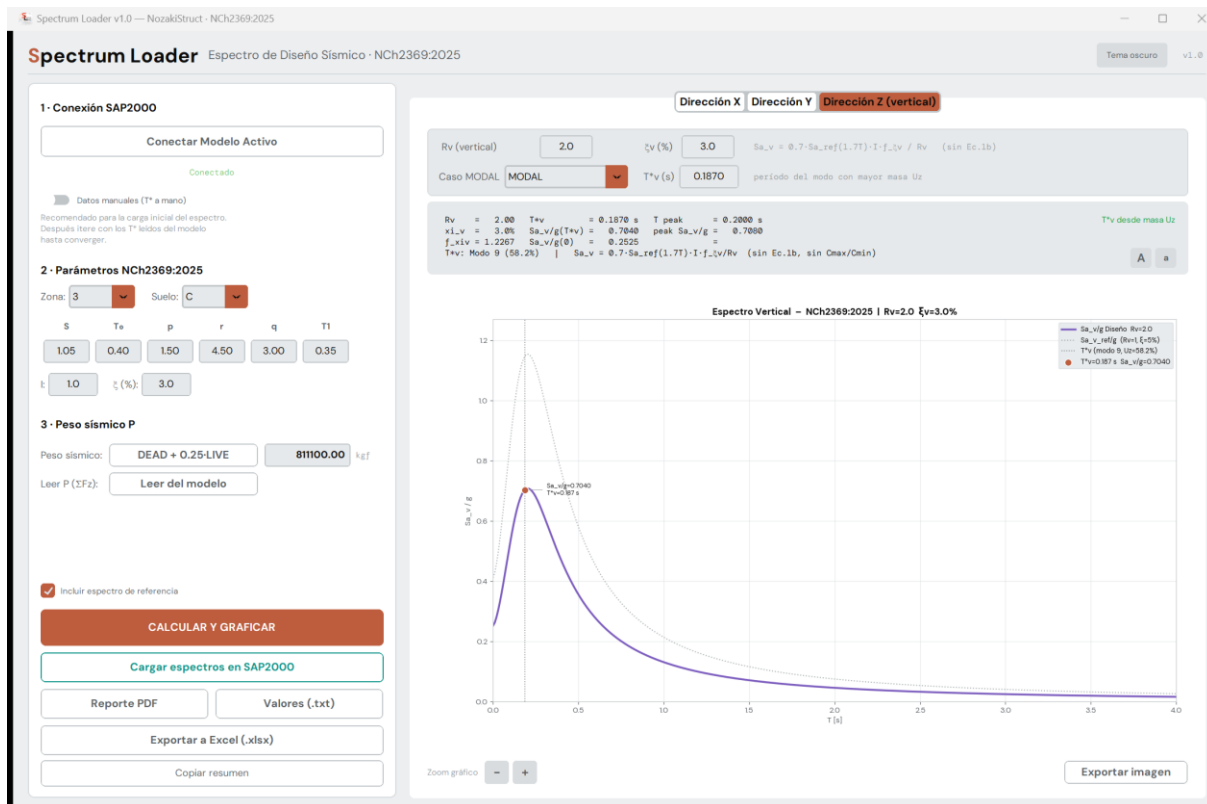


Figura 6.1. Pestaña Dirección Z con el punto de diseño en T^*v .

Marcar el punto en el modo vertical real, y no en $T = 0$, es importante: el espectro vertical tiene su máximo en torno a 0.2 s, de modo que la demanda en ese período puede ser varias veces la aceleración máxima del terreno. Si no se selecciona un caso modal, el punto cae en $T = 0$ y el chip lo advierte.

7. Base normativa

Concepto	Expresión y criterio
Espectro de referencia	$Sa_{ref}(T) = 1.4 \cdot A_o \cdot S \cdot (1 + r \cdot (T/T_o)^p) / (1 + (T/T_o)^q)$
Espectro de diseño	$Sa(T) = Sa_{ref}(T) \cdot I \cdot f_{\xi} / R^*$, con $f_{\xi} = (0.05/\xi)^{0.4}$
Factor R^* (Ec. 1b)	Si $T^* \geq Cr \cdot Tl$ entonces $R^* = R$; si no, $R^* = 1.5 + (R - 1.5) \cdot T^* / (Cr \cdot Tl)$, con $Cr = 0.16 \cdot R$ y Tl tabulado en la Tabla 6.
Límites de corte	$C_{max} = 2.75 \cdot I \cdot A_o \cdot S \cdot f_{\xi} / (R+1)$ y $C_{min} = 0.25 \cdot I \cdot A_o \cdot S$, sobre el peso sísmico P .
Factor de escala	$FE = Q_{min}/Q_o$ si $Q_o < Q_{min}$; $FE = Q_{max}/Q_o$ si $Q_o > Q_{max}$; $FE = 1$ en el resto. Escala las fuerzas, no la curva.
Espectro vertical	$Sa_v(T) = 0.7 \cdot Sa_{ref}(1.7 \cdot T) \cdot I \cdot f_{\xi v} / R_v$, sin Ecuación 1b ni límites.

Los espectros se construyen sobre una grilla de 0 a 4 s con paso 0.01 s, a la que se agregan los períodos notables T^* y Tl . Los resultados están verificados contra la planilla de referencia NCh2369-2025_R0 con coincidencia a 1×10^{-12} .

8. Exportación de resultados

Salida	Contenido
Reporte PDF	Portada con todos los parámetros y resultados de las tres direcciones, más una página apaisada por dirección con su gráfico.
Valores (.txt)	Un archivo por dirección (_X, _Y y _Z) con las columnas T y Sa/g —referencia y diseño— en la grilla exacta de cada curva.
Exportar a Excel (.xlsx)	Una pestaña por dirección con la tabla de valores, un bloque de parámetros y un gráfico de dispersión.
Exportar imagen	Guarda el gráfico de la pestaña activa en PNG o PDF a 300 ppp.
Copiar resumen	Deja el resumen completo en el portapapeles, listo para pegarlo en una memoria de cálculo.

Todas las salidas entregan Sa/g sin el factor de escala FE aplicado: FE afecta a las fuerzas del análisis, no a la forma del espectro.

9. Tratamiento de errores

La aplicación maneja las situaciones más comunes sin cerrarse, mostrando un aviso que guía al usuario:

- **SAP2000 no detectado:** si no hay una instancia activa con un modelo abierto, avisa para que lo abras e intentes de nuevo.
- **Análisis no ejecutado:** si el caso modal o el caso espectral no tienen resultados, indica que hay que correr el análisis antes de leer.
- **Modelo bloqueado:** al cargar los espectros, si el modelo está bloqueado lo informa y recuerda que desbloquearlo descarta los resultados.
- **Entradas inválidas:** valida que R, ξ , P, Qo y T* sean números dentro de rango, y no calcula hasta que se corrijan, para no dejar resultados mezclados entre direcciones.
- **Archivo en uso:** si el PDF, el TXT o la planilla están abiertos en otro programa, avisa en vez de fallar.
- **Fallo al crear las funciones:** informa el código devuelto por la OAPI o la excepción, en vez de un mensaje genérico.

10. Soporte y contacto

Para soporte, sugerencias o consultas sobre el software visita www.nozakistruct.com o escribe desde el sitio. Indica la versión del programa (visible en el encabezado de la ventana) y, si el problema involucra a SAP2000, la versión que estás usando