

## 2. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

STRUCTURAL DYNAMICS LABORATORY es una aplicación web diseñada para la simulación y análisis del comportamiento dinámico de estructuras mediante módulos de uno y múltiples grados de libertad. Permite realizar prácticas virtuales de dinámica estructural con un enfoque accesible, seguro y realista.

### Descripción del software y el hardware utilizado para su desarrollo

La aplicación fue desarrollada utilizando los lenguajes JavaScript, HTML5 y CSS, empleando el editor de código fuente Visual Studio Code. El proyecto se almacenó en GitHub, y se usó GitHub Pages para alojar la aplicación directamente desde el repositorio.

En cuanto al hardware, se utilizó un computador tipo Escritorio SFF con procesador Intel 10-Generación Core i7-10700 (8-Core, 16-Subprocesos, 2.9 up to 4.8 GHz Turbo, 16 MB SmartCache, Bus Speed 8 GT/s, TDP 65W), Memoria 64 GB (2\*32gb) DDR4, Disco SSD 512 GB M.2, + Disco Sata de 1 TB, RJ45 Port Integrado, Conexión: Wi-Fi 6 802.11ax 2x2 + Bluetooth 5, Intel HD 630 Graphics Integrada, Puertos (2x USB-A, 10 Gbps, 4x USB-A a 480 Mbps, 3x USB-A 5 Gbps; 1x DisplayPort 1.4, 1x HDMI 1.4), Teclado & Mouse, Sistema Operativo: Windows 10 Pro.

### Descripción de módulos, algoritmos, estructuras de datos e interfaz del usuario.

La aplicación está compuesta por 4 módulos de Resistencia de Materiales a través de los cuales se puede acceder a diferentes ensayos y a una variedad de controles que permiten configurar los parámetros necesarios para los cálculos y obtener los resultados deseados. Para utilizar la aplicación de manera adecuada se recomienda seguir un orden de acciones específico.

En primer lugar, se sugiere que el usuario interactúe con el panel *Ingrese los valores*, donde podrá definir las características de la probeta a ensayar. Una vez finalizada la simulación, se podrán descargar los datos obtenidos y reiniciar la simulación con otras características de ensayo, utilizando los *Botones principales*.

### Interfaz gráfica

Tanto el módulo de un grado de libertad como el de múltiples grados de libertad cuentan con una interfaz gráfica intuitiva y amigable para el usuario, programada en HTML5, Bootstrap y JavaScript, como se muestra en las Fig. 1 y 2. Esta interfaz incluye tres paneles principales: el panel de identificación y hipervínculos, el panel de control y el panel central.

## Módulo de un grado de libertad

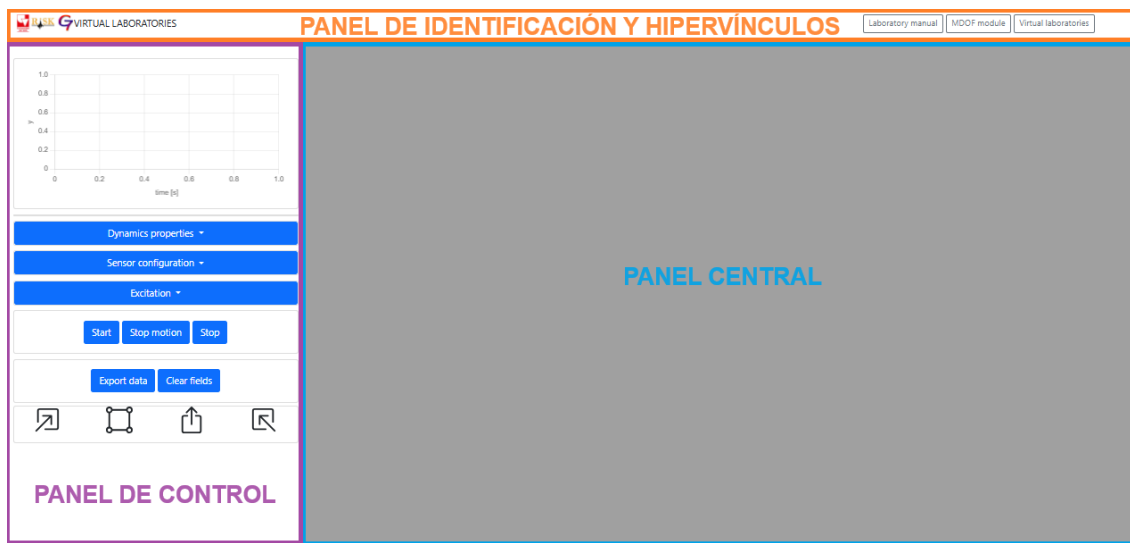


Figura 1: Módulo de un grado de libertad: Interfaz gráfica.

## Módulo de múltiples grados de libertad

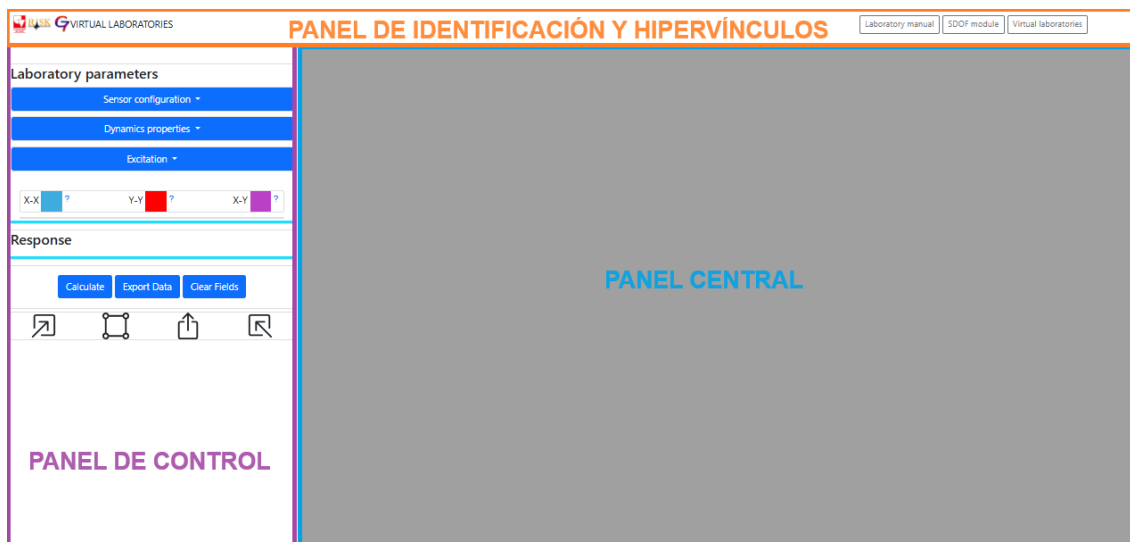


Figura 2: Módulo de múltiples grados de libertad: Interfaz gráfica.

## Panel de identificación y hipervínculos

Este panel incluye el nombre del laboratorio virtual, así como los logotipos de la universidad y de los laboratorios involucrados en su desarrollo. Además, cuenta con tres hipervínculos que

permiten acceder al manual del laboratorio, al módulo de uno o múltiples grados de libertad, y a la página principal de los laboratorios (Fig. 3 y 4).

### Módulo de un grado de libertad

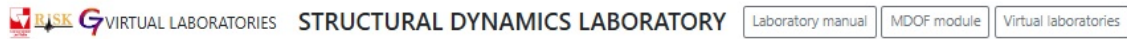


Figura 3: Módulo de un grado de libertad: Panel de identificación y hipervínculos.

### Módulo de múltiples grados de libertad



Figura 4: Módulo de múltiples grados de libertad: Panel de identificación y hipervínculos.

## Panel central

En el panel central se muestra el entorno del laboratorio, incluyendo el modelo estructural y la mesa vibratoria. En este espacio, se representa la respuesta del sistema, así como los desplazamientos en la base.

### Módulo de un grado de libertad

El panel central del módulo de un grado de libertad incluye un péndulo invertido, un sistema dinámico clásico. Este sistema consiste esencialmente en una barra rígida con una masa concentrada en su parte superior, montada sobre un pivote situado en la base de la barra (Fig. 5).

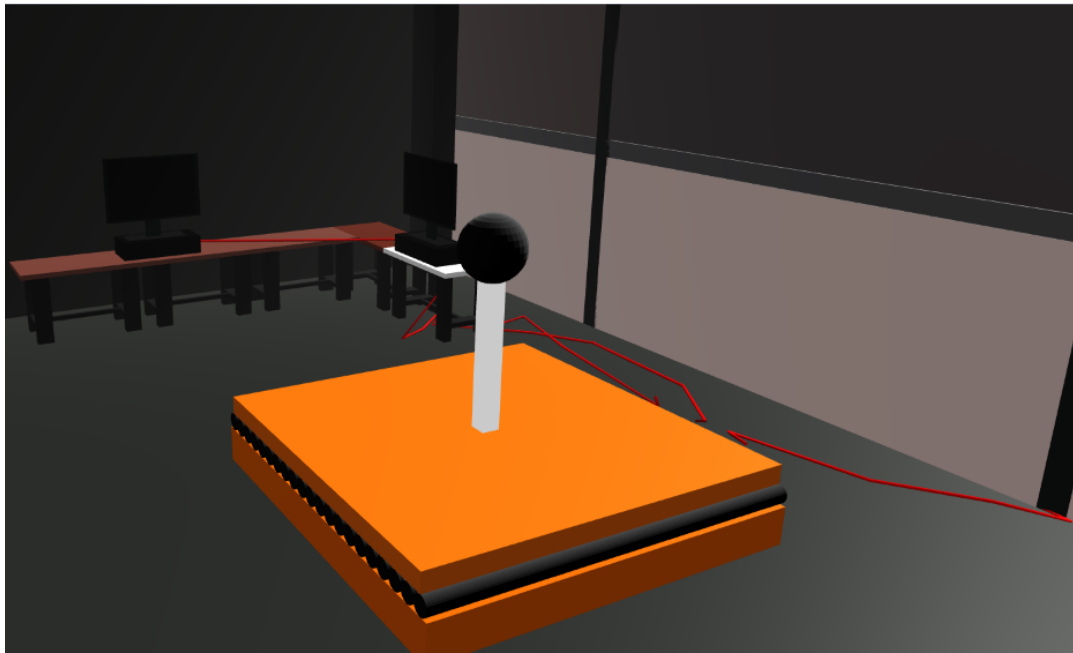


Figura 5: Panel central: Módulo de un grado de libertad.

### Módulo de múltiples grados de libertad

El panel central del módulo de múltiples grados de libertad cuenta con opciones adicionales para facilitar el modelado del sistema estructural. En este panel, el usuario puede seleccionar el pórtico que desea analizar haciendo clic sobre el pórtico de uno o dos pisos, que están enmarcados dentro de un recuadro rojo (Fig. 6). Para cambiar la dirección del desplazamiento de la mesa, el usuario puede hacer clic nuevamente sobre el pórtico que desea modelar, lo que cambiará los colores del pórtico en la mesa vibratoria. Los colores representan las siguientes direcciones de movimiento: azul para X-X, rojo para Y-Y y morado para X-Y (Fig. 8).

Además, para definir las propiedades de elementos como las vigas y columnas (frame) o las losas (slab), el usuario puede hacer clic sobre ellos. Esto desplegará el menú de propiedades dinámicas (Fig. ??), donde podrá definir las características del elemento seleccionado. Para quitar la selección, el usuario puede hacer clic en cualquier lugar del panel central. Una vez que el elemento se de-seleccione, el programa guardará los datos automáticamente.

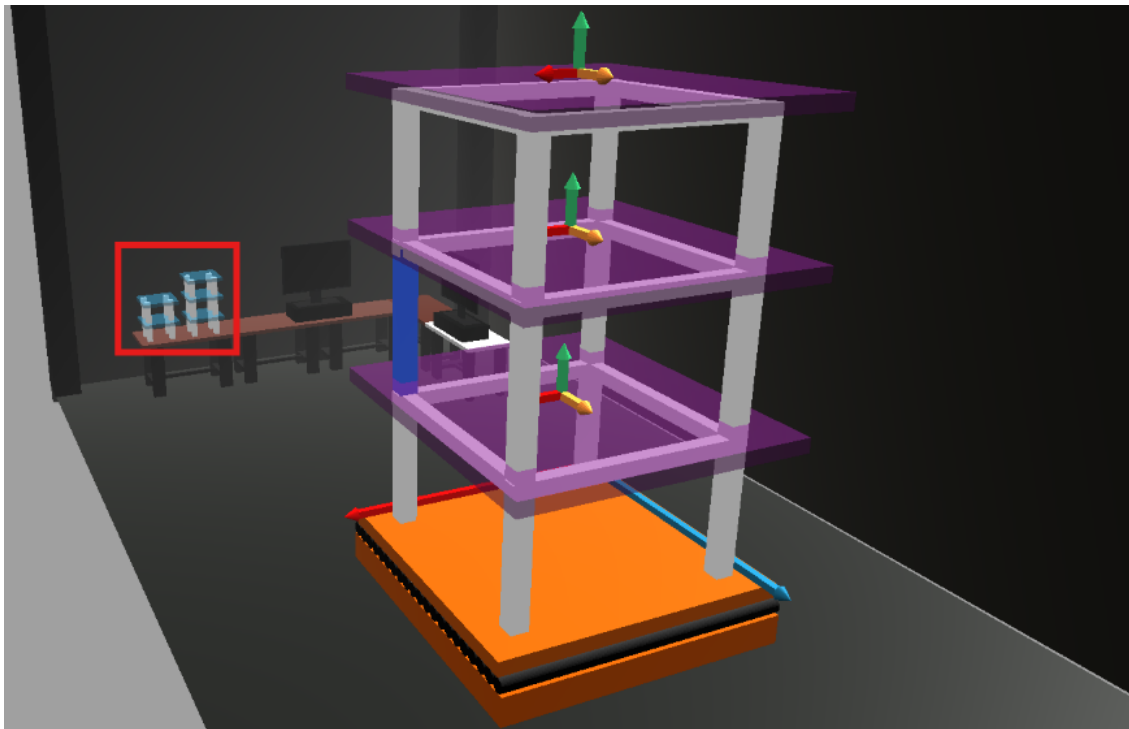


Figura 6: Panel central: Módulo de múltiples grados de libertad.

## Panel de control

Dentro del panel de control se encuentran diferentes menús que permiten al usuario tanto modelar la estructura como visualizar la respuesta del sistema. Estos menús son: el menú de propiedades dinámicas, el menú de configuración de sensores, el menú de excitaciones en la base, el menú de respuesta, el menú de acción y extracción, y, por último, el menú de vistas.

### Módulo de un grado de libertad

El panel de control del módulo de un grado de libertad cuenta con tres menús desplegables que permiten asignar sensores, definir propiedades físicas o dinámicas del sistema, y seleccionar el tipo de excitación. Adicionalmente, dispone de tres menús no desplegables que permiten al usuario, visualizar la respuesta, iniciar y detener la simulación, exportar los datos, limpiar campos y cambiar entre diferentes vistas (Fig. 7).

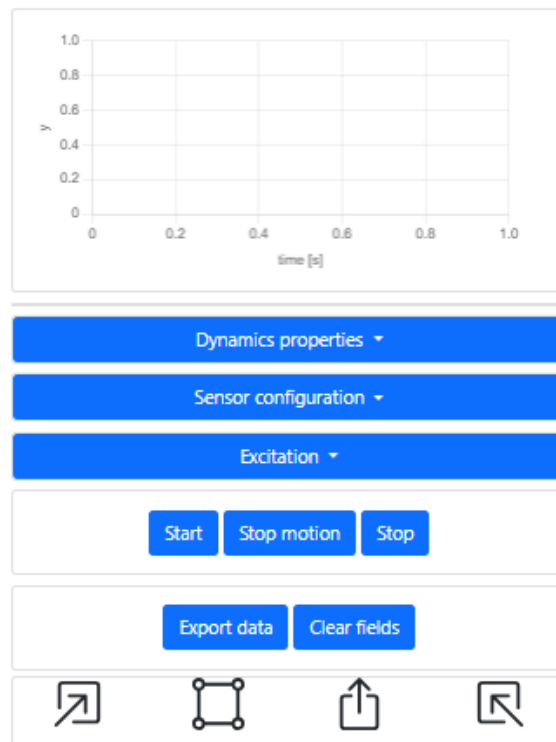


Figura 7: Panel de control: Módulo de múltiples grados de libertad.

### Módulo de múltiples grados de libertad

El panel de control del módulo de múltiples grados de libertad consta de cuatro menús desplegables que permiten configurar los sensores, las propiedades físicas o dinámicas del sistema, visualizar la respuesta y seleccionar el tipo de excitación. Además, incluye tres menús no desplegables que permiten al usuario iniciar la simulación, exportar los datos, limpiar los campos, definir el sentido del desplazamiento y cambiar entre diferentes vistas (Fig. 8).

Figura 8: Panel de control: Módulo de múltiples grados de libertad.

## Menú de respuesta

Este menú incluye un apartado gráfico que permite visualizar las solicitaciones dinámicas y la respuesta del sistema.

## Módulo de un grado de libertad

El menú de respuesta para el módulo de un grado de libertad brinda la opción de visualizar tanto las solicitaciones dinámicas como los desplazamientos resultantes del sistema, así como su respuesta en términos de aceleración, y desplazamiento. Además, incluye un menú desplegable que permite ajustar el tipo de respuesta que se muestra (Fig. 9).

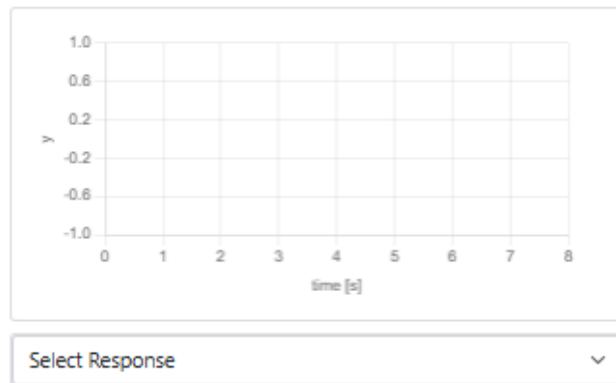


Figura 9: Menú de respuesta: Módulo de un grado de libertad.

## Módulo de múltiples grados de libertad

El menú de respuesta para el módulo de múltiples grados de libertad, así como para el de un grado de libertad, permite visualizar tanto las solicitaciones dinámicas como los desplazamientos resultantes del sistema. La diferencia es que, en el caso del módulo de múltiples grados de libertad, estas visualizaciones se muestran para cada piso. Las gráficas uno y dos muestran los resultados para cada nivel, mientras que la tercera gráfica presenta permanentemente las solicitaciones inducidas en la base del sistema. Además, el módulo cuenta con dos interruptores que permiten alternar entre la visualización de la respuesta en términos de desplazamiento o aceleración (Fig. 10).



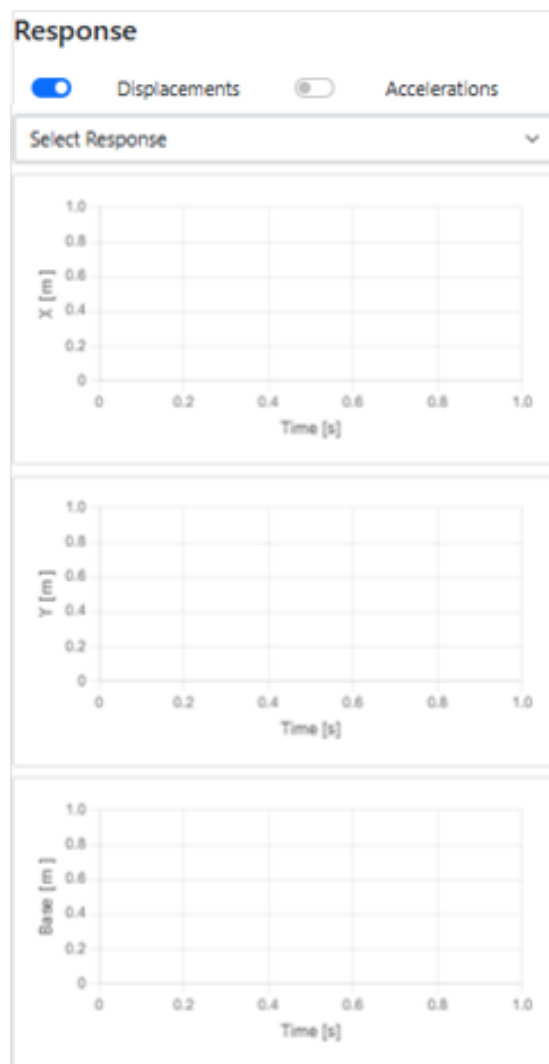


Figura 10: Menú de respuesta: Módulo de múltiples grados de libertad.

Adicionalmente, la aplicación dispone de *Botones secundarios* que permiten acceder al *Manual de usuario* y a los diversos módulos disponibles, los cuales se pueden consultar en cualquier momento.

El software ofrece la opción de exportar tanto los resultados numéricos como los gráficos generados. A continuación, detallaremos la interfaz gráfica, mientras que en el *Manual de usuario* se proporciona una descripción más detallada del uso de cada módulo de la herramienta virtual.