

Anexo VI. Manual de usuario

Sistema para la mejora de la movilidad articular basada en el uso de la estimación de posturas

Trabajo Fin de Máster

Ingeniería Informática

Febrero 2025



VNiVERSiDAD
D SALAMANCA

Autor

Sergio Salinero Santamaría

Tutores

André Fílipe Sales Mendes

Gabriel Villarrubia González

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Usuario sin autenticar	2
2.1. Iniciar sesión	2
2.2. Establecer contraseña	3
2.3. Restablecer contraseña	4
3. Usuario autenticado	7
3.1. Gestionar datos de perfil	7
3.2. Visualizar categorías de ejercicios	8
3.3. Publicar una rutina en categoría	10
3.4. Creación de una rutina personal	12
3.5. Ejecución de rutinas	12
3.6. Historial de rutinas	16
3.7. Estadísticas del usuario	17
3.8. Gestión de ejercicios	19
4. Referencias	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Iniciar sesión.....	2
Figura 2: Inicio de sesión erróneo.....	2
Figura 3: Establecer contraseña.....	3
Figura 4: Registro erróneo por usuario existente.....	3
Figura 5: Registro erróneo por contraseñas no coincidentes.....	4
Figura 6: Envío del email en la recuperación de contraseña.....	4
Figura 7: Envío de correo electrónico erróneo.....	5
Figura 8: Cambio de contraseña.....	5
Figura 9: Cambio de contraseña erróneo.....	6
Figura 10: Perfil de usuario.....	7
Figura 11: Cambiar contraseña.....	7
Figura 12: Eliminar cuenta.....	8
Figura 13: Ver categorías de ejercicios.....	8
Figura 14: Categoría de ejercicios.....	9
Figura 15: Eliminar todas la rutinas de una categoría.....	9
Figura 16: Publicar una rutina.....	10
Figura 17: Publicar una rutina. Ejemplo.....	11
Figura 18: Configuración de rutina personal.....	12
Figura 19: Tecnología de estimación de posturas.....	13
Figura 20: Ejecución de rutinas.....	13
Figura 21: Gesto inicial.....	14
Figura 22: Estado de preparación.....	14
Figura 23: Comienzo de la rutina.....	15
Figura 24: Ejercicio completado.....	15
Figura 25: Tiempo de descanso.....	16
Figura 26: Historial de rutinas.....	16
Figura 27: Eliminar todas las rutinas del historial.....	17
Figura 28: Estadísticas de usuario.....	18
Figura 29: Reiniciar las estadísticas.....	19
Figura 30: Visualización de los ejercicios.....	19
Figura 31: Ayuda sobre la gestión de ejercicios.....	20
Figura 32: Adición de ejercicios.....	21
Figura 33: Edición de un ejercicio.....	21
Figura 34: Eliminación de un ejercicio.....	21

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Cálculo de calorías quemadas	18
--	----

1. INTRODUCCIÓN

El propósito del manual de usuario es facilitar la interacción del usuario con el sistema, proporcionándole una guía clara para ejecutar correctamente las tareas y resolver cualquier duda relacionada con el funcionamiento de las diferentes pantallas de la aplicación.

El documento se estructurará en función del estado actual del usuario:

- Usuario sin autenticar
- Usuario autenticado

2. USUARIO SIN AUTENTICAR

Corresponde a la situación en la que un usuario aún no ha completado el proceso de autenticación en el sistema. En consecuencia, su interacción se encuentra restringida exclusivamente a acciones vinculadas con la autenticación y el acceso a la plataforma.

2.1. INICIAR SESIÓN

En la Figura 1 se presenta la interfaz de usuario para acceder a la plataforma. El acceso se lleva a cabo utilizando el método tradicional de autenticación mediante usuario y contraseña.

El formulario incluye opciones para registrar un nuevo usuario y un mecanismo para recuperar la contraseña en caso de que sea olvidada.

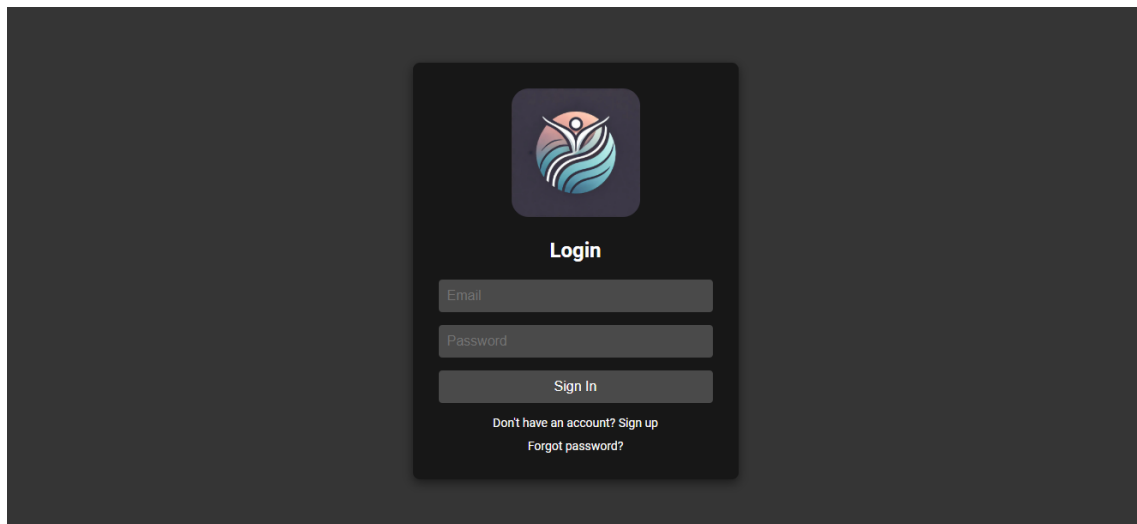


Figura 1: Iniciar sesión

En la Figura 2 se muestra que, en caso de que el usuario ingrese credenciales incorrectas, se le notificará a través de un mensaje en la interfaz.

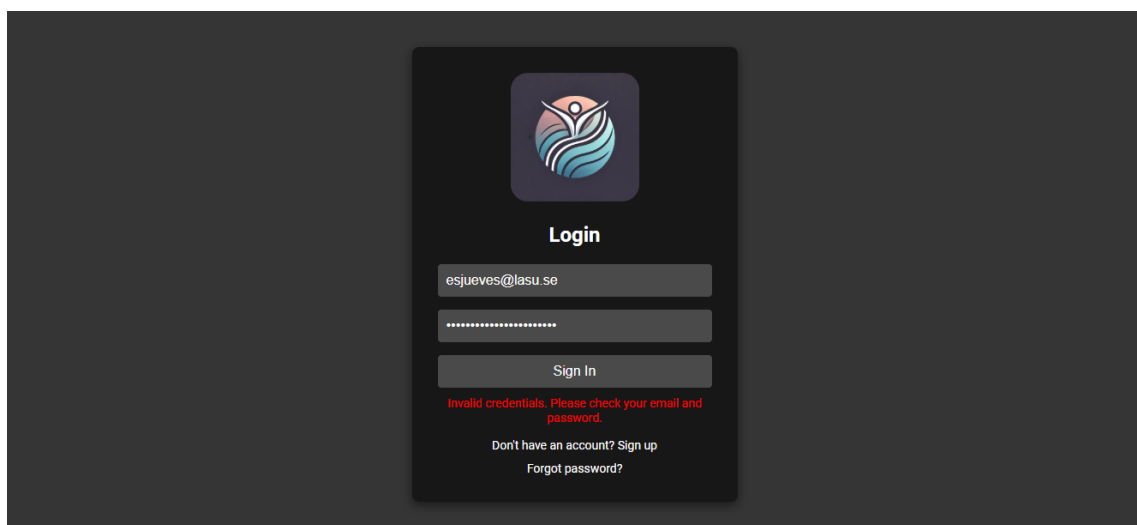


Figura 2: Inicio de sesión erróneo

2.2. ESTABLECER CONTRASEÑA

En la Figura 3 se presenta el formulario diseñado para llevar a cabo el registro de un usuario en el sistema. Esta vista incluye, además, la opción de iniciar sesión para aquellos usuarios que ya se encuentren registrados en el sistema.

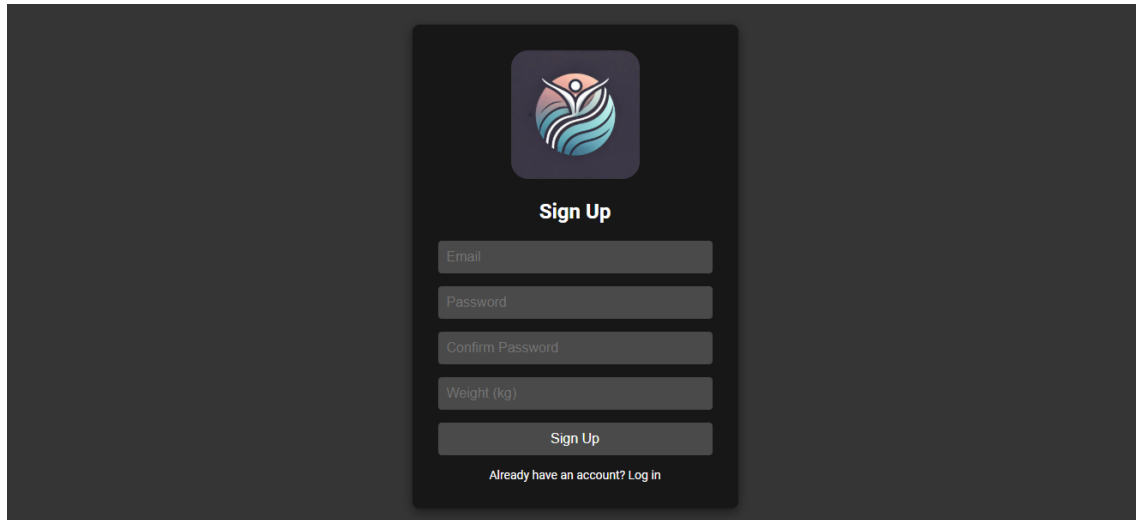
A dark-themed mobile application interface for a 'Sign Up' screen. At the top is a circular logo with a stylized bird or wing design in blue and orange. Below the logo is the text 'Sign Up' in white. The form consists of five input fields: 'Email', 'Password', 'Confirm Password', 'Weight (kg)', and a 'Sign Up' button. Below the button is a link that says 'Already have an account? Log in'.

Figura 3: Establecer contraseña

En el proceso de registro de usuarios se llevan a cabo dos validaciones: que las contraseñas introducidas sean iguales y que el correo electrónico no esté ya registrado. Se muestran en las Figuras 4 y 5 los dos mensajes de error.

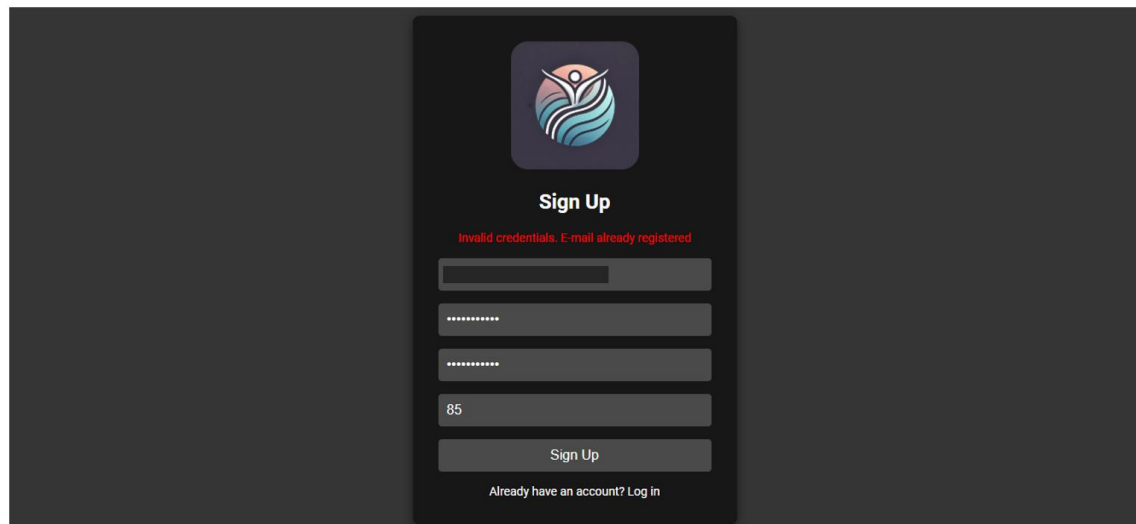
A dark-themed mobile application interface for a 'Sign Up' screen, similar to Figure 3. It features the same logo and 'Sign Up' text. However, a red error message 'Invalid credentials. E-mail already registered' is displayed above the input fields. The input fields are filled with placeholder text: 'Email', 'Password', 'Confirm Password', and '85'. The 'Sign Up' button is visible at the bottom, along with the 'Already have an account? Log in' link.

Figura 4: Registro erróneo por usuario existente

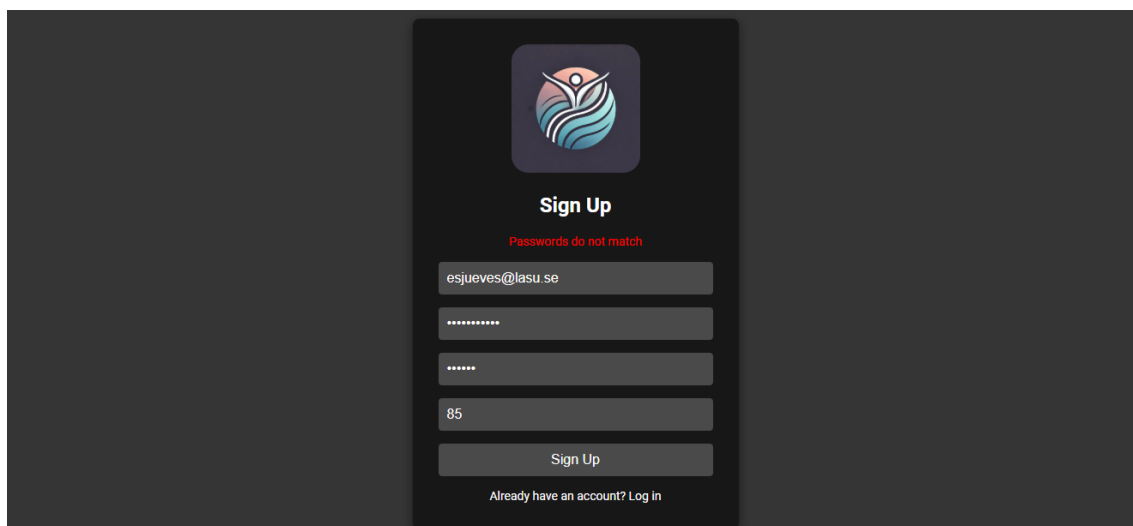


Figura 5: Registro erróneo por contraseñas no coincidentes

2.3. RESTABLECER CONTRASEÑA

El proceso de recuperación de contraseña implicar solicitar al usuario su dirección de correo electrónico, enviarle un mensaje con un enlace al servicio de restablecimiento de contraseña y permitirle reemplazar la contraseña anterior por una nueva. En la Figura 6 se ilustra el formulario destinado al envío del correo electrónico.

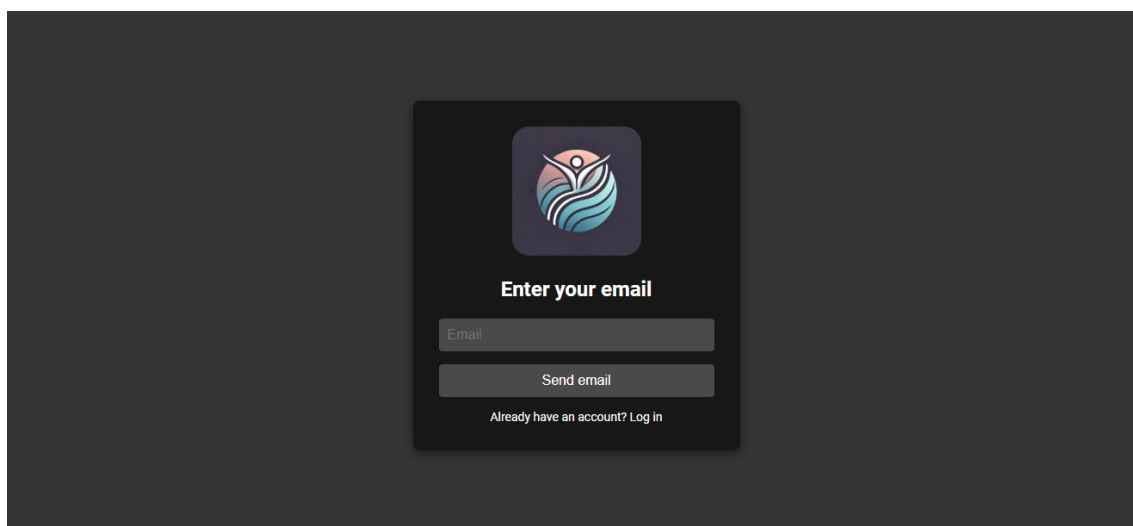


Figura 6: Envío del email en la recuperación de contraseña

Si el usuario introduce un correo electrónico no está registrado en el sistema, se mostrará el mensaje de error indicado en la Figura 7.

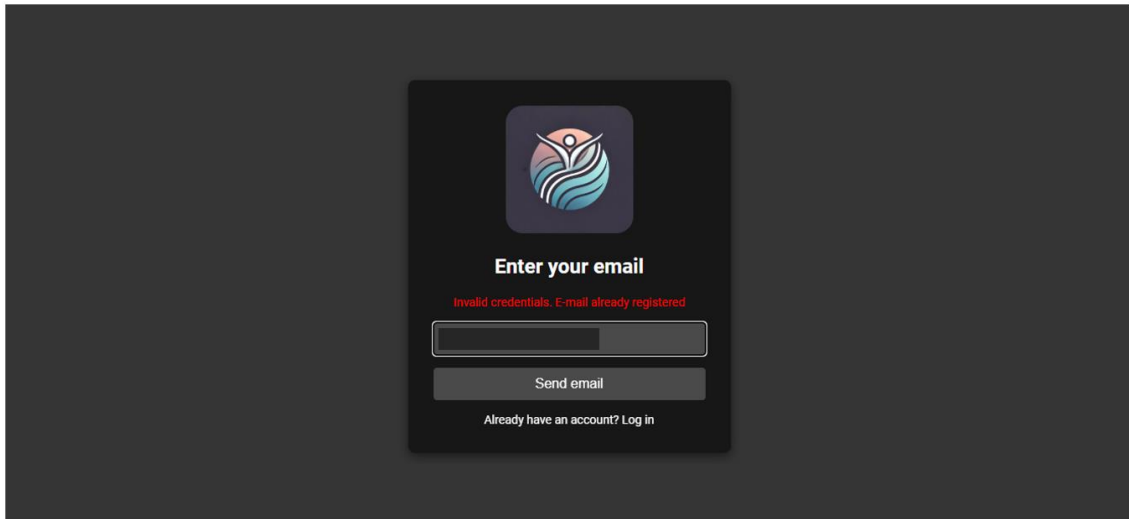


Figura 7: Envío de correo electrónico erróneo

Tras enviarse el correo, el usuario debe acceder al enlace entregado, cuya interfaz es la mostrada en la Figura 8. Se le permitirá establecer una nueva contraseña.

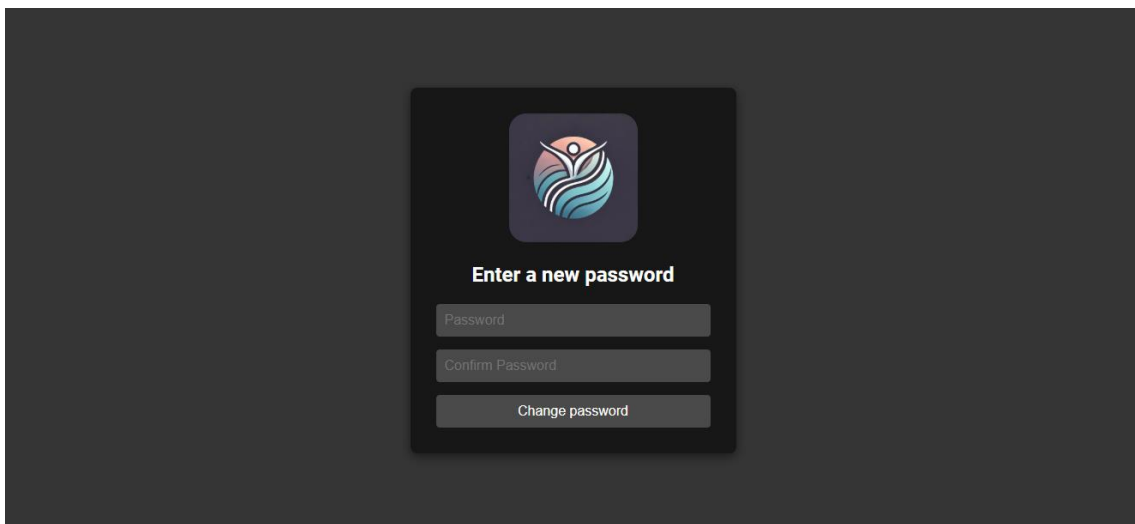


Figura 8: Cambio de contraseña

Si el usuario introduce dos contraseñas que no coinciden, será notificado (Figura 9).

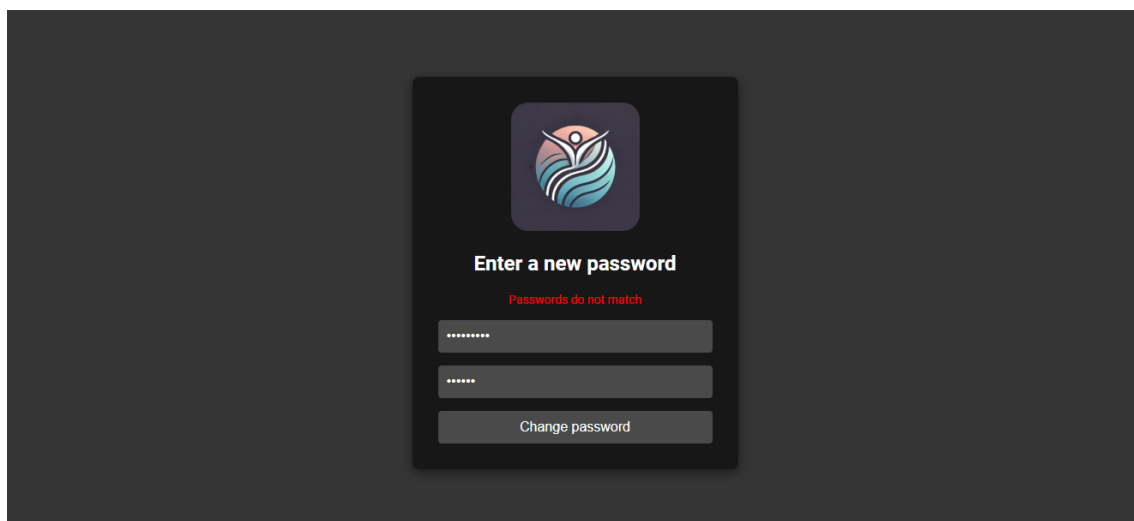


Figura 9: Cambio de contraseña erróneo

3. USUARIO AUTENTICADO

Usuario que tiene acceso a la totalidad de la funcionalidad presentes en el sistema tras la autenticación. Se describen a continuación las acciones disponibles.

3.1. GESTIONAR DATOS DE PERFIL

Se habilita la funcionalidad para visualizar y editar el peso del usuario, actualizar la contraseña y eliminar su cuenta del sistema. La Figura 10 presenta el diseño de la interfaz correspondiente, donde se facilita la visualización de esta información y el acceso a las funcionalidades mencionadas.

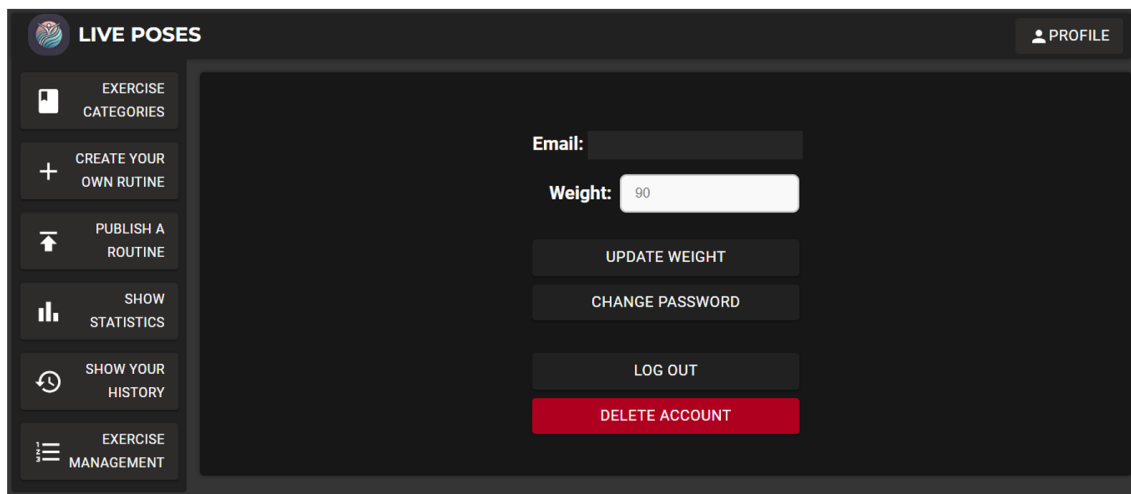


Figura 10: Perfil de usuario

El proceso de cambio de contraseña es idéntico al descrito en la recuperación de contraseña. El usuario debe introducir y confirmar la nueva contraseña (Figura 11).

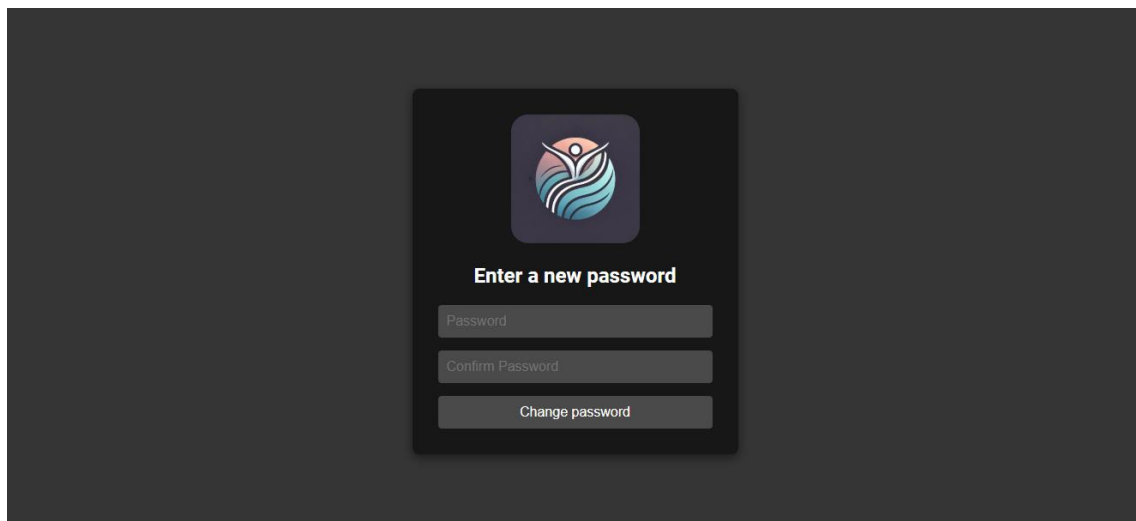


Figura 11: Cambiar contraseña

En el borrado de la cuenta aparecerá una ventana emergente solicitando la confirmación de eliminación. Se muestra en la Figura 12.

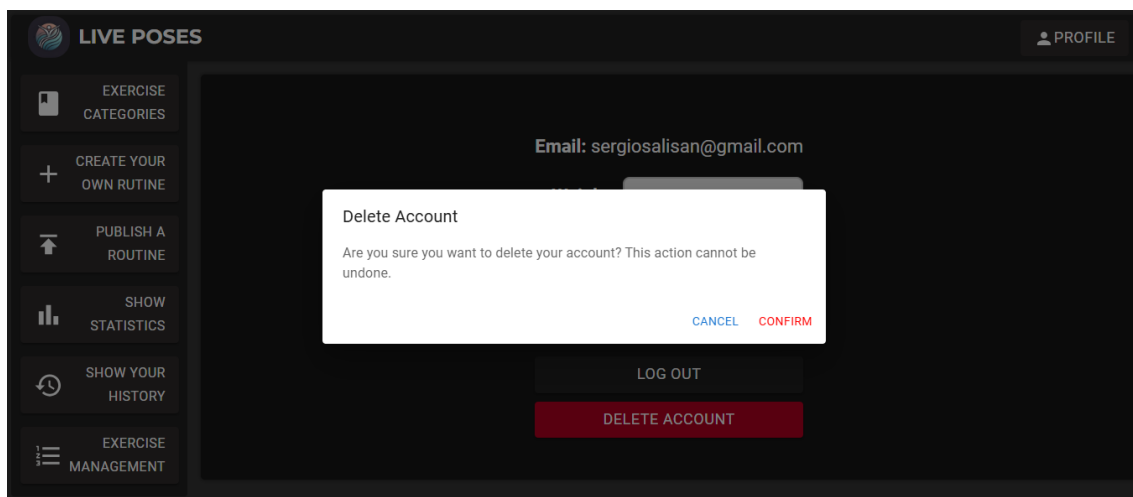


Figura 12. Eliminar cuenta

Si el usuario acepta la confirmación, su cuenta junto con sus datos asociados serán eliminados del sistema.

3.2. VISUALIZAR CATEGORÍAS DE EJERCICIOS

Una categoría de ejercicio es un conjunto de rutinas que tienen en común su finalidad en base a los ejercicios que contienen. Por el momento se tienen cuatro categorías diferentes: rutinas de rehabilitación, flexibilidad y movilidad, fuerza y músculo y equilibrio. Se muestra a continuación (Figura 13).

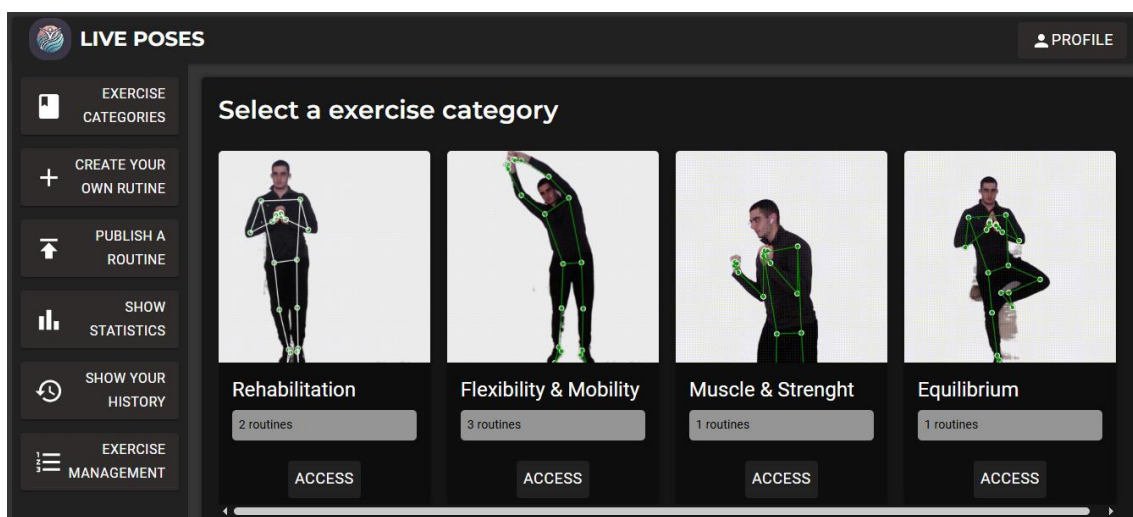


Figura 13: Ver categorías de ejercicios

Cuando se accede a una categoría, se disponen las rutinas contenidas en ella. En este momento se despliegan las opciones de poder realizar una rutina, poder eliminarla de la categoría o poder eliminar todas las rutinas de la categoría (Figura 14).

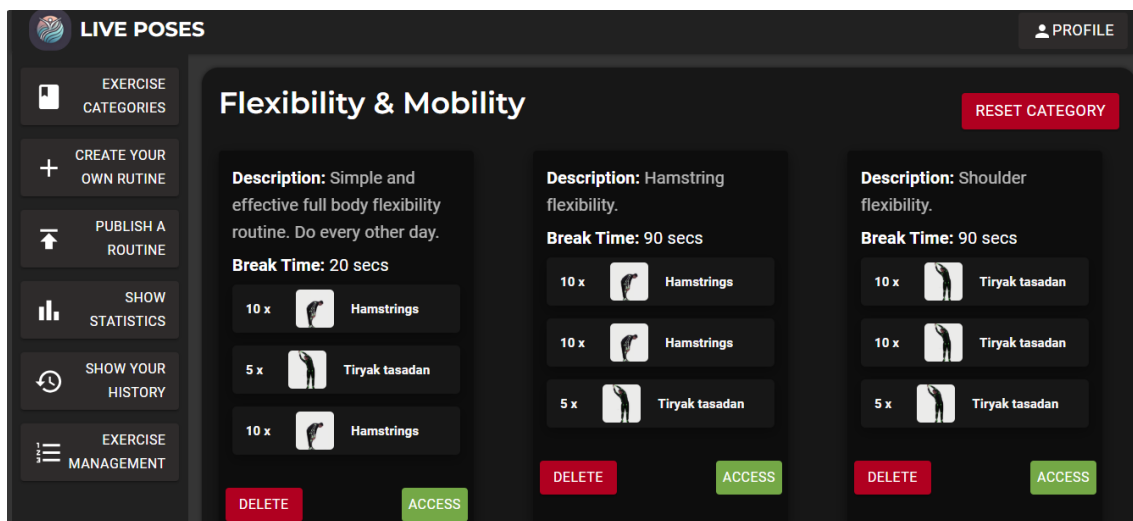


Figura 14: Categoría de ejercicios

En caso de que se quiera limpiar una categoría de ejercicios, aparecerá un mensaje de confirmación (Figura 15).

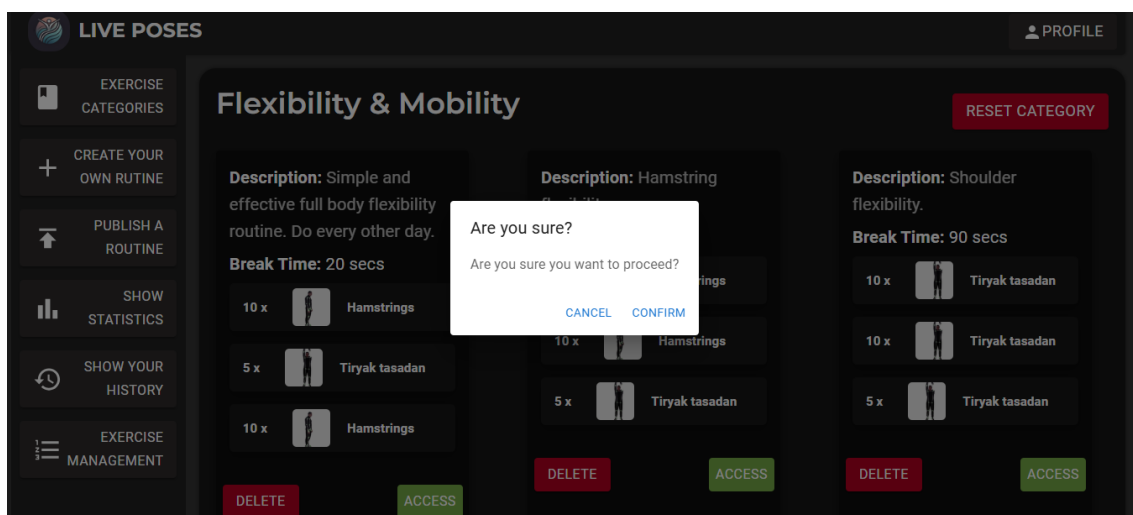


Figura 15: Eliminar todas la rutinas de una categoría

Si el usuario procede con la confirmación, se eliminarán todas las rutinas presentes en una categoría.

3.3. PUBLICAR UNA RUTINA EN CATEGORÍA

Las rutinas presentes en las categorías pueden ser añadidas mediante un sistema de creación de rutinas (Figura 16). Consiste en añadir ejercicios, sus repeticiones y su disposición en orden, especificar el tiempo de descanso, opcionalmente una descripción y seleccionar la categoría a la que va destinado.

The screenshot shows the 'Routine building' interface within the 'LIVE POSES' application. On the left is a dark sidebar with navigation options: 'EXERCISE CATEGORIES', 'CREATE YOUR OWN ROUTINE', 'PUBLISH A ROUTINE', 'SHOW STATISTICS', 'SHOW YOUR HISTORY', and 'EXERCISE MANAGEMENT'. The main content area is titled 'Routine building' and includes an 'ADD EXERCISE' button. Below this is a 'Set rest time (secs)' section with a horizontal slider. The next section is 'Give a description', featuring a large text input field with the placeholder 'Write a description...' and a '100 words remaining' indicator. At the bottom is a 'Select a category' section with a dropdown menu currently set to 'Rehabilitation'. A prominent green 'PUBLISH ROUTINE' button is located at the bottom right of the main area. A 'PROFILE' link is visible in the top right corner of the app header.

Figura 16: Publicar una rutina

Un ejemplo de rutina formada se presenta a continuación (Figura 17).

LIVE POSES PROFILE

EXERCISE CATEGORIES

+ CREATE YOUR OWN ROUTINE

PUBLISH A ROUTINE

SHOW STATISTICS

SHOW YOUR HISTORY

EXERCISE MANAGEMENT

Routine building

10 x Front leg raise + - [trash] [up] [down]

5 x Lunges + - [trash] [up] [down]

10 x Front leg raise + - [trash] [up] [down]

ADD EXERCISE

Set rest time (secs)

Give a description

Simple routine to improve hip mobility. Do it twice a week

89 words remaining

Select a category

Rehabilitation

PUBLISH ROUTINE

Figura 17: Publicar una rutina. Ejemplo

Se observa que el sistema permite realizar toda operación posible en una lista de elementos: adición, eliminación y cambio de orden. Una vez esté construida la rutina y se publique en una categoría, la rutina será añadida y aparecerá en dicha categoría junto con el resto de las rutinas anteriormente configuradas.

3.4. CREACIÓN DE UNA RUTINA PERSONAL

El sistema permite crear una rutina de carácter personal para ejecutarla inmediatamente después de su configuración. El proceso es idéntico al de publicar una rutina en una categoría, prescindiendo de su descripción y la selección de la categoría. En la Figura 18 se muestra un ejemplo de rutina configurada.

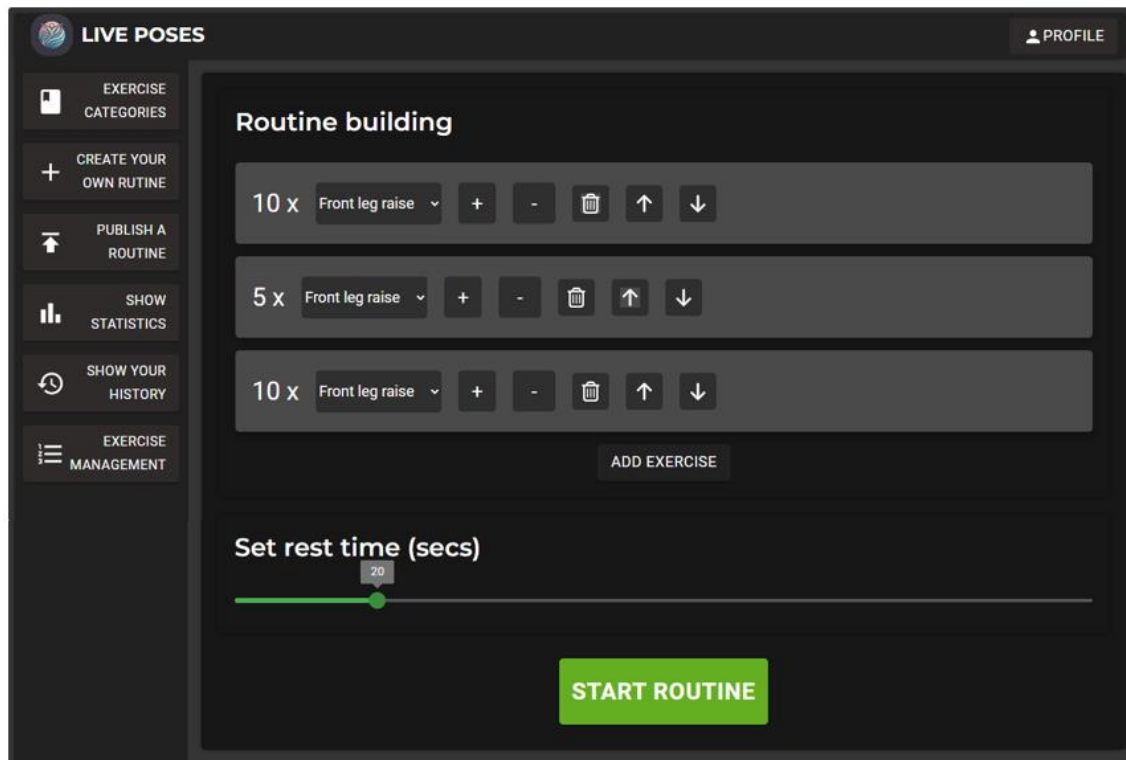


Figura 18: Configuración de rutina personal

3.5. EJECUCIÓN DE RUTINAS

Cuando una rutina es seleccionada/configurada, se podrá ejecutar haciendo uso de la tecnología de estimación de posturas. Se utiliza una implementación de la tecnología BlazePose, capaz de capturar y procesar la postura del cuerpo completo del usuario mediante una cámara web en formato de vídeo. Se ofrece una retroalimentación en tiempo de ejecución mostrando la postura actual del usuario. Además, se utiliza un algoritmo diseñado para el reconocimiento de posturas específicas, lo que permite ver qué ejercicio y cómo se está ejecutando. El sistema cuenta con la capacidad de contar repeticiones, recoger la precisión con la que se ha realizado el ejercicio y tomar el tiempo de ejecución.

En la Figura 19 se muestra la postura capturada por esta tecnología y su disposición en pantalla.

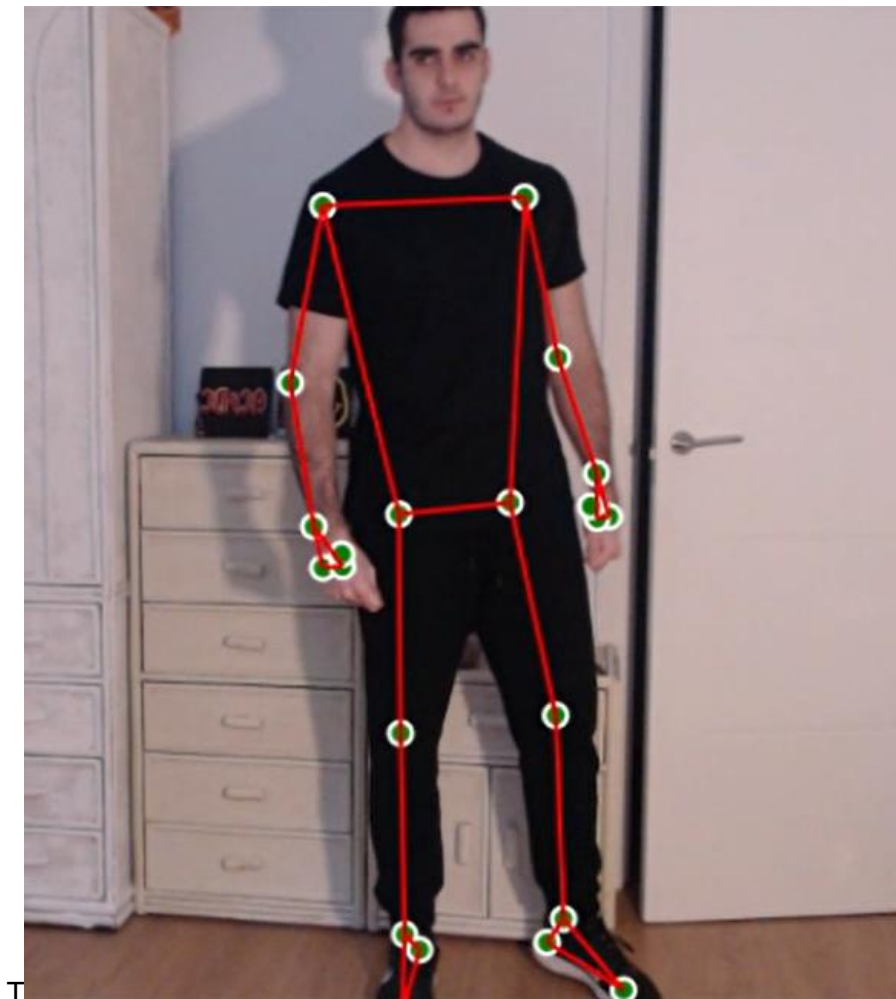


Figura 19: Tecnología de estimación de posturas

En la Figura 20 se muestra la disposición de los elementos en la pantalla, teniendo a la izquierda la postura del usuario, a la derecha la guía del ejercicio, abajo la toma de la precisión por cada repetición del ejercicio y el recuadro de información contiene el nombre del ejercicio, las repeticiones que se llevan y las restantes, el tiempo de ejecución y el tiempo de descanso restante.

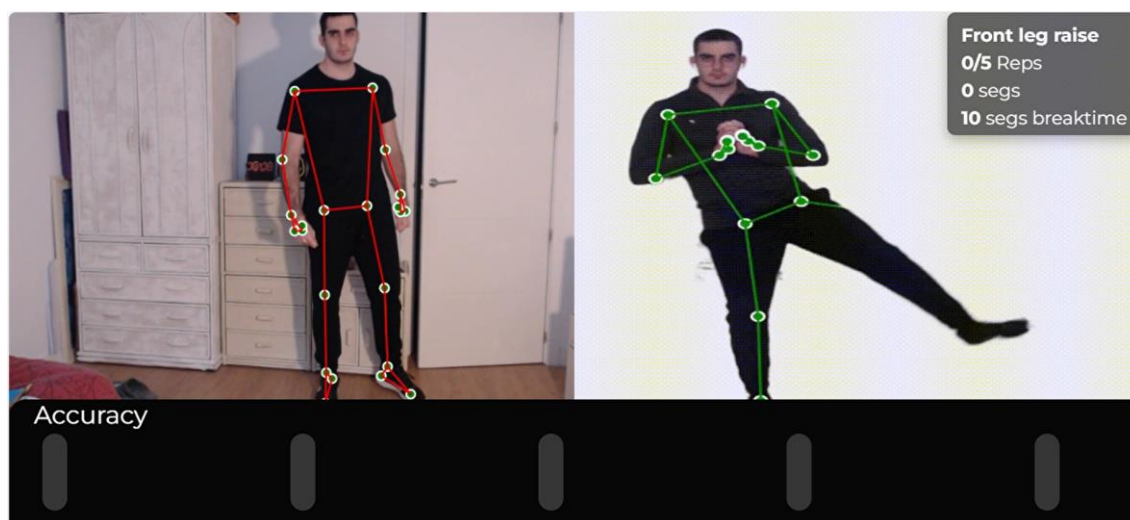


Figura 20: Ejecución de rutinas

Para comenzar una rutina se debe realizar un gesto con uno de los dos brazos indiferentemente, el cuál consiste en levantar la mano por encima de los hombros formando, más o menos, un ángulo recto entre su brazo y antebrazo. Este gesto se visualiza en la Figura 21.

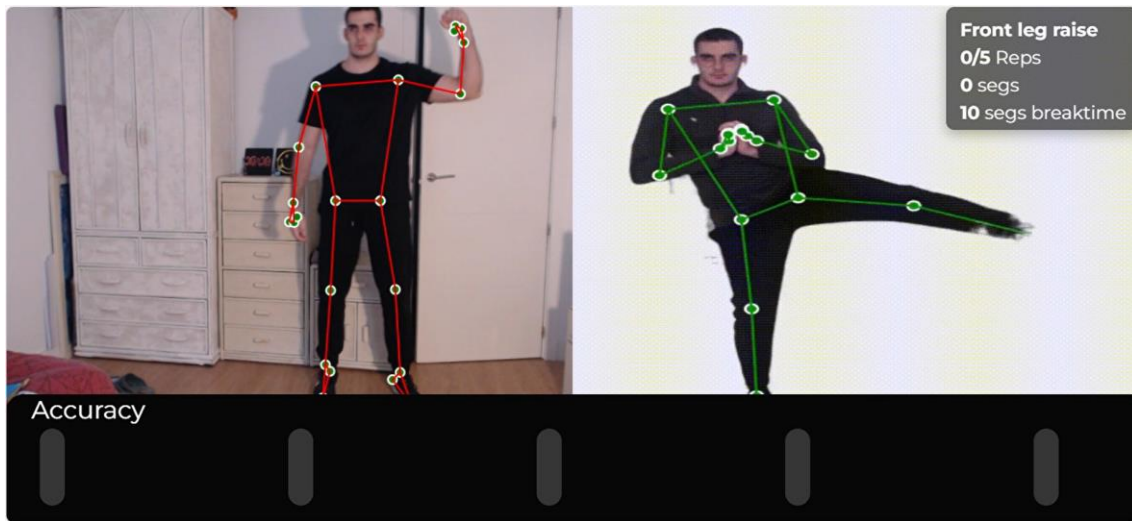


Figura 21: Gesto inicial

Tras realizar este gesto, el color de la postura dibujada en la pantalla cambiará de color desde rojo (bloqueado) al color naranja (bloqueado a punto de desbloquearse). Cuando se realiza el gesto se dejan 3 segundos para que el usuario se prepare (color naranja) (Figura 22).

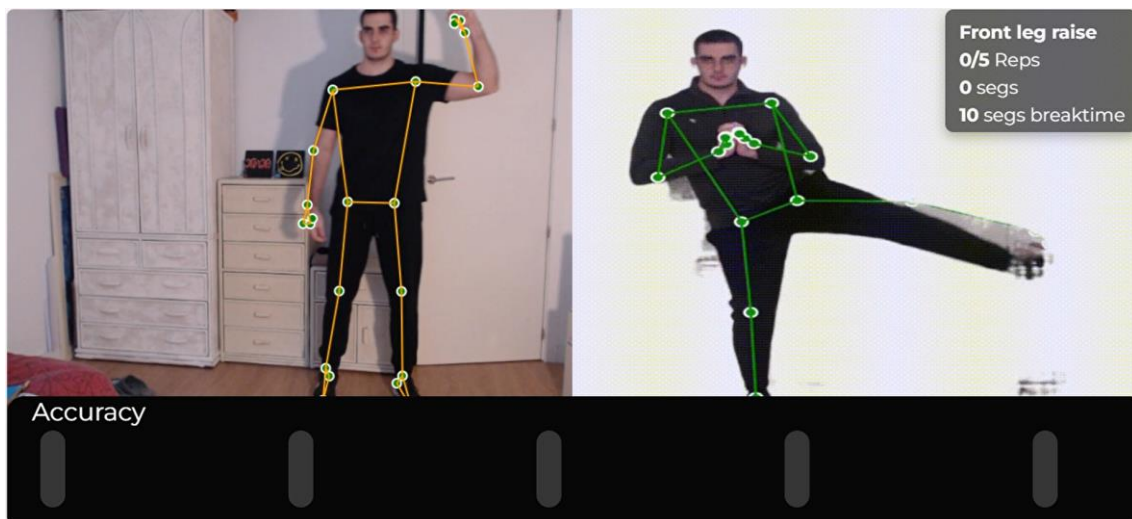


Figura 22: Estado de preparación

Cuando pasan los tres segundos, el esqueleto volverá a cambiar de color a blanco indicando el comienzo de la actividad, el contador de tiempo se pondrá en marcha y el ejercicio podrá ser ejecutado (Figura 23).

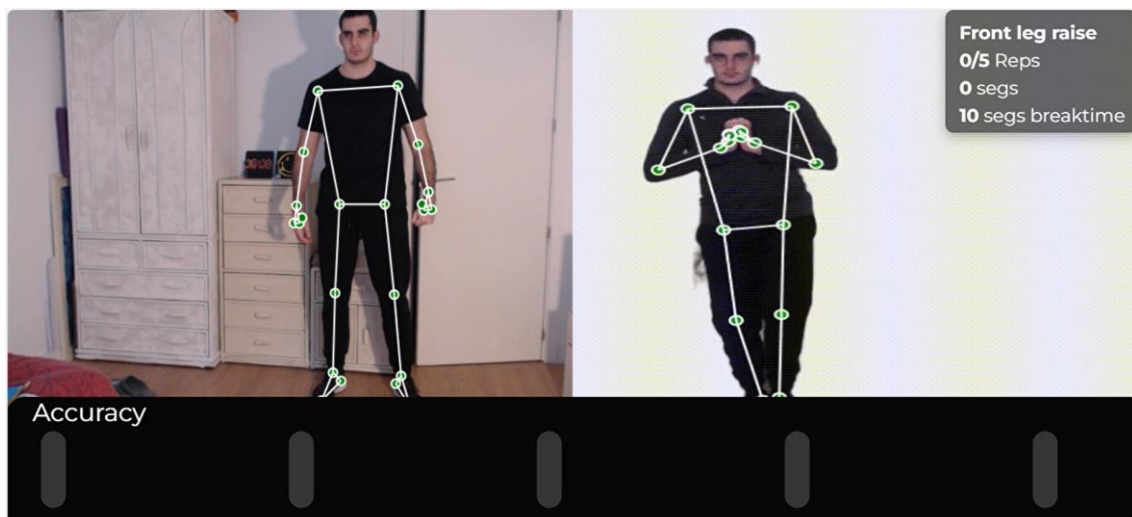


Figura 23: Comienzo de la rutina

Cuando se verifica que la ejecución de un ejercicio es correcta, el esqueleto se dibujará de color verde y el rectángulo de precisión correspondiente a esa repetición modificará su altura en base al rango de ejercicio realizado (Figura 24).

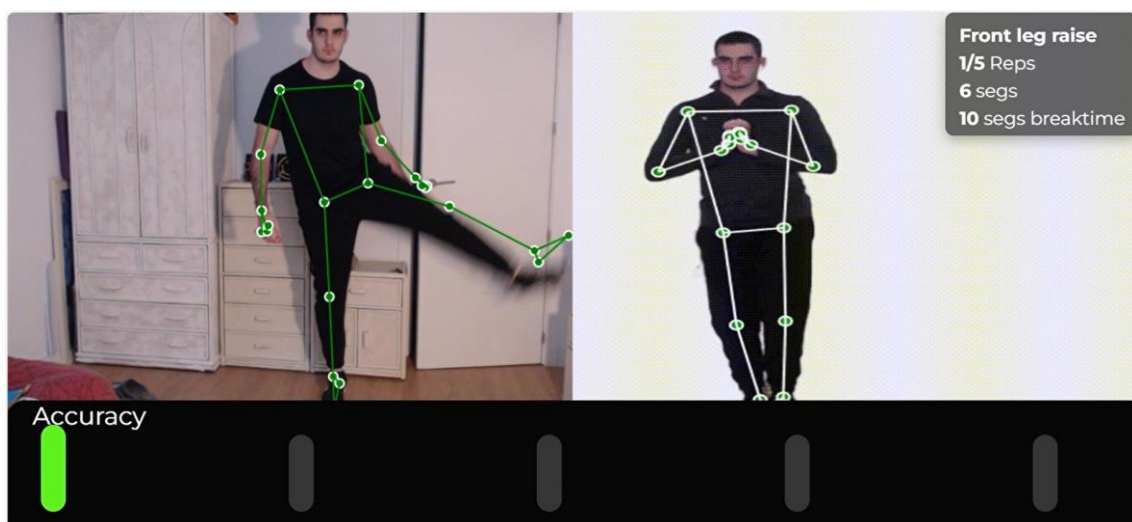


Figura 24: Ejercicio completado

Una vez completadas todas las repeticiones establecidas para un ejercicio específico, o si el usuario presiona el botón para avanzar al siguiente ejercicio, se procederá a realizar el tiempo de descanso correspondiente, en caso de que esté configurado. Durante el intervalo de tiempo asignado al descanso, el esqueleto cambia nuevamente a un color rojo para indicar el bloque de las funcionalidades. En este estado, el contador de repeticiones y de tiempo de ejecución permanecen desactivados (Figura 25). Al finalizar dicho período, se iniciará automáticamente la ejecución del próximo ejercicio.

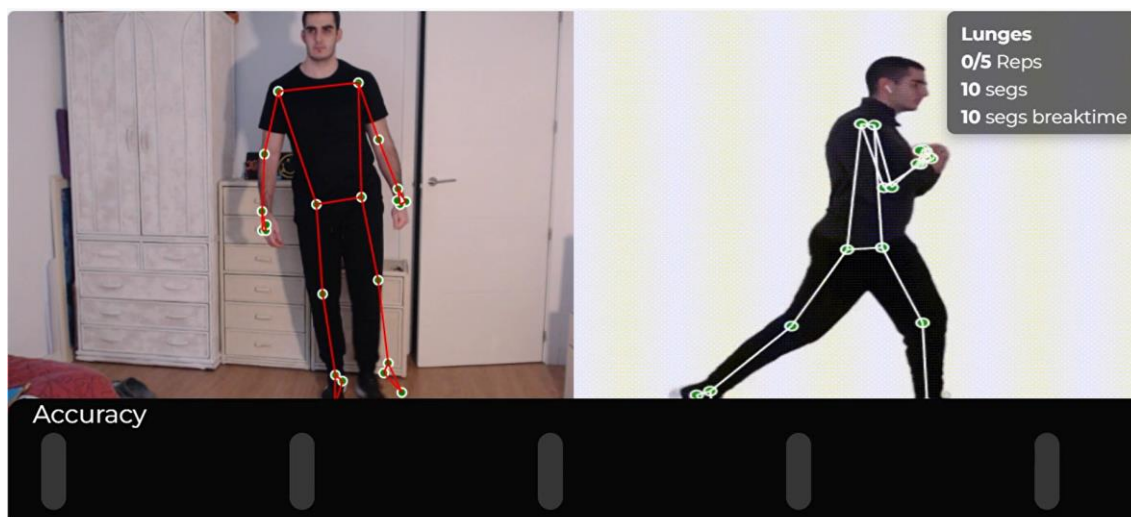


Figura 25: Tiempo de descanso

Cuando la rutina es terminada, se mostrará la página principal al usuario para que proceda a realizar su siguiente acción en la plataforma.

3.6. HISTORIAL DE RUTINAS

Cuando una rutina es ejecutada, se almacena en un conjunto llamado “Historial de rutinas”. Se almacenan y proyectan todas las rutinas que un usuario ha realizado en la plataforma pudiendo volver a ejecutarlas. En la Figura 26 se muestra la disposición de elementos en el historial de rutinas.

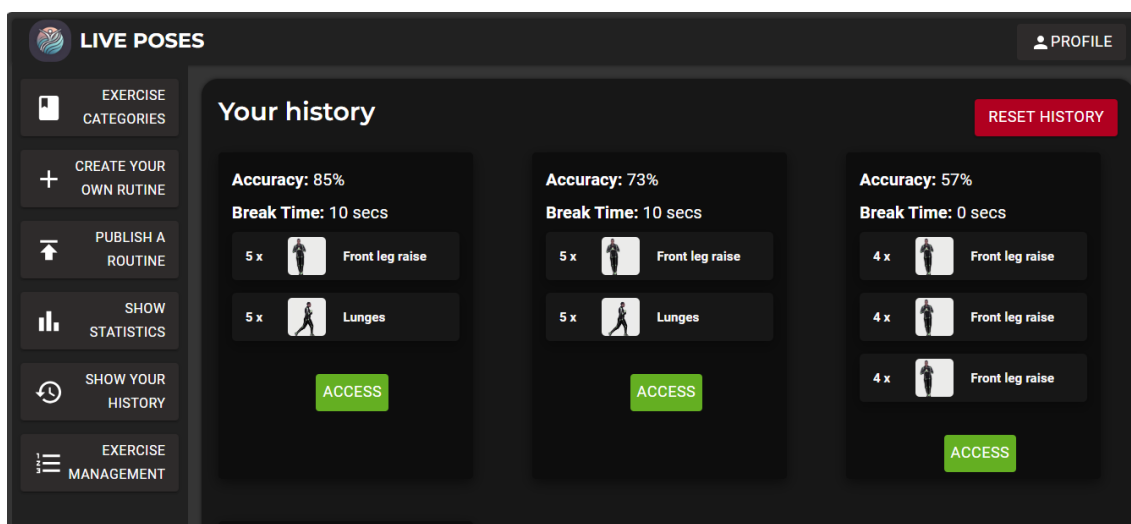


Figura 26: Historial de rutinas

Además, se permite limpiar el historial de rutinas. Se mostrará un mensaje de confirmación de la eliminación y, si se procede, se eliminarán todas las rutinas del historial (Figura 27).

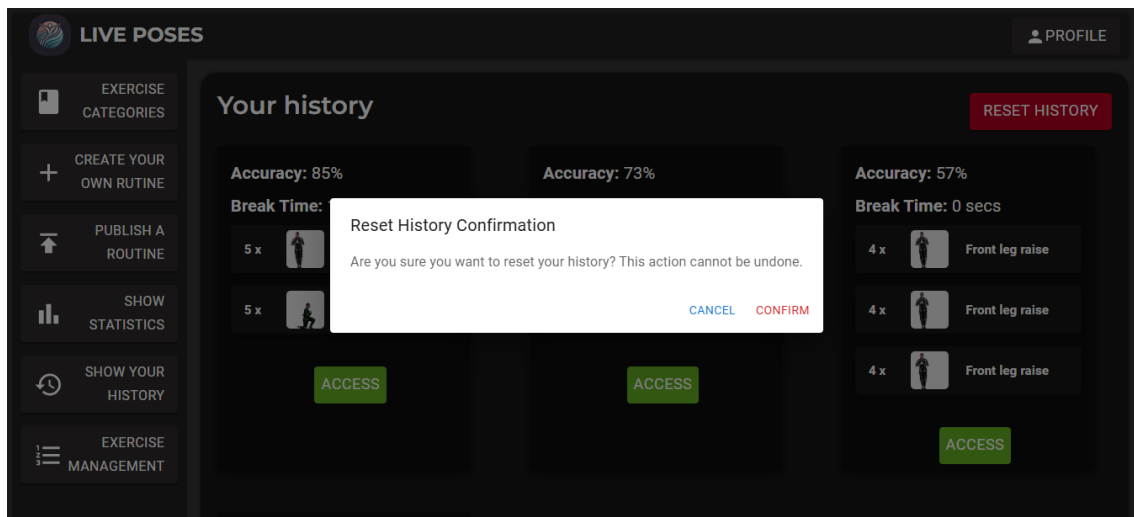


Figura 27: Eliminar todas las rutinas del historial

3.7. ESTADÍSTICAS DEL USUARIO

Las estadísticas generadas por el sistema en base a la actividad del usuario en la plataforma son:

- Contador de rutinas realizadas en total
- Contador de tiempo entrenado total
- Calorías quemadas en total
- Contador de tiempo descansado total
- Precisión media
- Rutinas realizadas por días
- Tiempo entrenado por días
- Calorías quemadas por días

En la Figura 28 se muestran la disposición gráfica de estas estadísticas. Se observa que se han utilizado dos gráficos de barras y uno de líneas.

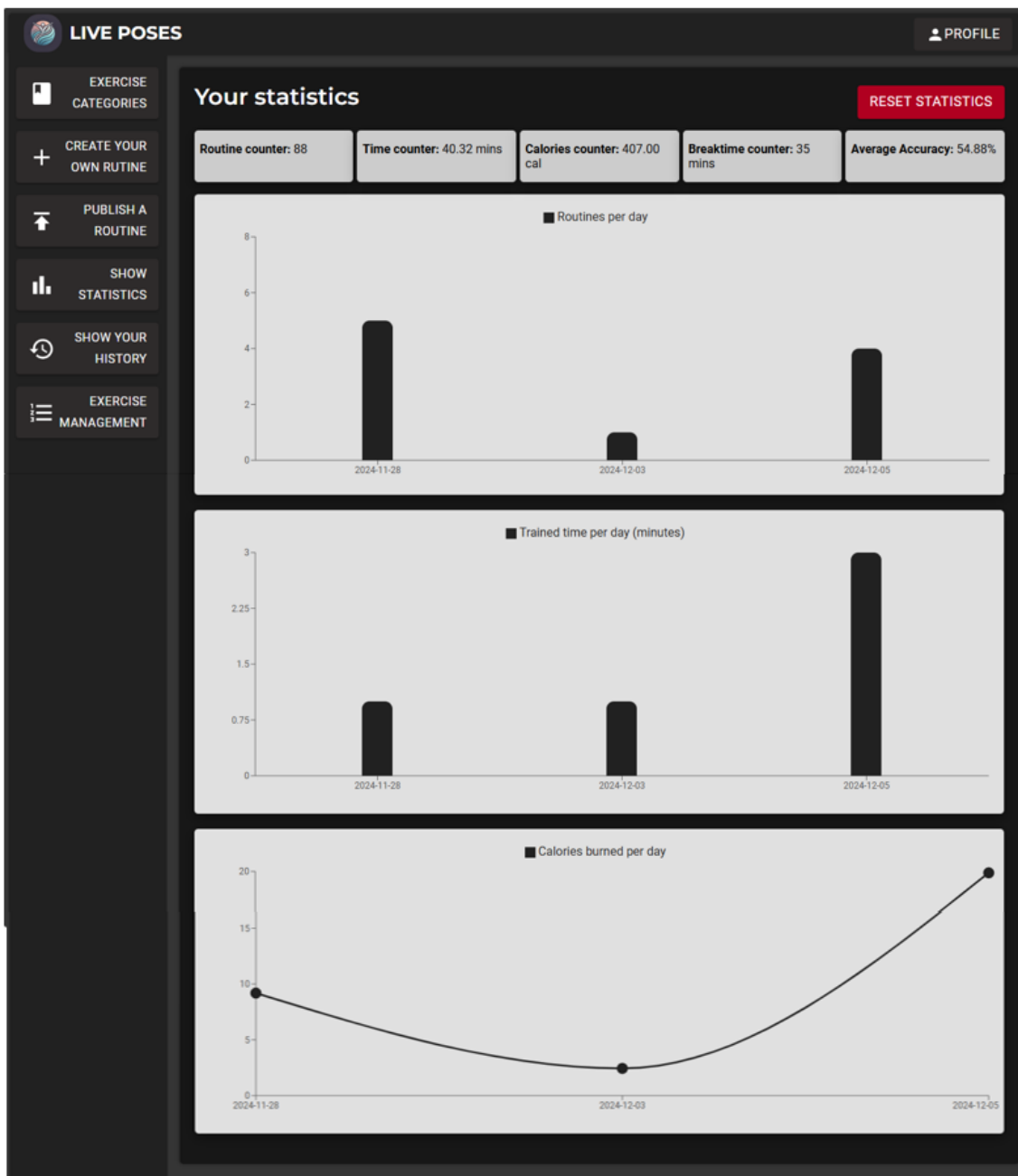


Figura 28: Estadísticas de usuario

Las calorías quemadas se determinan utilizando la Ecuación 1, que establece que el gasto calórico es el producto del peso corporal del usuario, el tiempo total de entrenamiento expresado en horas y el factor MET (Unidad Metabólica de Reposo). Para actividades anaeróbicas, que son el enfoque principal de esta aplicación, el valor del factor MET oscila entre 7.0 y 8.0.

$$\text{Calorías quemadas} = \text{Peso} \times \text{Tiempo entrenado en horas} \times \text{MET}$$

Ecuación 1: Cálculo de calorías quemadas

Asimismo, cabe la posibilidad de reiniciar las estadísticas. Se utiliza, de nuevo, un mensaje de confirmación. Se visualiza en la Figura 29.

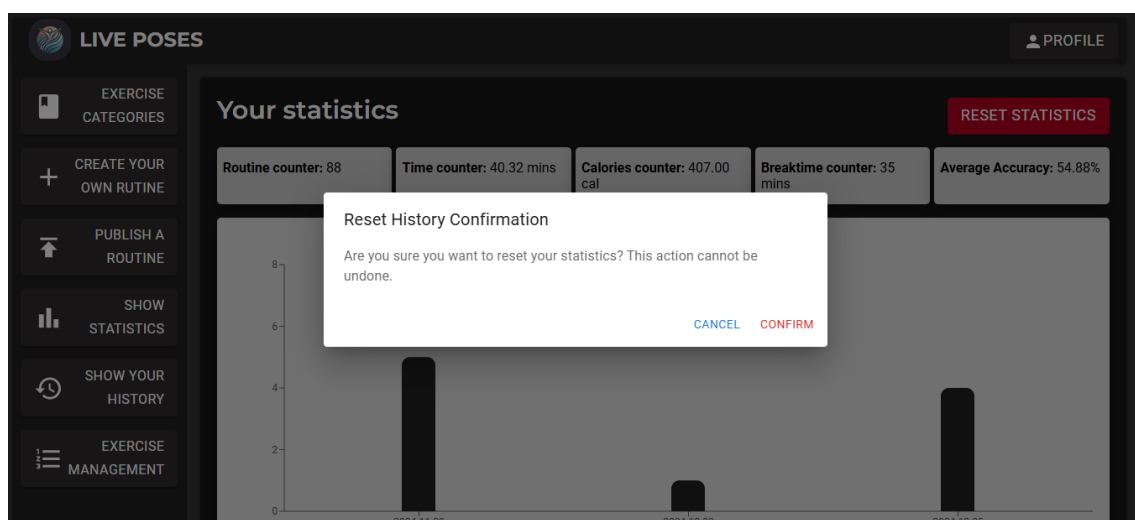


Figura 29: Reiniciar las estadísticas

3.8. GESTIÓN DE EJERCICIOS

La plataforma tiene la capacidad de añadir, eliminar y modificar los ejercicios físicos que componen de una forma u otra las rutinas. En primer lugar, se muestran los ejercicios presentes en el sistema (Figura 30).

LIVE POSES

EXERCISE CATEGORIES

CREATE YOUR OWN ROUTINE

PUBLISH A ROUTINE

SHOW STATISTICS

SHOW YOUR HISTORY

EXERCISE MANAGEMENT

PROFILE

Current exercises

ADD EXERCISE

HELP

		Name	Image	Righth articulation 1	Righth articulation 2	Righth articulation 3	Righth articulation to distance 1	Righth articulation to distance 2	Left articulation 1	Left articulation 2
		Front leg raise		12	24	26	-1	-1	11	
		Lunges		24	26	28	24	26	23	
		Hamstrings		12	24	26	16	26	11	
		Tiriyak tasadan		12	24	26	-1	-1	11	
		Biceps curl		12	14	16	14	16	11	
		Pull ups		12	14	16	16	10	11	
		Standing crunch		24	26	28	26	29	23	

Figura 30: Visualización de los ejercicios

La adición de ejercicios es un proceso que puede ser complicado. Para ello, se ha creado una guía sobre los elementos necesarios para que el algoritmo funcione junto con su significado (Figura 31).

LIVE POSES

PROFILE

EXERCISE CATEGORIES

CREATE YOUR OWN ROUTINE

PUBLISH A ROUTINE

SHOW STATISTICS

SHOW YOUR HISTORY

EXERCISE MANAGEMENT

Exercises management help

An exercise is based on moving one or more limbs from point A to point B. During this process, at least one joint is bent. The exercise is considered completed when the movement transitions from point A to point B and back to point A, meaning the initial position is reached, the maximum extension point (final position) is attained, and the initial position is returned to.

To determine this, the algorithm calculates angles and distances between the key joints involved in the exercise. Calculating the angle formed by two lines requires knowing the equations of the lines, which implies knowledge of three points corresponding to the three key joints of the exercise. Additionally, the angle ranges for the exercise must be provided: one range (maximum and minimum) for the initial position and another for the final position.

The algorithm is also capable of measuring Euclidean distances between joints, requiring specification of which joints to use for these measurements. These parameters are necessary to define one side of the body. Therefore, except for angles that are identical for both the right and left sides, the data must be provided for both sides individually. An image is displayed with the numbers corresponding to the joints.

In summary, the data required to be input into the algorithm are as follows:

- RightKeyPoint1: Integer First right human part articulation to calculate the angle
- RightKeyPoint2: Integer Second right human part articulation to calculate the angle
- RightKeyPoint3: Integer Third right human part articulation to calculate the angle
- RightKeyPointDistance1: Integer First right human part articulation to compare distances
- RightKeyPointDistance2: Integer Second right human part articulation to compare distances
- LeftKeyPoint1: Integer First left human part articulation to calculate the angle
- LeftKeyPoint2: Integer Second left human part articulation to calculate the angle
- LeftKeyPoint3: Integer Third left human part articulation to calculate the angle
- LeftKeyPointDistance1: Integer First left human part articulation to compare distances
- LeftKeyPointDistance2: Integer Second left human part articulation to compare distances
- UpperAngleMax: Integer Upper part of the exercise maximum allowed angle
- UpperAngleMin: Integer Upper part of the exercise minimum allowed angle
- LowerAngleMax: Integer Lower part of the exercise maximum allowed angle
- LowerAngleMin: Integer Lower part of the exercise minimum allowed angle

Figura 31: Ayuda sobre la gestión de ejercicios

La adición de ejercicios radica en dar valores a los parámetros descritos en la sección de ayuda, Figura 32.

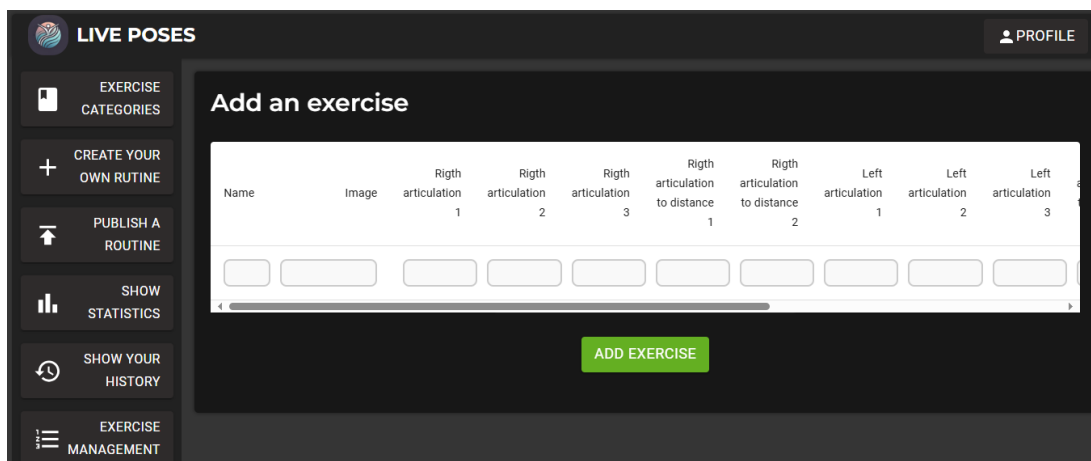


Figura 32: Adición de ejercicios

Modificar un ejercicio consiste en dar nuevos valores a los parámetros de un ejercicio ya existente (Figura 33).

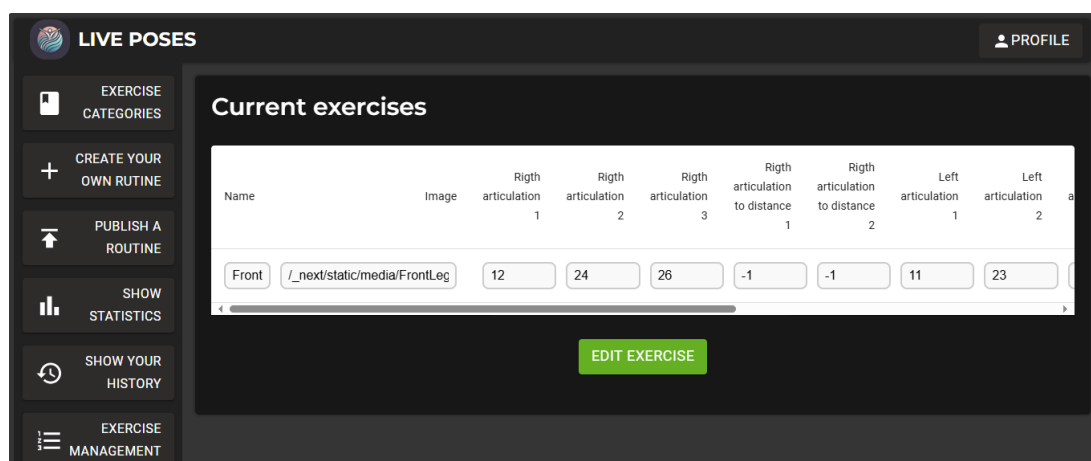


Figura 33: Edición de un ejercicio

En la eliminación de un ejercicio se utiliza un mensaje de confirmación (Figura 34).

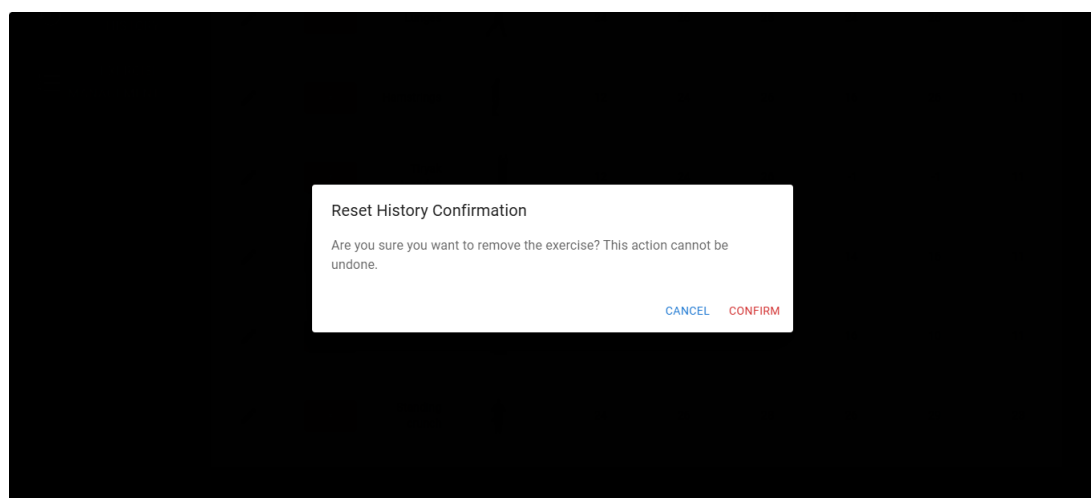


Figura 34: Eliminación de un ejercicio

En caso de confirmación, el ejercicio será eliminado de la plataforma y no podrá ser ejecutado ni añadido a las rutinas.

4. REFERENCIAS

- [1] Núñez-Vinaveirán, T., Sánchez, M., Millán, P., Martínez-Méndez, J. R., Iglesias, C., Casado-Pérez, C., & García-de-Lorenzo, A. (2014). Estimación del gasto energético en el paciente quemado mediante la utilización de ecuaciones predictivas: revisión bibliográfica. *Nutrición Hospitalaria*, 29(6), 1262-1270.