

MANUAL DE USUARIO

BANCO DE SIMULACIÓN DE ESPIROMETRÍA

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. REQUISITOS E INSTALACIÓN.....	5
2.1 Requisitos del Sistema.....	5
2.2 Instalación del Software.....	5
1. Base de Datos:.....	5
2. Instalación de la Aplicación:.....	6
3. Conexión Física:.....	6
4. Primer Inicio:.....	7
3. NAVEGACIÓN POR LA INTERFAZ.....	7
3.1 Pantalla de Inicio.....	7
4. FUNCIONALIDADES DETALLADAS.....	8
A. Ventana "Comunicación PLC".....	8
1. Parámetros de Red:.....	8
2. Operación:.....	8
3. Comandos Manuales:.....	9
4. Gráfica de Tendencias:.....	9
B. Ventana "Control Motor".....	10
1. Selección de Movimiento:.....	10
2. Parámetros:.....	11
3. Ejecución:.....	11
C. Ventana "Añadir Simulación".....	12
1. Generar Simulación (Teórica):.....	12
2. Cargar Valores (Archivo):.....	13
3. Tomar Medidas (USB):.....	13
4. Guardado:.....	13
5. Añadir Nueva Patología:.....	13
D. Ventana "Realizar Simulación".....	14
1. Selección:.....	14
2. Ejecución:.....	14
3. Guardar Prueba:.....	15
E. Ventana "Comparar Simulaciones".....	15
1. Selección Múltiple:.....	15
2. Visualización:.....	15
3. Exportación:.....	16
F. Ventana Mostrar Datos y Tendencias.....	16

1. Tabla de Registros:.....	16
2. Gestión de Archivos:.....	17
○ Descargar Informe:.....	17
○ Eliminar Datos:.....	17
5. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y CÓDIGO DE LUCES.....	17
5.1 La Parada de Emergencia ("Seta").....	17
● Activación:.....	17
● Rearme:.....	17
5.2 Sensores de Final de Carrera.....	18
5.3 Referencia de Indicadores (Luces).....	18
6. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....	19
Problema: "PLC no conectado".....	19
Problema: El motor hace ruido pero no se mueve.....	19
Problema: Error "Desvío excesivo" en Registro de Eventos.....	19
Problema: Mensaje "Sensor Final de Carrera Activado".....	20
Problema: Excel da error al guardar.....	20
Problema: Deseo eliminar una patología creada por error.....	20
7. SOPORTE TÉCNICO.....	21

1. INTRODUCCIÓN

Bienvenido a la guía de usuario del Banco de Simulación de Espirometría. Este sistema es una plataforma diseñada para reproducir mecánicamente curvas de flujo-volumen respiratorias humanas.

El sistema integra un control preciso del servomotor mediante PLC (Controlador Lógico Programable), una interfaz gráfica en PC y una base de datos de gestión de pacientes. Su propósito es validar espirómetros médicos y realizar ensayos de fatiga o calibración con alta repetibilidad.

2. REQUISITOS E INSTALACIÓN

2.1 Requisitos del Sistema

El software ha sido diseñado para ser ligero y eficiente. No requiere un ordenador potente, pero sí una conexión estable.

- **Requisito Crítico:** El PC debe contar con un puerto Ethernet capaz de mantener una comunicación fluida en tiempo real (latencia baja, ciclos de ~20ms) con el PLC.
- **Hardware:** Cualquier equipo estándar de oficina actual es suficiente. No se requiere tarjeta gráfica dedicada ni procesadores de alto rendimiento.
- **Sistema Operativo:** Windows 10 o superior (64 bits).
- **Pantalla:** Resolución mínima de 1366x768 para visualizar las gráficas completas.
- **Software Base:** Tener instalados los drivers de Python 3.9+ y el servidor de base de datos MySQL Server 8.0 Local.

2.2 Instalación del Software

1. Base de Datos:

Instale MySQL Server. Ejecute el script SQL proporcionado en el anexo técnico para crear la base de datos **bancoespirometria**

- **Usuario:** **bancoespirometria**
- **Contraseña:** **BANCOESPIROMETRIA?1357**
- *Nota:* Asegúrese de que este usuario tiene permisos completos sobre la base de datos creada.

2. Instalación de la Aplicación:

- Localice el archivo **BancoEspirometria_Setup.exe** (o la carpeta proporcionada).
- Copie la carpeta o instale el programa en una ruta local accesible, preferiblemente **C:\BancoEspirometria**
- Cree un acceso directo en el escritorio al archivo **BancoEspirometria.exe**

3. Conexión Física:

Conecte el cable Ethernet desde el puerto LAN del PC al puerto del PLC. Configure la IP del PC en el rango **192.168.0.X** (ej: **192.168.0.100**), tal y como se muestra en la *Imagen 1*.

windows + r → ncpa.cpl → Ethernet → propiedades → Protocolo de internet version 4 (TCP/IPv4)

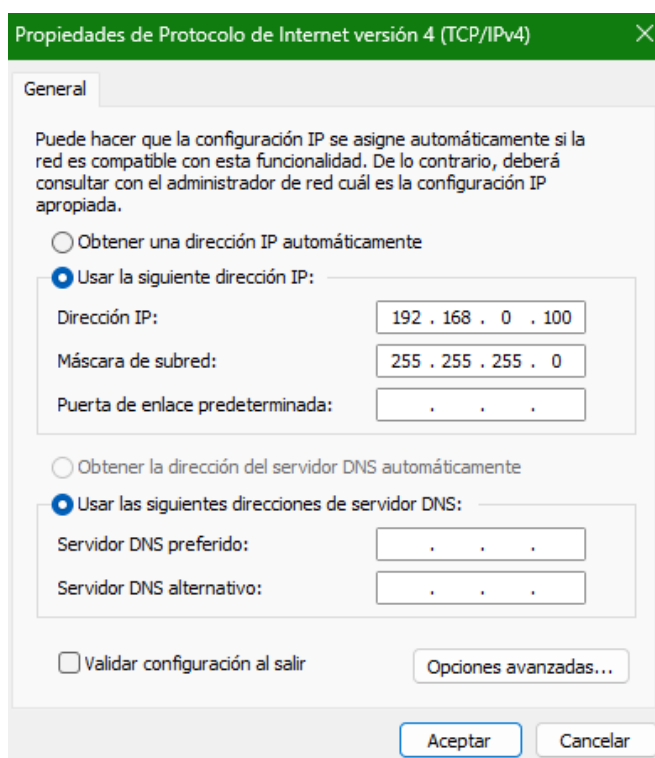


Imagen 1: Conexión Ethernet - PLC

4. Primer Inicio:

Haga doble clic en el icono del programa. No es necesario instalar Python ni librerías adicionales, ya que todo está integrado en el ejecutable.

3. NAVEGACIÓN POR LA INTERFAZ

3.1 Pantalla de Inicio



Es el panel de control central. Aquí se verifica el estado de salud de todos los subsistemas antes de operar.

- **Lámparas de Estado Inicial:**

- **Base de Datos (Verde):** Indica que el software tiene acceso a los registros de pacientes. Si está roja, reinicie el servicio MySQL.
- **PLC (Verde/Rojo):** Indica si hay comunicación Modbus activa.
- **Simulaciones (Verde/Rojo):** Se ilumina en verde cuando hay al menos 2 simulaciones cargadas, habilitando el modo "Comparar".

- **Botones de Navegación:**

- Iconos grandes que redirigen a las funciones principales (Configurar Conexión, Control Manual, Realizar Simulación, etc.).

4. FUNCIONALIDADES DETALLADAS

A. Ventana "Comunicación PLC"



Objetivo: Establecer el enlace Modbus TCP con el autómata.

1. Parámetros de Red:

- **Dirección IP:** Por defecto **192.168.0.250** Modifíquela solo si se ha reprogramado el PLC.
- **Puerto:** **502** (Estándar industrial).

2. Operación:

- Pulse **CONECTAR**, si todo está bien, en **Registro de Eventos** mostrará "¡Conexión exitosa!".
- La tabla **Monitor de Variables** comenzará a actualizarse con:
 - *Posición Motor:* Lectura en milímetros del encoder.
 - *Sensores:* Estado (ON/OFF) de los finales de carrera Superior e Inferior.
 - *Código de Error:* Valor del registro VR5 del PLC.

3. Comandos Manuales:

Esta sección permite enviar órdenes directas al PLC. El procedimiento consta de tres pasos:

1. Seleccione el **Registro** deseado en el menú desplegable (ej: *Control Motor*).
2. Introduzca el **Valor Numérico** correspondiente en el cuadro de texto a la derecha.
3. Pulse el botón **ESCRIBIR**

Para el Registro "Control Motor - VR10 (40011)":

- Valor 0: Envía orden de Detener Motor (Parada controlada).
- Valor 99: Inicia la Marcha Automática (Ejecución de movimiento).
- Valor 2: Activa la Parada de Emergencia por software.
- Valor 50: Fuerza el Retorno a Inicio.

Para el Registro "Configuración - VR15 (40016)":

- Valor 1: Inicia la secuencia de **Calibración** (Búsqueda de cero).

Para el Registro "Control Motor - VR10 (40011)":

- Valor 1: Resetea los códigos de error y alarmas activas en el driver/PLC.

4. Gráfica de Tendencias:


- Seleccione en el menú desplegable "Variable" qué parámetro físico desea visualizar en tiempo real: *Posición, Velocidad, Aceleración o Estado de Sensores*.
- Esta herramienta es fundamental para el diagnóstico técnico, permitiendo detectar vibraciones anómalas o errores de seguimiento.

B. Ventana "Control Motor"



Objetivo: Mover el pistón libremente para pruebas personales.

1. Selección de Movimiento:

- **Ondas Predefinidas:** Senoidal, “Respiración”, Rectificada.
- **Modo Ecuación ("-"):** Permite ingresar fórmulas matemáticas personalizadas.
 - Variables aceptadas: **t** (tiempo), **A** (amplitud), **V** (velocidad)
 - Cuando esté seleccionado “-” aparecerá un icono de  información si mantienes el ratón sobre él aparecerán algunas instrucciones útiles, como se muestran en la *Imagen 2*.

Instrucciones para la Ecuación:
Las ecuaciones definen la posición en milímetros (mm) a lo largo del tiempo.

- **t:** Tiempo actual (segundos).
- **A:** Amplitud configurada (ej: 345). Es el valor máximo deseado.
- **V:** Factor de velocidad (Velocidad% / 100). Ej: 0.15

Funciones Disponibles:
sin, cos, tan, abs, exp, log10, sqrt, pow, pi

Ejemplos Recomendados :

- **Onda Senoidal Suave (0 a A):**
Sube y baja suavemente usando todo el recorrido.
 $(A/2) * (1 - \cos(2\pi * V * t))$
- **Rebote Amortiguado (Empieza en 0):**
Saltos que pierden altura con el tiempo.
 $A * \exp(-t * 0.1) * \sin(t * \pi * V)$
- **Tren de Pulsos (Burbujas):**
Picos suaves separados por pausas.
 $A * \exp(-((t * V) \% 1) - 0.5) * 2 * 30$

Imagen 2: Instrucciones ecuación

2. Parámetros:

- **Amplitud:** Recorrido en mm (Máx 345mm).
- **Velocidad:** Porcentaje de la velocidad nominal (1-100%), se recomienda una velocidad **NO MAYOR** de **50%**.

3. Ejecución:

- **REALIZAR MOVIMIENTO:** El motor iniciará la trayectoria. Las lamparas de movimiento de la interfaz parpadearán en Ámbar.
- **CALIBRAR:** Usar solo si la posición parece desfasada. El motor bajará lentamente hasta tocar el sensor inferior físico para redefinir el "Cero Absoluto".
- **DETENER MOVIMIENTO:** Tanto el Botón detener movimiento como Botón detener simulación detendrán el movimiento volviendo hasta 0.
- **PARADA DE EMERGENCIA:** Botón rojo circular en esquina superior derecha e izquierda y Botón rojo en pantalla de inicio, detienen el movimiento por completo.

C. Ventana "Añadir Simulación"

Objetivo: Poblar la base de datos con perfiles de flujo.

1. Generar Simulación (Teórica):

- **Datos del Paciente:** Active la casilla e introduzca los datos biométricos obligatorios: **Edad, Altura, Sexo, Peso, Fumador**.
- **Cálculo:** El sistema utiliza las ecuaciones de referencia estandarizadas **NHANES III (Hankinson)** para calcular los valores teóricos de capacidad pulmonar (FVC, FEV1 y PEF) esperados para un paciente sano.
- **Selección de Patología:** En el menú desplegable, seleccione una condición clínica. El software aplicará un **modelo matemático de deformación** (concavidad obstructiva o reducción restrictiva) específico para las siguientes patologías programadas:
 - i. **Sano:** Ninguna.
 - ii. **Obstructivas:** Asma, Bronquitis Crónica, Bronquiectasias, EPOC, Enfisema, Fibrosis Quística.
 - iii. **Restrictivas:** Restrictiva (Genérica), Fibrosis Pulmonar, Cifoescoliosis, Neumotórax, Neumonía.
 - iv. **Extrínsecas:** Obesidad Mórbida, Enfermedad Neuromuscular.
 - v. **Mixtas:** Sarcoidosis, Tuberculosis, Cáncer de Pulmón.
 - vi. **Transitorias:** Gripe.

Nota Importante: El campo "Patología" permite escritura libre. Sin embargo, si introduce un nombre que no figura en la lista anterior (ej: una patología nueva no programada), el sistema no podrá calcular la deformación física y generará por defecto una curva de **Paciente Sano (Ninguna)**.

2. Cargar Valores (Archivo):

- Importe archivos **.csv** o **.xlsx** provenientes de espirómetros reales. El sistema detectará automáticamente las columnas de Flujo y Volumen.

3. Tomar Medidas (USB):

- Si conecta el espirómetro Datospir vía USB, sople por la boquilla. La curva se digitalizará en tiempo real en la pantalla **(no muestra correctamente la curva muy poco fiable)**.

4. Guardado:

- Asigne un nombre único a la simulación y pulse "Añadir Datos".

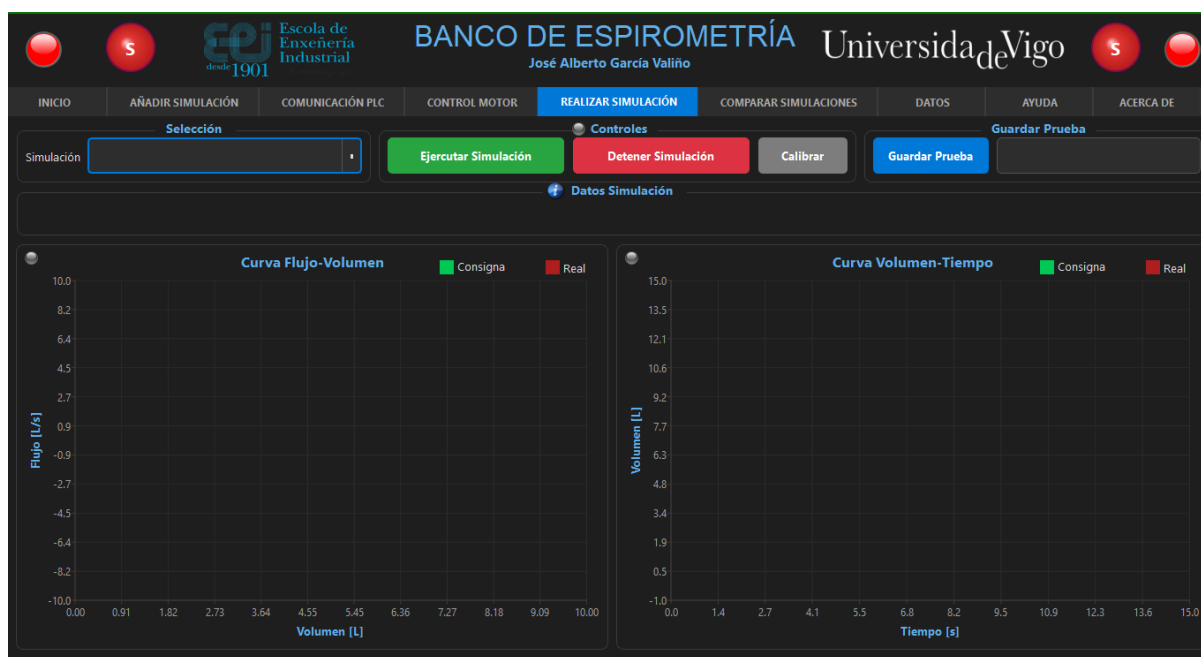
5. Añadir Nueva Patología:

- **Escribir Nombre:** Introduzca el nombre de la enfermedad en el cuadro de texto (Ej: "Asma")
- **Añadir:** Pulse el botón **AÑADIR**.
- **Confirmación:** El sistema verificará si el nombre ya existe en la base de datos.
 1. Si es nuevo, mostrará un mensaje de éxito y la patología aparecerá inmediatamente en el menú desplegable superior.
 2. Si ya existe, el sistema le avisará para evitar duplicados.

ADVERTENCIA TÉCNICA (IMPORTANTE): La función "Añadir Patología" es **puramente administrativa**. Sirve para añadir nuevas patologías para más polivalencia de registros de sus pacientes.

Al crear una patología nueva desde la interfaz, el software **NO sabe cómo simularla matemáticamente** (no tiene los factores de deformación de curva programados). Por lo tanto, si selecciona una patología creada por usted, la curva generada será idéntica a la de un **Paciente Sano**, aunque la etiqueta diga la patología nueva.

D. Ventana "Realizar Simulación"



Objetivo: Reproducir una curva guardada con el motor.

1. Selección:

Elija la simulación del paciente en el menú desplegable. Se cargarán las gráficas objetivo (**Verdes**).

2. Ejecución:

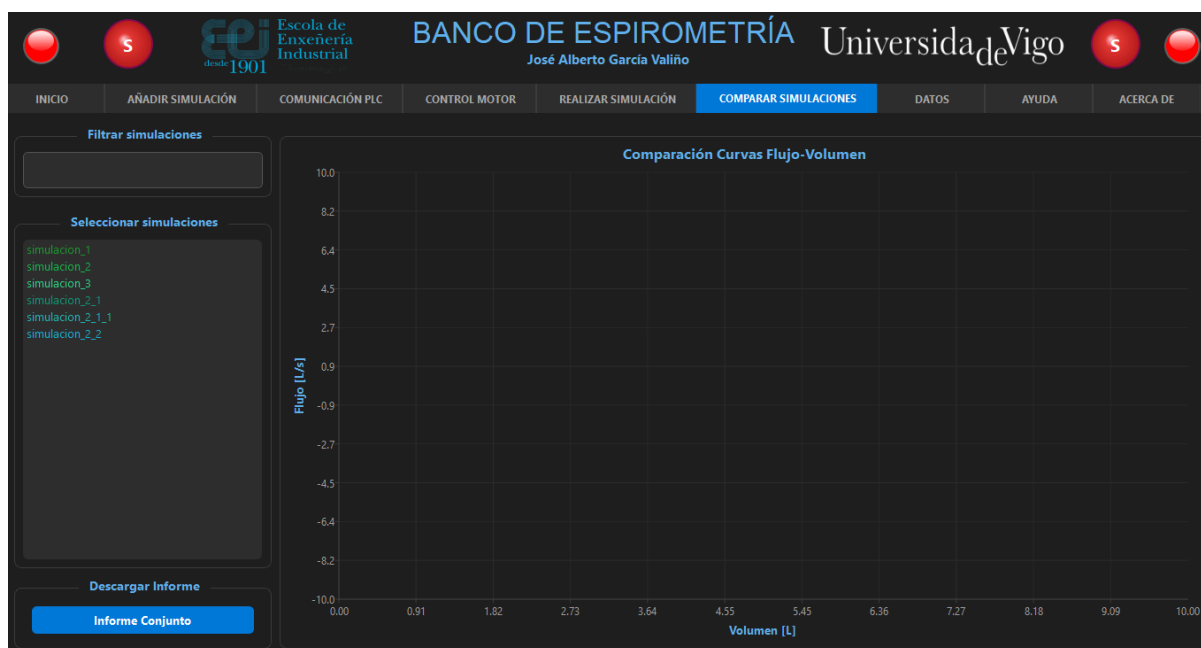
Pulse **EJECUTAR SIMULACIÓN**.

- El software traduce el flujo (L/s) a velocidad de motor (mm/s).
- Se inyecta un perfil de 4000 puntos en la memoria del PLC.
- **Gráficas en Tiempo Real:** Verá una línea Roja (**Real**) persiguiendo a la línea Verde (**Consigna**).
- Por otro lado al mismo tiempo se aconseja conectar el espirómetro a su software propio W20s y descargar sus valores para su posterior comparación.

3. Guardar Prueba:

Al finalizar, guarde los datos calculados por si quiere certificar que el banco cumplió la trayectoria correcta.

E. Ventana "Comparar Simulaciones"



Objetivo: Análisis comparativo de múltiples ensayos.

1. Selección Múltiple:

En la lista izquierda, mantenga **Ctrl** y seleccione varios ensayos (ej: "Paciente_A_Intento1" y "Paciente_A_Intento2").

2. Visualización:

El gráfico central superpone las curvas Flujo-Volumen, asignando colores únicos a cada una.

3. Exportación:

El botón **Descargar** genera un Excel con:

- Pestaña "Resumen": Tabla comparativa de FVC, FEV1 y errores.
- Pestaña "Gráficas": La imagen vectorial de las curvas superpuestas.
- Pestañas de Datos: Los valores crudos milisegundo a milisegundo.

F. Ventana Mostrar Datos y Tendencias

	Simulación	Nombre Paciente	Edad [años]	Peso [Kg]	Altura [cm]	Sexo [Hombre / Mujer]	DNI	Fumador [SI / NO]	Fecha Creación	Patología	Valores
1	simulacion_2_2	None	None	None	None	None	None	None	2025-12-05 13:03:35	Ninguna	[(-0.0020561723917745197, 0.0), ...
2	simulacion_2_1_1	None	None	None	None	None	None	None	2025-12-05 13:00:49	Ninguna	[(-0.0012337034350647115, 0.0), ...
3	simulacion_2_1	None	None	None	None	None	None	None	2025-12-05 13:00:10	Ninguna	[(-0.0020561723917745197, 0.0), ...
4	simulacion_3	None	None	None	None	None	None	None	2025-11-25 13:23:18	Ninguna	[(0.0019, 0.19), ...
5	simulacion_2	None	None	None	None	None	None	None	2025-11-25 13:18:44	Ninguna	[(0.0019, 0.19), ...
6	simulacion_1	None	None	None	None	None	None	None	2025-11-25 13:07:01	Ninguna	[(0.0019, 0.19), ...

Eliminar Simulación / Informe de Simulación

- Nombre Simulación : Eliminar Datos Informe Simulación

Objetivo: Gestión administrativa de la base de datos y análisis en tiempo real.

1. Tabla de Registros:

- Visualice el historial completo de simulaciones almacenadas, incluyendo fecha de creación, datos del paciente y patología asociada.

2. Gestión de Archivos:

- **Descargar Informe:**

Seleccione una simulación específica de la lista y pulse el botón **Descargar**. El sistema generará y exportará un informe individual en formato Excel (.xlsx) con los datos exclusivos de ese paciente.

- **Eliminar Datos:**

Para borrar un registro obsoleto o erróneo, selecciónelo en la lista y pulse **Eliminar Datos**. Por seguridad, aparecerá una ventana emergente solicitando confirmación antes de borrar permanentemente la información de la base de datos.

5. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y CÓDIGO DE LUCES

El banco dispone de protecciones por software y hardware.

5.1 La Parada de Emergencia ("Seta")

El sistema cuenta con botones de "Seta" virtuales en la interfaz, que emulan el comportamiento de una seta física.

- **Activación:**

Al pulsar cualquier botón de Seta rojo en la pantalla:

1. Se envía el comando de **BLOQUEO** al PLC (Registro 40011 = 2).
2. El motor corta la alimentación de potencia inmediatamente.
3. La interfaz se bloquea (**botones dejan de funcionar**).
4. **Comportamiento de Luces:** Todas las lámparas de la interfaz comienzan a parpadear alternando entre **ROJO** y **GRIS** cada 250ms.

- **Rearme:**

1. Pulse el botón **"SETA OK"** situada en la pantalla de inicio al lado del ordenador.
2. El sistema envía el comando de *Reset* (Registro 40011 = 0).
3. Las luces dejan de parpadear y vuelven a mostrar el estado real de los sensores.

5.2 Sensores de Final de Carrera

Ubicados en los extremos mecánicos del recorrido.

- **Disparo:** Si el esquinero de acero toca un sensor, el PLC entra en modo "Fallo de Límite".
- **Indicación:** La lámpara correspondiente (Sensor Superior o Inferior) se pondrá **ROJA FIJA**.
- **Reacción Automática:** El PLC ejecuta un programa de inversión de marcha para liberar la presión mecánica sobre el sensor y se **DESCONECTA** automáticamente del software por seguridad.
- **Solución:** Debe volver a **CONECTAR** el software con el PLC y pulsar **"Calibrar"** para restablecer el sistema.



5.3 Referencia de Indicadores (Luces)

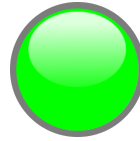
- **Gris (APAGADO):**

- *Significado:* Sistema inactivo o componente sin energía / sin datos.
- *Causa Común:* Reposo normal.



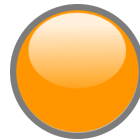
- **Verde (OK / SEGURO):**

- *Significado:* Sistema listo y seguro.
- *Causa Común:* PLC conectado correctamente, Base de datos y sensores libres.



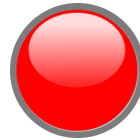
- **Ámbar (MOVIMIENTO):**

- *Significado:* **PRECAUCIÓN.** El motor está activo.
- *Causa Común:* Simulación o movimiento manual en curso. **¡No tocar!**



- **Rojo Fijo (ERROR):**

- *Significado:* Fallo de conexión o Límite alcanzado.
- *Causa Común:* Cable desconectado o golpe físico en sensor de límite.



- **Rojo Parpadeante (EMERGENCIA):**

- *Significado:* **ALARMA CRÍTICA.**
- *Causa Común:* Seta de emergencia pulsada. Sistema totalmente bloqueado.

6. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Problema: "PLC no conectado"

- **Posible Causa:** Error de Red o configuración de IP incorrecta.
- **Solución:**
 1. Abra CMD en Windows y escriba **ping 192.168.0.250**.
 2. Si no responde, revise físicamente el cable Ethernet.

Problema: El motor hace ruido pero no se mueve

- **Posible Causa:** Atasco mecánico, Freno activo o falta de par.
- **Solución:**
 1. Pulse Parada de Emergencia inmediatamente.
 2. Revise si hay obstrucciones.

Problema: Error "Desvío excesivo" en Registro de Eventos

- **Posible Causa:** Error de seguimiento. El motor no puede seguir la velocidad exigida.
- **Solución:**
 1. Reduzca la velocidad de la prueba (%).
 2. Intente reducir la fricción.
 3. Es posible aumentar la velocidad y aceleración del motor en los programas del PLC. Conectando **MOTION PERFECT** al PLC como se muestra en la *Imagen 3*.

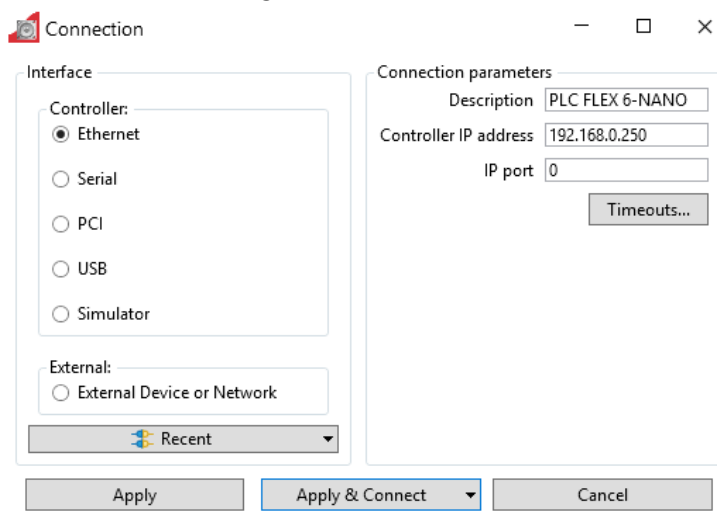


Imagen 3: Configuración Conexión PLC en Motion Perfect

Problema: Mensaje "Sensor Final de Carrera Activado"

- **Posible Causa:** El pistón ha golpeado el límite físico superior o inferior.
- **Solución:**
 1. El PLC habrá invertido el giro brevemente para liberarse.
 2. El software se habrá desconectado. Pulse **Conectar** nuevamente.
 3. Ejecute la función **Calibrar** inmediatamente.

Problema: Excel da error al guardar

- **Posible Causa:** Archivo bloqueado por el sistema operativo.
- **Solución:**
 1. Cierre cualquier ventana de Excel que tenga abierta con el mismo nombre de archivo.
 2. Intente la exportación de nuevo.

Problema: Deseo eliminar una patología creada por error

- **Causa:** La interfaz bloquea el borrado directo como medida de seguridad para proteger la integridad del historial clínico de pacientes antiguos. (No existe botón de borrado de patología)
- **Solución:**
 1. Asegúrese de que **ninguna simulación guardada** utilice esa patología (si existen, bórrelas primero desde la ventana DATOS).
 2. Abra **MySQL Workbench** y acceda a la base de datos.
 3. Ejecute la siguiente sentencia SQL:

DELETE FROM patologias WHERE patologia = 'NombreIncorrecto';
(sustituyendo 'NombreIncorrecto' por el nombre de la patología a eliminar).

7. SOPORTE TÉCNICO

Para incidencias no cubiertas en este manual:

1. **Registro de Eventos:** Revise el cuadro de texto "Registro de eventos" , *Imagen 4*, situado en la parte inferior izquierda de la ventana comunicación PLC. Ahí se mostrarán todo lo que se esté haciendo y los posibles errores que puedan saltar.

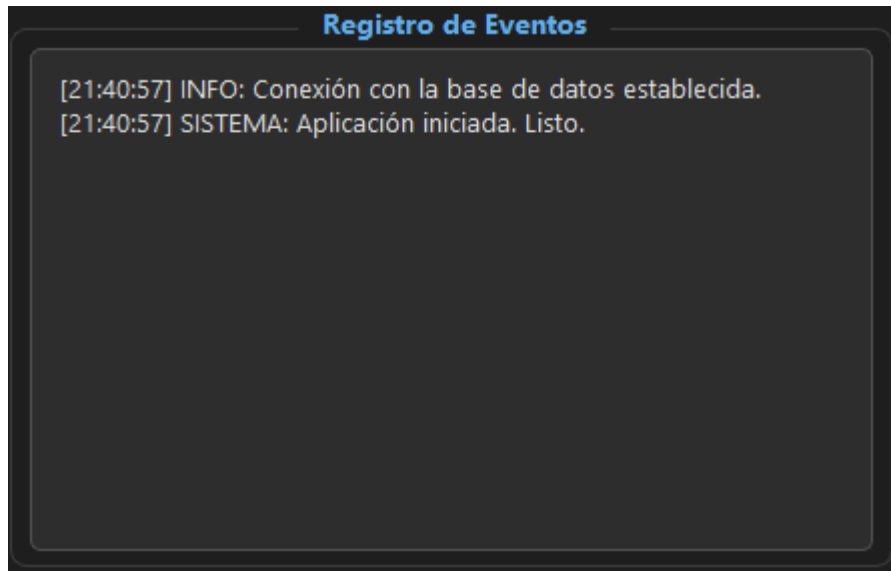


Imagen 4: Cuadro Registro de Eventos