

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA**



**PROYECTO FINAL DE GRADO**  
**PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DE LA OPERACIÓN Y**  
**CONTROL DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA**  
**POTABLE PARA EL HOSPITAL MATERNO INFANTIL DE**  
**LA CIUDAD DE CORONEL OVIEDO.**

**Autor:** Diego Diosnel Olmedo Ovando

**Tutor:** Prof. Ing. Derlis Rodrigo Arredondo Onieva

**Co-Tutor:** Ing. Derlis José Olmedo Lobos

**CORONEL OVIEDO - PARAGUAY**

**DICIEMBRE 2025**



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.



Usted es libre de:

- **Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato
- **Adaptar** — remezclar, transformar y construir a partir del material

Bajo los siguientes términos:

- **Atribución** — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.
- **NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## DERECHO DE AUTOR

Quien suscribe, **Diego Diosnel Olmedo Ovando**, autor del trabajo de investigación titulado **“Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo”**, declara que voluntariamente cede a título gratuito en forma pura y simple ilimitada e irrevocablemente a favor de la Facultad de Ciencias y Tecnologías – UNCA, el derecho de autor de contenido patrimonial, que le corresponde sobre el trabajo de referencia. Conforme a lo anteriormente expresado, esta sesión le otorga a la FCyT la Facultad de comunicar la obra divulgarla, publicarla y reproducirla en soportes analógicos o digitales en la oportunidad que así lo estime conveniente. La FCyT deberá indicar qué autoría o creación del trabajo corresponde a mi persona y hará referencia al autor y a las personas que hayan colaborado en la realización del presente trabajo de investigación.

En la ciudad de Coronel Oviedo a los ....., del mes de ..... del 2025

.....

Firma



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## **PÁGINA DE APROBACIÓN**

Trabajo de fin de grado para la obtención del Título de Ingeniero Electrónico, aprobado en representación de la Facultad Ciencias y Tecnología de la Universidad Nacional de Caaguazú, por el Tribunal Examinador constituido por los siguientes profesores y con la siguiente nota final:

CALIFICACIÓN FINAL: \_\_\_\_\_

ACTA N°: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Prof. Ing.

\_\_\_\_\_  
Prof. Ing.

\_\_\_\_\_  
Prof. Ing.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ**  
Sede Coronel Oviedo  
*Creada por Ley N° 3198 del 4 de mayo de 2007.*  
**FACULTAD DE CIENCIAS y TECNOLOGÍAS – F.C. y T.**  
Coronel Oviedo – Paraguay



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## **DEDICATORIA**

En Primer lugar, quiero dedicarle este logro a Dios, por ser mi fortaleza y mi guía, por darme sabiduría y acompañarme en los momentos más difíciles, brindándome siempre esperanza y fuerza para continuar.

A mi querido padre, Dionel Olmedo que fue mi ejemplo de esfuerzo y dedicación.

A Tomasa Carbajal, por su cariño y apoyo incondicional, una mujer especial que siempre estuvo conmigo cuando la necesité y quien me cuidó como a un hijo sin pedir nada a cambio.

Y a mi novia Elisa, que siempre creyó en mí y que estuvo en todo momento a mi lado, acompañándome y ofreciéndome su apoyo incondicional para que pudiera llegar a la culminación de la carrera.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi querido tutor, Ing. Derlis Rodrigo Arredondo Onieva, por el apoyo, la guía y los valiosos consejos brindados durante la realización de este proyecto.

A mi co-tutor, Ing. Derlis José Olmedo Lobos, por su acompañamiento y ayuda en cada etapa del trabajo.

Al compañero Ing. Ronaldo Miguel Almirón Cáceres, por su colaboración y compromiso, que fueron fundamentales para la culminación de esta tesis.

A mi familia, por su amor y apoyo incondicional; a mis compañeros de la facultad, por su colaboración durante este proceso; y a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a que este logro sea posible.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo proponer un sistema de automatización para la operación y el control del suministro de agua potable en el Hospital Materno Infantil de la ciudad de Coronel Oviedo, en respuesta a la necesidad de optimizar un proceso que actualmente se ejecuta de forma manual. El sistema de abastecimiento depende del suministro principal de agua por parte de la empresa ESSAP y cuenta con dos reservorios auxiliares que elevan agua a un tanque principal, el cual entra en funcionamiento en caso de interrupciones del servicio externo, garantizando la continuidad del suministro dentro del hospital. Como resultado del trabajo, se logró diseñar, simular y validar satisfactoriamente un sistema automatizado que cumple con los requerimientos operativos y funcionales del entorno hospitalario. Para ello, se emplearon herramientas complementarias como LOGO!Soft Comfort v8, utilizada para programar la lógica de control que gestiona automáticamente el encendido de bombas, la activación de válvulas y el monitoreo de niveles de agua; y CADE-SIMU junto con PC-SIMU, empleadas para el diseño de esquemas eléctricos y la simulación visual del sistema, asegurando coherencia entre la lógica programada y el conexionado físico. La integración de estas plataformas permitió obtener una visión integral del sistema, tanto desde la perspectiva programable como del diseño eléctrico convencional. Las pruebas de simulación demostraron que el sistema responde eficazmente ante variaciones de nivel en los tanques, activando los actuadores según las condiciones definidas, garantizando una distribución eficiente, segura y continua del agua en las instalaciones hospitalarias. En síntesis, el proyecto alcanzó resultados funcionales, técnicos y educativos, evidenciando la aplicación de herramientas accesibles de programación y simulación para resolver problemas reales de automatización en el ámbito sanitario.

**Palabras clave:** Automatización y Control; Sistemas de Control; ODS 6: Agua Limpia y Saneamiento; ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## **ABSTRACT**

The purpose of this work is to propose an automation system for the operation and control of the potable water supply at the *Hospital Materno Infantil* in the city of Coronel Oviedo, in response to the need to optimize a process that is currently carried out manually. The water supply system depends on the main distribution provided by ESSAP and includes two auxiliary reservoirs that pump water to a main tank, which operates in case of external service interruptions, ensuring the continuity of supply within the hospital. As a result of this project, an automated system was successfully designed, simulated, and validated, meeting the operational and functional requirements of the hospital environment. Complementary tools were used for its development, such as LOGO!Soft Comfort v8, which was employed to program the control logic that automatically manages the activation of pumps, valves, and water level monitoring; and CADE-SIMU together with PC-SIMU, which were used for the design of electrical diagrams and visual simulation of the system, ensuring consistency between the programmed logic and the physical wiring. The integration of these platforms provided a comprehensive view of the system, both from the programmable logic and traditional electrical design perspectives. Simulation tests demonstrated that the system effectively responds to level variations in the tanks, activating actuators according to the defined conditions and ensuring efficient, safe, and continuous water distribution in hospital facilities. In summary, the project achieved functional, technical, and educational results, demonstrating that accessible programming and simulation tools can be applied to solve real automation problems in the healthcare sector.

**Keywords:** Automation and Control; Control Systems; SDG 6: Clean Water and Sanitation; SDG 9: Industry, Innovation and Infrastructure.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## ÍNDICE

### Contenido

CAPÍTULO I .....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO II .....	3
1. MARCO TEÓRICO .....	3
1.1 Importancia del abastecimiento de agua en hospitales. ....	3
1.2 Sistema de suministro de agua potable. ....	3
1.1-1 Tanques (o depósitos).....	4
1.1-2 Tuberías (caños).....	4
1.1-3 Válvulas .....	4
1.1-4 Bombas .....	5
1.1-5 Sensores y controles .....	5
1.1-6 Accesorios complementarios.....	5
1.3 Problemáticas comunes en la gestión manual del suministro de agua. ....	6
1.4 Tecnologías y Herramientas de Automatización .....	6
1.4-1 LOGO!Soft Comfort .....	7
1.4-2 CADE- SIMU .....	7
1.4-3 PC- SIMU .....	8
1.5 Protocolos de Comunicación en Automatización .....	8
1.5-1 PROFINET .....	9
1.5-2 MODBUS.....	9
1.5-3 MQTT .....	9
1.6 Internet de las Cosas (IoT).....	10
1.6-1 Aplicaciones del IoT en Sistemas de Suministro de Agua.....	10
CAPÍTULO III .....	11
3. METODOLOGÍA.....	11
3.1 Descripción del trabajo.....	11
3.1-1 Investigación de campo .....	11
3.1-2 Investigación aplicada .....	11



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

3.1-3 Investigación mixta .....	11
3.2 Relevamiento de datos .....	12
3.2-1 Entrevista.....	12
3.2-2 Observación directa.....	12
3.3 Selección del sistema de control y los dispositivos electrónicos.....	14
3.3-1 Sensores de nivel .....	15
3.3-2 Electroválvulas .....	16
3.3-3 Bombas centrífugas.....	16
3.3-4 Caudalímetro .....	16
3.3-5 PLC SIEMENS LOGO! 8 RC 230 .....	17
3.4 Elección del software de control .....	20
3.5 Diseño del esquema eléctrico .....	21
3.6 Validación del Sistema (Pruebas y simulaciones).....	25
3.7 Presupuesto.....	31
CAPÍTULO IV .....	34
4. RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	34
CAPÍTULO V .....	36
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	36
6. BIBLIOGRAFÍA.....	38
7. ANEXOS.....	39



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Ilustración 1 Esquema de fuerza de los motores trifasicos</b>	<b>22</b>
<b>Ilustración 2 Entradas del Sistema general para la automatizacio</b>	<b>23</b>
<b>Ilustración 3 Salidas del sistema general para la automatizacion</b>	<b>24</b>
<b>Ilustración 4 Diagrama de la programacion LADDER del sistema</b>	<b>27</b>
<b>Ilustración 5 Representacion general del sistema en simulacion con el Software PC SIMU</b>	<b>29</b>
<b>Ilustración 6 Reservorios del Hospital Materno Infantil</b>	<b>39</b>
<b>Ilustración 7 Tanque principal del Hospital Materno Infantil</b>	<b>40</b>
<b>Ilustración 8 Motores trifasicos utilizados para bombeo de agua</b>	<b>41</b>
<b>Ilustración 9 Especificaciones tecnicas del motor trifasico en funcionamiento</b>	<b>42</b>
<b>Ilustración 10 Tablero actual en funcionamiento</b>	<b>43</b>
<b>Ilustración 11 Accionadores y dispositivos de proteccion</b>	<b>44</b>
<b>Ilustración 12 Simulacion de entradas y salidas de los reservorios en Logosoft Comfort v8.2 primera parte</b>	<b>45</b>
<b>Ilustración 13 Simulacion de entradas y salidas de los reservorios en Logosoft Comfort v8.2 segunda parte</b>	<b>46</b>
<b><i>Ilustración 14 Zona interna de la caseta de control</i></b>	<b>47</b>
<b>Ilustración 15 Vista frontal del Hospital materno infantil</b>	<b>48</b>
<b>Ilustración 16 Tubos y accesorios del reservorio</b>	<b>49</b>
<b>Ilustración 17 Componentes del tablero de mando</b>	<b>50</b>
<b>Ilustración 18 Tabla de sincronizacion de entradas y salidas</b>	<b>51</b>



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

---

<b>Ilustración 19 Ubicacion del Hospital materno Infantil. Coronel Oviedo</b>	<b>52</b>
<b>Ilustración 20 Simulacion en PC SIMU Parte 1</b>	<b>53</b>
<b>Ilustración 21 Simulacion en PC SIMU Parte 2</b>	<b>54</b>
<b>Ilustración 22 Logica del programa realizado con el software LogoSoft V8.2</b>	<b>55</b>
<b>Ilustración 23 Accesorios de fontaneria en la salida de los motores de empuje</b>	<b>56</b>
<b>Ilustración 24 Caudal de agua del reservorio 1</b>	<b>57</b>
<b>Ilustración 25 Caseta de control</b>	<b>58</b>



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1 Características PLC LOGO! (Siemens)</b>	<b>19</b>
<b>Tabla 2 Comparativa del software LOGO! Soft Comfort V8 (Siemens) respecto a otros</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 3 Características técnicas del Software CADE SIMU</b>	<b>21</b>
<b>Tabla 4 Asociación de entradas al PLC Logo</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 5 Asociación de salida del PLC Logo</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 6 Comparativa del Software PC SIMU respecto a otros</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 7 Distribución del costo de conductores</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 8 Presupuesto total final</b>	<b>33</b>

**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

El suministro eficiente y continuo de agua potable es un factor esencial para el correcto funcionamiento de cualquier institución de salud [1]. En el caso del Hospital Materno Infantil de la Ciudad de Coronel Oviedo (ubicación en la ilustración 19 en la sección de anexo), actualmente se enfrenta una problemática importante: el sistema de abastecimiento de agua opera de manera completamente manual, lo que implica riesgos operativos, mayor desgaste de los recursos humanos y posibles interrupciones en el servicio. Esta situación genera la necesidad de adoptar soluciones tecnológicas que optimicen tanto la operación como el control del sistema.

En este contexto, surge la presente propuesta de automatización del sistema de operación y control del suministro de agua potable del hospital, con el propósito de mejorar la eficiencia, confiabilidad y seguridad del proceso. Es importante destacar que esta automatización no contempla la implementación de un sistema de control remoto, sino que se limita a la automatización local de los procedimientos internos relacionados con el manejo del agua.

El proyecto tiene como objetivo general desarrollar un sistema automatizado que permita operar y controlar adecuadamente el suministro de agua en la institución. Para alcanzar dicho propósito, se plantea la identificación de las variables críticas del proceso, la selección de dispositivos electrónicos adecuados, el análisis y uso del software más conveniente para el control, el diseño del esquema eléctrico correspondiente, la validación del sistema mediante simulaciones, y finalmente, la elaboración de un presupuesto detallado para su implementación y mantenimiento.

Esta propuesta se enmarca dentro del enfoque de mejora continua en el sector salud, integrando conocimientos de electrónica, automatización y gestión de recursos, con un alto potencial de aplicación en otros centros hospitalarios con condiciones similares.

# **Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

## **1.1- OBJETIVOS**

### **1.1.1- Objetivos Generales**

Desarrollar un sistema automatizado para la operación y control del sistema de suministro de agua potable para el Hospital Materno Infantil de la Ciudad de Coronel Oviedo.

#### **Objetivos Específicos**

- Identificar las variables clave que requieren monitoreo y regulación en el sistema de suministro de agua potable del Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo.
- Seleccionar los sistemas de control y dispositivos electrónicos más adecuados para automatizar los procesos del sistema de agua.
- Evaluar el software de control más adecuado.
- Diseñar el esquema eléctrico del sistema de control y potencia del sistema de suministro de agua.
- Validar el rendimiento del sistema mediante pruebas y simulaciones en condiciones reales.
- Elaborar un presupuesto detallado para la implementación y mantenimiento del sistema automatizado

## **CAPÍTULO II**

### **1. MARCO TEÓRICO**

#### **1.1 Importancia del abastecimiento de agua en hospitales.**

El abastecimiento de agua potable es una condición indispensable para proporcionar servicios de salud en condiciones sanitarias adecuadas. Esto no solo es relevante para la salud de los pacientes y el personal de los establecimientos de salud, sino también para que los diversos equipos utilizados puedan funcionar en condiciones adecuadas (equipos de laboratorio, lavandería, cocina, comedor y servicios higiénicos, entre otros) [2].

La importancia continua del suministro de agua a los hospitales radica en el hecho de que garantiza las condiciones básicas de higiene, que son esenciales para prevenir la propagación de enfermedades en el entorno hospitalario. Un suministro adecuado y constante de agua potable no sólo mantiene las instalaciones limpias, sino que también garantiza que los procedimientos médicos se realicen en un entorno seguro, minimizando el riesgo para los pacientes y los trabajadores [3].

#### **1.2 Sistema de suministro de agua potable.**

Un sistema de agua es un conjunto de componentes físicos que permiten el almacenamiento, transporte, control y distribución del agua para diversos fines: ya sea en una vivienda, una planta industrial, un sistema de riego o una red municipal [4].

Estos sistemas pueden ser simples o complejos, pero todos comparten ciertos elementos básicos que se explican a continuación.

Elementos principales de un sistema de agua:

# Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

## 1.1-1 Tanques (o depósitos)

Función:

Almacenan agua de manera temporal.

Actúan como reserva o pulmón hidráulico para abastecer el sistema cuando sea necesario.

Tipos:

- Tanques elevados: utilizan la gravedad para generar presión.
- Tanques subterráneos o al nivel del suelo: requieren bombas para impulsar el agua.
- Tanques presurizados: incluyen una cámara de aire para mantener presión constante en sistemas cerrados.

## 1.1-2 Tuberías (caños)

Función:

Transportan el agua desde un punto a otro dentro del sistema.

Su diseño afecta el caudal, la presión y la eficiencia del sistema.

Consideraciones:

Material: PVC, cobre, acero, polietileno, etc.

Diámetro: influye en la cantidad de agua que puede circular.

Longitud y recorrido: afectan la pérdida de presión.

## 1.1-3 Válvulas

Función:

Controlan el paso del agua, permitiendo abrir, cerrar o regular el flujo.

Tipos comunes:

Válvula de compuerta: apertura/cierre total del paso.

# Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

Válvula de bola: muy usada por su cierre rápido.

Válvula de retención: impide el flujo en sentido contrario.

Válvula de presión: mantiene la presión dentro de ciertos límites

## 1.1-4 Bombas

Función:

Impulsan el agua desde niveles bajos a altos o a lo largo de largas distancias.

También se usan para aumentar la presión en ciertas secciones del sistema.

Tipos:

Bombas centrífugas, sumergibles, periféricas, entre otras.

Algunas se activan automáticamente según el nivel del tanque o la demanda del sistema.

## 1.1-5 Sensores y controles

Función:

Monitorean variables como nivel, presión, flujo o calidad del agua.

Se integran con sistemas de automatización para encender bombas, abrir válvulas o generar alarmas.

Ejemplos:

- Sensores de nivel (flotadores, ultrasónicos, resistivos).
- Presostatos (detectan presión para encender bombas).
- Caudalímetros (miden cantidad de agua que circula).

## 1.1-6 Accesorios complementarios

- Uniones y codos: permiten cambios de dirección o conexiones entre caños.
- Manómetros: miden presión.
- Purgadores o válvulas de aire: eliminan bolsas de aire del sistema.

# **Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

- Reductores de presión: protegen el sistema de sobrepresiones.
- Válvulas de seguridad: liberan agua si la presión excede lo permitido.

## **1.3 Problemáticas comunes en la gestión manual del suministro de agua.**

La gestión manual del suministro de agua presenta varias desventajas, especialmente en sistema que utilizan tanques para su almacenamiento y posterior distribución. Uno de los problemas más comunes es el riesgo de que los tanques se vacíen o se desborden por la falta de un seguimiento constante.

Este proceso requiere una supervisión continua por parte del personal, que a menudo no está disponible debido a limitaciones de tiempo, costo o disponibilidad [5]. Estas dificultades pueden conducir a ineficiencias operativas, desperdicio de recursos y mala calidad del servicio.

## **1.4 Tecnologías y Herramientas de Automatización**

El suministro de agua potable en hospitales es un componente esencial para garantizar condiciones sanitarias adecuadas, tanto en procedimientos clínicos como en el uso diario de pacientes y personal. Dado el nivel de exigencia que requiere este entorno, se vuelve indispensable contar con sistemas modernos que aseguren la calidad, continuidad y seguridad del agua distribuida. En este contexto, las tecnologías de automatización juegan un papel clave, permitiendo el control eficiente de los procesos de tratamiento, distribución y monitoreo de parámetros críticos. Mediante el uso de sensores, controladores y plataformas de supervisión, es posible optimizar el funcionamiento del sistema, anticipar fallas y mantener estándares de calidad exigidos por normativas sanitarias [4]. Esta integración tecnológica no solo mejora la eficiencia operativa, sino que contribuye directamente a la prevención de riesgos en instalaciones de alta sensibilidad como los hospitales [1].

Entre las tecnologías más utilizadas se encuentran:

# Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

## 1.4-1 LOGO!Soft Comfort

LOGO!Soft Comfort es un software desarrollado por Siemens, pensado para programar y simular controladores lógicos programables (PLCs) de la familia LOGO!, que son PLCs compactos, diseñados especialmente para automatización de pequeñas y medianas aplicaciones [6].

Este software es ideal tanto para aprendizaje como para automatizaciones simples en viviendas, oficinas, pequeñas máquinas o instalaciones técnicas.

Presenta un entorno bastante simple e intuitivo donde la programación se puede realizar en bloques o en lenguaje ladder (escalera) que usa una lógica de relés.

En cuanto a la simulación antes de cargar el programa a un PLC físico, puedes simular cómo se comportaría la lógica. Esto permite probar condiciones, ver el estado de las entradas/salidas, y corregir errores sin riesgos reales.

## 1.4-2 CADE- SIMU

En CADE-SIMU es un software diseñado para la simulación de circuitos eléctricos, especialmente orientado a esquemas de automatismos industriales. Está enfocado en el diseño y prueba de circuitos eléctricos de control, como los que se usan con contactores, relés, pulsadores, temporizadores, etc [4].

A diferencia de los simuladores de PLC, CADE-SIMU no está centrado en la programación, sino en la lógica cableada tradicional, que se representa mediante esquemas eléctricos normalizados.

Aunque sí presenta la posibilidad de realizar programaciones con lógica Ladder y de esa manera asociar con otro software PC-SIMU para poder simular el proceso.

Entre los elementos que puedes encontrar para trabajar en CADE-SIMU están:

- Pulsadores normalmente abiertos y cerrados.
- Contactores con contactos auxiliares.
- Relés y temporizadores.
- Lámparas de señalización.

# Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

- Motores trifásicos (para diagramas de fuerza).
- Finales de carrera, interruptores, etc.

## 1.4-3 PC- SIMU

PC-SIMU es un software diseñado para la simulación de automatismos eléctricos industriales, centrado principalmente en la lógica cableada. A través de este programa, se pueden crear, visualizar y probar esquemas eléctricos de automatización sin necesidad de montar físicamente los circuitos.

Se utiliza ampliamente en el ámbito educativo y técnico para entender cómo funcionan los componentes básicos de control como pulsadores, contactores, relés, temporizadores y otros elementos comunes en tableros eléctricos industriales [4].

Una vez creado el circuito, se puede simular su comportamiento como si estuviera conectado en un tablero físico.

Es posible accionar pulsadores, observar el estado de las bobinas, ver el encendido de lámparas o el arranque de motores ficticios, en tiempo real.

Algunos de los componentes que se pueden incluir en tus esquemas son:

- Pulsadores normalmente abiertos/cerrados.
- Lámparas de señalización.
- Contactores y relés.
- Temporizadores.
- Motores eléctricos.
- Finales de carrera, sensores simples, etc.

## 1.5 Protocolos de Comunicación en Automatización

En los sistemas de automatización, la comunicación eficiente entre dispositivos es fundamental para garantizar un funcionamiento coordinado y seguro. Para lograrlo, se utilizan protocolos de comunicación industrial, que establecen las reglas y el formato con los que los equipos intercambian datos. Estos protocolos permiten que

# **Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

sensores, actuadores, controladores y sistemas de supervisión trabajen de manera integrada, compartiendo información en tiempo real [7]. En entornos complejos como plantas industriales, hospitales o sistemas de tratamiento de agua, la elección del protocolo adecuado influye directamente en la confiabilidad, velocidad y flexibilidad del sistema automatizado.

## **1.5-1 PROFINET**

La Red de Proceso de Campo (Process Field Net PROFINET) es un estándar abierto que cumple la norma IEE 61158 para la automatización industrial y que se basa en Industrial Ethernet. Utiliza los estándares de TI hasta el nivel de campo y permite emplear una misma ingeniería para toda la instalación. A través de este protocolo se pueden integrar elementos de campo y control como periféricas descentralizadas, PLC's y HMI's, entre otros en combinación con elementos y dispositivos comerciales, como PC e impresoras, sin necesidad de recursos o requerimientos adicionales en los equipos a más de una tarjeta de red convencional.

## **1.5-2 MODBUS**

Modbus es uno de los primeros buses de campo en alcanzar un gran índice de penetración en el mercado por características como su robustez, fácil configuración, entre otros. Fue desarrollado por la empresa MODICON en 1979, para conectar los PLC's de su marca a través de este bus, basado en protocolos RS-232 y RS-485, conectado por medio de 2 o 4 hilos, en versiones half duplex o full duplex con arquitecturas maestro-esclavo o cliente-servidor.

## **1.5-3 MQTT**

Es un protocolo de publicación-suscripción que nos va a facilitar poder conectar una gran cantidad de dispositivos. Este protocolo también tiene cierta facilidad para comprobar que el mensaje llega a su objetivo y nos proporciona seguridad mediante certificados electrónicos. Este protocolo es particularmente útil en IoT y sistemas de automatización como el control del suministro de agua, ya que permite el intercambio de datos en tiempo real entre sensores, actuadores y sistemas de monitoreo.

# **Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

## **1.6 Internet de las Cosas (IoT)**

El Internet de las Cosas, conocido como IoT por sus siglas en inglés, hace referencia a la conexión de objetos físicos a internet para que puedan enviar, recibir y procesar datos sin intervención humana directa.

Estos objetos, que van desde sensores simples hasta dispositivos inteligentes más complejos, tienen la capacidad de comunicarse entre sí y con sistemas centralizados. En el ámbito de la automatización, el IoT permite monitorear procesos en tiempo real, tomar decisiones basadas en datos y optimizar el uso de recursos [7].

Su aplicación se ha expandido rápidamente en sectores como la salud, la agricultura, la industria y los servicios públicos, ofreciendo soluciones más ágiles, eficientes y adaptables a las necesidades actuales.

### **1.6-1 Aplicaciones del IoT en Sistemas de Suministro de Agua.**

El uso del Internet de las Cosas en sistemas de agua permite automatizar y optimizar el control de todo el proceso, desde la captación hasta la distribución. Sensores conectados miden en tiempo real variables como presión, caudal, nivel de los tanques o calidad del agua, y envían estos datos a plataformas remotas donde pueden ser monitoreados y analizados [8]. Gracias al IoT, es posible detectar fugas, programar mantenimientos preventivos y tomar decisiones rápidas ante fallos, mejorando así la eficiencia del sistema y garantizando un suministro seguro y continuo, especialmente en entornos críticos como hospitales o comunidades urbanas.

## **CAPÍTULO III**

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Descripción del trabajo**

Este proyecto de fin de grado se centra en una investigación de campo, aplicada y mixta, con el objetivo de analizar el funcionamiento actual del sistema de suministro de agua del Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo y proponer una solución automatizada.

##### **3.1-1 Investigación de campo**

Se adoptó este enfoque para recolectar datos e información directamente en el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo. A través de la observación directa y entrevistas con el personal encargado del sistema de agua, se obtuvo una comprensión detallada del funcionamiento actual y de las deficiencias del sistema. Esta información proporcionó una base sólida para la propuesta de automatización.

##### **3.1-2 Investigación aplicada**

El proyecto tiene un enfoque práctico, buscando diseñar una solución automatizada para el sistema de suministro de agua del hospital. Para ello, se utilizaron los conocimientos adquiridos durante la formación académica, aplicándolos directamente a un problema real y específico, con el fin de mejorar la eficiencia y fiabilidad del proceso de abastecimiento de agua.

##### **3.1-3 Investigación mixta**

Se empleó una metodología mixta, combinando enfoques cualitativos y cuantitativos. En la parte cualitativa, se recopiló información sobre las experiencias y percepciones del personal hospitalario, así como sobre los procesos actuales relacionados con el suministro de agua.

# **Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

Por otro lado, el enfoque cuantitativo consistió en la recopilación de datos técnicos, como mediciones de presión, caudal y calidad del agua, necesarios para evaluar el estado actual del sistema y determinar los parámetros a automatizar.

Para la recolección de datos se utilizaron dos técnicas principales: la observación y la entrevista. La técnica de observación fue directa y estructurada, llevada a cabo con la ayuda del jefe técnico para identificar los diferentes procesos involucrados en el suministro de agua en el Hospital Materno Infantil, registrando la información de manera descriptiva. Por otro lado, las entrevistas se realizaron de manera semiestructurada con los encargados que permitieron obtener información detallada sobre el funcionamiento del sistema, las dificultades que enfrentan y las posibles soluciones que se pueden implementar.

## **3.2 Relevamiento de datos**

### **3.2-1 Entrevista**

Se llevó a cabo una entrevista con el personal técnico responsable del sistema de suministro de agua del Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo. Durante esta reunión, se recopiló información sobre los horarios de operación, los métodos utilizados para la gestión del agua y las limitaciones del estado actual del sistema.

### **3.2-2 Observación directa**

Se realizó una observación directa del sistema, donde se evidenciaron los niveles de agua en los reservorios y tanques. Además, se inspeccionaron el estado físico y las características técnicas de las válvulas y bombas. Esta información es importante para identificar las variables críticas que requieren monitoreo y regulación, y servirá como base para el diseño de un sistema automatizado eficiente.

# **Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

## **3.2-2.1 Descripción Operativa del sistema de suministro de agua en el Hospital.**

El sistema de suministro de agua del Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo cuenta con un proceso de abastecimiento dividido en varias etapas operativas que funcionan de manera manual.

## **3.2-2.2 Captación y Almacenamiento Inicial**

El agua suministrada por la ESSAP se canaliza hacia dos reservorios principales (observar la ilustración 6), equipados con válvulas manuales independientes. Cada reservorio tiene una capacidad de 50,000 litros, mientras que el tanque elevado tiene una capacidad de 100,000 litros de agua. Estas válvulas son operadas por un técnico, quien es el encargado de abrirlas para permitir el llenado de los reservorios durante el horario de suministro, de 4:00 a.m. a 10:00 p.m. Fuera de este horario, no hay suministro de agua externa, lo que obliga al hospital a depender exclusivamente del agua almacenada.

## **3.2-2.3 Transferencia al Tanque elevado**

Una vez que los reservorios están llenos, se procede a cargar el tanque elevado (Ilustración 5) mediante dos bombas centrífugas, cada una equipada con una válvula independiente. Las bombas se activan manualmente de manera alternada para evitar el sobrecalentamiento y reducir el desgaste. El personal técnico supervisa este proceso y debe asegurarse de apagar las bombas una vez que el tanque alcanza su capacidad máxima.

## **3.2-3.4 Distribución de agua**

El agua almacenada en el tanque es distribuida al hospital a través de una red de tuberías. La válvula principal, que se abre cuando es necesario abastecerse también es operada manualmente.

# **Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

## **3.2-3.5 Limitaciones y Riesgos**

El sistema actual presenta varias limitaciones. La dependencia de la operación manual genera el riesgo de sobrellenado o vaciamiento de los reservorios y el tanque elevado. Además, la falta de sensores y sistemas de monitoreo dificulta el control preciso de los niveles de agua y el estado de las bombas, lo que puede resultar en interrupciones en el suministro de agua al hospital, especialmente durante el horario nocturno, cuando no hay supervisión.

## **3.2-3.6 Análisis y recomendaciones basada en la entrevista**

De acuerdo con la información obtenida durante la entrevista, se ha determinado que la incorporación de cinco electroválvulas será una solución clave para permitir la operación remota del sistema. Estas válvulas controlarán tanto el almacenamiento de agua en los reservorios como en el tanque elevado, asegurando una gestión eficiente del proceso.

Además, se integrarán sensores de nivel en los reservorios y en el tanque para que se pueda monitorear de manera continua el nivel de agua. Esto permitirá evitar situaciones en las que los reservorios y el tanque se vacíen o se sobrecarguen, eliminando desperdicios de agua y asegurando un suministro constante.

Para gestionar este proceso, se optó por la incorporación de un software que permite controlar y supervisar el sistema de suministro de agua de manera funcional.

Por otra parte, el agregado de un caudalímetro permite determinar si hay o no agua potable proveniente de la Essap que es la empresa encargada de proveer agua en la ciudad de Coronel Oviedo.

## **3.3 Selección del sistema de control y los dispositivos electrónicos.**

Con las informaciones obtenidas tras la entrevista y considerando las necesidades del sistema de suministro de agua al Hospital, se determinaron los parámetros claves a ser controlados y monitoreados, entre estos se incluyen:

# **Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

- Niveles de agua en los reservorios y el tanque elevado.
- Modo de operación de las bombas centrífugas.
- Control de flujo de agua mediante electroválvulas.

De acuerdo a estas condiciones y requerimiento del sistema, se realizó la selección de los equipos electrónicos necesarios para garantizar la operación automatizada. Esta elección se basó en criterios como la compatibilidad con el diseño del sistema, asegurando el cumplimiento de los objetivos operativos del proyecto.

## **3.3-1 Sensores de nivel**

Se han seleccionado sensores nivel para la medición y monitoreo de los niveles de agua en los reservorios y el tanque elevado, se ha optado a seleccionar dicho componente conforme a las condiciones del sistema de suministro de agua del hospital.

Los factores que se tuvieron en cuenta para la elección de estos sensores son los siguientes:

- Precisión y fiabilidad en la medición del nivel de agua.
- Compatibilidad con el sistema de automatización basado en PLC LOGO.
- Adaptabilidad a las condiciones ambientales donde se instalarán.
- Facilidad de integración con el sistema SCADA.

Para garantizar un control eficiente del suministro de agua, se instalarán sensores de nivel en puntos estratégicos del sistema:

- En cada reservorio y en el tanque, se controlará el nivel de agua disponible para gestionar el llenado, evitar sobrellenado y el vaciado crítico.

# Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

- Estos sensores permitirán la activación y desactivación de las bombas centrífugas y el control de la operación de las electroválvulas cuando sea necesario.

## 3.3-2 Electroválvulas

Para el presente proyecto se consideró la utilización de electroválvulas que se accionan con electroimanes. Estos dispositivos utilizan un componente electromagnético (solenoides) que, al energizarse, desplaza un eje interno para permitir o bloquear el paso de fluidos.

Entre los beneficios principales encontramos:

- Precisión en el regulado: Permiten ajustar el caudal con alta exactitud.
- Respuesta ultrarrápida: Su activación/desactivación ocurre en fracciones de segundo (ms).
- Eficiencia energética: Consumen mínima potencia eléctrica durante su operación.

## 3.3-3 Bombas centrífugas

Estos equipos emplean un rotor giratorio (impulsor) que genera una fuerza de inercia radial, desplazando el fluido desde el núcleo hacia el exterior de la carcasa. Posteriormente, el líquido es direccionado hacia los conductos de descarga.

Este mecanismo incrementa la energía cinética del agua, permitiendo su transporte desde depósitos a nivel inferior hasta puntos elevados, incluso contra gradientes de altura significativos. Debido a las características mencionadas anteriormente, es el que mejor se adapta al presente proyecto.

## 3.3-4 Caudalímetro

Instrumento diseñado para cuantificar el volumen o la velocidad de un fluido (líquido o gas) que circula por un ducto o sistema de tuberías [9]. En este caso el

# Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

objetivo principal del caudalímetro dentro del sistema será la de controlar si hay agua proveniente de la fuente, en este caso de la ESSAP.

El caudalímetro por el cual se optó es un caudalímetro ultrasónico ya que presenta las siguientes ventajas:

- Sin contacto con el fluido. No hay contaminación o riesgo bacteriano (cumple normas ISO 15839 para agua potable).
- Sin partes móviles. Resistente a obstrucciones (ideal para agua con posibles sedimentos).
- Alta exactitud ( $\pm 1\%$ ). Esencial para monitoreo de consumo, lavandería, o sistemas de desinfección (ej.: cloración).
- Compatibilidad con tuberías existentes. Se instala externamente sin cortes costosos.

## 3.3-5 PLC SIEMENS LOGO! 8 RC 230

Dispositivo electrónico programable orientado a la gestión automatizada de sistemas electromecánicos en entornos industriales y comerciales de baja a media complejidad. [10] Destaca por su arquitectura modular y entorno de desarrollo accesible para usuarios técnicos sin especialización en programación avanzada.

### Características Técnicas Clave

#### Interfaz Integrada

- Pantalla LCD táctil para programación *in situ* sin dispositivos externos.
- Teclado físico para ajustes rápidos en campo.

#### Conectividad Ampliada

- 8 entradas digitales (24V DC) + 4 entradas analógicas (0–10V).
- 4 salidas relé (hasta 10 A) para control directo de cargas.

# Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

- Puerto Ethernet (LOGO! TDE) para integración con redes industriales.
- Lógica Programable Avanzada
- Bloques funcionales predefinidos (temporizadores, contadores, PID básico).
- Compatibilidad con LOGO! Soft Comfort para programación gráfica en PC.
- Robustez Industrial
- Rango de temperatura: -25°C a +55°C.
- Certificaciones: CE, UL, cULus.

Para el presente trabajo se consideró como dispositivo de control al PLC LOGO! 8 RC230 debido a que las características técnicas que presentan son más que suficientes para el objetivo final del proyecto, pudiendo garantizar un óptimo desempeño del sistema sin ignorar la integridad de la misma.

Existen dispositivos de control con mejores características sin ninguna duda, pero para la complejidad del proyecto esta cumple con los requisitos a cabalidad.

A continuación, en la siguiente tabla se puede observar la comparativa ante otros dispositivos de control.

**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

*Tabla 1 Características PLC LOGO! (Siemens)*

Dispositivo de control	PLC LOGO! (Siemens)	Zelio Logic (Schneider)	Arduino (con relés)
Tipo de dispositivo	PLC compacto	PLC compacto	Microcontrolador programable
Programación	Gráfica (FBD, Ladder)	Gráfica (FBD, Ladder)	Código (C/C++ en entorno Arduino IDE)
Interfaz de usuario	Software LOGO!Soft Comfort	Zelio Soft	Arduino IDE (sin simulación gráfica)
Simulación de programa	Sí, integrada	Sí, básica	No nativa (requiere software adicional)
Entradas/Salidas (E/S)	Digitales y analógicas	Digitales y algunas analógicas	Depende del modelo (limitadas sin módulos externos)
Costo	Medio-alto	Medio	Bajo
Confiabilidad industrial	Alta (certificaciones industriales)	Alta (uso en entornos industriales)	Baja-media (dependiendo del diseño)
Conectividad	Ethernet, Modbus, entre otros	Modbus (limitado), sin Ethernet nativo	USB, módulos WiFi, Ethernet opcionales

La columna sombreada de color verde es la elegida considerando las características técnicas de la misma.

Entre los aspectos mas importantes se pueden destacar la cantidad de entradas y salidas asi como tambien la confiabilidad industrial y la programabilidad.

**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

### 3.4 Elección del software de control

*Tabla 2 Comparativa del software LOGO! Soft Comfort V8 (Siemens) respecto a otros*

Característica	LOGO! Soft Comfort V8 (Siemens)	TIA Portal (Basic) (Siemens)	Codesys (Free Edition)	Zelio Soft 2 (Schneider)	DirectSoft 5 (Automation Direct)
Compatibilidad PLC	Solo LOGO! 8/7	S7-1200, S7-1500	Multi-marca (Codesys-based)	Zelio Logic	PLCs DirectLogic
Lenguajes soportados	LAD, FBD	LAD, FBD, SCL, ST	LAD, FBD, ST, IL, SFC	LAD, FBD	LAD, FBD
Curva de aprendizaje	Muy baja (interfaz intuitiva)	Moderada/Alta (complejidad avanzada)	Moderada	Baja	Baja
Coste licencia	Gratuito (incluido con LOGO!)	~500-1,000€ (Basic)	Gratuito (funciones limitadas)	Gratuito	~300€ (licencia única)
Comunicaciones	Ethernet, RS-485	PROFINET, Ethernet/IP	Modbus, CANopen	Serial, Ethernet	Serial, Ethernet
Soporte para LOGO! 8 RC230	100% nativo	✗ No compatible	✗ No compatible	✗ No compatible	✗ No compatible

En base a los detalles técnicos que se observan en la tabla queda evidenciado que el software que mejor se ajusta es LOGO! Soft Comfort V8 (Siemens) debido a los distintos parámetros técnicos considerados.

La principal ventaja que presenta es que es el único que posee soporte para PLC LOGO! Siemens, además de presentar un entorno de trabajo bastante intuitivo y permite realizar pruebas de escritorio a las programaciones realizadas.

# Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

## 3.5 Diseño del esquema eléctrico

Para el diseño del esquema eléctrico se utilizó el software Cade Simu de manera a ilustrar detalladamente todos los aspectos que hacen parte a las conexiones eléctricas entre los distintos dispositivos.

Para la elección del software se tuvieron en cuenta varios parámetros importantes que se detallan en la tabla

*Tabla 3 Características técnicas del Software CADE SIMU*

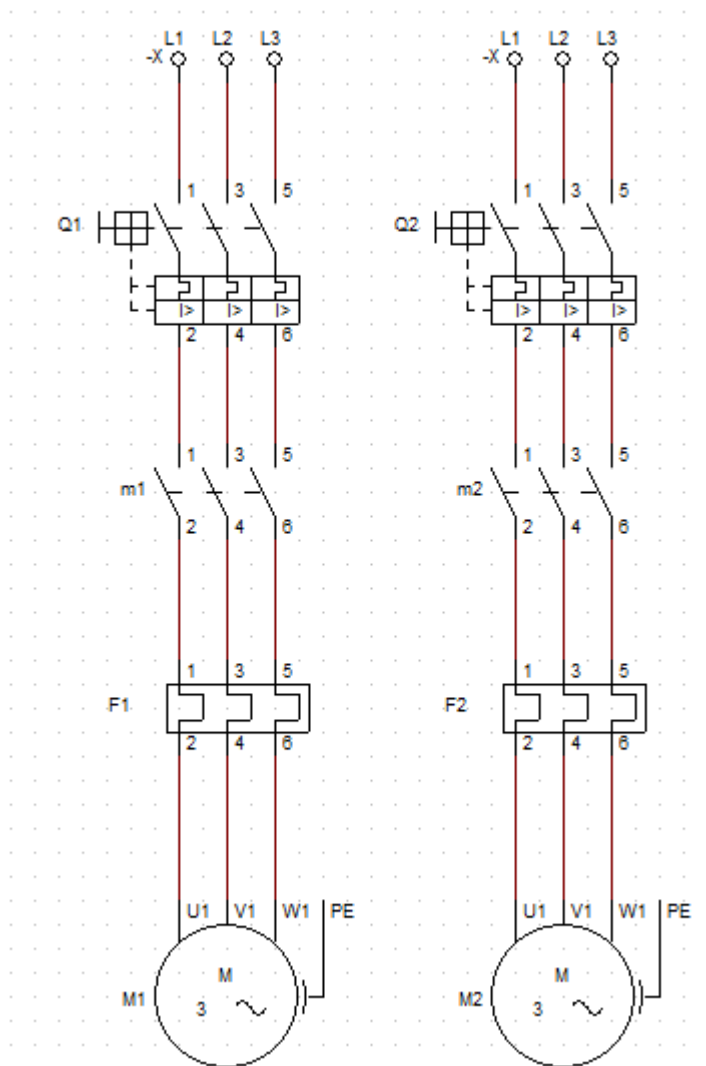
Característica	Cade Simu	LogixPro Plc	FluidSIM
Enfoque	Esquemas eléctricos de control y fuerza	Simulación de PLC (Allen-Bradley)	Neumática, hidráulica y electroneumática
Simulación en tiempo real	Si	Si	Si
Programación en PLC	Si	Si	Limitada a lógica simple
Diseño de esquemas eléctricos	Completo	No	Solo algunos esquemas
Interfaz gráfica	Sencilla y bastante intuitiva	Intuitiva con animaciones	Atractiva y detallada
Costo/Licencia	Gratuito	De pago	Versión gratuita limitada
Facilidad de uso	Alta	Media	Media- Alta

Como se puede observar el software Cade Simu presenta varias ventajas con respecto al resto, entre los más destacables se encuentran la programabilidad en PLC, diseño de circuitos de mando y fuerza y la facilidad de uso, así como también que sea gratuito.

# Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

Ilustración 1 Esquema de fuerza de los motores trifasicos



Adentrándonos directamente en el diseño del esquema que se puede observar en la figura, esta corresponde al circuito de fuerza de los dos motores trifásicos, cuya función dentro del sistema es la de elevar el agua desde cada reservorio hasta el tanque principal el cual se encuentra elevado a una altura de 15 metros.

Estos motores cuentan con una potencia de 3 hp cada uno, que abastece tranquilamente el ascenso del agua a través de las tuberías.

Es importante mencionar que estos motores se activan al momento que el sensor de nivel bajo del tanque "n5" en la lógica de programación se activa, esto a raíz que el nivel del tanque principal se encuentra bajo y necesita ser alimentado desde los reservorios.

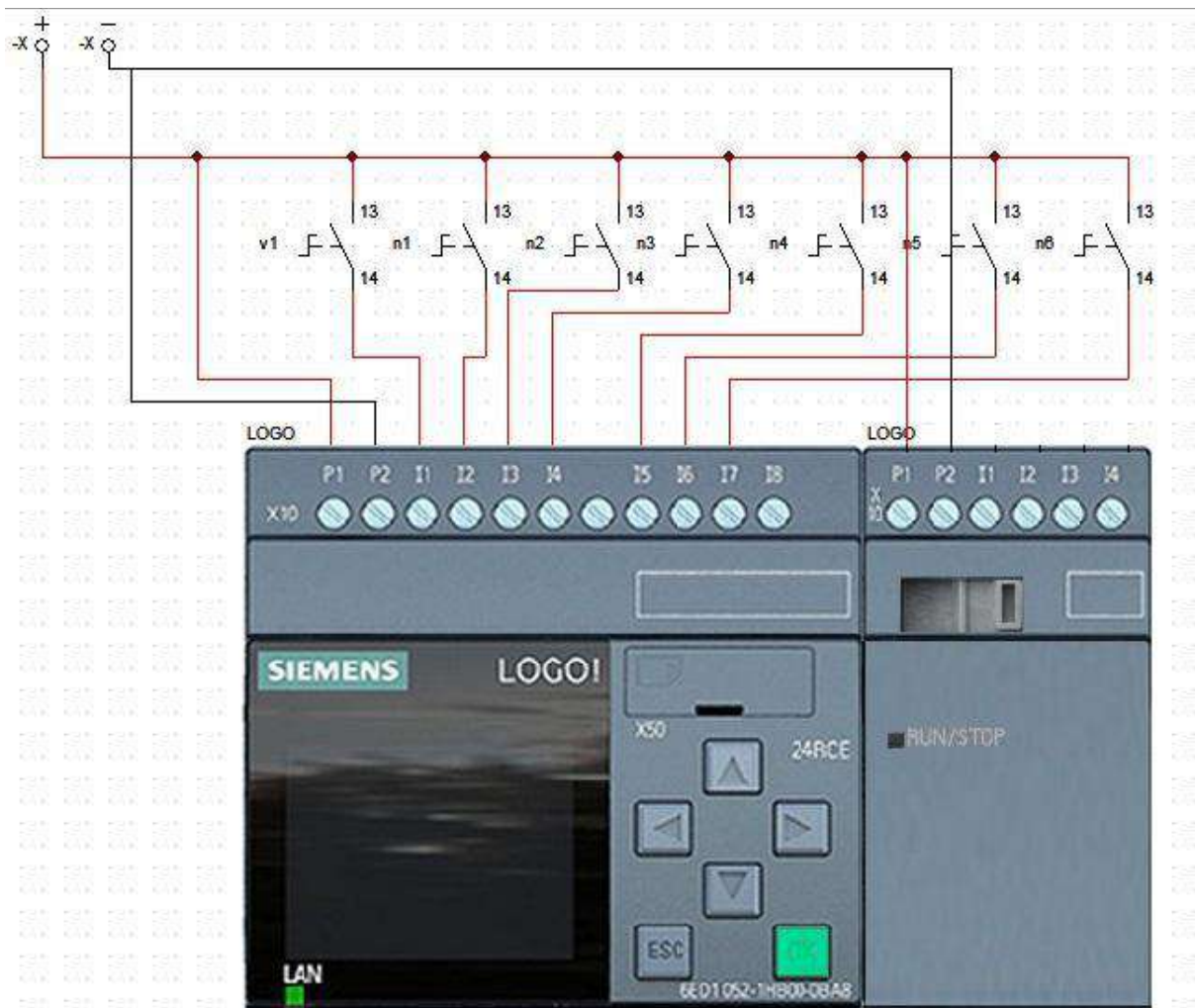
# Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

Los motores se desactivan al momento que el sensor de nivel alto del tanque “n6” se activa, esto indica que el tanque se encuentra lleno, por lo tanto ya no necesita ser alimentado.

Otra observación importante es que estos motores trabajan en simultáneo.

*Ilustración 2 Entradas del Sistema general para la automatización*



La figura nos muestra una parte del circuito de mando, los distintos interruptores representan a los distintos accionamientos de los sensores, así como también del caudalímetro.

Para una mayor comprensión, las entradas quedan mejor detallados en la siguiente tabla

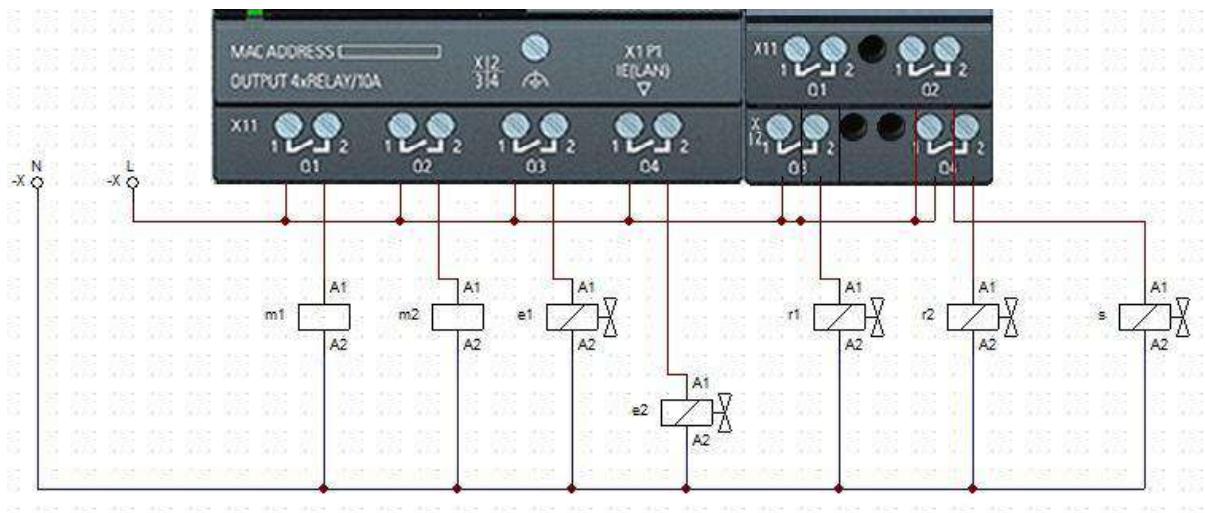
**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

*Tabla 4 Asociación de entradas al PLC Logo*

ENTRADAS	DETALLES
I1	V1 (Caudalimetro)
I2	N1(Nivel alto del reservorio 1)
I3	N2(Nivel bajo del reservorio 1)
I4	N3(Nivel alto del reservorio 2)
I5	N4(Nivel alto del reservorio 2)
I6	N5(Nivel alto del tanque principal)
I7	N6(Nivel bajo del tanque principal)

*Ilustración 3 Salidas del sistema general para la automatizacion*



La figura corresponde a las salidas del controlador en este caso el PLC estas salidas constan de dos bobinas que corresponden a los dos motores trifásicos, así como también el resto de las salidas corresponden a las distintas electroválvulas.

# Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

A continuación se presenta la tabla donde se detallan mejor las salidas.

*Tabla 5 Asociación de salida del PLC Logo*

SALIDAS	DETALLES
Q1	M1(Motor 1)
Q2	M2(Motor 2)
Q3	E1 (Electrovalvula de carga del reservorio 1)
Q4	E2 (Electrovalvula de carga del reservorio 2)
Q5	R1(Electrovalvula de carga del reservorio 1 hacia el tanque principal)
Q6	R2(Electrovalvula de carga del reservorio 2 hacia el tanque principal)
Q8	S (Electroválvula de salida para alimentar al hospital)

## 3.6 Validación del Sistema (Pruebas y simulaciones)

En cuanto a la presentación gráfica del sistema y la elaboración de pruebas y simulaciones, para el presente trabajo se optó por utilizar el software PC-SIMU.

En la siguiente tabla se puede observar los aspectos más importantes que fueron considerados para la elección.

**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

*Tabla 6 Comparativa del Software PC SIMU respecto a otros*

Característica	PC-SIMU	FACTORY I/O	TIA PORTAL
Enfoque principal	Simulación de automatismos	Simulación 3D de procesos industriales	Simulación profesional de Siemens PLC
Interfaz	2D, esquemática	3D	Profesional, técnica
Lenguaje de programación	Ladder (esquemas eléctricos)	Ladder (con software externo como Control I/O, Codesys, TIA, etc.)	Ladder, FBD, STL, SCL, etc.
Costo	Gratuito	Licencia comercial (pago)	Licencia comercial (pago)
Facilidad de uso	Alta	Media	Media/Baja (mayor curva de aprendizaje)
Aplicaciones prácticas	Didácticas y de uso industrial	Simulación de entornos industriales	Simulación completa de entornos reales

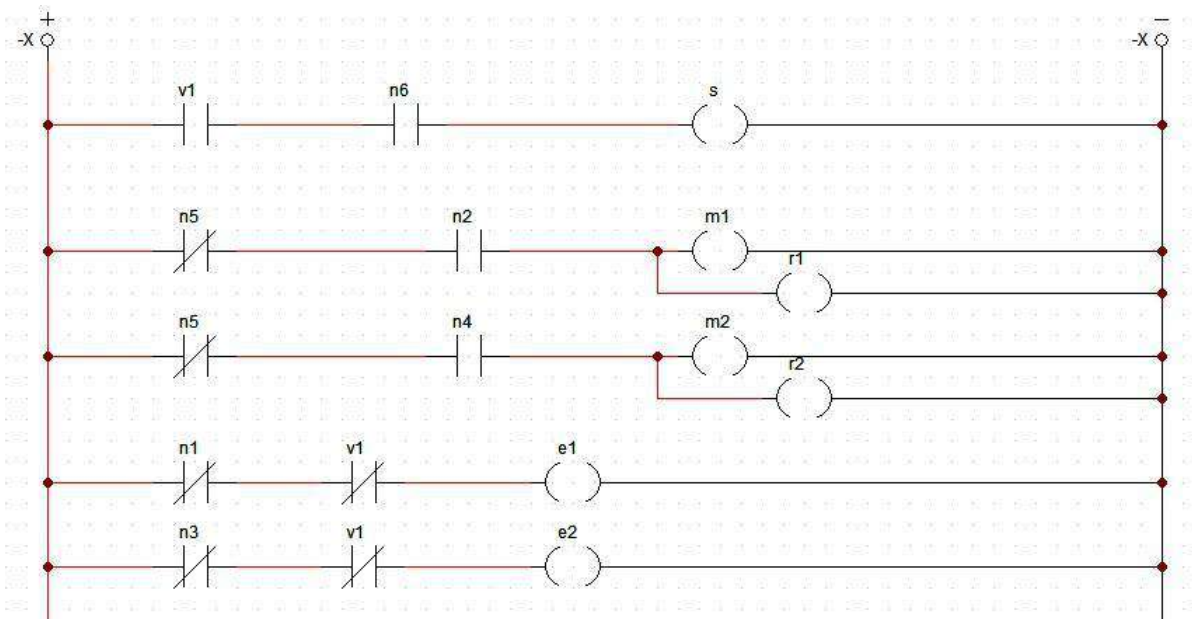
En base a las características analizadas se optó por este software principalmente porque trabaja en conjunto con CADE-SIMU en el cual se desarrolló el diseño de circuito, por lo tanto, esta relación existente entre ambos softwares permite una conjunción en cuanto al funcionamiento, pudiendo así observar la simulación en tiempo real.

Si bien se especifican algunos softwares con mayor capacidad estética, estos cuentan con licencias algo costosas que para la complejidad del proyecto no son muy necesarias.

# Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

Ilustración 4 Diagrama de la programación LADDER del sistema



En la Ilustración 4 se observa la programación Ladder (escalera), la cual representa la lógica de funcionamiento del sistema.

El contacto V1 corresponde al caudalímetro; este se activa cuando no hay agua proveniente de la ESSAP. Por otra parte, el contacto N6 corresponde al nivel bajo del tanque principal; se activa cuando el sensor de nivel detecta una cantidad insuficiente de agua. Cuando ambos contactos, V1 y N6, se encuentran activos, se habilita la salida S, que representa el servicio de agua interno del hospital.

El contacto cerrado N5 indica el nivel alto o lleno del tanque principal. Los contactos N2 y N4 corresponden a los sensores de nivel bajo de los dos reservorios, respectivamente. Cuando estos sensores se activan, permiten la operación de los motores M1 y M2, que impulsan el agua hacia el tanque principal. Además, se activan las electroválvulas R1 y R2, facilitando el ascenso del flujo de agua a través de las tuberías.

Cabe destacar que estos actuadores (motores y válvulas) no se activan si el sensor N5 está en estado activo, ya que esto indicaría que el tanque principal está lleno, lo cual podría provocar un desbordamiento.

# **Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

Finalmente, los contactos N1 y N3 están asociados a los niveles altos de agua de los reservorios 1 y 2, respectivamente. Las salidas E1 y E2 controlan las electroválvulas que permiten el ingreso de agua a los reservorios. Estas solo se activan si, por un lado, hay disponibilidad de agua de la ESSAP, y por otro, los sensores N1 y N3 no indican que los reservorios están llenos, con el fin de evitar reboses.

En términos generales, la programación es sencilla pero robusta, ya que previene conflictos o superposiciones lógicas, garantizando así un funcionamiento óptimo y seguro del sistema.

Como se explicó en detalle anteriormente, la lógica de control del sistema se mantiene, pero ahora implementada en el software Logosoft Comfort v8.2 ver Ilustración 22 en la sección de Anexo. La descripción de los elementos es la siguiente:

- El contacto V1 (caudalímetro) se activa ante la falta de agua de la ESSAP.
- El contacto N6 (nivel bajo del tanque principal) se activa cuando el agua es insuficiente.
- La salida S (servicio interno) se habilita únicamente cuando V1 y N6 están activos simultáneamente.

Por otra parte:

- Los motores M1/M2 y las electroválvulas R1/R2 se activan mediante los contactos N2 y N4 (niveles bajos de los reservorios).
- Esta operación es inhibida si el contacto N5 (nivel alto del tanque principal) está activo, para prevenir desbordes.

Finalmente:

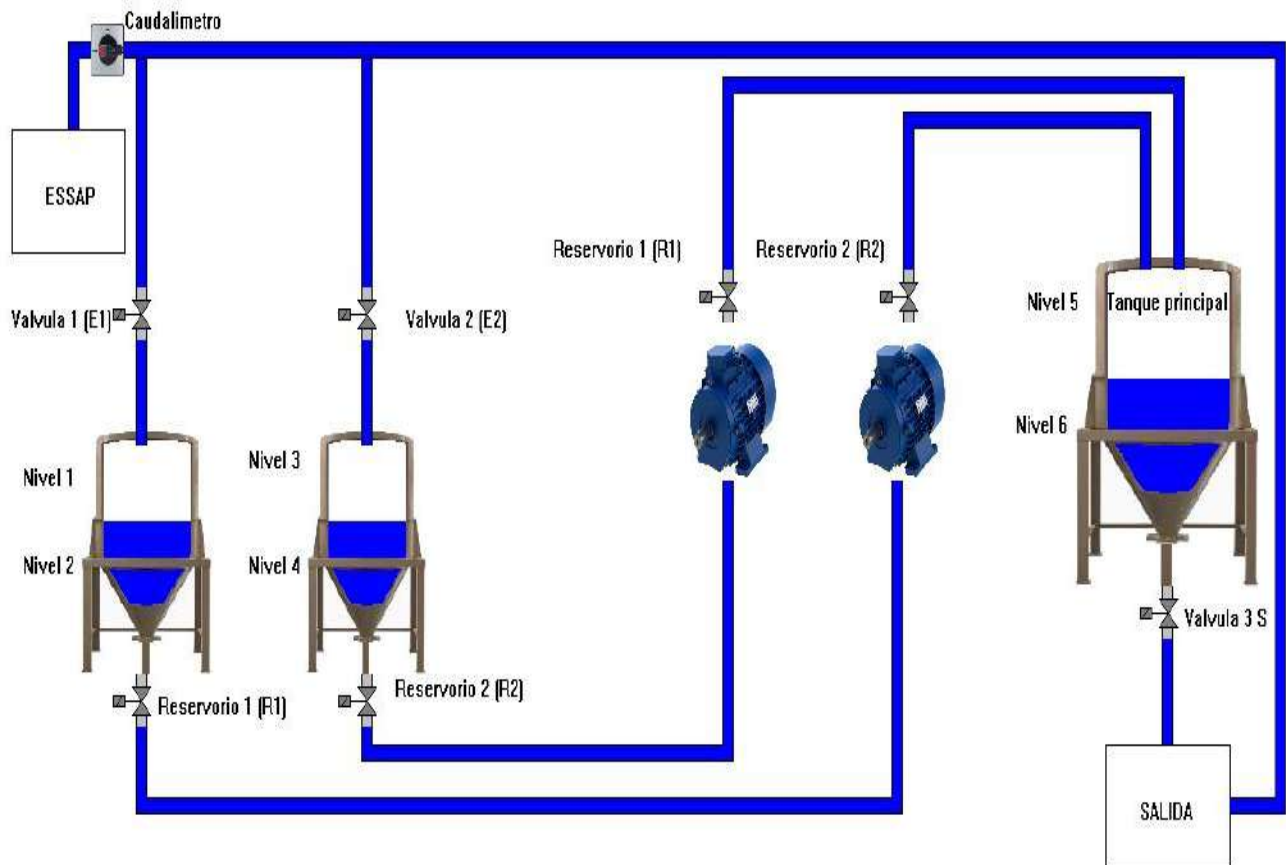
- Las salidas E1/E2 (electroválvulas de ingreso a reservorios) se activan solo si hay agua de la ESSAP (V1 inactivo) y sus respectivos contactos de nivel alto (N1 o N3) están inactivos, evitando así que se rebasen.

En el anexo, las ilustraciones 15 y 16 representa las simulaciones realizadas con el software Logosoft Comfort v8.2.

# Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

*Ilustración 5 Representación general del sistema en simulación con el Software PC SIMU*



Al adentrarnos en la simulación general del sistema, se puede observar en la Ilustración 5 la representación completa del mismo en el software PC-SIMU.

La entrada denominada "ESSAP" corresponde al abastecimiento de agua provisto por la ESSAP, que es la empresa encargada de suministrar agua en la ciudad de Coronel Oviedo.

Las válvulas E1 y E2 son las encargadas de cortar o permitir el paso del flujo de agua desde la ESSAP hacia los reservorios 1 y 2. Por su parte, las válvulas R1 y R2, ubicadas debajo de cada reservorio y por encima de los motores M1 y M2, regulan el paso de agua desde los reservorios hacia el tanque principal. Además, el caudalímetro cumple la función de verificar si hay provisión de agua por parte de la ESSAP.

# **Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

Por último, la válvula ubicada debajo del tanque principal permite el flujo de agua desde este hacia el hospital, en caso de que la ESSAP se encuentre fuera de funcionamiento, garantizando así el suministro interno.

Cabe destacar que la carga de los reservorios solo se realiza cuando el caudalímetro envía una señal al controlador, indicando que hay disponibilidad de agua por parte de la ESSAP.

Para la simulación se necesita asociar los programas de CADE-SIMU y PC-SIMU. Para ello se deben establecer las tablas de entrada y salida. Esta tabla se puede observar en la Ilustración 18 en el apartado de Anexos.

Como puede observarse en la Ilustración 18 en la sección de Anexo, cada una de las entradas (sensores) y salidas (válvulas y motores) está asociada a las entradas y salidas del PLC LOGO!, las cuales están denominadas con "I" para las entradas y "Q" para las salidas, respectivamente.

En total, para el presente proyecto se utilizan 7 entradas y 7 salidas. Por este motivo, es necesario incorporar un módulo de expansión al PLC LOGO!, ya que el equipo base solo dispone de 4 salidas disponibles. El módulo de expansión proporciona 4 entradas y 4 salidas adicionales, lo que permite ampliar la capacidad del sistema y cubrir todos los dispositivos requeridos.

# Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

## 3.7 Presupuesto

A continuación, se especifica el presupuesto requerido para la elaboración del presente proyecto, cabe destacar que los materiales que ya forman parte de la instalación no son tenidos en cuenta (tuberías, uniones, codos, etc). También se incluye el costo de mano de obra requerida para la ejecución completa del proyecto. Además de la inclusión de los conductores necesarios para la instalación así como materiales varios.

### Detalle y recomendación de conductores (qué usar para cada señal)

#### a) Sensores de nivel (boyas / float switches)

- Tipo: cable 2–3 hilos multiconductor control.
- Longitudes: Para 2 sensores en tanque (11 m) y 4 sensores en reservorios (30 m cada uno). Total aproximado de multicore control  $\approx$  150–160 m (con 10% extra).
- Protección: Para interferencia, usar cable apantallado multicore (shielded RVVP o similar) y conectar la malla a tierra en un extremo.

#### b) Electro-válvulas 24 V DC (alimentación)

- Tipo: cable de alimentación 2 conductores 1.5 mm<sup>2</sup> (seguro para corrientes típicas de electroválvulas).
- Longitudes estimadas: 30–35 m por válvula según ubicación. Añadir 10% holgura.

#### c) Caudalímetro YF-S201 (salida pulsos)

- Tipo: salida de pulsos (TTL/óptica). Si se conecta a PLC a distancia, conviene llevarlo con par trenzado apantallado o por RS-485 si el sensor entrega ese protocolo (en tu caso YF-S201 da pulsos, cableado de 2–3 hilos). Longitud 35 m (usar cable trenzado y si hay ruido, condicionador / opto-acoplador en el PLC).

**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

**d) Línea de comunicación**

- Para **Modbus RTU (RS-485)**: usar cable RS-485 apantallado o par trenzado específico RS-485 (por ejemplo Belden 9842). Esto soporta 35 m sin problema.

*Tabla 7 Distribución del costo de conductores*

<b>Tipo de cable</b>	<b>Longitud aprox. (m)</b>	<b>Precio estimado (USD/m)</b>	<b>unit.</b>	<b>Subtotal (USD)</b>
Multicore apantallado 3-hilos 0.5–0.75 mm <sup>2</sup>	160 m	0.70		112.0
Cable 2 conductores 1.5 mm <sup>2</sup> (alimentación válvulas)	132 m	0.60		79.2
Par trenzado apantallado (caudalímetro)	40 m	0.50		20.0
CAT6 (PLC → HMI opcional) + RS-485 interno	15 m	0.50		7.5
Materiales auxiliares (conectores, malla, cinta, terminales, protecciones)	-	-		31.3
<b>Total cables y materiales</b>	-	-		<b>250 USD</b>

**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

*Tabla 8 Presupuesto total final*

Ítem	Cant.	Precio unit. (USD)	Subtotal (USD)	Observaciones
Siemens LOGO! 24CE (8DI (4AI) / 4DQ)	1	240	240	PLC principal (ya incluido en tu lista).
Módulo de expansión LOGO (ampliación E/S)	1	325	325	Para sumar E/S físicas.
Electroválvulas 24 V DC	4	40	160	Incluye 4 válvulas solenoide (1/2–3/4").
Relés DIN-rail 24 V	4	10	40	Relés intermedios
Caudalímetro YF-S201	1	15	15	Sensor de pulsos.
Sensores de nivel (boya)	6	25	150	Flotadores con cable.
Gateway Modbus RS-485 / Ethernet	1	150	150	Para enviar datos a SCADA/HMI si se requiere.
Cableado y materiales	—	—	250	Desglosado en la tabla 7 de cables arriba.
Mano de obra (montaje, programación, puesta en marcha)	—	—	450	Programación LOGO, pruebas, ajustes en sitio.
Materiales varios (fusibles, bornes, gabinete, canalizaciones)	—	—	120	Protecciones, canaletas, etiquetas.
<b>TOTAL ESTIMADO</b>	<b>—</b>	<b>—</b>	<b>1900 USD</b>	<b>Costo final</b>

Equivalente aproximado en guaraníes (tipo de cambio referencia  $\approx 7.160$  PYG/USD):  $1,900 \text{ USD} \times 7.160 \approx 13.60$  millones PYG (Gs 13.600.000)

Para la mano de obra, se contempla el trabajo realizado por un ingeniero junior o un técnico electrónico, bajo la supervisión de un ingeniero responsable, con el fin de garantizar una correcta instalación del sistema.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. RESULTADOS Y ANÁLISIS**

Como resultado del trabajo realizado, se logró diseñar, simular y validar correctamente un sistema automatizado de control de agua destinado al Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, cumpliendo con los requerimientos operativos y funcionales del entorno hospitalario.

El desarrollo del sistema combinó eficazmente el uso de dos herramientas complementarias:

- LOGO!Soft Comfort v8: se utilizó para la programación de la lógica de control, permitiendo configurar el funcionamiento automático del sistema según las condiciones de nivel de agua, encendido de bombas, y accionamiento de válvulas. Gracias a su entorno gráfico y simulador integrado, fue posible verificar de forma anticipada el comportamiento de la lógica implementada antes de su aplicación física.
- CADE-SIMU y PC-SIMU: se empleó para la elaboración de los esquemas eléctricos de control, representando de forma precisa los componentes del sistema, como pulsadores, contactores, relés y conexiones necesarias. Esta herramienta permitió además realizar una simulación visual y funcional del automatismo desde un enfoque eléctrico tradicional a través de PC-SIMU (Observar las ilustraciones 20 y 21), asegurando la coherencia entre el diseño lógico y el cableado físico.

La integración de estas plataformas facilitó una comprensión global del sistema: desde el enfoque lógico-programable hasta su representación eléctrica convencional, lo cual contribuyó a una validación más completa y confiable. Las pruebas realizadas mediante simulación confirmaron que el sistema responde adecuadamente a las variaciones de nivel en los tanques, activando o desactivando las bombas y válvulas según lo previsto, asegurando así una distribución eficiente y segura del recurso hídrico en las instalaciones del hospital.

**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

En síntesis, se alcanzó un resultado funcional y educativo, demostrando que es posible aplicar herramientas de simulación y programación para resolver problemáticas reales de automatización en el ámbito sanitario, con un enfoque práctico, accesible y alineado a estándares técnicos.

## **CAPÍTULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El diseño del sistema en general desde la programación y el esquema de conexión, todos validados mediante la simulación cumplen con los objetivos previstos en el presente proyecto.

A través de las entrevistas realizadas a personales encargados del sistema de agua del Hospital materno infantil de Coronel Oviedo, se pudo recabar los datos y determinar los parámetros críticos a controlar para brindar una correcta automatización al sistema.

Posterior a eso se estableció el controlador y los dispositivos tanto de entrada como salida (Sensores y actuadores) que más se adecuaban a las necesidades del proyecto considerando siempre la relación calidad-costos.

La programación realizada en el software Logosoft V8 resultó exitosa, verificando en pruebas de escritorio, así como también el posterior diseño del circuito de mando y de fuerza realizado en el software CADE-SIMU.

La validación final también resultó exitosa demostrándose la misma mediante la simulación del sistema en general en PC-SIMU. Demostrando que la combinación de la lógica y el conexionado respondía correctamente de acuerdo a lo planificado.

En cuanto al presupuesto final se puede decir que no es muy elevado para lo que se pretende, ya que dicha implementación contribuirá positivamente en la calidad del servicio y en la eficiencia operativa de la misma.

# **Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

Con el objetivo de potenciar las capacidades del sistema actual y sentar las bases para una infraestructura hospitalaria integral, se proponen las siguientes recomendaciones:

1. Implementación de Tecnología IoT: Se sugiere la incorporación de sensores con capacidad de comunicación inalámbrica (IoT). Esto facilitaría el acceso remoto a los datos y el control del sistema desde dispositivos móviles o una central de mantenimiento, mejorando la supervisión y la respuesta ante incidencias.
2. Integración de un Sistema SCADA/HMI: Para una visualización y gestión integral de los procesos, se recomienda la implementación de un sistema SCADA con interfaces HMI. Esta plataforma permitiría monitorear en tiempo real todo el sistema de agua, centralizando la información y mejorando la toma de decisiones. Si el hospital dispone de los recursos, se recomienda migrar a un software de automatización industrial robusto, como TIA Portal de Siemens, utilizando un PLC S7-1200 o similar. Esta combinación ofrecería un entorno de desarrollo más amplio, eficiente y profesional, superando las limitaciones de los softwares de simulación utilizados en este prototipo debido a restricciones de costo.
3. Mejoras en la Interfaz e Indicación Local: Para una visualización clara e inmediata del estado del sistema en el lugar, se propone la instalación de alarmas audibles y luces piloto (semáforo) que indiquen visualmente cuando los tanques estén llenos, en nivel normal o vacíos.

# Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] ULBIOS, «Hospitales inteligentes. La revolución tecnológica en la gestión del agua,» Febrero, 2025.
- [2] Pure Aqua, «Tratamiento de agua para hospitales,» pp. 18-23, 2021.
- [3] S. Mehtar, «Agua del hospital,» *International Society for Infectious Diseases*, 2019.
- [4] Zeleron, «Automatización en los procesos de tratamiento de agua,» 2025.
- [5] NiuBoL Tech, «Introducción del producto sensor de nivel de agua».
- [6] G.S. OV, «Critical review Of SCADA And PLC in smart buildings,» *ScienceDirect*, 2024.
- [7] P. Sharma, «AI-Based Water Usage Monitoring and Reduction in Hospital Operations,» 2025.
- [8] D. Kandray, *Programmable automation technologies*, Industrial Press, 2010.
- [9] Fujielectric, «Caudalímetro ultrasónico para líquidos Time Delta-C,» 2018.
- [10] «Automation of Water Supply System,» de *Ministry of Housing and Urban Affairs, India*, 2023.

**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

## **7. ANEXOS**

*Ilustración 6 Reservorios del Hospital Materno Infantil*



**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

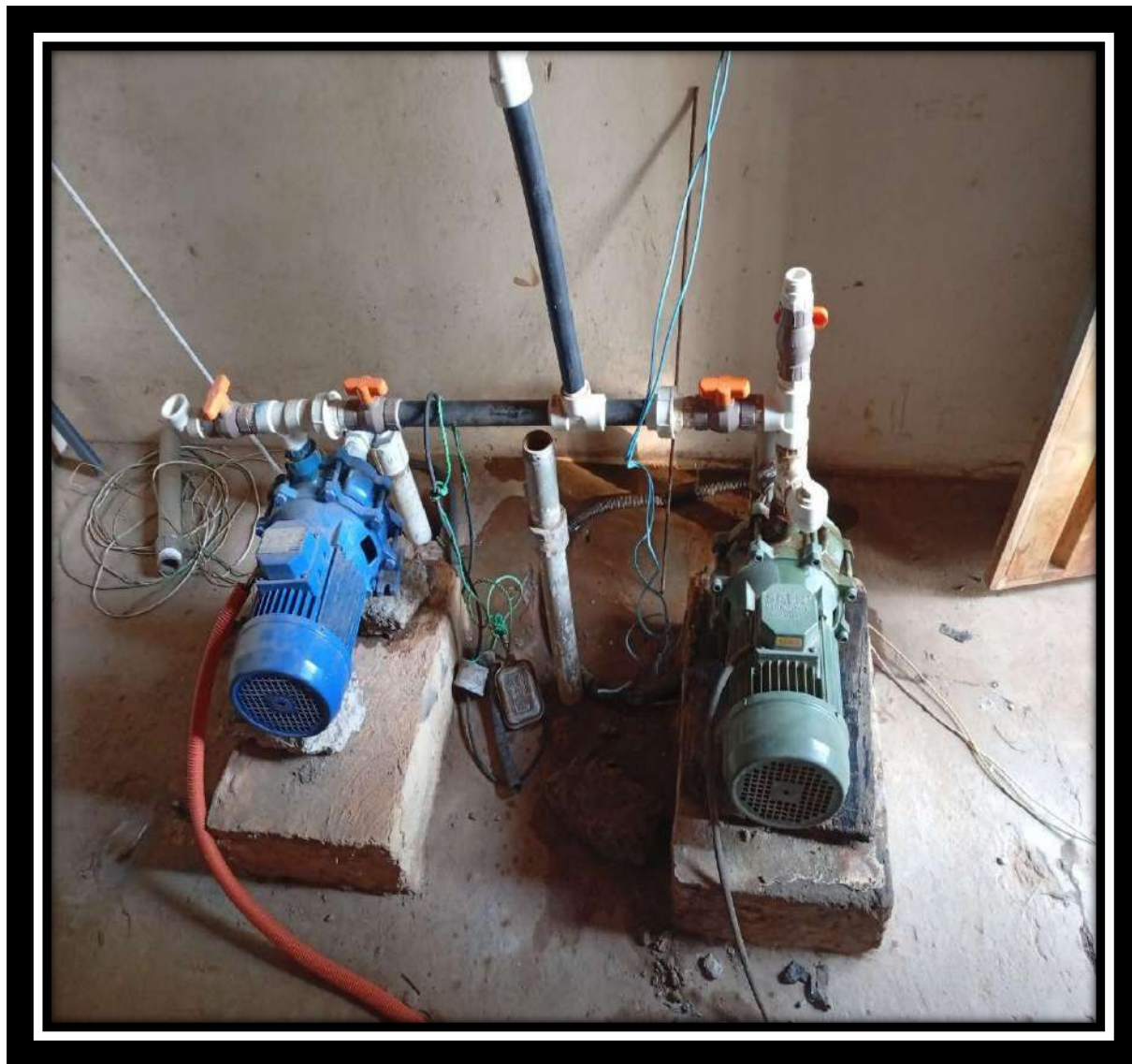
*Ilustración 7 Tanque principal del Hospital Materno Infantil*



**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

*Ilustración 8 Motores trifásicos utilizados para bombeo de agua*



**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

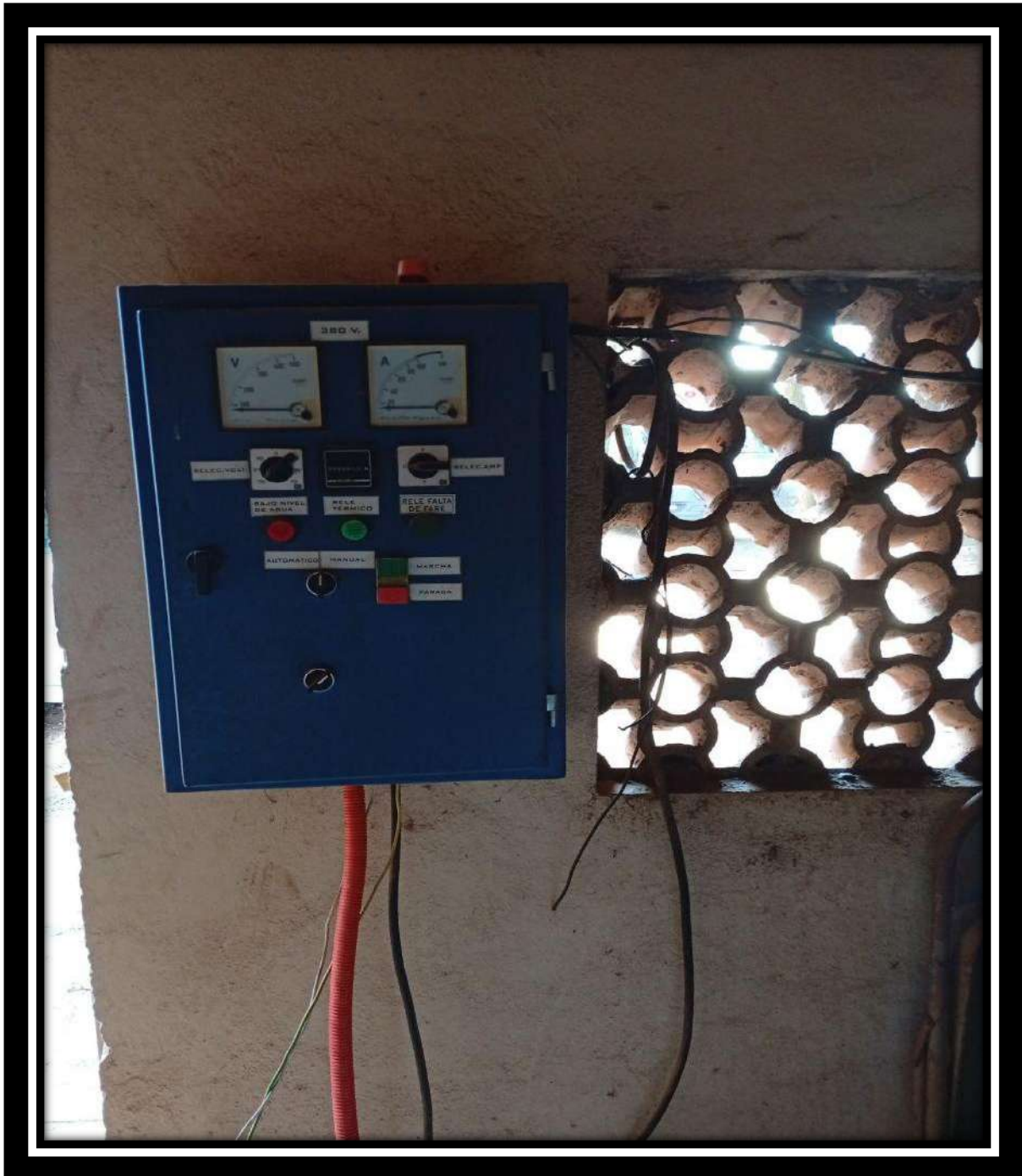
*Ilustración 9 Especificaciones técnicas del motor trifasico en funcionamiento*



**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

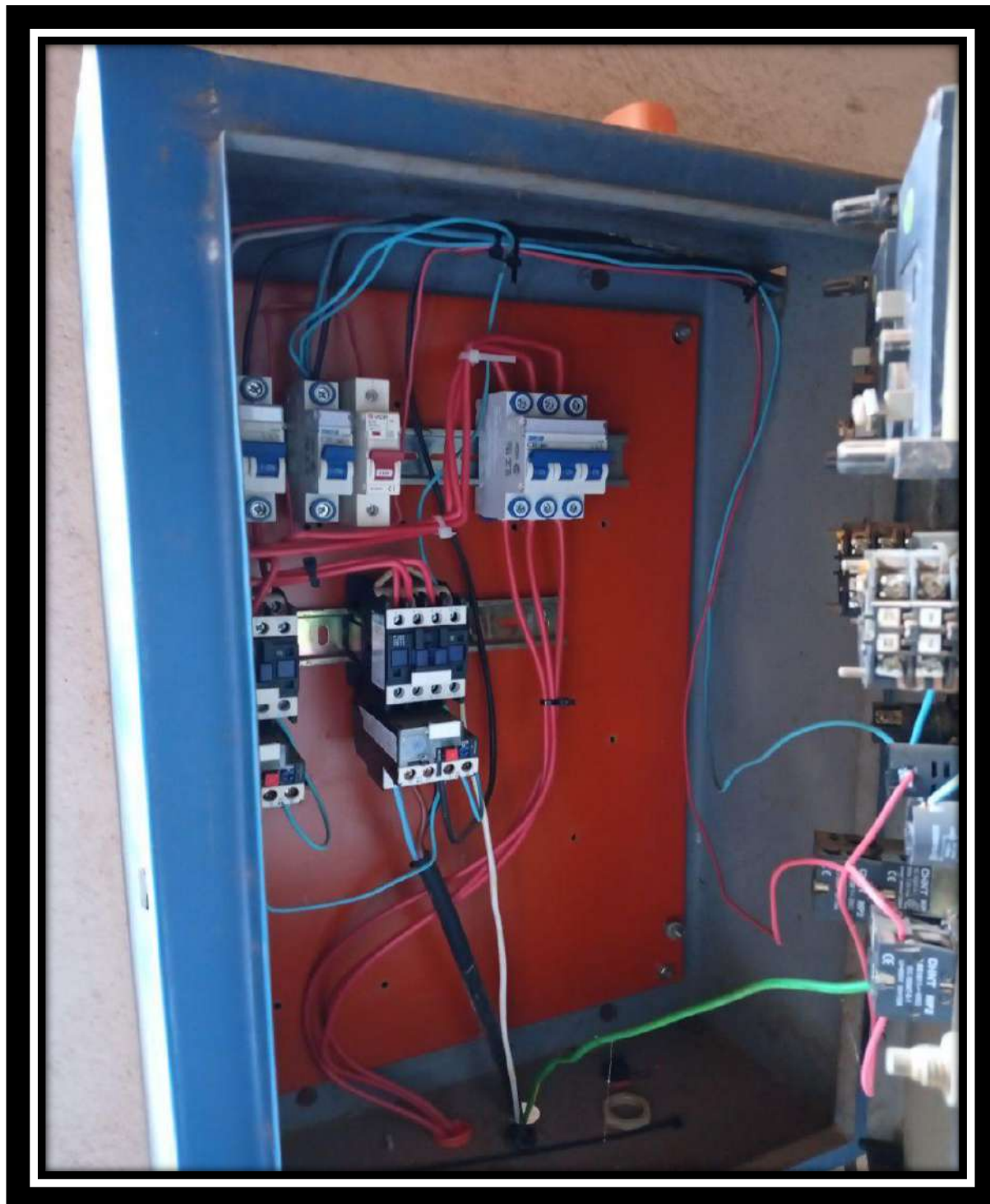
*Ilustración 10 Tablero actual en funcionamiento*



**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

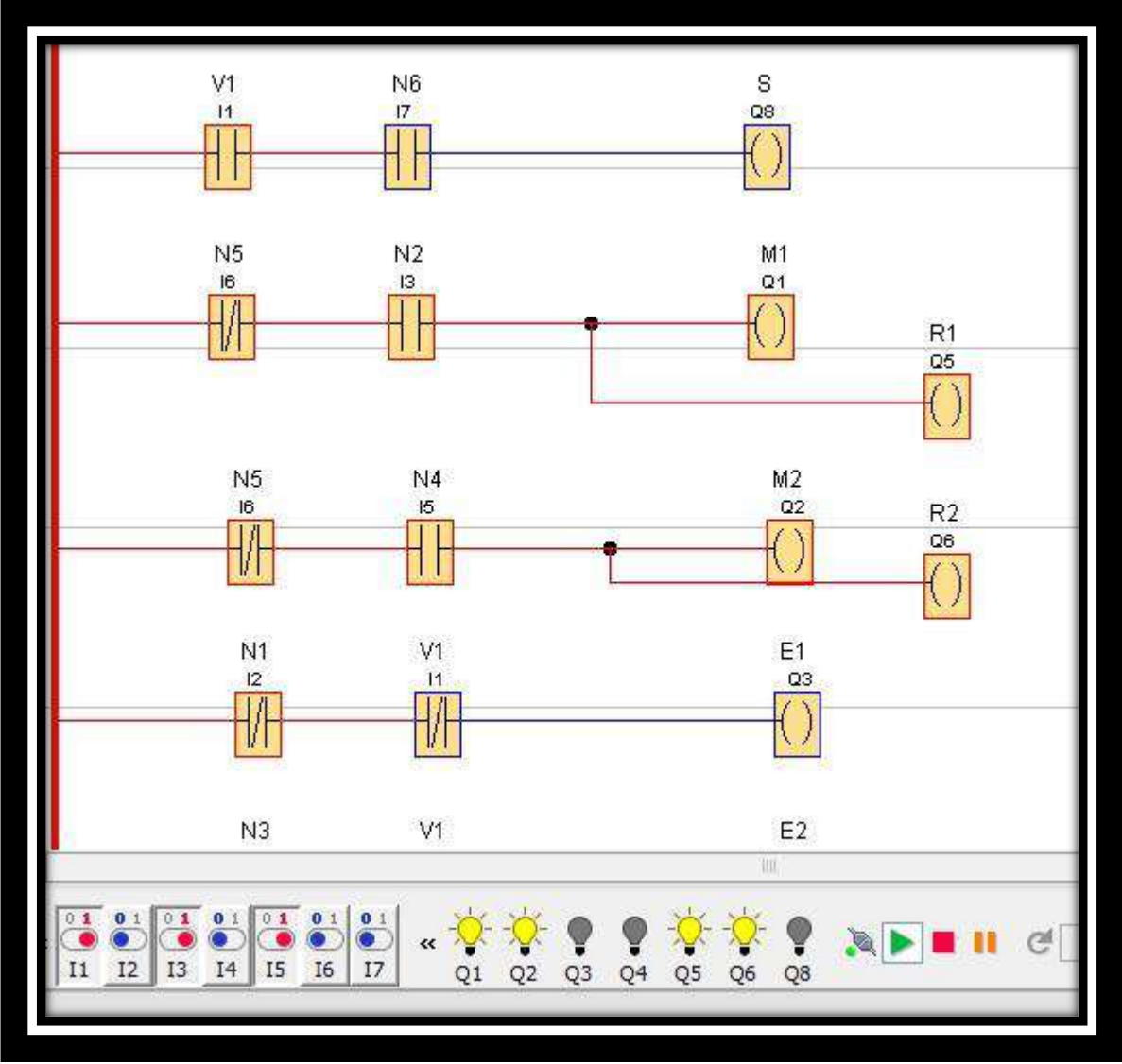
*Ilustración 11 Accionadores y dispositivos de protección*



**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

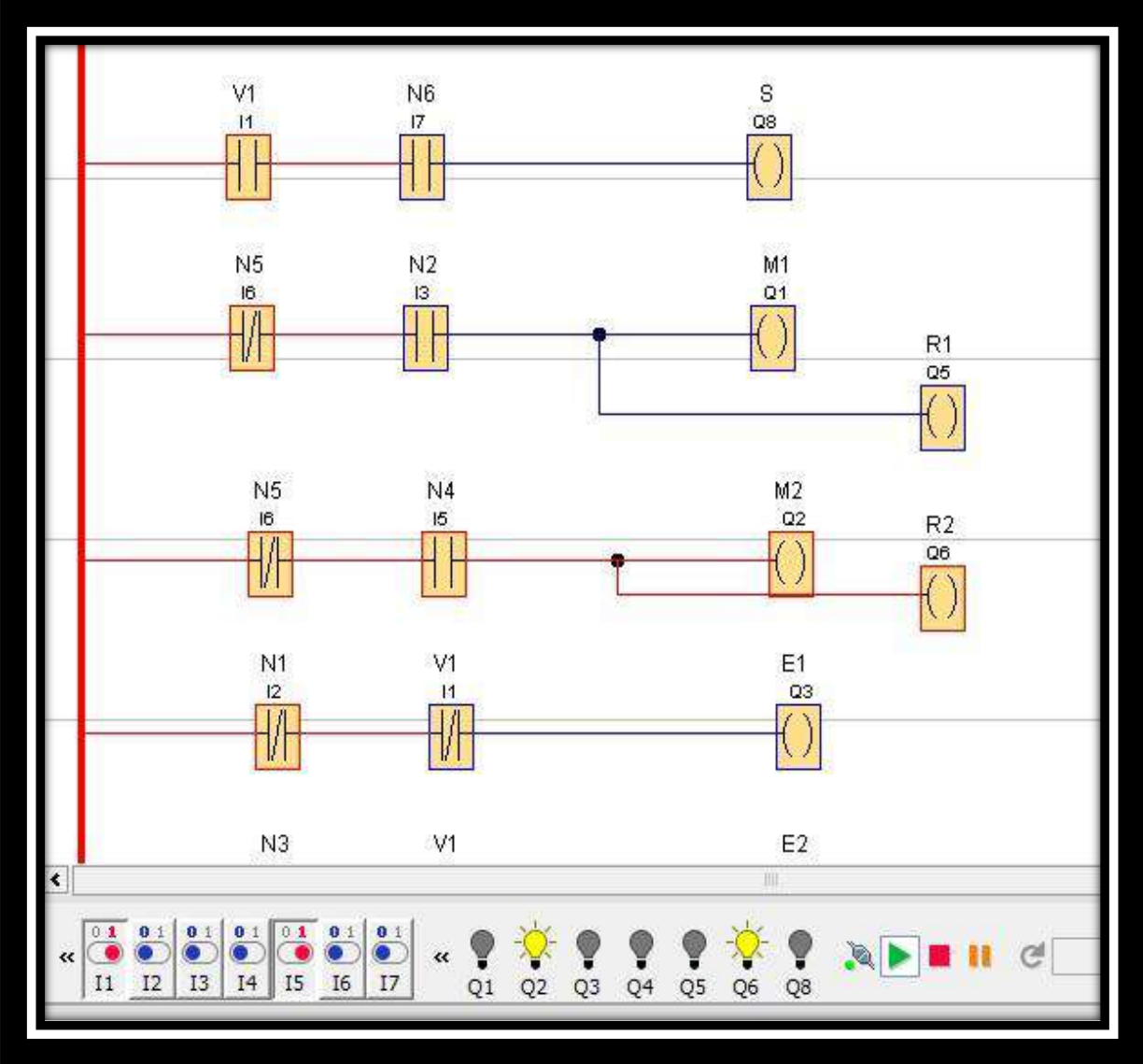
*Ilustración 12 Simulación de entradas y salidas de los reservorios en Logosoft Comfort v8.2 primera parte*



**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

*Ilustración 13 Simulación de entradas y salidas de los reservorios en Logosoft Comfort v8.2 segunda parte*



**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

*Ilustración 14 Zona interna de la caseta de control*



**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

*Ilustración 15 Vista frontal del Hospital materno infantil*

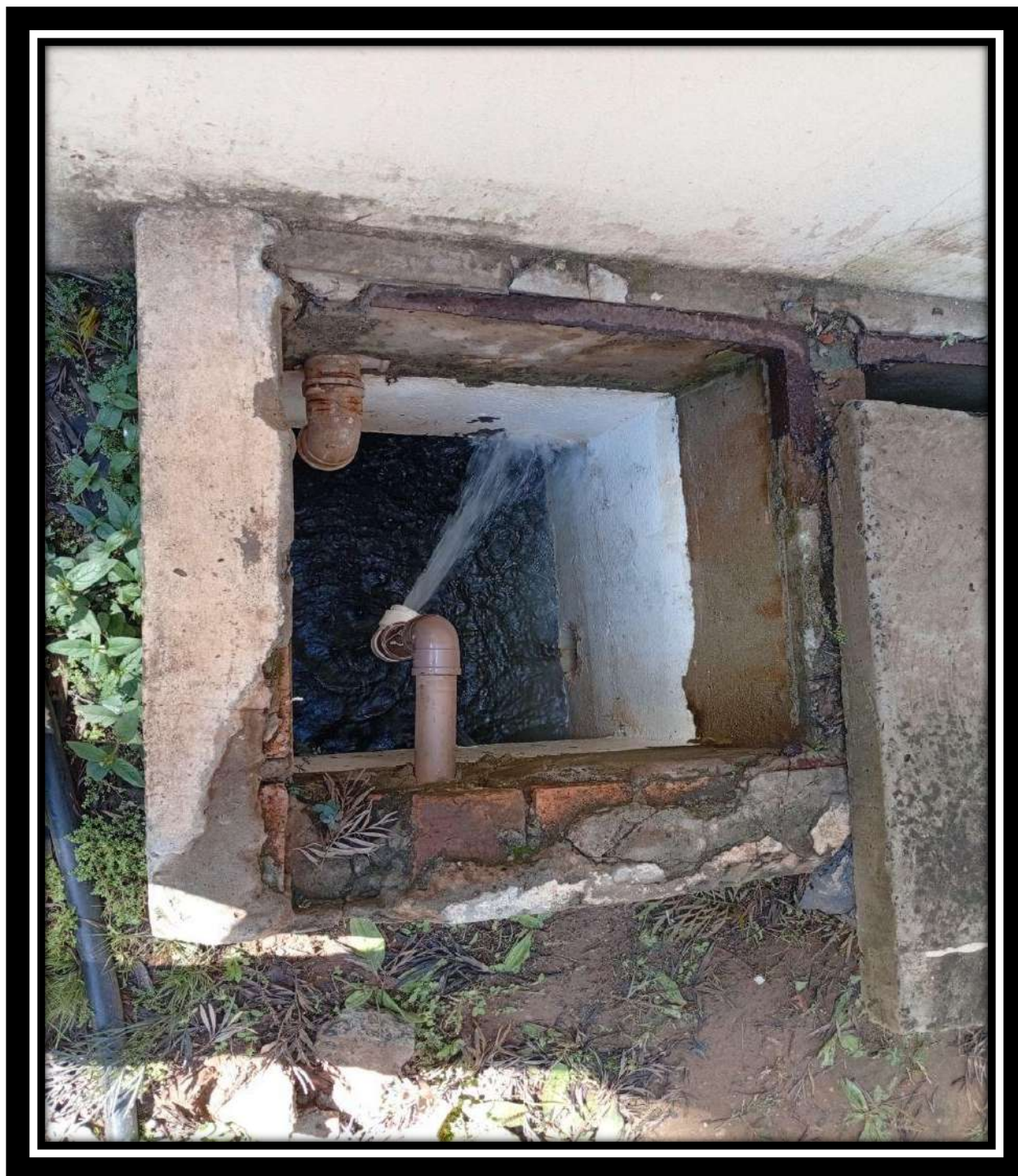


**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

*Ilustración 16 Tubos y accesorios del reservorio*

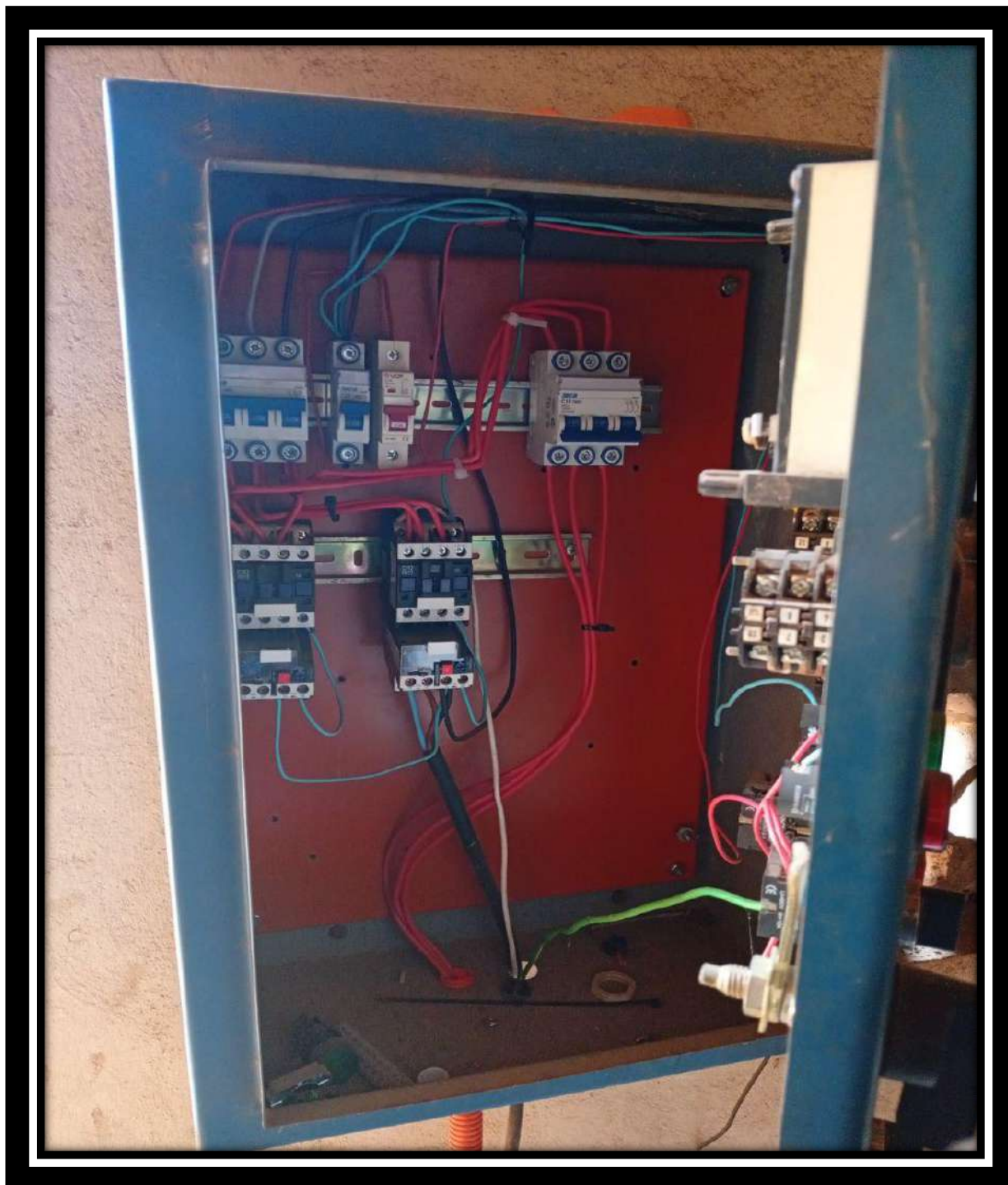


**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

*Ilustración 17 Componentes del tablero de mando*



**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

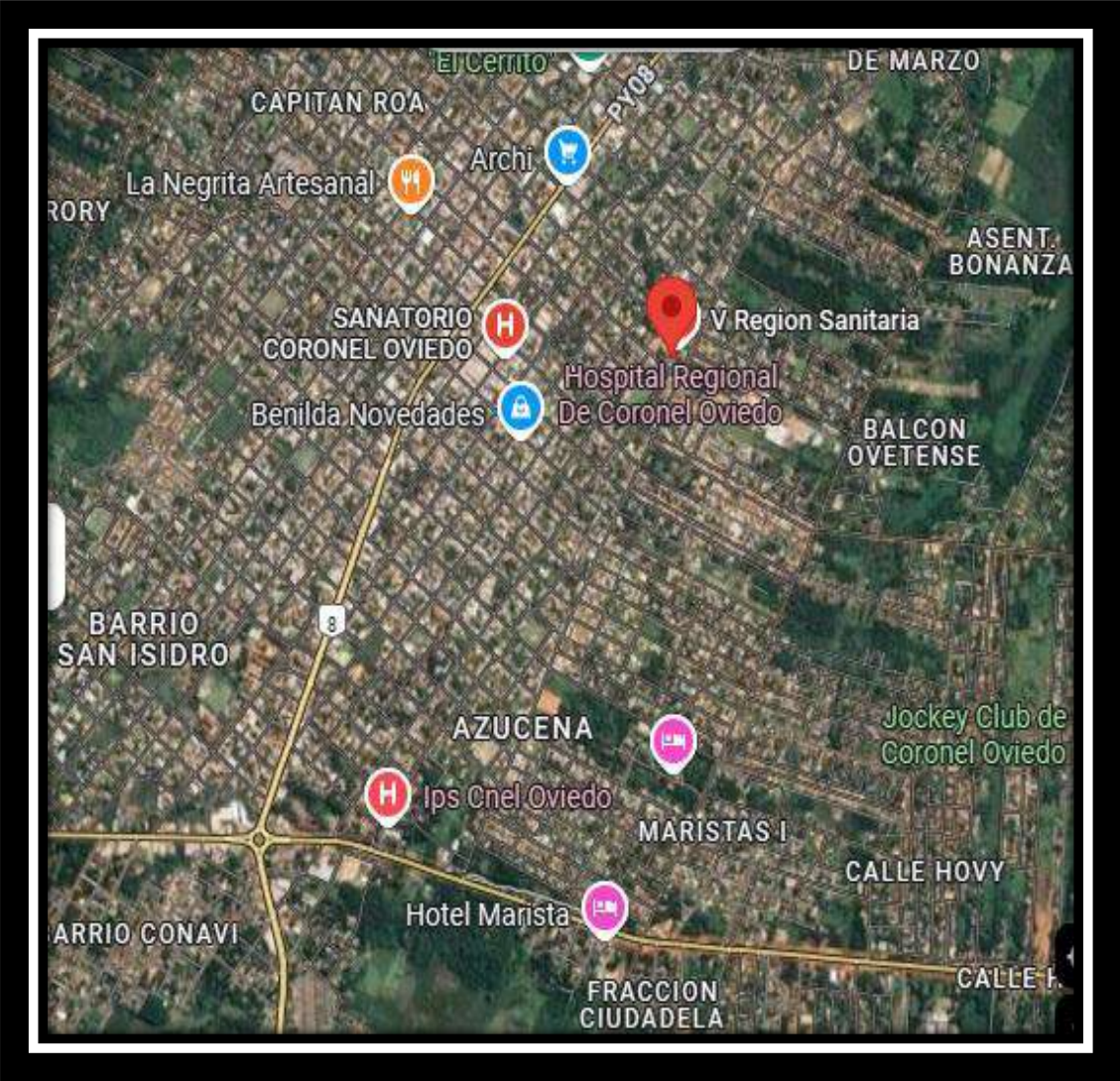
*Ilustración 18 Tabla de sincronización de entradas y salidas*

E N T R A D A S		S A L I D A S	
v1	I0.0	s	Q0.0
n1	I0.1	m1	Q0.1
n2	I0.2	m2	Q0.2
n3	I0.3	r1	Q0.3
n4	I0.4	r2	Q0.4
n5	I0.5	e1	Q0.5
n6	I0.6	e2	Q0.6
n7	I0.7	P	Q0.7

**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

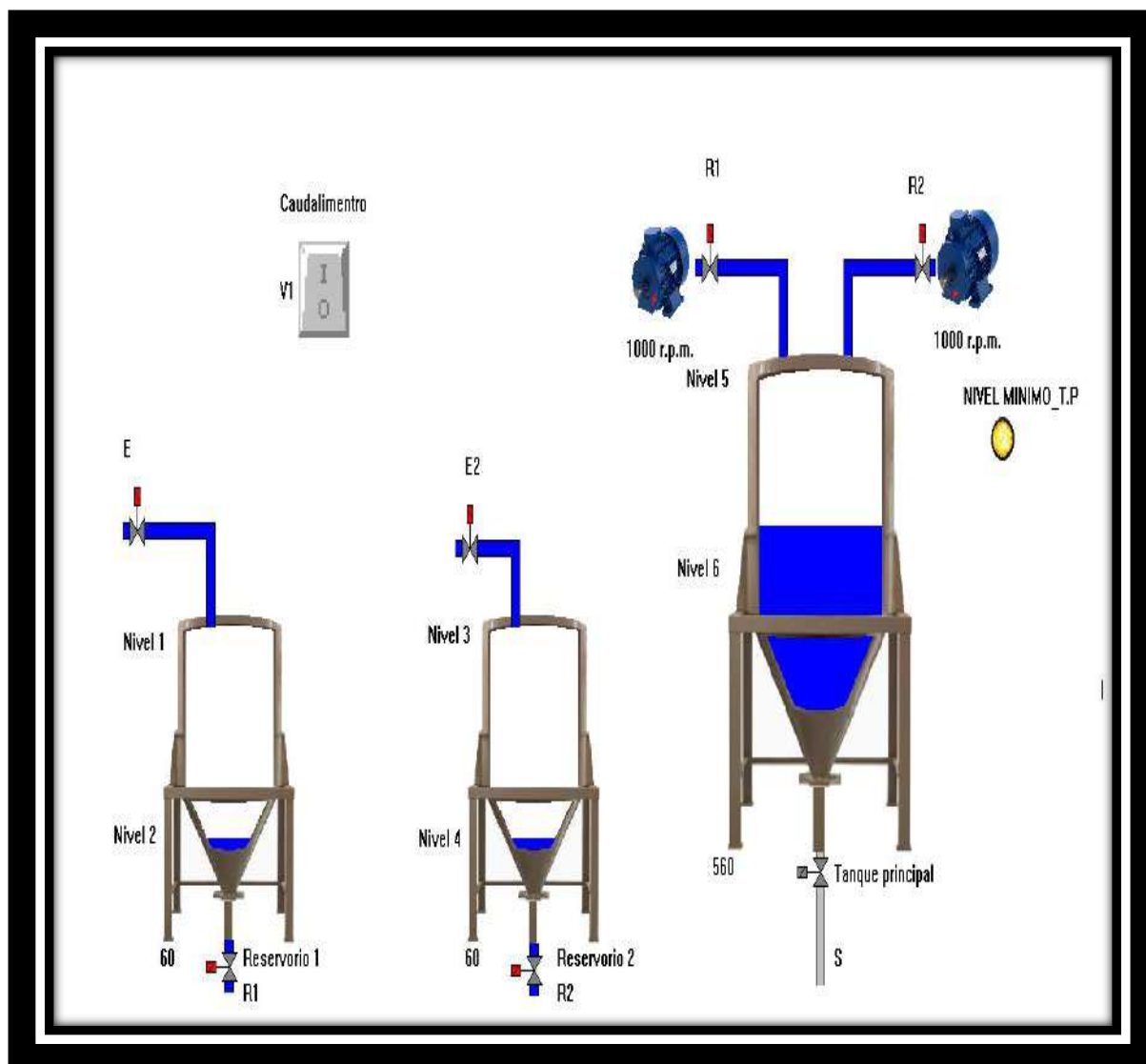
*Ilustración 19 Ubicación del Hospital materno Infantil. Coronel Oviedo*



# Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

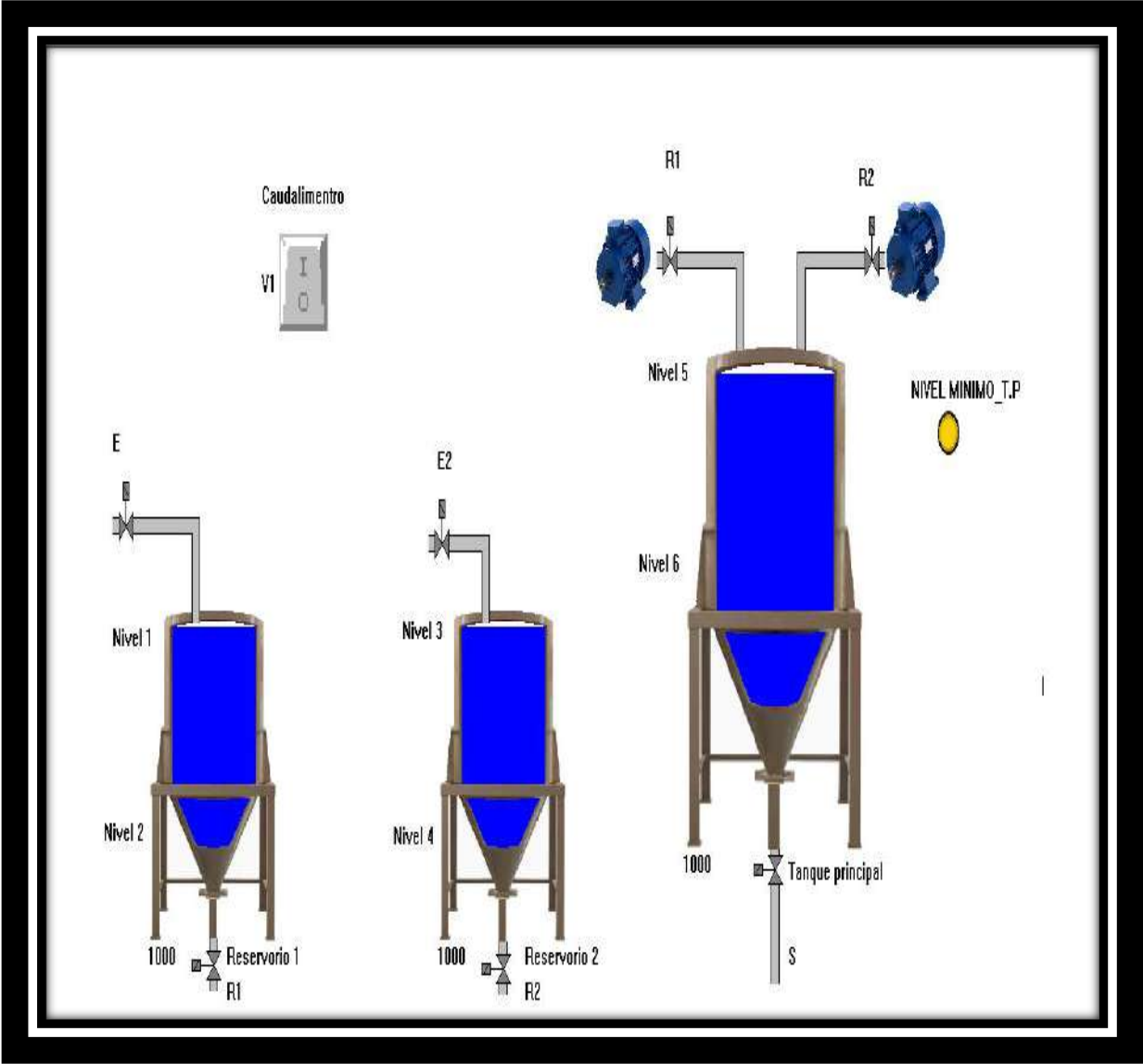
Ilustración 30 Simulación en PC SIMU Parte 1



**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

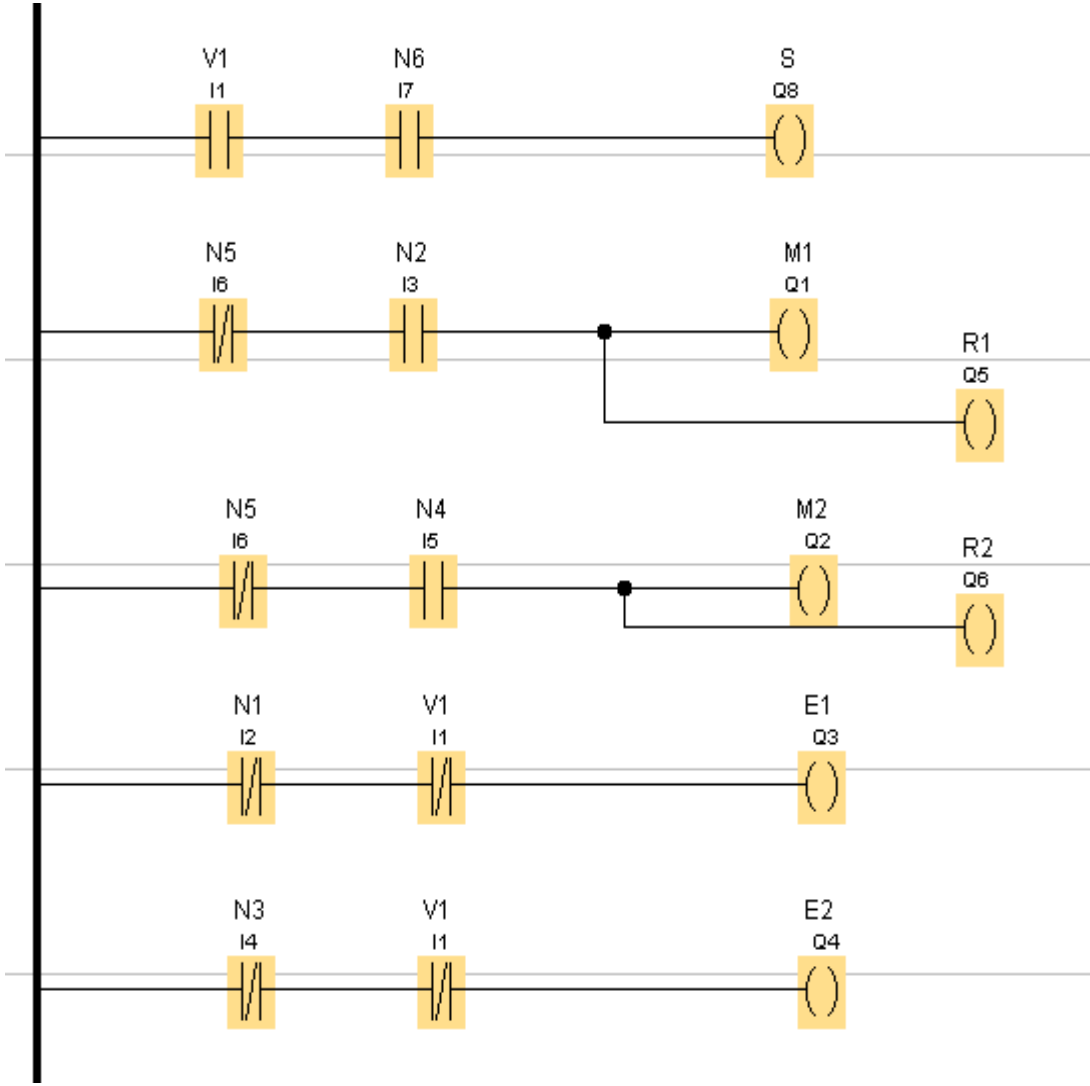
*Ilustración 21 Simulación en PC SIMU Parte 2*



**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

*Ilustración 22 Logica del programa realizado con el software LogoSoft V8.2*



**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

*Ilustración 23 Accesorios de fontanería en la salida de los motores de empuje*



**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

*Ilustración 24 Caudal de agua del reservorio 1*



**Propuesta de automatización para la operación y control del sistema de agua potable para el Hospital Materno Infantil de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú**

Diego Diosnel Olmedo Ovando - 2025

---

*Ilustración 25 Caseta de control*

