



UNIVERSIDAD  
**DE ATACAMA**

**FACULTAD TECNOLÓGICA**  
**DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍAS DE ENERGÍA**

**AUTOMATIZACIÓN SISTEMA DE CARGUIO DE CAMIONES ALJIBES**

Profesor guía: José Sebastián Rojas Gallardo

Luis Eduardo Zumarán Segovia

Copiapó, Chile 2024



UNIVERSIDAD  
**DE ATACAMA**

**FACULTAD TECNOLÓGICA  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍAS DE ENERGÍA**

**AUTOMATIZACIÓN SISTEMA DE CARGUIO DE CAMIONES ALJIBES**

Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos para obtener el título de Ingeniero Ejecución en Instrumentación y Automatización Industrial

Profesor guía: José Sebastián Rojas Gallardo

Luis Eduardo Zumarán Segovia

Copiapó, Chile 2024

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a toda mi familia, compañeros y amigos, pero especialmente a mis padres y mi esposa. Su apoyo incondicional y su paciencia han sido esenciales en este camino. Cada consejo sabio, cada palabra de aliento, me ha guiado y motivado a seguir adelante. No podría haber logrado esto sin ustedes. ¡Gracias de corazón por estar siempre a mi lado!

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres, Luis y Rosa, por su apoyo incondicional en la consecución de mis objetivos personales y académicos. Su cariño y aliento han sido mi motor para seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles. Gracias por brindarme el soporte emocional necesario para concentrarme en mis estudios y nunca rendirme.

A mis hijos, Agustín y Joaquín: gracias a ustedes he aprendido lo más hermoso de la vida: ser padre. Me han enseñado el significado de la preocupación y, sobre todo, lo que es el amor incondicional entre un padre y sus hijos.

Agradezco su comprensión, a pesar de su corta edad, por saber que el tiempo que no he podido compartir con ustedes ha sido debido a la necesidad de cumplir con mis responsabilidades, tanto en el trabajo como en el estudio. Me llena de alegría que entiendan que nunca es tarde para seguir aprendiendo y preparar para alcanzar los sueños.

Gracias, hijos, por ser los mejores que podrían haber soñado.

Finalmente, quiero agradecer a todos los docentes que han sido parte de mi camino universitario. Sin su dedicación y compromiso, los conocimientos que adquirió habrían sido solo palabras. Gracias por transmitir, no solo información, sino también pasión por aprender.

## INDICE

|  |    |
|--|----|
| CAPITULO I.....                                    | 1  |
| INTRODUCCIÓN .....                                 | 1  |
| 1.1 Situación actual .....                         | 1  |
| OBJETIVOS .....                                    | 2  |
| 1.2 Objetivo general. ....                         | 2  |
| 1.3 Objetivo específico.....                       | 2  |
| 1.4 Alcance.....                                   | 2  |
| 1.5 Generalidades de la empresa. ....              | 3  |
| 1.6 Ubicación geográfica de Minera Caserones ..... | 4  |
| 1.7 Condiciones Climáticas del sitio .....         | 5  |
| 1.8 El descubrimiento del Yacimiento .....         | 6  |
| 1.9 Recursos .....                                 | 6  |
| 1.10 Planta TAS 1800 y 3000 .....                  | 9  |
| 1.11 Planteamiento del problema .....              | 10 |
| 1.12 Compra. ....                                  | 11 |
| 1.13 Servicio.....                                 | 11 |
| 1.14 Cronograma de gastos. ....                    | 12 |
| CAPITULO II .....                                  | 13 |
| MARCO TEÓRICO.....                                 | 13 |
| 2.1 Tablero eléctrico.....                         | 13 |
| 2.1.1 Normativas .....                             | 13 |
| 2.1.2 Utilización .....                            | 13 |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.2 Tablero de control .....                            | 13        |
| 2.2.1 Características .....                             | 14        |
| 2.2.2 Aplicaciones en minería .....                     | 14        |
| 2.2.3 Instalación y mantenimiento .....                 | 14        |
| 2.3 Información técnica de componentes eléctricos.....  | 14        |
| 2.3.1 Armario compacto de acero inoxidable .....        | 14        |
| 2.3.2 Interruptor automático 16 A.....                  | 15        |
| 2.3.3 Automático diferencial.....                       | 16        |
| 2.3.4 Fuente de alimentación omron S8VS-01524/ED2 ..... | 16        |
| 2.3.5 Selector 3 posiciones .....                       | 17        |
| 2.3.6 Botoneras.....                                    | 17        |
| 2.3.7 PLC Zelio .....                                   | 17        |
| 2.3.8 Bomba sumergible MC 30/50 3 HP 380V .....         | 19        |
| <b>CAPITULO III .....</b>                               | <b>21</b> |
| <b>DESARROLLO DEL PROGRAMA.....</b>                     | <b>21</b> |
| 3.1 Inicio de la aplicación Zelio Soft 2 .....          | 21        |
| Figura 3.3 Selección de tipo de módulo.....             | 23        |
| 3.2 Ejemplo con lenguaje de contactos (LADDER) .....    | 25        |
| 3.3 Simulación del programa .....                       | 28        |
| 3.4 Transferencia del programa.....                     | 29        |
| 3.5 Modo Monitorización.....                            | 30        |
| <b>CAPITULO IV .....</b>                                | <b>31</b> |
| <b>METODOLOGÍA .....</b>                                | <b>31</b> |

|  |    |
|--|----|
| 4.1 Inicio de programa en Zelio .....          | 31 |
| 4.2 Incorporación de temporizador .....        | 32 |
| Figura 4.2 Incorporación de temporizador ..... | 32 |
| 4.3 Luz piloto encendido del sistema .....     | 32 |
| 4.4 Luz piloto apagado del sistema .....       | 32 |
| 4.5 Activación bomba sumergible.....           | 33 |
| 4.6 Reset .....                                | 33 |
| <br>   |    |
| CAPITULO IV .....                              | 36 |
| <br>   |    |
| COSTOS DEL PROYECTO.....                       | 36 |
| <br>   |    |
| CAPITULO V .....                               | 41 |
| <br>   |    |
| RESULTADOS.....                                | 41 |
| <br>   |    |
| CAPITULO VI.....                               | 42 |
| <br>   |    |
| CONCLUSIONES .....                             | 42 |
| <br>   |    |
| BIBLIOGRAFÍA .....                             | 43 |

## INDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1.1 Ubicación Satelital de Planta Carrizalillo. ....             | 1  |
| Figura 1.2 Operaciones de Lundin Mining .....                           | 3  |
| Figura 1.3 Ubicación geográfica de Minera Caserones.....                | 4  |
| Tabla 1.1 Condiciones Climáticas Minera Caserones. ....                 | 5  |
| Figura 1.4 Imagen Aérea de planta de tratamiento Carrizalillo. ....     | 7  |
| Figura 1.5 Mapa de procesos Planta de tratamiento de agua Servida ..... | 8  |
| Tabla 1.2 Carta Gantt del Proyecto. ....                                | 12 |
| Figura 2.1 Armario con contratapa acero inoxidable desde cero. ....     | 15 |
| Figura 2.2 Interruptor automático Lexo 16 A .....                       | 15 |
| Figura 2.3 Automático diferencial Lexo 25 A.....                        | 16 |
| Figura 2.4 Fuente de alimentación omronS8VS-01524/ED2.....              | 16 |
| Figura 2.5 Selector 3 posiciones.....                                   | 17 |
| Figura 2.6 Botoneras .....  | 17 |
| Figura N° 2.7: PLC Zelio SR2B201BD .....                                | 18 |
| Figura 2.8 Bomba sumergible MC 30/50 3 HP 380V .....                    | 20 |
| Figura 3.1 Crear programa .....   | 21 |
| Figura 3.2 Selección de módulo .....                                    | 22 |
| Figura 3.4 Selección de extensiones.....                                | 24 |
| Figura 3.5 Selección tipo de programa.....                              | 24 |
| Figura 3.6 Plantilla en blanco.....                                     | 25 |
| Figura 3.7 Tabla de contactos.....                                      | 26 |
| Figura 3.8 Crear contacto .....   | 26 |
| Figura 3.10 Incorporación de bobina .....                               | 27 |
| Figura 3.11 Unión de contactos.....                                     | 27 |
| Figura 3.12 Selección de simulación.....                                | 28 |
| Figura 3.13 Selección de arranque de programa .....                     | 28 |
| Figura 3.14 Programa en funcionamiento .....                            | 28 |
| Figura 3.15 Icono transferencia de programa.....                        | 29 |
| Figura 3.16 Icono de monitorización .....                               | 30 |
| Figura 4.1 Inicio de Ladder .....                                       | 31 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 4.3 Luz piloto encendido del sistema.....                                      | 32 |
| Figura 4.4 Luz piloto apagado del sistema.....  | 32 |
| Figura 4.5 Activación bomba sumergible .....  | 33 |
| Figura 4.6 Reset.....   | 33 |
| Figura 4.7 Ladder sistema de carguío de agua camión aljibe de 12 m <sup>3</sup> ..... | 34 |
| Figura 4.8 Ladder sistema de carguío de agua camión 30 m <sup>3</sup> .....           | 35 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| TABLA 1.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS MINERA CASERONES.....                        | 5  |
| TABLA 1.2 CARTA GANTT DEL PROYECTO. ....                                      | 12 |
| TABLA 5.1 INSUMOS PROYECTO AUTOMATIZACIÓN CARGUÍO DE<br>CAMIONES ALJIBE ..... | 36 |
| TABLA 5.2 RETIRO DE AGUA TRATADA MES OCTUBRE EN CASERONES ....                | 38 |

## RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo innovar el sistema de automatización en el proceso de transporte de agua en los camiones aljibes, con el fin de reducir los constantes rebalses causados por el personal, los cuales pueden generar un impacto medioambiental significativo. Para lograrlo, se implementará la tecnología del Micro PLC Zelio Logic, que se integrará en un tablero eléctrico al final del proceso de recuperación de aguas tratadas. Este sistema permitirá a los conductores de los camiones aljibe, conocer el tiempo de llenado de los camiones, el momento en que el estanque está a punto de llenarse hasta el 90% de su capacidad, evitando así, derrames y minimizando el riesgo de contaminación en la plataforma de trabajo.

El proyecto se realizó en capítulos, los cuales fueron:

- Capítulo I Introducción, Este capítulo nos indicó el proceso de la minera, el objetivo general, los objetivos específicos, el alcance y el planteamiento del problema o problemática.
- Capítulo II Marco Teórico, Se explica la información técnica de los componentes eléctricos.
- Capítulo III Desarrollo del programa, Se describe el proceso de creación del programa para el carguío automatizado de camiones aljibes.
- Capítulo IV Costos del proyecto, Se expuso todo lo correspondiente a costos del proyecto, el cambio que produjo en la minera.
- Capítulo V Resultados, se presentaron los cambios que se produjeron luego de la automatización del sistema.
- Capítulo VI Conclusiones, se concluyó que el proyecto de automatización de carguío de camiones aljibes ha demostrado ser una inversión rentable, generando un impacto significativo en la seguridad y eficiencia en la operación.

## ABSTRACT

The objective of this project is to innovate the automation system in the process of transporting water in tank trucks, in order to reduce the constant overflows caused by personnel, which can generate a significant environmental impact. To achieve this, Zelio Logic Micro PLC technology will be implemented, which will be integrated into an electrical panel at the end of the treated water recovery process. This system will allow the drivers of the tank trucks to know the filling time of the trucks, the moment when the tank is about to fill up to 90% of its capacity, thus avoiding spills and minimizing the risk of contamination on the work platform.

The project was carried out in chapters, which were:

- Chapter I Introduction, This chapter told us the mining process, the general objective, the specific objectives, the scope and the formulation of the problem or problem.
- Chapter II Theoretical Framework, The technical information of the electrical components is explained.
- Chapter III Program development, the process of creating the program for the automated loading of tank trucks is described.
- Chapter IV Project costs, everything corresponding to project costs was explained, the change it produced in the mining company.
- Chapter V Results, the changes that occurred after the automation of the system were presented.
- Chapter VI Conclusions, it was concluded that the tank truck loading automation project has proven to be a profitable investment, generating a significant impact on safety and efficiency in the operation.

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

En la búsqueda de automatizar diversos sistemas industriales y hacerlos más independientes y precisos, se han desarrollado soluciones confiables que minimizan la dependencia de la mano de obra humana. Estos sistemas de comunicación permiten monitorear y controlar el funcionamiento de equipos a grandes distancias del área de trabajo, garantizando un funcionamiento eficiente y seguro.

### 1.1 Situación actual

En las faenas mineras, los camiones aljibes desempeñan un papel crucial al regar los caminos con agua industrial tratada y llenar estanques para el consumo humano con agua potable proveniente desde pozos. Este proceso de extracción del vital recurso se lleva a cabo mediante cachimbas instaladas en pozos para el agua potable y en piscinas para el agua industrial tratada. Esta estrategia responde a la necesidad de cuidar el recurso primordial que es el agua, al mismo tiempo que busca prevenir accidentes entre los operadores de los camiones aljibe.

Los activos que requieren esta adaptación son las bombas sumergibles ubicadas en las piscinas de agua tratada, que actualmente cuentan con un sistema de encendido y apagado manual. Esto depende de los conductores para prevenir los rebalses en los estanques de los camiones aljibe. Además, durante la temporada de invierno, el personal se enfrenta a riesgos adicionales, ya que los continuos rebalses en la plataforma de trabajo pueden provocar el congelamiento y aumentar la posibilidad de resbalones y caídas al mismo nivel.

**Figura 1.1 Ubicación Satelital de Planta Carrizalillo.**



## **OBJETIVOS**

### **1.2 Objetivo general.**

Implementar un control automatizado para evitar derrames de agua tratada y accidentes en el proceso de carguío de camiones aljibes con agua tratada en Plantas administradas por empresas colaboradoras, Minera Caserones.

### **1.3 Objetivo específico.**

- ✓ Realizar un estudio del proceso de carguío de camiones aljibes.
- ✓ Minimizar perdidas de equipos por reparación.
- ✓ Automatizar con Micro PLC Zelio Logic.
- ✓ Analizar los resultados en base a vueltas de carga de los camiones.

### **1.4 Alcance**

El implementar un estudio técnico sobre automatización con PLC, sobre un control manual, genera un mayor rendimiento y confiabilidad en el proceso.

### 1.5 Generalidades de la empresa.

Caserones considera una explotación a rajo abierto, con una planta para producir concentrados de cobre y molibdeno a partir de sulfuros primarios; y una planta de extracción por solvente y electro obtención (SX-EW) para producir cátodos de cobre mediante el procesamiento de minerales oxidados, mixtos y sulfuros secundarios.

Durante los 28 años de vida útil estimada para Caserones, se calcula una producción total de 3,141 millones de toneladas de cobre fino en concentrados y 86.844 toneladas finas de molibdeno. La operación estimada de 25 años para la lixiviación en botadero calcula una producción total de 411.000 toneladas de cátodos de cobre. Pertenecer al grupo de operaciones de Lundin Mining, empresa canadiense diversificada de minería de metales básicos con operaciones y proyectos en Argentina, Brasil, Chile, Portugal, Suecia y los Estados Unidos de América, que produce principalmente cobre, zinc, oro y níquel.

**Figura 1.2 Operaciones de Lundin Mining**



## 1.6 Ubicación geográfica de Minera Caserones

Caserones se emplaza en el Valle de Copiapó, comuna de Tierra Amarilla, Región de Atacama, a 162 kilómetros al sureste de la capital regional, Copiapó, a 9 kilómetros de la frontera con Argentina y a una altura máxima de 4.600 m.s.n.m., en el cerro que le da su nombre.

**Figura 1.3 Ubicación geográfica de Minera Caserones**



## 1.7 Condiciones Climáticas del sitio

Minera Caserones por su ubicación, tiene problemas de altura y temperaturas bajas, habiendo condiciones climáticas muy desfavorables en invierno. Esta condición climática en temporada de invierno es negativa para la producción de la empresa, donde el personal por seguridad en variadas ocasiones detiene su trabajo.

**Tabla 1.1 Condiciones Climáticas Minera Caserones.**

|                        | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|------------------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| Temperatura media (°C) | 8.6   | 8.2     | 7.5   | 5.4   | 3.9  | 2.5   | 2     | 2.4    | 3.6        | 4.4     | 6.5       | 8         |
| Temperatura min. (°C)  | 2.7   | 2.4     | 1.4   | -0.8  | -2.1 | -3.2  | -3.7  | -3.8   | -2.8       | -2      | 0         | 1.8       |
| Temperatura máx. (°C)  | 14.6  | 14.1    | 13.7  | 11.7  | 9.9  | 8.2   | 7.8   | 8.6    | 10.1       | 10.9    | 13.1      | 14.3      |
| Temperatura media (°F) | 47.5  | 46.8    | 45.5  | 41.7  | 39.0 | 36.5  | 35.6  | 36.3   | 38.5       | 39.9    | 43.7      | 46.4      |
| Temperatura min. (°F)  | 36.9  | 36.3    | 34.5  | 30.6  | 28.2 | 26.2  | 25.3  | 25.2   | 27.0       | 28.4    | 32.0      | 35.2      |
| Temperatura máx. (°F)  | 58.3  | 57.4    | 56.7  | 53.1  | 49.8 | 46.8  | 46.0  | 47.5   | 50.2       | 51.6    | 55.6      | 57.7      |
| Precipitación (mm)     | 6     | 9       | 7     | 3     | 9    | 7     | 9     | 7      | 4          | 2       | 3         | 4         |

## **1.8 El descubrimiento del Yacimiento**

SCM Minera Lumina Copper Chile es una compañía que pertenece a las firmas japonesas Pan Pacific Copper Co., Ltd. (77,37%) - en la que participan JX Holding, Inc. (66%) y Mitsui Mining & Smelting Co.,Ltd (34%) - y Mitsui & Co., Ltd. (22,63%), a fines de febrero de 2014.

SCM MLCC es propietaria de Caserones, cuyo yacimiento fue adquirido en 2006 por Pan Pacific Copper Co., Ltd., con el nombre de Regalito. En marzo de 2007 asume el nombre de Caserones recogiénolo del cerro donde se ubica.

## **1.9 Recursos**

### **1.9.1 Agua**

Minera Lumina Copper Chile trabaja proactivamente para un uso responsable y eficiente del recurso hídrico.

#### **Uso eficiente del recurso hídrico**

Se han diseñado todos sus procesos e instalaciones bajo un principio básico, que aplica a aguas utilizadas en la producción y en el consumo doméstico: máxima recirculación y reutilización. Así, la operación demandó 518 litros por segundo de agua fresca, mientras que el resto será agua recirculada (más del 80% del total). El proceso de concentración consumirá 0,30 m<sup>3</sup> de agua por tonelada tratada, el valor más bajo de las operaciones mineras existentes en Chile. En cuanto al consumo doméstico, la empresa refuerza la responsabilidad del personal propio y colaborador, a fin de generar una cultura de ahorro en torno al recurso.

### 1.9.2 Energía

Durante el 80% de la etapa de construcción, el Proyecto consideró el suministro de energía eléctrica a partir de generadores. Actualmente y en sus 28 años de vida obtiene energía eléctrica desde una línea de alta tensión que se extiende desde la Subestación Eléctrica Maitencillo (comuna de Vallenar) hasta la Subestación Caserones (área Faena)

Este proyecto se enfoca en la Planta de tratamiento de agua servida de Campamento Carrizalillo, logrando recuperar el agua mediante procesos de desinfección. En la Figura 1.4 se observa la vista aérea de Planta de tratamiento Carrizalillo.

**Figura 1.4 Imagen Aérea de planta de tratamiento Carrizalillo.**



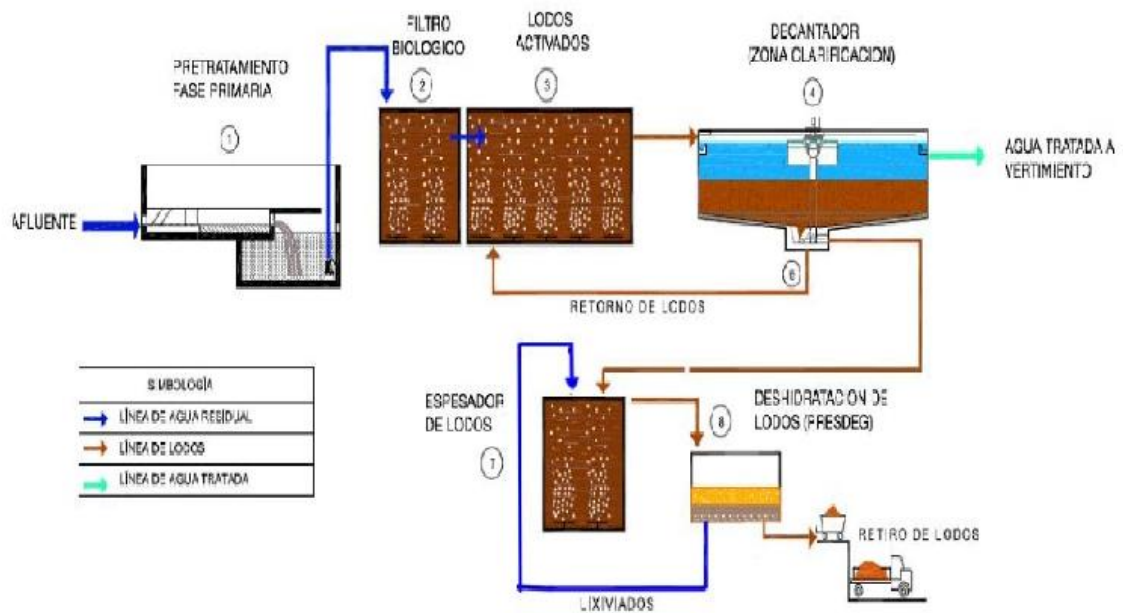
La principal fuente de procesamiento de agua industrial proviene del Campamento Carrizalillo. El proceso de desinfección recibe sólidos, líquidos y detergentes provenientes de dos sistemas de alcantarillado los cuales son mezclados en un estanque antes de comenzar con el tratamiento.

Posteriormente el lodo es filtrado por el filtro rotor el cual separa las semillas antes de ingresar al reactor biológico con la finalidad de evitar la acumulación de semillas en las piscinas y sistemas de decantación.

En la etapa del reactor biológico comienza el proceso de desinfección con bacterias orgánicas que se alimentan del lodo y oxígeno, la concentración del lodo debe ser entre 400 ml y 600 ml medidos en un cono imhoff y el oxígeno disuelto se debe encontrar en 2% de saturación. Una vez procesada pasa al sedimentador donde se separa el agua del lodo.

Finalmente es desinfectada en la cámara de contacto en la cual se inyecta hipoclorito de calcio al 70% para eliminar los coliformes fecales y bacterias que no se hayan tratado en el proceso, esta inyección de hipoclorito debe ser no superior a 5 ppm.

**Figura 1.5 Mapa de procesos Planta de tratamiento de agua Servida**



Las plantas de tratamiento de aguas servidas 1800 y 3000 ubicadas en Campamento Carrizalillo son capaces de procesar hasta 1,8 l/s y 2,5 l/s respectivamente dando una autonomía para poder albergar a 4800 personas en el campamento.

La capacidad de tratamiento de agua servida diario producida por ambas plantas es de 450 m<sup>3</sup> en 24 horas.

### **1.10 Planta TAS 1800 y 3000**

La planta de tratamiento 1800 y 3000 constan con los siguientes elementos e insumos:

- ✓ Cámara de rejas
- ✓ Estanque de permeado
- ✓ Bombas sumergibles para elevación
- ✓ Estanque de acumulación
- ✓ Bombas sumergibles para impulsión
- ✓ Filtro rotor
- ✓ Reactor biológico
- ✓ Sedimentador
- ✓ Digestor
- ✓ Cámara de contacto
- ✓ Sopladores
- ✓ Bomba dosificadora (hipoclorito de calcio)

### **1.11 Planteamiento del problema**

El proceso comienza desde la planta de agua potable la cual es alimentada por bombas que se encuentran instaladas en el pozo WP-04, estas bombas alimentan un estanque, el cual acumula el agua y al llegar a un nivel del 50%, los sensores de nivel activan las bombas para pasar el agua por el proceso de purificación, este proceso consta de dos filtros multimedia que purifican y filtran el agua cruda de las impurezas, además, se inyecta hipoclorito de sodio al 10% para matar las bacterias que contiene el agua en su estado puro, dejándola apta para el consumo humano en base a la norma Chilena NCh 409. Una vez pasado por esto el agua es acumulada en 4 estanques los cuales tienen una capacidad de 320 m<sup>3</sup> cada uno, dando una autonomía de 1280 m<sup>3</sup> de agua potable para el Campamento Carrizalillo.

El agua ya procesada sale de la planta mediante 6 bombas las cuales dan la presión necesaria para que llegue a los distintos puntos, tanto al casino como al campamento e instalaciones aledañas.

La utilización del agua en casino, campamento e instalaciones, llega a la planta de tratamiento de agua servida (PTAS), la cual consta de 2 plantas llamadas 1800 y 3000.

El agua utilizada pasa por una cámara de rejillas la cual hace de colador mandando solo agua y sólidos más pequeños, esta es acumulada en unos estanques que se encuentran bajo tierra llamados cámara de elevación, cada estanque cuenta con 2 bombas sumergibles activadas por sensores de nivel, la cual envía el agua a los ecualizadores, los cuales sirven para acumular el agua y mandar por bombas y un flujo regulado por el operador al inicio del proceso del biorreactor.

Este proceso comienza con el ingreso a un reactor biológico anaeróbico en el cual se introduce aire con los sopladores, esto oxigena y alimenta las bacterias, estas realizan el proceso de descomposición de la materia orgánica, a continuación de esto pasa al sedimentador, en el cual el lodo sedimenta y el agua queda en la superficie, luego para eliminar por completo los coliformes fecales que puedan pasar, se realiza inyección de cloro con bombas dosificadoras en la cámara de contacto, con el fin de cumplir con la norma chilena NCh 1333 (requisitos de calidad del agua para sus diferentes usos), al cumplir con los parámetros establecidos por la normativa el agua puede ser utilizada para

regar caminos y la flora que se encuentra en el sector, pudiendo de esta manera reutilizar el recurso agua de mejor manera.

El agua ya tratada es acumulada en piscinas o estanques de acumulación los cuales cuentan con bombas sumergibles las cuales son las encargadas de realizar el carguío a los camiones aljibes.

En la zona de carga se encuentra el tablero eléctrico el cual es puesto en funcionamiento de manera manual por los conductores, estos al llegar acoplan las mangueras a la cachimba instalada en el sector y presionan el botón de ON para activar la bomba y comenzar con la carga de agua tratada al estanque del camión, el control y verificación del llenado se realiza solo con un cálculo estimado de tiempo de llenado por lo cual en reiteradas ocasiones se producen rebalses en la plataforma de trabajo, cabe destacar que esta planta se encuentra cercana al río pulido por lo que se debe tener precaución de no interferir el medio ambiente pudiendo ocasionar desde multas medio ambientales hasta el cierre de la faena.

Por otra parte, existe un control con mayor preocupación por parte del personal y detienen el sistema antes de tiempo, no llevando la carga máxima del 90% en el estanque, siendo este mucho menor, lo que no permite optimizar cada viaje con los m<sup>3</sup> de retiro.

La inversión que debe realizar la empresa, en estos bienes de equipos, se comprende en dos ítems; compra y servicio.

### **1.12 Compra.**

Se considera la compra de PLC Schneider, transformador, tablero eléctrico, selectora, botoneras, en general la compra de los componentes cubre el 100% del proyecto, asegurando la disponibilidad por varios años.

### **1.13 Servicio.**

Se considera un servicio que comprende la instalación, mantención, cambio de componentes, configuración y pruebas, para ello el proveedor debe considerar equipos de apoyo como; insumos y herramientas para lo mencionado.

### 1.14 Cronograma de gastos.

Se estima que el cronograma de gastos y desarrollo del proyecto sea el siguiente:

En la tabla 1.2 se presenta el calendario para cumplir dentro de los plazos establecidos.

**Tabla 1.2 Carta Gantt del Proyecto.**

| Actividades                        | Nov-<br>24 | Dic-<br>24 | Ene-<br>25 |
|------------------------------------|------------|------------|------------|
| Presentación proyecto de inversión |            |            |            |
| Creación de proyecto y SOLPED      |            |            |            |
| Adquisición de componentes         |            |            |            |
| Desarrollo del servicio            |            |            |            |
| Finalización Proyecto              |            |            |            |

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

Este capítulo describe los componentes internos del tablero eléctrico para la carga de agua tratada hacia los camiones aljibes.

#### **2.1 Tablero eléctrico**

Un tablero eléctrico en Chile es un dispositivo que alberga componentes eléctricos que permiten la distribución y control de la energía eléctrica dentro de un sistema o instalación. Su función principal es proteger los circuitos eléctricos y facilitar la gestión de la electricidad, asegurando que se distribuya de manera segura y eficiente.

##### **2.1.1 Normativas**

En Chile, los tableros eléctricos deben cumplir con normativas específicas de seguridad eléctrica que garantizan su correcto funcionamiento y seguridad.

##### **2.1.2 Utilización**

Los tableros eléctricos se utilizan en diversas aplicaciones, desde residencias hasta instalaciones comerciales e industriales, asegurando que la energía se administre adecuadamente y se minimicen los riesgos de accidentes eléctricos. En este sentido, los tableros eléctricos más utilizados son:

- Tableros de distribución fuerza.
- Tableros de control.
- Tableros iluminación.

Para el caso específico de este proyecto nos referiremos de manera exclusiva a los tableros eléctricos de control, los cuales son energizados desde un tablero de fuerza.

#### **2.2 Tablero de control**

Los tableros de control en la minería son fundamentales ya que son el centro de control de una instalación eléctrica, permitiendo la distribución de energía a diferentes circuitos y equipos. Además, proporciona la capacidad de monitorear y proteger la

instalación por medio de interruptores, fusibles, relés y medidores.

### **2.2.1 Características**

- Control de automatización: Integración con sistemas de monitoreo y control para una gestión más eficiente.
- Diversidad de circuitos: Capacidad para gestionar múltiples circuitos eléctricos, necesarios para diferentes equipos, tanto para el carguío de agua con bombas sumergibles, circuito de monitoreo y demás.
- Seguridad: Equipados con dispositivos de protección como interruptores automáticos, materiales diseñados para prevenir sobrecargas y cortocircuitos.
- Resistencia mecánica: Construidos con materiales robustos para soportar condiciones adversas (polvo, humedad).

### **2.2.2 Aplicaciones en minería**

- Control de procesos: Controlan los equipos de los procesos como cargas de agua, distribución de agua.

### **2.2.3 Instalación y mantenimiento**

- Requerimientos: Deben ser instalados por personal eléctrico calificado para cumplir con las normativas de seguridad específicas en minería, bajo DS N°12/2004 del ministerio de minería.
- Mantenimiento regular: Es crucial realizar mantenimientos periódicos para asegurar el buen funcionamiento, así como la seguridad de los usuarios del tablero.

## **2.3 Información técnica de componentes eléctricos**

Para comprender de mejor manera lo descrito en este estudio, es necesario conocer previamente los materiales y componentes involucrados en la reformulación de los tableros para carguío de agua hacia camiones aljibes, se debe entender que cada componente tiene una finalidad dentro del funcionamiento de estos. A continuación, se describen los principales elementos que conforman el tablero de control estudiado.

### **2.3.1 Armario compacto de acero inoxidable**

Los armarios compactos de acero inoxidable son mobiliarios diseñados para ofrecer soluciones de almacenamiento eficientes en espacios reducidos. Fabricados en acero inoxidable, son resistentes a la corrosión, fáciles de limpiar y altamente duraderos. Ideal para entornos como cocinas comerciales, laboratorios y áreas industriales, estos armarios suelen

contar con estantes ajustables y pueden incluir opciones de cerradura para mayor seguridad. Su diseño moderno también aporta un aspecto profesional a cualquier espacio.

**Figura 2.1 Armario con contratapa acero inoxidable desde cero.**



### **2.3.2 Interruptor automático 16 A**

El interruptor automático es un dispositivo de protección eléctrica diseñado para interrumpir la corriente en los circuitos con una capacidad de 16 amperios, es ideal para aplicaciones de control. Este interruptor ofrece protección contra sobre cargas y cortocircuitos.

**Figura 2.2 Interruptor automático Lexo 16 A**



### 2.3.3 Automático diferencial

El automático diferencial es otro dispositivo de protección eléctrica diseñado para cortar la alimentación eléctrica en caso de sobrecarga o fuga de corriente superior a los 30 mA, y así disminuir cualquier riesgo eléctrico provocado por un fallo de aislamiento.

**Figura 2.3 Automático diferencial Lexo 25 A**



### 2.3.4 Fuente de alimentación omron S8VS-01524/ED2

La fuente de alimentación es la encargada de transformar el voltaje de 220 volt corriente alterna de entrada a 24 volt corriente continua en la salida.

**Figura 2.4 Fuente de alimentación omron S8VS-01524/ED2**



### 2.3.5 Selector 3 posiciones

Un selector de 3 posiciones es un interruptor que tiene tres posiciones y que se utiliza para controlar el flujo de electricidad. Se puede usar para controlar motores, aparatos de conexión y desconexión, además de maquinarias.

**Figura 2.5 Selector 3 posiciones**



### 2.3.6 Botoneras

Una botonera es un dispositivo que permite controlar máquinas, equipos o procesos industriales. Se compone de botones o teclas que activan o desactivan circuitos eléctricos.

**Figura 2.6 Botoneras**



### 2.3.7 PLC Zelio

Zelio es una gama de relés inteligentes o micro-PLC (Controlador Lógico Programable) autónomos que incluyen entradas digitales o analógicas para la conexión de

sensores, finales de carrera, pulsadores, interruptores, etc. una serie salidas para la conexión de contactores, lámparas, válvulas, variadores de velocidad, etc. y una pantalla para mostrar textos al usuario.

Los PLCs Zelio incluyen contadores, temporizadores, comparadores y otra serie de funciones internas con los que se pueden llegar a controlar sistemas automatizados sencillos.

Este módulo utiliza una tensión de alimentación de 24 V de corriente continua. Dispone de 20 entradas/salidas con terminales de tornillo de presión. Tiene un diseño compacto que permite instalarlo en un segmento DIN. También ofrece una programación, visualización y diagnóstico sencillos de las visualizaciones de fallos de funcionamiento y de los botones de navegación.

**Figura N° 2.7: PLC Zelio SR2B201BD**



**Fuente: PDF.Schneider Electric\_Zelio-Logic\_SR2B201BD**

### **Ventajas de Zelio.**

El trabajar con este tipo de PLC compacto nos da grandes ventajas las cuales se mencionan a continuación.

- ✓ **Descarga gratuita de programa:** Zelio Soft, lo primero a destacar es que su descarga es gratuita, por lo que ya abre un camino al público general.
- ✓ **Programación múltiple:** Permite la programación en LADDER o esquema de contactos, BDF o bloque de funciones y GRAFCET o gráfico funcional por etapas.

- ✓ **Test de coherencia:** Para la programación en LADDER existe la herramienta «test de coherencia» el cual ayuda a comprobar si se han dejado conexiones abiertas o errores simples.
- ✓ **Completo y versátil:** Con un pequeño relé inteligente Zelio y el programa Zelio Soft se puede llegar a satisfacer la automatización de un sistema no muy complejo que puede llegar a ser desde un sistema industrial a la domótica de una vivienda.
- ✓ **Simulación:** Además de poder realizar la programación del sistema de distintas formas, se puede realizar la simulación en el propio programa sin tener que conectar el dispositivo en ese momento.
- ✓ **Imagen de Supervisión:** Zelio Soft permite incluir imágenes y diseñar esquemas de supervisión para reproducirlos durante la simulación teniendo una imagen más clara del proceso en marcha. Un acercamiento a los SCADAS que se puede encontrar para autómatas programables.
- ✓ **Ampliable:** Dependiendo del dispositivo contará con cierto número y tipo de entradas y salidas que pueden ser ampliables mediante extensiones.
- ✓ **Ideal para el aprendizaje:** Con estas características descritas es ideal para el aprendizaje y la introducción a la automatización de procesos por lo que es fácil encontrarlo en cursos de autómatas programables online y presenciales.

### 2.3.8 Bomba sumergible MC 30/50 3 HP 380V

Las bombas sumergibles son un tipo de bomba que se sumerge completamente dentro de un líquido. Este tipo de bombas contienen uno o varios impulsores que forman la parte hidráulica y que permite bombear el líquido en el que se encuentran inmersas hacia el exterior.

En este caso el sistema posee 2 bombas sumergibles instaladas, una en cada piscina en total 3 bombas y su objetivo es impulsar el agua tratada de la planta a los estanques de los camiones aljibes.

El control de estas bombas se realiza de manera manual por parte del operador, el cual se encuentra en el tablero de control ubicado en la plataforma de carguío con sus respectivas botoneras de encendido y apagado, en el cual, el operador al momento de accionar el sistema de encendido, toma el tiempo de carga con su reloj para el posterior

apagado del sistema.

La operación normal considera dos bombas en operación en paralelo, con esta configuración permite poder realizar el carguío de dos camiones a la vez.

Debido a que el sistema no cuenta con un sistema de detención automático, esta causa los siguientes inconvenientes.

Rebalses en la plataforma de carguío, lo que ocasiona la acumulación de agua tratada, en invierno se produce el congelamiento de esta por lo que se presenta el riesgo de caídas al mismo nivel por resbalamiento.

Derrames al camino provocando grietas disminuyendo el tiempo de mantención al sector, a su vez disminuye el tiempo de mantención de los equipos ya que al producir grietas al pasar los equipos cargados afectan las bandejas y paquetes de resortes llegando a perder el equipo por reparación.

El inconveniente más crítico es el cuidado con el medio ambiente debido a que la Planta de tratamiento de aguas servidas se encuentra a 20 metros del río pulido de Copiapó lo que podría resultar en el cierre de la faena por causar un impacto medio ambiental incumpliendo la normativa Chilena NCh 1333.

**Figura 2.8 Bomba sumergible MC 30/50 3 HP 380V**



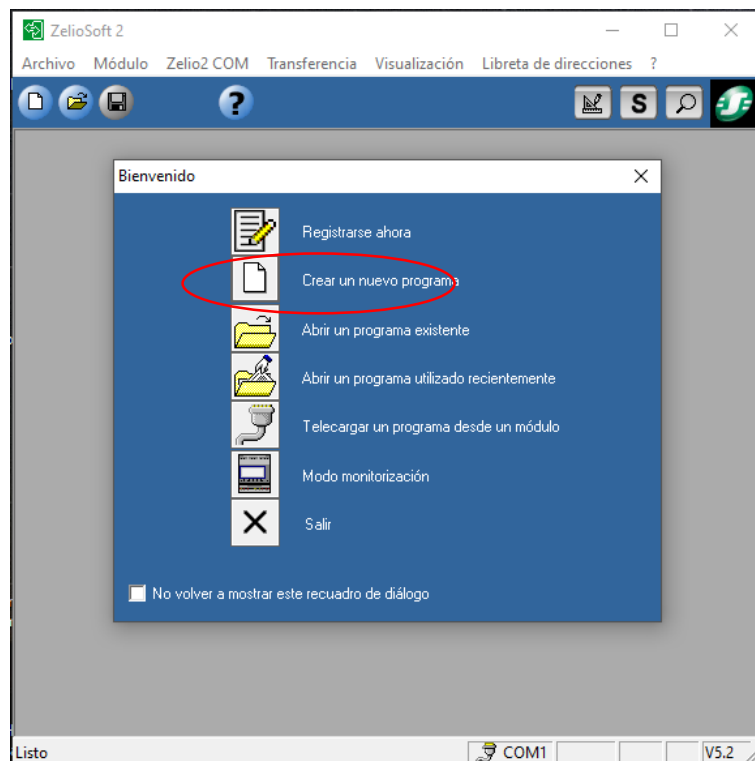
## CAPITULO III

### DESARROLLO DEL PROGRAMA

#### 3.1 Inicio de la aplicación Zelio Soft 2

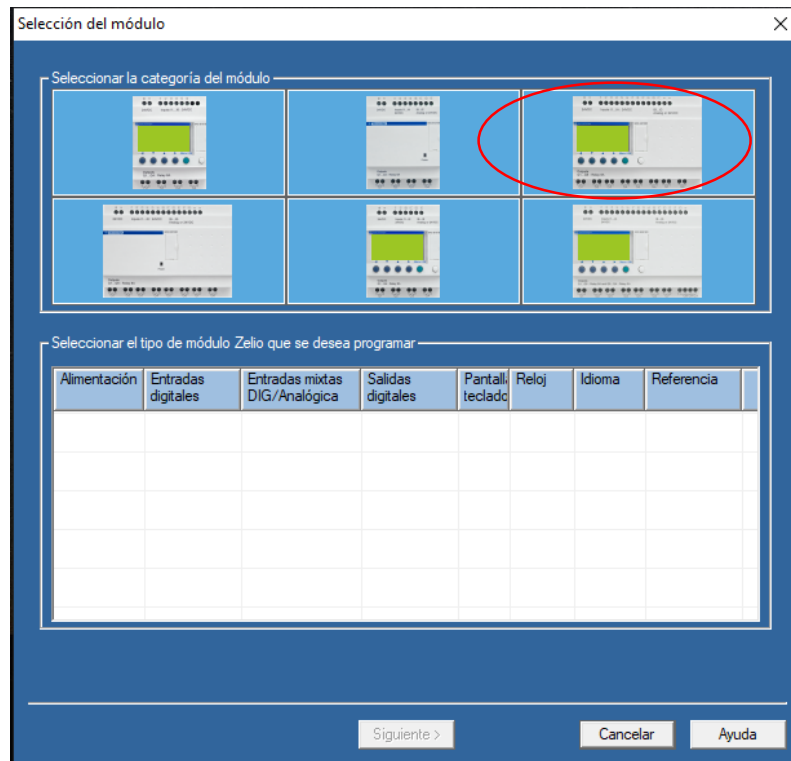
Durante el arranque del software, se visualiza la pantalla principal del programa Zelio Soft 2, para comenzar a realizar la programación del PLC en el software, una vez abierto se debe seleccionar crear un nuevo programa o seleccione Nuevo en el menú Archivo.

**Figura 3.1 Crear programa**



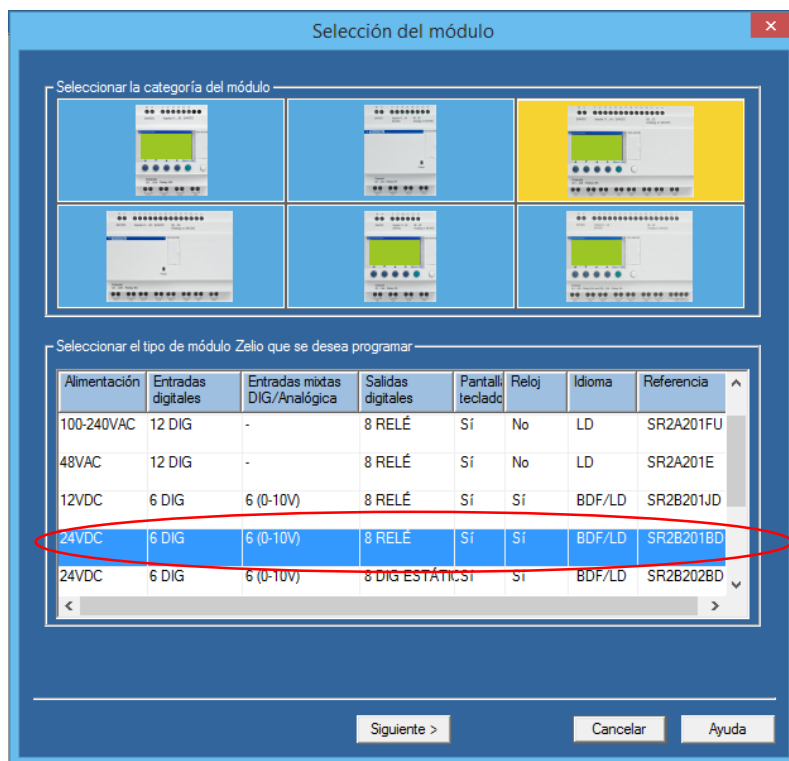
La ventana de selección del módulo lógico aparecerá de la siguiente manera.

**Figura 3.2 Selección de módulo**



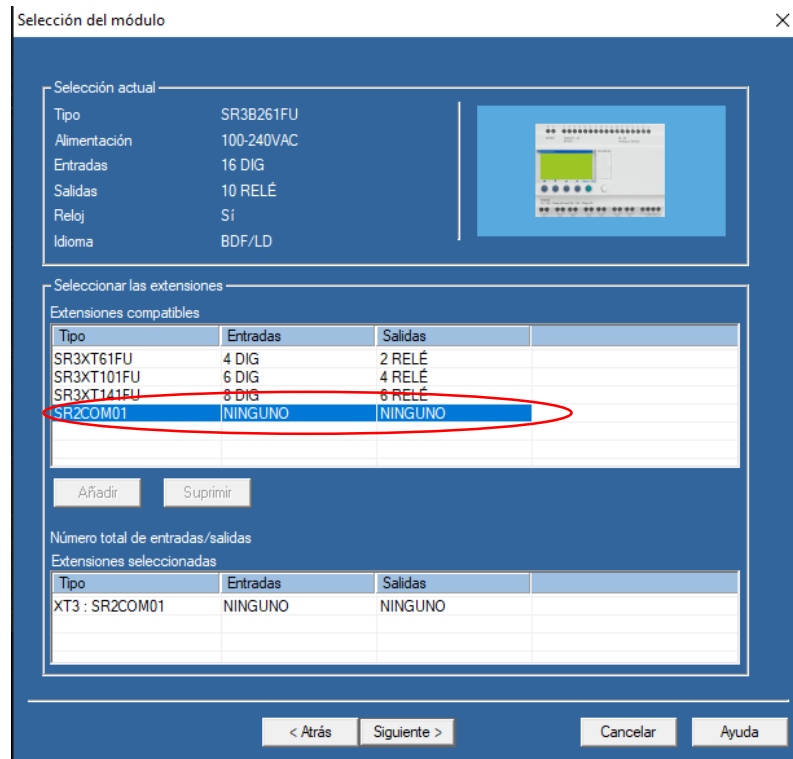
Seleccionar el tipo de módulo, en este caso el SR2B201BD con alimentación de 24 VDC, La categoría seleccionada aparecerá sobre fondo amarillo y la lista de los módulos correspondientes a esta categoría se muestra más abajo, elegir el módulo SR2B201BD mediante un clic en la fila correspondiente y damos clic en siguiente.

**Figura 3.3 Selección de tipo de módulo**



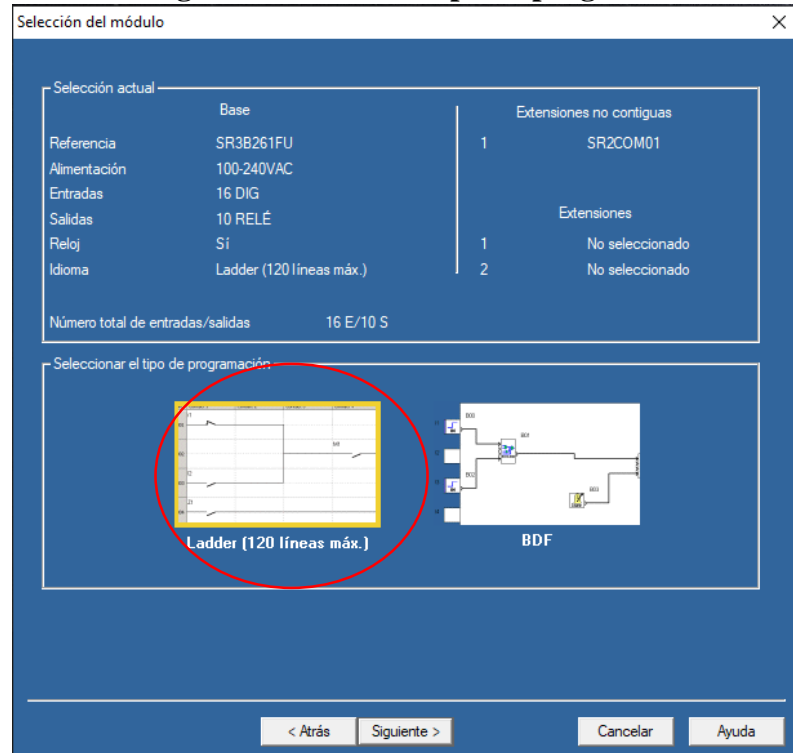
Aparecerá la pantalla del tipo de extensión en caso de utilizar, en este caso, no se cuenta con una extensión, por lo que se selecciona ninguno y luego se da clic en siguiente.

**Figura 3.4 Selección de extensiones**



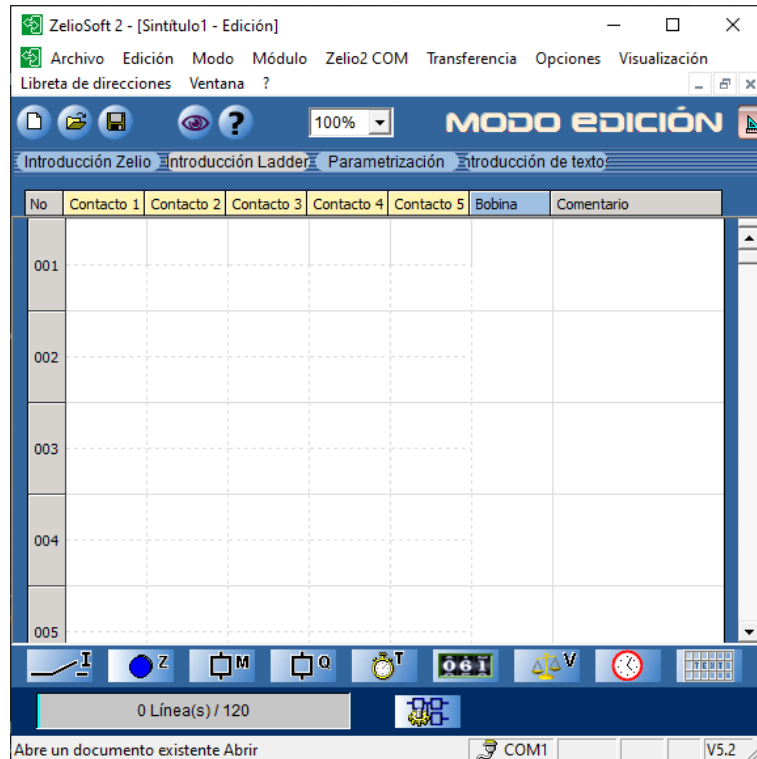
Aparecerá la pantalla de selección del tipo de programación

**Figura 3.5 Selección tipo de programa**



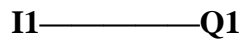
El lenguaje de contactos (Ladder) está seleccionado de forma predeterminada (enmarcado en amarillo). Finalmente se da clic en Siguiente para programar en lenguaje Ladder.

**Figura 3.6 Plantilla en blanco**




### 3.2 Ejemplo con lenguaje de contactos (LADDER)

Utilizaremos el siguiente ejemplo:



La entrada I1 está conectada a la salida Q1, que estará activa en el estado (bobina conector).

Al situar el puntero del ratón en el icono Entradas DIG  de la esquina inferior izquierda:

**Figura 3.7** Tabla de contactos

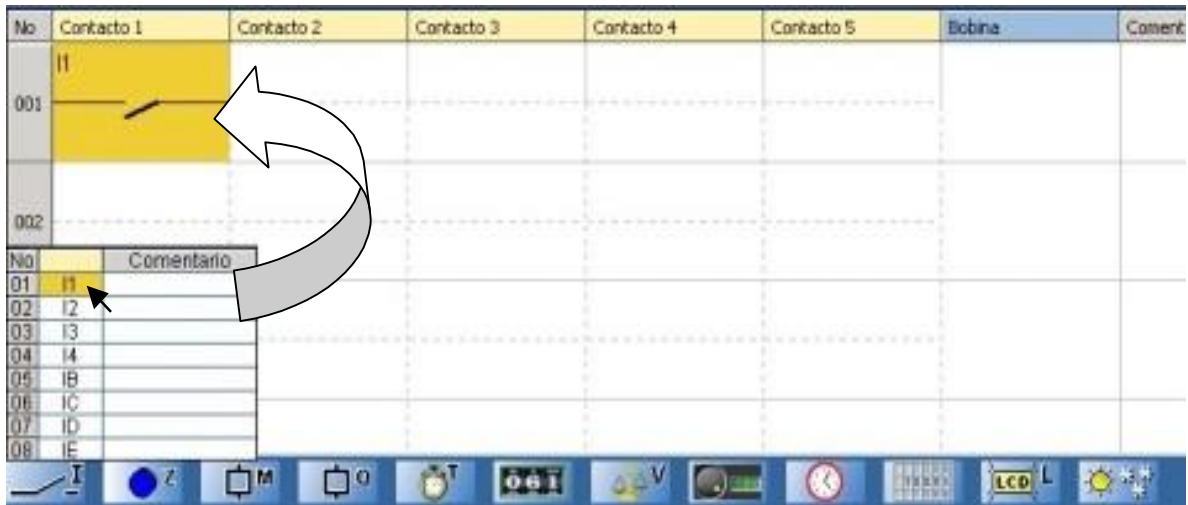
| No |    | Comentario |
|----|----|------------|
| 01 | I1 |            |
| 02 | I2 |            |
| 03 | I3 |            |
| 04 | I4 |            |
| 05 | IB |            |
| 06 | IC |            |
| 07 | ID |            |
| 08 | IE |            |




Aparecerá una tabla con los distintos contactos posibles (**I1 a IE**).

Seleccione el contacto I1 en la tabla manteniendo pulsado el botón del ratón y desplace el contacto hasta la primera casilla de la esquina superior izquierda de la hoja de cableado. Suelte el botón y el contacto I1 se instalará.

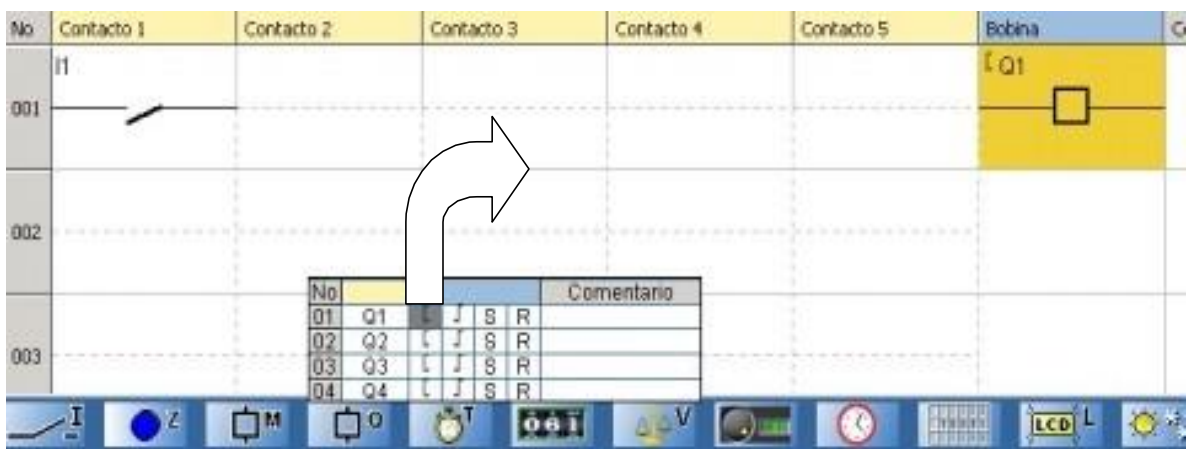
**Figura 3.8** Crear contacto



A continuación, el puntero del ratón en el icono Salidas DIG  situado en la parte inferior, aparecerá una tabla con los distintos contactos o bobinas posibles.

Seleccione la bobina [ en la primera fila de la tabla manteniendo pulsado el botón del ratón y desplácela hasta la bobina de la casilla de la primera fila de la hoja de cableado. Suelte el botón: la bobina [Q1 se ha colocado.

**Figura 3.10 Incorporación de bobina**



Para unir, lleve a cabo el cableado del contacto con la bobina haciendo clic en los punteados correspondientes:

**Figura 3.11 Unión de contactos**



### 3.3 Simulación del programa

Para simular el programa introducido de un clic en el icono de simulación en la esquina superior derecha:

**Figura 3.12 Selección de simulación**



El programa introducido se compila y aparece la pantalla de simulación.

Haga clic, a continuación, en el icono RUN para simular la ejecución del módulo:

**Figura 3.13 Selección de arranque de programa**



Los contactos o bobinas aparecen en azul si están inactivos (0) y en rojo si están activos (1).

El forzado de todas las entradas se realiza haciendo clic con el botón izquierdo del ratón.

Haga clic en el contacto **I1** para activarlo; la bobina **Q1** se activará. Si vuelve a hacer clic en **I1** para desactivarlo, **Q1** también se desactivará.

**Figura 3.14 Programa en funcionamiento**



### 3.4 Transferencia del programa

Una vez que haya conectado el módulo a la alimentación y al ordenador, ya puede transferir el programa, vuelva al modo Edición mediante un clic en el icono correspondiente:

**Figura 3.15** Icono transferencia de programa



En el menú Transferencia, seleccione Transferir programa y haga clic en **PC>MÓDULO**.

**Nota 1:** Es imposible escribir en el módulo cuando se encuentra en funcionamiento. Puede detenerlo haciendo clic en **STOP Módulo** en el menú **Transferencia**.

**Nota 2:** Si el módulo conectado al ordenador no se corresponde con el módulo seleccionado al arrancar la aplicación, puede seleccionar otro modelo mediante un clic en **Selección del módulo/programación** en el menú **Módulo**.

Una vez confirmada, el programa se transferirá al módulo.

Desde este momento podrá ejecutar el programa del módulo para comprobarlo (desde el software: haga clic en **RUN Módulo** en el menú **Transferencia**).

Al igual que en la simulación, **Q1** estará activa o inactiva mientras la entrada **I1** de Zelio Logic también lo esté.

### 3.5 Modo Monitorización

Cuando el módulo está conectado al PC, es posible controlarlo en tiempo real mediante el software.

**Nota:** El modo de monitorización sólo es posible cuando el programa del módulo es idéntico al del software, para pasar al modo **Monitorización**, haga clic en el icono correspondiente:

**Figura 3.16** Icono de monitorización



Ejecute el módulo mediante un clic en **RUN**. Del mismo modo que en la simulación, puede activar los contactos haciendo clic arriba (en el botón izquierdo del ratón para forzar el estado de una entrada), activándolos así en el módulo en tiempo real. Por ejemplo, si hace clic en **I1**, la bobina **Q1** se activará en la pantalla (color rojo) y en el módulo.

## CAPITULO IV METODOLOGÍA

Este capítulo mostrará el desarrollo del programa LADDER del proyecto automatización de carguío de agua en camiones aljibes.

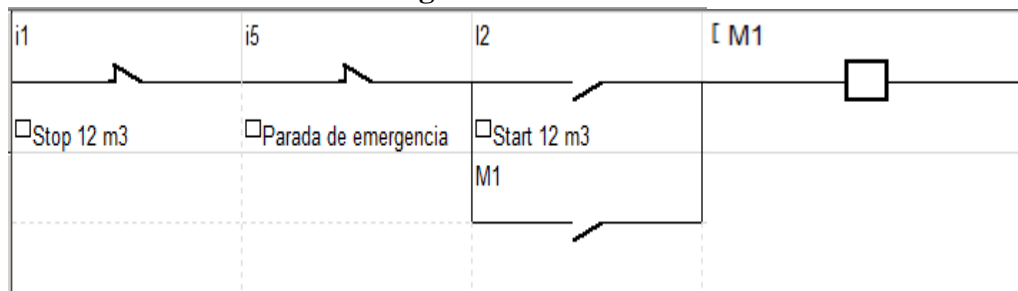
La necesidad de cambiar a un sistema automatizado nace desde la visión del cuidado en la recuperación del agua en especial las aguas tratadas, además, del cuidado del medio ambiente, en este caso la planta de tratamiento se encuentra cercana al rio Pulido en el valle de Copiapó es por eso que necesitamos evitar los rebalses al momento de realizar las cargas de estos camiones, por otra parte se busca maximizar la cantidad de viajes en el retiro de las aguas tratadas manteniendo así los niveles de acumulación menores a un 30% en los estanques de acumulación.

Para dar solución a esta problemática, se confecciona el programa el cual será presentado a continuación.

### 4.1 Inicio de programa en Zelio

Se comienza con la incorporación de contactos stop y parada de emergencia con la selección de normalmente cerrado y el contacto start más un contacto M1 normalmente abierto, esto para que una vez pulsado el botón de start se cierre el contacto y para poder mantener activo el circuito se instala una bobina auxiliar M1 para poder mantener enclavado el encendido.

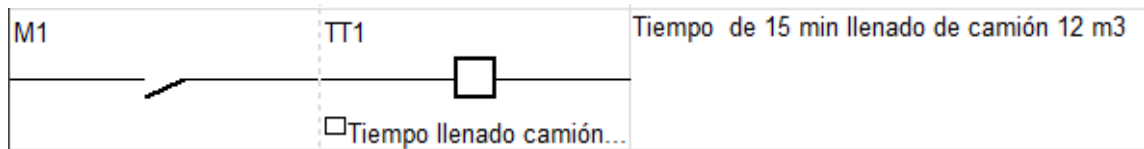
**Figura 4.1 Inicio de Ladder**



#### 4.2 Incorporación de temporizador

Se inserta M1 abierto más un temporizador el cual en su configuración se incorpora un tiempo de llenado del camión aljibe de 12 m<sup>3</sup>, en tendrá un tiempo de 15 minutos, al cerrar el contacto M1 comenzará el conteo regresivo de los 15 min.

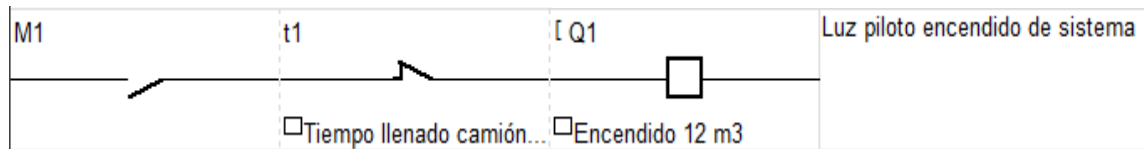
**Figura 4.2 Incorporación de temporizador**



#### 4.3 Luz piloto encendido del sistema

Se agrega la programación de la luz piloto la cual será de color verde, esta se encenderá una vez que se encuentre en funcionamiento el sistema cerrándose el contacto M1 y esta se mantendrá encendida hasta que el temporizador llegue a los 15 minutos abriendo el contacto del temporizador con lo cual se apagará la luz dejando inactiva la bobina Q1.

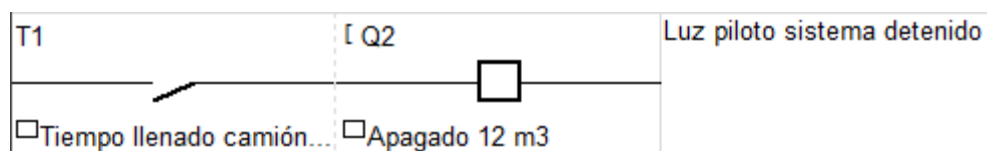
**Figura 4.3 Luz piloto encendido del sistema**



#### 4.4 Luz piloto apagado del sistema

También se añade una luz piloto la cual se encontrará encendida cuando el sistema se encuentre apagado, para esto se utiliza el contacto del temporizador con enlace abierto y una bobina Q2 una vez terminado el tiempo de 15 min de llenado este se cerrara dejando activa la bobina Q2.

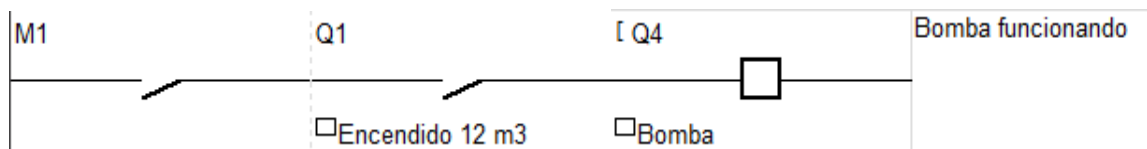
**Figura 4.4 Luz piloto apagado del sistema**



#### 4.5 Activación bomba sumergible

Para la puesta en marcha de la bomba sumergible, se incorpora un contacto M1 normalmente abierto, un contacto Q1 normalmente abierto y una bobina Q4, esta bobina al cerrar los contactos se activará dejando en funcionamiento la bomba sumergible comenzando el llenado con agua al camión aljibe.

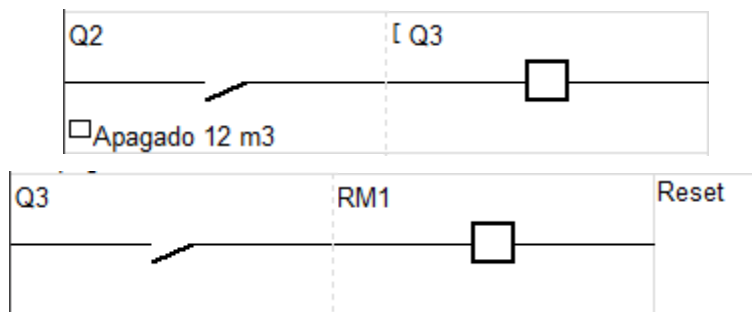
**Figura 4.5 Activación bomba sumergible**



#### 4.6 Reset

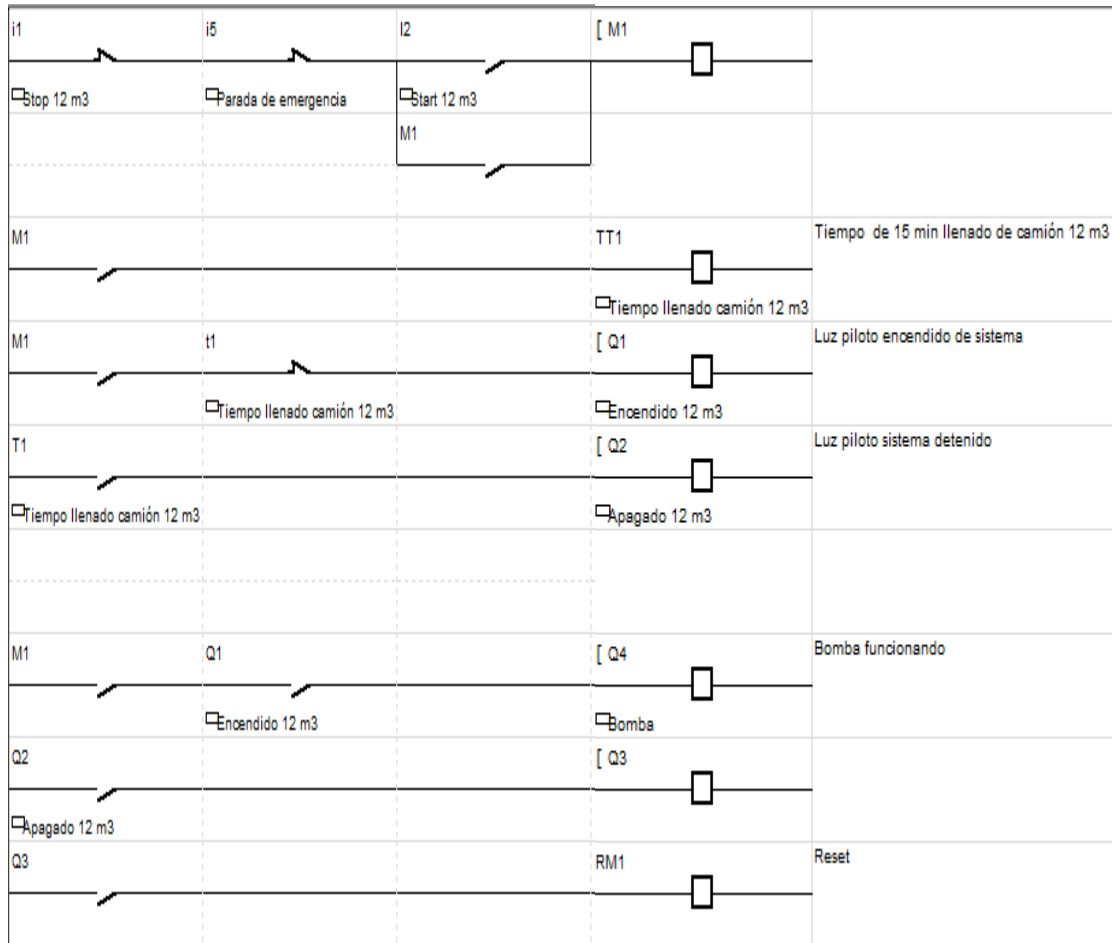
Para generar el reset del sistema se agrega una bobina Q3 la cual es accionada por un contacto Q2, esto permite que al activarse el Q3 se energice la bobina de reset, esto nos permite que al finalizar el tiempo de carga de agua tratada hacia el camión aljibe comience nuevamente desde cero la programación.

**Figura 4.6 Reset**



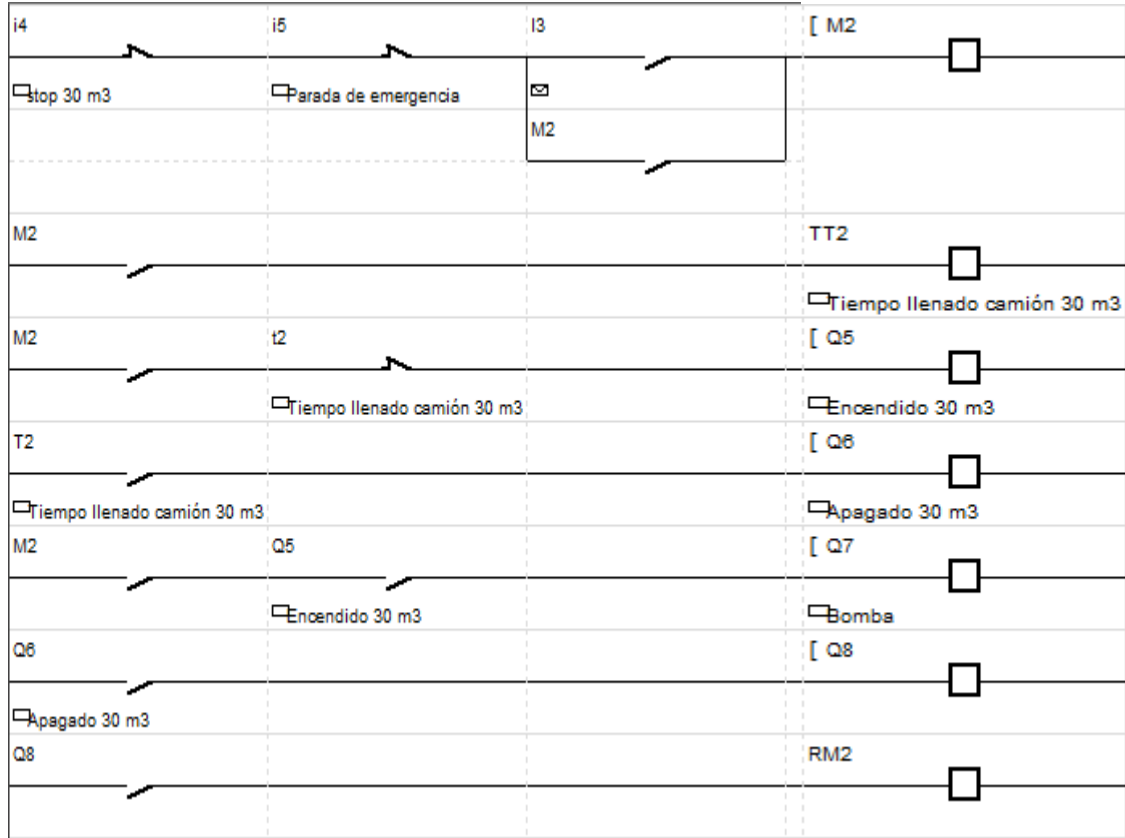
Vista de LADDER para carguío de agua tratada en camión aljibe de 12 m<sup>3</sup> completo.

**Figura 4.7 Ladder sistema de carguío de agua camión aljibe de 12 m<sup>3</sup>**



Para el carguío de camiones de 30 m<sup>3</sup>, repetimos la programación con la diferencia que para esta ocasión el temporizador tendrá un tiempo de 30 minutos.

**Figura 4.8 Ladder sistema de carguío de agua camión 30 m<sup>3</sup>**



**CAPITULO IV**  
**COSTOS DEL PROYECTO**

Para completar el proyecto, se requiere adquirir los insumos detallados a continuación. Estos serán solicitados al área de compras para iniciar el proceso de cotización. Una vez obtenidas las cotizaciones, se presentarán al superintendente del área para su revisión y aprobación, lo que permitirá dar inicio al proyecto y ejecutar las mejoras planificadas. La compra se realizará con carga al presupuesto anual aprobado por la gerencia, destinado a mejoras del servicio y adquisición de repuestos críticos.

**Tabla 5.1 Insumos proyecto Automatización carguío de camiones aljibe**

| <b>N°</b> | <b>Insumo</b>                        | <b>Cantidad</b> | <b>Valor unitario</b> | <b>Costo total</b> |
|-----------|--------------------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| <b>1</b>  | Interruptor Automático 10 amp        | 1               | 4.100                 | 4.100              |
| <b>2</b>  | Interruptor diferencial 25 amp       | 1               | 9.990                 | 9.990              |
| <b>3</b>  | Fuente de alimentación osrrrom-01524 | 1               | 183.769               | 183.769            |
| <b>4</b>  | PLC Schneider sr2b201bd              | 1               | 226.780               | 226.780            |
| <b>5</b>  | Luz piloto                           | 4               | 1.690                 | 6.760              |
| <b>6</b>  | Selector 3 posiciones 2 NA           | 1               | 7.993                 | 7.993              |
| <b>7</b>  | Botoner on/off                       | 2               | 22.128                | 44.256             |
| <b>8</b>  | Cable conexión 1,5 mm2               | 3               | 13.969                | 41.907             |
| <b>9</b>  | Riel din                             | 1               | 2.490                 | 2.490              |
| <b>10</b> | Bomba sumergible Pedrollo 3 Hp       | 2               | 1.737.400             | 3.474.800          |
| <b>11</b> | Tablero eléctrico 500 x 400 x 200 mm | 1               | 94.950                | 94.950             |
| <b>12</b> | Contactador                          | 2               | 49.990                | 99.980             |
| <b>13</b> | Rele térmico                         | 2               | 10.980                | 21.960             |
|           | <b>TOTAL</b>                         |                 |                       | <b>4.219.735</b>   |

En la Tabla N° 5.1, se puede observar la cantidad de viajes realizados desde la Planta de tratamiento de agua servida a las áreas de regadío con valores de 100% en el llenado de los estanques de los camiones aljibes, lo cual en muchas oportunidades es falso, cabe destacar que a su vez en el procedimiento de trabajo se menciona que el límite de llenado deberá ser un 90% para así evitar derrames en los caminos lo que provoca acumulación de agua, grietas y baches posterior debido al paso de los equipos.

Con la automatización en el carguío de los camiones aljibes se ganaron tres viajes más, ya que el nochero al momento de terminar su jornada deja cargando el camión sin tener que estar presente para su detención, de igual modo al momento de la hora de almuerzo, el conductor deja encendido el sistema de llenado mientras almuerza, aprovechando estos tiempos de espera.

Esto beneficia el mantenimiento de los caminos por parte de empresas colaboradoras los cuales son mejorados anualmente, permitiendo extender el plazo de reparación. Los equipos tendrán menos daños en el sistema de suspensión por lo que se elimina el tiempo de pérdida del equipo por envío a mantención por fallas en los paquetes de resortes, obteniendo una mejora en la continuidad operacional.

**Tabla 5.2 Retiro de agua tratada mes Octubre en Caserones**

| Retiro de Aguas Tratadas |                           |                     |   |                              |
|--------------------------|---------------------------|---------------------|---|------------------------------|
| Fecha                    | Cantidad de retiros / día | Volumen camión (m3) | Planta TAS de retiro                    | Volumen diario retirado (m3) |
| 01-10-2024               | 12                        | 30                  | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 360                          |
| 02-10-2024               | 17                        | 30                  | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 510                          |
| 03-10-2024               | 16                        | 30                  | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 480                          |
| 04-10-2024               | 12                        | 30                  | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 360                          |
| 05-10-2024               | 15                        | 30                  | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 450                          |
| 06-10-2024               | 20                        | 30                  | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 600                          |
| 07-10-2024               | 14                        | 30                  | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 420                          |
| 08-10-2024               | 6                         | 30                  | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 180                          |
| 09-10-2024               | 6                         | 12                  | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 72                           |
| 09-10-2024               | 3                         | 30                  | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 90                           |
| 10-10-2024               | 1                         | 12                  | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 12                           |
| 10-10-2024               | 6                         | 30                  | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 180                          |

|            |    |    |   |     |
|------------|----|----|---|-----|
| 11-10-2024 | 7  | 30 | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 210 |
| 12-10-2024 | 3  | 12 | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 36  |
| 12-10-2024 | 8  | 30 | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 240 |
| 13-10-2024 | 3  | 12 | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 36  |
| 13-10-2024 | 10 | 30 | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 300 |
| 14-10-2024 | 6  | 30 | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 180 |
| 15-10-2024 | 10 | 30 | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 300 |
| 16-10-2024 | 16 | 30 | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 480 |
| 17-10-2024 | 12 | 30 | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 360 |
| 18-10-2024 | 11 | 30 | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 330 |
| 19-10-2024 | 16 | 30 | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 480 |
| 20-10-2024 | 4  | 12 | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 48  |
| 20-10-2024 | 11 | 30 | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 330 |
| 21-10-2024 | 7  | 30 | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 210 |

|            |    |    |   |     |
|------------|----|----|---|-----|
| 22-10-2024 | 6  | 30 | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 180 |
| 23-10-2024 | 11 | 30 | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 330 |
| 24-10-2024 | 8  | 30 | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 240 |
| 25-10-2024 | 12 | 30 | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 360 |
| 26-10-2024 | 14 | 30 | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 420 |
| 27-10-2024 | 10 | 30 | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 300 |
| 28-10-2024 | 14 | 30 | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 420 |
| 29-10-2024 | 15 | 30 | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 450 |
| 30-10-2024 | 15 | 30 | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 450 |
| 31-10-2024 | 13 | 30 | TAS 1800/3000 (Campamento Carrizalillo) | 390 |

## **CAPITULO V**

### **RESULTADOS**

El implementar este sistema de automatización no solo logra aumentar la cantidad de retiros de agua tratada con los camiones aljibes, sino, además:

- Se respeta lo tratado en los procedimientos de trabajo entre empresa contratista y empresa mandante, lo que evita multas asociadas por incumplimiento del contrato.
- Se cargan los estanques de los camiones aljibe con el porcentaje solicitado en el contrato.
- Se evitan los derrames de agua en los caminos, lo cual provoca pozas y futuros eventos dañando el camino y los equipos de toda la compañía.
- Se minimiza la mejora de caminos ya no se encontrarán derrames en los caminos
- Se minimiza la pérdida de equipos por daños materiales
- En temporada invernal se evitará posibles accidentes hacia el personal por resbalones debido al congelamiento del agua.
- Se evita posibles derrames hacia el río Pulido, el cual se encuentra a 10 mt de la planta de tratamiento de agua tratada.

Este proyecto no solo vela por la mejora operacional, además, vela por la seguridad de las personas, el medio ambiente y los equipos de toda la compañía.

## **CAPITULO VI**

### **CONCLUSIONES**

Se concluye este proyecto de automatización sistema de carguío de camiones aljibes, siendo fundamental reflexionar sobre los resultados obtenidos y el cambio que se provoca en la operación. La transición de un sistema antiguo a uno más moderno no solo ha implicado una actualización tecnológica, sino que también ha sido un paso crucial hacia la mejora de la seguridad y la eficiencia.

Realizando los cambios mencionados se obtiene confiabilidad en el carguío de agua tratada, debido a que el análisis técnico demuestra que es viable esta actualización, ya que mejora de manera continua el funcionamiento en el sistema de carguío de los camiones aljibes.

Se logra eliminar el riesgo de mantenibilidad alta de componentes de los camiones ya que se elimina el sobre relleno lo que provoca generación de pozas y grietas en los caminos.

Este proyecto no solo puede ser realizado en la planta del Campamento si no, también en las 4 plantas restantes ubicadas en la faena, inclusive adaptar para el carguío de los camiones de alto tonelaje que se encuentran en área mina.

Por lo anteriormente comentado, se sugiere la actualización del sistema de carga de agua tratada de los camiones para aumentar la confiabilidad de los equipos y del sistema de impulsión de bombas, mitigando el riesgo de repuestos por obsolescencia de componentes críticos, acrecentando la probabilidad de mantener una continuidad operacional en el proceso de retiro de agua tratada para riego en Caserones.

## BIBLIOGRAFÍA

Lundin Mining, sobre nosotros, Recuperado de

<https://lundinmining.com/about-us/about-lundin-mining/>

Caserones, Sustentabilidad, medio ambiente, Recuperado de

<https://www.visor-caserones.gpconsultores.cl/inicio.php>

Googleheart.com ubicación de Planta tratamiento de agua servida, Caserones, Recuperado de

<https://earth.google.com/web/@-28.15428465,-69.78683957,1999.36141576a,317.12221875d,30y,0h,0t,0r/data=CgRCAGgBMikKJwolCiExT0xPakZ6QVEtdEpoc2JJRW9hUnZfZ2ZZLUd3VUVFb1IgaToDCgEwQgIIAEoICPnm4d8CEAE>

Caserones, Datos retiro de agua tratada, Recuperado de SharePoint Plantas de agua, Caserones