

**Universidad Nacional de Ingeniería
Facultad de Electrotecnia y Computación**



TRABAJO MONOGRAFICO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

TITULO:

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO CON CAPACIDAD DE
MEDICION DE VARIABLES AMBIENTALES”**

AUTORES:

Jorge Dimitrie Bendaña García

Carnet: 2005-20540

Sara Rebeca Aguirre Hernández

Carnet: 2010-32718

TUTOR:

Msc. Ing. Cedrick Dalla-Torre

Managua, Nicaragua, enero 2023

Dedicatoria

Dedico este trabajo primero a Dios que sin él no tendría la fuerza para este proyecto.

Además, agradezco infinitamente a mi familia por darme las bases necesarias para culminar con éxito este gran proyecto monográfico, por ser parte esencial en mi vida; motores de mis proyectos; guías; y ayuda presente en el momento de los problemas que se me presentaron.

Agradezco a mi maestro Cedrick Dalla-Torre por su gran apoyo ofrecido en este trabajo monográfico, por haberme transmitido los conocimientos obtenidos y haberme llevado paso a paso en el aprendizaje.

Sara Rebeca Aguirre Hernández

Dedicatoria

A Dios,

Por permitirme llegar hasta este punto de mi vida, por la salud, paciencia y perseverancia para culminar mi carrera.

A mi esposa e hijos,

Siempre fueron mi motivo para seguir luchando, me brindaron su apoyo, paciencia y cedieron su tiempo para que pudiera finalizar esta meta. Mi esposa que siempre estuvo motivándome y mostrándome esperanzas aun en los momentos más duros y tristes.

A mi tutor y demás formadores,

Por el tiempo, esfuerzo, entusiasmo y dedicaron que mostraron en transmitirme sus conocimientos. Muchas gracias por que siempre tuvieron los mejores deseos para ayudarnos en desarrollarnos profesionalmente.

Jorge Dimitrie Bendaña García

Resumen

El trabajo monográfico “**Diseño de un Sistema de Riego Automatizado con Capacidad de Medición de Variables Ambientales**”, consiste en el control automatizado del sistema de riego y aplicación de fertilizantes para el cultivo. Esto se realizará con el fin de hacer un uso más eficiente y ahorro del agua, el sistema de riego a utilizar será por medio de goteo. Con este sistema se mejorarán las condiciones del cultivo a través de un monitoreo de las variables atmosféricas que activarán las válvulas para aplicación de agua y fertilizante.

El diseño a realizar será aplicado para una finca ubicada en Km 33.2 carretera a León, Nagarote, propiedad de Sr. Javier Báez, con un área de 50,000 m², el cultivo que se encuentra es limón criollo. El sistema de riego existente no es automatizado, ni cuentan con una red sistematizada de riego, este lo realizan a mano por medio de regaderas portátiles o mangueras caseras.

En este documento se demostrará y justificará la relevancia del trabajo monográfico como un aporte tecnológico que se podrá aplicar en diferentes parcelas destinadas al cultivo ya que nuestro diseño se compondrá de elementos típicos tales como:

- Sistema de Bombeo para llenado y almacenamiento del agua.
- Sistema de almacenamiento y dosificación del fertilizante líquido.
- Sistema de control a través de PLC¹ para actuación de electroválvulas.
- Red de distribución de tuberías troncales y ramales para la descarga de agua por medio de goteros.

Este diseño ira a acompañado de esquemas de programación y simulación en herramientas de automatización para demostrar los diferentes escenarios en los que puede operar; modo automático, modo manual, restricciones por información recopilada de sensores de humedad, etc.

¹ Control lógico Programable

Índice

1. <i>Introducción</i>	8
2. <i>Objetivos</i>	9
2.1 Objetivo general:	9
2.2. Objetivos específicos:.....	9
3. <i>Justificación</i>	10
4. <i>Marco Teórico</i>	11
4.1. Concepto de riego	11
4.2. El sistema de riego por goteo	11
4.3. Características del riego por goteo	12
4.4. Componentes de un sistema de riego por goteo	13
4.5. Sistema de fertirriego.....	13
4.6. Sistema de riego automatizado con medición de variable.....	15
4.7. Ventajas del sistema del sistema de riego automatizado	16
4.8. Desventajas del sistema del sistema de riego automatizado	16
4.9. Elementos que conformaran el sistema de riego.....	16
4.10. Embalse o fuente de agua.....	17
4.11. Cabezal de riego.....	17
4.12. Depósito de fertilizante y Agua de riego	20
4.13. Red y emisores de riego.....	23
4.14. Mini PLC programable	23
4.15. Partes de un Mini PLC “LOGO” de Siemens	24
4.16. Interfaz LOGO TDE	25
4.17. IO-LINK.....	26
4.18. Master IOLINK.....	27
4.19. internet industrial de las cosas (IIoT)	29
4.20. El sensor de temperatura y Humedad PT100 (HMP45C).....	30
4.21. Sensor de nivel puntal embalse agua.....	31
4.22. Válvulas solenoides	32
4.23. Fuente de Poder de DC.....	34
4.24. Botonería y Lámparas de señalización.....	35

4.25. Relays y contactores	36
4.26. Protecciones eléctricas	38
4.27. Gabinete y canalización eléctrica	40
4.28. Funcionamiento del sistema	40
4.29. Interfaz de operador	40
4.30. Unidad de fuerza y proceso	42
4.31. Programación	42
5. <i>Diseño del sistema de control</i>	44
5.1. Descripción de la programación de mini PLC LOGO.....	49
6. <i>Análisis Económico</i>	54
6.1. Inversión Del Proyecto.....	55
6.2. Ingresos Del Proyecto	56
6.3. Costos Del Proyecto	56
6.4. Evaluación Del Proyecto.....	57
7. <i>Conclusiones y Recomendaciones</i>	59
7.1. Conclusiones	59
7.2. Recomendaciones	60
8. <i>Bibliografía</i>	61
9. <i>Anexos</i>	63

1. Introducción

Nicaragua es un país altamente productivo, los efectos del cambio climático impactan fuertemente a los agricultores cada año, las consecuencias del corredor seco nicaragüense puede provocan periodos lluvioso muy erráticos con épocas que presentan exceso de humedad o periodos prolongados de sequía, disminuyendo significativamente la producción y el rendimiento de los agricultores y en mayor parte afectando la vida de los pequeños agricultores.

La agricultura contribuye al cambio climático y se ve afectada por el mismo. Podríamos decir que el uso irracional del agua y la no implementación de un modelo de ingeniería para la siembra y cosecha, son las principales causas que contribuyen al cambio climático.

Una buena gestión del recurso hídrico en todas las escalas, es por medio de la implementación de tecnologías que automaticen y administren de manera correcta el consumo de agua y el adicionamiento de nutrientes necesarios para las plantas

En la etapa inicial del trabajo lo que haremos es identificar los horarios adecuados para activar el sistema de riego y evaluar la cantidad de agua requerida durante las diferentes épocas del año. Con la elaboración del diseño se pretende automatizar los procesos de la plantación y cultivo mediante la utilización de un PLC, quien será el cerebro que comandará todo el sistema. Este sistema estará compuesto por sensores que captarán la información del entorno (temperatura y humedad suelo) y la transferirán al equipo el cual actuará en función a los datos recopilados por dichos sensores, ya sea para el encendido de bomba de llenado del tanque de almacenamiento de agua o apertura de válvulas electrónicas para riego en las zonas de cultivo a la hora o secuencia establecida.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general:

- Elaborar el diseño de un sistema de riego automatizado considerando la medición de variables ambientales, asistido por un Control Lógico Programable (PLC).

2.2. Objetivos específicos:

- Determinar todos los elementos que se requerirán para un sistema de riego automatizado utilizando Logo PLC.
- Optimizar el consumo de agua a través del monitoreo de variables ambientales (humedad relativa y temperatura) utilizando sensores que recopilen la información del entorno.
- Proponer un equipo que permita la integración de IIOT (Industrial internet of Things) para análisis en tiempo real de las entradas (Sensores) remotamente desde la nube.
- Evaluar la rentabilidad del proyecto tomando como ejemplo un cultivo específico, para calcular la relación costo beneficios y periodo de recuperación de inversión. mediante indicadores económicos VAN y TIR, B/C

3. Justificación

Nicaragua posee una alta oferta de recursos naturales, el 83% de las fincas tiene fuentes de agua al alcance que pueden ser aprovechadas para la irrigación de cultivos. La producción se duplicaría en las áreas agrícolas con irrigación y se reducirían los riesgos del crédito.

Según el Ministerio de Agricultura (MAG) en el país se irriga aproximadamente el 8% (130,000.00 Manzanas) del área total cultivada, principalmente para los cultivos de caña de azúcar y arroz, en el Pacífico y en menor medida, hortalizas, tabaco y granos básicos en la región central. Sin embargo, no existe automatización de los procesos.

En Nicaragua, los productores cada día toman mayor conciencia sobre la relevancia que tiene en sus cultivos el uso racional del agua de riego. Regar sus cultivos de forma correcta puede generarles cosechas de mejor calidad, aumentar sus ingresos y además aportar considerablemente al medio ambiente con un ahorro de agua considerable, sabiendo que este es un recurso que con el paso del tiempo se vuelve cada vez más escaso.

El riego por goteo o riego gota a gota es un método de irrigación que permite una óptima aplicación de agua y abonos en los sistemas agrícolas de las zonas áridas. El agua aplicada se infiltra en el suelo irrigando directamente la zona de influencia radicular a través de un sistema de tuberías y emisores. Este sistema de control permitirá la manipulación manual, programación de horarios y también modo automático en vista de las variables ambientales medidas. Se disminuye el error humano y el desfase de las técnicas clásicas que rigen horarios estrictos para aplicación de nutrientes e hidratación en las plantas.

Se puede utilizar en todos los cultivos en hilera, es apropiado para cultivos de hortalizas y frutales. Conociendo las variables de humedad y temperatura del cultivo por medio de sensores que retroalimentarán las señales de entrada del Logo PLC para ser procesados y en vista de los valores, se obtendrán los momentos idóneos para la aplicación de nutrientes e hidratación de los cultivos.

4. Marco Teórico

En este capítulo hablaremos del concepto de riego, así mismo se elige el tipo de riego por goteo ya que demuestra ser más efectivo en cuanto al ahorro del vital líquido. También mencionaremos los elementos que conformaran el sistema de riego automatizado que permitirá el ahorro energético y brindara mejores resultados en la producción de los cultivos.

4.1. Concepto de riego

El riego es el procedimiento mediante el cual se aporta agua a los cultivos por medio del suelo con el fin de satisfacer las necesidades hídricas de las plantas. Hoy en día el agua es un bien preciado y escaso en muchas zonas, por lo que su optimización debería ser una de las principales preocupaciones a la hora de decidir entre los diferentes sistemas de riego. (Israelsen & Hansen , 1985).

4.2. El sistema de riego por goteo

El riego por goteo es uno de los sistemas más eficientes en la actualidad, el suministro de agua es constante y uniforme, gota a gota, que permite mantener el agua de la zona radicular en condiciones de baja tensión. El agua aplicada por los goteros forma un humedecimiento en forma de cebolla en el interior del suelo, al que comúnmente se le denomina "bulbo húmedo". Este bulbo normalmente alcanza su máximo diámetro a una profundidad de 30 cm aproximadamente y su forma está condicionada fuertemente por las características del suelo, en particular la textura. Un sistema de riego por goteo logra eficiencias del 90-95 % en el empleo del agua y de los fertilizantes, mientras que con un sistema por gravedad la eficiencia es del orden de 55-60 %. El riego por goteo difiere mucho de los otros sistemas de riego, por lo que se debe administrar correctamente para aprovechar al máximo sus beneficios y evitar problemas. A continuación, se enlistan las principales ventajas del sistema, así como sus desventajas. (INTAGRI, 2015)



Figura 1: Riego por goteo. Fuente: (irritec, 2022)

4.3. Características del riego por goteo

El sistema de riego por goteo se caracteriza principalmente por:

- Menor volumen de agua en comparación al riego por aspersión.
- Costos de energía más bajos en el bombeo.
- Altos niveles de eficiencia en el uso del agua.
- Bajos costos laborales y de operación y amplia automatización.
- Mejor control de malezas.
- Eficiencia en la aplicación de fertilizantes mediante el sistema de goteo.
- La filtración del agua es necesaria en ocasiones para evitar la obstrucción de los pequeños orificios de los emisores. (Valdivielso, 2016)

4.4. Componentes de un sistema de riego por goteo

Un sistema de riego por goteo contiene seis componentes principales:

- Sistema de entrega o de distribución: contiene, a su vez, cuatro componentes que son el distribuidor de la línea principal del campo, los cabezales, las líneas de goteo y los conectores de las líneas de goteo a los cabezales.
- Filtros: es el componente que sirve para la limpieza del agua de riego por goteo. Se utilizan separadores de arena, filtros de malla y filtros de disco.
- Reguladores de presión: reducen la presión del colector del agua a la presión de funcionamiento de las líneas de goteo.
- Válvulas y medidores: es el componente que sirve para abrir y cerrar zonas de cultivo. El medidor sirve para medir la cantidad de agua en uso y el flujo del agua en el sistema de riego.
- Inyectores químicos: donde se produce la quimigación o la inyección de fertilizantes, pesticidas y agentes para evitar la obstrucción del sistema.
- Controladores del sistema de riego por goteo. (Valdivielso, 2016)

4.5. Sistema de fertirriego

La Fertirrigación es una práctica imprescindible cuando se riega de manera localizada. Consiste en la distribución del fertilizante a través del agua de riego. Es una práctica bastante sencilla y usual en riego localizado para aportar al cultivo los elementos nutritivos necesarios para un desarrollo adecuado.

Lo más usual es que los elementos del sistema de fertirriego se instalen en el cabezal. Sin embargo, en determinadas ocasiones se colocan en cabecera de cada unidad de riego si el sistema riega diferentes cultivos con distintas necesidades de abonado. Es

indispensable que el equipo de fertirriego se instale después del sistema de filtrado basto (hidrociclón o arena) y antes de la unidad de filtro de malla o anillas.

Los equipos de Fertirrigación más usados son:

- Tanques de fertilización: son depósitos conectados en paralelo a la red de distribución. El fertilizante se incorpora al agua por diferencia de presión entre la salida y la entrada.
- Inyectores tipo Venturi: consisten en un tubo conectado en paralelo a la tubería principal con un estrechamiento donde se produce una succión que hace que el fertilizante pase a la red.
- Inyectores: son dispositivos que introducen la solución contenida en un depósito accionando una bomba eléctrica o hidráulica. (Fernández Gomez, 2010)

Los principales elementos nutritivos, necesarios para el desarrollo de las plantas, se pueden englobar en tres grupos:

- Macroelementos o elementos principales: Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K).
- Elementos secundarios: Azufre (S), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg).
- Microelementos: Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Cinc (Zn), Cobre (Cu), Boro (B), Molibdeno (Mo).

Las necesidades de uno u otro elemento, están en función del tipo de planta y estado de desarrollo, pero en general necesitan mayor cantidad de macroelementos que de elementos secundarios y microelementos. No obstante, en la aplicación del riego localizado es sumamente importante el aporte regular de todos los nutrientes necesarios, por desarrollarse la planta en menos volumen de suelo y estar sometido éste a lavado continuo. (Fernández Gomez, 2010)

4.6. Sistema de riego automatizado con medición de variable

La integración del control electrónico a los procesos productivos tales como los agrícolas, ha permitido que estos aumenten su eficiencia respecto al tiempo de entrega y calidad del producto final.

Una parte crítica para la producción agrícola es el riego de las plantas, que producirán el producto final. Este proceso utiliza varias materias primas que deben de administrarse de forma adecuada para que las plantas crezcan sanas, entre ellas el agua y nutrientes (orgánicos o químicos).

El riego con control electrónico utiliza sensores específicos para determinar la humedad del suelo y garantizar el suministro eficiente de agua según la cosecha, niveles de tanques de reserva de agua, nivel de tanques de nutrientes, sistema de bombeo de agua y válvulas para el corte de agua según la programación del controlador automático. Este último, tiene la capacidad de registrar todo el proceso si las condiciones y valores son óptimos para el riego.



Figura 2: Monitoreo de Variables Ambientales.
Fuente: (maher electronica, 2022)

Según la complejidad del cultivo, se pueden agregar más elementos y sistemas para garantizar la precisión riego como la utilización de estaciones climatológicas o ya sea sistemas con conectividad a la nube para almacenamiento de históricos o la implementación de aplicaciones para el manejo a distancia.

4.7. Ventajas del sistema del sistema de riego automatizado

Contar con un sistema de riego automatizado trae muchas ventajas para los productores y dueños de fincas, entre las principales ventajas se encuentran:

- Ahorro de agua
- Ahorro de energía eléctrica
- Ahorro en pagos de mano de obra
- Optimización de tiempo
- Mayor control y ajustes en los sistemas de riego
- Mejora en las cosechas
- Equipos versátiles, adaptables a cualquier terreno

4.8. Desventajas del sistema del sistema de riego automatizado

- Alto costo de inversión inicial
- Capacitación al personal

4.9. Elementos que conformaran el sistema de riego

Para el regadío de plantas existen diversos métodos, pero uno de los más eficientes para cultivos de poca densidad y alto valor es el método de riego por goteo; donde el suministro de agua es constante y uniforme.

Los componentes principales de un sistema de riego agrícola por goteo son los siguientes:

4.10. Embalse o fuente de agua

Su función es la de reserva de agua y garantizar su disponibilidad para el suministro del riego, así como guardar esta cuando se riega por turnos. En este caso consideraremos agua subterránea captada por absorción de pozo artesanal con capacidad aproximada de 430 GPM.



Figura 3: Pozo de Agua típico. Fuente: (SONDAGUA, 2021)

4.11. Cabezal de riego

Básicamente un cabezal de riego consta de equipo de bombeo, equipo de filtrado y equipo abonado, se podría decir que es el cerebro de un sistema de riego.

Actualmente existe gran variedad de bombas utilizadas para dotar al agua de la energía necesaria para ser impulsada y llegar hasta su destino. Las que se utilizan más comúnmente en agricultura son las denominadas turbomáquinas, en las que se produce un aumento de la velocidad del agua provocada por el movimiento giratorio de un elemento denominado rodete o impulsor, formado por palas.

Si el agua entra en el rodete por el centro y es impulsada en la dirección radial debido a la fuerza centrífuga, la bomba se denomina centrífuga, mientras que si entra por el centro del rodete y la impulsa en la misma dirección que trae en la aspiración, se denomina axial. (Fernández Gomez, 2010)

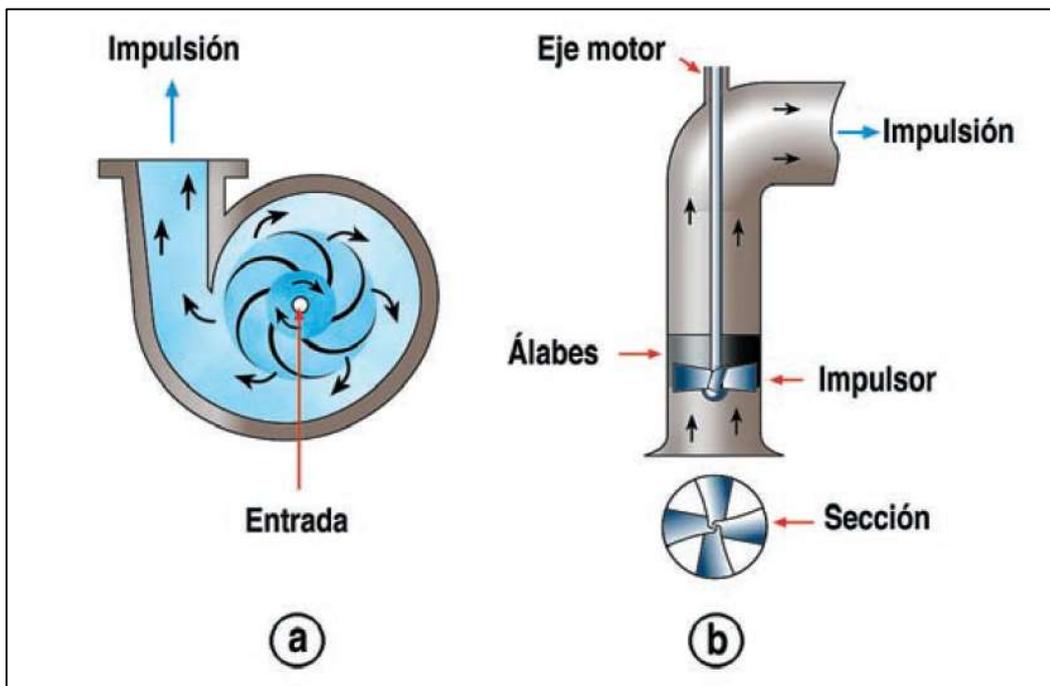


Figura 4: Esquema de funcionamiento de una bomba a) centrífuga b) axial.
Fuente: (Fernández Gomez, 2010)

Bombas sumergibles: son bombas centrífugas. La bomba y el motor se encuentran ensambladas entre sí y son sumergidas en agua. Esto le da a la bomba una tremenda ventaja sobre cualquier otra bomba centrífuga. La mayoría de su energía es utilizada para “impulsar” el agua en lugar de enfrentarse a la gravedad y presión atmosférica para arrastrar agua hacia ella. La bomba sumergible consiste en varios impulsores compactos que también son llamados etapas. El número de etapas en cualquier bomba depende de qué tanto se requiere levantar agua y cuánta presión es requerida. El motor sumergible es a prueba de agua y está ensamblado a la bomba justo debajo de la rejilla de succión. (Franklin Electric, 2022)



Figura 5: Bomba Sumergible
Fuente: (Franklin Electric, 2022)



Figura 6: Bomba Dosificadora 1/2 HP
tipo Pistón, marca DOSTEC
Fuente: (ITC , 2022)

Bomba Dosificadora Pistón DOSTEC-40P 200L/H; Estas bombas dosificadoras ITC son bombas de pistón diseñadas para usos industriales y agrícolas en los que se precisa dosificar gran variedad de líquidos con una alta precisión. La bomba debe estar conectada a la red eléctrica mediante el cable de alimentación.

En un mismo dosificador se pueden acoplar hasta cuatro módulos de inyección para la dosificación de distintos productos o para incrementar el caudal de inyección. Esta bomba dosificadora se utilizaría para la dosificación exacta de abono y fertilizante. (ITC , 2022)

En nuestro caso, el control para **inyección del fertilizante a la red** de agua será de manera automática, pero la realización o dosificación del fertilizante la realizará directamente el operario a través de un control de encendido, para activar el agitador el cual se encontrará dentro del tanque de 600Lts. Esto es porque la aplicación del fertilizante en los cultivos de cítricos se realiza 2 o 3 veces al año.

4.12. Depósito de fertilizante y Agua de riego

Se dispondrá de un recipiente plástico de 600Lts para contener fertilizante necesario para el crecimiento óptimo de las plantas. Este tanque llevara en su salida una tubería, que, mediante la bomba dosificadora, llevara el fertilizante en porciones al suministro de agua.



Figura 7: Tanque Plastico 600 Lts para Almacenar Fertilizante.
Fuente: (Rotoplas, 2022),



Figura 8: Tanque Plastico 2,500 Lts para Almacenar Agua de Riego
Fuente: (Rotoplas, 2022)

En la parte superior del tanque para fertilizante, se instalaría un agitador, el cual permitiría la mezcla homogénea de los diferentes ingredientes; una vez estos se depositen manualmente cuando sea necesario.

Los agitadores de flujo axial: son aquellos que generan corrientes paralelas al eje del agitador. En este tipo de agitadores los impulsores más usuales son las hélices marinas (VHS y VHD), las hélices de perfil alabeado (VPP, VPT, VPS) y las turbinas de palas planas inclinadas (VTS, VTG). (FluidMix, 2021)

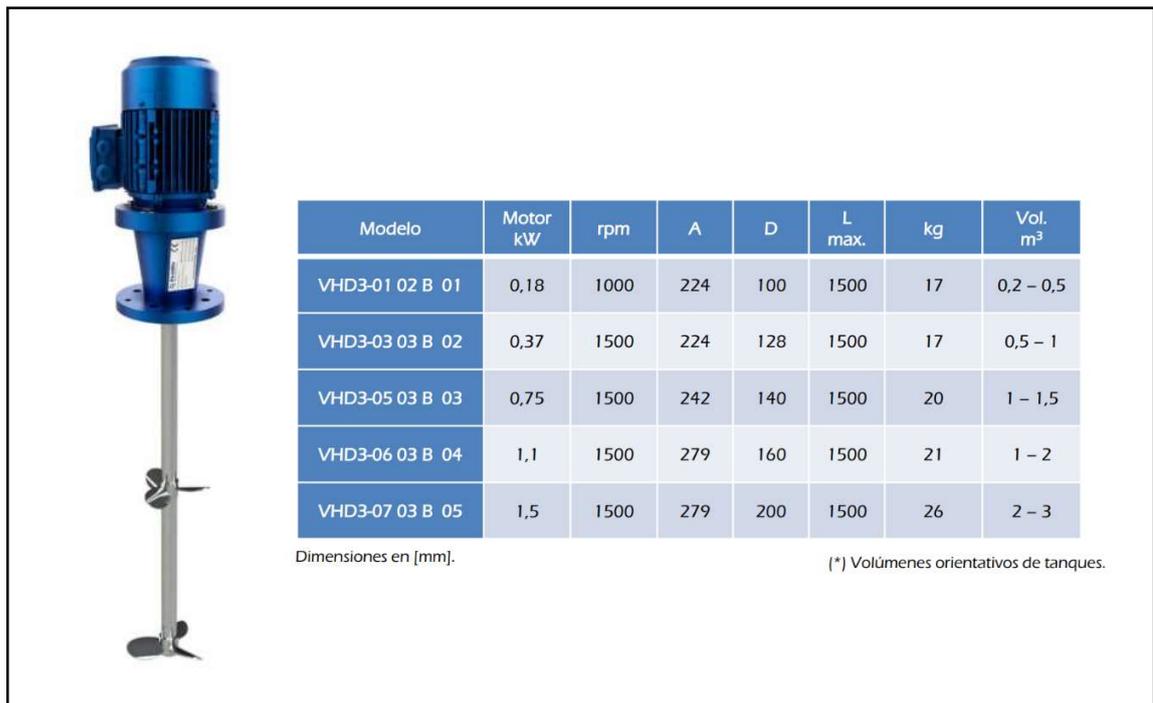


Figura 9: Agitador Axial Mod. VHD3-03-03-B-02, 0.37KW
Fuente: (FluidMix, 2021)

También se dispondrá de un tanque plástico con capacidad de 2,500Lts el cual estará montado sobre estructura metálica de 4mts de altura con el fin de que el agua se deslice en las tuberías por gravedad hacia las diferentes áreas del cultivo. Este tanque tendrá instalado internamente sensores de nivel para el constante relleno de agua cuando lo amerite.

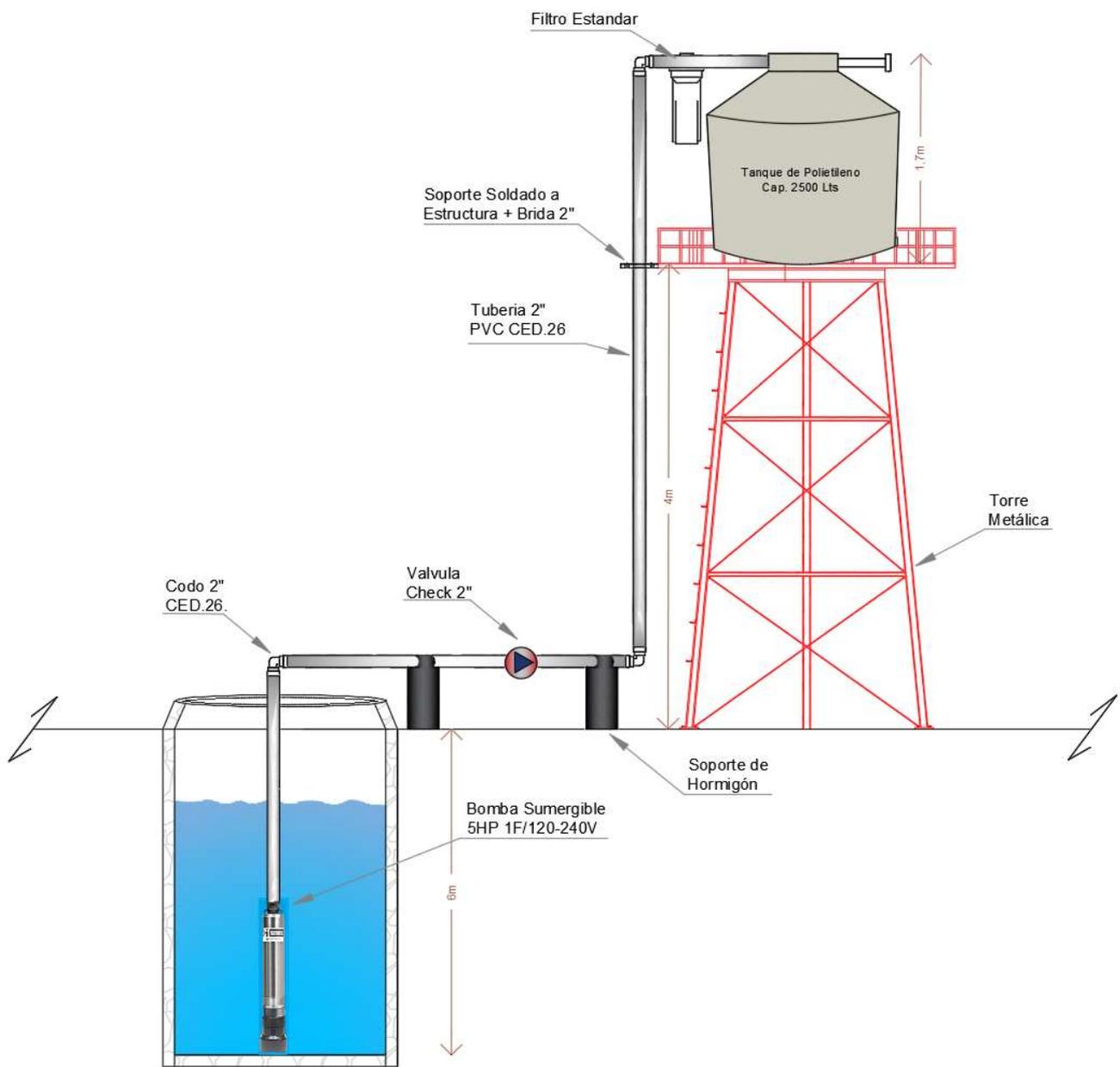


Figura 10: Esquema de llenado de tanque de agua usando bomba sumergible.
Fuente: Propia

4.13. Red y emisores de riego

Es el sistema de tuberías (material PVC o PE) que permite el transporte del agua de riego (y el abono en el caso del fertirriego) desde el cabezal hasta los emisores de riego (tipo gotero) colocados junto a las plantas.



Figura 11: Elementos de un-Sistema de riego por goteo. Fuente: (Ludo Garden, 2022)

4.14. Mini PLC programable

Es un Relé Programable o Pequeño PLC con un gran rendimiento para tareas de control de procesos. Su correcta operación, dependerá de la lógica del programa que se “descargue” en el mismo desde una PC.

Dentro de los Mini PLC programables con buenas prestaciones se encuentra el LOGO versión 8 de la marca SIEMENS. Este posee un display configurable en tres colores, protección IP20 y según el modelo, alimentación AC o DC. (Electrical Chile, 2020)



Figura 12: Relé Programable Logo 8 y sus partes. Fuente: (Electrical Chile, 2020)

El módulo cabecero, permite 8 entradas digitales, donde cuatro de ellas son aptas para uso 10v analógico (ejemplos sensores de humedad con salida normalizada de 0-10v). Adicional, se puede integrar con módulos de expansión de entradas y salidas de tipo digital o analógico.

Posee una interfaz Ethernet, mediante la cual se puede programar o integrar con otros equipos a través de protocolo de comunicación MODBUS TCP/IP. Las aplicaciones integradas del servidor web permiten el monitoreo inalámbrico y control a través de smartphone, Tablet o PC. Además, las páginas web definidas por el usuario se pueden almacenar como visualizaciones.

4.15. Partes de un Mini PLC “LOGO” de Siemens

- **Entrada Digital/Discreta (DI):** Es la conexión física y software en el PLC de todos los elementos de control como sensores, pulsadores, botoneras, límites de carrera, paradas de emergencia, se puede identificar en el superior del PLC desde **I1 a I8**.

- **Salida Digital/Discreta (DO):** Es la conexión física y software en el PLC de todos los elementos de accionamiento como contactores, relés de control, variadores de frecuencia, se puede identificar en inferior de PLC de **Q1 a Q4**
- **CPU de PLC:** La CPU es el computador que controla todos los procesos del PLC, un PLC se compone de 1 CPU y módulos que van agregando robustez al PLC, se identifica dónde está el Puerto de Comunicación (en este caso el Logo Puerto Ethernet RJ45).
- **Módulos RTD:** Son módulos de expansión que usan mayormente todos los PLCs y están destinados exclusivamente para la mejor medición de Temperatura, conocidos como Módulos RTD o Módulos PT100 (popular).
- **Termocuplas o PT100:** También llamado Termopar, son Sensores especiales diseñados con 2 materiales diferentes en sus extremos que aplicando Temperatura crea pequeños voltajes que son escalados de forma fácil en un PLC, es el sensor de temperatura industrialmente más confiable y robusto, cabe recordar que no es fácil someter un Sensor a muy altas temperaturas. (Electrical Chile, 2020)

Debido a los altos costos que representa añadir estos módulos, adicional a la cantidad de cables y espacio necesario en los tableros, han surgido tecnologías como IOLINK, la cual permite abaratar los costes de diseño, disminuir los errores y los tiempos de instalación y puesta en marcha.

4.16. Interfaz LOGO TDE

Es una pantalla de operador básica que permite mostrar e ingresar parámetros del sistema de control. Tiene una alimentación de 24 Vdc y cuenta con 2 puertos Ethernet.

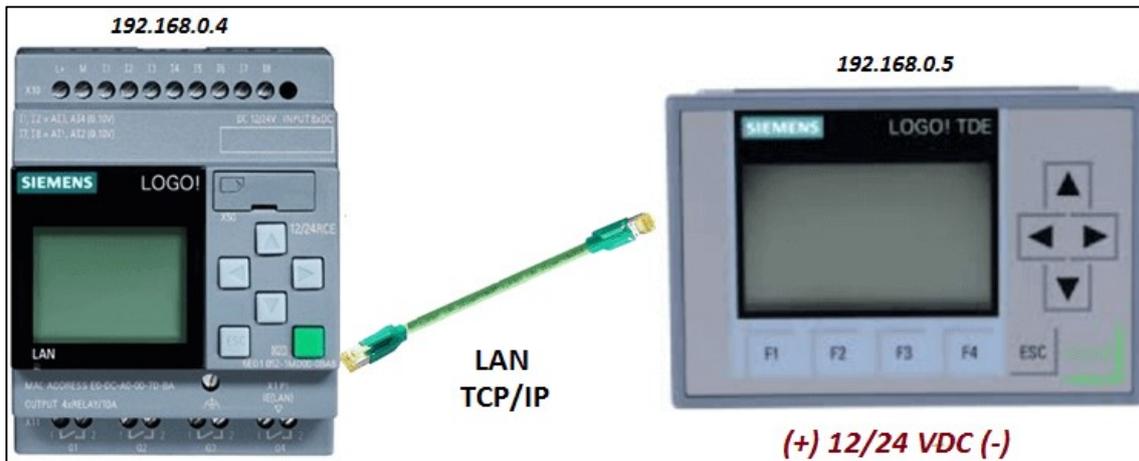


Figura 13: Interfaz Logo TDE. Fuente: (Electrical Chile, 2020)

Permite el ingreso de multi caracteres, status de entradas/salidas, grafica de barras porcentual. Dispone de tres colores parametrizables según el programa lógico del PLC LOGO: rojo, ámbar y blanco.

La programación no es necesaria, únicamente en el PLC logo se selecciona dónde debe de mostrarse la información, ya sea en la pantalla integrada del controlador o en la TDE. De manera automática el controlador reconocerá la pantalla si el cable Ethernet está conectado de manera correcta. (Electrical Chile, 2020)

4.17. IO-LINK

IO-Link es un protocolo de comunicaciones en serie alámbrico (o inalámbrico) punto a punto digital que usa el omnipresente cable de tres hilos para las conexiones de sensores y actuadores. También se usa para los dispositivos que necesitan alimentación adicional, ya que incluye la interfaz estándar de cinco hilos

La diferencia clave entre la E/S convencional e IO-Link radica en que IO-Link puede transmitir cuatro clases principales de datos:

- Datos de procesos: Los datos de procesos incluyen valores analógicos y estados de conmutación y se envían cíclicamente; es decir, cada ciclo de comunicación.
- Estado del valor: Cada puerto tiene un estado de valor (PortQualifier). El estado del valor indica si los datos de procesos son válidos o no. El estado del valor se puede transmitir cíclicamente con los datos de procesos.
- Datos del dispositivo: Estos pueden ser parámetros, datos de identificación e información de diagnóstico. Se intercambian cíclicamente y a petición de la unidad principal IO-Link. Los datos del dispositivo se pueden escribir y también leer desde el dispositivo.
- Eventos: Los eventos son acíclicos y pueden ser mensajes de error (p. ej., cortocircuito) o advertencias o datos de mantenimiento (p. ej., suciedad, sobrecalentamiento). (Taranovich, 2020)

4.18. Master IOLINK

Es un dispositivo que campo que permite conectar varios tipos de sensores bajo el protocolo IOLINK y llevar las variables a través de un bus de campo (PROFINET, MODBUS TCP/IP, ETHERCAT, etc.). (PROCESS INDUSTRY, 2022)

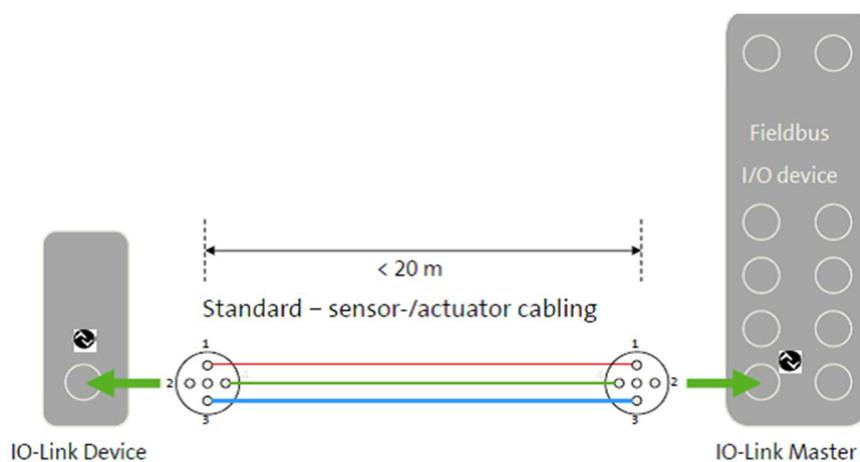


Figura 14: Conexión Dispositivo con Master IO-Link. Fuente: (PROCESS INDUSTRY, 2022)

Según el modelo, puede conectarse a la nube u otras funciones del mundo IOT, sin necesidad de pasar por el controlador.

La conexión física es mediante conectores normalizados M12 y alimentación 24 VDC.

El montaje de este master puede ser a intemperie. Se debe de considerar en la selección el grado de protección, ambiente y normativas que exige la instalación.

Para el riego, se estaría utilizando el modelo (sugerido) IOlink de AL1342 de *ifm electronic*. El cual tiene grado de protección IP67, 8 puertos y conexión Modbus TCP/IP.

Los sensores estarían conectados a un convertidor análogo a IOLINK, lo cual nos permitirá captar sin ruidos y a menor coste los datos provenientes de estos. De un lado se conectaría la señal (4-20mA) y del otro lado saldría la señal IOLINK.

Con el master IO-Link AL1342 a través de sus puertos IOT y configurando en cualquier plataforma compatible con IOT (ejemplo; Smart-Konnect) podremos tener acceso a nuestro Master IO-Link y analizar los elementos o sensores conectados a él.



Figura 15: Convertidor IO-Link - 0...10 V Mod.DP1223. Fuente: (ifm, 2022)



Figura 16: Maestro IO-Link con interfaz Modbus TCP Mod. AL1342. Fuente: (ifm, 2022)

4.19. Internet Industrial de las Cosas (IIoT)

Industrial IoT, o el internet industrial de las cosas (IIoT), es un elemento vital de Industria 4.0. IIoT aprovecha el poder de las máquinas inteligentes y el análisis en tiempo real para hacer un mejor uso de los datos que las máquinas industriales han estado produciendo durante años. El principal impulsor de IIoT son los dispositivos inteligentes, por dos razones. La primera es porque capturan y analizan datos en tiempo real, algo que los humanos no pueden. La segunda es porque comunican sus hallazgos de una manera simple y rápida, lo que permite tomar decisiones comerciales más rápidas y precisas.



Figura 17: Áreas de la Industria 4.0 Fuente: (TIBCO, 2023)

IIoT se utiliza en una variedad de industrias, desde fabricación, logística, petróleo y gas, transporte, minería, aviación, energía y más. Su enfoque es optimizar las operaciones, particularmente la automatización de procesos y mantenimiento. Las capacidades de IIoT mejoran el rendimiento de los activos y administran mejor el mantenimiento. A largo plazo, mueve a la industria hacia un modelo de servicio de demanda, aumenta la intimidad con el cliente y crea nuevas fuentes de ingresos, todo lo cual contribuye a la transformación digital de las industrias. (TIBCO, 2023)

4.20. El sensor de temperatura y Humedad PT100 (HMP45C)

La medida de la temperatura se realiza con un sensor de temperatura Pt100, basada en la variación de la resistencia del Platino con la temperatura. La humedad relativa se mide mediante un dispositivo capacitivo de estado-sólido (sensor HUMICAP 180, polímero plástico que tiende a absorber humedad), el cual varía sus características eléctricas respondiendo a variaciones de humedad, de tal manera que al absorber humedad disminuye la capacidad.

Los cambios de humedad son detectados, linealizados y amplificados por un circuito electrónico situado en la sonda, que, además, compensa la HR con la temperatura.



Figura 18: Sonda Vaisala HMP45C. Fuente: (SiAR, 2021)

Como accesorio lleva un protector para radiación no aspirado modelo URS1. Este dispositivo de apantallamiento múltiple protege al sensor de temperatura de la radiación directa y difusa, ya que, si ésta incidiese directamente sobre él, se registrarían medidas muy superiores a la realidad. Su efecto sobre el sensor de Humedad Relativa es el de evitar el rocío, la condensación o la lluvia, eliminando el efecto de histéresis que se produciría. Su diseño es tal que permite la ventilación natural y facilita el acceso al sensor para su montaje y desmontaje. (SiAR, 2021)

La salida de este equipo será llevada en IOLINK mediante el convertidor DP1213 para asegurar una señal íntegra y a bajo coste en cableado y módulos.

Variable meteorológica	Rango de señal	Rango medida	Precisión	Sensor
Temperatura	0 - 1V	-40 °C - +60 °C	± 0,2 °C	Pt 1000
Humedad relativa	0 - 1V	0,8% - 100%	± 2% Rango de 0-90 % ± 3% Rango de 90-100%	HUMICAP 180

4.21. Sensor de nivel puntal embalse agua

Este dispositivo, mediante la lógica de programación del Mini PLC, permitirá determinar si el embalse deberá de llenarse o no. Para esta situación, utilizaría el sensor modelo LMC500 de ifm. El equipo funciona según el procedimiento de espectroscopia de impedancia. Examina las características eléctricas de los fluidos que se van a controlar en un rango de frecuencia entre 50 y 200 MHz. (ifm, 2022)

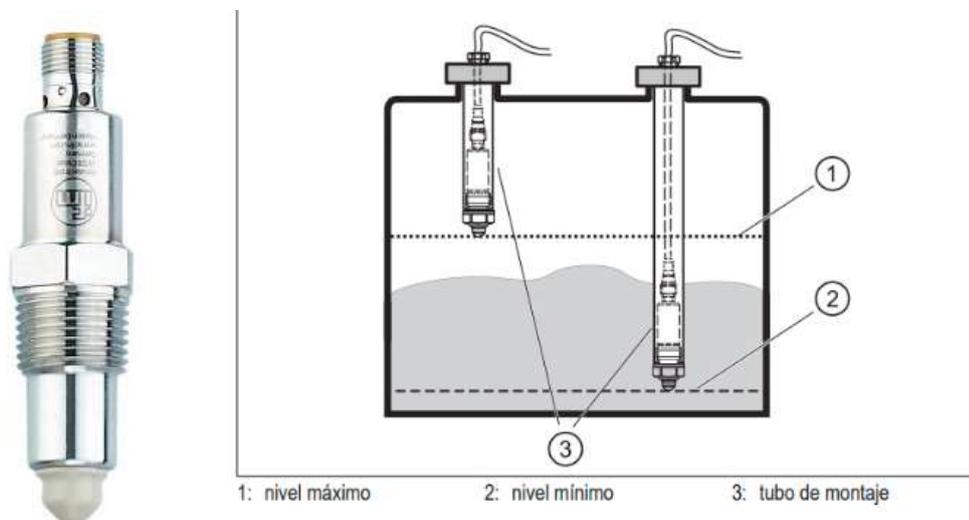


Figura 19: Sensor para detección de nivel Mod. LCM500. Fuente: (ifm, 2022)

Desde la punta de la sonda se forma un campo eléctrico que se ve influido por el nivel. El tipo de fluido, así como las adherencias o la espuma, poseen diversas características eléctricas que se utilizan para la evaluación.

Se utilizarán dos sensores, uno que determine el nivel alto y otro el bajo. La instalación puede realizarse sin necesidad de perforar el tanque. Para ello, deberá de utilizarse una varilla que permita introducir el sensor y proteger el cableado del mismo; dejando expuesto únicamente la punta de medición.

El sensor ya lleva integrado el protocolo IOLINK, no será necesario la utilización de convertidor; de manera que este se conectará fácilmente al módulo master IOLINK.

4.22. Válvulas solenoides

La válvula de solenoide o electroválvula es un dispositivo para controlar el flujo de un fluido a su paso por una tubería. Consiste en dos partes básicas, el solenoide y la válvula. El solenoide es una bobina que convierte la energía eléctrica en energía mecánica para accionar, normalmente, la válvula desde la posición cerrada a la abierta, es decir, en ausencia de alimentación eléctrica la válvula está cerrada mediante un muelle y, al excitar el solenoide, se abre (acción directa) por atracción del émbolo unido al obturador. La válvula también puede ser normalmente abierta (acción inversa), es decir que pasa a la posición de abierta, mediante un muelle, ante el fallo de la alimentación eléctrica. Para una máxima seguridad, la válvula de solenoide está continuamente excitada; de este modo, si falla la corriente, la válvula de control pasa a la posición de seguridad. (Creus, 2010)

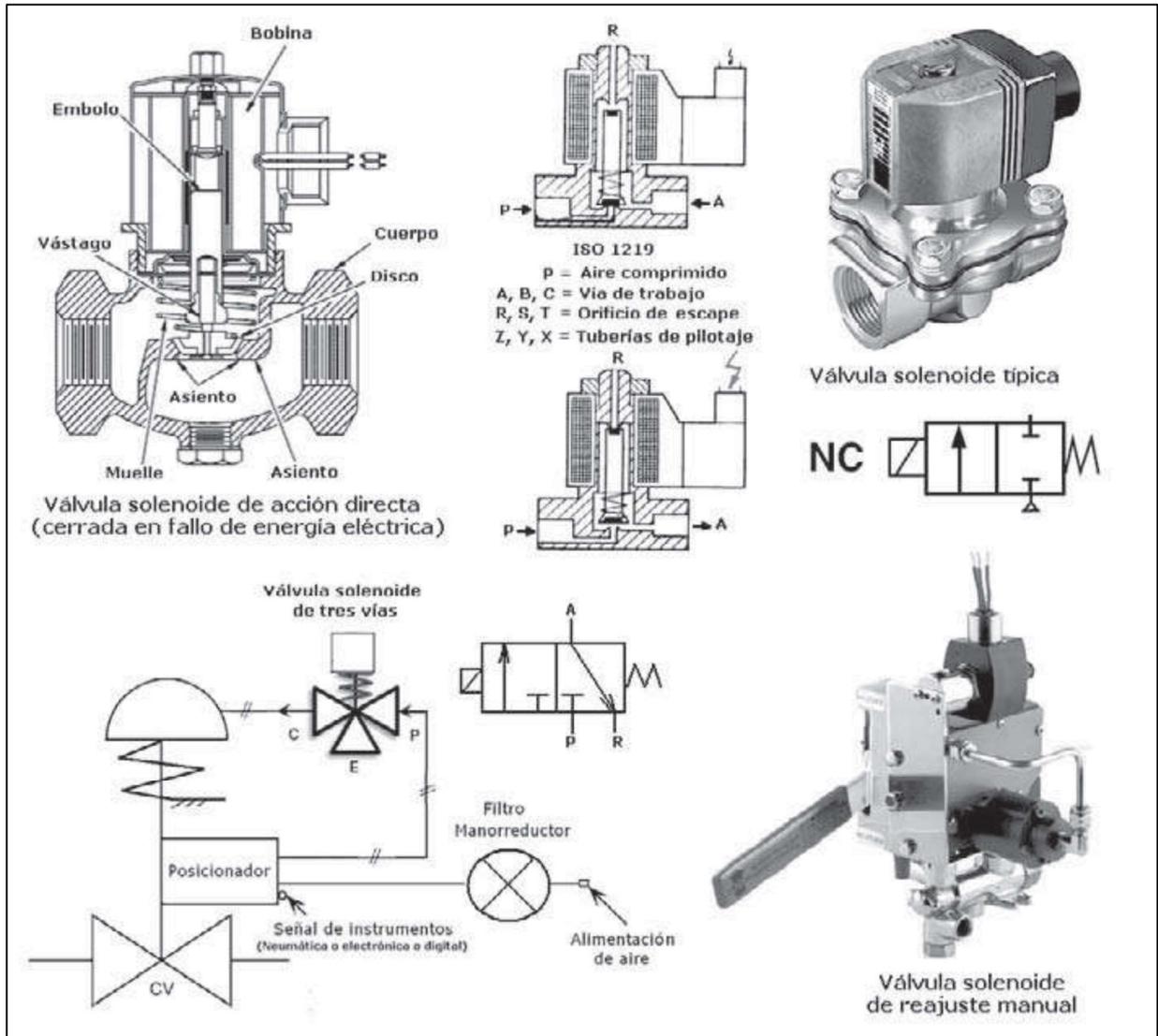


Figura 20: Tipos de válvulas de solenoide. Fuente: (Creus, 2010)

En este caso, se utilizará 01 válvula solenoides de 2 pulgadas de diámetro en 120VAC para el control del flujo del agua en línea troncal y 04 válvulas de 1 pulgadas en 120VAC para controlar cada área de cultivo.

4.23. Fuente de Poder de DC

En general, una fuente de poder DC es un dispositivo que permite suministrar una tensión adecuada en DC a los dispositivos electrónicos de un sistema de control para que estos operen correctamente. También, se utiliza mayormente la tensión DC porque la mayoría de equipos actuales operan a esa tensión y para protección del operador y/o eléctricos que intervenga el sistema de control.



Figura 21: Fuente de Poder montaje en riel DIN
120VAC / 24VDC, 5Amp. Fuente: (DMU Energy, 2022)

La tensión DC se origina por la conversión de una entrada de tensión en AC. Para automatización y control, un valor de 24 VDC ha sido normado para que todos los dispositivos operen; respetando la sumatoria de corrientes como resultado de la operación de cada equipo. En este caso se estará utilizando una fuente de poder con entrada 120/240 VAC y salida 24 VDC 5 A, 120 W. Montaje riel DIN. UL 508, EN61000-6-2, EN50082-2, TUV EN 60950-1.

4.24. Botonería y Lámparas de señalización

Entendemos por elementos de control y señalización (funcionamiento), aquellos aparatos tales como botones: Luces piloto, pulsadores, selectores, etc., incluidos dentro del circuito de mando de las maquinas-herramientas que permiten su control mediante accionamiento manual, estos órganos de mando deben ser fácilmente accesibles y situados cerca del operador de la máquina.

Los elementos de puesta en marcha (arranque) deben concebirse de forma tal que eviten el peligro de una maniobra (accionamiento) involuntario. En cuanto a la protección de los mismos se deben tomar todas las precauciones necesarias para evitar su deterioro, penetración de polvos, aceites y chorros de agua, los cuales puedan impedir su normal funcionamiento. (Gonzaga & Rodriguez Cia. Ltda, 2022)



Figura 22: Elementos de control y señalización
Fuente: (Gonzaga & Rodriguez Cia. Ltda, 2022)

En la botonería, se utilizará un selector de apagado/encendido, uno de automático/manual, uno para marcha/paro en automático y los correspondientes a marcha/paro según sea bomba o válvula en modo manual.

Para indicar el status de cada elemento, sea válvula o bomba, se instalarían dos lámparas para cada uno; una roja y otra verde, las cuales indicarían si está en marcha o paro. De igual forma, 2 lámparas verdes donde indicara cada una modo manual o automático.

Existirá una lámpara azul que, si está encendida, indicará un funcionamiento óptimo de la alimentación eléctrica.

Se instalará una roja que indicará falla en caso de algún problema de tipo eléctrico. El diseño de los selectores, lámparas y botones es normalizado. Su diámetro es 22mm y estarán instalados en el gabinete de control. La alimentación de todos ellos será de 24 VDC.

4.25. Relays y contactores

El contactor, es un aparato de maniobra que interrumpe, establece y conduce la corriente en condiciones normales de funcionamiento. Los contactores no pueden abrir o cerrar el circuito en condiciones anormales de funcionamiento (cortocircuito). A diferencia de otros aparatos de maniobra, como los seccionadores o los interruptores, que tienen dos posiciones (abierta y cerrada) en las que pueden permanecer indefinidamente, el contactor sólo tiene una posición estable (generalmente la posición abierta) y únicamente cambia de posición tras el suministro de energía de una fuente externa (por ejemplo, a través de un relé). Si se corta el suministro de energía, el contactor vuelve a su posición estable.

La característica principal de los contactores es la capacidad de soportar un número elevado de maniobras de apertura y cierre del circuito eléctrico. Por tanto, se utilizan, generalmente, asociados a cargas (motores, lámparas y baterías de condensadores) y,

en algunos casos, asociados a interruptores para evitar su apertura en condiciones normales de funcionamiento. (Conejo Navarro, Arroyo Sánchez, & Milano, 2007)

Los elementos como lámparas de señalización y contactores, se habilitarán a través de los llamados relays. Que básicamente, servirán como intermediario entre las válvulas y bombas y el controlador PLC.

Se utilizarán los relays para proteger el mini PLC y demás elementos en caso de alguna falla de tipo eléctrica que pueda dañar de manera irreparable al PLC.

Los contactores garantizaran que las diferentes cargas se accionen sin necesidad de cambiar el voltaje. Por ejemplo, la bomba de dosificado de fertilizante es 240 VAC, monofásico, potencia 0.5HP y consume 2.2 Amperes, para ello utilizamos un contactor de 5 amperios en sus contactos y su bobina será de 24VDC. (Contactor Siemens Mod. 3RT2015-1BB41 + Relé de sobrecarga Mod. 3RU2116-1CB0).



Figura 23: Contactor (A) con relé de sobre carga (B)

Fuente: (Electric Automation Network, 2022)

Relé, es un aparato eléctrico que funciona como un interruptor, abriendo y cerrando el paso de la corriente eléctrica, pero accionado eléctricamente. El relé permite abrir o cerrar contactos mediante un electroimán, por eso también se llaman relés electromagnéticos o relevadores. (Area Tecnología , 2019)



Figura 24: Base y relé electromagnético 8 pines, bobina 24Vdc, 10Amp.

Fuente: (Weidmüller, 2022)

4.26. Protecciones eléctricas

Todos los equipos anteriormente mencionados, pueden sufrir daños de tipo eléctrico. Generalmente causados por ingreso de humedad en su circuitería, mala manipulación, suministro de tensión inadecuado o por efectos transitorios (rayos).

Para aplicaciones de riego, se propone protecciones contra transitorios y voltaje/corriente. Las protecciones de corriente para los equipos alimentados en AC y DC, se utilizarían Mini Circuit Breakers (MCB) para montaje en riel DIN; las capacidades dependerán de estos dependerán del cálculo de corriente.

Para transitorios se dispondrá de una unidad monofásica en la alimentación principal, clase II, y debidamente conectado a tierra física.

La protección contra sobre tensión o sub-tensión, se realizará mediante un relé de voltaje o relé asimétrico. Debidamente protegido contra corriente y conectado a la alimentación principal



Figura 25: (A) Supresor de picos 1F 120/240V Tipo 2, (B) Disyuntor contra sobretensiones 2P/30A
Fuente: (Eaton Mexico, 2022)



Figura 26: (A) Mini Circuit Breakers 2P/80A, (B) Interruptor 1P/10A.
Fuente: (Schneider Electric, 2022)

4.27. Gabinete y canalización eléctrica

Todos aquellos elementos como el PLC, protecciones eléctricas, relays, contactores, bornes de conexión, selectores, lámparas de señalización y cableado deberá contenerse en un gabinete. Este gabinete, tendrá medidas normalizadas y garantizará, según su grado de protección, mantener a los dispositivos resguardados ante manipulaciones y agentes externos que puedan dañarlos. En este caso se utilizará un gabinete plástico de 600x600x300mm IP65.

4.28. Funcionamiento del sistema

El sistema de riego automatizado permitirá una distribución eficiente de nutrientes y agua; así como también su disponibilidad. El sistema contará con elementos electrónicos y electromecánicos, cada uno de ellos seleccionados según las necesidades que el tipo de planta y extensión del área a irrigar.

El funcionamiento del sistema de riego automatizado dependerá básicamente de las siguientes partes:

1. Interfaz de operador
2. Unidad de fuerza y proceso

4.29. Interfaz de operador

Dispone de un selector de inicio para el encendido y apagado de todo el sistema de riego. Si el selector de inicio se deja en estado de ON, la pantalla TDE solicitará en que forma desea operar el sistema de riego: en automático o modo manual.

Si se selecciona el modo manual, se habilitará una lámpara verde indicará la habilitación de este estado y la pantalla TDE mostrará un mensaje que se trabajará en este modo.

Una vez seleccionado, se procede a encender mediante selectores la bomba de llenado de tanque, la bomba de agua, bomba dosificadora de abono y las diferentes electroválvulas.

Seleccionando el modo automático, una lámpara verde y la pantalla TDE indicaran la habilitación de este estado. Si el sensor de nivel puntual alto y bajo del tanque de reservorio de agua no detectan la presencia del fluido. Estos mandaran a arrancar la bomba de agua de llenado, una vez el agua llegue al sensor de nivel alto, la bomba se apagará y repetirá el ciclo si no hay presencia de agua. El usuario deberá de indicar en pantalla TDE, cuáles son los valores permisibles de humedad y temperatura.

	<p>ATENCIÓN:</p> <p>En modo manual, los equipos de fuerza pueden sufrir danos si no se habilitan en forma correcta.</p>
------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Los sensores de humedad y temperatura, envían señales de proceso al master IOLINK y este, los envía al controlador LOGO PLC mediante una interfaz Ethernet.

Si los valores medidos se encuentran fuera de los parámetros seleccionados, el sistema validara la existencia de agua en el tanque y si hay, habilitara la bomba de trasiego de agua. La activación de las electroválvulas dependerá de la zona que no cumpla con los valores.

Para el caso de la bomba de abono, se especificará un tiempo de activación y desactivación según la planta y las dimensiones del proyecto.

En la pantalla TDE se podrán monitorear los valores según la zona y de igual forma, que equipo este accionado o no.

4.30. Unidad de fuerza y proceso

Básicamente constituida por los elementos que estarán en contacto directo con el proceso: agua, fertilizante y los valores que facilite el terreno (humedad y temperatura).

La unidad de fuerza y proceso estará ligada eléctricamente a la interfaz de operador y según los datos que genere los sensores y la lógica del programa en el controlador PLC Logo, se habilitaran o deshabilitaran.

4.31. Programación

La versatilidad de los PLC, permite que múltiples proyectos de automatización y control puedan ser escalables e inclusive, integrarse a otras áreas tales como logística, administración, entre otras. Y esto es debido a su hardware y a su entorno de programación especializado.

En este proyecto, el controlador LOGO utilizado garantiza la edición de su programa; siempre y cuando se respete la lógica y que cumpla con los objetivos que el usuario quiera obtener.

LOGO 8 se programa bajo el entorno de programación LOGO SOFT CONFORT y utiliza dos tipos de lenguaje:

Bloque de funciones (FBD): es un lenguaje de programación orientado gráficamente. Funciona con una lista de redes en la que cada red contiene una estructura gráfica de cuadros y líneas de conexión que representa una expresión lógica o aritmética, la llamada de un bloque de funciones, un salto o una instrucción de retorno.

Escalera o Ladder: es un lenguaje de programación orientado a gráficos que se asemeja a la estructura de un circuito eléctrico. Fácil de interpretar y muy utilizado en la mayoría de controladores y proyectos.

Para nuestro proyecto, el lenguaje Ladder es óptimo para el desarrollo y ejecución del programa lógico; además de lo práctico que resulta para integrar el módulo master IOLINK que utiliza Modbus TCP/IP.

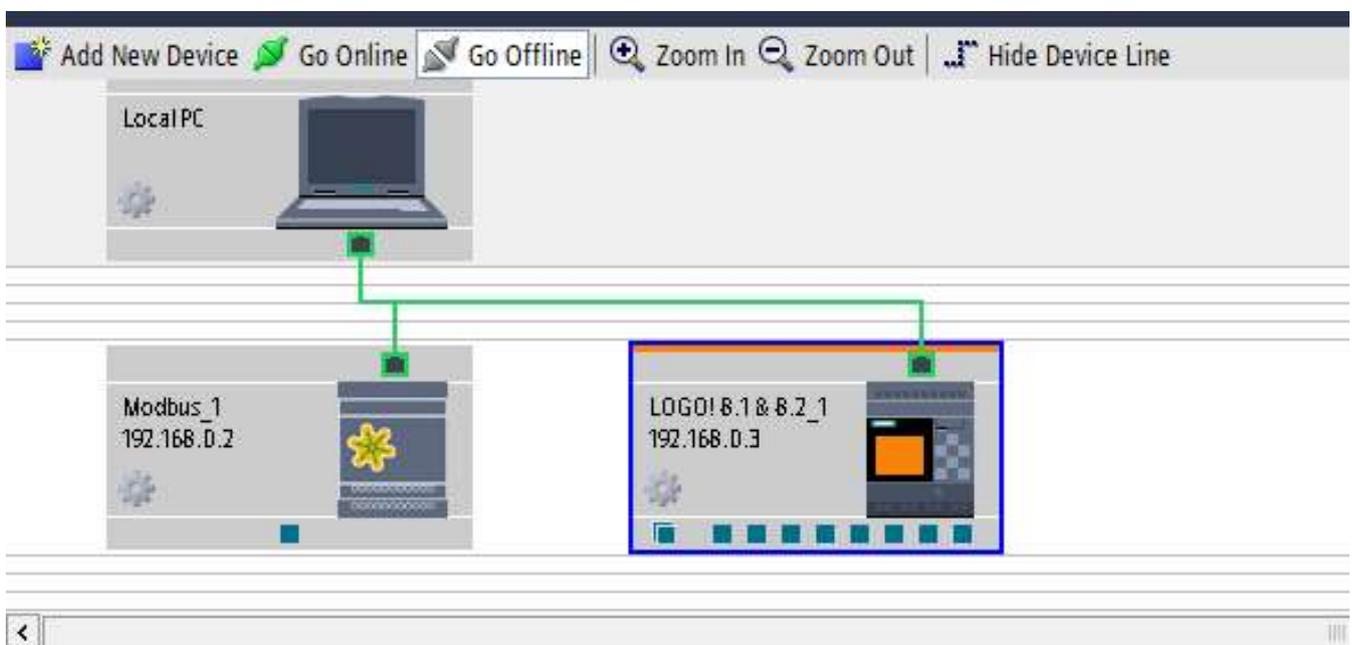


Figura 27: Comunicación Logo 8 con PC

Fuente: Propia

5. Diseño del sistema de control

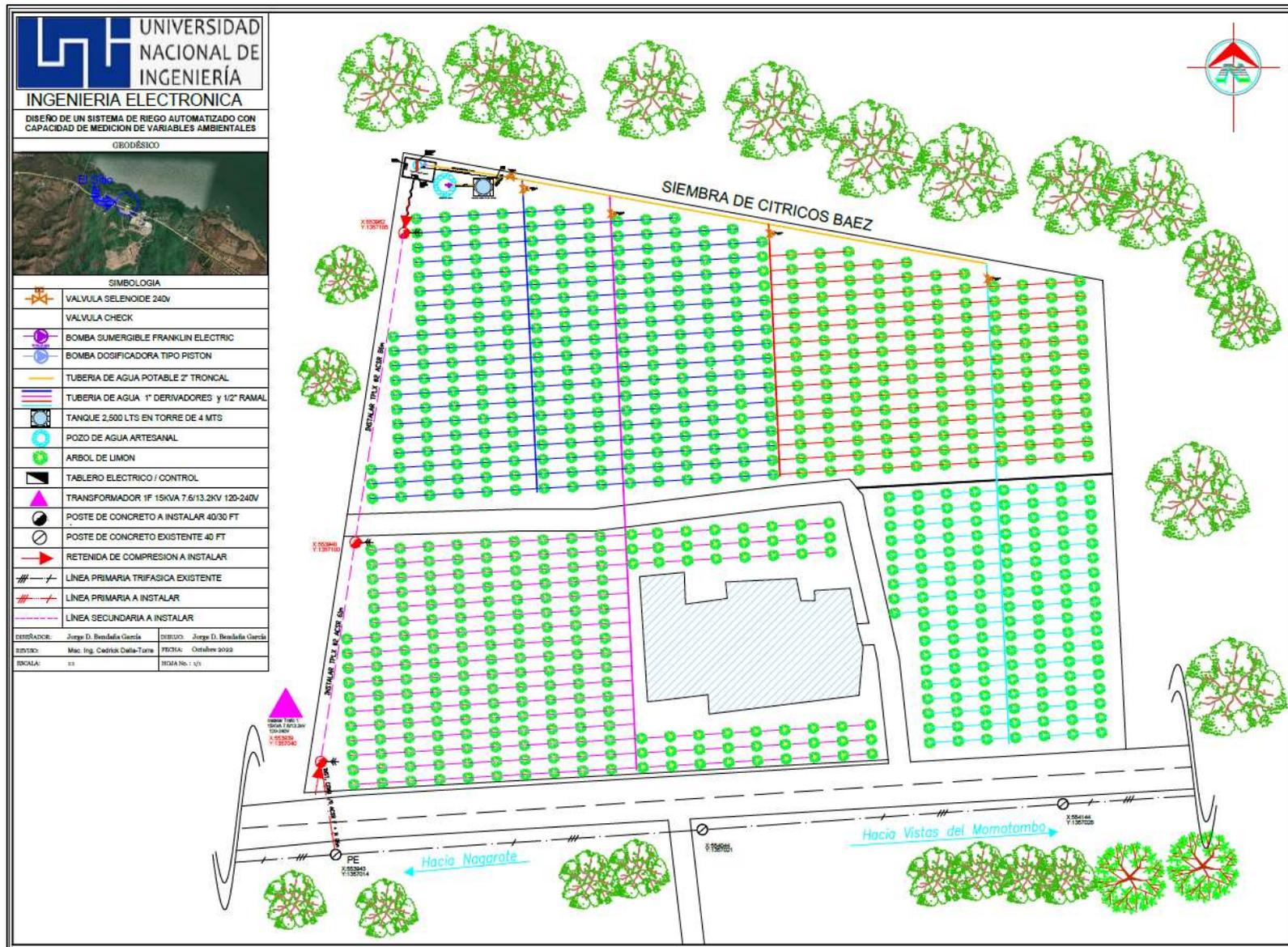


Figura 28: Diseño de Red de Distribución para Riego de Cultivo. Fuente: Propia

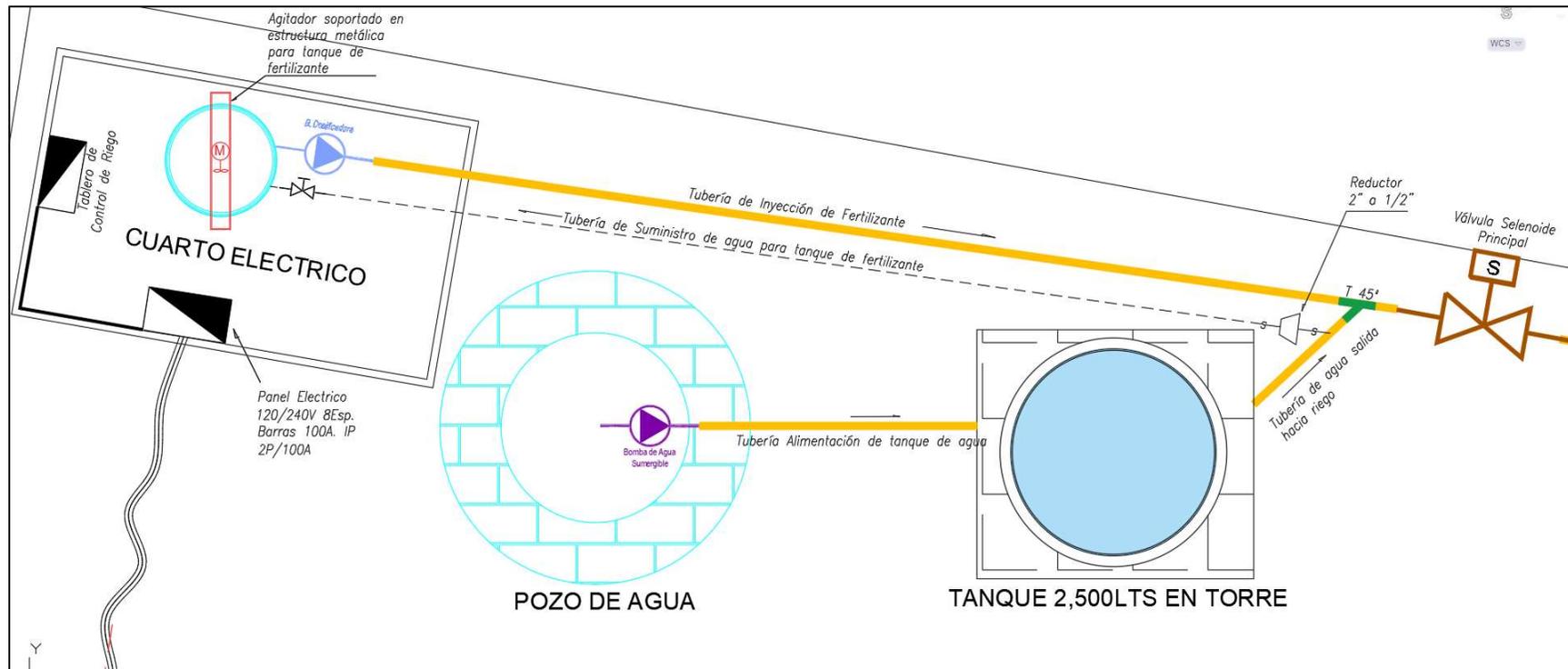


Figura 29: Vista de Planta área de Casera, Pozo y Tanque de Agua

Fuente: Propia

A continuación, la representación del proyecto de riego:

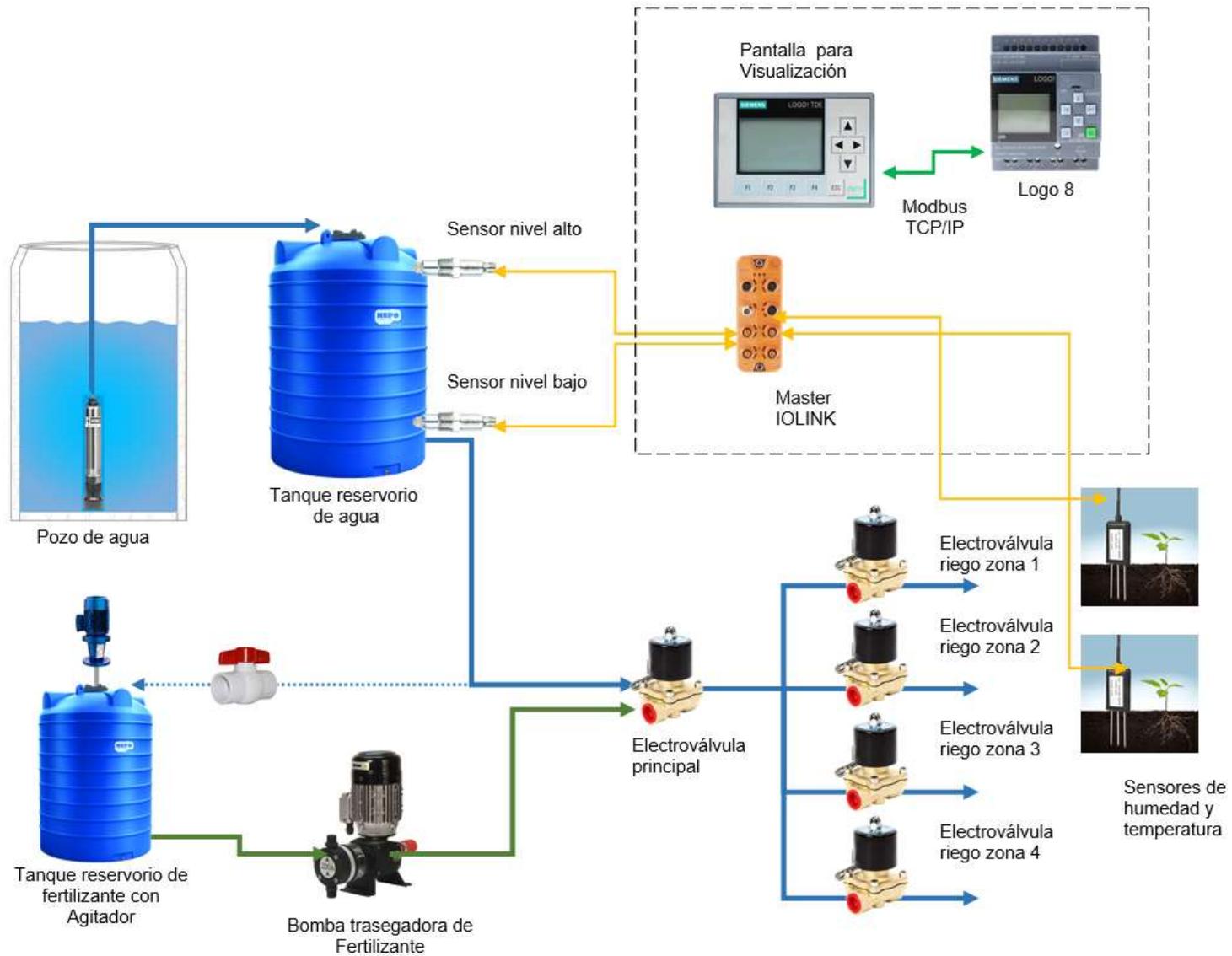


Figura 30: Esquema de Automatización para Fertirriego. Fuente: Propia

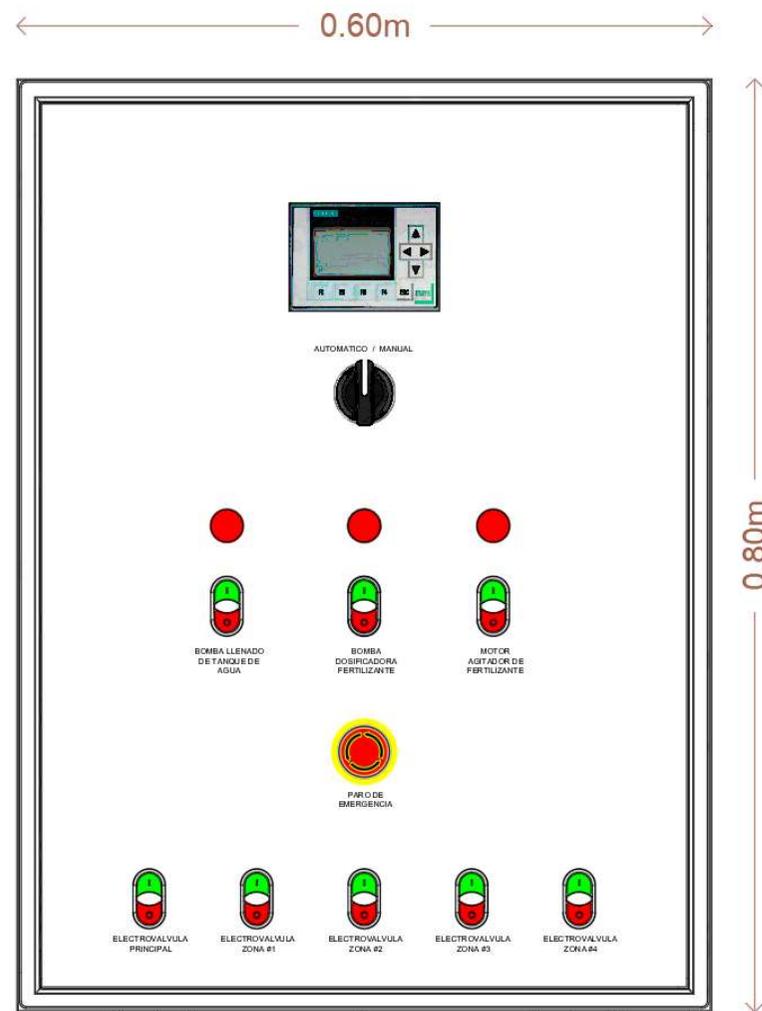
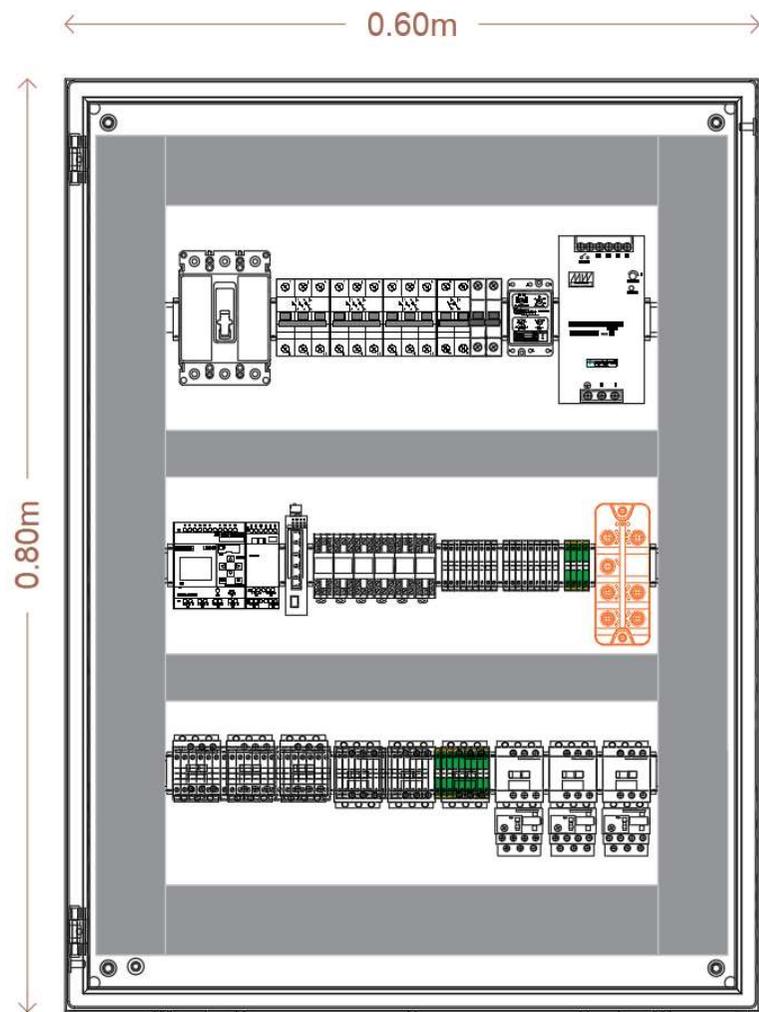


Figura 31: Layout de Tablero de Control. Fuente: Propia

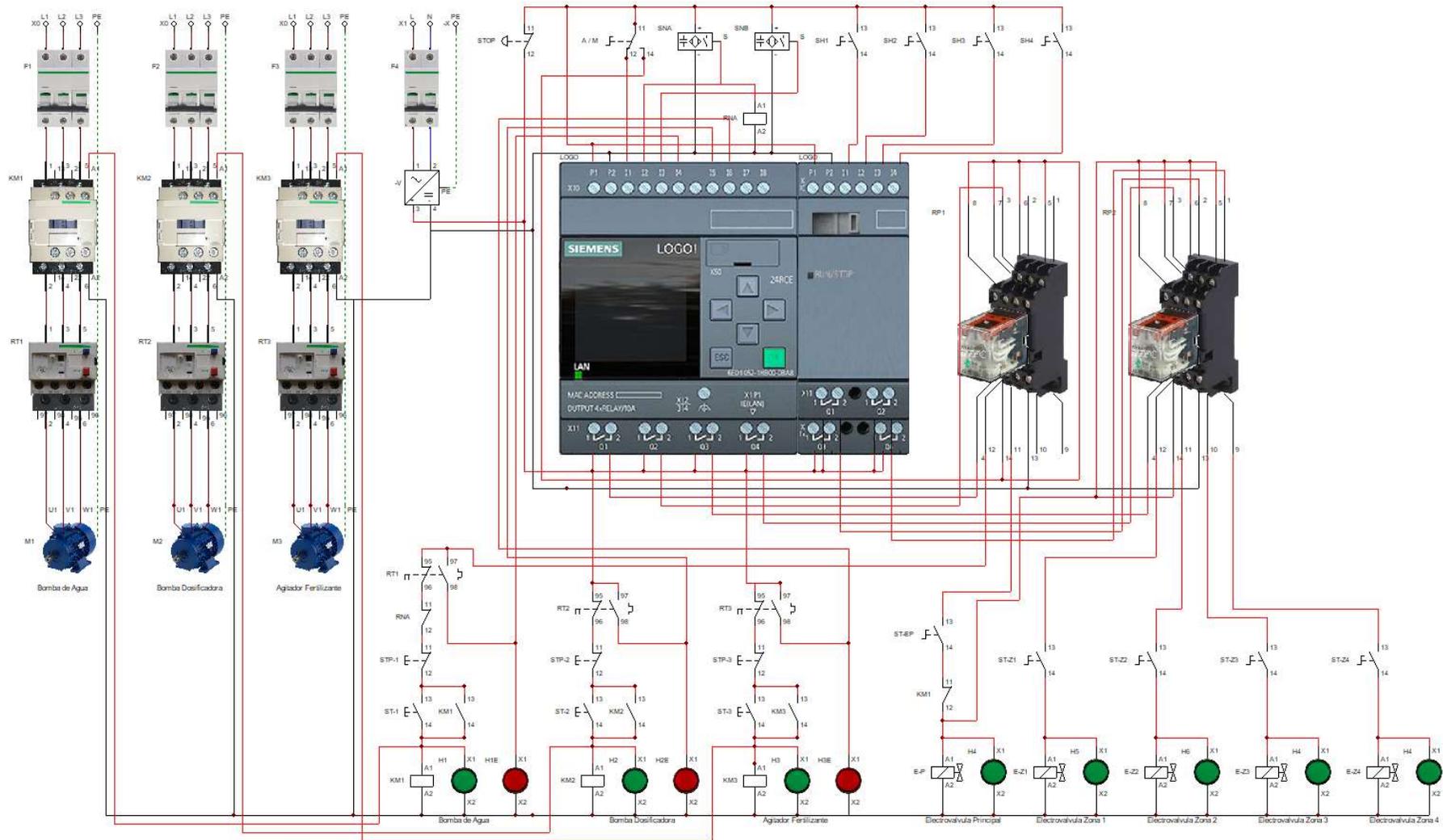


Figura 32: Simulación de conexiones y funcionamiento en programa CADE SIMU. Fuente: Propia

5.1. Descripción de la programación de mini PLC LOGO

Temporizador semanal T001: garantiza utilización racional del agua por medio de días y rangos de horas. La memoria M1, será la condición para que todo el programa funcione en automático.

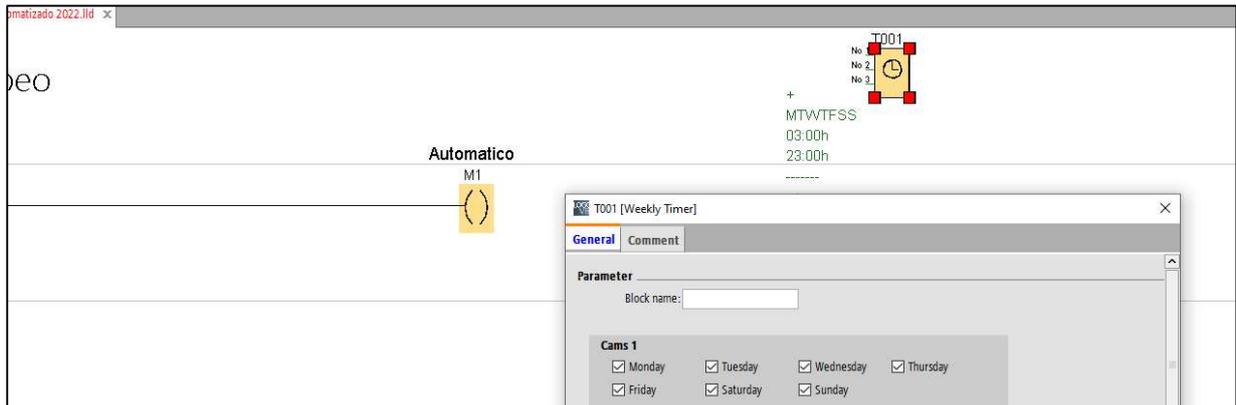


Figura 33: Programación de encendido semanal del riego con temporizador. Fuente: Propia

Mensaje de texto SF002 en pantalla TDE y LOGO: muestra siempre un mensaje según el comportamiento de cada una de las zonas. Se utiliza 2 salidas de memoria donde permanece encendida la luz de fondo del TDE y LOGO en blanco. Si se esta llenado el tanque, se activara un segundo mensaje y la pantalla cambia a ámbar. Si ocurre una falla eléctrica, se muestra un mensaje indicado el origen y la pantalla cambia a rojo.

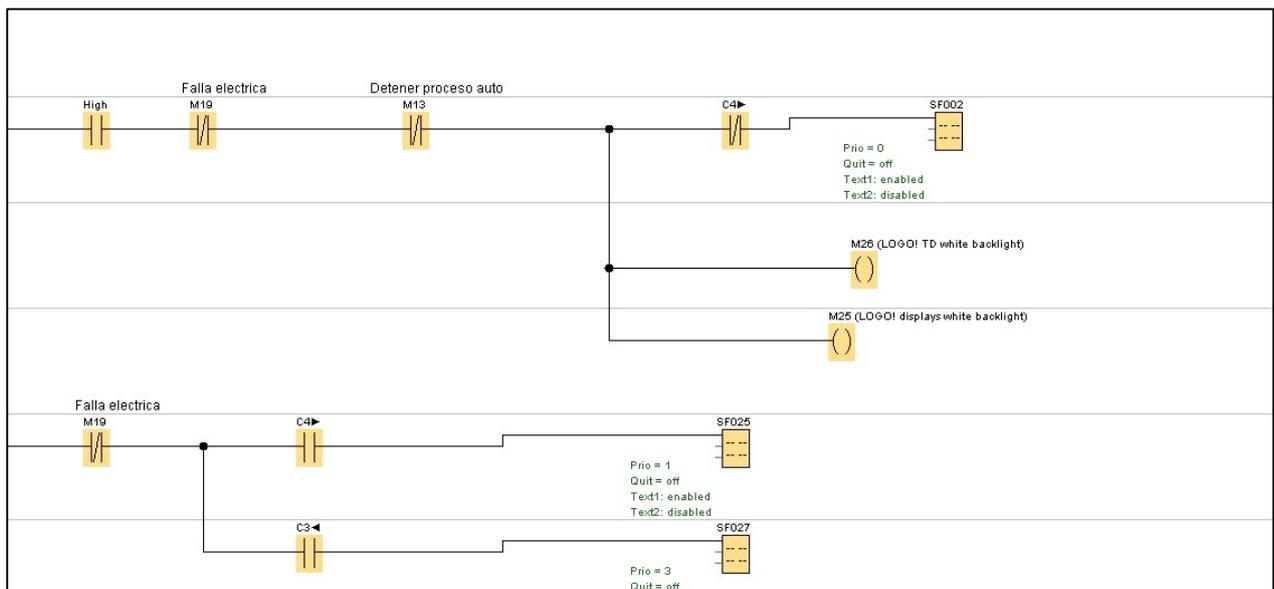


Figura 34: Programación de luz de fondo según la función. Fuente: Propia

Sistema de llenado de tanque de agua automático: se puede observar que se obtiene directamente de los sensores de nivel alto y bajo (entradas I2, I3) estos irán conectados físicamente al Master IO-LINK. Según sus estados, se habilita o no la bomba de llenado Q1.

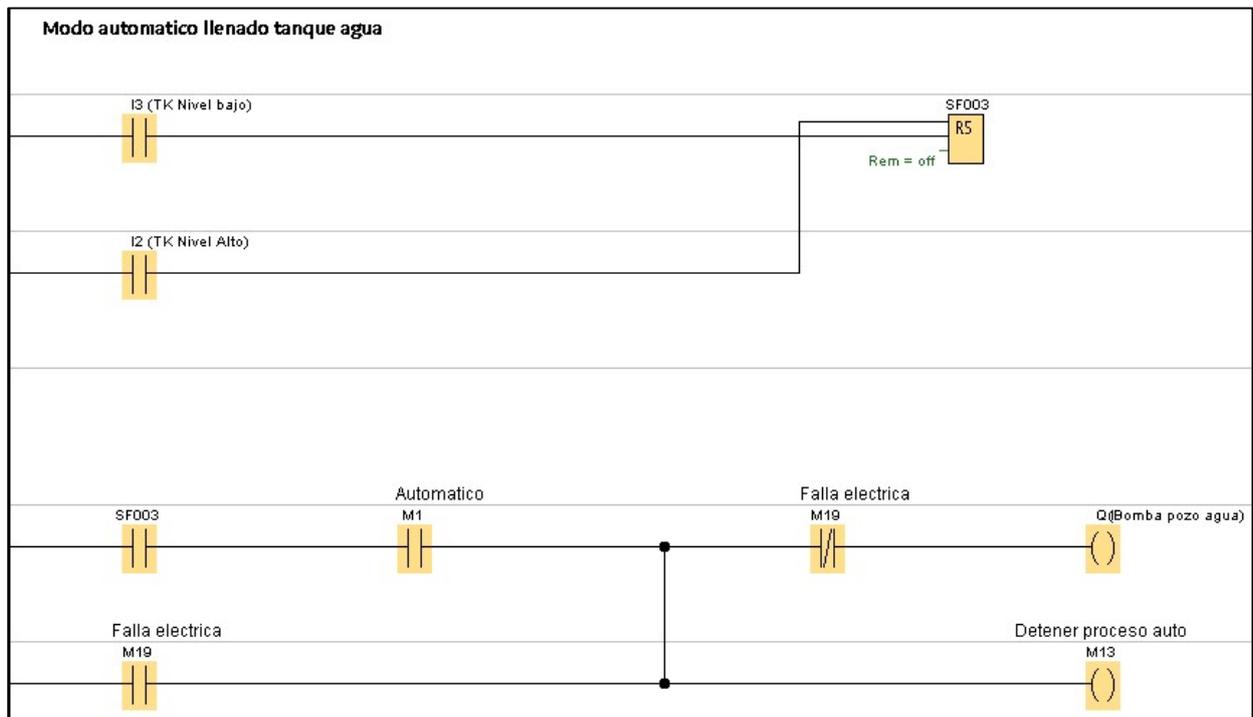


Figura 35: Programación de llenado en función del nivel del tanque. Fuente: Propia

Obtención del valor de humedad y temperatura del suelo: al igual que los sensores de nivel alto y bajo, estos sensores de humedad relativa se conectarán al Master IOLINK, las variables humedad y temperatura son captadas y se utilizan como entradas para un bloque Activador de umbral analógico, el cual permite establecer un rango donde un contacto permanecerá abierto o cerrado:

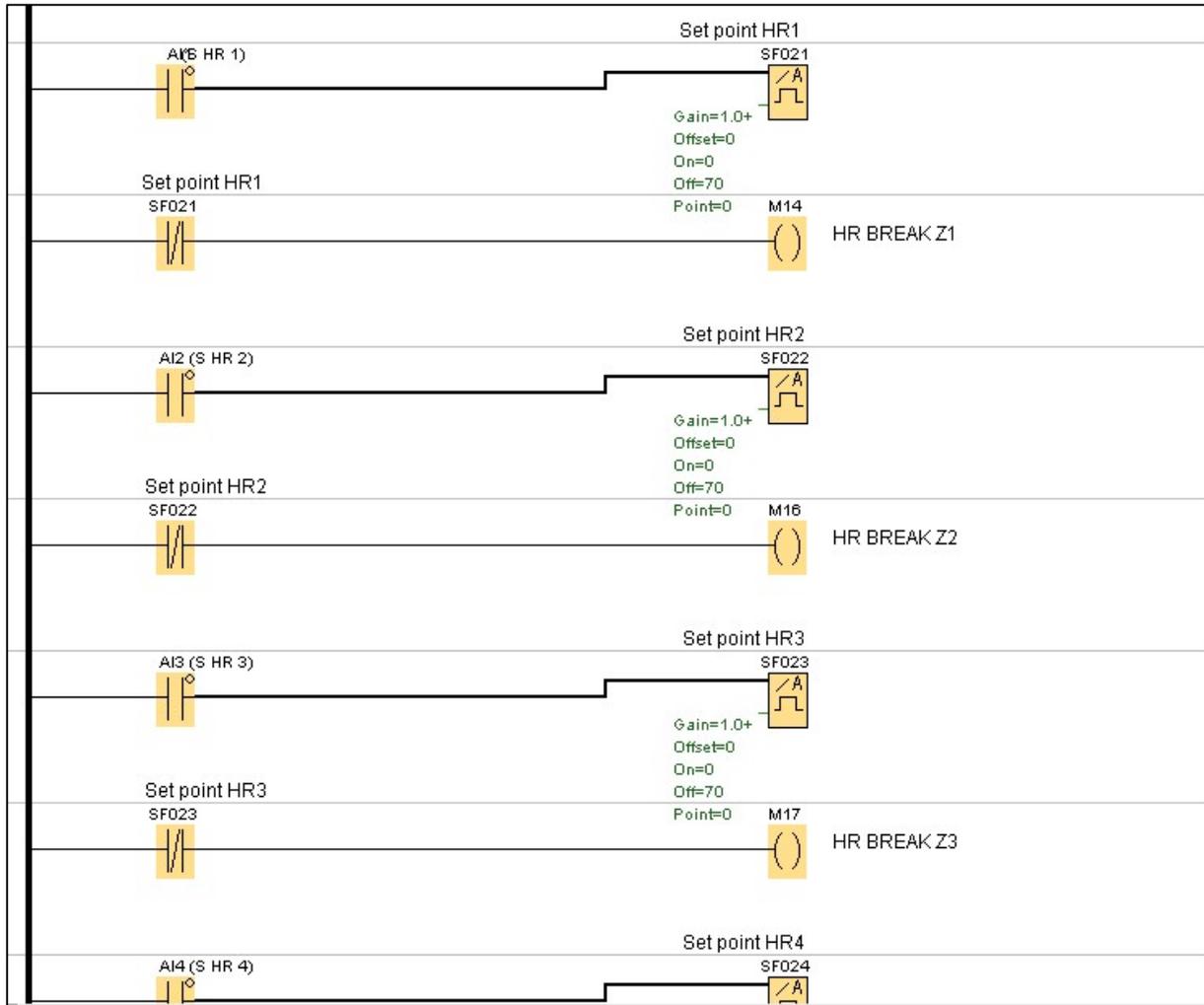


Figura 36: Integración de Sensores a Master IO-Link. Fuente: Propia

Habilitación de bomba de riego: si cualquiera de las válvulas de las 4 zonas está habilitada y se cumple que la válvula principal este activa y el tanque este con agua, se habilitara la bomba de riego Q2.

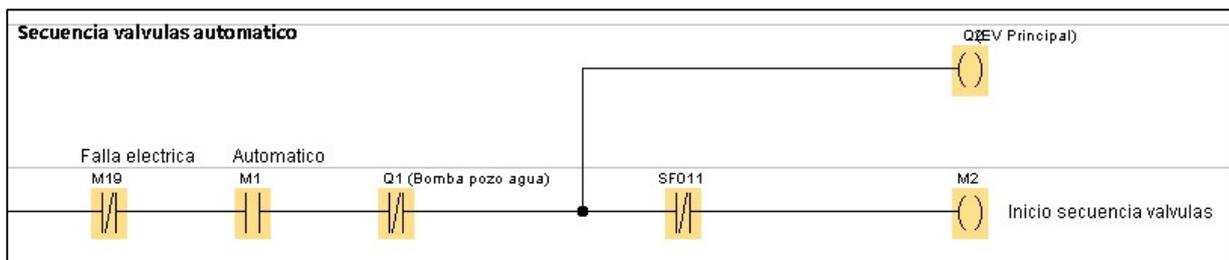


Figura 37: Condiciones para Riego. Fuente: Propia

Secuencia aspersión: Inicia un tiempo donde todo esta apagado, cuando cualquiera de las zonas está seca, se activa la salida durante un tiempo determinado y luego se activa un temporizador de apagado Si hay más de una zona seca, entonces realizara un ciclo de “ON” y “OFF” para cada zona.

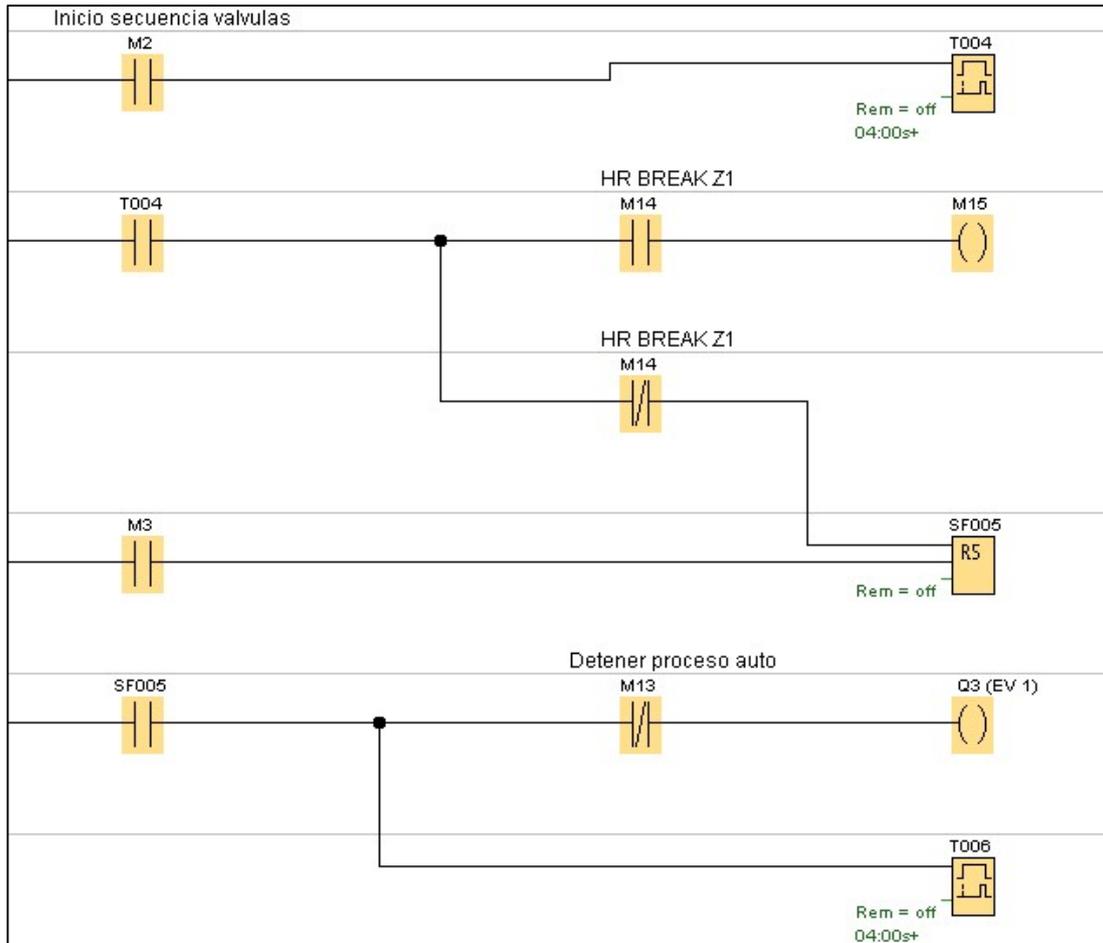


Figura 38: Programación de Activación de Electroválvulas. Fuente: Propia

Falla en caso de lluvia o exceso de humedad: esta línea de programa permitirá desactivar las secuencias y bomba de riego si en dicho caso la lluvia ha generado un exceso de humedad o alguna condición anormal.

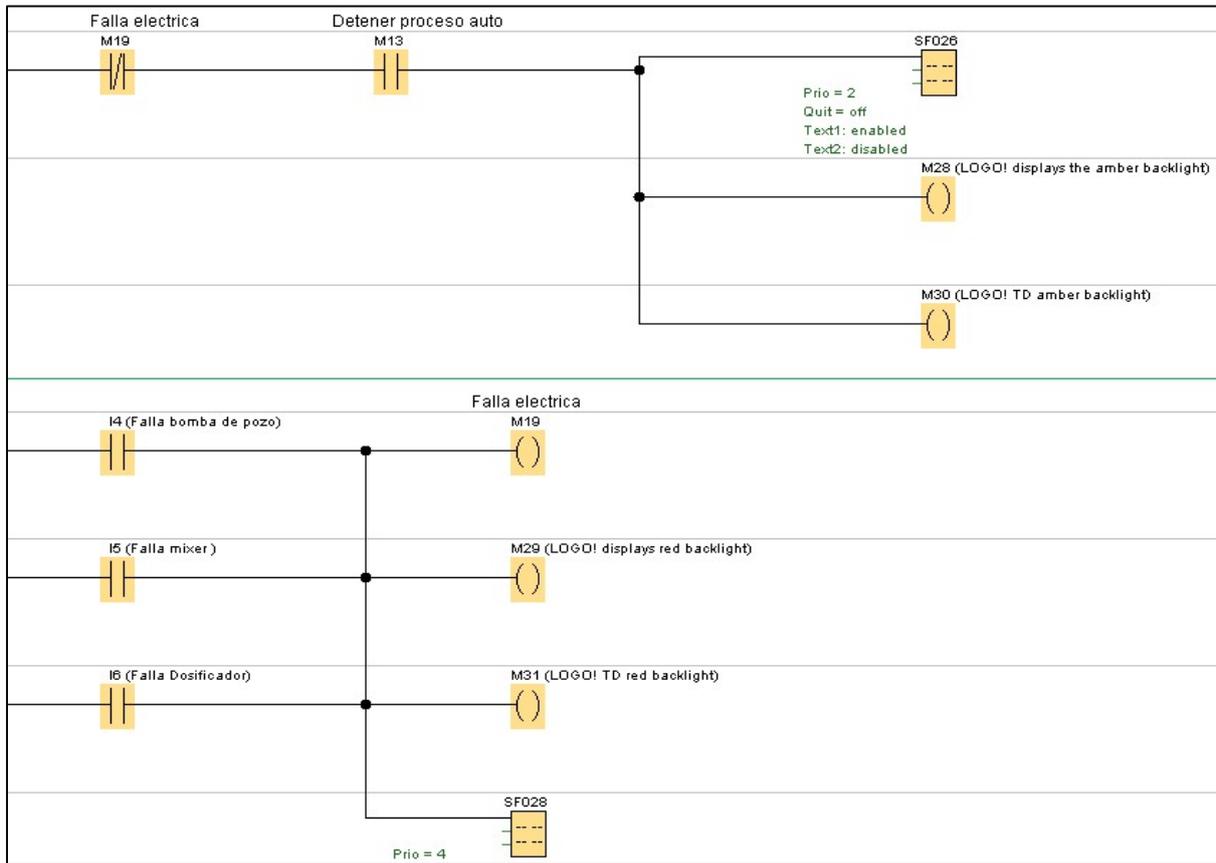


Figura 39: Programación de Activación de Electroválvulas. Fuente: Propia

6. Análisis Económico

En el presente contenido se despliega la evaluación económica del proyecto en estudio, donde se identificarán los beneficios que se obtendrá con la implementación del “sistema de Riego Automatizado con Capacidad de Medición de Variables Ambientales”, realizándose la evaluación con y sin proyecto. Esta actividad tiene como propósito elaborar información que brinde datos sobre la cantidad de inversión, ingresos, gastos, utilidad de la operación del proyecto de inversión, capital de trabajo, depreciaciones, nivel de inventarios requeridos, sueldos, amortizaciones, etc., a fin de ser precisos en la identificación del monto de inversión y el flujo de efectivo que producirá el proyecto

Entre los criterios de evaluación de proyectos tenemos:

Valor actual neto (**VAN**); plantea que el proyecto debe aceptarse si su valor actual neto es igual o superior a cero, donde el VAN es la diferencia entre todos sus ingresos y egresos expresados en moneda actual. El VAN como criterio representa una medida de valor o riqueza, es decir, al calcular un VAN se busca determinar cuánto valor o desvalor generaría un proyecto para una compañía o inversionista en el caso de ser aceptado (Mete, 2014).

Tasa interna de retorno (**TIR**); evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por periodo, con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual, en donde si el valor de la TIR es igual o mayor a la tasa de descuento, se considera un proyecto rentable, sin embargo, si el valor de la TIR es menor a la tasa de descuento entonces el proyecto no es rentable, la aceptación de un proyecto cuya TIR es igual a la tasa de descuento está basado en los mismos aspectos que la tasa de aceptación de un proyecto cuyo VAN es cero (Mete, 2014).

Razón beneficio costo (**R B/C**); consiste en la separación de los ingresos y los egresos del proyecto y la relación existente entre ellos. Para este caso se hace una suma algebraica de todos los ingresos y egresos de cada periodo del proyecto, se calculan los

valores presentes de ingresos y egresos, y después de calcula la razón entre ellos ($R B/C = VAN \text{ ingresos} / VAN \text{ egresos}$). Si la relación da como resultado un número mayor o igual a 1, entonces se considera que el proyecto es rentable y si es menor a 1 significa que no conviene realizar el proyecto (Murcia, 2009).

6.1. Inversión Del Proyecto

A continuación, se muestra una tabla resumen de los costos de inversión que conlleva la ejecución del proyecto, los costos son de mercado, tomando el precio de oferentes locales como referencia. En siguiente tabla se muestra el costo total del proyecto que haciende a US\$ 23,732.26 (Veintitrés Mil Setecientos Treinta y Dos dólares con 26/100). De no llevarse a cabo el proyecto, la inversión sería nula.

PRESUPUESTO					
PROYECTO: "SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO CON CAPACIDAD DE MEDICION DE VARIABLES AMBIENTALES"					
ITEM	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	PRODUCCIÓN DE AGUA				\$ 7,110.00
1.1	Mejoras varias a pozo existente	gbl	1	\$ 650.00	\$ 650.00
1.2	Tubería de Absorción 2"	ml	60	\$ 12.50	\$ 750.00
1.3	Tubería de Impulsión 2"	ml	12	\$ 7.00	\$ 84.00
1.4	CABLE SUMERGIBLE FLAT AW15 6 X 3 (70 mts)	gbl	1	\$ 567.00	\$ 567.00
1.5	"BOMBA AQUA DUTY SUMERGIBLE 4"" 90AA7S4-P"	Und	1	\$ 530.00	\$ 530.00
1.6	"MOTOR SUMERGIBLE 4"" 3/230 7.5HP"	Und	1	\$ 559.00	\$ 559.00
1.7	Red de MT ACSR 1/0, con poste de concreto de 40' y Banco de Transformador monofásico 15KVA 7.6/13.2kv / 120-240V	gbl	1	\$ 2,300.00	\$ 2,300.00
1.8	Red de BT con Cable TPX #2 ACSR 1/0 y Postes de concreto 30'. (incluye Acometida hasta caceta).	gbl	1	\$ 1,235.00	\$ 1,235.00
1.9	Luminaria Led 90w montada en brazo de 6ft 120-240V	Und	3	\$ 145.00	\$ 435.00
2	RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA				\$ 12,072.26
2.1	Tanque de Almacenamiento de Agua 2500 Lts + estructura metalica	Und	1	\$ 295.00	\$ 295.00
2.2	Tanque de Almacenamiento de Agua 600 Lts	Und	1	\$ 185.00	\$ 185.00
2.3	Motor agitador de 1/2HP 240V con estructura soporte para tanque	Und	1	\$ 295.00	\$ 295.00
2.4	Bomba dosificadora de fertilizante 1/2 HP 240V tipo piston	Und	1	\$ 325.00	\$ 325.00
2.5	Tubería tipo manguera de 1/2" para riego en ramales, incluye accesorios	Mts	6213	\$ 0.34	\$ 2,088.66
2.6	Tubería tipo manguera de 1" para red de distribución por zonas, incluye accesorios	Mts	430	\$ 2.52	\$ 1,083.60
2.7	Tubería tipo manguera de 2" para red Troncal de distribución, incluye accesorios	mts	140	\$ 4.49	\$ 627.90
2.8	Goterros Directos para plantas (03 por planta)	Und	2406	\$ 0.28	\$ 666.10
2.9	Sensor de temperatura y Humedad PT100 (SONDA VAISALA HMP45C)	Und	2	\$ 65.00	\$ 130.00
2.10	Sensor de nivel puntal embalse LMC500 de ifm	Und	2	\$ 48.00	\$ 96.00
2.11	Válvulas solenoides 120VAC para tubo de 2"	Und	1	\$ 150.00	\$ 150.00
2.12	Válvulas solenoides 120VAC para tubo de 1"	Und	4	\$ 95.00	\$ 380.00
2.13	Tablero de control en gabinete Argos de 600x600x300mm, incluye: Fuente de Poder de DC 120/240 VAC y salida 24 VDC 10 A, 240 W, Logo 8 Siemens, fuente de alimentación 24VDC, interfaz TDE, Master link AL1342 ifm, convertidores analogicos, contactores de fuerza, reles Termicos, reles de proteccion a Logo, Selector apagado / encendido, botoneria, luces indicadoras, riel dim, canaletas perforadas, etc.	gbl	1	\$ 5,440.00	\$ 5,440.00
2.14	Tablero Electrico Principal, Monofasico 120/240V, 8Esp. Barras 100A. Interruptor Principal 2P/60A, BT y BN. Con Breaker Ramales: 2P/15A, 2P/30A y 02 1P/15A	gbl	1	\$ 145.00	\$ 145.00
2.15	Sistema electrico para caceta (02 tomacorrientes + lamparas con apagador doble).	gbl	1	\$ 70.00	\$ 70.00
2.16	Control Arranque directo paro y marcha en caja plastica montaje superficial (para motor agitador de 0.5HP 240V 1F).	gbl	1	\$ 95.00	\$ 95.00
3	EDIFICIO				\$ 4,550.00
3.1	Construcción de caceta de 3x3mts con bloque de 4", techo std c.26 en perlin de 1 1/2"x3x6mts, Puerta, Ventana, piso, etc.	gbl	1	\$ 4,100.00	\$ 4,100.00
3.2	Red de Tierra	gbl	1	\$ 450.00	\$ 450.00
TOTAL					23,732.26

Tabla 1: Presupuesto general del proyecto. Fuente: Propia

6.2. Ingresos Del Proyecto

Los rendimientos y la productividad del limonero están principalmente influidos y determinados por 4 factores: El manejo de la poda, las densidades de siembra, el cultivar utilizado y las condiciones ambientales. Estos factores a su vez tienen sub factores importantes que influyen en ellos, lo cual hace muy difícil determinar a ciencia exacta la productividad y los rendimientos de los diferentes limoneros.

Para calcular los ingresos que obtiene el productor de "Cítricos Báez", nos guiamos por datos históricos recopilados por personal de la finca. A continuación, se muestra la producción en el lapso de 1 año con proyecto y sin proyecto:

COMPARACIÓN DE INGRESOS REFERENTES A PRODUCCIÓN DE LIMÓN CRIOLLO				
DESCRIPCIÓN	SITUACIÓN SIN PROYECTO		SITUACIÓN CON PROYECTO	
	INVIERNO	VERANO	INVIERNO	VERANO
Plantas Existentes	802.00	802.00	802.00	802.00
Frutos por Limonero al año	860.00	530.00	1,558.00	1,235.00
Límones Totales	689,720.00	425,060.00	1,249,516.00	990,470.00
Costo Por Unidad	\$0.016	\$0.022	\$0.016	\$0.022
Total Ingresos	\$11,337.86	\$9,316.38	\$20,539.99	\$21,708.93
TOTAL	\$20,654.25		\$42,248.92	

Tabla 2: Ingresos con proyecto y sin proyecto. Fuente: Propia

6.3. Costos Del Proyecto

En la siguiente tabla se muestran los costos que se incurrirán en la situación con proyecto y los actuales sin proyecto, de manera comparativa para posteriormente realizar el análisis de factibilidad y retorno de inversión.

COMPARACIÓN DE COSTOS ANUALES				
DESCRIPCIÓN	SITUACIÓN SIN PROYECTO		SITUACIÓN CON PROYECTO	
	Monto U\$	%	Monto U\$	%
Personal (Costos Directos)	\$9,863.01	71.97 %	\$8,383.56	51.51 %
Energía Eléctrica		0.00 %	\$2,539.45	15.60 %
Fertilizantes	\$380.00	2.77 %	\$361.64	2.22 %
Lubricantes y Combustibles	\$2,104.11	15.35 %	\$3,156.16	19.39 %
Costos Directos de Mantenimiento	\$657.53	4.80 %	\$986.30	6.06 %
Otros costos	\$700.00	5.11 %	\$850.00	5.22 %
TOTAL	\$13,704.66	100.00 %	\$16,277.12	100.00 %

Tabla 3: Costos con proyecto y sin proyecto. Fuente: Propia

En la tabla anterior podemos apreciar un aumento de los costos para la situación con proyecto en aproximadamente un 15.80% (U\$ 2,572.46), los gastos que más sufren incremento son los de personal y por energía eléctrica.

6.4. Evaluación Del Proyecto

Para la evaluación del proyecto trazaremos un periodo de 5 años, con una tasa de interés del 12% (Banpro), para ello usaremos lo ingresos y costos anuales para determinar el Flujo Neto de Efectivo (FNE) y por consiguiente Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Relación Beneficio Costo y Periodo de Recuperación de Inversión (PRI).

CRITERIOS DE EVALUACION			
INDICADOR	MEDIDA	PROCEDER	OBSERVACION
VAN	VAN > 0	El proyecto es atractivo para el inversionista	
	VAN < 0	El proyecto se rechaza	
	VAN = 0	El proyecto es indiferente para el inversionista	
TIR	TIR > Trema	Se acepta el proyecto	La trema es la tasa mínima de rendimiento que el inversionista desea ganar.
	TIR < Trema	Se rechaza el proyecto	
	TIR = Trema	El proyecto es indiferente	
RBC	RBC > 1	El proyecto se acepta.	
	RBC < 1	El proyecto se rechaza.	
	RBC = 1	El proyecto es indiferente	
PRI	PRI < 1	Si la inversión inicial se recupera antes del plazo total, el proyecto es aceptable	Mientras menor sea el PRI, mayor liquidez proporcionará el proyecto y será más conveniente.
	PRI > 1	Si la inversión inicial no se recupera antes del plazo total, el proyecto no es aceptable.	
	PRI = 1	se cubre la inversión inicial en el plazo total y el proyecto es indiferente	

Tabla 4: Indicadores y criterios de evaluación: Fuente: (Murcia, 2009) (Mete, 2014)

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO CON CAPACIDAD DE MEDICION DE VARIABLES AMBIENTALES						
SITUACIÓN SIN PROYECTO						
AÑO / DESCRIPCION	0	1	2	3	4	5
Total Ingresos		\$ 20,654.25	\$ 20,654.25	\$ 20,654.25	\$ 20,654.25	\$ 20,654.25
Personal (Costos Directos)		\$ 9,863.01	\$ 9,863.01	\$ 9,863.01	\$ 9,863.01	\$ 9,863.01
Energía Eléctrica		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Fertilizantes		\$ 380.00	\$ 380.00	\$ 380.00	\$ 380.00	\$ 380.00
Lubricantes y Combustibles		\$ 2,104.11	\$ 2,104.11	\$ 2,104.11	\$ 2,104.11	\$ 2,104.11
Costos Directos de Mantenimiento		\$ 657.53	\$ 657.53	\$ 657.53	\$ 657.53	\$ 657.53
Otros costos		\$ 700.00	\$ 700.00	\$ 700.00	\$ 700.00	\$ 700.00
Total Costos		\$ 13,704.66	\$ 13,704.66	\$ 13,704.66	\$ 13,704.66	\$ 13,704.66
FNE		\$ 6,949.59	\$ 6,949.59	\$ 6,949.59	\$ 6,949.59	\$ 6,949.59

Tabla 5: Flujo neto de efectivo en periodo de 5 años, situación sin proyecto. Fuente: Propia

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO CON CAPACIDAD DE MEDICION DE VARIABLES AMBIENTALES						
SITUACIÓN CON PROYECTO						
AÑO / DESCRIPCION	0	1	2	3	4	5
Total Ingresos		\$ 42,248.92	\$ 42,248.92	\$ 42,248.92	\$ 42,248.92	\$ 42,248.92
Personal (Costos Directos)		\$ 8,383.56	\$ 8,383.56	\$ 8,383.56	\$ 8,383.56	\$ 8,383.56
Energía Eléctrica		\$ 2,539.45	\$ 2,539.45	\$ 2,539.45	\$ 2,539.45	\$ 2,539.45
Fertilizantes		\$ 361.64	\$ 361.64	\$ 361.64	\$ 361.64	\$ 361.64
Lubricantes y Combustibles		\$ 3,156.16	\$ 3,156.16	\$ 3,156.16	\$ 3,156.16	\$ 3,156.16
Costos Directos de Mantenimiento		\$ 986.30	\$ 986.30	\$ 986.30	\$ 986.30	\$ 986.30
Otros costos		\$ 850.00	\$ 850.00	\$ 850.00	\$ 850.00	\$ 850.00
Total Costos		\$ 16,277.12	\$ 16,277.12	\$ 16,277.12	\$ 16,277.12	\$ 16,277.12
Depreciacion		\$ 1,186.61	\$ 1,186.61	\$ 1,186.61	\$ 1,186.61	\$ 1,186.61
Utilidad Antes del Impuesto		\$ 24,785.19	\$ 24,785.19	\$ 24,785.19	\$ 24,785.19	\$ 24,785.19
Impuesto (IR)		\$ 7,435.56	\$ 7,435.56	\$ 7,435.56	\$ 7,435.56	\$ 7,435.56
Utilidad Despues de Impuesto		\$ 17,349.63	\$ 17,349.63	\$ 17,349.63	\$ 17,349.63	\$ 17,349.63
Depreciacion		\$ 1,186.61	\$ 1,186.61	\$ 1,186.61	\$ 1,186.61	\$ 1,186.61
Valor en Libro de Activos						\$ 17,799.19
Inversion Inicial	\$ 23,732.26					
FNE	\$ -23,732.26	\$ 18,536.24	\$ 18,536.24	\$ 18,536.24	\$ 18,536.24	\$ 36,335.44
TASA	12%					
VAN	\$ 53,186.49	Valor actual neto				
TIR	77%	Tasa interna de retorno				
R(B/C)	1.85	Relación Beneficio Costo				
VAI	\$ 152,297.90	Valor Actual de Ingresos				
VAC	\$ 82,407.64	Valor Actual de Costos				
PRI	2.3	AÑOS				

Tabla 6: Flujo neto de efectivo en periodo de 5 años, situación con proyecto. Fuente: Propia

En las tablas 5 y 6 se muestra el Flujo Neto de Efectivo para los dos escenarios; Sin Proyecto y Con Proyecto. Se puede apreciar que con el proyecto los ingresos anuales incrementan en U\$ 11,586.65 (62.51%) al realizar el proyecto. Al cabo de 5 años el propietario tendría ingresos de U\$ 53,186.49 (VAN), una viabilidad del 77% y relación de costo – beneficio del 1.85, es decir, los Beneficios son 85% mayor respecto a los costos, por último, observamos que la recuperación de la inversión (PRI) se hace efectiva en un tiempo de 2.3 años.

7. Conclusiones y Recomendaciones

Para concluir este trabajo monográfico, el presente capítulo se dedicará a mostrar las conclusiones y recomendaciones obtenidas a lo largo del trabajo en este proyecto. Lo anterior será con el fin de que se le pueda dar continuidad al proyecto, así como mostrar los beneficios conseguidos.

7.1. Conclusiones

- En nuestro trabajo se lograron seleccionar los elementos internos y externos que conformaran el sistema de riego automatizado. Así mismo a través de los sensores que se instalarán en el suelo se podrán determinar si el clima esta propicio o bien sino se requiere del riego, ayudando de esta manera al ahorro y uso optimizado del agua.
- Se determino que integrando el dispositivo mater IO-Link AL1342 de la marca ifm, a través de sus puertos IOT y configurando en cualquier plataforma compatible con IOT (ejemplo; Smart-Konnect) podremos tener acceso en tiempo real a los elementos conectados a este, tales como sensores de variables atmosféricas (Temperatura y humedad relativa) desde nuestro teléfono celular, Tablet o laptop. También la posibilidad de integrar esta información sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*) y SAP (Systems, Applications, Products in Data Processing) para obtener reportes de planificación y operación de una manera simple e inmediata.
- Según los resultados arrojados en las tablas de cálculo de inversión y retorno realizadas en la finca Báez ubicada en Km 33.2 Carretera a León, Nagarote, propiedad de Sr. Javier Báez, con un área de 50,000 m². Se determina que al implementar el proyecto los ingresos anuales incrementan hasta en un 62.51%, teniendo una viabilidad del 77% y con una recuperación de inversión a un plazo de 2.3 años aproximadamente.

7.2. Recomendaciones

En lo referente a trabajos futuros a realizar a partir del proyecto presentado, se pueden incorporar *alarmas o mensajes* de problemas para que el operario y responsable realice inmediatamente las correcciones, todo esto dependerá del valor que se le brinde a esta aplicación y la inversión. También, se podría implementar el *monitoreo de más variables* que ayuden a mejorar la calidad de los productos cosechados, estas pueden ser; el PH del Suelo, la concentración de CO₂ y control de iluminación artificial, esto dependerá del tipo de cultivo a monitorear.

No obstante, es recomendable la debida capacitación a los productores y operarios de cómo manejar el sistema, garantizando el cumplimiento de los mantenimientos periódicos del equipo de riego y correcto funcionamiento.

8. Bibliografía.

1. *Area Tecnología* . (2019). Obtenido de <https://www.areatecnologia.com/electricidad/rele.html>
2. Conejo Navarro, A., Arroyo Sánchez, J., & Milano, F. (2007). *INSTALACIONES ELECTRICAS*. Aravaca, Madrid, España: Mc Graw Hill.
3. Creus, A. (2010). *Instrumentación industrial* (Octava ed.). Mexico: Alfaomega.
4. *DMU Energy*. (2022). Obtenido de <http://dmu.cl/fuentes-de-poder/fuente-poder-riel-din-24v-5a-NDR-120-24-meanwell>
5. *Eaton Mexico*. (2022). Obtenido de <https://www.eaton.com/mx/es-mx/catalog/surge-protection-devices/complete-home-surge-protection.html>
6. *Electric Automation Network*. (2022). Obtenido de <https://www.electricalautomationnetwork.com/es/siemens/3ru2116-1cb0-3ru21161cb0-siemens-rele-sobrecarga-1825-a-para-proteccion-de-motores-tam-s00-clase-10->
7. *Electrical Chile*. (2020). Obtenido de <https://www.electricalchile.cl/plclogosiemens1.php>
8. Fernández Gomez, R. (2010). *Manual de Riego para Agricultores*. Sevilla: Signatura Ediciones de Andalucía, S.L.
9. *FluidMix*. (2021). Obtenido de <https://www.agitadoresfluidmix.com/agitador-industrial-vhd/>
10. *Franklin Electric*. (2022). Obtenido de <https://franklinagua.com/productos/residencial-sumergible.aspx>
11. *Gonzaga & Rodriguez Cia. Ltda.* (2022). Obtenido de <https://electricoindustrial.com.ec/2021/03/15/elementos-de-control-y-senalizacion/>
12. ifm. (2022). *ifm.com* . Obtenido de <https://www.ifm.com/es/es/product>
13. *INGEMIN* . (2019). Obtenido de <http://www.ingemin.pe/agitacion/>
14. INTAGRI. (2015). *Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/sistema-de-riego-por-goteo>
15. irritec. (2022). *Irritec*. Obtenido de <https://www.irritec.mx/producto/riego-por-goteo/>
16. Israelsen , O. W., & Hansen , V. E. (Agosto de 1985). *Principios y aplicaciones del riego*. Barcelona, España: Reverté. Obtenido de <https://www.repuestosfuster.com/blog/principales-sistemas-de-riego>
17. *ITC* . (2022). Obtenido de <https://www.itc.es/es/products/dostec-40/#descargas>
18. Jiménez Bermúdez, J. M., & Rodríguez Volio, J. C. (2019). *Fertirrigacion*. Santa Ana, Costa Rica: Centro Grafico S.A.

19. *Ludo Garden*. (2022). Obtenido de <https://www.ludogarden.com/sistema-de-riego-por-goteo-af7/>
20. *maher electronica*. (2022). Obtenido de <https://www.maherelectronica.com/ventajas-de-la-agricultura-de-precision-con-los-sensores-y-programadores-de-riego-de-maher/>
21. Mete, M. R. (2014). *Valor actual neto y tasa de retorno: su utilidad como herramienta para el analisis y evaluacion de proyectos de inversion*. Bolivia: Instituto de investigacion en ciencias economicas y financieras / Universidad La Salle - Bolivia.
22. Murcia, J. D. (2009). *Proyectos, Formulación y criterios de evaluación*. Colombia: Alfaomega Colombiana S.A.
23. *PROCESS INDUSTRY*. (2022). Obtenido de <https://www.processindustryforum.com/article/what-is-io-link>
24. *Rotoplas*. (2022). Obtenido de <https://rotoplas.com/productos/>
25. *Schneider Electric*. (2022). Obtenido de <https://www.se.com/co/es/product/A9F74110/interruptor-termomagn%C3%A9tico-riel-acti-9-ic60n-1p-10-a-curva-c-6-ka-iec-608981-20-ka-iec-609472/>
26. SiAR. (2021). *Sistema de Información Agroclimática para el Regadío*. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/gestion-sostenible-regadios/Sondas%20de%20T-H12_tcm30-82944.pdf
27. *SONDAGUA*. (2021). Obtenido de <https://www.sondagua.cl/blog/que-hace-que-los-niveles-de-agua-en-los-pozos-suban-y-bajen/>
28. Taranovich, S. (2020). *Digi-key Electronics*. Obtenido de <https://www.digikey.com.mx/es/articles/the-fundamentals-of-io-link-and-how-to-use-it-to-enable-the-industrial-iiot>
29. TIBCO. (Enero de 2023). *TIBCO*. Obtenido de <https://www.tibco.com/es/reference-center/what-is-industrial-internet-of-things-iiot>
30. Valdivielso, A. (2016). *iagua*. Obtenido de <https://www.iagua.es/respuestas/que-consiste-riego-goteo>
31. *Weidmüller*. (2022). Obtenido de <https://catalog.weidmueller.com/catalog/Start.do?localeId=es&ObjectID=8870220000>

9. Anexos

DATOS TECNICOS CULTIVO DE LIMON CRIOLLO	
Limón criollo (Citrus aurantifolia)	
También conocido como mexicano, fue introducido en América por los colonizadores españoles hace más de 200 años. Aunque proviene de Asia es un producto de exportación mexicana de primera línea y es conocido como “el oro verde” en ese país; es importante destacar que aunque a nivel de mercado es un limón a nivel botánico es una lima. Sus principales características son el sabor ácido el olor fuerte y es pequeño, mide aproximadamente 3 cm.	
Generalmente la fertilización en limón se aplica 4 veces por año; y los gramos de fertilizante por planta se aplican según la edad de los árboles. Los nutrientes más importantes para la producción de limón son los macro elementos (nitrógeno, fósforo y potasio).	
Consumo de nitrógeno, fósforo y potasio (N, P, K) por tonelada de fruta. Si queremos calcular un aproximado del consumo de macro elementos en el limón, podemos afirmar que en términos generales para formar 1 tonelada de fruta se consumen aproximadamente:	
5 kilogramos de Nitrógeno.	
2 a 2.65 kilogramos de Fósforo.	
88 kilogramos de Potasio.	
Las densidades de siembra empleadas en el limonero son muy variadas. Sin embargo, considerando una población de 286 plantas/Ha en el siguiente cuadro se establece las dosis/kg aproximada por Ha. Según la edad del cultivo; hasta alcanzada la adultez del árbol a los 9 años. Luego del noveno año los valores de fertilización se mantienen constantes hasta que la plantación debe ser renovada.	

ADAPTABILIDAD Y RANGO DE ADAPTACIÓN DEL LIMÓN		CONTENIDO NUTRICIONAL DEL LIMÓN (cada 100 gr)		CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL LIMÓN	
Piso Atitudinal (Óptima)	40 a 2000 msnm	Agua (%)	88.7	Reino	Plantae
Rango (Mínimo y Máximo)	50-1500 msnm	Proteínas (gr)	0.7	División	Magnoliophyta
Temperatura (Óptima)	28 °C	Grasas (gr)	0.5	Clase	Magnoliopsida
Rango (Mínimo y Máximo)	25 °C - 35 °C	Carbohidratos (gr)	6.9	Sub-clase	Rosidae
Humedad relativa	40-80%(óptimo 60%)	Calorías	32	Orden	Sapindales
Ph Suelo	5,5 – 7,5 (óptimo 6,5)	Calcio (mg)	22	Familia	Rutaceae
Textura Suelo	Fa, FA, a, aF, FAa,	Fósforo (mg)	16	Sub-familia	Citroideae
Fotoperiodo	11-12 h/día	Hierro (mg)	0.6	Tribu	Citreae
Precipitación óptima	1000 mm (bien distribuidos)	Vitamina A (U.I)	75	Genero	Citrus
Precipitación Mínima y Máxima	400 - 1200 mm/año	Vitamina B1 (mg)	0.03	Especies	limón, aurantifolia, latifolia, medica
Viento	20 Km/h máximo	Vitamina B2 (mg)	0.03	Nombre Científico	C. limon, C. aurantifolia, C.latifolia C. medica.
Profundidad Efectiva y nivel freático	Más de 1,5 m	Niacina (mg)	0.1	Nombre Común	limón, limón criollo, limón persa, Cidra.
Salinidad	Menor de 1,7 (milisiemens / cm)	Vitamina C (mg)	35		
Pendiente	Menor a 13°	U.I. = Unidades Internacionales			

REQUERIMIENTOS DE MACRO ELEMENTOS PARA 286 PLANTAS			
----- (Kg/Ha/año) -----			
AÑOS	N	P2O5	K2O
1	22,88	5,72	0
2	34,32	5,72	9,15
3	40	9,15	11,44
4	57,2	11,44	22,88
5	143	45,76	68,4
6	257	85,8	31,46
7	297,44	102,96	148,72
8	343,2	114,4	171,6
9	429	143	214,5

Nota: estos son los requerimientos Netos de los elementos, debe considerarse una evaluación del suelo con fines de fertilidad (disponibilidad de los mismos en el suelo), cuando se planifiquen las labores de fertilización.

DENSIDADES DE PLANTACIÓN MAS UTILIZADAS EN LIMÓN			
Distancia (m) entre:		Área específica de Planta	Población Total
Hileras	Plantas	(plantas)	(plant/Ha)
10 x 10		100 m ²	100
9 x 9		81 m ²	123
8 x 8		64 m ²	156
7 x 5		35 m ²	285
8 x 4		32 m ²	312
6 x 5		30 m ²	333
7 x 3,5		24,5 m ²	408
6 x 3,5		21 m ²	476

DENSIDADES POR HECTÁREA
<p>La densidad de plantación depende del volumen del árbol adulto, este aspecto está sujeto a; la variedad, el patrón de injerto, el clima, la pendiente del suelo, y muy particularmente al manejo de las podas.</p> <p>Los expertos coinciden en que las distancias más usadas para el establecimiento son de 6 a 7 metros entre filas. Colocando los árboles dentro de cada fila a distancias que oscilen entre 3,5 y 5 metros. De acuerdo a estas distancias la densidad de población sería de 286 a 476 plantas por hectárea (Plant/Ha).</p> <p>Cuando se siembra en terrenos con pendiente, se debe sembrar en tresbolillo o triangulo. Este sistema permite una mayor cantidad de plantas/ha, a la vez que disminuye la erosión del suelo.</p>



313004901

10FASS4230V,3W BUNDLE

Marca	FPS
Serie	Tri-Seal High Capacity
Fases del Motor	Monofásico
Voltaje (V)	230
Potencia (HP)	5
Número de Etapas	31
Diámetro de Descarga	1.25 "
Flujo Nominal 60hz	10 GPM

Características del Producto

Categoría	Bombas Sumergibles 4"
Fases de Suministro	Monofásico
Temperatura Máxima del Fluido	50 °C

Materiales de Construcción

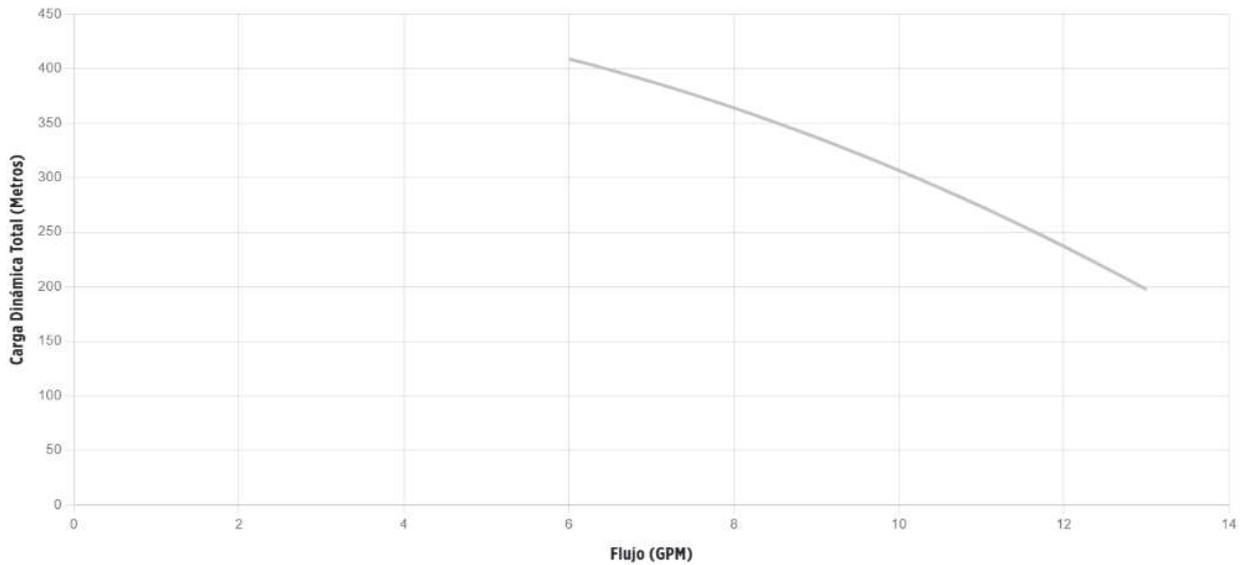
Material de la Carcasa	Acero Inoxidable
Material del Difusor	Noryl con 30% de fibra de vidrio

Características Hidráulicas

Rango de Flujo	6 - 13 GPM
Rango de Carga Dinámica Total	198 - 409 Metros

Rendimiento Hidráulico

Rendimiento Hidráulico 60 Hz



Tinacos Garantía de por vida

- Cuentan con Garantía de por vida (aplica solo para Tinacos beige).
- Equipados con los mejores accesorios que aseguran su funcionamiento y calidad del agua.
- El Filtro Hydro-Net® retiene tierra y sedimentos, brindando agua limpia y transparente.
- Cuentan con una exclusiva capa antibacterial con tecnología **Expel®** inhibe la reproducción de bacterias, manteniendo el agua más limpia.
- Su tapa *click* con cierre perfecto evita que entren contaminantes al agua.
- Todos los accesorios incluidos están garantizados por cinco años y cero fugas.
- Los Tinacos Garantía de por vida, están fabricados en cumplimiento con la NOM NMX-C-374-ONNCE-CNCP-2012.



Accesorios que equipan a un Tinaco Garantía de por vida

1. Nueva Válvula de Llenado tipo Sin Fin.
2. Multiconector con Válvula Esfera y Tuerca Unión.
3. Flotador No. 5.
4. Jarro de Aire.
5. Filtro Estándar.



5 Años de garantía Rotoplas en Accesorios

3 Años de garantía Rotoplas en Filtro

Tinacos Garantía de por vida

Capacidad (L)	Diámetro (m)	Altura (m)	Abastecimiento (personas)
450	0.85	0.99	2
600	0.97	1.12	3
750	1.10	1.02	4
1 100	1.10	1.40	5
2 500	1.55	1.60	10

Tinacos Garantía de por vida Horizontal

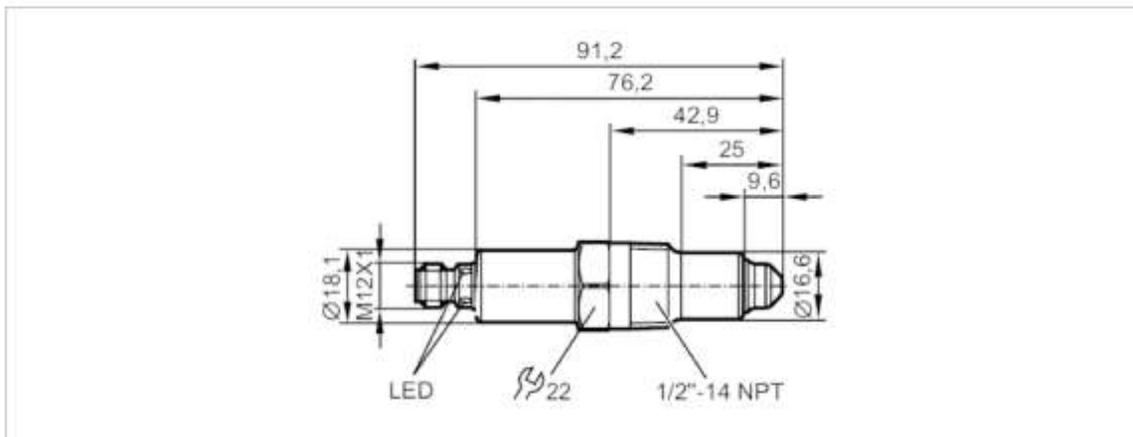
Capacidad (L)	Largo (m)	Altura (m)	Ancho (m)	Abastecimiento (personas)
1 100	1.30	1.21	1.14	5
1 100*	1.43	1.05	1.14	5

*Reforzado.

LMC500

Sensor para detección de nivel

LMFCE-N12E-QSKG-MUS



Características del producto

Número de entradas y salidas	Número de salidas digitales: 2
Configuración de fábrica	agua; fluidos acuosos
Conexión de proceso	1/2" NPT

Campo de aplicación

Característica especial	Contactos dorados
Fluidos	agua; fluidos acuosos; aceites; fluidos a base de aceite; lubricantes; fluidos en forma de polvo
No utilizable para	Véase el capítulo "Uso previsto" de las instrucciones de uso.
Temperatura del fluido [°C]	-25...100
Longitud de sonda [mm]	25
Presión del depósito [bar]	-1...40
PTMA en aplicaciones según el NRC [bar]	40
Aceite	
Temperatura del fluido [°C]	-25...100

Datos eléctricos

Tensión de alimentación [V]	18...30 DC
Consumo de corriente [mA]	< 35
Clase de protección	III
Protección contra inversiones de polaridad	sí

Entradas/salidas

Número de entradas y salidas	Número de salidas digitales: 2
------------------------------	--------------------------------

LMC500



Sensor para detección de nivel

LMFCE-N12E-QSKG-0US

Salidas					
Número total de salidas	2				
Señal de salida	señal de conmutación; IO-Link				
Alimentación	PNP/NPN				
Número de salidas digitales	2				
Función de salida	normalmente abierto / normalmente cerrado; (parametrizable)				
Caída de tensión máx. de la salida de conmutación DC [V]	2,5				
Corriente máxima permanente de la salida de conmutación DC [mA]	50; (100 (...60 °C))				
Protección contra cortocircuitos	sí				
Tipo de protección contra cortocircuitos	térmica, pulsada				
Resistente a sobrecargas	sí				
Rango de configuración / medición					
Configuración de fábrica	agua; fluidos acuosos				
Tiempos de respuesta					
Tiempo de respuesta [s]	< 0,5				
Interfaces					
Interfaz de comunicación	IO-Link				
Tipo de transmisión	COM2 (38,4 kBaud)				
Revisión IO-Link	1.1				
Norma SDCI	IEC 61131-9				
Perfiles	Smart Sensor: Process Data Variable; Device Identification, Device Diagnosis				
Modo SIO	sí				
Clase de puerto de maestro requerido	A				
Datos del proceso analógicos	1				
Datos del proceso binarios	2				
Tiempo mínimo del ciclo de proceso [ms]	2,3				
DeviceIDs compatibles	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Modo de funcionamiento</th> <th>DeviceID</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>predeterminado</td> <td>674</td> </tr> </tbody> </table>	Modo de funcionamiento	DeviceID	predeterminado	674
Modo de funcionamiento	DeviceID				
predeterminado	674				
Condiciones ambientales					
Temperatura ambiente [°C]	-25...85				
Temperatura de almacenamiento [°C]	-40...85				
Grado de protección	IP 68; IP 69K; (7 días / 1 m de profundidad del agua / 0,1 bar; IP 68)				

LMC500



Sensor para detección de nivel

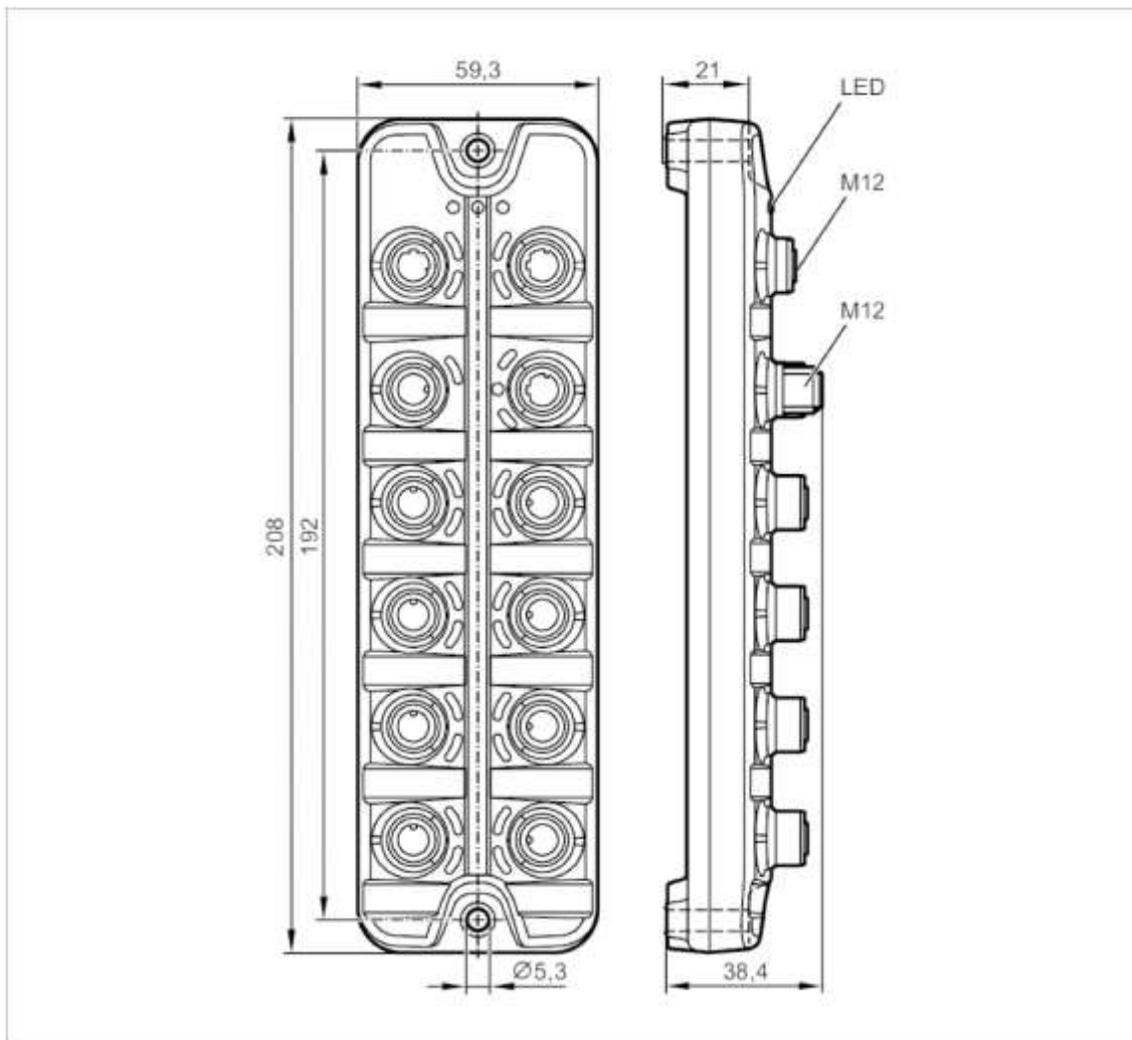
LMFCE-NLZE-QSKG-01US

Homologaciones / pruebas		
CEM	DIN EN 61000-6-2	
	DIN EN 61000-6-3	: depósitos cerrados
	DIN EN 61000-6-4	: depósitos abiertos
Resistencia a choques	DIN EN 60068-2-27	50 g (11 ms)
Resistencia a vibraciones	DIN EN 60068-2-6	20 g (10...2000 Hz)
MTTF [años]	534	
Homologación UL	Número de homologación UL	H005
Datos mecánicos		
Peso [g]	116	
Dimensiones [mm]	Ø 18,11 / L = 76,2	
Materiales	inox (1.4404 / 316L); PEEK; PEI; FKM	
Materiales en contacto con el fluido	inox (1.4404 / 316L); PEEK; FKM	
Conexión de proceso	1/2" NPT	
Indicaciones / elementos de mando		
Indicación	Estado de conmutación	LED, amarillo
	Estado operativo	LED, verde
Notas		
Cantidad por pack	1 unid.	
Conexión eléctrica		
Conector: 1 x M12; codificación: A; Contactos: dorado		
		

AL1342

Maestro IO-Link con interfaz Modbus TCP

IO-Link Master DL MB SP IP67



Campo de aplicación	
Aplicación	Módulos de E/S para aplicaciones de campo
Función de alimentación en serie	interfaz de bus de campo
Datos eléctricos	
Tensión de alimentación [V]	20...30 DC; (US; según MBTS/MBTP)
Consumo de corriente [mA]	300...3900; (US)
Clase de protección	III
Alimentación del sensor US	
Corriente máxima total [A]	3,6

AL1342



Maestro IO-Link con interfaz Modbus TCP

IO-Link Master DL MB 8P IP67

Entradas/salidas	
Número total de entradas y salidas	16; (configurable)
Número de entradas y salidas	Número de entradas digitales: 16; Número de salidas digitales: 8
Entradas	
Número de entradas digitales	16; (IO-Link Port Class A: 8 x 2)
Punto de conmutación alto [V]	11...30
Punto de conmutación bajo [V]	0...5
Resistencia a cortocircuitos de las entradas digitales	sí
Salidas	
Número de salidas digitales	8; (IO-Link Port Class A: 8 x 1)
Corriente máxima por cada salida [mA]	300
Protección contra cortocircuitos	sí
Interfaces	
Interfaz de comunicación	Ethernet; IO-Link
Ethernet - Modbus TCP	
Estándar de transmisión	10Base-T; 100Base-TX
Velocidad de transmisión	10 MBit/s; 100 MBit/s
Protocolo	Modbus TCP
Valores por defecto	Dirección IP: 192.168.1.250 máscara de subred: 255.255.255.0 dirección IP de la puerta de enlace: 0.0.0.0 dirección MAC: véase etiqueta
Ethernet - Internet of Things	
Estándar de transmisión	10Base-T; 100Base-TX
Velocidad de transmisión	10 MBit/s; 100 MBit/s
Protocolo	MQTT JSON
Valores por defecto	Dirección IP: 169.254.x.x máscara de subred: 255.255.0.0 dirección IP de la puerta de enlace: 0.0.0.0 dirección MAC: véase etiqueta
Nota sobre las interfaces	Protocolo de seguridad: HTTPS
IO-Link Master	
Tipo de transmisión	COM1 (4,8 kBaud); COM2 (38,4 kBaud); COM3 (230,4 kBaud)
Revisión IO-Link	1.1
Número de puertos clase A	8

AL1342



Maestro IO-Link con interfaz Modbus TCP

IO-Link Master DL MB 8P IP67

Condiciones ambientales		
Temperatura ambiente	[°C]	-25...60
Temperatura de almacenamiento	[°C]	-25...85
Humedad relativa del aire máx.	[%]	90
Grado de protección		IP 65; IP 66; IP 67
Grado de protección (NEMA 250)		6P
Grado de suciedad		2
Fluidos químicos	ISO 16750-5	AA, BA, BD, HLP, CC, DB, DC, DD, CA
	NEMA 250 5.13.1	AA

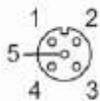
Homologaciones / pruebas		
CEM	EN 61000-6-2	
	EN 61000-6-4	
Resistencia a choques	DIN EN 60068-2-27	
Resistencia a vibraciones	DIN EN 60068-2-64 2009-04	
	DIN EN 60068-2-6 2008-10	
MTTF	[años]	78

Datos mecánicos		
Peso	[g]	403
Materiales		Carcasa: PA naranja; conector hembra: latón niquelado
Material de la junta		FKM

Notas		
Notas		Para más información, consulte el manual de instrucciones.
Cantidad por pack		1 unid.

Conexión eléctrica - Conexión de proceso

Conector: M12; codificación: A; Junta de estanqueidad: FKM



IO-Link Port Class A X01...X08

1	Alimentación del sensor (US) L+
2	Entrada digital
3	Alimentación del sensor (US) L-
4	C/Q IO-Link
5	no utilizado

Conexión eléctrica - Ethernet

Conector: M12; codificación: D; Junta de estanqueidad: FKM

AL1342



Maestro IO-Link con interfaz Modbus TCP

IO-Link Master DL MB 8P IP67



Modbus TCP X21, X22

1	TX +
2	RX +
3	TX -
4	RX -
5	no utilizado

IoT X23

1	TX +
2	RX +
3	TX -
4	RX -
5	no utilizado

Conexión eléctrica - alimentación de tensión

Conector: M12; codificación: A



X31

1	+ 24 V DC (US)
2	no utilizado
3	GND (US)
4	no utilizado

LOGO! TD Text Display, 6-line, 3 background colors, 2 Ethernet ports, installation accessories for LOGO! 8



Figure similar

General information	
Product type designation	LOGO! TDE
Suitability for use	Can be used with LOGO! 8 and higher
Display	
Design of display	FSTN
Line display	
• Number of lines	6
• Number of characters per line	20
Backlighting	
• Type of backlighting	LED
Control elements	
Keyboard fonts	
• System keys	Yes
— Number of configurable system keys	0
• alphanumeric keyboard	No
Installation type/mounting	

Wall mounting/direct mounting	No
Supply voltage	
Type of supply voltage	AC/DC
Rated value (DC)	12 V; 12/24 V DC, 24 V AC
Power loss	
Power loss, typ.	1.8 W; At 24 V DC
Interrupts/diagnostics/status information	
Diagnostic functions	No
Degree and class of protection	
IP (at the front)	IP65
Standards: approvals, certificates	
CE mark	Yes
UL approval	Yes
FM approval	Yes
KC approval	Yes
Marine approval	
• American Bureau of Shipping (ABS)	Yes
Ambient conditions	
Ambient temperature during operation	
• min.	-20 °C; No condensation
• max.	55 °C
Ambient temperature during storage/transportation	
• min.	-40 °C
• max.	70 °C
Altitude during operation relating to sea level	
• Ambient air temperature-barometric pressure-altitude	Tmin ... Tmax at 1 080 hPa ... 795 hPa (-1 000 m ... +2 000 m)
Configuration	
Configuration software	
• Configuration tool	LOGO! Soft Comfort V8
Accessories	
belongs to product	LOGO!
Mechanics/material	
Design of housing	plastic
Dimensions	
Width	128.2 mm
Height	86 mm
Depth	38.7 mm
Overall depth	38.7 mm



Figura similar

LOGO! 12/24RCE, mód. lógico, display FA/E/S: 12/24 V DC/relé, 8 DI (4 AI)/4 DO, mem. 400 bloques, posibilidad de ampliación modular, Ethernet, servidor web integrado, Datalog, páginas web personalizadas, tarjeta microSD estándar para LOGO! Soft Comfort a partir de V8.3, proyectos anteriores ejecutables conexión a la nube en todos los aparatos base LOGO! 8.3

Display	
Con display	Sí
Diseño/montaje	
Montaje	sobre perfil normalizado de 35 mm, 4 módulos de ancho
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	
• 12 V DC	Sí
• 24 V DC	Sí
Rango admisible, límite inferior (DC)	10,8 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Hora	
Programadores horario	
• Cantidad	400; Máx. 400, según la función
• Reserva de marcha	480 h
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	8; de ellas, 4 aptas como E analógicas (0 a 10 V)
Salidas digitales	
Número de salidas	4; Relé
Protección contra cortocircuito	No; requiere protección externa
Intensidad de salida	
• para señal "I" rango admisible para 0 a 55 °C, máx.	10 A
Salidas de relé	
Poder de corte de los contactos	
— con carga inductiva, máx.	3 A
— con carga resistiva, máx.	10 A
CEM	
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
• Clase de límite B, para aplicación en el ámbito residencial	Sí; Desparasitado según EN 55011, clase límite B
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Sí
Homologación CSA	Sí
Homologación UL	Sí
Homologación FM	Sí
desarrollado conforme a IEC 61131	Sí
según VDE 0631	Sí
Homologaciones navales	Sí
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente en servicio	
• mín.	-20 °C; Sin condensación
• máx.	55 °C
Temperatura ambiente en almacenaje/transporte	
• mín.	-40 °C
• máx.	70 °C
Altitud en servicio referida al nivel del mar	
• Temperatura ambiente-presión atmosférica-altitud de instalación	Tmín ... Tmáx a 1 080 hPa ... 795 hPa (-1 000 m ... +2 000 m)
Dimensiones	
Ancho	71,5 mm
Altura	90 mm
Profundidad	60 mm
Última modificación:	28/2/2021

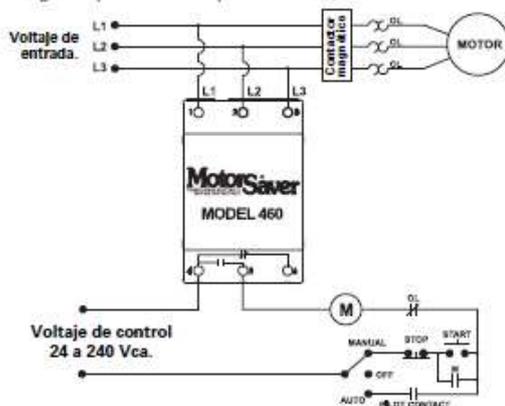
Modelo 460.

Monitor de voltaje trifásico.



Diagrama de cableado.

Diagrama típico de cableado para modelo 460, con conexión de control.



Descripción

El modelo 460 es un monitor de voltaje trifásico que protege motores de 190-480 o 475-600Vca, 50/60Hz, sin importar el tamaño del motor. El equipo cuenta con perilla de voltaje, que se deberá ajustar según el voltaje de línea al que se conecte.

El equipo cuenta con un micro-controlador único que supervisa el voltaje y sus fases. Constantemente se vigila el voltaje en las 3 fases para detectar condiciones de falla tales como: alto, bajo y desbalanceo de voltaje, pérdida de cualquier fase y fase invertida. Cuando una condición de falla es detectada, el relevador de salida del MotorSaver® es desactivado, después de un tiempo de retardo programado. El relevador de salida se reactiva, después de que las condiciones de línea vuelven a valores aceptables, después de un retardo de tiempo programado. Los retardos de disparo y restablecimiento ayudan a prevenir disparos en falso por fluctuaciones rápidas en las condiciones de las líneas.

Todos los modelos 460 cuentan con retardo de disparo de 1 a 30 seg, 1 a 500 seg. de retardo por restablecimiento, 2 a 8% de disparo por desbalanceo de voltaje; y un contacto de salida de forma C, excepto en algunos modelos como se muestra en la tabla de modelos disponibles.

Características y beneficios.

Características.	Beneficios.
Amplio rango de voltaje auto-sensible.	Automáticamente verifica si el sistema es de 220 o 440 Vca (230 o 460).
Retardos de disparo y restablecimiento ajustables.	Ayudan a prevenir disparos en falso por fluctuaciones rápidas en las condiciones de las líneas.
Circuitos internos a base de Microcontrolador.	Mejora la precisión y mayor confiabilidad.
Diagnósticos avanzados tipo LED.	Indicador visual rápido de causa de disparo y estado del relevador.
Desbalanceo de voltaje ajustable.	Proporciona protección confiable cuando hay voltaje regenerativo.

Modelos disponibles:

Modelo.	Voltaje.	Descripción.
460	190-480Vca.	Automáticamente vigila el voltaje de línea, retardo de disparo de 1 a 30 seg, retardo de restablecimiento 1 a 500 seg y desbalanceo de 2 a 8%.
460-L	190-480Vca.	Retardo de disparo fijo de 4seg, 1 seg. para fallas de caída de fase, 6% fijo de desbalanceo de voltaje.
460-14	190-480Vca.	Cuenta con 2 juegos de contactos: uno de forma A (NA) y otro de forma B (NC). Usado en aplicaciones donde se requieren 2 voltajes diferentes, como 5Vca para un PLC, y otro de 115Vca para una alarma.
460-575	475-600Vca.	Comúnmente usado en el Este de Canadá y en plantas generadoras que generan 600 Vca.
460-575-14	475-600Vca.	Comúnmente usado en el Este de Canadá y en plantas generadoras que generan 600 Vca. Cuenta con 2 juegos de contactos: uno de forma A (NA) y otro de forma B (NC).
460-15	190-480Vca.	Cuenta con 2 juegos de contactos de forma A (NA). Es usado en aplicaciones donde dos diferentes unidades serán controladas a la vez, tal como una unidad que tiene circuitos de control separados, como un compresor y un ventilador.
460-MR	190-480Vca.	Cuenta con dos terminales con entrada para un botón (NA), para instalarse en puerta de tablero. Es usado en aplicaciones donde se requiere un restablecimiento manual externo con botón.
460-VBM	190-480Vca.	Perilla de ajuste para alto y bajo voltaje. Desbalanceo de voltaje fijo en 6%.
460-400HZ	190-480Vca.	Para aplicaciones de 400Hz. en línea.

Modelo 460

Especificaciones

Frecuencia:	50/60Hz.
Bajo voltaje (% del valor sel.)	
Disparo:	90% ±1%.
Restablecimiento:	93% ±1%.
Alto voltaje (% del valor sel.)	
Disparo:	110%±1%.
Restablecimiento:	107% ±1%.
Desbalanceo de voltaje (NEMA)	
Disparo:	2-8% ajustable.
Restablecimiento:	Del valor selecc. menos 1% (5-8%). Del valor selecc. menos 0.5% (2-4%).
Modelo 460L	6% fijo (4.5% restablecimiento).
Retardo de disparo.	
Bajo, alto y desbalanceo de voltaje.	1 a 30 seg. ajustable.
Modelo 460L	4 seg. fijo.
Falla de fase (>15% VUB):	1 seg. fijo.
Retardo de disparo.	
Después de una falla.	1 a 500 seg. ajustable.
Después de una pérdida completa de energía.	1 a 500 seg. ajustable.
Rango de contactos de salida.	
Forma C.	
Contacto piloto:	480VA @ 240Vca, B300.
Propósitos generales:	10A @ 240Vca.
Forma A y forma B	
Contacto piloto:	360VA @ 240Vca, B300.
Propósitos generales:	8A@ 240Vca.

Rango de temperatura ambiente

Operación.	-20° a 70°C (-4° a 158°F).
Almacenamiento.	-40° a 80°C (-40° a 176°F).
Potencia máxima de entrada.	6 Watts.
Clase de protección.	IP20, NEMA 1 (dedos seguros).-
Humedad relativa:	10 a 95%, sin-condensar por IEC 68-2-3.
Torque en terminales:	4.5 in.-lbs.
Tipo de cable.	Cable o alambre cal. 12-20 AWG, uno por terminal.

Pruebas estándar que pasa

Descarga electrostática (ESD)	IEC 61000-4-2, nivel 3, 4kV en contactos, 8 kV al aire.
--------------------------------------	---------------------------------------------------------

Inmunidad a radio frecuencia radiada

150 MHz, 10V/m.

Exposición a transitorios rápidos

IEC 61000-4-4, nivel 3, 3.5kV en contactos de entrada y control.

Picos de voltaje

IEC:	IEC 61000-4-5, nivel 3, 4kV entre líneas; nivel 4, 4kV de línea-a-tierra.
ANSI/IEEE:	C62.41 del compilado de picos de onda a un nivel de 6kV entre líneas.

Prueba de alto potencial.

Cumple con UL508 (2 x rango V +1,000V por 1 minuto).

Marcas de seguridad

UL	UL508 (archivo #E68520).
CE	IEC 60947-6-2.

Encapsulado.

Polycarbonato.

Dimensiones.

Ai 88.9 mm (3.5"); **An** 52.9 mm (2.08");
Pr 59.69 mm (2.35").

Peso.

0.7 lb. (11.2 oz., 317.51 g).

Método de instalación.

Riel DIN de 35 mm o sobre platina (con tornillos #6 u #8).

Modelo 460-MR

(restablecimiento manual).

Se requiere de botón externo NA.

Entorno de Servidor Web “Smart-Konnect Portal”

The screenshot shows the Smart-Konnect Portal for user Jorge Bendaña. The interface includes a sidebar menu with options like Home, Add Subscription, Account, and Users. The main content area displays '0 Active Subscriptions' with an 'Add Subscription' button. Below this is a user profile section for Jorge Bendaña, identified as a Tenant Admin, with a 'Telegram Account' status of 'Not Associated'. A 'Generate New Telegram Token' button is present, along with instructions on how to register a token via Telegram. To the right, there are 'Apps' for 'Konnected Center' and 'MQTT Cloud Service', both marked as 'FREE TRIAL'. A 'Subscriptions' table is visible below the apps, with columns for Order #, Status, Subscription, Requested By, Expiration Date, and Renew.

The screenshot shows the Smart-Konnect Portal dashboard for user Matthew. The dashboard is titled 'Main' and features a 'Temperature' widget displaying a current value of 35. Below this, there are two charts: a line chart for 'Temperature' showing Avg(Temperature), Max(Temperature), and Min(Temperature) over time from 2021-02-14 13:00 to 2021-02-14 16:00, and a bar chart for 'Temperature Distribution' showing the number of events for temperatures 31, 32, 33, 34, and 35. The distribution shows a peak at 34 with 18 events.

Temperature	Events
31	0
32	6
33	10
34	18
35	14