

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

ELECTRÓNICA



TESIS

**Prototipo de sistema de riego automático para la
conservación de áreas verdes de la Plaza Cívica – J.L.O**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRÓNICO**

ELABORADA POR:

Bach. Cristian Jonatan Julca Correa

Bach. Gean Carlo Leyva Carhuatanta

ASESOR:

Mtro. Ing. Carlos Leonardo Oblitas Vera

ORCID: 0000-0003-0272-9375

LAMBAYEQUE, 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
ELECTRÓNICA



Prototipo de sistema de riego automático para la conservación
de áreas verdes de la Plaza Cívica – J.L.O

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

Bach. Cristian Jonatan Julca Correa
AUTOR

Bach. Gean Carlo Leyva Carhuatanta
AUTOR

Mtro. Ing. Carlos Leonardo Oblitas Vera
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



Prototipo de sistema de riego automático para la conservación
de áreas verdes de la Plaza Cívica – J.L.O

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRÓNICO

APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:

Ing. Manuel Javier Ramírez Castro
PRESIDENTE

M.Sc. Ing. Frank Richard Rodríguez Chirinos
SECRETARIO

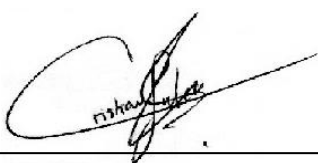
Dra. Ing. Lucía Isabel Chamán Cabrera
VOCAL

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

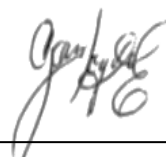
Nosotros, Cristian Jonatan Julca Correa, en condición de Bachiller en Ingeniería Electrónica egresado de la U.N.P.R.G., identificado con DNI: 75554043 y Gean Carlo Leyva Carhuatanta, en condición de Bachiller en Ingeniería Electrónica egresado de la U.N.P.R.G., identificado con DNI: 77423719, dejamos constancia de nuestra autoría total en la presente tesis de pregrado, que lleva por título: “PROTOTIPO DE SISTEMA DE RIEGO AUTOMÁTICO PARA LA CONSERVACIÓN DE ÁREAS VERDES DE LA PLAZA CÍVICA – J.L.O”.

DECLARAMOS BAJO JURAMENTO QUE:

El siguiente proyecto de investigación se llevó a cabo por nuestra persona y no existe plagio o copia en ninguna de sus formas, mucho menos de otros documentos de investigación como, por ejemplo: tesis, texto, revista, etc.; presentados por personas jurídicas o naturales con fines profesionales o académicos de investigación. Ponemos en constancia que la información de otros autores ha sido citada correctamente en el presente proyecto de investigación, por ende, no tomaremos como nuestras las opiniones vertidas por terceros. Así mismo, aseguramos que estamos conscientes del contenido total de la tesis y asumimos la responsabilidad de cualquier error en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas. En caso se incumpla esta declaración, nos disponemos al reglamento de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y las disposiciones legales vigentes.



Bach. Cristian Jonatan Julca Correa
AUTOR



Bach. Gean Carlo Leyva Carhuatanta
AUTOR

Lambayeque, 01 de Julio del 2022.

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto de tesis principalmente a Dios y a mis padres. A Dios por haber brindado una familia maravillosa, que siempre me han enseñado a nunca rendirse y siempre cumplir mis metas, y a mis padres porque siempre estuvieron ahí apoyándome en cada parte de mi vida y en cada decisión que tomaba, por darme una educación ética y en valores, por siempre estar al tanto de cada paso que daba y siempre queriendo lo mejor para mí, es por ello que ahora estoy donde estoy gracias a ellos, es por eso que cada triunfo siempre irá dedicado a ellos.

CRISTIAN JONATAN JULCA CORREA

Dedico este proyecto de tesis especialmente a mi madre la Sra. Dermis Carhuatanta, quien nunca dejo de apoyarme en todo lo que estuvo a su alcance para poder empezar y culminar con éxito la hermosa carrera de ingeniería electrónica; también a mis hermanos, Yhenver y Judith Leyva quienes fueron los que me motivaron en todo momento a ser un profesional. Sin olvidar a mis tíos, Pablo y Carlos Carhuatanta quienes influenciaron mucho en la decisión de la carrera elegida, muchas gracias por sus enseñanzas y consejos. También a Dios, ya que sin él nada de esto hubiera sido posible.

GEAN CARLO LEYVA CARHUATANTA

AGRADECIMIENTO

Agradecer infinitamente a Dios por guiarnos en este camino largo de la complicada pero muy gratificante vida universitaria, por darnos fuerza para continuar y culminar con éxito nuestra formación académica.

A nuestros queridos padres por confiar en nosotros, por darnos las fuerzas necesarias en los momentos complicados, por sus consejos para ser mejores día a día y por su paciencia, gracias por darnos el empuje para lograr nuestro objetivo académico.

A nuestros compañeros universitarios, especialmente a los que siempre fueron nuestro grupo de trabajo, con los cuales hoy en día seguimos compartiendo una gran amistad, por esas inolvidables experiencias en cada reunión de estudios y amanecidas, por hacernos mejores personas y brindarnos su tiempo.

A los docentes de la EPIE por compartir sus conocimientos en el transcurso de nuestra vida universitaria que nos permiten desempeñarnos con mayor tranquilidad en el aspectos personal y profesional, por su tiempo y sus sabios consejos.

Bach. Cristian Jonatan Julca Correa

Bachiller Ingeniería Electrónica

Bach. Gean Carlo Leyva Carhuatanta

Bachiller Ingeniería Electrónica

Lambayeque, 2022

RESUMEN

El presente proyecto de investigación está enfocado en mejorar el control del uso de un recurso vital como lo es el agua en la Plaza Cívica de José Leonardo Ortiz, para ello se planteó construir un prototipo de Sistema de Riego Automático que nos permitirá aprovechar eficientemente el recurso hídrico y conservar las verdes de la plaza cívica en buen estado. Para ello se realizó una encuesta para conocer a detalle la realidad del parque principal de José Leonardo Ortiz, donde los resultados fueron que los trabajadores de la municipalidad aun utilizan métodos tradicionales de riego con manguera e inundación. Se utilizó base teórica sobre sistema de control automático, hidro-zonas y riego por aspersión y difusión para poder determinar qué tipo de riego es el más adecuado teniendo en cuenta el tipo de terreno y las diferentes variedades de flora que posee la Plaza Cívica de José Leonardo Ortiz. Finalmente se implementó un prototipo de Sistema de Riego Automático que no solo nos permite demostrar el funcionamiento y el ahorro progresivo del líquido vital como lo es el agua sino también conservar las áreas verdes de la Plaza Cívica de J.L.O.

Palabras claves: Prototipo, Riego Automático, sistemas de control, Hidro-zonas, aspersión.

ABSTRACT

This research project is focused on improving the control of the use of a vital resource such as water in the Plaza Cívica of José Leonardo Ortiz, for this purpose it was proposed to build a prototype of an Automatic Irrigation System that will allow us to efficiently use the resource water and keep the greens of the civic square in good condition. For this, a survey was carried out to know in detail the reality of the main park of José Leonardo Ortiz, where the results were that the workers of the municipality of still use traditional methods of irrigation with hose and flooding. Theoretical basis on an automatic control system, hydro-zones and sprinkler and diffusion irrigation was used to determine what type of irrigation is the most appropriate taking into account the type of terrain and the different varieties of flora that the Plaza Cívica de José has. Leonardo Ortiz. Finally, a prototype of an Automatic Irrigation System was implemented that not only allows us to demonstrate the operation and progressive saving of vital liquid such as water, but also to preserve the green areas of the Plaza Cívica de J.L.O.

Keywords: Prototype, Automatic Irrigation, control systems, Hydro-zones, sprinkler.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
CAPITULO I.....	1
INFORMACIÓN GENERAL	1
1.1. Título.	1
1.2. Autores.	1
1.3. Asesor de Especialidad.....	1
1.4. Línea de Investigación.....	1
1.5. Lugar de Ejecución.....	1
1.6. Duración del Proyecto.	1
1.6.1. Fecha de Inicio	1
1.6.2. Fecha de Término.....	1
CAPITULO II	2
PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
2.1. Síntesis de la situación problemática	2
2.2. Formulación del problema de investigación	3
2.3. Hipótesis	3
2.4. Objetivos de Investigación	4
3.4.1. Objetivo General	4
3.4.2. Objetivos Específicos.....	4
CAPITULO III	5
DISEÑO TEÓRICO	5
3.1. Antecedentes de la Investigación	5
3.1.1. Antecedentes Internacionales.....	5
3.1.2. Antecedentes Nacionales	6

3.1.3. Antecedentes Locales.....	8
3.2. Bases teóricas	8
3.2.1. Sistema de control	8
3.2.1.1. Modelo estructural de un sistema automatizado.....	10
3.2.1.2. Proceso	11
3.2.1.3. Preaccionadores	12
3.2.1.4. Actuador.....	15
3.2.1.5. Captadores.....	17
3.2.1.6. Dispositivos lógicos de control.....	18
3.2.1.7. Comunicaciones	18
3.2.1.8. Sistema SCADA	22
3.2.2. Sistema de riego	23
3.2.2.1. Tipos de riego	24
3.2.2.2. Componentes y Equipos de un Sistema de Riego	27
CAPITULO IV	30
DISEÑO METODOLÓGICO	30
4.1. Identificación de la flora.....	30
4.2. Ubicación de la flora dentro del plano	42
4.3. Cálculo e identificación de perímetros y áreas de las zonas	43
4.4. Diseño del sistema por zonas	44
4.5. Cálculo de caudales y presiones por zonas	51
4.6. Cálculo de caudal en l/s en cada zona	55
4.7. Cálculo de distancia por tuberías en metros.....	56
4.8. Cálculo de pérdidas de presión por tuberías y accesorios.....	57
4.9. Elección de equipos.....	59
CAPITULO V	60
DISEÑO DEL PROTOTIPO	60
5.1. Elección de equipos.....	60
5.2. Diagrama eléctrico	61
5.3. Simulación de ubicación de equipos	63
5.4. Programación del PLC	64

5.5. Lista de símbolos	71
5.6. Programación HMI.....	71
5.7. Desarrollo del prototipo.....	73
5.8. Presupuesto del prototipo	77
CAPITULO VI.....	79
ANÁLISIS DE RESULTADOS	79
6.1. Pruebas del prototipo.....	79
6.1.1. Tabla de tabulación de sensores de humedad	79
6.1.2. Respuesta del Prototipo en Modo Automático	80
6.2. Consumo de agua en litros durante prueba	81
6.3. Respuesta de los sensores durante prueba.....	81
CONCLUSIONES	83
RECOMENDACIONES.....	85
BIBLIOGRAFÍA	87
ANEXOS	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Control de nivel de un tanque de agua	9
Figura 2	Diagrama de bloques típico de un sistema de control de lazo	9
Figura 3	Diagrama de bloques típico de un sistema de control de lazo cerrado	10
Figura 4	Modelo estructural de un sistema automatizado.....	10
Figura 5	Representación interna y principio de funcionamiento de un contactor.....	12
Figura 6	Relés electromecánicos.	13
Figura 7	Símbolos asociados al interruptor horario.....	14
Figura 8	Interruptor horario digital	14
Figura 9	Interruptor horario electromecánico	15
Figura 10	Clasificación de los actuadores.	16
Figura 11	Diferentes modelos de autómatas programables.	18
Figura 12	Ejemplos de red de comunicación industrial	19
Figura 13	Puerto RS - 232.	19
Figura 14	Ejemplo de una red Profibus - DP	20
Figura 15	Cableado convencional vs AS -i.....	21
Figura 16	Ejemplo de una red AS-i.	21
Figura 17	Switch industrial.....	22
Figura 18	Diseño de la pantalla de un sistema SCADA	23
Figura 19	Diferentes formas de distribución del agua en riego superficial.	24
Figura 20	Método de riego por surcos	25
Figura 21	Ejemplo de goteros.....	25
Figura 22	Partes de un equipo de Riego por Aspersión.....	26
Figura 23	Microaspersores de cuerpo rotativo.....	27
Figura 24	Esquema de un aspersor de impacto con dispositivo emergente	28
Figura 25	Aspersor emergente de turbina o engranajes.....	29
Figura 26	Gras americano.....	30
Figura 27	Almendra.....	31
Figura 28	Ficus Benjamina	32
Figura 29	Iresine	33
Figura 30	Poncione	34
Figura 31	Ciprés común.....	35
Figura 32	Ceibo	36

Figura 33	Schinus molle	37
Figura 34	Thuja orientalis.....	38
Figura 35	Palmera de coco.....	39
Figura 36	Agave espadín	40
Figura 37	Cucarda.....	41
Figura 38	Toma satelital de la Plaza Cívica de J.L.Ortiz.....	42
Figura 39	Plano en Autocad de la Plaza Cívica de J.L.Ortiz	42
Figura 40	Ubicación de aspersores dentro de la Plaza Cívica de J.L.Ortiz	44
Figura 41	Ubicación de sensores dentro de la Plaza Cívica de J.L.Ortiz.....	45
Figura 42	Ramificación de tuberías para cableado de sensores y válvulas.....	45
Figura 43	Ubicación de la cisterna dentro de la Plaza Cívica de J.L.Ortiz.....	46
Figura 44	Ubicación de las válvulas de ingreso a cada zona a partir de la cisterna.....	46
Figura 45	Identificación de la zona N° 1	46
Figura 46	Identificación de la zona N° 2	47
Figura 47	Identificación de la zona N° 3	47
Figura 48	Identificación de la zona N° 4	48
Figura 49	Identificación de la zona N° 5	48
Figura 50	Identificación de la zona N° 6	49
Figura 51	Identificación de la zona N° 7	49
Figura 52	Ramificación de tuberías para agua.....	50
Figura 53	Conexionado de aspersores con tuberías de PVC o Polietileno	51
Figura 54	Cálculo de la constante de Christiansen	57
Figura 55	Conexión de los equipos al PLC empleando el software CaDe_Simu	61
Figura 56	Conexión de la bomba empleando el software CaDe_Simu	62
Figura 57	Vista interior del módulo empleando el software SketchUp	63
Figura 58	Vista frontal del módulo empleando el software SketchUp	63
Figura 59	Vista ampliada del módulo empleando el software SketchUp	64
Figura 60	Escalones declarando los modos de funcionamiento del prototipo	64
Figura 61	Escalón declarando la memoria marcha en modo manual.....	65
Figura 62	Escalón declarando la salida paro para modo manual y automático	65
Figura 63	Escalón declarando las condiciones de activación de la zona	66
Figura 64	Escalón declarando las salidas de la zona	66
Figura 65	Escalón declarando el temporizado del arranque de la bomba.....	67
Figura 66	Escalón declarando la memoria de condición de riego para ambos modos.....	67
Figura 67	Escalón declarando las salidas de marcha y arranque de bomba.....	68

Figura 68	Escalón declarando la memoria horaria para el modo automático	68
Figura 69	Escalón declarando los rangos de activación y desactivación del sensor 1	68
Figura 70	Escalón declarando los rangos de activación y desactivación del sensor 2	69
Figura 71	Escalones declarando la conversión de los valores del sensor	69
Figura 72	Escalones declarando las variables de tiempo para sincronización	69
Figura 73	Configuración general del nuevo proyecto empleando software Vijeo	71
Figura 74	Importación de variables declaradas en el PLC	72
Figura 75	Creación de paneles gráficos empleando software Vijeo	72
Figura 76	Configuración del panel gráficos empleando software Vijeo	73
Figura 77	Conexión y pruebas de funcionalidad del prototipo	73
Figura 78	Exportación del programa al PLC y HMI	74
Figura 79	Montaje de rieles, canaletas y perforación en el tablero	74
Figura 80	Montaje de los diferentes equipos en el tablero	75
Figura 81	Cableado de los equipos en el tablero	75
Figura 82	Peinado del cableado de los equipos en el tablero	76
Figura 83	Instalación y funcionamiento de la pantalla HMI en el tablero	76
Figura 84	Conexión del aspersor y válvula de zona a la bomba	77
Figura 85	Configuración de hora de activación del Fechador	80
Figura 86	Prueba de activación del Fechador	80
Figura 87	Gráfica Consumo de agua vs tiempo	81
Figura 88	Gráfica Humedad vs tiempo	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Dispositivos de control automático.....	17
Tabla 2	Cálculo de perímetros y áreas de las zonas.....	43
Tabla 3	Medida de los tubos	50
Tabla 4	Cálculo de caudal y presión de los aspersores de la zona 1	51
Tabla 5	Cálculo de caudal y presión de los aspersores de la zona 2	52
Tabla 6	Cálculo de caudal y presión de los aspersores de la zona 3	52
Tabla 7	Cálculo de caudal y presión de los aspersores de la zona 4	53
Tabla 8	Cálculo de caudal y presión de los aspersores de la zona 5	54
Tabla 9	Cálculo de caudal y presión de los aspersores de la zona 6	54
Tabla 10	Cálculo de caudal y presión de los aspersores de la zona 7	55
Tabla 11	Cálculo de caudal en l/s en cada zona.....	55
Tabla 12	Cálculo de distancia en metros por tuberías en cada zona	56
Tabla 13	Cálculo de pérdidas de presión en tuberías y accesorios en cada zona.....	58
Tabla 14	Lista de equipos del diseño de la Plaza Cívica de J.L.Ortiz.....	59
Tabla 15	Lista de equipos empleados en el prototipo	60
Tabla 16	Lista de símbolos empleados en la programación.....	71
Tabla 17	Presupuesto de equipos del prototipo.....	77
Tabla 18	Presupuesto de materiales del prototipo.....	78
Tabla 19	Tabulación de sensores de humedad.....	79
Tabla 20	Consumo de agua durante pruebas operativas	81
Tabla 21	Respuesta de sensores durante pruebas operativas	82

CAPITULO I

INFORMACIÓN GENERAL

1.1. Título.

“PROTOTIPO DE SISTEMA DE RIEGO AUTOMÁTICO PARA LA CONSERVACIÓN DE ÁREAS VERDES DE LA PLAZA CÍVICA – J.L.O”

1.2. Autores.

Bach. Cristian Jonatan Julca Correa

Bach. Gean Carlo Leyva Carhuatanta

1.3. Asesor de Especialidad.

Ing. Carlos Leonardo Oblitas Vera.

1.4. Línea de Investigación.

Automatización y Control.

1.5. Lugar de Ejecución.

José Leonardo Ortiz.

1.6. Duración del Proyecto.

6 meses.

1.6.1. Fecha de Inicio

Enero 2022

1.6.2. Fecha de Término.

Julio 2022

CAPITULO II

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Síntesis de la situación problemática

El pasado 12 de septiembre del 2020 el estado peruano declaró en emergencia varios departamentos del norte del país en los que figuran Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad y Cajamarca por peligro inminente ante déficit hídrico; (“Declaran a Lambayeque en emergencia por déficit hídrico”, 2020) *Recuperado de <https://www.laindustriadechiclayo.pe/noticia/1600136835-declaran-a-lambayeque-en-emergencia-por-deficit-hidrico>* , a pesar de que el distrito de José Leonardo Ortiz no se encuentra dentro de ésta lista, ésta no escapa de nuestro interés, siendo para nosotros muy importante la conservación y el control de manera óptima del uso de este recurso.

La Plaza Cívica ubicado en el distrito de José Leonardo Ortiz provincia de Chiclayo, parque principal de dicho distrito y el más concurrido de la zona, actualmente varios sectores de áreas verdes del parque se encuentra en mal estado, los mismos que vienen siendo regados por trabajadores de la municipalidad de José Leonardo Ortiz utilizando métodos tradicionales de riego con manguera e inundación, siendo estos tipos de riego deficientes debido a que algunas plantas que se encuentran ahí no necesitan la misma cantidad de agua para su conservación generando que se marchiten en un corto plazo, además que se hace un uso desmedido e inadecuado del agua lo cual hoy en día es sumamente irresponsable y se debería tener una mayor conciencia al usar éste líquido vital como el agua. De allí nuestro interés por diseñar y proponer un sistema de riego automático que ayude a dosificar el agua sin dejar de conservar las áreas verdes en muy buenas condiciones.

En consecuencia, diferentes municipalidades distritales vienen impulsando y desarrollando proyectos de mantenimiento y limpieza de sus áreas verdes de parques por lo cual éste estudio también contribuirá con la municipalidad de José Leonardo Ortiz en la conservación de su Plaza principal.

2.2. Formulación del problema de investigación

¿Cuál es el diseño de un prototipo de un sistema de riego automático que permita contribuir con la conservación de las áreas verdes de la Plaza Cívica de José Leonardo Ortiz haciendo un uso adecuado del agua?

2.3. Hipótesis

El prototipo de un sistema de riego automático que permita contribuir con la conservación de las áreas verdes de la Plaza Cívica de José Leonardo Ortiz haciendo un uso adecuado del agua, tiene un diseño que consiste en un primer plano, en el estudio de la flora presente en el parque que nos permita determinar el tipo de riego uniforme y aspersor adecuado, los que estarán conectados por una serie de tuberías alimentadas por una bomba que será accionada por un temporizador horario, que tendrá como referencia la humedad del suelo, esto con el fin de aprovechar el agua presente en el suelo por algún cambio climático permitiéndonos ahorrar un 30% del consumo de agua en un mes conservando en óptimas condiciones las áreas verdes de la Plaza Cívica de J.L.O.

2.4. Objetivos de Investigación

3.4.1. Objetivo General

Crear un prototipo de un sistema de riego automático para la conservación de las áreas verdes de la Plaza Cívica – J.L.O.

3.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar las características y metodologías de uso de los diferentes tipos de riegos automáticos, para contribuir con el adecuado uso del bien hídrico.
- Determinar las características técnicas y generales de los diferentes tipos de plantas presentes en la zona.
- Determinar el cálculo de perímetros y áreas, caudal y presión, distancia de tuberías, y pérdidas de presión por cada zona.
- Diseñar en 3D el prototipo del sistema de riego automático haciendo uso del software SketchUp.
- Seleccionar instrumentos y equipos requeridos para la implementación del prototipo de sistema de riego automático.
- Programar y simular el prototipo del sistema de control de riego automático haciendo uso del software SoMachine Basic con sus respectivas pruebas de funcionamiento.

Para desarrollar el presente proyecto de investigación se ha considerado diferentes estudios vinculados con sistemas de riego automático.

CAPITULO III

DISEÑO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la Investigación

3.1.1. Antecedentes Internacionales

- a) En la siguiente tesis “Diseño de un sistema de riego para la hacienda San Antonio, ubicada en la parroquia Machachi”, elaborada en Quito, Ecuador se presenta el proyecto que tiene por finalidad el desarrollo de dos tipos de riego, para lo cual se determinó la cantidad de agua que necesitan los cultivos para luego diseñar ambos sistemas de riego en donde el primer sistema de riego haciendo uso de aspersores en forma de lluvia localizada y la segunda emplea el riego por goteo. Finalmente se concluye que el diseño depende de aspectos como la topografía del lugar, el clima y las especies a cultivar, así se logrará tener una gran eficacia y eficiencia ya que se tiene un mejor ahorro posible del agua y así enfrentar al estrés hídrico. (Erazo Yépez, 2015)
- b) En la siguiente tesis “Desarrollo de un prototipo de sistema de riego automático para el cultivo de tomates rojos: Caso San Pedro Apóstol Oaxaca”, elaborada en México, se presenta el proyecto que tiene por finalidad crear un prototipo automatizado de riego para ello emplearon el software de Arduino Uno y hardwares como sensores de temperatura y humedad que les permite tener un control más adecuado del agua que se bombea, debido a que anteriormente se tenía un problema de irrigación en donde se desperdiciaba grandes cantidades de bien hídrico así como energía eléctrica. Finalmente se concluye que este trabajo demostró la posibilidad del desarrollo de un sistema de riego

automatizado haciendo uso del software Arduino Uno y con el complemento de sensores, siendo también factible siendo un prototipo económico. (Sánchez Arrazola, 2017)

- c) En la siguiente tesis “Diseño de un sistema de riego para la implementación de cultivos automatizados en el Recinto Playa seca del Cantón el Triunfo”, elaborado en Guayaquil, Ecuador, se presenta el trabajo que tiene por finalidad diseñar un sistema de riego para cultivos y poder aprovechar de manera adecuada el bien hídrico como es el agua, para ello se realizó una indagación en argumentos bibliográficos sobre sistemas de riego, posteriormente se diagnosticó la situación actual del cultivo por lo que se vio ideal emplear el tipo de riego por goteo de acuerdo a sus indicadores. Finalmente se llegó a la conclusión que el diseño del sistema de riego se realizó de acuerdo a las necesidades del productor, así como el tipo de cultivo. (Escobar Manzaba & Farfán Orellana, 2018)

3.1.2. Antecedentes Nacionales

- a) En la siguiente tesis “Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado y controlado de forma inalámbrica para el caserío Pueblo Libre – Canchaque”, elaborada en Perú, se presenta el proyecto que tiene por finalidad diseñar un sistema de riego tecnificado para cultivos de maracuyá, para proteger el cultivo y mejorar el riego, diseñaron un sistema de control con sensores y actuadores para la irrigación por sectores. Para ello aplicaron protocolos de comunicación domóticas para realizar el control a través de mensajes SMS. Finalmente se concluye que los datos obtenidos durante pruebas del sistema de riego son los esperados teniendo un tiempo de respuesta del sistema por medio

de SMS aproximadamente 45 segundos, que además en conjunto con los sensores y actuadores garantiza un funcionamiento correcto y precisión del sistema de riego. (Crisanto Iparraguirre & Pacheco Cruz, 2015)

- b) En la siguiente tesis “Diseño e Implementación de un sistema automatizado para riego tecnificado basado en el balance de humedad de suelo con tecnología arduino en el laboratorio de control y automatización EPIME 2016”, elaborado en Perú, se presenta el proyecto que tiene por finalidad del diseño e implementación de un sistema de riego tecnificado basado en el estudio de humedad del suelo empleando software Arduino y lograr tener un uso eficiente del agua. Para ello se realizó un monitoreo de la cantidad de humedad presente en el suelo del cultivo. Finalmente se llegó a la conclusión que al diseñar e implementar el sistema de riego automatizado se obtuvo tener un aprovechamiento del bien hídrico eficiente, reduciendo el uso de agua al 10.9 %, en comparación al riego convencional. (Apaza Mamani & Torre Javier, 2017)
- c) En la siguiente tesis “Diseño para la implementación de un sistema de riego tecnificado en el campamento Villa Cuajone, Soouthern Peru Copper Corporation, Moquegua, Perú”, elaborada en Perú, se presenta el proyecto que tiene por finalidad a realizar un diseño de un sistema de riego por aspersión, para ello se realizó un estudio de campo para determinar así las necesidades hídricas, en donde se empleó el tipo de riego por aspersión por tratarse principalmente de áreas verdes como son jardines en donde prima generalmente la conservación de la vegetación optimizando así el aprovechamiento del agua. Finalmente se llegó a la conclusión que el sistema de riego tecnificado ahorra el 25.8% del bien hídrico. (Takaazu Romero, 2017)

3.1.3. Antecedentes Locales

- a) En la siguiente tesis “Diseño de un sistema automático de riego tecnificado para las áreas verdes de la escuela de Ingeniería Electrónica y Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas – UNPRG” elaborado en Lambayeque, Perú, se presenta el proyecto que tiene por finalidad el diseño de un sistema de riego tecnificado por aspersión para las áreas verdes de la Facfym, para realizaron estudios de las metodologías del tipo de riego, además de obtener cálculos de caudal, presión y longitud de tuberías del sistema, todo esto se diseñó y simuló en el software UNITY PRO donde posteriormente se seleccionó los equipos e instrumentos a implementar. Finalmente se concluye que al implementar el sistema de riego automatizado se obtendrá un óptimo control del riego, dando el riego necesario a fin de su preservación. (Humán Lizana & Huamán Coluche, 2018)

3.2. Bases teóricas

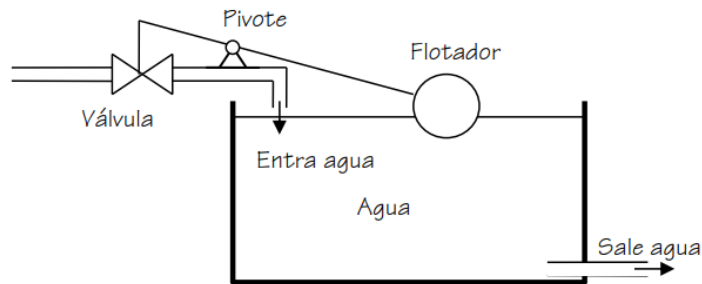
El presente trabajo de investigación, se elaboró basándose de la información recopilada sobre: Sistemas de control automatizado, dispositivos lógicos de control, tipos de comunicación industrial, sistema SCADA y, finalmente, tipos y características de sistemas de riego.

3.2.1. Sistema de control

Los sistemas de control o controles automáticos representan un elemento fundamental dentro de los procesos industriales en la actualidad, en cual son empleados para regular variables como son la temperatura, flujo, presión, viscosidad, nivel, densidad etc.

Otro concepto de control automático sería también: “Un arreglo de componentes físicos conectados de tal forma, que el sistema pueda comandar, regular y dirigirse a sí mismo o a otro sistema”. (Dulhoste, 2012)

Figura 1 Control de nivel de un tanque de agua

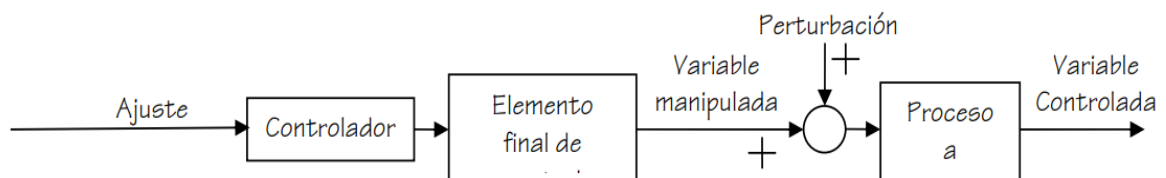


Nota: Ejemplo de sistema de control de nivel de agua mediante un flotador. Adaptada de Introducción al control de procesos para ingenieros [Fotografía], Dulhoste, 2012.

- Lazo abierto

Se refiere cuando el sistema de control hace uso de la información inicial para efectuar una acción de control, sin tomar de referencia el valor de la variable controlada. Esto se puede graficar en la siguiente figura. (Dulhoste, 2012)

Figura 2 Diagrama de bloques típico de un sistema de control de lazo

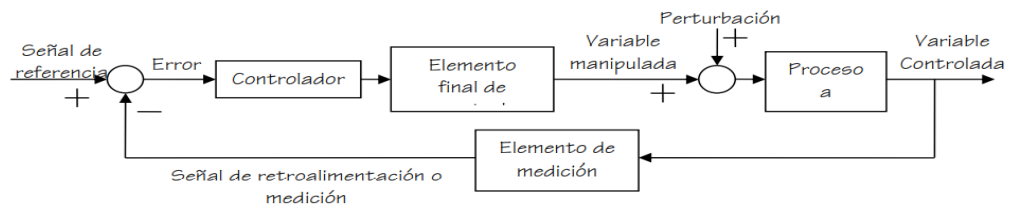


Nota: Diagrama de bloques con los elementos típicos de un sistema de control de lazo abierto. Adaptada de Introducción al control de procesos para ingenieros [Fotografía], Dulhoste, 2012.

- Lazo cerrado

Se refiere cuando la variable controlada es comparada constantemente con la señal de referencia y toda diferencia causa una acción que reduce el error existente. (Dulhoste, 2012)

Figura 3 Diagrama de bloques típico de un sistema de control de lazo cerrado



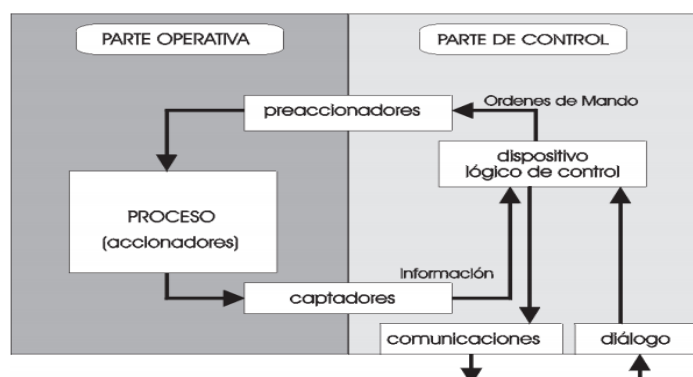
Nota: Diagrama de bloques con los elementos típicos de un sistema de control de lazo cerrado. Adaptada de Introducción al control de procesos para ingenieros [Fotografía], Dulhoste, 2012.

3.2.1.1. Modelo estructural de un sistema automatizado

La estructura de un Sistema Automatizado se clasifica en las siguientes partes: Parte Operativa, conformado por máquinas, dispositivos o subprocesos, elaborados para la ejecución de funciones puntuales; y la Parte de Mando o Control, es el dispositivo encargado de efectuar las coordinaciones en distintas operaciones a fin de mantener la Parte Operativa bajo control.

La ejecución de la Parte Operativa se obtiene gracias al constante intercambio de datos entre ambas partes. Este intercambio se realiza mediante los captadores y los preaccionadores. A partir de los cuales se recopila los datos y valores de las variables a controlar, así también sus cambios de estado, enviando dichos datos a la Parte de Control para su procesamiento. En consecuencia, se envían acciones correctivas a través de los preaccionadores. (García, 2001)

Figura 4 Modelo estructural de un sistema automatizado



Nota: Diagrama de bloques representando el modelo estructural de un sistema automatizado con todos sus elementos. Adaptada de Automatización de procesos industriales [Fotografía], García, 2001.

3.2.1.2. Proceso

El proceso se refiere a un sistema diseñado para llevar a cabo un fin determinado: procesamiento del material a través de una serie de operaciones determinadas para llevar a cabo su conversión. (Creus Sóle, 2010)

3.2.1.2.1. Variables de un proceso

- Variable controlada

Es una característica de la salida o producto del proceso.

La variable controlada se desea mantener en un valor determinado o muy cerca de ella, el valor conocido como set point, punto de consigna o valor deseado.

Ejemplo: temperatura de salida.

- Variable manipulada

Es una característica del sistema de control que tiene una directa participación en la modificación del valor de la variable controlada.

Ejemplo: Cantidad de calor, corriente eléctrica, etc.

- Variables de perturbación

Son las variables con la que el sistema no tiene manejo ni control y que perturban el funcionamiento del sistema controlado.

Cuando una variable de perturbación tiene una participación permanente y crítica sobre el proceso se puede convertir en una segunda variable controlada.

3.2.1.3. Preaccionadores

Los preaccionadores son equipos que facilitan el control de grandes potencias a través de señales de pequeña potencia que son enviadas por la Parte de Control. (García Moreno,2000)

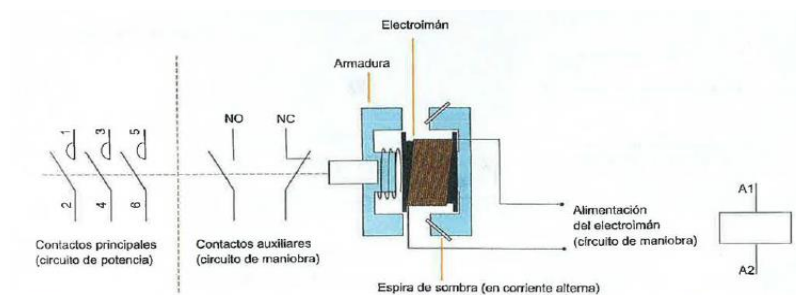
Preaccionadores eléctricos

- **Contactores**

Es un dispositivo que se controla a distancia. Permitiendo manipular corrientes altas a través de corrientes pequeñas. Está formado por uno o más contactos de carácter auxiliar y principal. (García Moreno,2000)

La apertura y cierre que ofrece el contactor se ejecuta mediante una bobina, recibiendo alimentación eléctrica, los contactos del contactor que se encontraban abiertos, se cierran, dando paso a la corriente. Del mismo modo, los contactos del que se encontraban cerrados, se abrirán. Este estado se mantendrá siempre y cuando la bobina se mantenga conectada. (Rodríguez Fernández & Cerdá Filiu, 2014)

Figura 5 Representación interna y principio de funcionamiento de un contactor.



Nota: Representación gráfica sobre la estructura interna y principio de funcionamiento de un contactor. Adaptada de Automatismos industriales Electricidad - Electrónica [Fotografía], Rodríguez Fernández & Cerdá Filiu, 2014.

- **Relés**

Dispositivo de conmutación constituido por un grupo de contactos y un.

Al introducir una pequeña corriente eléctrica en la bobina, se genera un campo magnético provocando el cierre o apertura de los contactos, permitiendo, la alimentación de potencia al equipo que se encuentra conectado a los contactos principales. (García Moreno,2000)

Figura 6 Relés electromecánicos.



Nota: Representación gráfica sobre relés electromagnéticos. Adaptada de Relés electromecánicos de interfaz, miniatura y potencia [Fotografía], Harmony, 2022. <https://www.se.com/es/es/product-range/532-harmony-rel%C3%A9s-electromec%C3%A1nicos/>.

- **Temporizador**

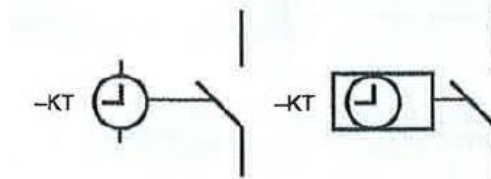
Los temporizadores, también conocidos como relés temporizados, son dispositivos asociados a los circuitos de mando que permiten regular el tiempo que tardarán en actuar sus contactos asociados una vez han recibido o dejado de recibir corriente eléctrica. Están formados básicamente por un electroimán y varios contactos auxiliares NO y NC.

Ese tiempo de actuación predeterminado se ajusta sobre el propio dispositivo, y según el modelo y fabricante un temporizador sea capaz de regular acciones de tiempo desde milisegundos hasta horas. [Rodríguez Fernández & Cerdá Filiu, 2014]

- **Interruptor horario**

El interruptor horario es un dispositivo denominado de minutería que permite conectar y desconectar cargas eléctricas en diferentes franjas horarias. Pueden ser de tipo electromecánico o digital. [Rodríguez Fernández & Cerdá Filiu, 2014]

Figura 7 Símbolos asociados al interruptor horario.



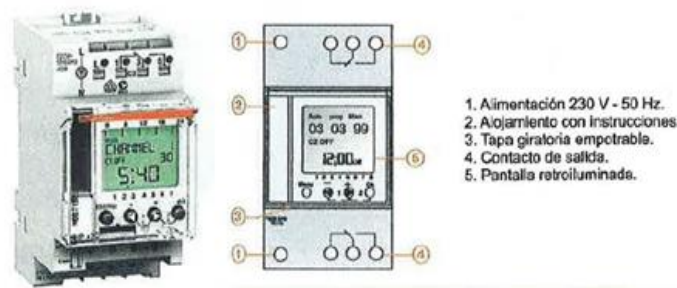
Nota: Representación gráfica sobre la simbología de un interruptor horario. Adaptada de Automatismos industriales Electricidad - Electrónica [Fotografía], Rodríguez Fernández & Cerdá Filiu, 2014.

Existen interruptores horarios para carril DIN, de pared y de tipo enchufe. Su programación puede realizarse, dependiendo del modelo, en horas, días, semanas e incluso años.

- **Interruptores horarios digitales:**

Se programan a través del teclado del dispositivo, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Figura 8 Interruptor horario digital

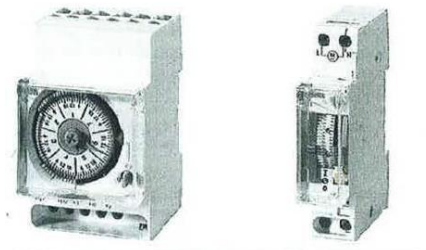


Nota: Representación gráfica sobre las principales características de un interruptor horario digital. Adaptada de Interruptor horario digital IHP CCT15722 [Fotografía], Sumidelec, 2022. <https://www.sumidelec.com/interruptor-horario-digital-ihp-cct15722-schneider-electric-2-canales-p-8365>

- **Interruptores horarios electromecánicos:**

Se programan presionando o moviendo manualmente una serie de pequeñas levas.

Figura 9 Interruptor horario electromecánico



Nota: Representación gráfica sobre las principales características de un interruptor horario electromecánico. Adaptada de Interruptor horario esfera EH110 [Fotografía], Hager, 2022. <https://hager.com/es/catalogo/producto/eh110-int-hor-diario-16a-1na-sin-reserva>

3.2.1.4. Actuador

- **Actuador eléctrico**

Emplean como fuente de alimentación la energía eléctrica. Como por ejemplo son: motores eléctricos de velocidad variable, válvulas eléctricas, motores de velocidad fija, cabezas de soldadura, resistencias de calentamiento, cabeza de corte por láser. (Piedrafita Moreno, 2004)

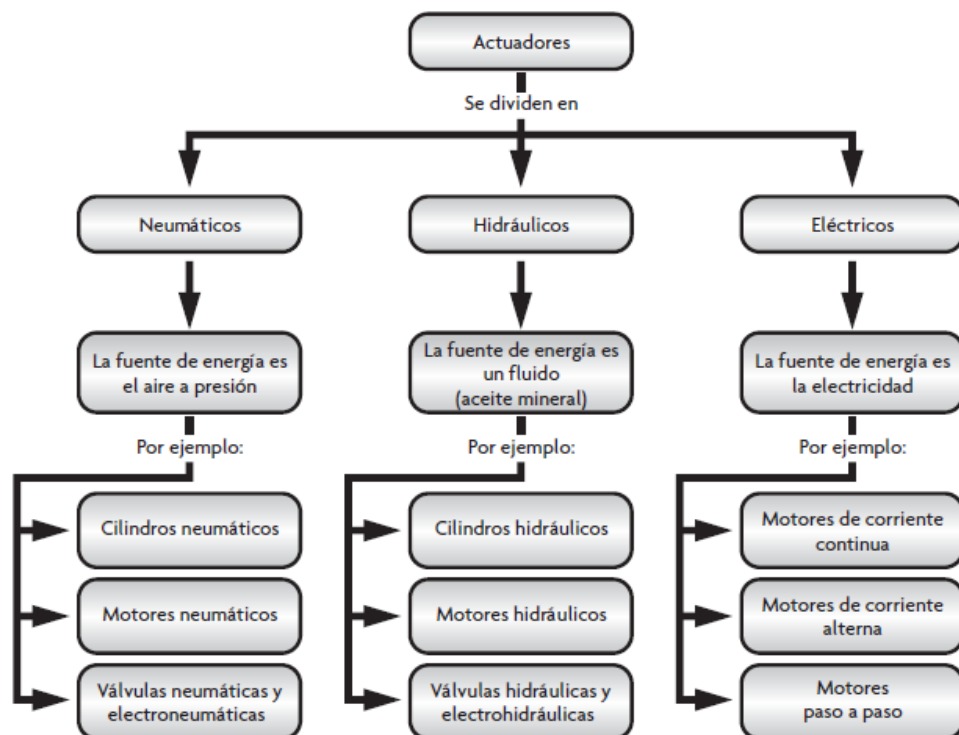
- **Accionador neumático**

Emplean como fuente de alimentación el aire comprimido. Éste se obtiene a través de un grupo compresor, posteriormente se distribuye a los equipos que lo requieran. Son los más utilizados para emplearlos en movimientos lineales cortos, por ejemplo, en ensamblaje, marcados, operaciones de transferencia, aprietes, etc. (Piedrafita Moreno, 2004)

- **Accionador hidráulico**

Estos son empleados cuando los maniobras a desarrollar son muy importantes (prensas de corte) o también cuando las velocidades bajas deben ser controladas a precisión. (Piedrafita Moreno, 2004)

Figura 10 Clasificación de los actuadores.



Nota: Representación gráfica sobre la clasificación de los actuadores. Adaptada de Sensores y Actuadores [Fotografía], Corona Rodríguez & Abarca Jiménez, 2014.

3.2.1.5. Captadores

Son dispositivos que llevan información a la parte de mando del estatus del sistema. Éstos reciben las señales necesarias para identificar el estado del proceso y posterior desarrollo. Identifican temperatura, posición, presión, caudal, aceleración, velocidad. (Rodríguez Fernández & Cerdá Filiu, 2014)

Tabla 1 Dispositivos de control automático

Dispositivos de control de posición	Finales de carrea mecánicos	
	Sensores de proximidad	Inductivos
		Capacitivos
		Por ultrasónicos
	Sensores ópticos	
	Sensores de campo magnético	
Dispositivos de control de desplazamiento	Sensores magnetorresistivos	
	Detectores de gran distancia, de corta distancia o de pequeño desplazamiento	Inductivos
		Capacitivos
		Resistivos
		De infrarrojo
	Detectores de ángulo	
Dispositivos de control de velocidad	Sensores de variación de nivel por flotador	
	Sensores de inclinación	
	Tacómetro	
	Medidor de impulsos	
Dispositivos de control de presión	Detectores ópticos	
	Mecánicos	
	Eletromecánicos	
Dispositivos de control de temperatura	Electrónicos	
	Termorresistencias	
	Termistores	
	Termopares	
Dispositivos de control de luz	Pirómetros de radiación	
	Resistencias LDR	
	Fotodiodos	
	Detectores de luminiscencia	
	Sensores fotoeléctricos	
Detectores de error o comparadores	Sensores de color	
	Potenciómetros	
	Ópticos	

Nota: Cuadro de los dispositivos del control automático. Adaptada de Automatismos industriales Electricidad - Electrónica [Fotografía], Rodríguez Fernández & Cerdá Filiu, 2014.

3.2.1.6. Dispositivos lógicos de control

Conocido como PLC (Controlador Lógico Programable), es un equipo electrónico cuya función principal es administrar los circuitos de automatismos industriales de manera programada. (Carlos Martín & Pilar García, 2009)

Figura 11 Diferentes modelos de autómatas programables.



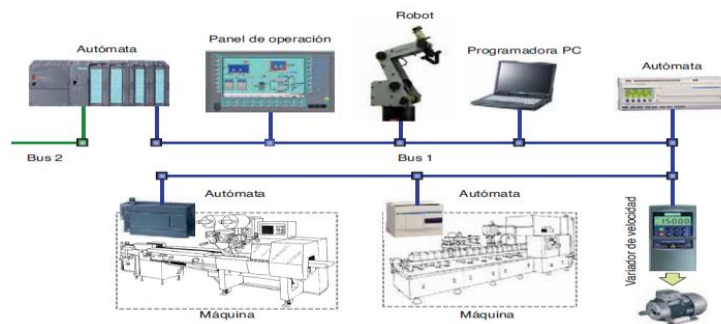
Nota: Representación gráfica sobre los diferentes modelos de autómatas programables. Adaptada de Controladores SIMATIC [Fotografía], Siemens, 2022.

<https://new.siemens.com/mx/es/productos/automatizacion/systems/industrial/plc.html>

3.2.1.7. Comunicaciones

Un bus de comunicación industrial es un sistema de interconectado que facilita la comunicación entre varios dispositivos, con cierto número de hilos. (Carlos Martín & Pilar García, 2009)

Figura 12 Ejemplos de red de comunicación industrial



Nota: Representación gráfica sobre la clasificación de los actuadores. Adaptada de Automatismos Industriales [Fotografía], Carlos Martín & Pilar García, 2009.

Entre los buses más empleados en los procesos industriales son:

MODBUS

Es un bus veterano que se emplea para recolectar y enviar información de control entre sensores y controladores usando el puerto RS-232 y con una comunicación punto a punto. No ha sido estandarizado. Mediante el concepto maestro – esclavo existiendo dos tipos: el modo ASCII (2 bytes) y el modo RTU (4 bytes). (Rodríguez Fernández & Cerdá Filiu, 2014)

Figura 13 Puerto RS - 232.



Nota: Representación gráfica sobre puerto RS-232. Adaptada de RS-232 DB9 clavija y uso [Fotografía], Weis, 2020. <https://www.eltima.com/es/article/9-pin-serial-port.html>

PROFIBUS

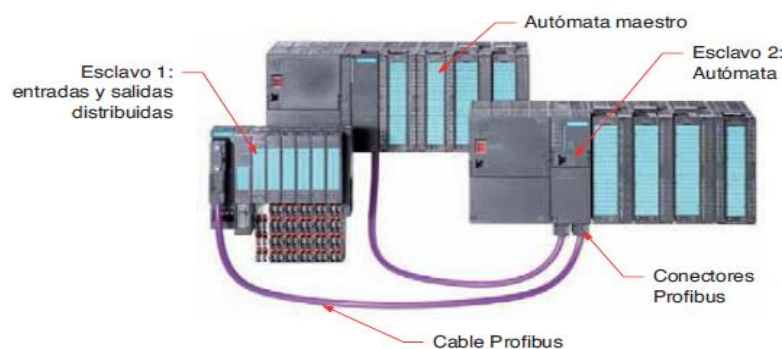
El Profibus (Process Field Bus) es una red estandarizada que permite comunicar dispositivos electrónicos, indiferentemente del tipo de fabricante.

Trabaja mediante el concepto maestro-esclavo, en el cual el maestro es un autómata programable responsable de inicializar la red y recibir la información de los diferentes módulos esclavos de E/S y posterior procesamiento. La topología utilizada en la red puede ser en línea, anillo, estrella o árbol.

Actualmente existe 3 versiones de Profibus (DP, FMS y PA), pero entre las tres versiones el más empleado hoy en día es el DP (Periferia Descentralizada).

(Carlos Martín & Pilar García, 2009)

Figura 14 Ejemplo de una red Profibus - DP



Nota: Representación gráfica sobre los ejemplos de una red Profibus - DP.

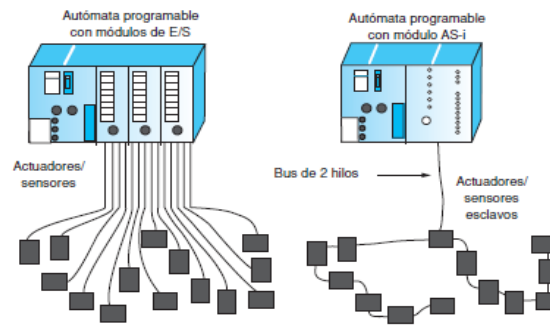
Adaptada de Automatismos Industriales [Fotografía], Carlos Martín & Pilar García, 2009.

BUS AS-I

El bus AS-i (Actuador-Sensor, interface) empleado en el nivel bajo del proceso industrial, tiene por función conectar los captadores y actuadores con los dispositivos de control. Es decir, une cada final de carrera, detector, interruptor, etc. En paralelo con su entrada/salida correspondiente. Lo que se desea con este tipo de comunicación es eliminar la gran cantidad de cableado hacia el autómata.

(Carlos Martín & Pilar García, 2009)

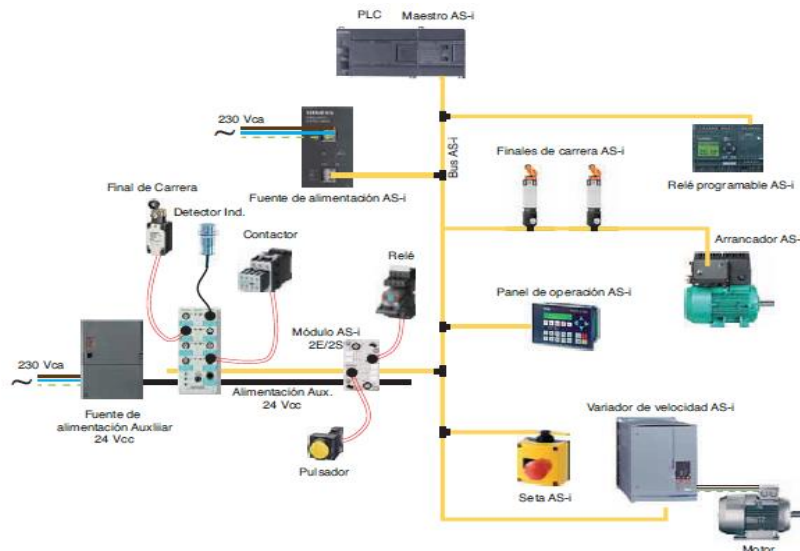
Figura 15 Cableado convencional vs AS-i



Nota: Representación gráfica sobre el cableado convencional vs AS-i Adaptada de Automatismos Industriales [Fotografía], Carlos Martín & Pilar García, 2009.

Del mismo modo que los anteriores buses de comunicación emplean el concepto maestro-esclavo.

Figura 16 Ejemplo de una red AS-i.



Nota: Representación gráfica sobre el ejemplo de una red AS-i. Adaptada de Automatismos Industriales [Fotografía], Carlos Martín & Pilar García, 2009.

ETHERNET INDUSTRIAL

El sistema de Ethernet industrial se emplea especialmente en aquellos casos con las siguientes características:

- Intercambio de grandes cantidades de datos.

- Gran distancia entre dispositivos

Para la comunicación originalmente se empleaba cable coaxial, sin embargo, ha evolucionado hacia otros soportes físicos tales como par de hilos trenzados o la fibra óptica, consiguiendo mayores velocidades de transmisión y aumentado el ancho de banda. Actualmente, también es posible la comunicación inalámbrica. Aunque hay varios protocolos de comunicación sobre Ethernet, el empleado con preferencia es el TCP/ IP. El elemento principal en una red Ethernet es el switch (conmutador), a él se conectan los participantes de la red. (Rodríguez Fernández & Cerdá Filiu, 2014)

Figura 17 Switch industrial



Nota: Representación gráfica sobre un switch industrial. Adaptada de Conexionado de red, switch ethernet industrial siemens [Fotografía], Siemens, 2022. <https://globalconsac.com/switch-ethernet-1>

3.2.1.8. Sistema SCADA

Es un sistema de software que permite comunicarse con los dispositivos de campo desde la pantalla de un ordenador, supervisando todo el proceso industrial.

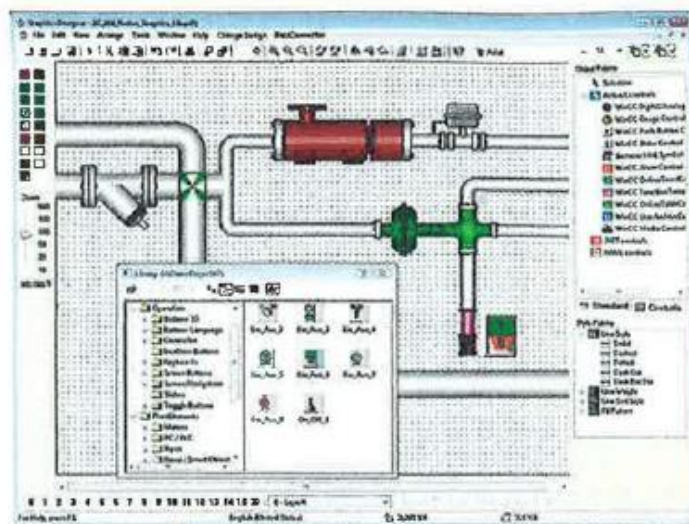
Las tareas de automatización las realizan los autómatas del sistema y estos proporcionan la información al ordenador, pero también desde el propio

ordenador se puede dar órdenes a los autómatas. (Rodríguez Fernández & Cerdá Filiu, 2014)

Las funciones principales que realiza son:

- **Adquisición de datos.** Adquisición, procesamiento y almacenamiento de la información recibida.
- **Supervisión.** Observación en la pantalla de la evolución de las variables que intervienen en el proceso.
- **Control.** Modificación en la evolución del proceso mediante órdenes a los dispositivos que intervienen en él.

Figura 18 Diseño de la pantalla de un sistema SCADA



Nota: Representación gráfica sobre diseño de la pantalla de un sistema SCADA.

Adaptada de Automatismos industriales Electricidad - Electrónica [Fotografía],

Rodríguez Fernández & Cerdá Filiu, 2014.

3.2.2. Sistema de riego

Una definición clásica del riego es la aplicación de agua a los cultivos o diferentes áreas verdes complementando el proceso natural por la acción de la lluvia. El estudio hídrico en el suelo y los parámetros que intervienen en el proceso del riego, concluyeron que

además que poner el agua a disposición de la planta, ésta debería aprovecharla eficientemente. (Pronamamachcs, 2004)

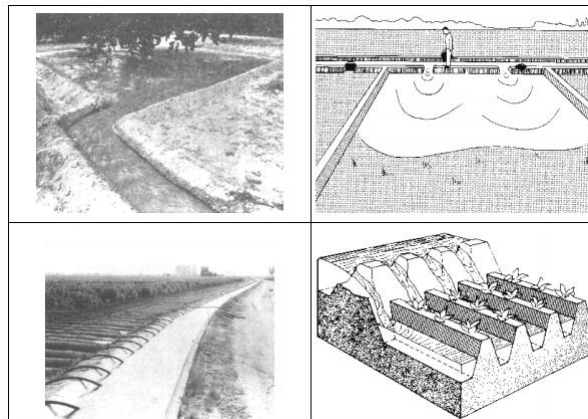
3.2.2.1. Tipos de riego

- **Riego superficial o gravedad**

Se da mediante establecidas en la parcela como son melgas, surcos, meloneras, camas, surcos alternos, cuadros. Los cuales se observan en la siguiente figura.

(Cisneros A. R. 2003)

Figura 19 Diferentes formas de distribución del agua en riego superficial.



Nota: Representación gráfica sobre diferentes formas de distribución del agua en riego superficial. Adaptada de Apuntes de la materia de riego y drenaje [Fotografía], Cisneros A. R. 2003

- **Riego por surcos**

Los surcos son pequeñas canalizaciones en los cuales se infiltra el agua en dirección lateral y vertical. El tiempo requerido va depender de la cantidad de agua y la zona ocupada. (Cisneros A. R. 2003)

Figura 20 Método de riego por surcos



Nota: Representación gráfica sobre métodos de riego por surcos. Adaptada de Apuntes de la materia de riego y drenaje [Fotografía], Cisneros A. R. 2003

- **Riego por goteo**

Este método consiste en la aplicación de gotas, de forma directa en la zona de plantación, continuamente o por lapsos cortos de tiempo.

Este tipo de riego es muy eficiente al distribuir el bien hídrico, ya que aplica el agua de manera racional en los cultivos. Sin embargo, su implementación va depender de inversión en tecnología, que ayude a determinar la frecuencia y caudal de agua que se debería aplicar en forma gradual. (Cisneros A. R. 2003)

Figura 21 Ejemplo de goteros.



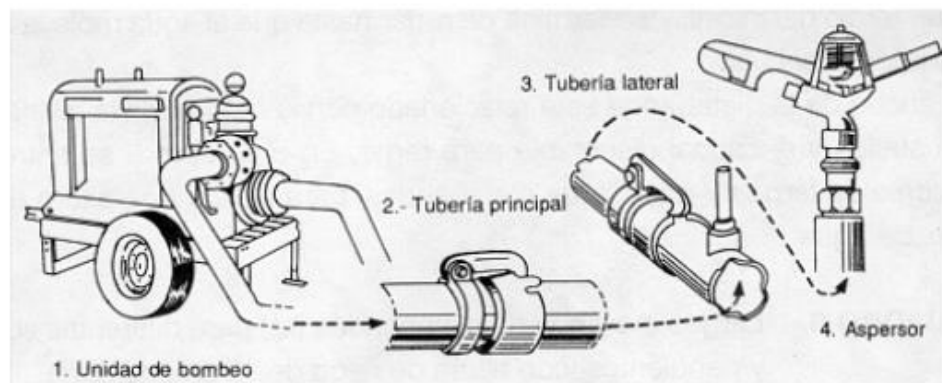
Nota: Representación gráfica sobre ejemplos de goteo. Adaptada de Sistemas de riego [Fotografía], Antelco, 2003

- **Riego por aspersión**

Es la simulación artificial de la lluvia, pero teniendo bajo control el tiempo e intensidad, a través de aspersores diseñados para trabajar a distintas presiones y radios de riego, de acuerdo a los requerimientos de los cultivos. (Cisneros A. R. 2003)

Las partes básicas de un sistema de riego por aspersión:

Figura 22 Partes de un equipo de Riego por Aspersión.



Nota: Representación gráfica sobre partes de un equipo de riego por aspersión.

Adaptada de Apuntes de la materia de riego y drenaje [Fotografía], Cisneros A. R. 2003

- **Riego por Microaspersión**

Consiste en pulverizar el agua sobre el área a regar, pero enfocándose en áreas pequeñas y localizadas, en general, de caudales de 50 a 150 l/h, se denomina microaspersores, al contar con un elemento móvil. (Santos, 2004)

Figura 23 Microaspersores de cuerpo rotativo.



Nota: Representación gráfica sobre microaspersores de cuerpo rotativo. Adaptada de Microaspersor con regulación de caudal [Fotografía], Agriexpo, 2022. <https://www.agriexpo.online/es/prod/agriplas/product-188045-123495.html>

3.2.2.2. Componentes y Equipos de un Sistema de Riego

- **Bomba**

Las bombas son equipos empleados en los diferentes tipos de riego ya mencionados anteriormente. En la actualidad hay una gran variedad de bombas empleadas para impulsar el agua de un punto hasta su destino. (Fernandez Junta Andalucía, 2010)

Según la posición del eje de la bomba, éstas podrían ser de eje horizontal y de eje vertical.

- **Tuberías**

Para calcular las dimensiones de la tubería a utilizar se tiene que considerar el caudal de agua a aplicar, además de la presión y el tipo de bomba a emplear.

- **Aspersores**

En la actualidad hay una gran variedad de aspersores que trabajan a diferentes presiones según la necesidad y el caudal requerido, es decir, el radio de riego en una posición. Según el mecanismo de giro se clasifican en:

Aspersores de impacto: Son los más empleados en área agrícola. El giro se da a través del impulso del agua sobre un brazo oscilante que regresa a su posición inicial gracias a un muelle recuperador.

Figura 24 Esquema de un aspersor de impacto con dispositivo emergente



Nota: Representación gráfica sobre esquema de un aspersor de impacto con dispositivo emergente. Adaptada de Manual de riego para agricultores, riego por aspersión [Fotografía], Fernandez Junta Andalucía, 2010

Aspersores rotativos o de reacción: trabajan con distintas boquillas orientadas, de esta manera el movimiento del agua genera la rotación del aspersor.

Aspersores de turbina o engranaje: son aspersores de gran tamaño ya que trabajan con presiones y caudales elevados. Utiliza la presión del agua para mantener un giro constante.

Figura 25 Aspersor emergente de turbina o engranajes.



Nota: Representación gráfica sobre un aspersor emergente de turbina o engranajes. Adaptada de Manual de riego para agricultores, riego por aspersión [Fotografía], Fernandez Junta Andalucía, 2010

- **Accesorios y conexiones (fittings).**

Se requiere el uso de distintos accesorios y conexiones como por ejemplo válvulas, uniones y reducciones, los que complementan el equipo de riego.

DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Identificación de la flora

- **Gras americano**

Figura 26 Gras americano



Nota: Representación gráfica de gras americano encontrado en la inspección de la flora presente en la Plaza Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

Conocido científicamente como: *Stenotaphrum secundatum*

- Especie de crecimiento rápido usada en áreas de clima cálido, por su resistencia a todo factor, excepto a las bajas temperaturas.
- De adaptación a cualquier tipo de terreno.
- De fácil conservación y cuidado.
- Resistencia a todo tipo de plagas y sequías.
- Baja resistencia al tránsito.
- Gran capacidad recuperativa ante daños.

Se debe regar frecuentemente. Si se encuentra en zonas de alta temperatura se recomienda regar diariamente por un periodo de 30 minutos, y en zonas de baja temperatura o húmedas solo será necesario periodos de 6 o 7 minutos, siempre y cuando no llueva.

- **Almendo**

Figura 27 Almendo



Nota: Representación gráfica de árbol de almedro encontrado en la inspección de la flora presente en la Plaza Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

Conocido comúnmente: Almendo de la India.

- Logra alcanzar alturas de entre 9-15 m, cuenta con una copa extendida o piramidal.
- Se requiere de constante interacción de luz solar por lo que se recomienda sembrarlos en áreas abiertas.
- Resistencia a climas variados y a largas exposiciones solares.
- Requiere de irrigación constante en su periodo de crecimiento, sin embargo, alcanzado su desarrollo total ya se emplearía un riego más moderado.

- **Ficus Benjamina**

Figura 28 Ficus Benjamina



Nota: Representación gráfica de árbol de ficus benjamina encontrado en la inspección de la flora presente en la Plaza Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

- Requiere abundante luz solar.
- Resistencia a climas cálidos a una temperatura máxima de 24°C y mínima no menor de 13°C.
- No requiere mucha humedad en el ambiente, pero se recomienda un rociado diario.
- Se recomienda regar como máximo 02 veces semanalmente cuando se encuentra en periodos cálidos y 01 vez a los diez días en periodos fríos.

- **Iresine**

Figura 29 Iresine



Nota: Representación gráfica de planta de iresine encontrado en la inspección de la flora presente en la Plaza Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

Conocido científicamente como: *Iresine herbstii*

- Logra alcanzar alturas entre los 30 a 60 cm y presencia de flores blanquecinas minúsculas sin valor ornamental.
- Resistencia a climas calurosos y templados. Lo recomendable es que si se encuentra bajo sombra reciba luz solar por cortos periodos durante el día.
- No tolerante a bajas a temperaturas no menor a los 10 ° C.
- Se recomienda regar frecuentemente, debido a que el suelo necesita permanecer húmedo. Durante verano necesita riegos de forma frecuente y durante invierno riegos cada 2 a 3 días.

- **Ponciana**

Figura 30 Ponciana



Nota: Representación gráfica de árbol de ponciana encontrado en la inspección de la flora presente en la Plaza Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

- Logra alcanzar alturas de entre de 6 a 8 m.
- Se recomienda ubicar en zonas de iluminación constante.
- Resistentes a climas tropicales, sin embargo, son tolerantes la sequía y salinidad.
- Baja resistencia a climas fríos.
- Se recomienda regar de forma abundante y regular durante su periodo de crecimiento.

- **El Ciprés común**

Figura 31 Ciprés común



Nota: Representación gráfica de árbol de ciprés común encontrado en la inspección de la flora presente en la Plaza Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

- Se recomienda su exposición en lugares de incidencia constante de luz solar.
- Resistente a climas cálidos y a las sequías.
- Prefiere suelos pobres, tolerantes a casi cualquier tipo de suelo.
- Se recomienda regar 02 veces por semana en su periodo de crecimiento. Posteriormente se podrá reducir el riego a 01 vez a la semana cuando haya alcanzado su crecimiento total.

- **Ceibo**

Figura 32 Ceibo



Nota: Representación gráfica de árbol de ceibo encontrado en la inspección de la flora presente en la Plaza Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

- Logra alcanzar alturas de entre 5-10 m.
- Resistencia a climas cálidos y a lugares parcialmente sombreados, con cierta cantidad de humedad.
- Baja resistencia a climas fríos sobre todo a las heladas.
- Esta especie se desempeña bien en suelos sueltos, bien drenados.
- Se recomienda de un riego regular, con más frecuencia en periodos de verano y en menor cantidad en invierno.

- **Schinus molle**

Figura 33 Schinus molle



Nota: Representación gráfica de árbol de schinus molle encontrado en la inspección de la flora presente en la Plaza Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

- Logra alcanzar alturas de entre 6-25 m.
- Resistencia a diversos climas, inclusive capacidad de soportar heladas de hasta -7°C
- Resistencia a todo tipo de terreno, pero recomendablemente para su desarrollo la implantación sobre suelos arenosos.
- Se recomienda regar entre 2 a 3 veces semanalmente en época de verano, y cada 5 a 6 días el resto del año.

- **Thuja orientalis**

Figura 34 Thuja orientalis



Nota: Representación gráfica de árbol de thuja orientalis encontrado en la inspección de la flora presente en la Plaza Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

- Resistencia a climas cálidos con gran incidencia de luz solar, sin embargo, también puede estar en terrenos con sombra.
- Resistencia a temperaturas altas máxima hasta los 40°C y mínimas hasta los -18°C.
- Tolerable a cualquier tipo de suelo, bien drenado.
- Se recomienda regar de forma regular 01 vez por semana en época de invierno y de 3 a 4 días en época de verano.

- **Palmera de coco**

Figura 35 Palmera de coco



Nota: Representación gráfica de árbol de palmera de coco encontrado en la inspección de la flora presente en la Plaza Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

- Logra alcanzar alturas entre los 25 - 30m.
- Resistencia a climas cálidos con gran incidencia de luz solar.
- Baja resistencia a temperaturas heladas con temperatura mínimo de 10°C.
- Requiere una alta humedad en el suelo.
- Se caracteriza por crecer sobre terrenos arenosos y salinos, ya que es tolerante al viento y la sal.
- Se recomienda regar entre 01 a 02 veces semanalmente en época de verano y 01 sola vez por semana en época de invierno.

- **Agave espadín**

Figura 36 Agave espadín



Nota: Representación gráfica de planta de agave espadín benjamina encontrado en la inspección de la flora presente en la Plaza Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

- Resistencia a climas cálidos con gran incidencia de luz solar.
- Resistencia alta a la sequía y a los terrenos áridos, con temperaturas entre los 10 a 30 °C.
- Tolerable a todo tipo de suelo.
- Se recomienda regar 01 vez cada 10 días en época de verano y 01 sola vez por mes en época de invierno.

- **Cucarda**

Figura 37 Cucarda



Nota: Representación gráfica de planta de cucarda encontrado en la inspección de la flora presente en la Plaza Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

- Resistencia a climas cálidos con gran incidencia de luz solar.
- Resistencia a temperaturas entre los 13 a 21°C, con excepciones de algunas variedades que soportan temperaturas hasta los -15°C.
- Tolerable a todo tipo de suelo.
- Se recomienda regar de manera abundante en época de verano, enfocándose en mantener el suelo siempre húmedo, siempre y cuando se evite el encharcamiento.

4.2. Ubicación de la flora dentro del plano

Ubicamos en Google Earth a la Plaza Cívica para tener de referencia la distribución de áreas verdes en la Plaza Cívica de J.L.Ortiz.

Figura 38 Toma satelital de la Plaza Cívica de J.L.Ortiz

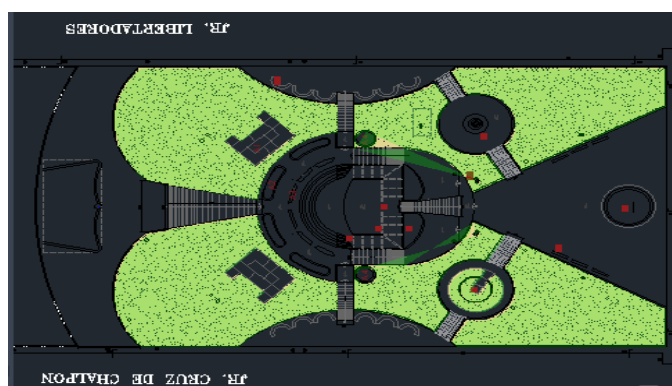


Nota: Representación gráfica de toma satelital de la Plaza Cívica – J.L.O empleando software Google Earth para identificar la distribución de del parque. Elaboración propia.

El primer paso para diseñar un sistema de riego es medir la propiedad e indicar las áreas a regar. Trazar un plano y calcular el perímetro y área de las zonas en dicho esquema. (Hunter)

Con apoyo de la Municipalidad de José Leonardo Ortiz quién nos proporcionó los planos de la Plaza Cívica y gracias al Software AUTOCAD podemos calcular las áreas y perímetros de cada zona para poder utilizarlo en los cálculos y diseño del sistema.

Figura 39 Plano en Autocad de la Plaza Cívica de J.L.Ortiz

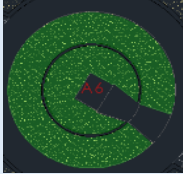


Nota: Representación gráfica la Plaza Cívica – J.L.O empleando el software Autocad a partir de la toma satelital de Google Earth para identificar las medidas proporcionales de cada área. Elaboración propia.

4.3. Cálculo e identificación de perímetros y áreas de las zonas

Tabla 2 Cálculo de perímetros y áreas de las zonas

ZONAS	PLANO AUTOCAD	AREA (m ²)	PERIMETRO (m)
ZONA 01		773 m ²	156 m
ZONA 02		773 m ²	156 m
ZONA 03		245 m ²	105 m
ZONA 04		245 m ²	105 m
ZONA 05		525 m ²	108 m
ZONA 06		525 m ²	108 m

ZONA 07		66 m ²	75 m
----------------	---	-------------------	------

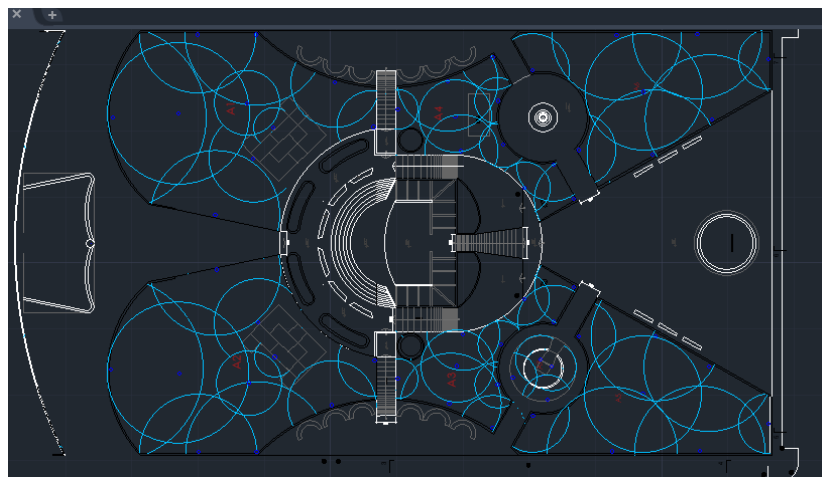
Nota: Cuadro del cálculo de perímetros y áreas de las zonas de la Plaza Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

4.4. Diseño del sistema por zonas

- **Ubicación de aspersores**

Posteriormente asignamos la distancia alcance de cada aspersor (puntos azules) y dibujamos las áreas de riego para garantizar el riego total de todas las áreas verdes de cada zona en el plano.

Figura 40 Ubicación de aspersores dentro de la Plaza Cívica de J.L.Ortiz

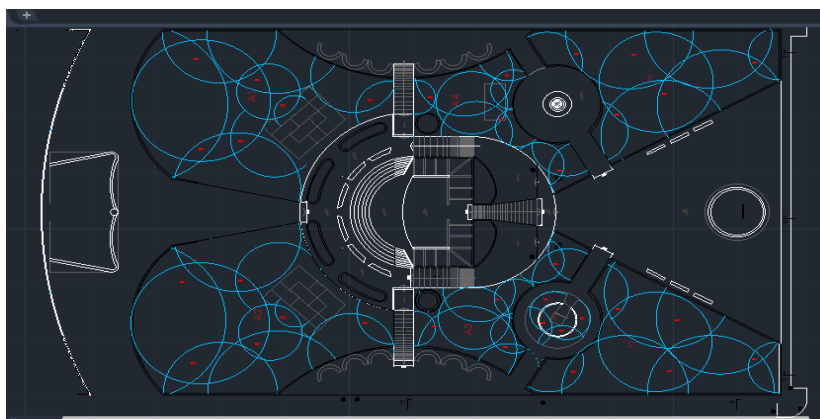


Nota: Representación gráfica de la ubicación de aspersores dentro de la Plaza Cívica – J.L.O empleando el software Autocad para identificar los puntos más adecuados y abarcar toda el área de riego del parque. Elaboración propia.

- **Ubicación de sensores**

Ahora procederemos a asignar la ubicación de los Sensores de Humedad (puntos rojos) estratégicamente distribuidos para obtener cubierto las áreas a regar y así poder obtener un porcentaje de humedad uniforme en toda el área de riego.

Figura 41 Ubicación de sensores dentro de la Plaza Cívica de J.L.Ortiz



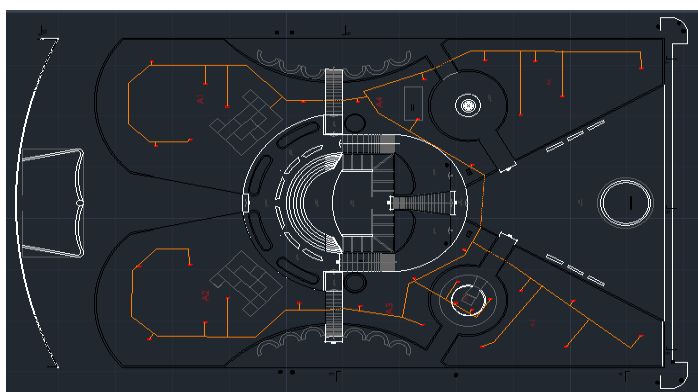
Nota: Representación gráfica de la ubicación de sensores dentro de la Plaza Cívica – J.L.O empleando el software Autocad para identificar la ubicación adecuada de cada sensor que nos permita llevar un riego más óptimo. Elaboración propia.

- **Ramificación de las tuberías**

- Ramificación de tuberías para cableado de sensores y válvulas**

- Diseño de red de tuberías para cableado desde estación de riego hacia los sensores.

Figura 42 Ramificación de tuberías para cableado de sensores y válvulas

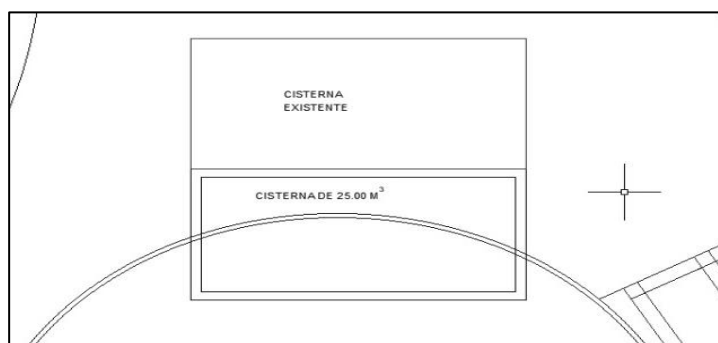


Nota: Representación gráfica de la ramificación de tuberías para cableado de sensores y válvulas dentro de la Plaza Cívica – J.L.O empleando el software Autocad. Elaboración propia.

- Ubicación de Válvulas solenoides en el plano**

- Partiendo desde la cisterna de 25.00 m³ que se encuentra dentro del parque se procede a ramificar las válvulas para cada zona.

Figura 43 Ubicación de la cisterna dentro de la Plaza Cívica de J.L.Ortiz



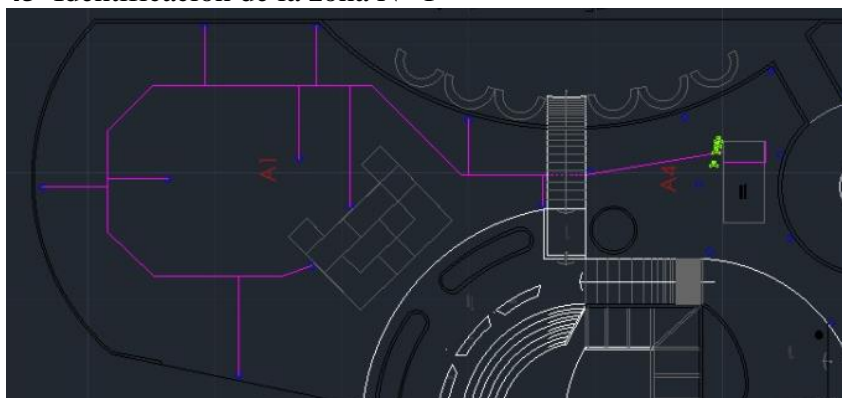
Nota: Representación gráfica de la ubicación de la cisterna de agua de 25 m³ dentro de la Plaza Cívica – J.L.O empleando el software Autocad. Elaboración propia.

Figura 44 Ubicación de las válvulas de ingreso a cada zona a partir de la cisterna



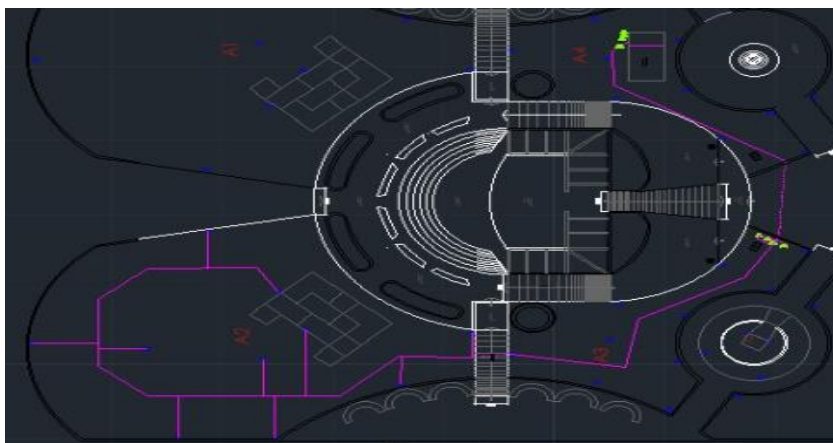
Nota: Representación gráfica de la ubicación de las válvulas de ingreso a cada zona desde la cisterna de agua de 25 m³ dentro de la Plaza Cívica – J.L.O, esta división por zonas se llevará acabo para tener un riego más óptimo empleando el software Autocad. Elaboración propia.

Figura 45 Identificación de la zona N° 1



Nota: Representación gráfica de la ubicación de la zona N° 1 partiendo desde la cisterna de agua de 25 m³ de la Plaza Cívica – J.L.O empleando el software Autocad. Elaboración propia.

Figura 46 Identificación de la zona N° 2



Nota: Representación gráfica de la ubicación de la zona N° 2 partiendo desde la cisterna de agua de 25 m³ de la Plaza Cívica – J.L.O empleando el software Autocad. Elaboración propia.

Figura 47 Identificación de la zona N° 3



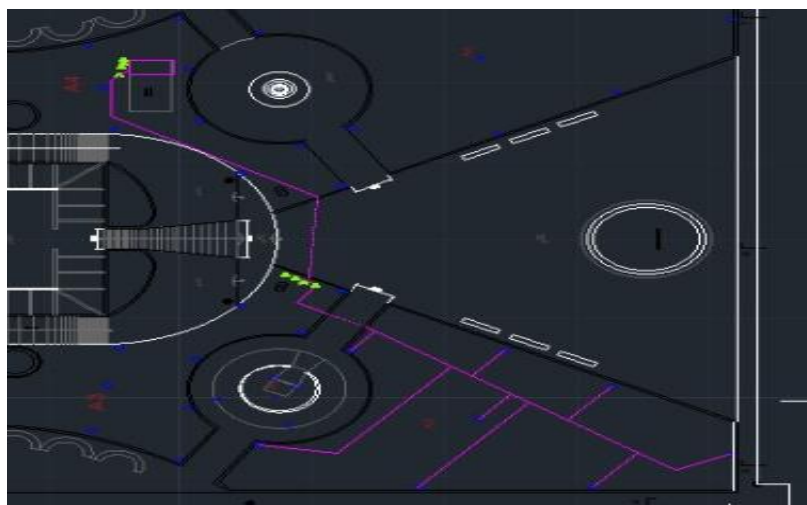
Nota: Representación gráfica de la ubicación de la zona N° 3 partiendo desde la cisterna de agua de 25 m³ de la Plaza Cívica – J.L.O empleando el software Autocad. Elaboración propia.

Figura 48 Identificación de la zona N° 4



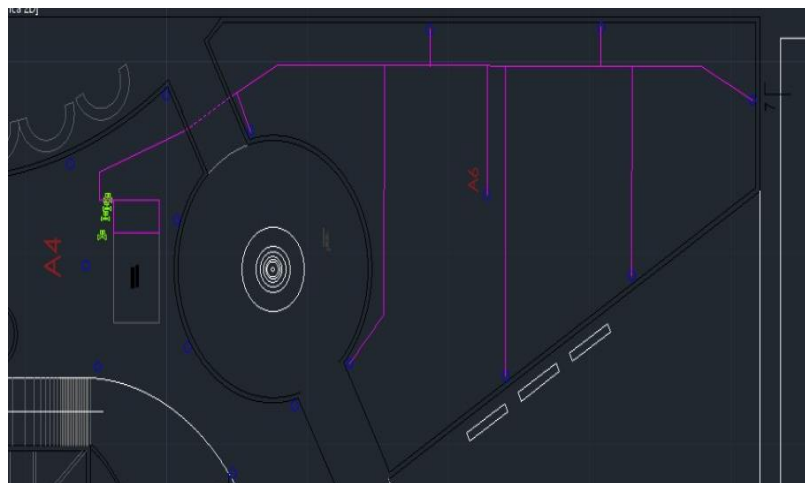
Nota: Representación gráfica de la ubicación de la zona N° 4 partiendo desde la cisterna de agua de 25 m³ de la Plaza Cívica – J.L.O empleando el software Autocad. Elaboración propia.

Figura 49 Identificación de la zona N° 5



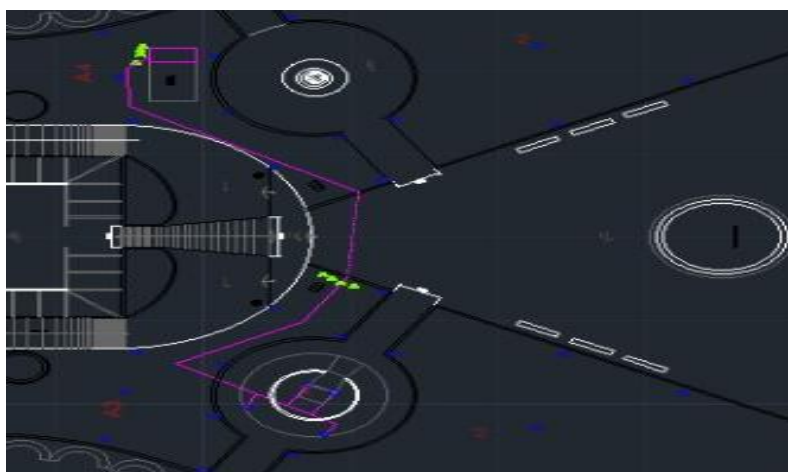
Nota: Representación gráfica de la ubicación de la zona N° 5 partiendo desde la cisterna de agua de 25 m³ de la Plaza Cívica – J.L.O empleando el software Autocad. Elaboración propia.

Figura 50 Identificación de la zona N° 6



Nota: Representación gráfica de la ubicación de la zona N° 6 partiendo desde la cisterna de agua de 25 m³ de la Plaza Cívica – J.L.O empleando el software Autocad. Elaboración propia.

Figura 51 Identificación de la zona N° 7

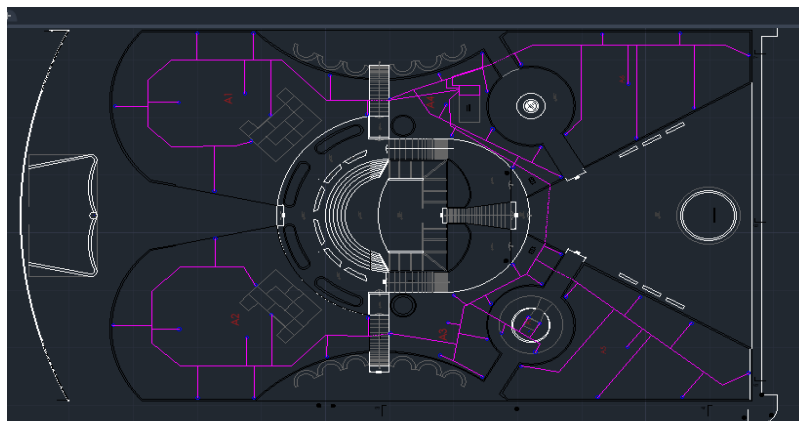


Nota: Representación gráfica de la ubicación de la zona N° 7 partiendo desde la cisterna de agua de 25 m³ de la Plaza Cívica – J.L.O empleando el software Autocad. Elaboración propia.

Ramificación de tuberías para agua

Diseño de redes de tuberías de agua desde ubicación de la bomba hacia los aspersores y difusores.

Figura 52 Ramificación de tuberías para agua



Nota: Representación gráfica de la ramificación de tuberías para agua desde la cisterna de agua de 25 m³ de la Plaza Cívica – J.L.O empleando el software Autocad. Elaboración propia.

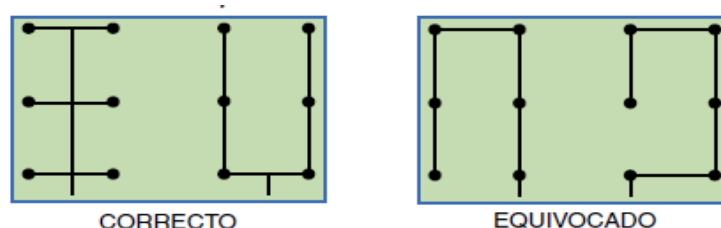
Existe dos tipos más frecuentes de tubos empleados en los sistemas de riego los cuales son polietileno y PVC. Dibujar el recorrido más directo con la mínima cantidad de vueltas o cambios de dirección posibles.

Tabla 3 Medida de los tubos

TABLA DE LA MEDIDA DE LOS TUBOS			
Coeficientes de Flujo Máximos para la Tubería			
Tamaño del Tubo	Pared Gruesa de PVC (PVC Schedule 40)	Pared Delgada de PVC (PVC Class 200)	Tubo de Polietileno (Polyethylene Pipe)
20 mm (¾")	34 l/min (8 GPM)	38 l/min (10 GPM)	30 l/min (8 GPM)
25 mm (1")	57 l/min (13 GPM)	60 l/min (16 GPM)	50 l/min (13 GPM)
32 mm (1¼")	91 l/min (22 GPM)	99 l/min (26 GPM)	83 l/min (22 GPM)

Nota: Cuadro de las medidas de los tubos para elección de tuberías a emplear en Plaza Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

Figura 53 Conexión de aspersores con tuberías de PVC o Polietileno



Nota: Representación gráfica del correcto conexionado entre tuberías y aspersores. Adaptada de Manual de diseño de un sistema de riego residencial [Fotografía], Hunter Industries Incorporated, 2013.

4.5. Cálculo de caudales y presiones por zonas

Tabla 4 Cálculo de caudal y presión de los aspersores de la zona 1

ZONA 01				
ASPERSORES	MODELO Y ANGULO	RADIO DE RIEGO (m)	CAUDAL	PRESION
AP1	I-20 1.0 SR NEGRO PGP ULTRA	5.5	0.23m ³ /hr 3.8 l/min	3.5 BAR O 350 kPa
AP2	I-20 .75 SR NEGRO PGP ULTRA	6.7	0.12m ³ /hr 2 l/min	1.7 BAR O 170 Kpa
AP3	Ultra / I-20 MPR- 35 BEIGE 120°	10.7	0.62m ³ /hr 10.2 l/min	3.8 BAR O 380 Kpa
AP4	PGP ULTRA / I-20 MPR-30 VERDE CLARO 180°	8.8	4.9 m ³ /hr 8.4 l/min	1.7 BAR O 170 Kpa
AP5	Eco-rotator mp1000 Granate (180°)	3	0.07 m ³ /hr O 1.20 l/min	2 BAR O 200 kPa
AP6	Eco-rotator mp2000 Rojo (360°)	4.9	0.27 m ³ /hr O 4.42 l/min	1.7 BAR O 170 Kpa
AP7	Ultra / I-20 MPR- 35 BEIGE 360°	10.7	1.91m ³ /hr 31.8 l/min	3.8 BAR O 380 Kpa
AP8	PGP ULTRA / I-20 AZUL 8,0 180°	14	2.22 m ³ /hr 36.9 l/min	4.5 BAR O 450 Kpa
AP9	I-20 .75 SR NEGRO PGP ULTRA	6.7	0.12m ³ /hr 2 l/min	1.7 BAR O 170 Kpa
AP10	PGP Ultra / I-20 MPR-35 BEIGE 180°	9.8	0.62m ³ /hr 10,2 l/min	4.5 BAR O 450 Kpa

Nota: Cuadro del cálculo caudal y presión de los aspersores de la zona 1 de la Plaza

Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

Tabla 5 Cálculo de caudal y presión de los aspersores de la zona 2

ZONA 02				
ASPERSORES	MODELO Y ANGULO	RADIO DE RIEGO (m)	CAUDAL	PRESION
AP1	I-20 1.0 SR NEGRO PGP ULTRA	5.5	0.23m ³ /hr 3.8 l/min	3.5 BAR O 350 kPa
AP2	I-20 .75 SR NEGRO PGP ULTRA	6.7	0.12m ³ /hr 2 l/min	1.7 BAR O 170 Kpa
AP3	Ultra / I-20 MPR- 35 BEIGE 120°	10.7	0.62m ³ /hr 10.2 l/min	3.8 BAR O 380 Kpa
AP4	PGP ULTRA / I-20 MPR-30 VERDE CLARO 180°	8.8	4.9 m ³ /hr 8.4 l/min	1.7 BAR O 170 Kpa
AP5	Eco-rotator mp1000 Granate (180°)	3	0.07 m ³ /hr O 1.20 l/min	2 BAR O 200 kPa
AP6	Eco-rotator mp2000 Rojo (360°)	4.9	0.27 m ³ /hr O 4.42 l/min	1.7 BAR O 170 Kpa
AP7	Ultra / I-20 MPR- 35 BEIGE 360°	10.7	1.91m ³ /hr 31.8 l/min	3.8 BAR O 380 Kpa
AP8	PGP ULTRA / I-20 AZUL 8,0 180°	14	2.22 m ³ /hr 36.9 l/min	4.5 BAR O 450 Kpa
AP9	I-20 .75 SR NEGRO PGP ULTRA	6.7	0.12m ³ /hr 2 l/min	1.7 BAR O 170 Kpa
AP10	PGP Ultra / I-20 MPR-35 BEIGE 180°	9.8	0.62m ³ /hr 10,2 l/min	4.5 BAR O 450 Kpa

Nota: Cuadro del cálculo caudal y presión de los aspersores de la zona 2 de la Plaza
Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

Tabla 6 Cálculo de caudal y presión de los aspersores de la zona 3

ZONA 03				
ASPERSORES	MODELO Y ANGULO	RADIO DE RIEGO (m)	CAUDAL	PRESION
AP1	I-20 .75 SR NEGRO PGP ULTRA	6	0.12m ³ /hr 2 l/min	1.7 BAR O 170 Kpa
AP2	I-20 1.0 SR NEGRO PGP ULTRA	5.5	0.23m ³ /hr 3.8 l/min	3.5 BAR O 350 kPa
AP3	Eco-rotator mp1000 Granate (180°)	3.9	0.07 m ³ /hr O 1.20 l/min	2 BAR O 200 kPa
AP4	Eco-rotator mp1000 Granate (180°)	3.5	0.07 m ³ /hr O 1.20 l/min	2 BAR O 200 kPa
AP5	I-20 1.0 SR NEGRO PGP ULTRA	5.5	0.23m ³ /hr 3.8 l/min	3.5 BAR O 350 kPa
AP6	I-20 1.0 SR NEGRO PGP ULTRA	5.5	0.23m ³ /hr 3.8 l/min	3.5 BAR O 350 kPa

AP7	Eco-rotator mp1000 Granate (180°)	3.5	0.07 m ³ /hr O 1.20 l/min	2 BAR O 200 kPa
AP8	Eco-rotator mp1000 Granate (180°)	3	0.07 m ³ /hr O 1.20 l/min	2 BAR O 200 kPa
AP9	Eco-rotator mp3000 AZUL (180°)	7.6	0.16 m ³ /hr 2.63 l/min	1.7 BAR O 170 Kpa
AP10	Eco-rotator mp2000 Granate (90°)	4.9	0.07 m ³ /hr 1.18 l/min	1.7 BAR O 170 Kpa

Nota: Cuadro del cálculo caudal y presión de los aspersores de la zona 3 de la Plaza

Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

Tabla 7 Cálculo de caudal y presión de los aspersores de la zona 4

ZONA 04				
ASPERSORES	MODELO Y ANGULO	RADIO DE RIEGO (m)	CAUDAL	PRESION
AP1	I-20 .75 SR NEGRO PGP ULTRA	6	0.12m ³ /hr 2 l/min	1.7 BAR O 170 Kpa
AP2	I-20 1.0 SR NEGRO PGP ULTRA	5.5	0.23m ³ /hr 3.8 l/min	3.5 BAR O 350 kPa
AP3	Eco-rotator mp1000 Granate (180°)	3.9	0.07 m ³ /hr O 1.20 l/min	2 BAR O 200 kPa
AP4	Eco-rotator mp1000 Granate (180°)	3.5	0.07 m ³ /hr O 1.20 l/min	2 BAR O 200 kPa
AP5	I-20 1.0 SR NEGRO PGP ULTRA	5.5	0.23m ³ /hr 3.8 l/min	3.5 BAR O 350 kPa
AP6	I-20 1.0 SR NEGRO PGP ULTRA	5.5	0.23m ³ /hr 3.8 l/min	3.5 BAR O 350 kPa
AP7	Eco-rotator mp1000 Granate (180°)	3.5	0.07 m ³ /hr O 1.20 l/min	2 BAR O 200 kPa
AP8	Eco-rotator mp1000 Granate (180°)	3	0.07 m ³ /hr O 1.20 l/min	2 BAR O 200 kPa
AP9	Eco-rotator mp3000 AZUL (180°)	7.6	0.16 m ³ /hr 2.63 l/min	1.7 BAR O 170 Kpa
AP10	Eco-rotator mp2000 Granate (90°)	4.9	0.07 m ³ /hr 1.18 l/min	1.7 BAR O 170 Kpa

Nota: Cuadro del cálculo caudal y presión de los aspersores de la zona 4 de la Plaza Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

Tabla 8 Cálculo de caudal y presión de los aspersores de la zona 5

ZONA 05				
ASPERSORES	MODELO Y ANGULO	RADIO DE RIEGO (m)	CAUDAL	PRESION
AP1	Eco-rotator mp1000 Granate (180°)	4.5	0.10 m ³ /hr 1.62 l/min	3.8 BAR O 380 Kpa
AP2	PGP Ultra / I-20 MPR-35 BEIGE 180°	9.8	0.62m ³ /hr 10,2 l/min	4.5 BAR O 450 Kpa
AP3	PGP Ultra / I-20 MPR-35 BEIGE 180°	9.8	0.62m ³ /hr 10,2 l/min	4.5 BAR O 450 Kpa
AP4	PGP Ultra / I-20 MPR-35 BEIGE 180°	9.8	0.62m ³ /hr 10,2 l/min	4.5 BAR O 450 Kpa
AP5	PGP ULTRA / I-20 MPR-30 VERDE CLARO 360°	8.8	0.96 m ³ /hr 16.2 l/min	1.7 BAR O 170 Kpa
AP6	PGP Ultra / I-20 MPR-35 BEIGE 180°	9.8	0.62m ³ /hr 10,2 l/min	4.5 BAR O 450 Kpa
AP7	I-20 1.0 SR NEGRO PGP ULTRA	5.5	0.23m ³ /hr 3.8 l/min	3.5 BAR O 350 kPa
AP8	I-20 1.0 SR NEGRO PGP ULTRA	5.5	0.23m ³ /hr 3.8 l/min	3.5 BAR O 350 kPa

Nota: Cuadro del cálculo caudal y presión de los aspersores de la zona 5 de la Plaza Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

Tabla 9 Cálculo de caudal y presión de los aspersores de la zona 6

ZONA 06				
ASPERSORES	MODELO Y ANGULO	RADIO DE RIEGO (m)	CAUDAL	PRESION
AP1	Eco-rotator mp1000 Granate (180°)	4.5	0.10 m ³ /hr 1.62 l/min	3.8 BAR O 380 Kpa
AP2	PGP Ultra / I-20 MPR-35 BEIGE 180°	9.8	0.62m ³ /hr 10,2 l/min	4.5 BAR O 450 Kpa
AP3	PGP Ultra / I-20 MPR-35 BEIGE 180°	9.8	0.62m ³ /hr 10,2 l/min	4.5 BAR O 450 Kpa
AP4	PGP Ultra / I-20 MPR-35 BEIGE 180°	9.8	0.62m ³ /hr 10,2 l/min	4.5 BAR O 450 Kpa

AP5	PGP ULTRA / I-20 MPR-30 VERDE CLARO 360°	8.8	0.96 m ³ /hr 16.2 l/min	1.7 BAR O 170 Kpa
AP6	PGP Ultra / I-20 MPR-35 BEIGE 180°	9.8	0.62m ³ /hr 10,2 l/min	4.5 BAR O 450 Kpa
AP7	I-20 1.0 SR NEGRO PGP ULTRA	5.5	0.23m ³ /hr 3.8 l/min	3.5 BAR O 350 kPa
AP8	I-20 1.0 SR NEGRO PGP ULTRA	5.5	0.23m ³ /hr 3.8 l/min	3.5 BAR O 350 kPa

Nota: Cuadro del cálculo caudal y presión de los aspersores de la zona 6 de la Plaza

Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

Tabla 10 Cálculo de caudal y presión de los aspersores de la zona 7

ZONA 07				
ASPERSORES	MODELO Y ANGULO	RADIO DE RIEGO (m)	CAUDAL	PRESION
AP1	Eco-rotator mp1000 Granate (180°)	3.7	0.07 m ³ /hr O 1.20 l/min	2 BAR O 200 kPa
AP2	Eco-rotator mp1000 Granate (180°)	3.7	0.07 m ³ /h O 1.20 l/min	2 BAR O 200 kPa
AP3	Eco-rotator mp1000 Granate (180°)	3.7	0.07 m ³ /h O 1.20 l/min	2 BAR O 200 kPa
AP4	Eco-rotator mp1000 Granate (180°)	3.7	0.07 m ³ /h O 1.20 l/min	2 BAR O 200 kPa

Nota: Cuadro del cálculo caudal y presión de los aspersores de la zona 7 de la Plaza

Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

4.6. Cálculo de caudal en l/s en cada zona

Con ayuda del programa Excel se pudo calcular los caudales en l/s de cada zona.

Siendo los mayores caudales 1.847 l/s de las zonas 01 y 02.

Tabla 11 Cálculo de caudal en l/s en cada zona

CALCULO DE CAUDAL EN l/s POR ZONAS							
	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	ZONA 5	ZONA 6	ZONA 7
A1	0.063	0.063	0.033	0.033	0.027	0.027	0.020
A2	0.033	0.033	0.063	0.063	0.170	0.170	0.020
A3	0.170	0.170	0.020	0.020	0.170	0.170	0.020
A4	0.140	0.140	0.020	0.020	0.170	0.170	0.020
A5	0.020	0.02	0.063	0.063	0.270	0.270	0
A6	0.073	0.073	0.063	0.063	0.170	0.170	0

A7	0.530	0.530	0.020	0.020	0.063	0.063	0
A8	0.615	0.615	0.020	0.020	0.063	0.063	0
A9	0.033	0.033	0.043	0.043	0	0	0
A10	0.170	0.170	0.019	0.019	0	0	0
TOTAL EN l/s	1.847	1.847	0.364	0.364	1.103	1.103	0.080

Nota: Cuadro del cálculo de caudal en l/s en cada zona de la Plaza Cívica – J.L.O.

Elaboración propia.

4.7. Cálculo de distancia por tuberías en metros

Usando los programas AutoCAD y Excel calculamos la distancia total de las tuberías por zonas.

Tabla 12 Cálculo de distancia en metros por tuberías en cada zona

ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	ZONA 5	ZONA 6	ZONA 7
11.05	25.10	25.10	2.00	25.10	8.90	25.10
9.73	10.30	10.30	1.50	10.30	3.80	10.30
9.95	6.00	6.00	6.00	1.00	3.50	6.00
17.17	11.20	11.20	5.50	2.70	30.00	11.20
5.00	6.60	9.50	5.00	2.500	2.20	13.10
8.00	10.50	3.20	23.20	3.60	16.50	1.70
5.00	3.30	3.00	2.40	29.50	1.90	3.00
10.00	6.90	2.50	4.20	3.00	6.75	3.00
2.38	7.50	1.60	1.15	20.00	16.20	1.60
4.30	17.30	2.70	3.80	4.11	2.00	75.00
9.50	6.00	1.90	2.60	4.00	10.95	
4.60	9.00	4.50	1.66	13.65	4.00	
5.70	6.00	10.50	2.25	5.46	106.70	
4.60	10.00	2.20	2.07	5.50		
4.70	3.20	5.30	3.11	4.60		
5.10	3.60	99.50	66.44	135.02		
7.70	8.90					
2.50	5.50					
126.98	4.90					
	5.50					
	4.30					
	6.00					
	4.90					
	3.60					
	186.10					

Nota: Cuadro del cálculo de distancia en metros por tuberías en cada zona de la Plaza Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

4.8. Cálculo de pérdidas de presión por tuberías y accesorios

Existen dos fórmulas para calcular las pérdidas de presión teniendo en cuenta las características del material.

Se utiliza la fórmula de Scobey para el cálculo de conducciones con tuberías metálicas (aluminio, acero galvanizado, etc.).

Se utiliza la fórmula de Hazen-Williams para el cálculo de conducciones con tuberías plásticas (PVC y PE).

Se tendrá en cuenta el factor F de Christiansen para ramal tanto de plástico o metálicos que contengan salidas para tomas de aspersores.

Empleando la fórmula de Hazen-Williams para tuberías de plástico se podrá obtener las pérdidas continuas de presión en las tuberías. Sin embargo, esta pérdida de presión no es la real debido a que a lo largo del ramal se tiene presencia de salidas de agua para los aspersores, por ende, una reducción progresiva en el caudal de la tubería principal. En conclusión, para calcular la pérdida de presión real en toda la longitud del ramal la obtendremos al aplicar a la pérdida continua el factor de reducción llamado coeficiente F de Christiansen.

También se debe aplicar una pérdida aproximada del 15% a consecuencia de las conexiones en las tuberías incluyendo: codos, curvas y porta-aspersores al ramal.

Figura 54 Cálculo de la constante de Christiansen

Guardar

Cálculo de la F de Christiansen

m =

N =

F = 0,41

Exponente de caudal en la fórmula utilizada en el cálculo de la pérdida de carga unitaria. Usualmente adquiere los siguientes valores:
m = 1,8 en PVC
m = 1,75 en PE

Nota: Representación gráfica del cálculo de la constante de *Christiansen*.
Elaboración propia.

Tabla 13 Cálculo de pérdidas de presión en tuberías y accesorios en cada zona

Nota: Cuadro del cálculo de pérdidas de presión en tuberías y accesorios en cada zona de la Plaza Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

58

4.9. Elección de equipos

Tabla 14 Lista de equipos del diseño de la Plaza Cívica de J.L.Ortiz

NOMBRE	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (S/.)	TOTAL
T de 1"	36	6.50	234.00
Reducción de 1 a ¾	48	5.30	254.40
Reducción de 1 a ½	10	6.50	65.00
Curvas de 1"	32	2.90	92.80
Codo de 90° 1"	9	4.95	44.55
Codo de 45° 1"	6	5.10	30.60
Tubería 1"	105	35.50	3727.50
Tubería ¾"	45	30.00	1350.00
Tubería ½"	23	23.00	529.00
Electroválvulas 1"	7	75.00	525.00
Aspersor Hunter I-20	18	79.55	1431.90
Aspersor Hunter Ultra / I-20	4	79.55	318.20
PGP ULTRA / I-20	16	66.05	1056.80
Eco-rotator mp1000	16	58.50	936.00
Eco-rotator mp2000	4	58.50	234.00
Eco-rotator mp3000	2	58.50	117.00
Sensores de humedad de Suelo	34	30.00	1020.00
Cable GPT 18 AWG Rojo x 100 m	8	79.90	639.20
Cable GPT 18 AWG Negro x 100 m	8	79.90	639.20
Cable GPT 18 AWG Verde x 100 m	8	79.90	639.20
Variador de Frecuencia	1	1382.00	1382.00
Bomba de eje horizontal centrífuga	1	4500.00	4500.00
Tubo eléctrico de ½"	160	6.00	960.00
Union T de ½"	29	2.50	72.50
Curvas de ½"	12	2.10	25.20
PLC M221CE16R	1	1230.00	1230.00
Módulo TM3	5	860.00	4300.00
Llave Termomagnetica Monofasica	4	55.00	220.00
Llave Diferencial	2	65.00	130.00
Fuente de 24 v	5	430.00	2150.00
HMISTU	1	5595.00	5595.00
TOTAL			34449.05

Nota: Cuadro de lista de equipos y precios del diseño de la Plaza Cívica – J.L.O.

Elaboración propia.

CAPITULO V

DISEÑO DEL PROTOTIPO

5.1. Elección de equipos

Para el desarrollo del siguiente proyecto se ha considerado los siguientes equipos

Tabla 15 Lista de equipos empleados en el prototipo

NOMBRE	CANTIDAD
Llaves Termomagnéticas	3
Interruptor diferencial	1
Contactor	1
Fuente de alimentación	1
Regulador de tensión	1
Sensor de Humedad	2
PLC	1
HMI	1
Pulsadores	3
Led indicador	3
Electroválvula	1
Bomba	1
Aspersor	1

Nota: Cuadro de lista de equipos empleados en el prototipo de la Plaza Cívica –

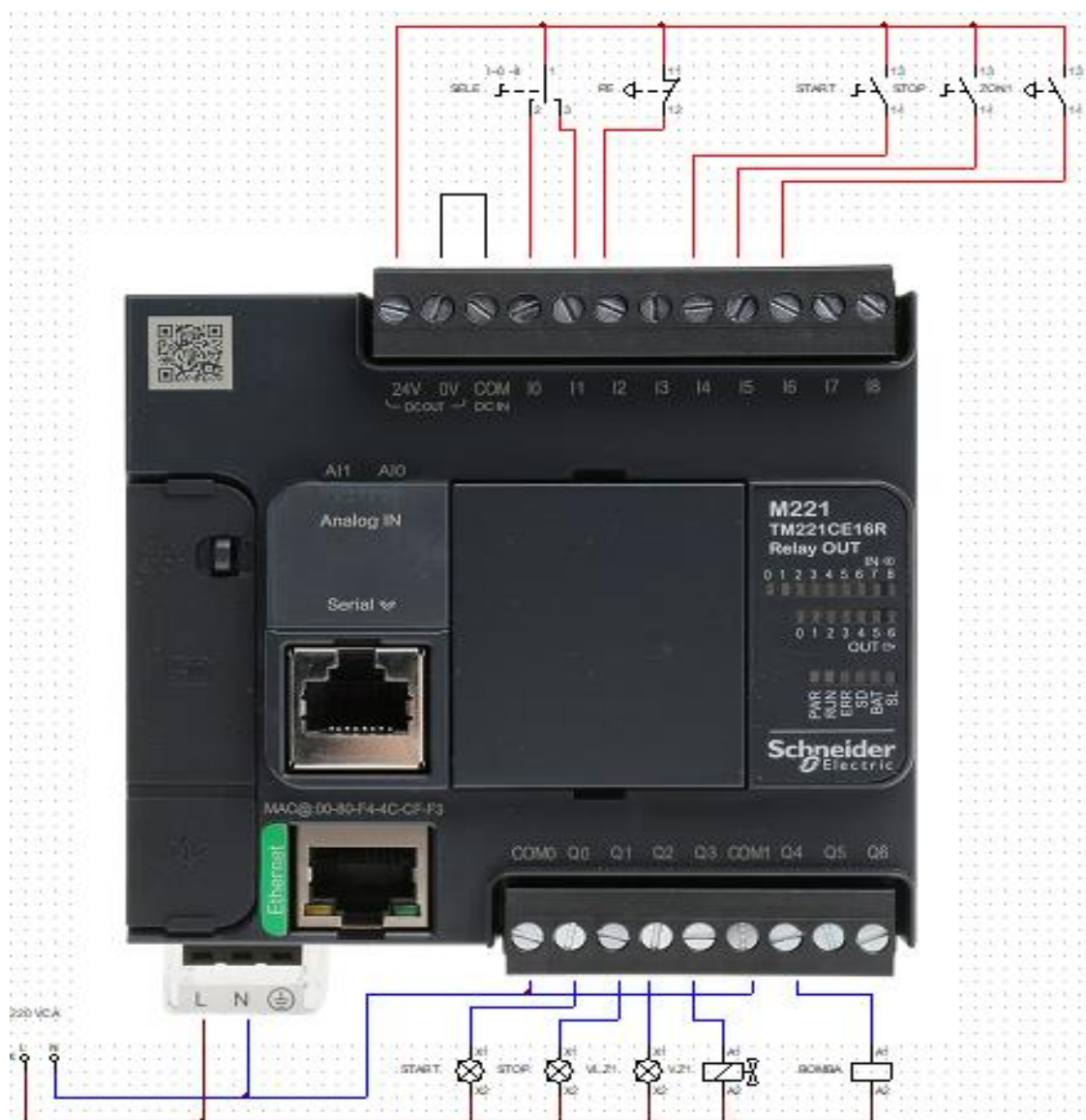
J.L.O. Elaboración propia.

5.2. Diagrama eléctrico

Para el desarrollo del diagrama eléctrico se utilizó el Software Cade_Simu

- Sistema de control

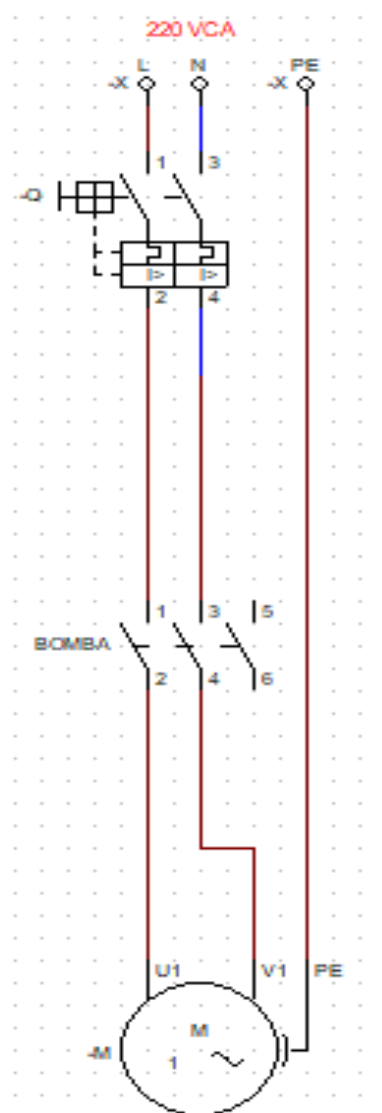
Figura 55 Conexión de los equipos al PLC empleando el software CaDe_Simu



Nota: Representación gráfica del conexionado del sistema de control de los equipos al PLC Schneider M221 empleando el software CaDE_Simu.
Elaboración propia.

- Sistema de fuerza

Figura 56 Conexión de la bomba empleando el software CaDe_Simu



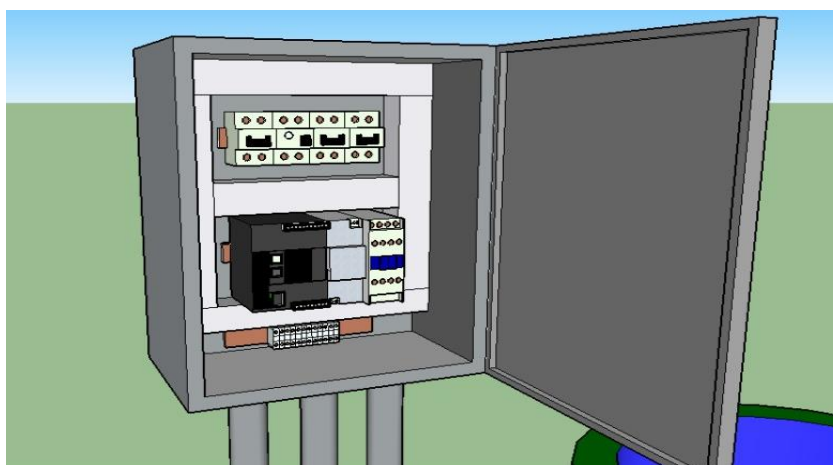
Nota: Representación gráfica del conexionado del sistema de fuerza de la bomba empleando el software CaDE_Simu. Elaboración propia.

5.3. Simulación de ubicación de equipos

Para el desarrollo de la simulación de ubicación de equipos se utilizó el Software SketchUp

- Simulación del diseño del tablero eléctrico vista por dentro, en ella se visualiza la ubicación de los interruptores, diferencial, PLC, fuente de alimentación y contactor.

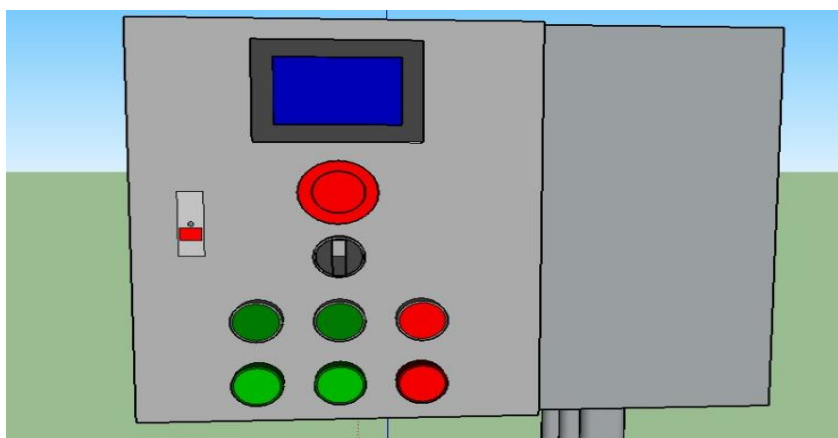
Figura 57 Vista interior del módulo empleando el software SketchUp



Nota: Representación gráfica de la vista interior del módulo de control del prototipo empleando el software SketchUp. Elaboración propia.

- Simulación del diseño del tablero eléctrico vista por fuera, en ella se visualiza la ubicación de los pulsadores, leds indicadores y pantalla HMI.

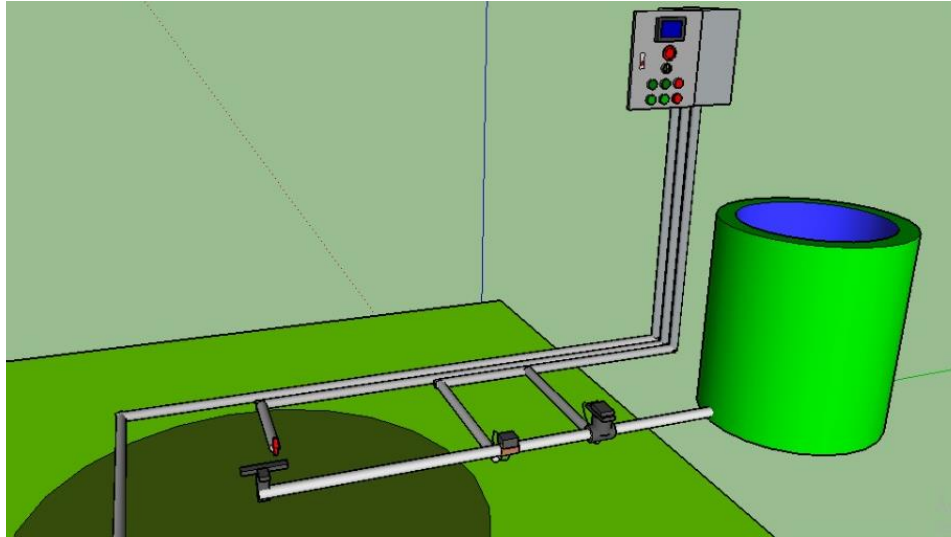
Figura 58 Vista frontal del módulo empleando el software SketchUp



Nota: Representación gráfica de la vista frontal del módulo de control del prototipo empleando el software SketchUp. Elaboración propia.

- Simulación del diseño general del prototipo

Figura 59 Vista ampliada del módulo empleando el software SketchUp



Nota: Representación gráfica de la vista ampliada del módulo de control del prototipo empleando el software SketchUp. Elaboración propia.

5.4. Programación del PLC

Para el desarrollo de la programación en PLC se utilizó el Software SoMachine Basic, empleando lenguaje Ladder.

- En los siguientes escalones se declara los dos modos de funcionamiento del prototipo. Se declararon las entradas: “MANUAL”, “AUTOMÁTICO”, “PARADA DE EMERGENCIA” y “STOP”, así mismo las memorias: “MEM_MANUAL” y “MEM_AUTOMATICO”.

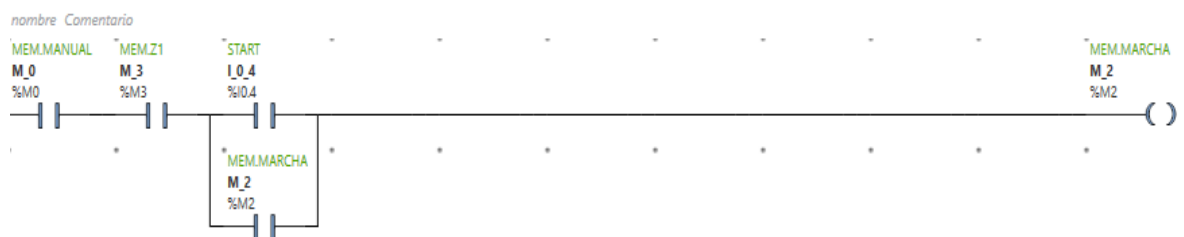
Figura 60 Escalones declarando los modos de funcionamiento del prototipo



Nota: Representación de los escalones de programación declarando los modos de funcionamiento del prototipo empleando el software SoMachine. Elaboración propia.

- En el siguiente escalón se declara el modo manual, por lo que se empleará netamente los pulsadores para su funcionamiento, pero para ello se tiene la condición de que se debe aperturar primero la válvula de la zona a regar “MEM_Z1”. Se declararon la entrada “START” y la memoria “MEM_MARCHA”

Figura 61 Escalón declarando la memoria marcha en modo manual



Nota: Representación de los escalones de programación declarando la memoria asignada a la marcha en modo manual del prototipo empleando el software SoMachine. Elaboración propia.

- El siguiente escalón se declara la indicación de que el sistema se encuentra parado, el cual funciona tanto para el modo manual como automático. Para ello se tendrá como condición principal del sistema la humedad del suelo “CONDICIÓN DE RIEGO”. Se declaró la salida “LED PARO”

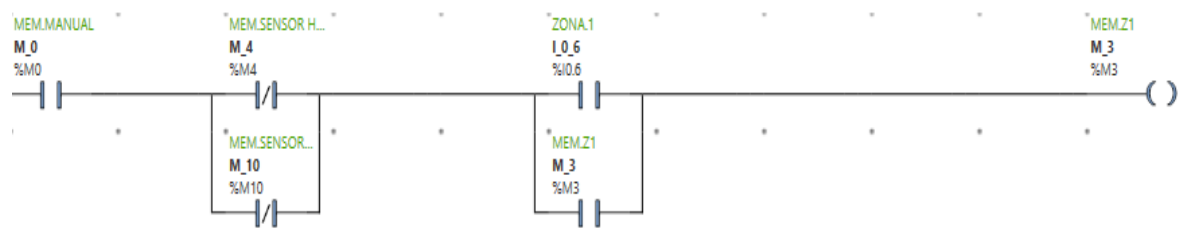
Figura 62 Escalón declarando la salida paro para modo manual y automático



Nota: Representación del escalón de programación declarando la salida paro para modo manual y automático del prototipo empleando el software SoMachine.
Elaboración propia.

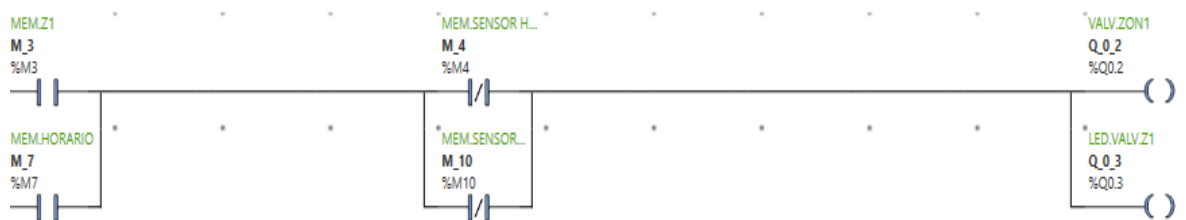
- En los siguientes escalones se declara la apertura de la válvula de la zona 1. Se aprecia las memorias “MEM_SENSOR HUMEDAD 1” y “MEM_SENSOR HUMEDAD 2”, estas memorias son el estatus de cada sensor de humedad. Se declararon la entrada “ZONA 1” y las salidas “VALV.ZONA1” y “LED.VALVZ1”, así como la “MEM.HORARIO” que pertenece al modo automático.

Figura 63 Escalón declarando las condiciones de activación de la zona



Nota: Representación del escalón de programación declarando las condiciones de activación de la zona y almacenando el valor en una memoria empleando el software SoMachine. Elaboración propia.

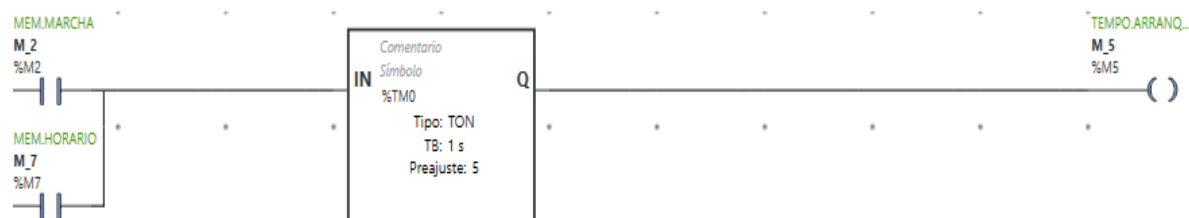
Figura 64 Escalón declarando las salidas de la zona



Nota: Representación del escalón de programación declarando la salida de las zonas tanto válvula como led indicador del prototipo empleando el software SoMachine. Elaboración propia.

- En el siguiente escalón se declara el tiempo de arranque de la bomba “TIEMPO DE ARRANQUE”, teniendo como tiempo de activación 5 segundos para su arranque. Dicho conteo funcionará tanto para arranque manual y automático.

Figura 65 Escalón declarando el temporizado del arranque de la bomba



Nota: Representación del escalón de programación declarando el temporizado del arranque de la bomba empleando el software SoMachine. Elaboración propia.

- En el siguiente escalón se declara la condición de los sensores “CONDICION DE RIEGO”, el cual se desactivará cuando ambos sensores detecten humedad en el suelo.

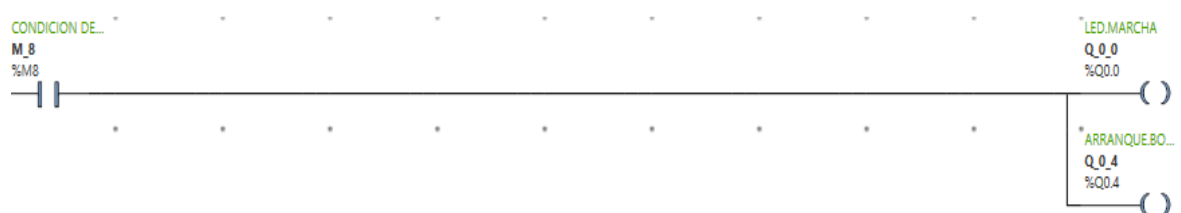
Figura 66 Escalón declarando la memoria de condición de riego para ambos modos



Nota: Representación del escalón de programación declarando la memoria de condición de riego para ambos modos empleando el software SoMachine. Elaboración propia.

- En el siguiente escalón se declara la activación de la bomba. Se declara las salidas “LED MARCHA” y “ARRANQUE BOMBA”.

Figura 67 Escalón declarando las salidas de marcha y arranque de bomba



Nota: Representación del escalón de programación declarando las salidas de marcha y arranque de la bomba empleando el software SoMachine. Elaboración propia.

- En el siguiente escalón se declara el arranque automático, para ello dependerá de los días y horas programados “FECHADOR”. Esto nos activará una memoria que nos enviará al temporizador de arranque, el cual depende también de los sensores “CONDICIÓN DE RIEGO”

Figura 68 Escalón declarando la memoria horaria para el modo automático

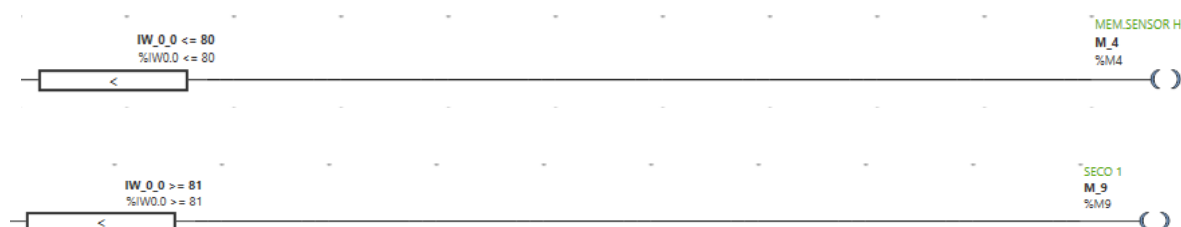


para el modo automático empleando el software SoMachine. Elaboración propia.

- En los siguientes escalones se escala los rangos máximos y mínimos del sensor de humedad 1 y 2 con respecto a los valores de la señal analógica.

Figura 69 Escalón declarando los rangos de activación y desactivación del sensor

1



Nota: Representación del escalón de programación declarando los rangos de activación y desactivación del sensor 1 empleando el software SoMachine. Elaboración propia.

Figura 70 Escalón declarando los rangos de activación y desactivación del sensor 2

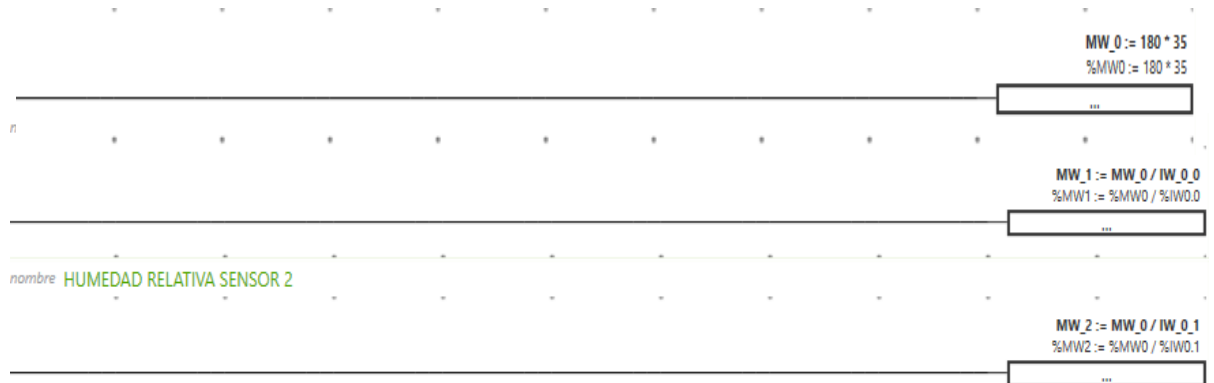


Nota: Representación del escalón de programación declarando los rangos de activación y desactivación del sensor 2 empleando el software SoMachine.

Elaboración propia.

- En los siguientes escalones se declara la ecuación para la conversión de los valores de los sensores en la unidad de medición de la humedad relativa.

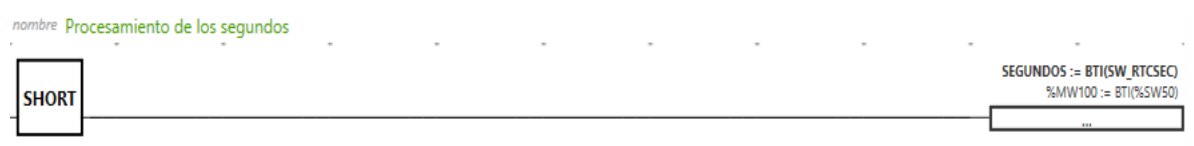
Figura 71 Escalones declarando la conversión de los valores del sensor

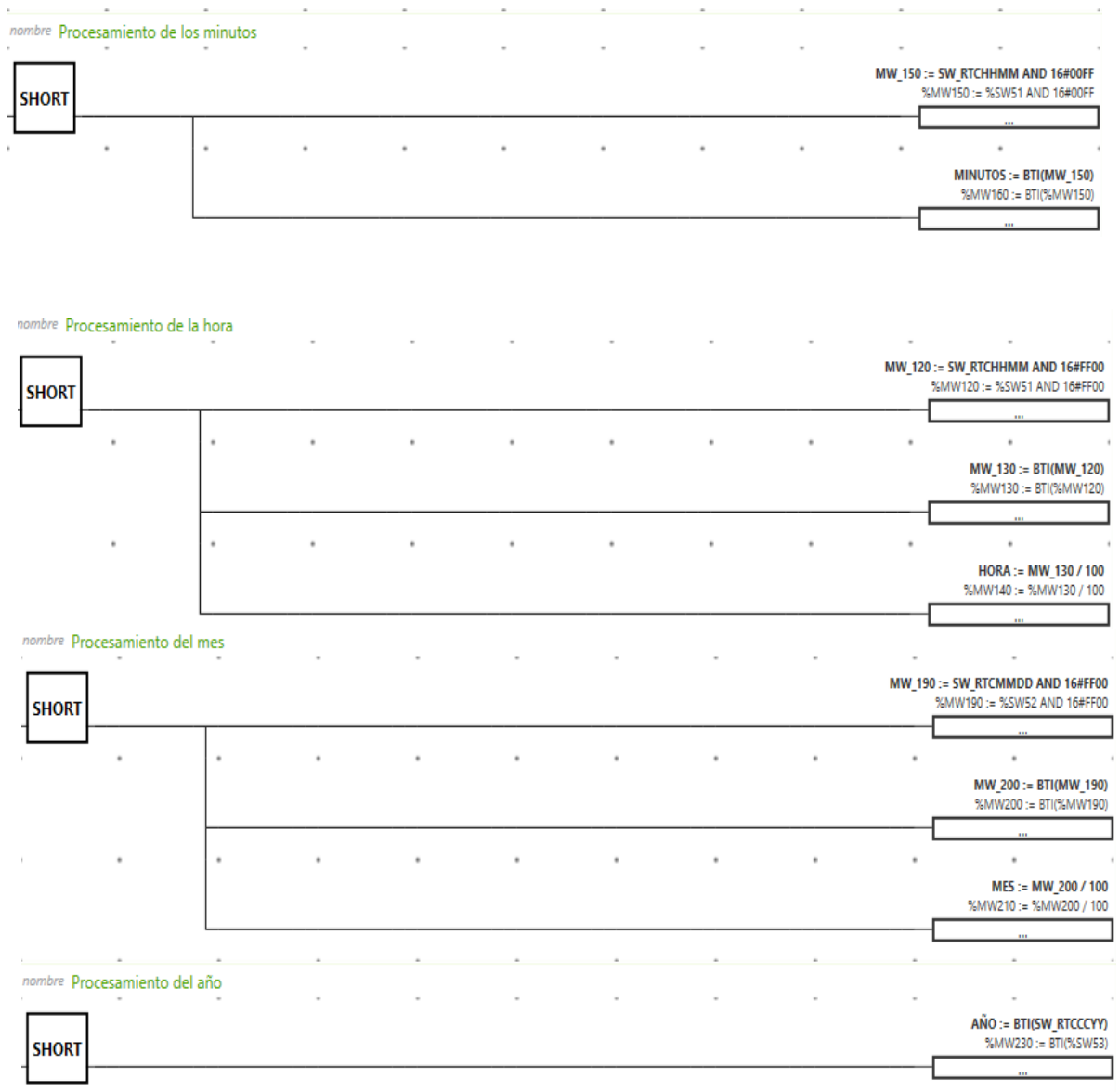


Nota: Representación del escalón de programación declarando la conversión de los valores del sensor empleando el software SoMachine. Elaboración propia.

- En los siguientes escalones se declara las variables de segundo, minuto, hora, día, mes y hora para sincronizar el PLC con la pantalla de HMI.

Figura 72 Escalones declarando las variables de tiempo para sincronización





Nota: Representación del escalón de programación declarando las variables de tiempo para sincronización empleando el software SoMachine. Elaboración propia.

5.5. Lista de símbolos

Tabla 16 Lista de símbolos empleados en la programación

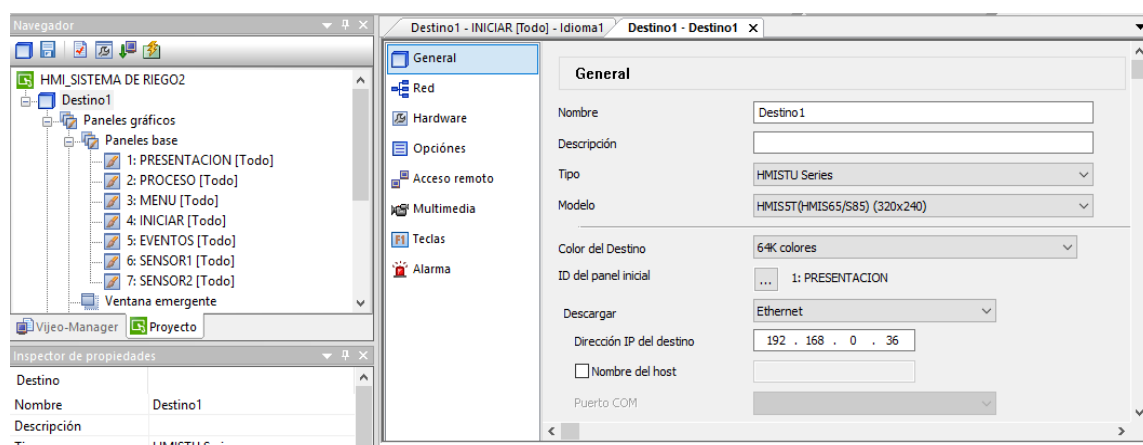
DIRECCIÓN	SÍMBOLO	COMENTARIO
%I0.0	I_0_0	MANUAL
%I0.1	I_0_1	AUTOMÁTICO
%I0.2	I_0_2	PARADA DE EMERGENCIA
%I0.4	I_0_4	START
%I0.5	I_0_5	STOP
%I0.6	I_0_6	ZONA.1
%IW0.0	IW_0_0	SENSOR HUMEDAD 1
%IW0.1	IW_0_1	SENSOR HUMEDAD 2
%Q0.0	Q_0_0	LED.MARCHA
%Q0.1	Q_0_1	LED PARO
%Q0.2	Q_0_2	VALV.ZON1
%Q0.3	Q_0_3	LED.VALV.Z1
%Q0.4	Q_0_4	ARRANQUE.BOMBA

Nota: Cuadro de lista símbolos empleados en la programación empleados en el prototipo de la Plaza Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

5.6. Programación HMI

- Se inicia creando el un proyecto nuevo el cual elegiremos el tipo y modelo de HMI a usar, así mismo se le dará una dirección IP de acuerdo a la red asignada al PLC para que pueda haber comunicación entre ambos.

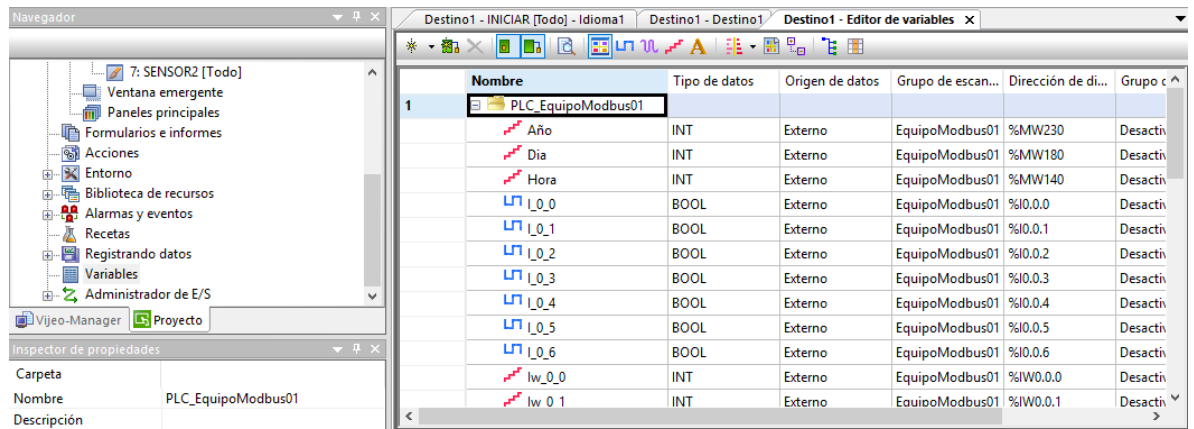
Figura 73 Configuración general del nuevo proyecto empleando software Vijeo



Nota: Representación de la configuración general del nuevo proyecto empleando el software Vijeo. Elaboración propia.

- Como paso siguiente se comenzará importando las variables declaradas previamente en el PLC, mediante una comunicación Modbus TCP/IP.

Figura 74 Importación de variables declaradas en el PLC



Nota: Representación de la importación de variables declaradas en el PLC empleando el software Vijeo. Elaboración propia.

- Se crearán los diferentes paneles a utilizar dependiendo la necesidad del programa.

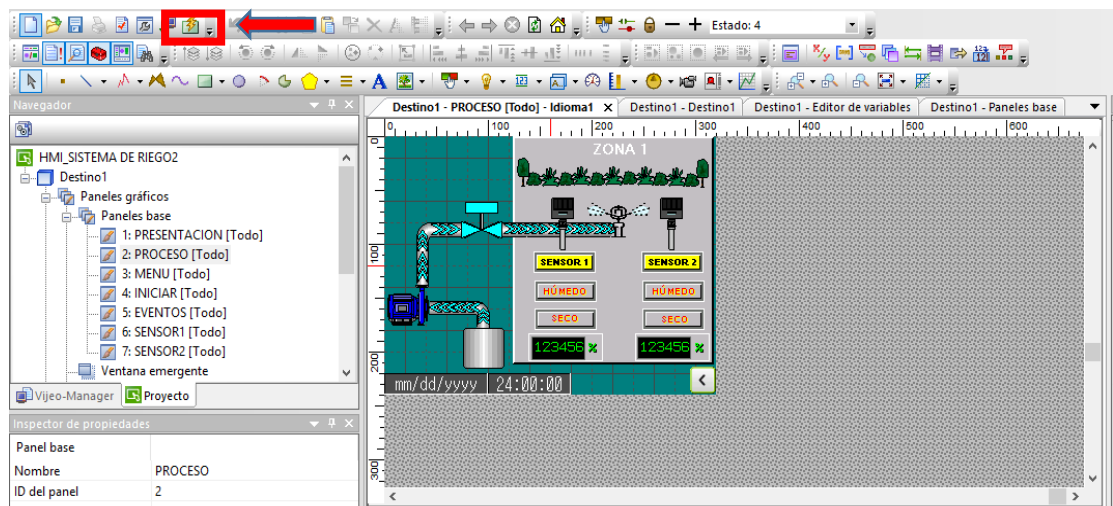
Figura 75 Creación de paneles gráficos empleando software Vijeo



Nota: Representación de la creación de paneles gráficos empleando el software Vijeo. Elaboración propia.

- Se utilizarán interruptores, pilotos, indicadores entre otros para la programación de cada panel. Una vez realizado todo procederemos a simular y a cargar el programa al HMI.

Figura 76 Configuración del panel gráficos empleando software Vijeo

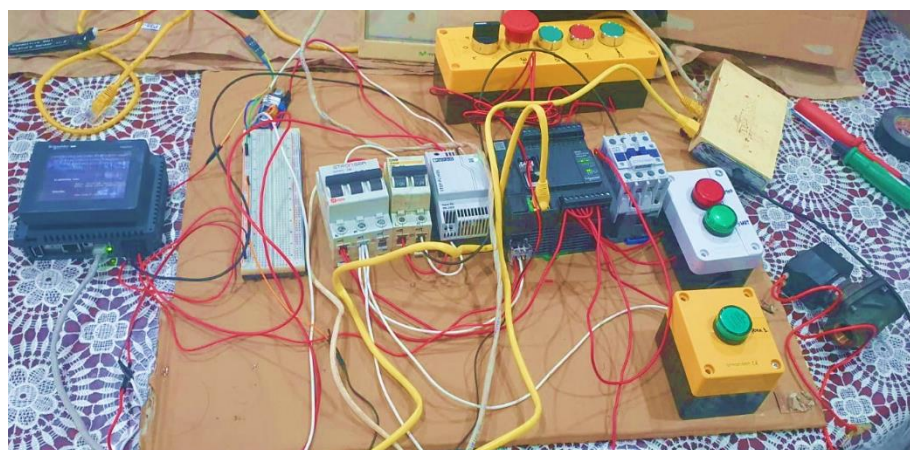


Nota: Representación de la configuración del panel gráfico empleando el software Vijeo. Elaboración propia.

5.7. Desarrollo del prototipo

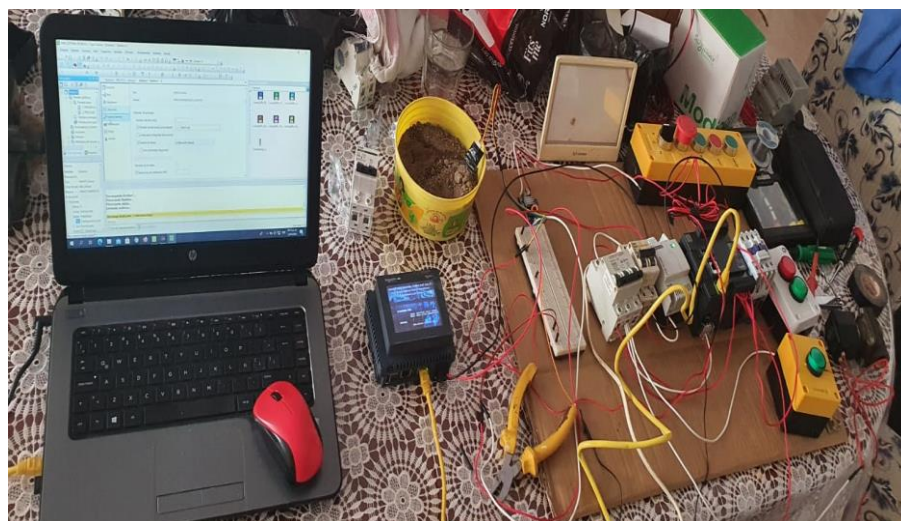
- Pruebas de funcionalidad de los equipos y del programa cargado al PLC antes del montaje al tablero.

Figura 77 Conexionado y pruebas de funcionalidad del prototipo



Nota: Representación del conexionado y pruebas de funcionalidad del prototipo. Elaboración propia.

Figura 78 Exportación del programa al PLC y HMI



Nota: Representación de la exportación del programa al PLC y HMI del prototipo.

Elaboración propia.

- Ubicación de los rieles y canaletas para los equipos dentro del tablero, así como perforación en la tapa del tablero.

Figura 79 Montaje de rieles, canaletas y perforación en el tablero



Nota: Representación del montaje de rieles, canales y perforación en el tablero de control del prototipo. Elaboración propia.

- Montaje de los equipos por dentro y fuera del tablero eléctrico

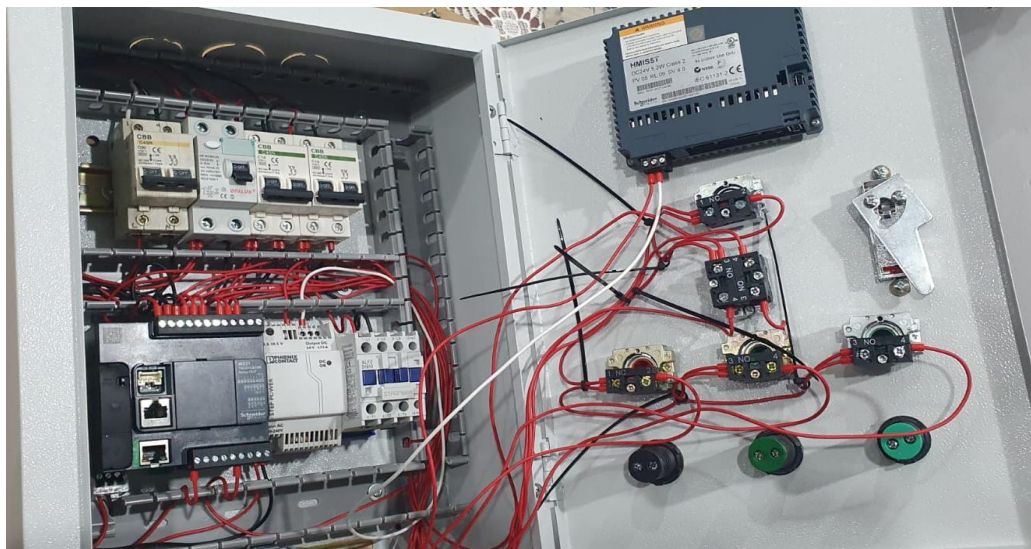
Figura 80 Montaje de los diferentes equipos en el tablero



Nota: Representación del montaje de los diferentes equipos en el tablero de control del prototipo. Elaboración propia.

- Cableado de los equipos

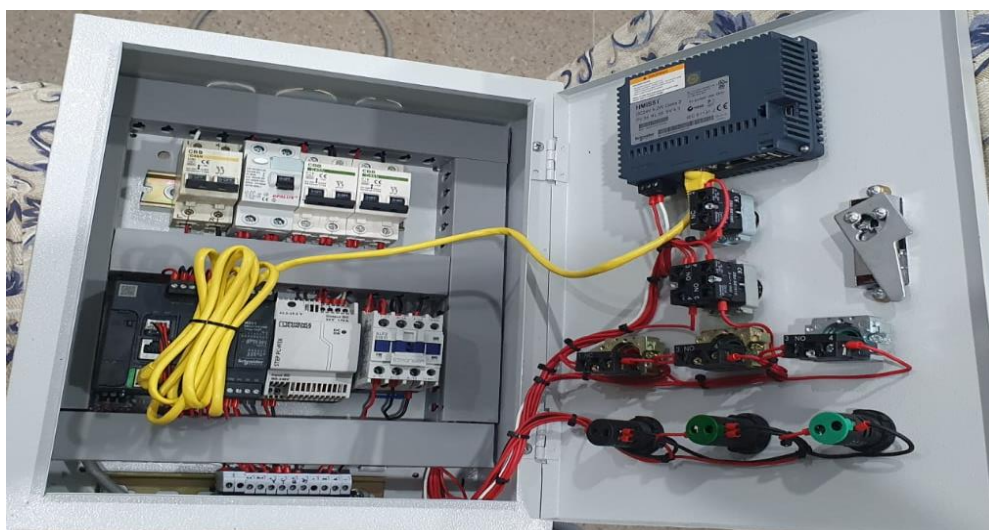
Figura 81 Cableado de los equipos en el tablero



Nota: Representación del cableado de los equipos en el tablero de control del prototipo. Elaboración propia.

- Peinado del cableado, comunicación entre PLC y HMI.

Figura 82 Peinado del cableado de los equipos en el tablero



Nota: Representación del peinado del cableado de los equipos en el tablero de control del prototipo. Elaboración propia.

Figura 83 Instalación y funcionamiento de la pantalla HMI en el tablero



Nota: Representación de la instalación y funcionamiento de la pantalla HMI en el tablero de control del prototipo. Elaboración propia.

- Implementación de la bomba, la válvula y el aspersor.

Figura 84 Conexión del aspersor y válvula de zona a la bomba



Nota: Representación del conexionado del aspersor y válvula de zona a la bomba del prototipo. Elaboración propia.

5.8. Presupuesto del prototipo

Tabla 17 Presupuesto de equipos del prototipo

NOMBRE	MARCA	MODELO	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (S/.)	TOTAL
Llaves Termomagnéticas	CBB	C45N	3	55.00	165.00
Interruptor diferencial	OPALUX	OP- RCB/C25	1	65.00	65.00
Contactor	STRONGER	ALF2-D1810	1	45.00	45.00
Fuente de alimentación 24 v	PHOENIX CONTACT	STEP-PS/ 1AC/24DC	1	430.00	430.00
Regulador de tensión	-	XL4005	1	18.00	18.00
Sensor de Humedad de suelo	-	Capacitivo v1.2	2	30.00	60.00
PLC	SCHNEIDER	M221	1	1230.00	1230.00
HMI	SCHNEIDER	HMIS5T	1	3100.00	3100.00
Pulsadores	STRONGER	-	3	12.00	36.00
Led indicador	STRONGER	-	3	12.00	36.00
Electroválvula	CKD	ADK11 – 15A	1	417.00	417.00
Bomba	LG	CR440829	1	70.00	70.00
Aspersor de plástico	ABS	-	1	20.00	20.00
TOTAL					5692.00

Nota: Cuadro del presupuesto de equipos empleado en el prototipo de la Plaza

Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

Tabla 18 Presupuesto de materiales del prototipo

NOMBRE	MARCA	MODELO	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (S/.)	TOTAL
Cable de cobre	INDECO	CAT 18	30m	2.00	60.00
Tubería PVC	PAVCO	1/2	3m	23.00	69.00
Tubería corrugado	PAVCO	1/2	20m	1.00	20.00
Cilindro de agua	REY	60L	1	50.00	50.00
Tablero metálico	-	40x20x50	1	60.00	60.00
Rieles	-	-	1m	10.00	10.00
Canaletas	-	-	1m	8.00	8.00
Borneras	STRONGER	-	12	1.50	18.00
Cintillos x ½ ciento	-	-	1	5.00	5.00
Terminales x cientos	-	CAT 18	1	10.00	10.00
Pegamento PVC	-	-	1	2.50	2.50
Cinta Aislante	3M	-	1	5.00	5.00
Cinta vulcanizante	3M	-	1	25.00	25.00
Cable vulcanizado	INDECO	2H	5m	2.50	12.50
Cable Etherneth	-	-	1m	1.00	1.00
Cinta teflón	-	-	1	1.50	1.50
Manguera	-	-	3m	3.00	9.00
Conector monofásico	STAR	-	1	5.00	5.00
TOTAL					371.50

Nota: Cuadro del presupuesto de materiales empleado en el prototipo de la Plaza

Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

CAPITULO VI

ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1. Pruebas del prototipo

6.1.1. Tabla de tabulación de sensores de humedad

Tabla 19 Tabulación de sensores de humedad

SENSORES AL AIRE LIBRE		
	mV	% Humedad
Sensor 01	164	38
Sensor 02	169	37
SENSORES EN TIERRA SECA		
Sensor 01	136	46
Sensor 02	134	47
SENSORES EN TIERRA CON BAJA HUMEDAD		
Sensor 01	97	64
Sensor 02	96	65
SENSORES CON HUMEDAD		
Sensor 01	77	81
Sensor 02	79	77
SENSORES EN AGUA		
Sensor 01	72	87
Sensor 02	75	84

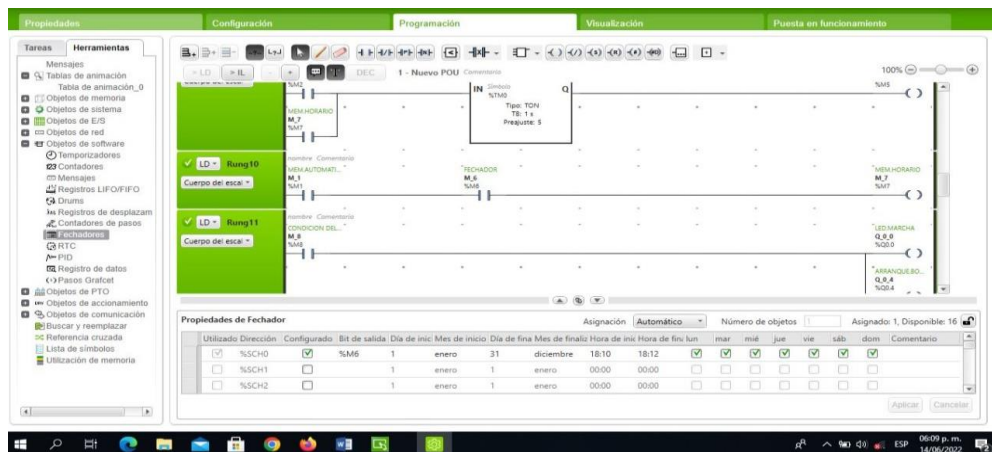
Nota: Cuadro de tabulación de los sensores de humedad del prototipo de la Plaza

Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

6.1.2. Respuesta del Prototipo en Modo Automático

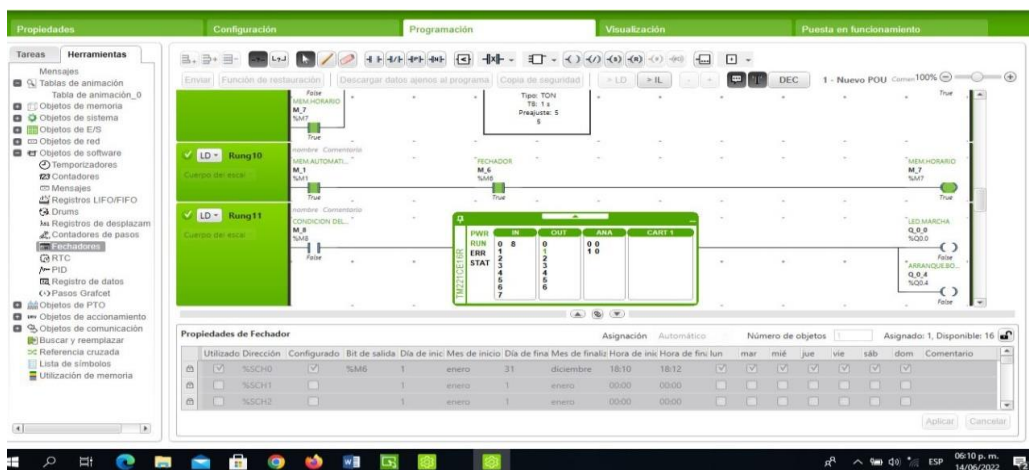
Se utilizó el software Somachine Basic para simular la hora diaria de encendido. Como se aprecia en la imagen se utilizó el comando **FECHADOR**, que nos permite poder asignar el rango de encendido en meses, días y horas. Para lo cual dicho prototipo se le asignó desde el 01 de enero hasta el 31 de diciembre, de lunes a domingo y en la hora de 10:00 am a 10:30 am.

Figura 85 Configuración de hora de activación del Fechador



Nota: Representación de la configuración de hora de activación del Fechador empleando el software SoMachine del prototipo. Elaboración propia.

Figura 86 Prueba de activación del Fechador



Nota: Representación de la prueba de activación del Fechador empleando el software SoMachine del prototipo. Elaboración propia.

6.2. Consumo de agua en litros durante prueba

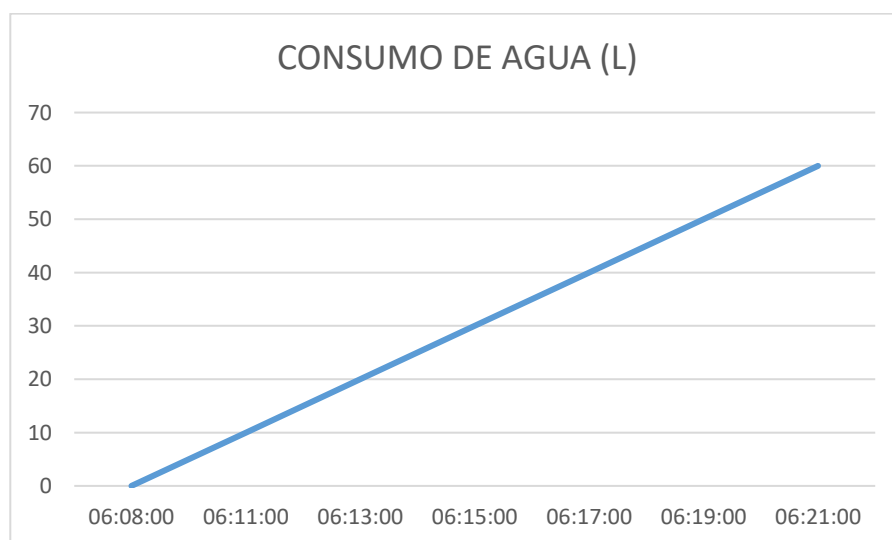
Se realizó el cálculo de consumo de agua por tiempo durante la prueba de funcionamiento del prototipo, teniendo un resultado de consumo aproximado de 10 litros cada 2 minutos.

Tabla 20 Consumo de agua durante pruebas operativas

HORA	CONSUMO DE AGUA (L)
06:08:00	0
06:11:00	10
06:13:00	20
06:15:00	30
06:17:00	40
06:19:00	50
06:21:00	60

Nota: Cuadro de consumo de agua durante pruebas operativas del prototipo de la Plaza Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

Figura 87 Gráfica Consumo de agua vs tiempo



Nota: Representación de la gráfica consumo de agua vs tiempo del prototipo. Elaboración propia.

6.3. Respuesta de los sensores durante prueba

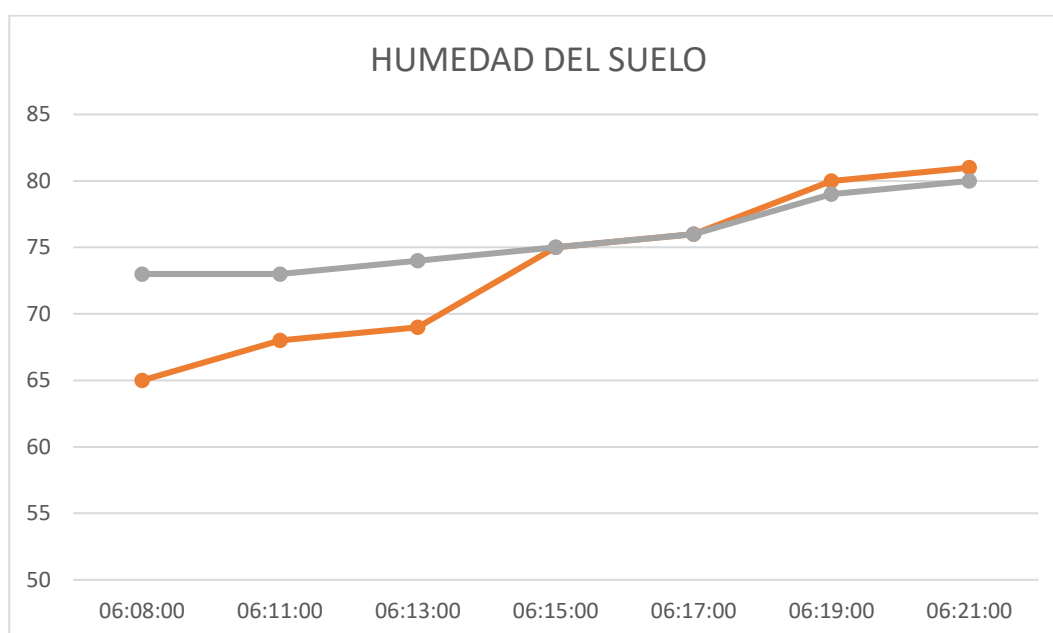
Durante la prueba operativa del prototipo los sensores obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 21 Respuesta de sensores durante pruebas operativas

HORA	HUMEDAD	
	SENSOR 1 (%)	SENSOR 2 (%)
06:08:00	65	73
06:11:00	68	73
06:13:00	69	74
06:15:00	75	75
06:17:00	76	76
06:19:00	80	79
06:21:00	81	80

Nota: Cuadro de repuesta de los sensores durante pruebas operativas del prototipo de la Plaza Cívica – J.L.O. Elaboración propia.

Figura 88 Gráfica Humedad vs tiempo



Nota: Representación de la gráfica humedad vs tiempo del prototipo. Elaboración propia.

CONCLUSIONES

- Después de analizar los diferentes tipos de riego como goteo, aspersión, microaspersión, mangas, etc. De acuerdo a las características de nuestro terreno determinamos que el tipo de riego más adecuado es el de aspersión, ya que es el más utilizado para riego residencial de plazas y parques, y también es el método de riego que garantiza uniformidad en ambientes amplios.
- Se tienen 12 tipos de plantas que predominan en la plaza cívica las cuales son típicas en parques y plazas de la región. Habiendo identificado cada una de ellas y reuniendo toda la información sobre su cuidado y preservación. Determinamos que el promedio de humedad para la conservación de la totalidad de áreas verdes de la plaza cívica es de 81 % de humedad.
- De acuerdo a los cálculos realizados para la Zona 01 se tiene una distancia de tuberías de 126.98 m y una pérdida de presión de 4.89 BAR. La Zona 02 se tiene una distancia de tuberías de 186.10 m y una pérdida de presión de 7.16 BAR. La Zona 03 se tiene una distancia de tuberías de 99.50 m y una pérdida de presión de 3.85 BAR. la Zona 04 se tiene una distancia de tuberías de 66.44 m y una pérdida de presión de 2.56 BAR. La Zona 05 se tiene una distancia de tuberías de 135.02 m y una pérdida de presión de 5.24 BAR. La Zona 06 se tiene una distancia de tuberías de 106.70 m y una pérdida de presión de 4.12 BAR. la Zona 07 se tiene una distancia de tuberías de 75.00 m y una pérdida de presión de 2.89 BAR.
- Se logró diseñar el sistema de riego automático de la plaza cívica obteniendo por resultado 7 zonas por regar de las cuales se tendría 34 entradas analógicas, 4 entradas digitales y 16 salidas digitales. Y para el variador se utilizará el protocolo de comunicación MODBUS Serial IOScaner.

- Al realizar la simulación del sistema automático de riego en el software SoMachine Basic, se logró comprobar el funcionamiento secuencial del riego por zonas. Teniendo así prueba del funcionamiento del sistema.
- Al regar las áreas verdes a la hora indicada por medio de un temporizador horario y recolectando datos de humedad del suelo por medio de los sensores, esto ayudara a tener un riego más eficiente y así conservar las áreas verdes en buenas condiciones.
- El sistema de riego diseñado cuenta con los sensores estratégicamente distribuidos para regar el 98 % de áreas verdes y de manera uniforme, ya que al regarlo de manera tradicional por inundación aproximadamente el 15 % de las áreas se quedan sin recibir el agua suficiente o por lo contrario reciben un exceso de agua perjudicándolas notablemente.
- Teniendo en cuenta que en la Plaza Cívica se emplea 1 cisterna de agua (10 000 L) para el riego por inundación, y que nuestro sistema utiliza aproximadamente 7800 L para garantizar el porcentaje de humedad necesario y así mantener las áreas verdes del parque en mejores condiciones, se concluye que al implementar el sistema de riego automático diseñado se estará ahorrando un 22% de agua.

RECOMENDACIONES

- **Establecer un plan de mantenimiento total del sistema.**

Dentro del plan de mantenimiento está incluido los mantenimientos preventivos y correctivos anuales.

Plan de mantenimientos preventivos se considera:

- ❖ Inspección de fugas en el sistema de tuberías y obstrucción de boquillas de aspersores.
- ❖ Verificación de la correcta presión de bombeo y megado de la electrobomba.
- ❖ Calibración de sensores de humedad y contrastación de valores con respecto a lo programado.
- ❖ Cambio de sensores de humedad cada 3 años de acuerdo a recomendación del fabricante.

Plan de mantenimientos correctivo se considera cambio de equipos y accesorios que sufran algún desperfecto durante su funcionamiento.

- **Capacitar al personal encargado del riego.**

El personal de la municipalidad de J. L. Ortiz que estará a cargo del riego deberá estar previamente capacitado sobre el manejo de quipos, funcionamiento y análisis de fallas del sistema. También estar capacitado para cumplir con la inspección de rutina antes del funcionamiento del sistema.

- **Realizar check list diario de los equipos del sistema**

El personal a cargo del riego deberá verificar diariamente:

- ❖ Antes de cada arranque: El sistema energizado, electroválvulas cerradas, leds indicadores, PLC encendido, HMI encendido, el Variador de frecuencia encendido, etc.
 - ❖ Durante el arranque: Activación del sistema en la hora predeterminada, consumo de corriente y voltajes de la electrobomba, activación de la electroválvula correspondiente, presión de bombeo, funcionamiento de sensores y revisión de eventos.
- **Establecer una frecuencia de riego**

El área de riego de parque de la municipalidad de J. L. Ortiz deberá establecer una frecuencia y horario de riego antes de la instalación del sistema, para poder ser programado en el sistema.

- **Reportar fallas y averías en el funcionamiento**

En caso de presentarse fallas en el sistema o averías en los equipos e instrumentos de control y campo, comunicarse con personal calificado encargado del diseño del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Yépez, E. (2015) *Diseño de un sistema de riego para la hacienda San Antonio, ubicada en la parroquia Machachi, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha.* <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/4996>
- Sánchez, J (2017) *Desarrollo de un prototipo de sistema de riego automático para el cultivo de tomates rojos: Caso San Pedro Apóstol Oaxaca.* <http://hdl.handle.net/20.500.11799/67814>
- Escobar, C & Farfán, K (2018) *Diseño de un sistema de riego para la implementación de cultivos automatizados en el Recinto Playa seca del Cantón el Triunfo.* <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/36909>
- Crisanto, H. & Pacheco, W. (2015) *Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado y controlado de forma inalámbrica para el caserío Pueblo Libre – Canchaque.* <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/802>
- Apaza, D. & La Torre I. (2017) *Diseño e Implementación de un sistema automatizado para riego tecnificado basado en el balance de humedad de suelo con tecnología arduino en el laboratorio de control y automatización EPIME 2016.*
- Takaezu, D. (2017) *Diseño para la implementación de un sistema de riego tecnificado en el campamento Villa Cuajone, Soouthern Peru Copper Corporation, Moquegua, Perú.* <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2687>
- Humán, K. & Huamán, J. (2018). *Diseño de un sistema automático de riego tecnificado para las áreas verdes de la escuela de Ingeniería Electrónica y Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas – UNPRG.* <https://hdl.handle.net/20.500.12893/2272>
- Dulhoste, J. (2012). *Introducción al Control de Procesos para Ingenieros.*
- Dulhoste, J. (2009). *Teoría de Control.*
- García, E. (2001). *Automatización de Procesos Industriales.*
- Creus, A. (2010). *Instrumentación Industrial.* (8va ed.). Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V. México.

- Rodríguez, J. & Cerdá, L. (2014). *Automatismos industriales*. (1ra ed.). Ediciones Paraninfo SA.
- Schneider Electric. (2021). <https://www.se.com/pe/es/>
- Siemens (2020). <https://www.siemens.com/global/en.html>
- Festo (2021). <https://www.festo.com/pe/es/>
- Piedrafita, R. (2004). *Ingeniería de la Automatización Industrial*. (2da ed.)
- Corona, L. & Abarca, G. (2014). *Sensores y Actuadores*. Grupo Editorial Patria, SA de CV. México D.F.
- Martín, J. & García, P. (2009). *Automatismos Industriales*. Editorial Editex, 2009.
- Toscano, A. & Paredes, H. (2004). *Manejo y Conservación del Suelo*. Pronamachcs. Lima – Perú.
- Santos, L. & De Juan, J. (2004). *El Riego y sus Tecnologías*. Editora Europa-América en Lisboa en 2004.
- Cisneros, R. (2003). *Riego y drenaje*.
<http://www.ingenieria.uaslp.mx/Documents/Apuntes/Riego%20y%20Drenaje.pdf>
- Fernandez, R. & Yruela, M. (2010). *Riego Localizado*. Junta de Andalucía.
- Hunter Industries Incorporated (2013). *Manual de Diseño de un Sistema de Riego Residencial*. <https://www.hunterindustries.com/global>

ANEXOS

Product data sheet
Characteristics

TM221CE16R
"Controlador M221 c/ Ethernet 16 ES de tipo relé"



Price*: 211.66 EUR



Principal

Gama de producto	Modicon M221
Tipo de producto o componente	Autómata programable
[Us] tensión de alimentación asignada	100...240 V CA
De pie conducto	9, entrada discreta acorde a IEC 61131-2 tipo 1
Número de entrada analógica	2 en 0...10 V
Tipo de salida digital	Relé normalmente abierto
Número de salidas discretas	7 relé
Tensión de salida	5...125 V CC 5...250 V CA
Montado en la pared del conducto	2 A

Complementario

Número de E/S digitales	16
Numero de E/S del módulo de expansión	4 para salida transistor 4 para salida del relé
Límites tensión alimentación	85...264 V
Frecuencia de red	50/60 Hz
Corriente de entrada	40 A
Maximum power consumption in VA	49 VA en 100...240 V módulo de expansión con número máximo de E/S 33 VA en 100...240 V sin módulo de expansión E/S
Corriente de salida fuente de alimentación	0,325 A 5 V para bus de expansión 0,12 A 24 V para bus de expansión
Entrada lógica	Receptor o suministro (positivo/negativo)
Tensión de entrada digital	24 V
Tipo de voltaje entrada discreto	CC
Resolución de entrada analógica	10 bits
Valor LSB	10 mV
Tiempo convers	1 ms por canal + 1 controlador del ciclo de tiempo entrada analógica
Sobrecarga permitida em entradas	+/- 30 V CC para 5 min - tipo de cable: máximo) para entrada analógica +/- 13 V CC - tipo de cable: permanente) para entrada analógica
Estado de tensión 1 garantizado	>= 15 V para entrada
Estado de tensión 0 garantizado	<= 5 V para entrada
Corriente de entrada discreta	7 MA para entrada digital 5 MA para entrada rápida
Tapa de conexiones trasero	3.4 kOhm para entrada digital 100 kOhm para entrada analógica 4.9 kOhm para entrada rápida

The information provided in this documentation contains general descriptions and/or technical characteristics of the products contained herein. The information is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. It is the customer's responsibility to verify that the products described herein are suitable for their intended application and to use them only within their intended operating range. Neither Schneider Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein. *Prices are indicative



MAGELIS STU Módulo POSTERIOR

HMIS5T

Principal

Rango de producto	Harmony Time
Tipo de producto o componente	Panel trasero

Complementario

Material de envoltente	PC / PBT
Alto	98,15 mm
Ancho	118 mm
Profundidad	40,1 mm
Peso del producto	0,354 kg

Unidades de embalaje

Tipo de Unidad de Paquete 1	PCE
Número de Unidades en el Paquete 1	1
Paquete 1 Peso	363,0 g
Paquete 1 Altura	12,8 cm
Paquete 1 ancho	5,3 cm
Paquete 1 Largo	18,3 cm
Tipo de Unidad de Paquete 2	S03
Número de Unidades en el Paquete 2	16
Paquete 2 Peso	6,306 kg
Paquete 2 Altura	30 cm
Paquete 2 Ancho	30 cm
Paquete 2 Largo	40 cm
Tipo de Unidad de Paquete 3	P12
Número de Unidades en el Paquete 3	384
Paquete 3 Peso	160,344 kg
Paquete 3 Altura	80 cm
Paquete 3 Ancho	120 cm

Alimentación de corriente - STEP-PS/ 1AC/24DC/1.75 - 2868648

Datos técnicos

Condiciones ambientales

Humedad del aire máx. admisible (servicio)	≤ 95 % (a 25 °C, sin condensación)
Resistencia a interferencias	EN 61000-6-2:2005

Datos de entrada

Rango de tensión de entrada	85 V AC ... 264 V AC
	95 V DC ... 250 V DC
Gama de frecuencias AC	45 Hz ... 65 Hz
Gama de frecuencias DC	0 Hz
Absorción de corriente	0,6 A (120 V AC)
	0,3 A (230 V AC)
Extracorrente de cierre	< 15 A (típico)
Puenteo en fallo de red	> 25 ms (120 V AC)
	> 150 ms (230 V AC)
Fusible de entrada	3,15 A (Lento, interno)
Selección de fusibles apropiados	6 A ... 16 A (Característica B, C, D, K)
Denominación de la protección	Protección contra sobretensiones transitorias
Circuito de protección/componente de protección	Varistor

Datos de salida

Tensión nominal de salida	24 V DC ±1 %
Margen ajustable de tensión de salida	22,5 V DC ... 29,5 V DC (> 24 V potencia constante)
Corriente de salida	1,75 A (-25 °C... 55 °C)
	1,9 A (-25 °C... 40 °C permanentemente)
	3,75 A (Corriente máxima de salida)
Derating	55 °C ... 70 °C (2,5 %/K)
Posibilidad de conexión en paralelo	Sí, para redundancia y aumento de potencia
Posibilidad de conexión en serie	Sí
Desviación de regulación	< 1 % (cambio de carga estático 10 % ... 90 %)
	< 2 % (cambio de carga dinámico 10 % ... 90 %)
	< 0,1 % (cambio de tensión de entrada ±10 %)
Ondulación residual	< 60 mV _{PP} (20 MHz)
Puntas de conexión Carga nominal	< 40 mV _{PP} (20 MHz)
Disipación máxima de circuito abierto	< 0,7 W
Disipación de carga nominal máxima	5 W

Generalidades

Peso neto	0,19 kg
Indicación de la tensión de servicio	LED verde
Rendimiento	> 89 % (con 230 V AC y valores nominales)
Tensión de aislamiento entrada/salida	4 kV AC (ensayo de tipo)
	3,75 kV AC (ensayo individual)
Clase de protección	II (en armario de control cerrado)

SENSOR DE HUMEDAD DE SUELO

CAPACITIVO



El funcionamiento del sensor se basa en medir la capacitancia entre 2 electrodos insertados dentro del suelo, la capacitancia entre los electrodos dependerá de la humedad del suelo, por lo que para un suelo muy húmedo tendremos una capacitancia muy baja y para un suelo muy seco la capacitancia será muy alta. El electrodo va conectado a una tarjeta de acondicionamiento que entrega una salida analógica. La salida analógica (AO) entrega un voltaje analógico desde 0V para un suelo muy húmedo hasta 5V para un suelo muy seco. Para la conexión a Arduino debemos conectar la salida analógica del módulo a una entrada analógica del Arduino.

CONEXIONES

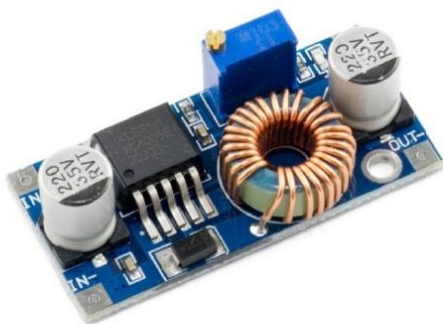
- **GND:** Tierra (GND 0V)
- **VCC:** Voltaje de alimentación (3.3V - 5V DC)
- **AOUT:** Salida analógica

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Voltaje de alimentación: 3.3V - 5V DC
- Corriente operación: 5mA
- Voltaje de la señal de salida: 0 a 5V (Analógico)
- Modelo: capacitive soil moisture sensor v1.2
- Vida útil: 3 años mín.
- Conector: PH2.0-3P
- Incluye: Electrodo y cable jumper hembra
- Dimensiones: 98*23 mm
- Peso: 15 gramos

CONVERTIDOR VOLTAJE DC-DC STEP-DOWN 5A XL4005

#SKU: 000049



El convertidor de voltaje DC-DC Step-Down 5A XL4005 tiene como función entregar un voltaje de salida constante inferior al voltaje de entrada frente a variaciones del voltaje de entrada o de carga. Soporta corrientes de salida de hasta 5A, voltaje de entrada entre 5V a 32V y voltaje de salida entre 0.8V a 30V. El voltaje de salida se selecciona mediante un potenciómetro multivuelta.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Convertidor DC-DC Buck: XL4005
- Voltaje de entrada: 5.0V a 32V DC
- Voltaje de salida: 0.8V a 30V DC
- V. Salida ajustable (el voltaje de entrada debe ser por lo menos 1.5V mayor que la salida)
- Corriente de salida: 5A máx., 4.5A recomendado (usar disipador para corrientes mayores a 2.5A)
- Potencia de salida: 50W-70W
- Eficiencia de conversión: 96% máx.
- Regulación de carga: $S(I) \leq 0.8\%$
- Regulación de voltaje: $S(U) \leq 0.8\%$
- Frecuencia de Trabajo: 300KHz
- Ripple en la salida: 50mV (máx.) 20MHz bandwidth
- Protección de sobre-temperatura: SI (apaga la salida)
- Protección de corto circuito: SI (hasta 8A)
- Protección limitadora de corriente: SI
- Protección frente a inversión de polaridad: NO
- Dimensiones: 43mm*21mm*13mm



Pilot kick type 2 port solenoid valve
(general purpose valve)

ADK11/ADK12 Series

- NC (normally closed) type, NO (normally open) type
- Port size: Rc1/4 to Rc1
- Diaphragm structure

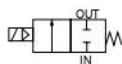


Excluding ADK12

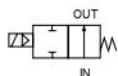


JIS symbol

- ADK11: NC (normally closed) type



- ADK12: NO (normally open) type



Common specifications

Item	Standard specifications	Optional specifications
Working fluid	Air, low vacuum (1.33×10^2 Pa (abs)), water, kerosene, oil (50 mm ² /s or less)	Hot water
Working pressure differential range MPa	0 to 1.0 (refer to max. working pressure differential in individual specifications.)	
Max. working pressure MPa	2	
Withstanding pressure (water) MPa	4	
Fluid temperature (Note 1) °C	-10 to 60	-10 to 90
Ambient temperature °C	-10 to 60	
Heat proof class	B	H
Atmosphere	Place free of corrosive gas and explosive gas	
Valve structure	Pilot kick type poppet, diaphragm structure	
Valve seat leakage (Note 2) cm ³ /min. (AIR)	1 or less (air)	
Mounting attitude	Free	
Body, sealant	Bronze, nitrile rubber	Bronze, ethylene propylene diene rubber

Note 1: No freezing

Note 2: For ADK11 (NC (normally closed) type), these values apply to pneumatic pressure 0.02 to 1.0 MPa, and for ADK12 (NO (normally open) type), these apply to pneumatic pressure 0.02 to 0.6 MPa.

When used at a pressure less than 0.02 MPa, the sealant may be unstable. Consult with CKD in this case.

Individual specifications

Item Model no.	Port size	Orifice (mm)	Min. working pressure diff. (MPa)	Max. working pressure diff. (MPa)						Rated voltage	Apparent power (VA)				Power consumption (W)		Weight (kg)		
											Holding		Starting		AC 50/60 Hz	DC			
				Air	Water	benzene	Oil (50 mm ² /s)												
NC (normally closed) type																			
ADK11-8A	Rc1/4	12	0	1	0.7	0.7	0.7	0.6	100 VAC 50/60 Hz 110 VAC 60 Hz 200 VAC 50/60 Hz 220 VAC 60 Hz 12 VDC	24	19	61	54	10/8	11 ¹ / ₂ (10.4)	0.65			
ADK11-10A	Rc3/8	12															0.6	0.6	0.5
ADK11-15A	Rc1/2	16																	
ADK11-20A	Rc3/4	23																	
ADK11-25A	Rc1	28																	
NO (normally open) type									24 VDC										
ADK12-15A	Rc1/2	16	0	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	100 VDC	30	25	180	150	13/11	14	1.0		
ADK12-20A	Rc3/4	23															1.2		
ADK12-25A	Rc1	28															1.6		

*1: The model numbers above show the basic port size (Rc). Refer to How to order for other combinations.

*2: The value in () is the power consumption for the type with DIN terminal box.

*3: The value in [] is the power consumption for the coil with diode.

*4: Refer to DC column for the maximum working pressure differential of coil with diode.

*5: Voltage fluctuation should be within $\pm 10\%$ of the rated voltage.

*6: Consider using the AB71 Series if the pressure is 0.02 MPa or less.

*7: When using with a low vacuum, vacuum the OUT port side.

PRETUL



CÓDIGO: 20069 CLAVE: REG-2P

Regadera giratoria con 3 brazos, chorro fino, Pretul

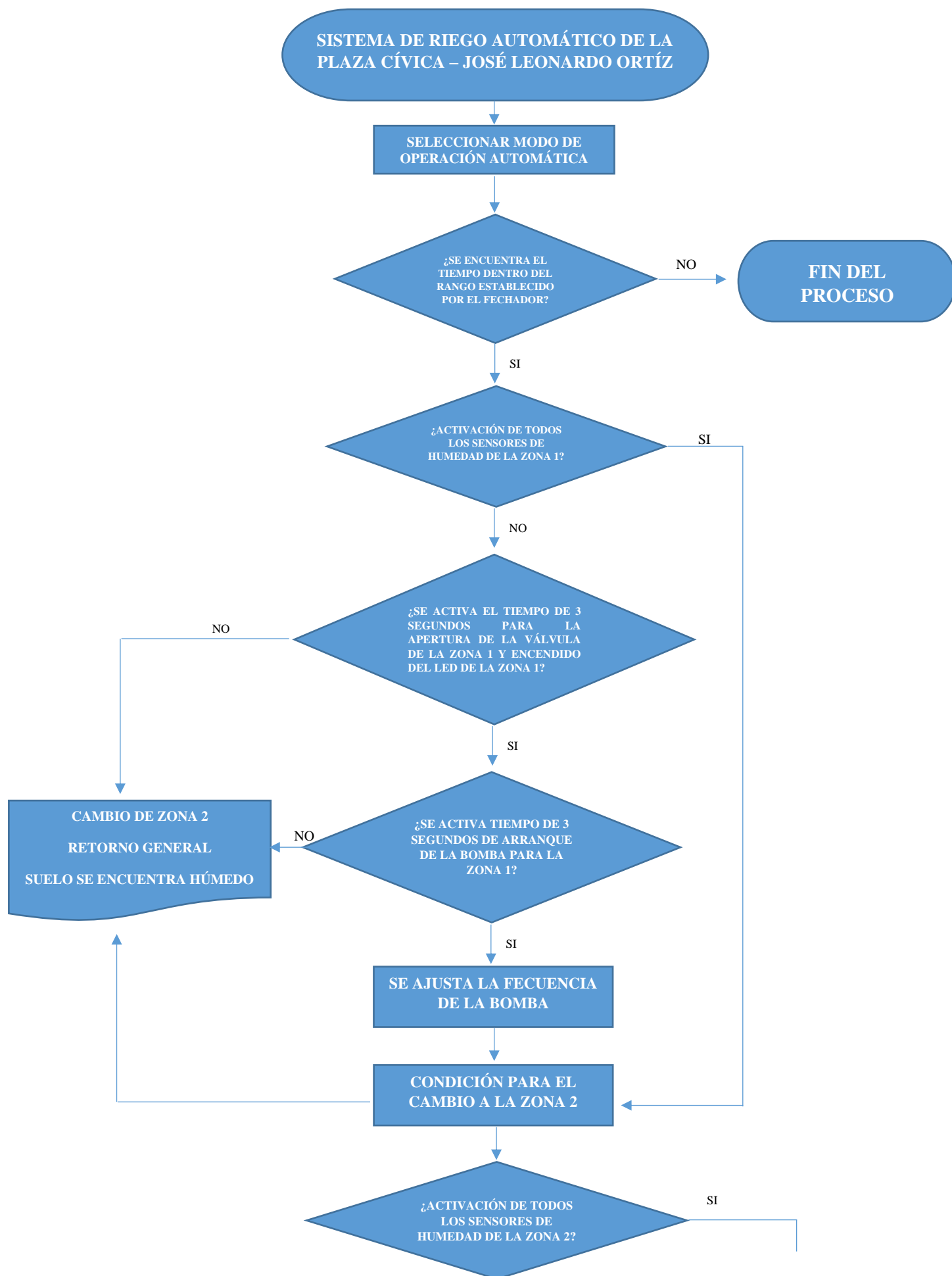
- Soporte fabricado de ABS
- Velocidad de giro regulable
- Aspersor giratorio de 3 brazos

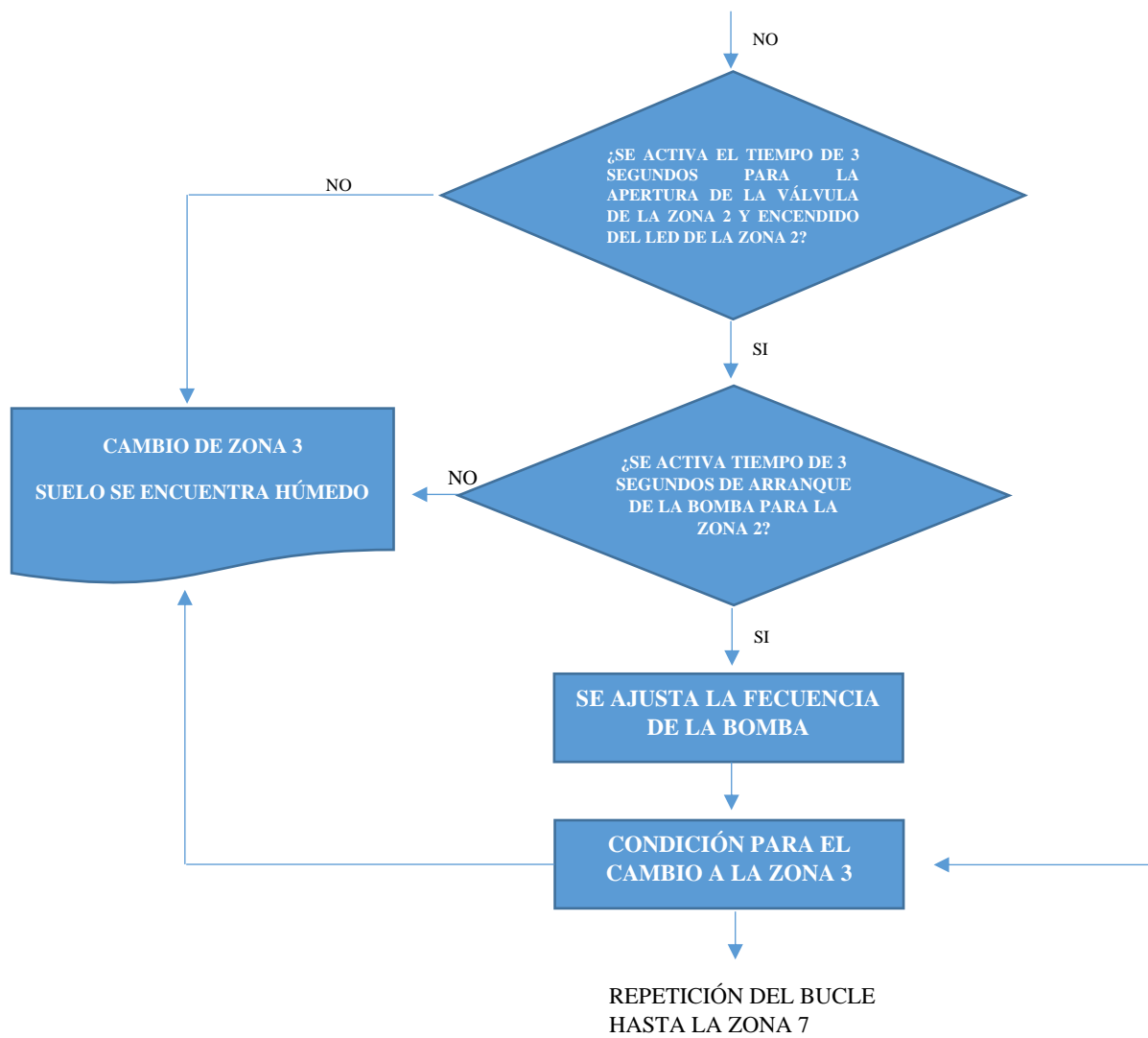


Área de riego

Especificaciones

Presión de trabajo	40 a 50 PSI
Entrada de agua	3/4"
Empaque individual	Caballote
Inner	4
Master	24







ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL N°001-2023-D/FACFyM

Siendo las 11:20 am del día 06 de enero del 2023, se reunieron vía plataforma virtual, <https://meet.google.com/vec-nbuu-bkj>, los miembros del jurado evaluador de la Tesis titulada:

"PROTOTIPO DE SISTEMA DE RIEGO AUTOMÁTICO PARA LA CONSERVACIÓN DE ÁREAS VERDES DE LA PLAZA CÍVICA J.L.O"

Designados por Resolución N° 364-2021-VIRTUAL-D/FACFyM de fecha 02 de junio de 2021, Con la finalidad de evaluar y calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformada por los siguientes docentes:

Ing. Manuel Javier Ramírez Castro	Presidente
M.Sc. Ing. Frank Richard Rodríguez Chirinos	Secretario
Dra. Ing. Lucía Isabel Chamán Cabrera	Vocal

La tesis fue asesorada por el Mtro. Ing. Carlos Leonardo Oblitas Vera, nombrado por Resolución N° 364-2021-VIRTUAL-D/FACFyM de fecha 02 de junio de 2021.

El Acto de Sustentación fue autorizado por Resolución N°1040-2022-VIRTUAL-D/FACFyM de fecha 21 de diciembre del 2022.

La Tesis fue presentada y sustentada por los Bachilleres: Leyva Carhuatanta Gean Carlo y Julca Correa Cristian Jonatan y tuvo una duración de 30 minutos.

Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el Calificativo de 16 (Dieciseis) en la escala vigesimal, mención Bueno.

Por lo que quedan aptos para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Electrónico** de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 12:15 pm se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto con la firma de los miembros del jurado.

Ing. Manuel Javier Ramírez Castro
Presidente

M.Sc. Ing. Frank Richard Rodríguez Chirinos
Secretario

Dra. Ing. Lucía Isabel Chamán Cabrera
Vocal

Mtro. Ing. Carlos Leonardo Oblitas Vera
Asesor





CONSTANCIA DE SIMILITUD Nº 10-2023- VIRTUAL-UI-FACFyM

El que suscribe, director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, hace constar:

Que, el Bachiller JULCA CORREA CRISTIAN JONATAN, de la Escuela Profesional de INGENIERÍA ELECTRÓNICA, ha cumplido con presentar la SIMILITUD DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS (TURNITIN), como requisito indispensable para la sustentación de la tesis, según detalle:

- **TÍTULO DE LA TESIS: "PROTOTIPO DE SISTEMA DE RIEGO AUTOMÁTICO PARA LA CONSERVACIÓN DE ÁREAS VERDES DE LA PLAZA CÍVICA J.L.O"**
- **ÍNDICE DE SIMILITUD: 12 %**
- **ASESOR: Mtro. Ing. Carlos Leonardo Oblitas Vera.**

Se expide la presente constancia, para la tramitación del Título Profesional, dispuesto en la Directiva para la evaluación de originalidad de los documentos académicos, de investigación formativa y para la obtención de Grados y Títulos de la UNPRG.

Lambayeque, 24 de enero de 2023

Dr. WALTER ARRIAGA
DELGADO DIRECTOR - UNIDAD
DE INVESTIGACIÓN



CONSTANCIA DE SIMILITUD Nº 09-2023- VIRTUAL-UI-FACFyM

El que suscribe, director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, hace constar:

Que, el Bachiller LEYVA CARHUATANTA GEAN CARLO, de la Escuela Profesional de INGENIERÍA ELECTRÓNICA, ha cumplido con presentar la SIMILITUD DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS (TURNITIN), como requisito indispensable para la sustentación de la tesis, según detalle:

- **TÍTULO DE LA TESIS: "PROTOTIPO DE SISTEMA DE RIEGO AUTOMÁTICO PARA LA CONSERVACIÓN DE ÁREAS VERDES DE LA PLAZA CÍVICA J.L.O"**
- **ÍNDICE DE SIMILITUD: 12 %**
- **ASESOR: Mtro. Ing. Carlos Leonardo Oblitas Vera.**

Se expide la presente constancia, para la tramitación del Título Profesional, dispuesto en la Directiva para la evaluación de originalidad de los documentos académicos, de investigación formativa y para la obtención de Grados y Títulos de la UNPRG.

Lambayeque, 24 de enero de 2023

Dr. WALTER ARRIAGA
DELGADO DIRECTOR - UNIDAD
DE INVESTIGACIÓN

PROTOTIPO DE SISTEMA DE RIEGO AUTOMATICO PARA LA CONSERVACION DE AREAS VERDES DE LA PLAZA CIVICA - JLO

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%	12%	2%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	doku.pub Fuente de Internet	1%
4	www.iagua.es Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	1%
7	qdoc.tips Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1%



Mtro. Ing. Carlos Leonardo Oblitas Vera
DNI 03701836

9	Submitted to Universidad de Santiago de Chile Trabajo del estudiante	<1 %
10	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	<1 %
11	repositorio.unicordoba.edu.co Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
13	repositorio.unesum.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
17	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
18	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %



Mtro. Ing. Carlos Leonardo Oblitas Vera
DNI 03701836

20	1library.co Fuente de Internet	<1 %
21	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
22	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
23	elperuano.pe Fuente de Internet	<1 %
24	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
25	www.smu.edu Fuente de Internet	<1 %
26	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.umb.edu.pe:8080 Fuente de Internet	<1 %
28	Kenichi Morita. "Theory of Reversible Computing", Springer Science and Business Media LLC, 2017 Publicación	<1 %
29	dspace.utb.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
30	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %



Mtro. Ing. Carlos Leonardo Oblitas Vera
DNI 03701836

31	Anabel Altamirano-Aguilar, José Benigno Valdez-Torres, Cuitláhuac Valdez-Lafarga, Jorge Inés León-Balderrama et al. "Evaluación del desempeño de distritos de riego en México mediante análisis de eficiencia técnica", Tecnología y ciencias del agua, 2019 Publicación	<1 %
32	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
33	biblioteca.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
34	noesis.uis.edu.co Fuente de Internet	<1 %
35	www.congreso.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
36	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
37	sinia.minam.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
38	Zhen-Yu Zhao, Xiao-Jing Zhao, Jian Zuo, George Zillante. "Corporate social responsibility for construction contractors: a China study", Journal of Engineering, Design and Technology, 2016 Publicación	<1 %



Mtro. Ing. Carlos Leonardo Oblitas Vera
DNI 03701836

39	cia.uagraria.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
40	opreco.com.br Fuente de Internet	<1 %
41	ri.uaemex.mx Fuente de Internet	<1 %
42	spanish.alibaba.com Fuente de Internet	<1 %
43	www.arquitectura-tecnica.com Fuente de Internet	<1 %
44	www.sta-iv.com Fuente de Internet	<1 %
45	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
46	dspace.nwu.ac.za Fuente de Internet	<1 %
47	institucioneducativacallejoneleproble.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
48	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
49	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
50	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %



Mtro. Ing. Carlos Leonardo Oblitas Vera
DNI 03701836

51	www.sumidelec.com Fuente de Internet	<1 %
52	creativecommons.org Fuente de Internet	<1 %
53	dspace.istvidanueva.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
54	larepublica.pe Fuente de Internet	<1 %
55	moam.info Fuente de Internet	<1 %
56	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
57	repositorio.usm.cl Fuente de Internet	<1 %
58	www.laindustriadechiclayo.pe Fuente de Internet	<1 %
59	www.zav.es Fuente de Internet	<1 %



Mtro. Ing. Carlos Leonardo Oblitas Vera
DNI 03701836



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Cristian Jonatan Julca Correa / Gean Carlo Leyva Carhuatanta
Título del ejercicio:	PROTOTIPO DE SISTEMA DE RIEGO AUTOMATICO PARA LA C...
Título de la entrega:	PROTOTIPO DE SISTEMA DE RIEGO AUTOMATICO PARA LA C...
Nombre del archivo:	LA_CONSERVACION_DE_AREAS_VERDES_DE_LA_PLAZA_CMICA...
Tamaño del archivo:	22.53M
Total páginas:	112
Total de palabras:	15,149
Total de caracteres:	79,449
Fecha de entrega:	20-dic.-2022 06:52p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre...	1985253641



Derechos de autor 2022 Turnitin. Todos los derechos reservados.

Mtro. Ing. Carlos Leonardo Oblitas Vera
DNI 03701836

CONSTANCIA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS

(Aprobado con Res N° 095-2020-D)

Yo, Carlos Leonardo Oblitas Vera, Asesor de tesis de: Bach. Leyva Carhuatanta Gean Carlo y Bach. Julca Correa Cristian Jonatan, Titulada: **PROTOTIPO DE SISTEMA DE RIEGO AUTOMÁTICO PARA LA CONSERVACIÓN DE ÁREAS VERDES DE LA PLAZA CÍVICA J.L.O**, luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de 12% verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito analizo dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender de la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Lambayeque, 20 de diciembre de 2022.



Mtro. Ing. Carlos Leonardo Oblitas Vera
DNI 03701836