



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA DE RIEGO PARA EL CENTRO  
EXPERIMENTAL Y DE PRODUCCIÓN SALACHE DE LA UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DE COTOPAXI”**

**Autores:**

Guanoluisa Tarco Jessica Yadira

Toctaguano Montaguano Limber Israel

**Tutor:**

Ing. Ms.C. Luigi Orlando Freire Martínez

Latacunga - Ecuador

2017



## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de tribunal de lectores, aprueban el presente informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.; por cuanto, los postulantes: Jessica Yadira Guanoluisa Tarco y Limber Israel Toctaguano Montaguano, con el título del proyecto de investigación: **“AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA DE RIEGO PARA EL CENTRO EXPERIMENTAL Y DE PRODUCCIÓN SALACHE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”**. Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al acto de sustentación del proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes según la normativa institucional.

Latacunga, julio del 2017

Para constancia firman:

.....  
**Lector 1 (Presidente)**

**Nombre:** Ing. PhD. Héctor Laurencio

**CC:** 1712813

.....  
**Lector 2**

**Nombre:** Ing. Mg. Mauro Albarracín

**CC:** 0503113730

.....  
**Lector 3**

**Nombre:** Ing. PhD. Enrique Torres

**CC:** 1757121940




## AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el tema: **“AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA DE RIEGO PARA EL CENTRO EXPERIMENTAL Y DE PRODUCCIÓN SALACHE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”**, de JESSICA YADIRA GUANOLUISA TARCO y LIMBER ISRAEL TOCTAGUANO MONTAGUANO, estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, julio del 2017

El director.

  
.....  
Ing. Ms.C. Luigi Orlando Freire Martínez.  
C.C. 050252958-9



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, JESSICA YADIRA GUANOLUISA TARCO y LIMBER ISRAEL TOCTAGUANO MONTAGUANO, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA DE RIEGO PARA EL CENTRO EXPERIMENTAL Y DE PRODUCCIÓN SALACHE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”**, siendo el Ing. Ms.C. Luigi Orlando Freire Martínez, director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Jessica Yadira Guanoluisa Tarco  
C.I. 0504153925

Limber Israel Toctaguano Montaguano  
C.I. 0503996589



Ingeniería  
Electromecánica

## AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

Yo, **WILFRIDO SALOMÓN ROMÁN CAÑIZARES** con C.I. 050103197-5, en calidad de administrador del Centro Experimental y de Producción Salache (CEYPSA) de la Facultad de CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES-UTC emito la aprobación de la implementación del **“AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA DE RIEGO PARA EL CENTRO EXPERIMENTAL Y DE PRODUCCIÓN SALACHE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”** a cargo de los postulantes **JESSICA YADIRA GUANOLUISA TARCO** y **LIMBER ISRAEL TOCTAGUANO MONTAGUANO**, con cédula de ciudadanía No **050415392-5** y **050399658-9** respectivamente, estudiantes de la Carrera de **INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**, quienes han desarrollado la instalación de equipos en el sistema de riego existente, tomando en consideración de los requerimientos de la universidad y del tutor a cargo del proyecto de investigación.

Doy fe del presente para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, julio del 2017

**ING. WILFRIDO SALOMÓN ROMÁN CAÑIZARES**

**C.I. 050103197-5**

**ADMINISTRADOR DEL CENTRO EXPERIMENTAL Y DE PRODUCCIÓN-SALACHE**

**JESSICA YADIRA GUANOLUISA TARCO**

**C.I. 0504153925**

**LIMBER ISRAEL TOCTAGUANO MONTAGUANO**

## **AGRADECIMIENTO**

Un sincero agradecimiento a Dios quien ha sido la fortaleza que me ha mantenido con salud y sabiduría para conseguir este logro, a mis padres por su apoyo incondicional, de igual manera a mi querida universidad quien desde el primer momento me abrió sus puertas para prepararme, a mis profesores quienes fueron parte de mi formación profesional, al Ing. Edwin Moreano que gracias a sus consejos y ayuda pudimos culminar este proyecto de investigación y de manera especial a mis amigos que estuvieron apoyándome en los buenos y malos momentos.

Jessica.

## **DEDICATORIA**

A mis padres Raúl y Olga quienes me han acompañado durante este largo proceso, han sabido sacarme adelante ante cualquier dificultad y me han brindándome sus palabras de aliento en todo momento, a mis hermanas Katty y Brigith que de un modo u otro estuvieron apoyándome para no decaer, a mi querida abuelita Hortensia quien ha sabido alegrarme con su presencia y regalarme sus sabios consejos y de manera especial a mi novio Mauricio quien con su amor y compañía ha sido mi apoyo incondicional.

Jessica.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme sus puertas y haberme acogido, de manera especial a todos mis docentes de la carrera de Electromecánica que gracias a su disposición me enseñaron a valorar los estudios y formarme como profesional.

A todos mis familiares por su apoyo moral e incondicional, quienes con voluntad fueron el motor fundamental para el desarrollo del presente proyecto de titulación, siempre han estado junto a mí, con mi esfuerzo ahora puedo ser un profesional y seré un gran orgullo para ellos y para todos los que confiaron en mí.

A todos mis compañeros y amigos, quienes supieron estar en los momentos malos y buenos ayudándome y apoyándome para poder alcanzar esta meta deseada.

Limber.

## **DEDICATORIA**

Este proyecto de titulación se la dedico a mi madre Piedad por su apoyo incondicional, quien me ayudó a salir adelante de los momentos más difíciles, por su sacrificio y esfuerzo, quien busco modos posibles para brindarme los recursos necesarios para estudiar y formarme como profesional. Me ha dado todo lo que soy como persona, por eso viviré eternamente agradecido con ella.

A mi hijo Matías lo más hermoso de mi vida, quien ha sido mi fuente de motivación y me impulsó a luchar y esforzarme día a día por conseguir esta meta trazada y ser su motivo de orgullo e inspiración.

A mi hermano Sebas quien me acompañado toda una vida en los momentos buenos y malos, por estar siempre a mi lado apoyándome, de igual manera a mi sobrino quien llevo a darnos los mejores momentos de felicidad en nuestras vidas.

Limber.



## ÍNDICE

1.	INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2.	JUSTIFICACIÓN .....	2
3.	BENEFICIARIOS .....	3
4.	EL PROBLEMA .....	3
5.	OBJETIVOS .....	4
	General.....	4
	Específicos .....	4
6.	ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	4
7.	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
	El riego en la agricultura.....	7
	Riego por gravedad .....	7
	Riego por aspersión.....	7
	Ventajas:.....	9
	Desventajas: .....	9
	Parámetros de diseño para un sistema tecnificado de riego por aspersión .....	10
	Aspersores en el riego .....	10
	Aspersores de impacto .....	10
	Distribución del agua sobre el suelo .....	11
	Área de solape .....	11
	Tuberías para riego.....	11
	Tuberías PVC .....	12
	Diseño hidráulico .....	12
	Caudal del sistema.....	13
	Presión de agua.....	13

Volumen de agua.....	13
Déficit permitido en el manejo del riego (DPM) .....	14
Automatización de procesos .....	14
Sistemas de riego automatizados.....	15
Sistema de control a lazo abierto.....	16
Componentes de un sistema de riego.....	16
Reservorios de agua de riego .....	16
Componentes de riego automáticos.....	16
Actuadores como dispositivos de control.....	17
Actuadores para uso en sistemas de riego .....	17
Electroválvula de control .....	17
Bomba de uso agrícola .....	18
Tipos de bombas.....	18
Modelación de distribución de agua y software de análisis.....	18
WaterCad software de modelación .....	19
Sistema de comunicación de elementos.....	19
Comunicación por cable.....	19
Comunicación inalámbrica.....	20
Comunicación mixta .....	20
Automatización del sistema de riego .....	21
Controlador programable Logo .....	21
Controlador lógico programable (PLC) .....	21
Programas de aplicación y del sistema.....	22
Tipos de lenguajes de programación de PLC´s.....	22
Conductores eléctricos para cableado .....	24
Conductores alambres .....	24
Conductores cables.....	24

Tuberías de polietileno para uso eléctrico .....	25
8.    HIPÓTESIS .....	25
9.    METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	26
Metodología de la investigación .....	26
Investigación de campo .....	26
Método científico .....	27
Método lógico deductivo .....	28
Método de la modelación y simulación .....	29
WaterCad.....	29
Cálculo de las pérdidas en la readecuación .....	30
Selección de la bomba .....	32
Alimentación de la bomba.....	33
Selección de una electroválvula.....	34
Selección del conductor y caída de voltaje para las electroválvulas .....	34
Selección de conducto de cableado .....	35
Aspectos para seleccionar el PLC.....	35
10.   ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	36
Recolección de datos a partir del sistema de riego instalado.....	36
Determinación de valores de caudal y presión del sistema hidráulico .....	38
Modelación del sistema de riego en WaterCad .....	39
Readecuación del sistema de riego .....	41
Selección de la bomba .....	42
Elementos del sistema de bombeo .....	44
Selección de las electroválvulas.....	45
Selección de conductores y cálculo de caída de tensión.....	46
Selección del ducto para el cableado eléctrico .....	47
Selección de PLC.....	47

Selección del HMI .....	49
Selección de radios y antenas .....	50
11. IMPACTOS .....	51
Impacto Ambiental .....	51
Impacto Social .....	51
12. PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTAR LA PROPUESTA DEL PROYECTO .....	51
Cálculo del TIR y VAN .....	57
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	58
CONCLUSIONES .....	58
RECOMENDACIONES .....	59
14. BIBLIOGRAFÍA .....	60
15. ANEXOS .....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de objetivos y desarrollo de actividades.....	5
Tabla 2. Frecuencias de riego del CEYPSA.....	7
Tabla 3. Capacidad del diseño del sistema.....	14
Tabla 4. Desarrollo de la investigación de campo.....	27
Tabla 5. Método lógico deductivo.....	28
Tabla 6. Pérdidas de carga en base a la tubería.....	30
Tabla 7. Tuberías de uso agrícola.....	32
Tabla 9. Características Técnicas de la bomba.....	33
Tabla 8. Parámetros a tomar en cuenta para seleccionar una electroválvula.....	34
Tabla 10. Sistema de riego instalado.....	37
Tabla 11. Caudales Aspensor Senninger.....	38
Tabla 12. Caudal distribuido en la parcela 1.....	38
Tabla 13. Valores de presión y caudal - Metodología Experimental.....	39
Tabla 14. Dimensiones de la bomba.....	44
Tabla 15. Parámetros de la electroválvula seleccionada.....	45
Tabla 16. Cálculo de caída de tensión para la conexión de las electroválvulas.....	47
Tabla 17. Descripción de los sistemas instalados.....	52
Tabla 18. Costo del sistema hidráulico.....	52
Tabla 19. Costo del sistema de control y automatización.....	52
Tabla 20. Costo del sistema de bombeo.....	53
Tabla 21. Costo del sistema de comunicación.....	53
Tabla 22. Costo de mano de obra.....	54
Tabla 23. Costo de transporte.....	54
Tabla 24. Costo total directo.....	54
Tabla 25. Costo de materiales indirectos.....	55
Tabla 26. Costo de ingeniería.....	55
Tabla 27. Costo de materiales de oficina.....	56
Tabla 28. Costo total indirecto.....	56
Tabla 29. Costo total del sistema.....	56
Tabla 30. Cálculo del VAN.....	57
Tabla 31. Cálculo del TIR.....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de riego con aspersores.....	8
Figura 2. Zona de solape en base al aspersor Senninger 3023-2.....	11
Figura 3. Efectos de la presión del agua en el aspersor.....	13
Figura 4. Sistema de Riego-Lazo abierto .....	15
Figura 5. Reservorios de concreto .....	16
Figura 6. Circuito de lógica relé y diagrama Ladder.....	22
Figura 7. Representación Boleana .....	23
Figura 8. Grafcet gráfico y Grafcet lista de instrucciones.....	23
Figura 9. Componentes de un conductor eléctrico .....	24
Figura 10. Manguera negra para uso eléctrico .....	25
Figura 11. Aspersor Senninger .....	31
Figura 12. Tuberías PVC TIGRE .....	32
Figura 13. Diagrama funcional de una bomba .....	33
Figura 14. Readecuación de tubería .....	41
Figura 15. Curva característica de la bomba a partir de la simulación.....	43
Figura 16. Curva característica de la salida de un aspersor.....	44
Figura 17. Electroválvulas instaladas .....	46
Figura 18. TSWIN software para programación PLC.....	48
Figura 19. Sistema de control de las electroválvulas y la bomba.....	48
Figura 20. GTWIN software de programación HMI.....	49
Figura 21. Pantalla HMI instalada.....	50
Figura 22. Antena de alta ganancia .....	50

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

**TITULO:** “AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA DE RIEGO PARA EL CENTRO EXPERIMENTAL Y DE PRODUCCIÓN SALACHE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

**Autores:**

Guanoluisa Tarco Jessica Yadira

Toctaguano Montaguano Limber Israel

### RESUMEN

La carrera de Ingeniería Electromecánica en conjunto con la Facultad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN), promueven proyectos a fin de mejorar el desarrollo de la Universidad Técnica de Cotopaxi, el Centro Experimental y de Producción Salache (CEYPSA) posee 7 hectáreas para la producción de cultivo, de las cuales 4ha divididas en 5 parcelas tienen un sistema de riego distribuido por un tanque de reserva de 1 000 m<sup>3</sup> ubicado en la zona más alta del lugar; una de las actividades que desarrollan es la crianza de animales, con el cultivo de Alfalfa el cual sirve exclusivamente para su alimentación; el agua como recurso es mínimamente aprovechado para el riego de las 5 parcelas; y al no contar con un sistema de riego automático no se tiene el control adecuado del proceso. La parcela uno, la cual al estar adjunta al tanque de reserva y con un desnivel mínimo en comparación a las 4 restantes no tiene un riego propicio por gravedad produciendo niveles muy bajos de presión y caudal en los aspersores. A través de la investigación de campo y el método de modelación y simulación surgen alternativas de solución al problema y se implementa dispositivos de control y comunicación inalámbrica seleccionados a partir de los requerimientos del sistema. Para el riego de las 5 parcelas se determina un caudal total de 0,0308 m<sup>3</sup>/s a una presión de 206,843 kPa requerido para un adecuado funcionamiento con el módulo de control que consta de un PLC, radios de comunicación, antenas y una pantalla monocromática (HMI) la que permite introducir los tiempos para el riego de las 5 parcelas acorde a la necesidad de agua y condiciones climáticas, de tal manera que se aporta directamente al aprovechamiento del agua de riego, la producción de la alfalfa y por lo tanto la alimentación del ganado.

**Palabras clave:** Automatización, sistema de riego, presión, caudal.

# **COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY**

## **FACULTY OF ENGINEERING SCIENCES AND APPLIED**

**THEME:** “AUTOMATION OF THE SYSTEM OF IRRIGATION WATER FOR THE EXPERIMENTAL AND PRODUCTION SALACHE CENTER OF THE COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY”

**Authors:**

Guanoluisa Tarco Jessica Yadira

Toctaguano Montaguano Limber Israel

### **ABSTRAC**

Electromechanical Engineering career in cooperation with Agricultural Sciences and Natural Resources Faculty (CAREN), promote projects to improve the development of the Technical University of Cotopaxi, Experimental and Production Salache Center has 7 hectares for the production of cultivation, of which 4 hectares divided into 5 plots has an irrigation system distributed by a reserve tank of 1000 m<sup>3</sup> located in the area the highest of the place; one of the activities that develop is the raising of animals, with the cultivation of alfalfa which serves exclusively for their food; the water as a resource is minimally used for irrigation of the 5 plots; and don't have an automatic irrigation system that is why doesn't have the proper control of the process. The plot one which is to near the reserve tank and with a minimum slope compared to the remaining 4 doesn't have a favorable irrigation by gravity producing very low levels of pressure and flow in the sprinklers. Through field research and modeling and simulation method arise alternatives to solution the problem and is implemented control devices and wireless communication selected from the requirements system. For the irrigation of 5 plots is determined a total flow rate of 0.0308 m<sup>3</sup>/s at a pressure of 206.843 kPa required for a proper functioning with the control module that consists of a PLC, radios, antennas and a monochromatic screen (HMI) which allows to establish the times for the irrigation of 5 plots according to the need of water and weather conditions, in such a way that it contributes directly to the development of irrigation water, the production of alfalfa and therefore the feeding of livestock.

**Keywords:** Automation, irrigation system, pressure, flow.





Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

## CENTRO DE IDIOMAS

### *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **GUANOLUISA TARCO JESSICA YADIRA** y **TOCTAGUANO MONTAGUANO LIMBER ISRAEL**, cuyo título versa “**AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA DE RIEGO PARA EL CENTRO EXPERIMENTAL Y DE PRODUCCIÓN SALACHE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**”, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, agosto del 2017

Atentamente,

  
Lic. Marcia Chiluisa Chiluisa  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
C.C. 0502214307



## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

**Título:**

“Automatización del sistema de agua de riego para el Centro Experimental y de Producción Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi”

**Fecha de inicio:**

Abril 2017

**Fecha de finalización:**

Julio 2017

**Lugar de ejecución:**

Zona 3, provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, parroquia Eloy Alfaro, barrio Salache Bajo, calle S/N.

**Facultad que auspicia:**

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

**Carrera que auspicia:**

Carrera de Ingeniería Electromecánica

**Proyecto de investigación vinculado:**

“Reestructuración y mejoramiento del Sistema lechero, bodega de herramientas y taller de maquinaria Agrícola del CEYPSA”

**Equipo de Trabajo:**

Ms.C. Luigi Orlando Freire Martínez

**Coordinador del Proyecto:** Limber Israel Toctaguano Montaguano

**Estudiantes:** Limber Israel Toctaguano Montaguano, Jessica Yadira Guanoluisa Tarco.

**Área de Conocimiento:**

**Campo Amplio:** 07 Ingeniería, industria y construcción.

**Campo Específico:** 071 Ingeniería y profesiones a fines.

**Campo Detallado:**

071 Ingeniería y procesos químicos.

0713 Electricidad y energía.

0714 Electrónica y automatización (UNESCO, 2013)

**Línea de investigación:**

Procesos industriales

**Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Automatización, control y protecciones de sistemas electromecánicos.

**2. JUSTIFICACIÓN**

Vivimos en un mundo globalizado, en constante desarrollo y evolución, y en donde la tecnología no es ajena a este fenómeno, por el contrario está a la vanguardia en innovación, los retos que se nos presentan es buscar estrategias que nos permitan articular la tecnología con los diferentes campos de acción. El desarrollo tecnológico ha permitido que los procesos industriales eleven la rentabilidad y producción, siendo esto fundamental en el sistema de riego ya que trata del manejo de un recurso importante y muy necesario para el desarrollo.

Los sistemas de riego modernos con la industrialización, emplean sistemas de bombeo con propulsión eléctrica para extraer agua de los ríos, canales y almacenarla en tanques de reserva para utilizarla en el riego por gravedad. Con la finalidad de obtener una mayor eficiencia en la distribución del agua en el riego, se emplean el uso de sistemas inteligentes que permiten aportar a los cultivos las cantidades de agua necesarias. Aunque al emplear estas técnicas relativamente nuevas, requieren una inversión inicial más grande y un manejo más intensivo que los métodos tradicionales (IDIS, 2014).

Es así de donde nace la necesidad de realizar este proyecto que radica en solventar el problema que posee el sistema de riego del Centro Experimental Salache, como es la deficiente distribución de agua en las 5 parcelas, pretendiendo aportar al uso eficiente del agua, mediante la automatización del sistema.

Para lograr este fin se tiene a disposición diferentes medios como son: los dispositivos electromecánicos necesarios para el diseño e implementación, recursos bibliográficos,

económicos y como estudiantes electromecánicos conocimientos fundamentales para su análisis e instalación.

Con la automatización se pretende optimizar todos los procesos manuales que permitirán minimizar el nivel de desperdicio del agua, aperturas y cierres bruscos del sistema y una inadecuada distribución para un riego adecuado en las parcelas. Se contempla y se determina el tiempo necesario para la activación, para que el riego se realice sólo cuando sea requerido. Se incluye también un sistema HMI de interacción con el operador que le permite regular la apertura o el cierre de las electroválvulas controlando el flujo de agua.

### **3. BENEFICIARIOS**

La implementación de este proyecto abarca múltiples beneficiarios entre ellos tenemos:

**Directos.-** 7 Personas a cargo del manejo y mantenimiento del sistema de riego del lugar.

**Indirectos.-** El Centro Experimental y de Producción Salache, debido a la automatización del actual sistema de riego remoto.

### **4. EL PROBLEMA**

La Universidad Técnica de Cotopaxi dentro de sus áreas de desarrollo, se encuentra “El Centro Experimental y de Producción Salache”. El mismo que está ubicado en el sector de Salache al Sur de la ciudad de Latacunga, siendo una extensión grande de terreno que abarca alrededor de 7 hectáreas para desarrollo de cultivo y la crianza de animales.

La hacienda se abastece de 5 parcelas de siembra de alfalfa y como complemento diversos árboles que son el combinado de la producción. Para poder tener un crecimiento eficaz de la planta, se realiza el riego mediante un sistema manual que consta de un tanque de reserva, conductos que reparten el agua por toda la extensión, válvulas manuales y aspersores distribuidos a 20 metros de forma horizontal y 10 metros de forma vertical (Román, 2016).

El sistema de riego manual que manejan en la hacienda es inapropiado, ya que el reservorio de agua está a unos 500 metros de las oficinas del operador, dificultando así el control adecuado del tiempo de riego y la cantidad de agua necesaria en cada parcela, además la baja presión existente en la parcela uno no permite el accionamiento de los aspersores, por lo antes mencionado se ha visto la necesidad de implementar un sistema de bombeo en la parcela uno

y automatizar en conjunto el riego mediante la implementación de válvulas controladas eléctricamente, un PLC y una interface que me permita interactuar con el operador y el sistema en sí.

¿De qué manera la inexistencia de un control de la distribución del agua de riego afecta en la eficiencia del uso del agua del Centro Experimental y de Producción Salache?

## **5. OBJETIVOS**

Para llevar a cabo este proyecto se dio cumplimiento a cada uno de los objetivos, con el fin de dar un orden a los mismos que tenemos a continuación:

### **General**

- Automatizar el sistema de riego mediante la implementación de dispositivos de control para incrementar la eficiencia en el uso del agua.

### **Específicos**

- Identificar la presión y el caudal adecuados para el riego por aspersión de las parcelas involucradas.
- Identificar la parcela que no cuenta con un riego adecuado para compensación con un sistema de bombeo.
- Sectorizar las parcelas para el riego instalando dispositivos de control.
- Analizar los impactos de la implementación de sistema de riego automatizado.

## **6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS**

En el presente proyecto se desarrolló el estudio necesario para la adecuada implementación del sistema de control, en la que se toma como factores de medición los siguientes aspectos: la presión y caudal, que se analizó en cada una de las salidas de los conductos y aspersores distribuidos.

Este proyecto se ejecutó en el Centro Experimental y de Producción Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Los recursos necesarios a invertir en el desarrollo del proyecto son por parte de los auspiciantes del mismo.

**Tabla 1.** Descripción de objetivos y desarrollo de actividades.

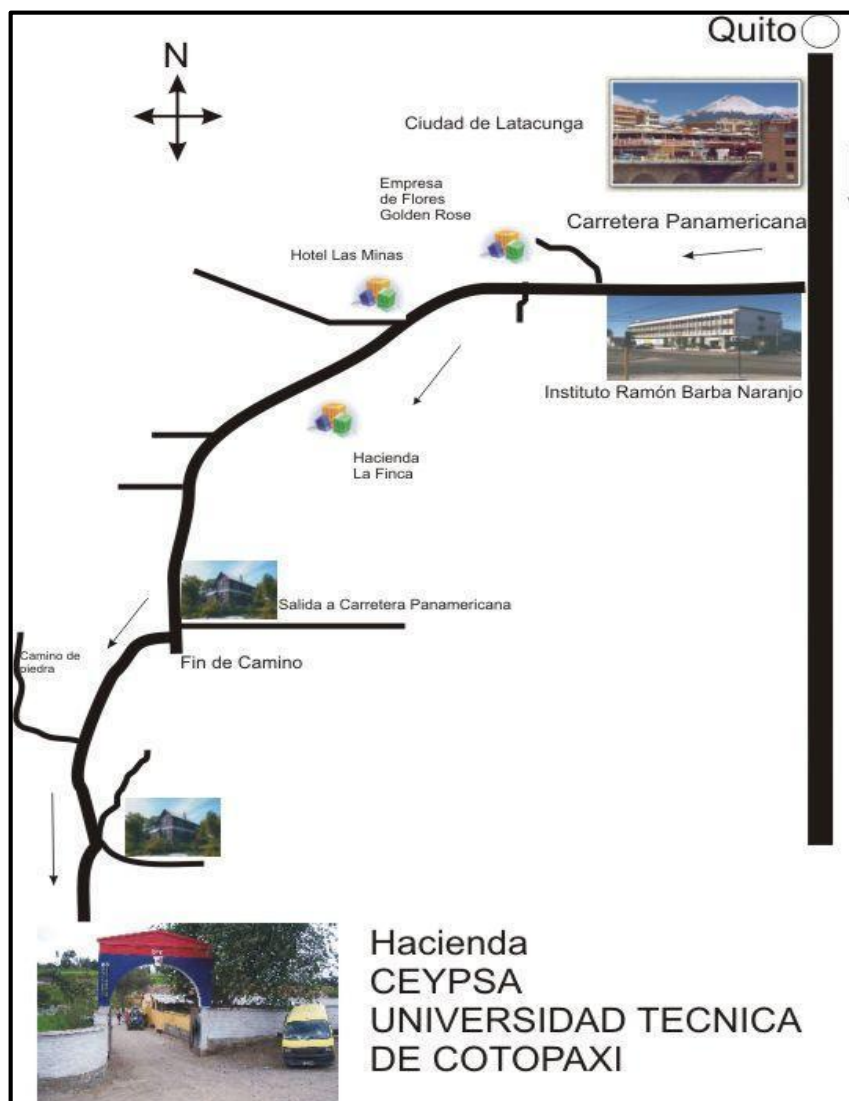
<b>Objetivos</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Metodología</b>
Identificar la presión y el caudal adecuados para el riego por aspersión de las parcelas involucradas.	Tomar datos de presión y caudal necesarios para la distribución de agua en cada parcela.	Valores de presión y cantidad de agua, cálculo y simulación en un software libre.	Mediante la modelación e investigación de campo.
Identificar la parcela que no cuenta con un riego adecuado para compensación con un sistema de bombeo.	Determinar la presión y caudal para el sistema de bombeo, realizar las readecuaciones en la parcela involucrada e instalar la bomba.	Mejoramiento y readecuación en el funcionamiento del riego en la parcela 1, con presión y caudal suficiente para accionar los aspersores.	Mediante la investigación de campo, método científico.
Sectorizar las parcelas para el riego instalando dispositivos de control.	Selección de electroválvulas, PLC, actuadores, bomba, sistema de comunicación inalámbrica y establecer el HMI con la interacción de todos los dispositivos inmersos.	Funcionamiento e interacción de cada elemento que compone la automatización y comunicación inalámbrica.	Mediante la investigación de campo, método lógico deductivo.
Analizar los impactos de la implementación de sistema de riego automatizado.	Determinar el costo total de la inversión mediante volares estimados de producción, establecer tiempos de riego y comparar con el sistema anterior.	Rentabilidad y la confiabilidad del proyecto.	Mediante la investigación de campo y medición.

## 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

La Universidad Técnica de Cotopaxi dentro de sus áreas de desarrollo académico cuenta con el Centro Experimental Salache ubicado en el sector sur de la ciudad de Latacunga, barrio Salache Alto, el mismo que posee diversos campos de aprovechamiento del medio ambiente como lo son: la crianza de diversos animales y la producción de diferentes plantas y entre ellas la alfalfa considerada como alimento principal para los animales.

El centro dispone de 7 hectáreas con vocación para agricultura y ganadería, de las cuales alrededor de 4 ha se abastecen del agua de riego que se distribuye por etapas a través de tuberías y aspersores ya instalados los cuales se alimentan de un reservorio ubicado en la cota más alta, de tal forma que permite almacenar y distribuir por gravedad el agua.

**Figura 1.** Micro localización del Centro Experimental y de Producción Salache



**Fuente:** (UTC – Administración del CEYPSA, 2015)

El riego se aplica a intervalos de 20 metros de forma horizontal y a 10 metros de manera vertical, en las dosis necesarias para alcanzar la extensión del campo, existiendo un cierto período de tiempo en el que el terreno está saturado en las zonas que la caída por gravedad es elevada y por lo tanto se debe dejar transcurrir un gran intervalo entre dos riegos continuos para que no se produzca la asfixia de las raíces.

Durante los primeros meses de crecimiento de la planta se requiere de agua suficiente, pero con el control adecuado del tiempo que debe regarse la planta diariamente.

**Tabla 2.** Frecuencias de riego del CEYPSA

<b>Tipo de suelo</b>	<b>Frecuencia de riego</b>	<b>Lamina de riego</b>
Franco arenoso	Cada 4 días en los meses de sequía	15 mm
	Cada 8 días en los meses de invierno	15 mm

Fuente: (UTC – Administración del CEYPSA, 2015)

### **El riego en la agricultura**

El riego es un método que consiste en aportar agua de manera artificial a un terreno, con el fin de que este aporte al crecimiento de las plantas ayudando de esta forma al desarrollo de la agricultura. El método de riego más común practicado en todo el mundo es sin duda, el riego por gravedad, que abarca más del 95 % de la irrigación mundial (Baños, 2014).

#### **Riego por gravedad**

Se distribuye el agua por el terreno gracias a su propio peso, es decir, circula por los conductos a favor de pendiente. Es el más utilizado dentro de lo que son sistemas de riego.

Aunque es un sistema aparentemente sencillo es necesario tener en cuenta algunos aspectos como la permeabilidad del suelo, la evaporación y la velocidad de circulación del agua. Este sistema es muy ventajoso debido al aprovechamiento de un fenómeno natural como la gravedad que, combinando con elementos tecnológicos se puede aprovechar de cierto modo que se obtiene un crecimiento de la eficiencia (Repsol, 2011).

#### **Riego por aspersión**

Aunque estemos acostumbrados a verlo, porque es muy común encontrarlo en el entorno urbano, no es el que utiliza más agua. En este caso es conducida a presión hasta llegar a los

aspersores, que producen gotas, de manera similar a cómo la haría la lluvia, mojando el terreno.

Se utiliza sobre todo en terrenos ondulados o irregulares donde germinan semillas que necesitan poca agua de forma puntual.

Este tipo de riego se consigue gracias a la presión que tiene el agua dentro del sistema de división de tuberías y la misma es expulsada hacia el exterior por la boquilla del aspersor.

La presión requerida suele obtenerse a partir de las bombas hidráulicas ubicadas en la parte donde se aspira el agua ya sea este un canal, un pozo o tanque; el sistema también puede funcionar sin el uso de bombas si la fuente de donde proviene el agua se encuentra en una posición mucho más elevada al terreno que se pretende regar.

El agua recorre todo el sistema de tuberías, hasta llegar al emisor y ser expulsada hacia la atmosfera. En todo el tramo de tubería, la corriente de agua disminuye por lo que se pierde el control de la misma haciendo que la presión disminuya y no sea la necesaria para el funcionamiento de los aspersores (Repsol, 2011).

Las ventajas del riego por aspersión se derivan fundamentalmente de dos aspectos fundamentales según Ramos y Báez (2013):

- El control del riego sólo, el cual está limitado por las condiciones atmosféricas (pérdidas por evaporación o arrastre y efecto del viento sobre la uniformidad del reparto).
- La uniformidad de aplicación, la cual es independiente de las características hidrofísicas del suelo. (p.32)

**Figura 1.** Sistema de riego con aspersores



Fuente: (Civiagro, 2009)

El riego por aspersión muestra ventajas considerables en relación al riego gravitacional en las siguientes condiciones:

**Ventajas:**

- No necesita nivelaciones, adaptándose a topografías onduladas, lo que permite conservar la fertilidad natural del suelo.
- Dosifica de forma rigurosa los riegos ligeros, lo cual es importante en nacencia por la posibilidad de ahorrar agua, de ahí que se recomiende la aspersión cuando la dosis de riego sea inferior a 40 mm. Para riegos ligeros, los sistemas semifijos requieren mucha más mano de obra.
- Pueden conseguirse altos grados de automatización, con el consiguiente ahorro de mano de obra a costa normalmente de una mayor inversión.
- En algunas modalidades permite el reparto de fertilizantes y tratamientos fitosanitarios, así como la lucha anti helada. Evita la construcción de acequias y canales, aumentando la superficie útil a la vez que es más cómodo y de más fácil manejo que el riego por superficie.
- Necesita mucha menos cantidad de agua que los riegos por pie debido a su mayor eficiencia. Además aunque requiere más técnica al montarlo, el manejo puede hacerlo cualquiera.

**Desventajas:**

- El posible efecto de la aspersión sobre plagas y enfermedades.
- Interferencias sobre los tratamientos, por el lavado de los productos fitosanitarios que protegen la parte aérea del cultivo. Es preciso establecer la programación de riegos

adecuada para evitar estas interferencias.

- Mala uniformidad en el reparto por la acción de los vientos.
- Los principales problemas suelen ser de carácter económico por las altas inversiones iniciales y los elevados costos de mantenimiento y funcionamiento (energía).

### **Parámetros de diseño para un sistema tecnificado de riego por aspersión**

Para estos tipos de sistemas se considera múltiples factores de una instalación de riego mediante aspersores, sigue un esquema parecido a otros riegos localizados.

Tiene un sistema de impulso y bombeo, formado por bombas hidráulicas y una distribución de tuberías y válvulas, para disponer de agua donde se desee. Se considera también de disponer de depósitos elevados sin sistemas de impulsión, ya que en este tipo de riego se requiere mucha más presión.

#### **Aspersores en el riego**

Los Aspersores son elementos provistos de una o más boquillas montadas sobre un cuerpo central por las que sale el agua a presión. El movimiento del aspersor es provocado por la presión del agua que, al salir, se dispersa en forma de gotas mojando una superficie más o menos circular, cuyo alcance depende de la presión del agua y del tipo de aspersor (Vaez, 2013, pág. 34).

Son elementos diseñados para el riego pueden llevar una o dos boquillas cuyos chorros forman ángulos de 25 o 28 grados con la horizontal para tener un buen alcance y que el viento no los distorsione en exceso.

#### **Aspersores de impacto**

Son los aspersores en los que el impacto del chorro de líquido hace girar todo el cuerpo del aspersor.

- **Aspersores de impacto o de brazo oscilante**

Este tipo de aspersores funciona mediante un movimiento angular gradual que se produce por el golpe intermitente del chorro con el brazo oscilante generando un movimiento circular completo de 360 grados. Al producirse el golpe del brazo oscilante el aspersor recupera la posición de inicio por medio de muelles.

- **Doble boquilla**

Este diseño proporciona excelente distribución y uniformidad a diferentes presiones, contruidos con componentes termoplásticos de alto impacto y máxima calidad de acero

inoxidable (EcuRed, 2011).

### **Distribución del agua sobre el suelo**

Esta acción implica la aplicación de agua en un aspersor del que se emiten chorros de agua al suelo en determinadas velocidades dependiendo del caudal manejado, la dispersión es realizada en modo de lluvia distribuyéndose por toda la superficie del terreno mediante un sin número de aspersores.

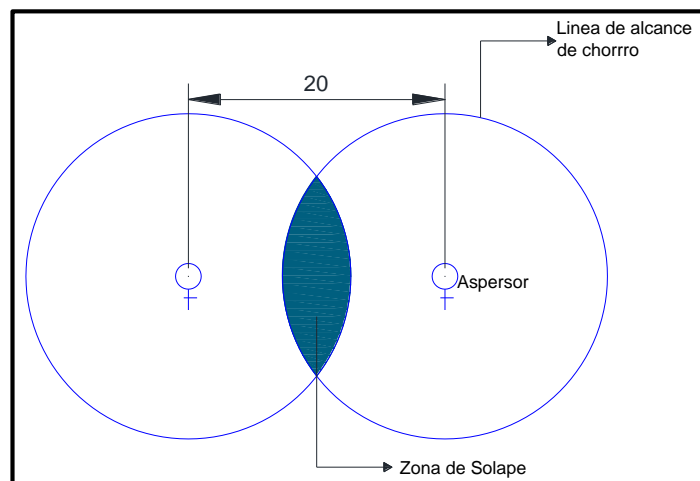
La aplicación uniforme del agua depende del reparto que realice el aspersor, el número de aspersores ubicados directamente en el campo y el viento que es tomado como factor distorsionador de la uniformidad del reparto.

### **Área de solape**

Velarde (2015) afirma. “Se llama zona de solape de dos aspersores a la superficie mojada simultáneamente por el agua que proyectan ambos” (p.23).

Si el solape de dos aspersores no está bien calculado o si no hay variaciones ocasionales de presión, puede originar un riego deficitario en áreas concretas, o sobre-riego en otras.

**Figura 2.** Zona de solape en base al aspersor Senninger 3023-2



### **Tuberías para riego**

Padilla (2015) expone: “Una tubería es un elemento cilíndrico hueco compuesto generalmente de acero, con una geometría definida por el diámetro y espesor del cuerpo que lo conforma”. Para fines prácticos, se define mediante una geometría homogénea e idealizada. Es decir un diámetro nominal y un espesor nominal constante en toda su longitud.

Vaez (2013) menciona: “Las tuberías trabajando a presión permiten conducir el agua, aún a contrapendiente. Para eso requieren de cierta cantidad de energía por unidad de peso, proporcionada por una unidad de bombeo”.

Una tubería es un elemento que me permite conducir sustancias ya sean líquidas o gaseosas, tienen un diámetro y espesor nominal que no varía en toda su longitud y trabajan a ciertos niveles de presión.

### **Ventajas:**

- Conducen el agua directamente a los puntos de aplicación
- No existen pérdidas de agua
- No dificultan las operaciones de las máquinas ni el tránsito
- Requieren menos mantenimiento y conservación que los canales en tierra y las regueras

Los materiales más comunes para los sistemas de riego tecnificado son las de PVC y PE (polietileno) teniendo características de mayor de mayor resistencia mecánica las de PVC con relación a las de PE.

### **Tuberías PVC**

Existen grandes diferencias entre las propiedades físicas y químicas de los plásticos más comunes, lo cual origina que existan diferentes tipos y grados. El PVC da lugar a cuatro tipos que llegan a tener diferentes grados y existen tres tipos principales de tuberías de PVC son calibre 40, 80 y 120, se utilizan para el encaminamiento del agua a través de hogares y sistemas de riego.

Generalmente la línea principal y las líneas secundarias son de PVC, siendo la primera de mayor diámetro.

### **Diseño hidráulico**

Es la parte de la hidráulica que estudia el comportamiento de los líquidos en movimiento. Para ello considera entre otras cosas la velocidad, la presión, el flujo y el gasto del líquido. En el estudio de la hidrodinámica, el teorema de Bernoulli, que trata de la ley de la conservación de la energía, es de primordial importancia, pues señala que la suma de las energías cinética,

potencial y de presión de un líquido en movimiento en un punto determinado es igual a la de otro punto cualquiera (Acevedo, 2014).

La Hidrodinámica se encarga del estudio de los movimientos de un fluido en el interior de un contorno.

### Caudal del sistema

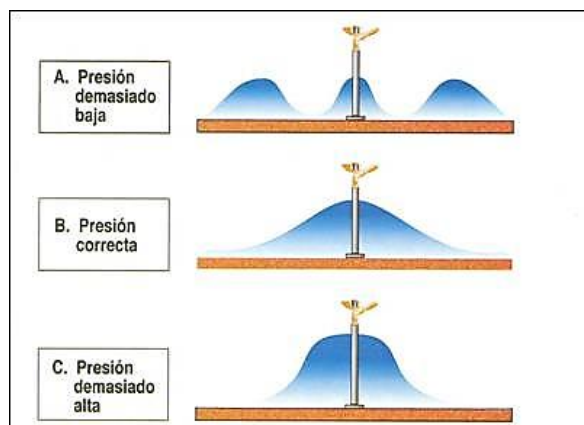
Bello & Pino (2000) exponen. “El caudal corresponde a una cantidad de agua que pasa por un lugar (canal, tubería) en una cierta cantidad de tiempo, o sea, corresponde a un nivel de agua (litros, metros cúbicos) por unidades de tiempo (segundos, minutos, horas)” (p.8).

Caudal es el volumen de líquido que circula por un espacio determinada y en una cantidad de tiempo. Cuando esté planeando un sistema de riego automático eficaz, hay que tener en cuenta la capacidad de diseño del sistema adecuada, la cantidad de agua disponible para el riego. Cuando el agua se extrae de un lago, tanque o pozo, al instalar la bomba es necesario tener las especificaciones de la presión y el volumen.

### Presión de agua

Mott (2006) menciona. “La presión se define como la cantidad de fuerza que se ejerce sobre una unidad de área de una sustancia, o sobre una superficie” (p. 11).

**Figura 3.** Efectos de la presión del agua en el aspersor.



**Fuente:** (Universidad de Sevilla, 2012)

### Volumen de agua

El concepto volumen proviene del latín volumen. El volumen como magnitud es entendido como el espacio que ocupa un cuerpo. La misma posee tres dimensiones: alto, ancho y largo.

Según el Sistema Internacional de Unidades, el volumen es representado por el metro cúbico.

En la vida cotidiana el litro también puede ser considerado como una unidad del volumen. Además este sistema permite catalogar al volumen en tres clases (Conceptos básicos, 2011).

Las unidades de volumen en estado líquido se utilizan para calcular el espacio que ocupan los líquidos cuando se encuentran en un recipiente. La unidad elemental es en este caso el decímetro cúbico. El concepto de volumen se encuentra asociado al de capacidad. La capacidad hace referencia al espacio de alguna cosa, donde puede ser contenida otra cosa. La unidad de capacidad es el litro.

El volumen corresponde a una cantidad de agua que pasa por un lugar (canal, tubería) en una cierta cantidad de tiempo, corresponde a un volumen de agua (litros, metros cúbicos) por unidad de tiempo (minutos, segundos, horas).

### **Déficit permitido en el manejo del riego (DPM)**

Es el contenido de agua en el suelo al cual no se debe permitir bajar o llegar al punto de marchitez permanente para evitar el estrés de la planta por falta de agua, y por lo tanto, evitar la reducción en la producción.

**La profundidad de la raíz:** Es la que determinará la cantidad de agua que la planta puede disponer del suelo.

**Tabla 3.** Capacidad del diseño del sistema

<b>Cultivo</b>	<b>Déficit permitido de manejo de riego (%)</b>	<b>Profundidad de la raíz</b>
<b>Forrajes</b>		
Alfalfa	50 : 60	3,3 : 9,9
Bermuda	55 : 60	3,3 : 4,5
Pastizales	60	1,6 : 3,3

**Nota:** Las profundidades de la raíz pueden ser afectadas por el suelo y por otras condiciones

**Fuente:** (Juan Enciso, 2005)

### **Automatización de procesos**

Convertir ciertos movimientos corporales en movimientos automáticos o indeliberados. Sistema capaz de ejecutar acciones previamente establecidas en espacio y tiempo sin necesidad de intervención humana (Torres, 2011, pág. 3).

Gracias al desarrollo e innovación de nuevas tecnologías, la automatización de procesos industriales, a través del tiempo, ha dado lugar a avances significativos que le han permitido a

las compañías implementar procesos de producción más eficientes, seguros y competitivos.

### Sistemas de riego automatizados

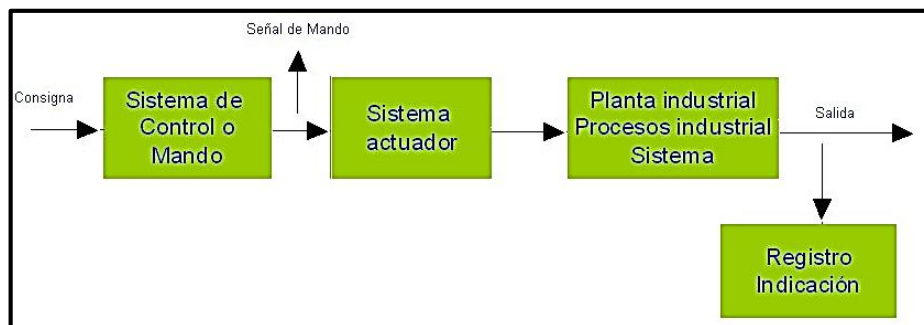
Mediante la automatización de estos sistemas se pretende abarcar gran parte de la producción agrícola y dar un beneficio grande optimizando los recursos y generando eficiencia mediante el control del flujo de agua, de manera que a la salida surge la necesidad de aplicar un elemento electromecánico como medio de control lógico.

Para ello, actúan una serie de elementos de automatización como son electroválvulas que son accionadas eléctricamente, esto será controlado y monitoreado en un punto que determina el tiempo requerido que permanecerá abierta, Con el sistema desarrollado se logra obtener un ahorro en el consumo de agua de regadío entre otros beneficios.

### Funcionamiento del lazo abierto en el sistema de riego

Un sistema de riego en lazo abierto tiene un temporizador que lo pone en marcha todos los días a una determinada hora; riega las plantas durante un cierto tiempo pasado el cual se interrumpe, con independencia de que las plantas hayan recibido la cantidad de agua adecuada, una cantidad excesiva o una cantidad insuficiente. Se trata de un automatismo, pero no de un auténtico robot (Céspedes, 2014).

**Figura 4.** Sistema de Riego-Lazo abierto



**Fuente:** (Mundo, 2014)

### Ventajas:

- El mecanismo de control se ajusta previamente según la respuesta que se desea.
- Que uno lo puedo configurar al modo que uno quiere
- El sistema de lazo abierto es más sencillo
- Al poner en marcha un producto de lazo abierto el proceso se hace de acuerdo a lo programado previamente.

### **Sistema de control a lazo abierto**

Sistemas de lazo abierto o sistemas sin realimentación. La salida no tiene efecto sobre el sistema. La mayor parte de sistemas de lazo abierto serán automatismos a los que no podremos llamar en sentido estricto robots porque, al no tener en cuenta la salida, su capacidad de toma de decisiones “inteligentes” es muy limitada.

### **Componentes de un sistema de riego**

De acuerdo al tipo de riego los componentes pueden variar pero en general los componentes son los mismos a fin de cumplir un mismo objetivo en diferente manera; los componentes más básicos son el tanque de reserva, conductos y el riego en diferentes tipos.

### **Reservorios de agua de riego**

Son estructuras hidráulicas que se construyen para almacenar, regular y sedimentar el agua de riego. Considerando los materiales que se emplean en la construcción pueden ser:

- Reservorios de tierra, revestidos internamente.
- Reservorios con muros de concreto ciclópeo o de piedra.
- Reservorios con muros de concreto armado.
- Reservorios con muros de contrafuertes.

**Figura 5.** Reservorios de concreto



**Fuente:** (Coinmocolina, 2013)

### **Componentes de riego automáticos**

Como base en el riego tradicional la tecnificación viene a partir de dispositivos de control que permiten de forma automática, remota el control y valoración del sistema de riego, reemplazando métodos tradicional y haciéndolos más eficientes.

### **Actuadores como dispositivos de control**

Vidósola (2012) afirma. “Un actuador es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o actuar otro dispositivo mecánico” (p.1).

La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes: Presión neumática, presión hidráulica, y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide). Dependiendo del origen de la fuerza el actuador es “neumático”, “hidráulico” o “eléctrico”.

### **Actuadores para uso en sistemas de riego**

Interruptores, electroválvulas, bombas, arrancadores electrónicos.

#### **Electroválvula de control**

Las electroválvulas o válvulas solenoides son dispositivos diseñados para controlar el flujo (ON-OFF) de un fluido. Están diseñadas para poder utilizarse con agua, gas, aire, gas combustible, vapor entre otros. Estas válvulas pueden ser de dos hasta cinco vías. Pueden estar fabricadas en latón, acero inoxidable o PVC. Dependiendo del fluido en el que se vayan a utilizar es el material de la válvula (Matarollo, 2014).

Una de las formas más usuales de funcionamiento de una válvula hidráulica consiste en hacerla operable a partir de una corriente eléctrica.

El elemento que convierte la corriente eléctrica en señal hidráulica capaz de abrir o cerrar la válvula se denomina solenoide. Lexicoon (s.f.) “Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. La válvula está controlada por una corriente eléctrica a través de una bobina solenoidal”. El solenoide consiste en una bobina de cobre enrollada, en cuyo interior se encuentra un núcleo ferro magnético, de tal forma que cuando la bobina no recibe tensión el núcleo adopta una posición de reposo, y al recibir tensión cambia su posición pasando al estado de excitación.

- **Funcionamiento de las electroválvulas**

Son dispositivos diseñados para controlar el flujo (ON-OFF) de un fluido. Están diseñadas para poder utilizarse con agua, gas, aire, gas combustible, vapor entre otros. Estas válvulas pueden ser de dos hasta cinco vías.

En las válvulas de 2 vías, normalmente se utilizan las que funcionan con tres modalidades

diferentes, dependiendo del uso que están destinadas a operar; pueden ser de acción directa, acción indirecta y acción mixta o combinada, además cada una de estas categorías puede ser Normalmente Cerrada (N.C.) o Normalmente Abierta (N.A.) , esto dependiendo de la función que va a realizar ya sea que esté cerrada y cuando reciba la señal a la solenoide abra durante unos segundos, o que esté abierta y cuando reciba la señal la solenoide corte el flujo (Altec, 2014).

### **Bomba de uso agrícola**

Rodríguez (2014) menciona. “Una bomba hidráulica convierte energía mecánica en energía fluida o hidráulica”.

“Las bombas agregan energía al agua. Al ser alimentada una bomba las aspas giran creando una corriente de succión a la entrada, introduciendo el fluido en su interior y creando al mismo tiempo una impulsión al circuito hidráulico” (Rodríguez, 2014).

Las bombas son máquinas en las cuales se produce una transformación de la energía mecánica en energía hidráulica (velocidad y presión) comunicada al fluido que circula por ellas.

### **Tipos de bombas**

La turbo bomba es una máquina hidráulica que cede energía al fluido mediante la variación del momento cinético producido en el impulsor o rodete. Atendiendo a la dirección del flujo a la salida del rodete, pueden clasificarse en:

- **Centrífugas:** el flujo a la salida del rodete tiene dirección perpendicular al eje (flujo radial).
- **Axiales:** dirección del flujo a la salida es paralela al eje (flujo axial).
- **Helicocentrífugas:** el flujo es intermedio entre radial y axial (flujo mixto).

La forma del rodete y de la carcasa son variables según el tipo de bomba centrífuga. En las bombas de flujo radial el líquido entra axialmente en el rodete por la boquilla de aspiración y se descarga radialmente hacia la carcasa. En las bombas de flujo mixto el líquido entra axialmente en el rodete y se descarga en una dirección entre la radial y la axial. En las bombas de flujo axial el líquido entra y sale del rodete axialmente.

### **Modelación de distribución de agua y software de análisis**

En la actualidad existen diversos programas de modelación de redes a presión, que me

permiten registrar y acceder a información sobre equipos de riego, diseñar sistemas y calcular la tasa de aplicación de agua. También incorporan herramientas para el cálculo de bombeo y recopilan datos visuales de variables de estudio dependiendo a la aplicación empleada.

### **WaterCad software de modelación**

Es un software de Bentley de Modelación Hidráulica de Sistemas o Redes a Presión, es un software libre y de fácil adquisición, que ofrece todas las herramientas de análisis hidráulico en régimen permanente de Redes a Presión como son el análisis en periodo estático, período extendido, análisis de flujo de incendio y análisis de Calidad.

Permite la simulación hidráulica de un modelo computacional representado por elementos tipo: Línea (tramos de tuberías), Punto (Nodos de Consumo, Tanques, Reservorios, Hidrantes) e Híbridos (Bombas, Válvulas de Control, Regulación) (Bentley, 2017).

### **Sistema de comunicación de elementos**

Mediante PC, Touch Panel acceso local al programador o acceso remoto a través internet y/o a través de telefonía móvil a través de SMS.

Los más utilizados en sistemas de control y monitoreo de este índole son de cable o de radio considerando previamente las características geográficas del lugar donde se efectuará la implementación. Recientemente se ha extendido la comunicación radio a través del sistema GSM, en su transmisión de datos. Es el mismo sistema que utiliza la telefonía móvil convencional (Universidad de Valencia, 2013).

### **Comunicación por cable**

Cables son para transmitir señales eléctricas, o mediante fibra óptica para transmitir señales, aislados entre sí y recubiertos de un material plástico. Se usan para transmitir en distancias cortas, ya que en distancias largas se pierde información como ejemplo el cable coaxial se usan para transmitir a grandes distancias sin pérdidas de información.

#### **Ventajas:**

- Permiten la alimentación de los equipos de control desde la red eléctrica general.
- En configuraciones de anillo son tolerantes a una rotura de cable.
- No se ve afectada por interferencia de radio.
- Bajo costo si se instalación cuando se aprovecha las tuberías de distribución.

**Inconvenientes:**

- Alto costo de instalación del cable.
- Roturas por labores agrícolas sino se entierra a una suficiente profundidad.

**Comunicación inalámbrica**

Las comunicaciones inalámbricas propagan la información en condiciones de espacio libre, por medio de ondas electromagnéticas. Eliminan la necesidad de cableado aunque esto obliga a alimentar en el propio punto de control por otros medios, generalmente energía solar o baterías de litio.

**Ventajas:**

- Más flexibilidad y rapidez de instalación.
- No le afecta roturas de cables.

**Inconvenientes:**

- Necesita alimentación propia en el punto de control, sustitución periódica de las baterías.
- Se puede ver afectadas por interferencias de radio.

**Comunicación mixta**

Se trata de un sistema en el que se combinan el cableado y la inalámbrica donde el cable entre dos puntos de control al ser más próximo instalados en los extremos de las estaciones remotas con autómatas y alimentación solar o de la red general con baterías de apoyo.

**Ventajas:**

- Respecto al cable solo permite cerrar el anillo mediante el radio, solo que la mayoría de casos no es viable por las distancias
- Se adapta a más tipos de distribuciones que el cable sólido.

**Inconvenientes:**

- No resulta tan económico como el cable para puntos poco distantes.
- Depende de alimentación solar en la mayoría de casos y requiere de autómatas de uso general en los extremos, lo que implica mayor consumo.
- No hay autonomía en los puntos de control remoto.

## **Automatización del sistema de riego**

La automatización del riego puede programarse, de acuerdo al criterio del agricultor, de la siguiente manera (Novedades Agrícolas, 2016):

- Programación por tiempos.
- Programación por volúmenes medidos por un medidor de caudal o detectores de nivel en balsas pequeñas.
- Programación en base a sensores del estado hídrico del suelo y de la planta.
- Programación basada en datos meteorológicos proporcionados por una estación meteorológica.

### **Controlador programable Logo**

Es el autómata más “pequeño” de Siemens, por lo tanto es el más económico y el que se puede considerar más adecuado para el uso doméstico o pequeñas aplicaciones industriales. Quizás pueda parecer pequeño y simple, pero puede utilizarse en controles bastante avanzados gracias a la gran cantidad de posibilidades de programación que tiene, desde controles proporcionales integrales hasta generadores de impulsos, pasando por dataloggers en tarjeta SD y otras muchas posibilidades (Nergiza, 2016).

Básicamente se trata de conexiones eléctricas de entradas y salidas, mediante un PC y con el software del fabricante le transferiremos un programa al autómata donde le diremos como proceder con las salidas en función del estado en que estén las entradas.

### **Controlador lógico programable (PLC)**

Los PLC's pueden transferir bloques de datos de una localización de memoria a otra, mientras al mismo tiempo llevan cabo operaciones lógicas y matemáticas en otro bloque. Como resultado de estas nuevas y expandidas instrucciones, los programas de control pueden ahora manejar datos más fácilmente. (Sena Virtual Distrito capital, 2005). Adicionalmente a las nuevas instrucciones de programación, el desarrollo de nuevos módulos de entradas y salidas también ha obligado a cambiar las instrucciones existentes.

Los lenguajes de programación para PLC son de dos tipos, visuales y escritos. Los visuales admiten estructurar el programa por medio de símbolos gráficos, similares a los que se han venido utilizando para describir los sistemas de automatización, planos esquemáticos y diagramas de bloques. Los escritos son listados de sentencias que describen las funciones a

ejecutar

### **Programas de aplicación y del sistema**

Están orientados a ejecutar, a través del controlador, tareas de automatización y control. Para ello, el usuario escribe el programa en el lenguaje de programación que mejor se adapte a su trabajo y con el que sienta poseer un mejor dominio.

En este punto es importante señalar, que algunos fabricantes no ofrecen todas las formas de representación de lenguajes de programación, por lo que el usuario deberá adaptarse a la representación disponible. Es un elemento importante por es el sistema operativo, cuyos servicios incluyen el manejo de los dispositivos de entrada y salida del PLC, el almacenamiento de la información durante largos períodos, el procesamiento de los programas del usuario (Sena Virtual Distrito capital, 2005).

### **Tipos de lenguajes de programación de PLC's**

En la actualidad cada fabricante diseña su propio software de programación, lo que significa que existe una gran variedad comparable con la cantidad de PLC's que hay en el mercado. No obstante, actualmente existen tres tipos de lenguajes de programación de PLC's como los más difundidos a nivel mundial; estos son:

- **Lenguaje de contactos o ladder**

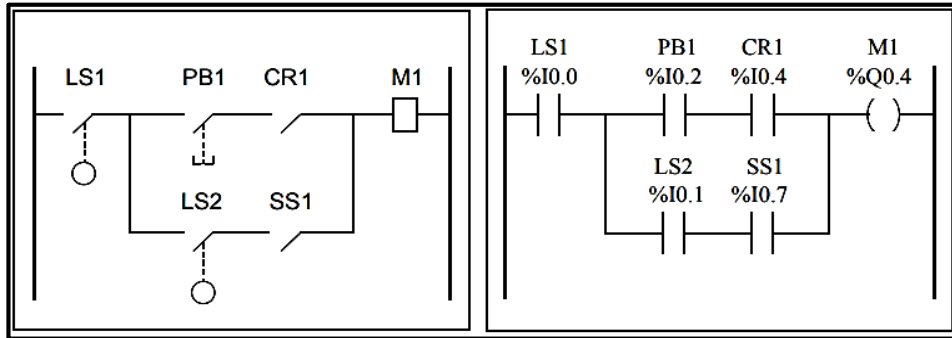
Los diagramas Ladder o de contacto son similares a los diagramas lógicos de relé que representan circuitos de control de relé.

Las principales diferencias entre los dos son las siguientes funciones de la programación de Ladder que no aparecen en los diagramas de lógica de relé (Twido, 2007):

- ✓ Todas las entradas están representadas por símbolos de contactos (+|+).
- ✓ Todas las salida están representadas por símbolos de bobinas (-O-).
- ✓ Las operaciones numéricas están incluidas en el conjunto de instrucciones de Ladder gráficas.

La siguiente ilustración muestra un diagrama simplificado del cableado de un circuito de lógica de relé y el diagrama Ladder equivalente.

**Figura 6.** Circuito de lógica relé y diagrama Ladder.



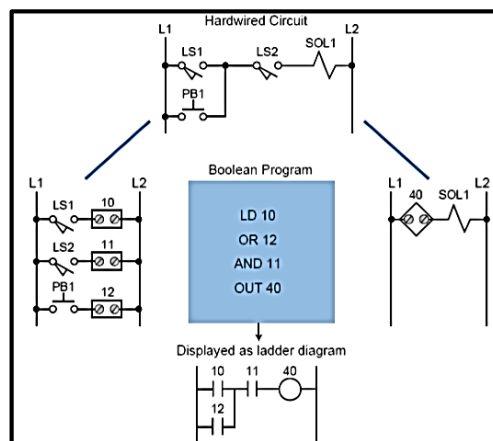
Fuente: (Twido, 2007)

- **Lenguaje booleano**

Un programa en lenguaje Lista consta de una serie de instrucciones (hasta 1000 instrucciones) de diversos tipos.

Cada fila de programa tiene un número generado de forma automática, un código de instrucción y un operando tipo bit o palabra.

**Figura 7.** Representación Booleana



Fuente: (Exa Unicen, 2011)

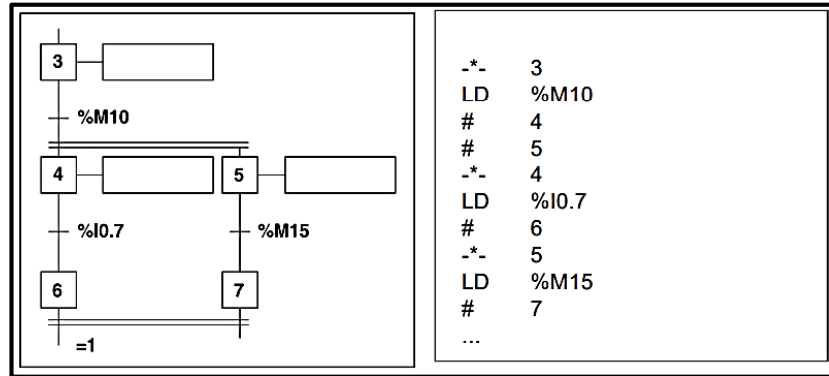
El programa en lenguaje lista es una serie de expresiones lógicas escritas en forma de secuencias de instrucciones booleanas. Cada instrucción booleana, salvo LOAD, STORE y NOT, actúan en dos operando (uno explícito y otro implícito).

- **Lenguaje grafcet**

Es un método de análisis que consiste en descomponer un automatismo secuencial en una sucesión de etapas, a las que se asocian acciones, transiciones y condiciones.

El programa PL7-07 al no soportar el Grafcet gráfico posee instrucciones específicas Grafcet.

**Figura 8.** Grafcet gráfico y Grafcet lista de instrucciones.



Fuente: (Medina, 2014)

### Conductores eléctricos para cableado

Los conductores eléctricos son hilos de metal (cobre o aluminio) que se utilizan para conducir la corriente eléctrica. Los tipos de conductores más utilizados son: alambres, cables, cordones, conductores con cubierta protectora. Los conductores se utilizan en:

- Instalaciones eléctricas en general (vivienda, industria, comercio.)
- Instalaciones eléctricas de automóviles.
- Construcción de bobinas.

### Conductores alambres

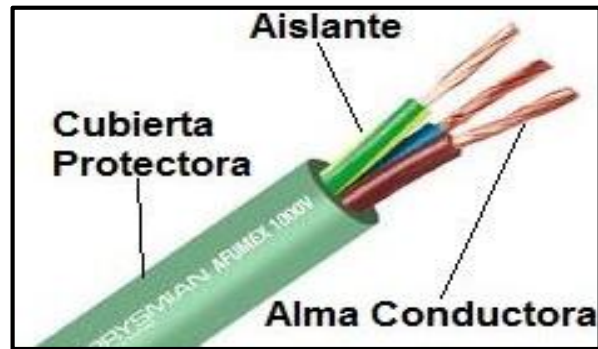
Son conductores construidos con un solo hilo de metal y puede estar desnudo o revestido por una o más capas de material aislante. Dependiendo del aislante, el alambre se utiliza en bobinados o en instalaciones eléctricas (Electrónica Unicrom, 2016).

**Alambre para instalaciones eléctricas:** Este tipo de alambre está cubierto de plástico o goma.

### Conductores cables

Son un conjunto retorcido de alambres no aislados entre si y pueden ser desnudos o revestidos por una o varias capas de aislante. Estos aislantes son de tela, goma o plástico. Los cables se utilizan en instalaciones eléctricas de todo tipo incluyendo las instalaciones eléctricas automotrices. Los hilos son de cobre blando o endurecido y también de aluminio. Algunos alambres de cobre pueden estar estañados, para evitar la oxidación y facilitar la soldadura.

**Figura 9.** Componentes de un conductor eléctrico



Fuente: (Electrónica Unicrom, 2016)

Un aspecto interesante es que, para el mismo calibre de cable o alambre eléctricos, conducirá más corriente el que está desnudo. Otro aspecto interesante a recalcar es que cuando varios conductores comparten la misma tubería su capacidad de conducción de corriente es menor.

### **Tuberías de polietileno para uso eléctrico**

LDPE (polietileno de baja densidad) y el HDPE (Polietileno de Alta Densidad), Estos polietilenos se diferencian no sólo en el espesor y la densidad, pero también de las características (Grupo Tuyper, 2011).

**Figura 10.** Manguera negra para uso eléctrico



Fuente: (Bricoelige, 2010)

Una de las características del PEBD (Polietileno de baja densidad) es sensible a la oxidación, tiene una alta resistencia al agua y resistencia química, baja resistencia a los golpes y se utiliza para la distribución de agua doméstica, así como un aislante al colocar el cable en el suelo.

## **8. HIPÓTESIS**

La implementación de un sistema de riego automatizado incrementará la eficiencia y disminuirá el desperdicio de agua en el regadío, además al tener un control de tiempos en la distribución del agua ayuda al operador a designar intervalos de tiempo para cada parcela.

## 9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Las diferentes metodologías descritas a continuación permitieron la obtención de información a partir de las cuales se dio solución al problema planteado.

### **Metodología de la investigación**

Según (Equipo de redacción, Revista educativa , 2016) define a la investigación como “la disciplina del conocimiento que se encarga de sistematizar y definir un conjunto de métodos, técnicas y procedimientos que deben seguirse mientras se lleva a cabo un proceso investigativo para desarrollar el conocimiento”.

Galán (2016) menciona:

La investigación es un proceso que contiene un conjunto de fases sujetas a normas y reglas genéricas de actuación científica y también debe ser considerada como un elemento clave en la actividad de la universidad, porque a través de la misma se logra la relación de las funciones docencia e investigación.

De lo expuesto anteriormente durante el desarrollo del proyecto se empleó varias técnicas y métodos de análisis del sistema de riego del CEYPSA, los mismos que nos permitieron obtener datos para realizar la selección de los elementos que dieron solución al problema planteado.

### **Investigación de campo**

Se realiza en el lugar de los hechos donde acontece el fenómeno, apoyándose en el método de campo que consta de los siguientes pasos ( UAEH, 2012):

- Plan o diseño de la investigación
- Selección de muestra
- Recolección y análisis de datos.
- Codificación y edición de la información
- Presentación de resultados
- Utiliza las técnicas de observación y encuesta.

Dentro de este método se realizó el estudio de las variables y el control de las mismas por lo que se recolectó información, determinando los diferentes niveles de presión y caudal en cada uno de los aspersores, con dichos datos se pudo seleccionar los actuadores (electroválvulas) y

dispositivos de control acorde a las especificaciones que requiere el sistema (Galan, s.f.).

**Tabla 4.** Desarrollo de la investigación de campo

VARIABLES	METODOLOGÍA	INSTRUMENTOS	UNIDADES S.I.	DESCRIPCIÓN
Presión	Investigación de campo	Manómetro	(Pa=N/m <sup>2</sup> )	Se determinará las pérdidas en el sistema y los niveles de presión.
Caudal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigación de campo</li> <li>Medición Volumétrica</li> </ul>		m <sup>3</sup> /s	Se tomará en cuenta el caudal de funcionamiento del aspersor y mediante el método volumétrico se determinará la cantidad de agua que salía del aspersor en una unidad de tiempo.
Distancias	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigación de campo</li> <li>Medición</li> </ul>	GPS	Metros (m)	Mediante este instrumento se ubicó los puntos geográficos en los que se encuentran ubicados cada uno de los aspersores de la parcela uno.

**Nota:** Variables a medir.

Para determinar el caudal necesario y existente en cada una de las parcelas se emplea la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{V}{t} \quad \text{Ec. (1)}$$

**Donde:**

**Q** = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

**V** = Volumen del líquido (m<sup>3</sup>)

**t** = Tiempo que tarda en salir el líquido (s)

### Método científico

Cuando se habla del método científico, podemos encontrarnos con diferentes definiciones, esto se debe a la gran complejidad que yace en su conceptualización; pero, según General (2014) define como “Un método de investigación que se usa especialmente en la obtención o elaboración de aquellos conocimientos que provienen de las ciencias”.

Varias fuentes exponen el término, o lo denominan como aquel conjunto de pasos propuestos por una disciplina con el propósito de adquirir conocimientos válidos por medio de ciertos instrumentos de gran confiabilidad.

Para la investigación se seleccionó el método científico ya que nos permite la obtención de resultados a partir de la experimentación, además mediante este método se concibió dar solución a la hipótesis planteada.

Mediante este método se analizó el comportamiento de la presión y caudal en los conductos de distribución de agua ya instalados, al presenciar los errores mediante la comparación de las variables medidas y calculadas de acuerdo a los parámetros de funcionamiento de cada elemento en este caso los aspersores y válvulas se procede a dar una solución adecuada en la parcela número uno.

### Método lógico deductivo

Según (Ena, 2008) describe que “Mediante este método se aplican los principios descubiertos a casos particulares, a partir de un enlace de juicios”. El papel de la deducción en la investigación es doble:

- a) Primero consiste en encontrar principios desconocidos, a partir de los conocidos. Una ley o principio puede reducirse a otra más general que la incluya. Si un cuerpo cae decimos que pesa porque es un caso particular de la gravitación.
- b) También sirve para descubrir consecuencias desconocidas, de principios conocidos. Si sabemos que la fórmula de la velocidad es  $v=e/t$ , podremos calcular la velocidad de un avión.

A través de este método se pretende realizar una síntesis adecuada a partir de la información recopilada para la selección de los elementos que constituyen el sistema automatizado.

**Tabla 5.** Método lógico deductivo

<b>Variables</b>	<b>Ecuación</b>	<b>Unidad</b>
Pérdida de Carga Aspiración	Pérdida total = LT + Pérdidas (Válvulas, codos)	Coefficiente de pérdida de carga
Pérdida de Carga Elevación	Pérdida total = LT + Pérdidas (Válvulas, codos)	Coefficiente de pérdida de carga

**Nota:** Ecuaciones para cálculo de pérdidas en el sistema de riego

### **Método de la modelación y simulación**

Según (Ena, 2008) es “El método mediante el cual se crean abstracciones con vistas a explicar la realidad”.

Mediante este método hemos tomado un sistema auxiliar para obtener datos a partir de un sistema completo en funcionamiento. Ante la alternativa de optar por varios simuladores disponibles en el medio se tomó como software de análisis a WaterCad debido a la facilidad que presenta para su adquisición ya que es un software libre, además tiene funciones muy prácticas y arroja resultados confiables.

Este software permite el análisis, modelación y gestión de redes a presión (sistemas de distribución o de riesgo que produce soluciones para el diseño, construcción y operación de infraestructuras en diversos campos.

Así pues, este software realiza una calibración automática de modelos de modo que el modelo refleje el comportamiento real (con datos de campo) y así estudiar los problemas existentes. También permite realizar un diseño optimizado de redes, maximizar beneficios para costos mínimos también realizar diseños óptimos.

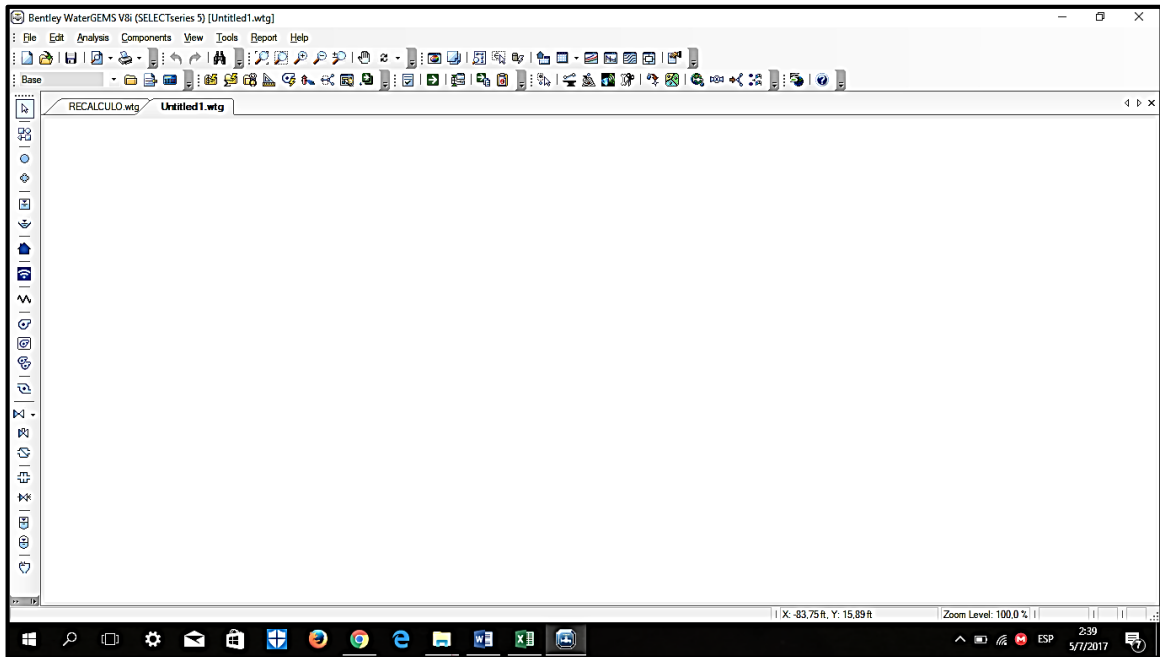
#### **WaterCad**

- Ayuda a planificar, diseñar y operar sistemas de distribución de agua
- Aumentar la capacidad de los niveles de servicio adecuados.
- El suministro de agua potable limpia y sin interrupciones.
- Ofrecen diseños de alta calidad de manera rentable.

#### **Capacidades:**

- Construir y gestionar modelos hidráulicos.
- Diseño de redes de distribución de agua.
- Analizar las partes críticas en las tuberías y válvulas.
- Analizar las capacidades de los flujos.
- Identificar fugas de agua.
- Administrar el uso de energía.
- Encontrar los puntos débiles de los sistemas de distribución de agua.

**Figura 12.** Software WaterCad de modelación circuitos hidráulicos



Para obtener resultados a partir de la modelación se obtiene a través de métodos de matrices ya inmersos en el software configurado para trabajar con diferentes ecuaciones preestablecidas y de fácil cálculo y obtención de datos una de ellas es la ecuación de Hazen-Williams.

### **Cálculo de las pérdidas en la readecuación**

La pérdida de carga en base a tuberías de menor presión por cada diámetro, según la fórmula de Hazen – Williams. Se procede a la selección de la tubería según el catalogo Anexo 1.

**Tabla 6.** Pérdidas de carga en base a la tubería.

<b>D. NOMINAL (MM)</b>		<b>63</b>
<b>CAUDAL</b>		<b>PC - V</b>
<b>LPS</b>	<b>GPM</b>	
6,5	103	7,88 : 2,30
6,75	107	8,45 : 2,39
7	111	9,04 : 2,48

**Pc:** Pérdida de carga en m de columna de agua por cada 100m de tubería

**V:** Velocidad en metros por segundo (m/s)

**C:** 150 constante de H-W

### **Aspersor Senninger de impacto (doble boquilla)**

Este tipo de aspersor de la línea Plastigama posee las siguientes características:

- Las series 30, 40 y 50 de círculo completo son aspersores de impacto de conexión rosca macho de  $\frac{3}{4}$ " con mayor rango de caudal.
- Alta tasa de aplicación y mayor alcance.
- Angulo de  $23^\circ$ , bueno para cualquier aplicación.
- Diseño de doble boquilla, que proporciona excelente distribución y uniformidad en todas las presiones.
- Construidos con componentes termoplásticos de alto impacto y máxima calidad de acero inoxidable.

**Figura 11.** Aspersor Senninger



Fuente: (Senninger, 2016)

### **PVC- Tigre 009c**

Tigre es una avanzada tecnología en la fabricación de tuberías de PVC para sistemas de riego a gravedad y/o presurizados, sistemas de captación de aguas subterráneas y todo tipo de instalaciones para uso agropecuario (Tigre Ecuador S.A. , 2011).

La fabricación y control de calidad de la línea de tuberías y accesorios de PVC para presión se basan en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1373, mientras que la fabricación y control de calidad de la tubería de PVC de baja presión para uso agrícola se basan en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1369.

### **Ventajas**

- Con certificado de conformidad con sello INEN.
- Amplia gama de diámetros y presiones.
- Calidad garantizada.

- Por la inercia química del compuesto de PVC y sus aditivos resisten al ataque de aguas y suelos agresivos y aplicación de fertilizantes.
- Trabajan a grandes presiones y con períodos de vida útil prolongados.
- Su bajo coeficiente de fricción con respecto a otros materiales, asegura una mayor capacidad de conducción.
- Su bajo peso facilita el transporte, manipuleo e instalación.

**Figura 12.** Tuberías PVC TIGRE



**Fuente:** (Tigre tubos y conexiones , 2014)

**Tabla 7.** Tuberías de uso agrícola

<b>DIAMETRO EXT. EN PULGADAS Y mm.</b>	<b>4 Atmosferas</b>	<b>6 Atmosferas</b>	<b>10 Atmosferas</b>
	<b>Metros rollo</b>	<b>Metros rollo</b>	<b>Metros rollo</b>
1" - 32mm	100	100	100
1 ¼" - 40mm	100	100	100
1 ½" - 50mm	100	100	100
2" - 63mm	100	100	50

**Fuente:** (Tigre tubos y conexiones , 2014)

### **Selección de la bomba**

Es fundamental establecer el rendimiento que debe tener una bomba, si va a cumplir o no con las expectativas que requiere el sistema completo a instalar o diseñar, por lo que se enumera a continuación los factores que se deben tener en cuenta antes de seleccionar la bomba adecuada:

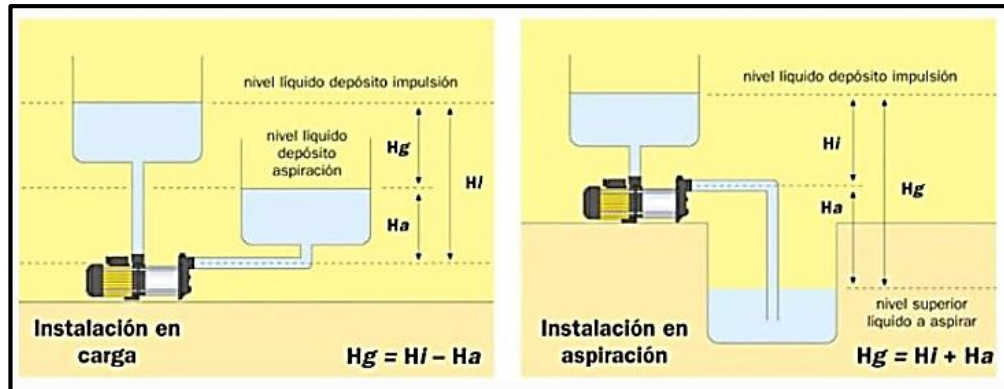
- **Caudal**

Es el volumen del fluido o líquido requerido en un tiempo determinado, mayormente se calcula en litros/minuto (l/m), litros/hora (l/h), metros cúbicos/hora (m<sup>3</sup>/h). El caudal se representa con la letra **Q**.

- **Altura manométrica**

Es el cálculo total para que el agua haga la elevación a donde debe llegar de un punto a otro. Esto se calcula sumando la Altura de Aspiración ( $H_a$ ) con la Altura de Impulsión ( $H_i$ ) más las Pérdidas de Carga ( $\Delta H$ ). Ahora, la Altura Geométrica ( $H_g$ ) es la suma de la Altura de Impulsión y la Altura de Aspiración. (VentaGeneradores.net, 2016).

**Figura 13.** Diagrama funcional de una bomba



Fuente: (VentaGeneradores.net, 2016)

### Alimentación de la bomba

Existe una gran variedad de sistemas de alimentación de una bomba de agua: electricidad (voltaje de CA y CC), combustible (nafta o gasoil), vapor, agua, sistemas hidráulicos, sistemas a gas natural, sistemas neumáticos o de aire comprimido, sistemas manuales (recordemos las viejas bombas de pozo) y sistemas por energía solar.

A partir de la presión y caudal requeridos en la parcela uno se seleccionó la bomba con las siguientes características de funcionamiento.

**Tabla 8.** Características Técnicas de la bomba

Código	Ø Succión	Ø Descarga	Potencia	Voltaje	Presión máx.	Punto de mayor eficiencia
6HME300	2" – 50mm	1 1/2" – 40mm	3 HP - 2237,1Watts	127/220V 1φ ~ 60Hz	34 m	260 L/min a 30 m

Fuente: Catálogo Sistema de Bombeo Evans

### Selección de una electroválvula

Para seleccionar una válvula solenoide o electroválvula es necesario considerar los siguientes parámetros que determina los datos de selección.

**Tabla 9.** Parámetros a tomar en cuenta para seleccionar una electroválvula

Parámetros	Descripción
<b>Material que constituye el cuerpo de la válvula</b>	Las electroválvulas están fabricadas de materiales como: latón, de acero inoxidable, PVC, cobre, aluminio, para la selección se considera la exposición al ambiente.
<b>El producto a utilizar en la válvula</b>	Depende de esta incógnita que partimos para seleccionar el cuerpo de la válvula, el material de diafragma interno y el tipo de accionamiento.
<b>El tamaño del puerto</b>	Depende de las conexiones de la aplicación, ya que existen las electroválvulas roscadas, bridadas, de conexión Namur, de conexión rápida, entre otras. En medidas estándar como por ejemplo 1/8, 1/4, 1/2, 3/8, 3/4, 1" hasta máximo 2", dependiendo del modelo.
<b>Es normalmente cerrada o normalmente abierta</b>	Acorde a la aplicación. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normalmente cerrada</li> <li>• Normalmente abierta</li> </ul>
<b>Número de vías</b>	Existen válvulas de 2, 3, 4 y 5 vías en 2 posiciones. El número de vías es el número de conductos de entrada y salida que tendrá la válvula y el número de posiciones son respecto al actuador.

**Tabla 8.** Parámetros a tomar en cuenta para seleccionar una electroválvula, continuación.

<b>La presión</b>	En este caso existe la presión mínima y la presión máxima, se deben tomar en cuenta para el funcionamiento de las válvulas solenoides.
<b>El caudal</b>	El caudal es acorde a la aplicación, siendo indispensable solicitar el especificado requerido por cuestiones de llenado o desfogue.
<b>Temperatura</b>	Se considera la temperatura máxima y mínima a utilizar en el fluido que pasará por la electroválvula ya que me permite seleccionar el material del diafragma, ya que si existen temperaturas elevadas es muy probable que se reviente.
<b>El voltaje</b>	Se elige en base al diseño de la aplicación. Las electroválvulas trabajan en voltajes alternos y continuos. VAC: 48, 127, 220 y en VDC: 12, 24, 48.

### Selección del conductor y caída de voltaje para las electroválvulas

La longitud del cableado y el número de dispositivos, puede afectar a la capacidad de ejecuta acciones, según (Hunter, 2016) sirve para evitar que el voltaje en las salidas hacia los solenoides sea inferior al necesario, se determinará los siguientes cálculos que ayudan a determinar si hay suficiente potencial para cualquier escenario dado de cableado, para dichos

solenoides el voltaje mínimo de funcionamiento individual de las válvulas y dispositivos similares. La caída de tensión se describe a partir de la siguiente fórmula:

$$A = 2 \cdot \frac{\rho \cdot L \cdot I}{\Delta V} \quad \text{Ec. (2)}$$

**Donde:**

**A** = Área mínima del conductor (mm<sup>2</sup>)

**ρ** = Resistividad del cobre  $\left(\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}\right)$

**ΔV** = Caída de voltaje (V)

**I** = Corriente (A)

**L** = Longitud (m)

**Selección de conducto de cableado**

Los tubos de PEAD (Polietileno de alta densidad), pueden ser rellenos con hormigón o fácilmente montados en la fábrica de ladrillo. La conexión se realiza a través de los t's, codos, empalmes y así sucesivamente.

**Ventajas de las tuberías de polietileno para uso eléctrico**

- Vida útil de más de 50 años.
- Tubos de HDPE para el cableado no se destruye a temperaturas bajas.
- Diámetro de la tubería se mantiene constante a lo largo de la "vida" del término, no aparece nada en depósitos externos no se condensa la humedad.
- Superficie lisa que no requiere pintura o cualquier otro tratamiento.
- Seguro, no emiten sustancias tóxicas, trabajando con ellos requiere precauciones especiales.
- Peso ligero y un costo asequible.

**Aspectos para seleccionar el PLC**

Actualmente el mercado brinda una gran cantidad de PLC industriales permitiendo que los usuarios elijan el modelo deseado en un amplio catálogo. Sin embargo al momento de elegir un PLC es necesario considerar aspectos importantes.

Es fundamental tener claro en que consiste el proceso que vamos a automatizar, para dimensionar correctamente la aplicación para no elegir el PLC que quede corto en prestaciones ni que tenga funcionalidades que no sean necesarias. Los aspectos importantes a la hora de seleccionar un PLC se enumeran a continuación en forma general.

- **Entradas / salidas**

Definir los elementos que se van a ocupar para así definir las entradas y salidas que serán necesarias, tanto a nivel digital como a nivel analógica.

- **Capacidad de programa y memoria**

Este parámetro es quizás el aspecto más complicado de determinar previamente, ya que con frecuencia surge alarma de que falta memoria o que el programa es demasiado grande.

En varias ocasiones en una misma familia de PLC con las mismas E/S se disponen de diferentes CPU cuya diferencia es la capacidad de programa.

- **Comunicaciones del controlador**

Acceder desde los sistemas de supervisión SCADA hasta el autómatas más pequeño del proceso es necesario.

## **10. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**



Una vez determinado el análisis de recolección de datos, diseño y selección de los diferentes elementos que constituye el sistema de agua de riego, se constata que en la parcela uno, la cual al estar adjunta al tanque de reserva y con un desnivel mínimo en comparación a las demás parcelas no tenía un riego propicio por gravedad, a diferencia de las cuatro restantes que funcionan óptimamente.

### **Recolección de datos a partir del sistema de riego instalado**

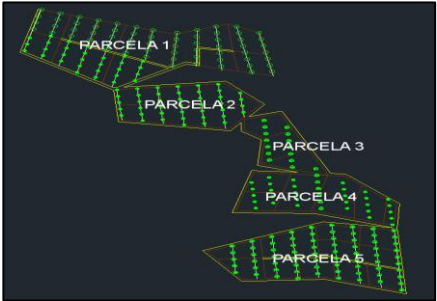

Se determinó las características del sistema de riego descritas a continuación:

- Riego por aspersión y gravedad.
- Numero de parcelas.
- Números de aspersores por parcela.
- Elementos instalados (conductos, válvulas, aspersores).
- Capacidad de almacenamiento del reservorio de agua.

**Tabla 10.** Sistema de riego instalado

Elementos Instalados	Imagen
Tanque de reserva 1 000 m <sup>3</sup>	
Aspersor Senninger de impacto (doble boquilla)	

**Tabla10.** Sistema de riego instalado, continuación.

5 parcelas con sistema de riego	
Válvulas	

Se visualiza los diferentes elementos del sistema de riego por gravedad ya instalados y las parcelas involucradas en el mismo, con unas instalaciones deficientes y de forma manual.

### **Determinación de valores de caudal y presión del sistema hidráulico**

Los niveles de presión y caudal del sistema hidráulico ya instalado se determinaron considerando los elementos y accesorios que contempla la instalación realizada. Se tomó en cuenta el caudal de funcionamiento del aspersor para determinar el caudal total con el cual trabaja cada parcela y mediante el método volumétrico se determinó la cantidad de agua que contiene el aspersor en una unidad de tiempo.

#### **Aspersor Senninger de impacto (doble boquilla)**

El caudal de los aspersores depende la presión que se aplique en la boquilla, se presenta los valores establecidos para el funcionamiento del aspersor 3023-2.

**Tabla 11.** Caudales Aspersor Senninger

<b>ASPERSOR</b> 3023 - 2 - 3/4" M Boq # 8 x 6 ( /8 1 3/32")	<b>PRESIÓN EN LA BOQUILLA (PSI)</b>	
		30
<b>Caudal (gpm)</b>	<b>3,84</b>	<b>4,14</b>

**Nota:** Caudales del aspersor 3023-2 doble boquilla en función de la presión.

**Fuente:** Línea de Aspersión Plastigama.

De acuerdo al número de aspersores instalados se determina el valor total de caudal y presión necesaria para cada parcela, para esto tomamos el caudal de la Tabla 11, para 30 PSI.

$$Q = 3,84 \text{ G/M } \text{ ó } 0,00024227 \text{ m}^3 / \text{s}$$

**Tabla 12.** Caudal distribuido en la parcela 1.

<b>Descripción</b>	<b>Presión (kPa)</b>	<b>Número de aspersores</b>	<b>Caudal ( m<sup>3</sup>/s)</b>
Parcela 1	20,68	58	0,0141
Parcela 1.1	20,69	32	0,0078
Parcela 1.2	20,70	26	0,0063

Partiendo con la cantidad de caudal necesaria para los aspersor instalados se subdivide la parcela uno en dos mitades de la cual la primera mitad es dividida en dos contemplando así tres subdivisiones en dicha parcela con el fin de dotar la cantidad de agua necesaria para el riego de la misma, en cuanto a las parcelas restantes por si ubicación a diferente desnivel con respecto al reservorio las presión y el caudal es idóneo para el riego como se muestra en el Anexo 2.

Valores obtenidos a partir de los métodos descritos en la Tabla 4 y de la ecuación Ec. (1).

**Tabla 13.** Valores de presión y caudal - Metodología Experimental

Salidas de las Válvulas	Valores medidos		Valores obtenidos en la simulación	Valores Calculados
	Sector	Presión (Pa)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Presión (Pa)
Parcela 1	181406,8	0,0013	214247	0,01405144
Parcela 2	216402,6	0,0015	214250	0,00484532
Parcela 3	228544	0,0019	214260	0,00242266
Parcela 4	287108,4	0,0022	214263	0,00363399
Parcela 5	327103,6	0,0029	214266	0,00605666

**Nota:** Variables medidas en el campo

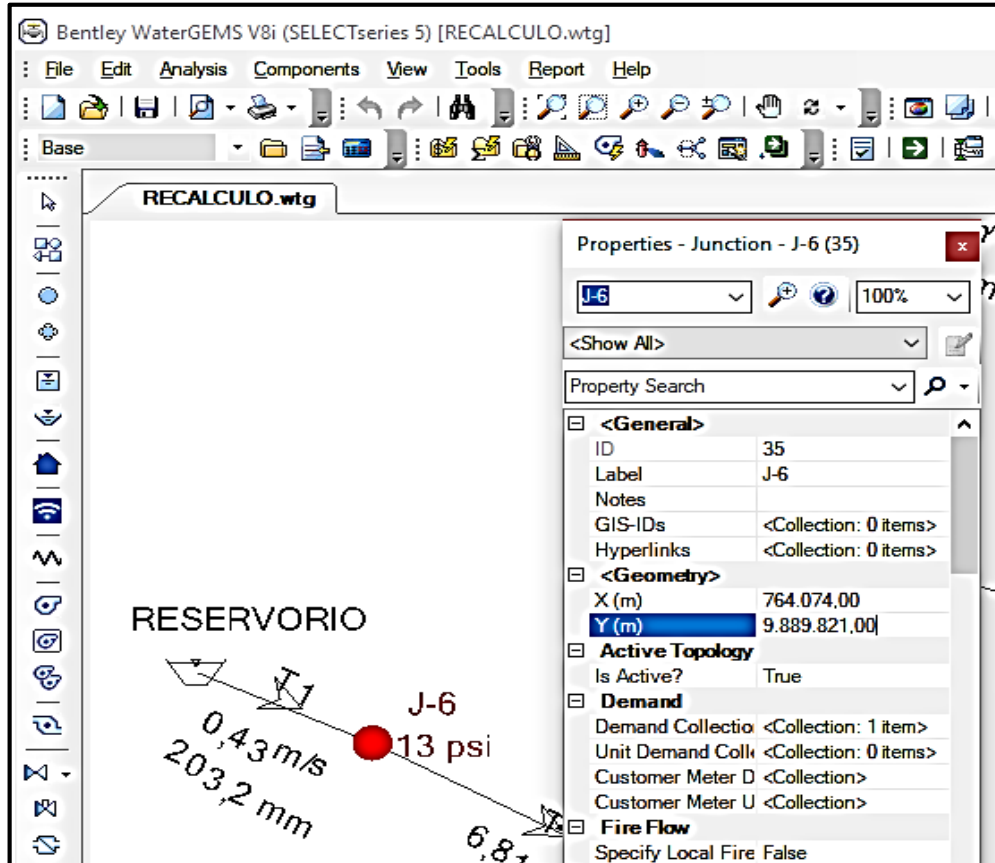
Los valores medidos en el campo con instrumentos y técnicas establecen una comparación con la simulación de donde son valores calculados a base de datos del sistema en donde se evidencié que el sistema posea las condiciones idóneas para un riego adecuado y en donde carecían de la misma,

### **Modelación del sistema de riego en WaterCad**

WaterCad nos permite ingresar datos de longitud y altitud de un sistema de riego y características de los diferentes tipos de conductos, interactuando con coordenadas en x, y, z de ubicación de puntos específicos como los aspersores, permitiéndonos así obtener datos de presión y velocidad del agua en cada punto. Además se puede verificar los diferentes niveles de presión que en la mayoría no sobrepasa los 30 PSI que son los establecidos para alcanzar la longitud de chorro de acuerdo al diseño establecido.

Los datos obtenidos de la modelación determinan la curva de pérdidas en el sistema de riego, de la cual determinamos la capacidad de la bomba determinado de la misma manera las características de la misma.

**Figura 14.** Ingreso de datos al Programa (Coordenadas x, y, z)



Mediante el programa WaterCad se realizó la simulación del sistema de riego, empleando coordenadas y alturas tomadas a través de un GPS, que a su vez determinan la longitud de dicho sistema, obteniendo resultados que se comparan con los medidos en el campo y los obtenidos mediante el cálculo. Los resultados obtenidos a partir de la modelación nos permiten evidenciar los valores de presión, caudal, velocidad, además en cada uno de los puntos de distribución del agua, los mismos que se visualizan en el Anexo 3.

Se aprecia que en la parcela uno existe falta de presión y caudal por condiciones geográficas carece de altura y por ende no existe riego por gravedad. La tubería no tiene el diámetro adecuado para llevar la cantidad de agua suficiente para toda la parcela uno.

Con la división de la parcela en dos partes se aprecia el incremento de caudal y presión en la segunda mitad de la misma que tiene una altura considerable y existe el riego por gravedad. Mírese en el Anexo 4.

La modelación la primera parte de la parcela uno que trabaja de la bomba se subdivide en dos partes determinado los siguientes datos que se detallan continuación en el Anexo 5.

Para las coordenadas tomadas con el GPS se estima un nivel de precisión del Nivel 50.00 %

confianza: 2,5 metros, Nivel 50,00 % confianza: 5,6 metros, es que en el 50% del tiempo, la lectura del GPS le indicará una posición correcta en un círculo imaginario de 2,5 metros en el plano horizontal.

### **Readecuación del sistema de riego**

La segunda mitad de la parcela uno se abasteció de agua del conducto principal para la cual se realizó readecuaciones considerando los datos iniciales el cual consta de 80 metros de tubería de 63 mm de PVC de baja presión, con accesorios de conexión al ducto principal y a los ramales secundarios de riego ver Anexo 6.

Valores obtenidos a partir de la Tabla 8, que funciona a 30 Psi como presión mínima de funcionamiento de donde el caudal requerido es:

$$Q = 103,68 \text{ GPM}$$

Para lo cual la selección de la tubería tomando el inmediato superior de describe por lo siguiente:

**Pérdida de carga:** 8,45mca.

**Velocidad:** 3,87 (m/s)

**Caudal:** 107 GPM

**150:** Constante de Hanzen-Williams

### **Materiales de readecuación:**

- 13 tubos de 63mm de PVC de baja presión
- 5 codos de 63mm sementado solvente de 1mPa
- Montura 160x50mm.
- T de 63mm sementado solvente.
- Pega PVC 947 (ml)

**Figura 14.** Readecuación de tubería



### Selección de la bomba

A la primera mitad de la parcela uno se instaló un sistema de bombeo que cubra el riego dotando así de caudal y presión necesaria para dicha área, captando agua del tanque reservorio y succionarla para llevarla a la parcela adjunta.

#### Datos Generales:

- Caudal a Obtener: 13 953 l/h
- Altura Geométrica  $H_g = 5\text{ m} + 10\text{ m} = 15\text{ m}$
- Total Tubería = 201 m
- Diámetro Tubería = 50 mm

#### Características Aspiración:

- Altura Aspiración ( $H_a$ ) = 5 m
- Longitud Tubería = 1,2 m
- # Válvulas de Pie = 1
- # Codos a  $90^\circ = 1$

#### Características Elevación (impulsión):

- Altura Impulsión ( $H_i$ ) = 11 m
- Longitud Tubería = 201 m
- # Válvulas de Paso = 1
- # Válvulas de Retención = 1
- # Codos a  $90^\circ = 6$

#### Cálculo Pérdida de Carga Aspiración

- Longitud Tubería = 1,2 m
- Pérdidas: 10 m Válvula de Pie y 5 m Codo de  $90^\circ$

Ecuación Tabla: 5

$$\text{Pérdida total} = LT + \text{Pérdidas (Válvulas, codos)}$$

$$\text{Pérdida total} = 1,2\text{ m} + 10\text{ m} + 5\text{ m}$$

$$\text{Pérdida total} = 16,2\text{ m}$$

Para un caudal de 13953 l/h la Pérdida de Carga con un diámetro de tubería de 50 mm.

Valor pérdida según la Tabla del Anexo 1.  $P_c = 10,10$

$$10,10 \times 16,2 / 100 = 1,63 \text{ m.c.a}$$

**Cálculo Pérdida de Carga Impulsión:**

- Longitud Tubería = 201 m
- Pérdidas: 10 m Válvula de Paso, 10 m Válvula de Retención y 5 m por Codos a  $90^\circ$

Ecuación Tabla: 5

$$\text{Pérdida total} = LT + \text{Pérdidas (Válvulas, codos)}$$

$$\text{Pérdida Total} = 201 + 10 + 10 + 30$$

$$\text{Pérdida Total} = 251 \text{ m}$$

Valor pérdida según la Tabla del Anexo 1.  $P_c = 10,10$

Luego,

$$10,10 \times 251 / 100 = 25,35 \text{ m.c.a}$$

Cálculo completo:

**CÁLCULO TOTAL**

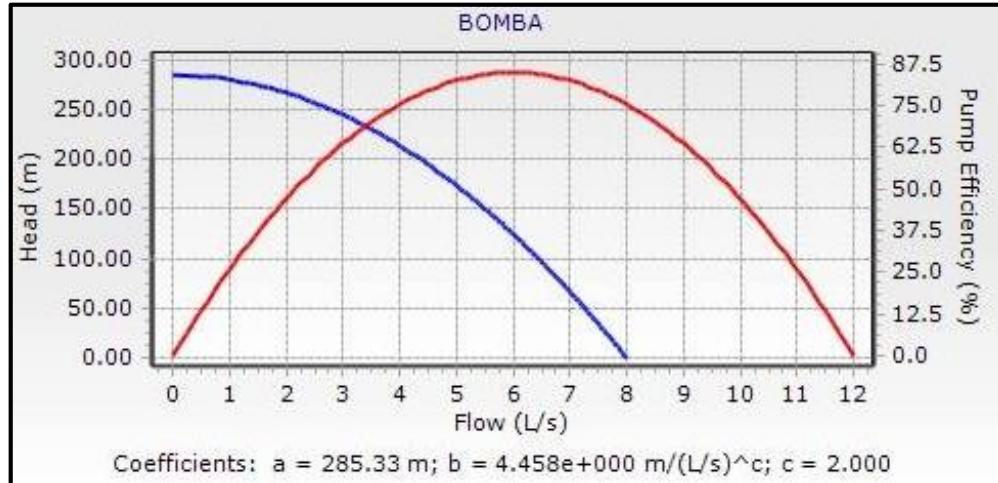
$$HM = (H_a + H_i) + (\Delta H_a + \Delta H_i)$$

$$H_m = (5 + 201) + (1,63 + 25,35)$$

$$H_m = 232,98 \text{ m.c.a}$$

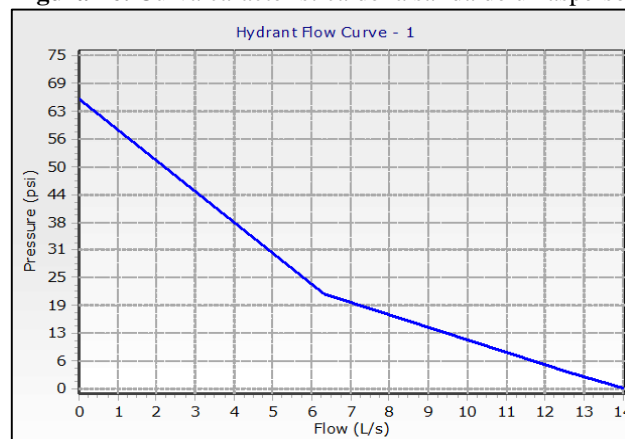
Con los datos anteriores y a partir de la modelación se determina la curva característica de la bomba en función de la cabeza total y el caudal.

**Figura 15.** Curva característica de la bomba a partir de la simulación



El caudal total de la subdivisión de la parcela uno dividida en dos partes iguales, las mismas que tienen cabeza total de 132,98 m.c.a. la cual requiere un caudal total de 61.44gpm - 3.876 l/s para su funcionamiento, considerando que la bomba trabaja a un 85% de eficiencia.

**Figura 16.** Curva característica de la salida de un aspersor



La presión de un punto de referencia de la salida de un aspersor que se visualiza en la figura anterior, determina su curva característica de funcionamiento con su presión base de 30 PSI a un intervalo de 4 – 5 L/s, de donde se visualiza su funcionamiento adecuado.

#### Elementos del sistema de bombeo

- Bomba centrífuga de agua de 3 HP - 2237,1Watts, EVANS 6HME0300

**Tabla 14.** Dimensiones de la bomba

Modelo	Peso	Ø Succión	Ø Descarga	Potencia	Voltaje	Medidas
6HME300	32kg	50 mm	30.5 mm	3 HP - 2237,1Watts	127/220V 1φ ~ 60Hz	45x22x30cm

**Nota:** Hoja técnica en Anexo 7

**Fuente:** Catalogo Sistema de Bombeo Evans

- Válvula de aire
- Manómetro
- Caja de protección de 100x60x70 cm
- 1 codo de 63mm sementado solvente de 1mPa

**Figura 17.** Bomba de agua EVANS 3HP y caja de protección



El sistema de bombeo abastece de agua a la primera subdivisión de la parcela afectada realiza, trabaja de forma simultánea con dos electroválvulas una a la vez para distribuir el agua en la cantidad y presión requerida.

### Selección de las electroválvulas

El diseño del sistema de riego instalado consta de tubería (PE) de 30,5mm de diámetro, se instaló electroválvulas plásticas BERMAD de control hidráulico – eléctrico de 50mm de diámetro. Mediante los parámetros descritos se selección de estos elementos.

**Tabla 15.** Parámetros de la electroválvula seleccionada

Parámetro	Dato de selección
<b>Material que constituye el cuerpo de la válvula</b>	Cuerpo y tapa: Nylon reforzado Partes Metálicas: Acero Inoxidable Diafragma: Goma Natural Juntas: Buna-N y NR Plásticos resistentes a la corrosión y la radiación UV

**Tabla 15.** Parámetros de la electroválvula seleccionada, continuación.

<b>Producto a utilizar en la válvula</b>	El fluido a tratar es agua.
<b>Tamaño del puerto</b>	La tubería instalada es de 63mm de diámetro, la cual se adapta la electroválvula de 63mm, su conexión es de forma roscada.

<b>Normalmente cerrada o Normalmente abierta</b>	Normalmente cerrada: Está cerrada e impide el paso o flujo del material que se va a manejar. Hasta aplicarse un voltaje cambian de estado.
<b>Número de vías</b>	Es de 2 vías, y 2 posiciones en que se pondrá la válvula respecto al actuador, en este caso el solenoide.
<b>La presión</b>	La presión máxima a tratar en el sistema es de 54.56 psi, en referencia de la altura en desnivel del tanque reservorio y su caída.
<b>El caudal</b>	El caudal necesario en promedio para cada parcela.
<b>El voltaje</b>	Voltaje: 24V AC (50-60HZ) Corriente de retención: 0,20 A Corriente de entrada: 0,40 A

**Nota:** Datos técnicos de la electroválvula mírese en el Anexo 8.

El tipo de electroválvula elegida e instalada está acorde los parámetros de selección, permite así un control óptimo en la distribución del agua en el sistema de riego.

#### **Elementos de la instalación de las electroválvulas**

- 7 Electroválvulas plásticas BERMAD de control hidráulico – eléctrico de 50mm de diámetro (NC).
- 19 codos de 63mm sementado solvente de 1Mpa.
- 2 tubos de 63mm de PVC de baja presión.
- Montura 110x50mm.
- T de 63mm sementado solvente.
- Pega PVC 947ml)

**Figura 17.** Electroválvulas instaladas



#### **Selección de conductores y cálculo de caída de tensión**

Para la selección del calibre ideal se considera múltiples parámetros como son: la resistividad del material del conductor, la corriente la caída de voltaje máxima que se rige en porcentaje,

la longitud la cual es un factor importante en la caída de tensión. Valores determinados y obtenidos a partir de los datos tomados en campo y de la ecuación Ec. (2) de donde se determina la caída de tensión para cada dispositivo.

**Tabla 16.** Cálculo de caída de tensión para la conexión de las electroválvulas

Designación del circuito	Distancia (m)	Voltaje circuito (V)	Corriente (A)	Caída de voltaje de 16,67%-(V)	Área mínima del conductor $mm^2$	Calibre del conductor AWG
Electroválvula 1	20	24	0,4	4	0,068964	20
Electroválvula 2	20	24	0,4	4	0,068964	20
Electroválvula 3	70	24	0,4	4	0,241374	20
Electroválvula 4	100	24	0,4	4	0,34482	20
Electroválvula 5	200	24	0,4	4	0,68964	18
Electroválvula 6	350	24	0,4	4	1,20687	16
Electroválvula 7	450	24	0,4	4	1,55169	16

**Nota:** Datos técnicos del calibre del cable en función del área en el Anexo 9

Cada electroválvula está a una distancia del punto del control, de donde se determinó la caída de tensión y el calibre del conductor para el voltaje de funcionamiento mínimo de la electroválvula.

### Selección del ducto para el cableado eléctrico

Los ductos usados son de tuberías de polietileno para uso eléctrico LDPE (polietileno de baja densidad) y en nuestra instalación utilizaremos el HDPE (Polietileno de Alta Densidad) de 19.05 mm de diámetro, hay que por encontrarse bajo tierra cumple con las características ideales para este ámbito y así de esta manera se encuentre protegido los conductores eléctricos, sus especificaciones se las pueden comprobar en el Anexo 10.

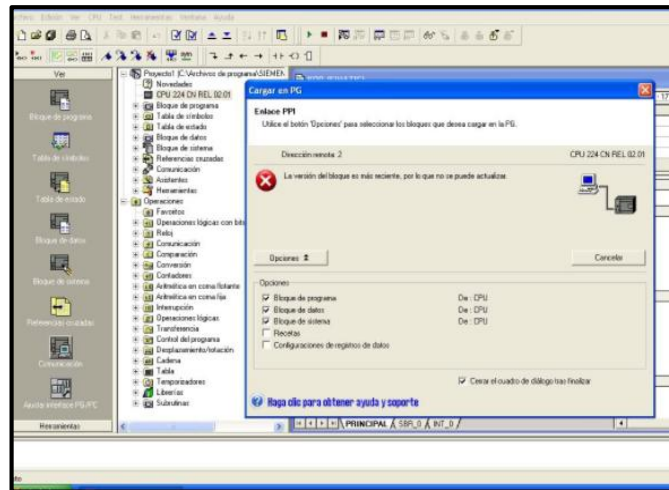
- Sensible a la oxidación y la exposición de gases.
- Alta resistencia al agua y resistencia química.
- Un aislante al colocar el cable en el suelo.

### Selección de PLC

El control de la automatización de del sistema de riego se desarrolló en un PLC Panasonic Modelo C14, 16 Pasos que cuenta con 8 entradas y 6 salidas de relé, 24V DC, 2ª - RS485 - AFP0RC14MRS, con protocolo MODBUS.

La programación se desarrolló en lenguaje Ladder donde controla siete electroválvulas, dos de ellas directamente con la bomba y el resto de manera individual la condición es que pueden activarse dos a la vez simultáneamente por motivos que el agua del reservorio no abastece a todas las parcelas a la vez, todo estos elementos cuentan con sus respectivas protecciones que complementan el diseño en caso de surgir problemas en el funcionamiento del sistema.

**Figura 18.** TSWIN software para programación PLC

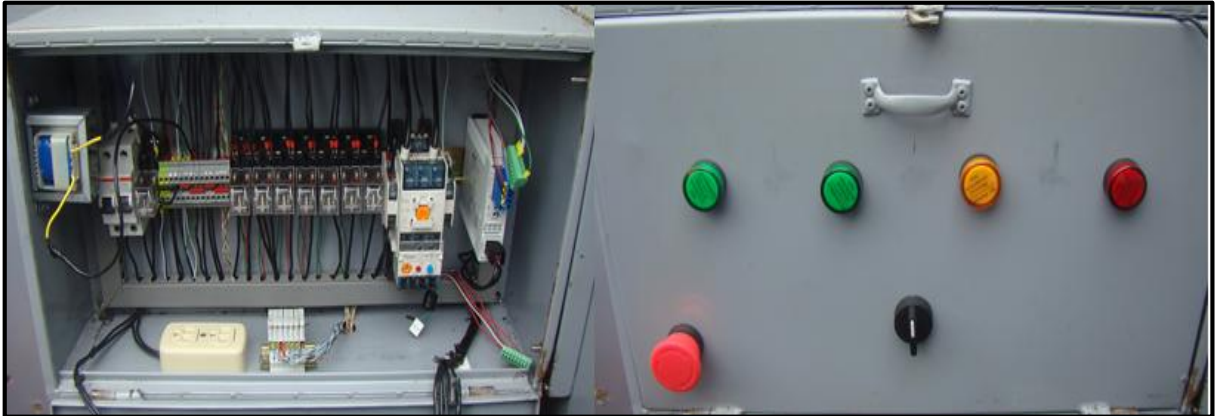


Se emplea el software TS-WIN figura 19, para realizar el programa de control que se carga al PLC y trabaja a las condiciones que se ha dado de acuerdo a la activación requerida para cada electroválvula. El PLC se alimenta de una fuente de 5V. Se puede apreciar la hoja técnica del PLC y la simulación en el Anexo 11.

Todo el sistema de control tiene como su principal componente el PLC el cual controla los actuadores en este caso la bomba y las electroválvulas; además consta con las debidas protecciones que me permiten tener una instalación eléctrica completamente segura ante cualquier contingencia.

Dentro de las protecciones para el encendido y apagado de la bomba, activación de electroválvulas, PLC y pantalla tenemos relés térmicos, interruptores, breakers, un selector, luces piloto y un paro de emergencia, que se visualizan en el Anexo 12.

**Figura 19.** Sistema de control de las electroválvulas y la bomba



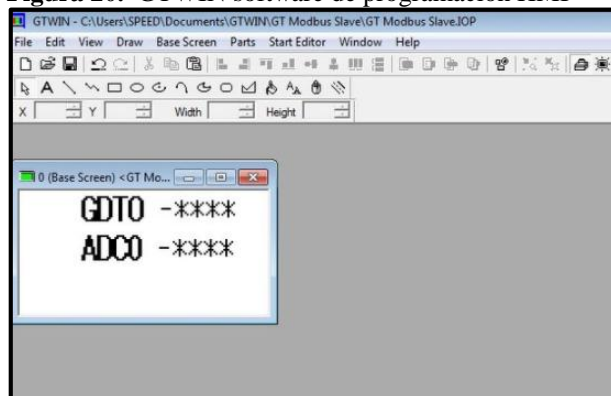
### Selección del HMI

En base a los requerimientos de las variables a manejar y los parámetros de funcionamiento del sistema de automatización se procede a elegir la interfaz hombre-máquina acorde a los siguientes parámetros:

- Compatibilidad PLC-HMI
- Practico y sencillo para el manejo del operador
- Protocolo de comunicación inalámbrica para la transferencia de datos de PLC-HMI

El HMI está determinada por una pantalla monocromática de la marca Panasonic de 24V-RS232 que está instalada en el cuarto de máquinas de donde se controlara inalámbricamente el riego, en la misma el encargado introducirá los tiempos de riego por parcela la cual efectuara su activación en ese intervalo y se desactivara, la programación se realizó en el software GTWIN el mismo que nos permitió crear una pantalla diseñada para la serie GT y descargarlas en un panel táctil. GTWIN contiene además una gran cantidad de objetos predefinidos que me facilitaron el diseño rápido y sencillo, entre los cuales se emplearon, interruptores, indicadores luminosos, teclados.

**Figura 20.** GTWIN software de programación HMI



La interface permite la interacción del operador con el sistema, donde se introduce los valores

deseados para que el sistema actúe de forma eficiente, la programación y configuración de la pantalla se puede apreciar en el Anexo 13.

**Figura 21.** Pantalla HMI instalada



### **Selección de radios y antenas**

Para la comunicación inalámbrica se empleó los radios de comunicación XBEE y estos a las antenas de alta ganancia, estos módulos utilizan el protocolo de red llamado IEEE 802.15.4 y crea redes FAST POINT-TO-MULTIPOINT (punto a multipunto); o para redes PEER-TO-PEER (punto a punto).

Se consideró esta comunicación con estos elementos ya que requieren de un alto tráfico de datos, baja latencia y una sincronización de comunicación predecible la hoja técnica de los radios de comunicación y la programación se la puede apreciar en los planos del Anexo 14.

**Figura 22.** Antena de alta ganancia



Permiten la conexión del interfaz, transmiten datos del control de los diferentes dispositivos

del punto de control a un punto de mando que se encuentran a una distancia considerable.

## **11. IMPACTOS**

Dentro de los efectos que produjo la ejecución del presente proyecto investigación se describen a continuación los siguientes impactos:

### **Impacto Ambiental**

El proyecto ha sido diseñado para generar impactos ambientales positivos en la etapa de ejecución, ya que se enfocó directamente en mejorar la eficiencia con respecto al uso del agua de regadío permitiendo tener una correcta distribución del agua que llega al reservorio y disminuir el consumo energético de las bombas que impulsan el agua para su llenado, las mismas que están ubicadas en la zona de administración siendo alrededor de 500 metros desde la succión con respecto a la descarga.

### **Impacto Social**

El impacto social radica en la propia concepción de los beneficios reportados a la comunidad educativa y de producción dentro del CEYPSA, ya que el riego adecuado de las parcelas conlleva a mejorar la alimentación de las unidades bobinas y otras especies animales.

## **12. PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTAR LA PROPUESTA DEL PROYECTO**

El desarrollo de este proyecto comprende gastos de implementación que evidencian el trabajo realizado de automatización del sistema de riego los mismos que se describen a continuación:

### **Costos directos**

El costo total directo considera los materiales, elementos y equipos utilizados en la implementación del sistema en total.

### **Equipos y materiales directos**

Se denomina materiales directos a los dispositivos o componentes que conforman el sistema automático. Los costos de materiales se presentan en la Tabla

### Costo de elementos normalizados

Son aquellos que son de libre comercialización en el mercado y no necesitan ser alterados para su uso. Los costos de los elementos se muestran en la Tablas 18, 19, 20 y 21.

**Tabla 17.** Descripción de los sistemas instalados

<b>CANTIDAD</b>	<b>MATERIAL</b>
<b>1</b>	Sistema Hidráulico
<b>1</b>	Sistema de Control y Automatización
<b>1</b>	Sistema de Bombeo
<b>1</b>	Sistema de Comunicación

El desarrollo del proyecto está conformado por los sistemas mencionados, los que comprenden una serie de elementos, materiales que se describen a detalle a continuación

**Tabla 18.** Costo del sistema hidráulico

<b>CANTIDAD</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>VALOR UNITARIO (USD)</b>	<b>VALOR TOTAL (USD)</b>
1	Tubería de conducción PVC de 63 mm y accesorios.	341,03	341,03
<b>SUBTOTAL (USD)</b>			341,03

Contempla la readecuación de una sección de la parcela uno, donde se redistribuyo el sistema de riego desde el ducto principal para una secundaria, con la tubería mencionada y una serie de accesorios.

**Tabla 19.** Costo del sistema de control y automatización

<b>CANTIDAD</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>VALOR UNITARIO (USD)</b>	<b>VALOR TOTAL (USD)</b>
1	PLC 8 entradas 6 salidas de relé, puerto rs232 y rs485 con protocolo Modbus	245	245
1	Pantalla monocromática más cables de programación y de comunicación	200	200
1	Fuente de voltaje para PLC y pantalla	15	15
1	Breaker de 40a y relé térmico más accesorios	25	25

**Tabla 19.** Costo del sistema de control y automatización, continuación.

7	Electroválvulas de 2" 24v AC	103,2	722,4
3	Carretes de cable de conexión - electroválvulas	70	210
400 metros	Manguera de PE de 3/4"	0,23	92
<b>SUBTOTAL (USD)</b>			1 509,4

Los dispositivos están empleados en control y automatización

**Tabla 20.** Costo del sistema de bombeo

<b>CANTIDAD</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>VALOR UNITARIO (USD)</b>	<b>VALOR TOTAL (USD)</b>
1	Bomba eléctrica EVANS de 3 hp y accesorios	717,51	717,51
1	Succión en manguera de 2" y accesorios	15,77	15,77
1	Descarga en tubería de 1/2 " y accesorios	70,12	70,12
1	Caceta para la bomba	200	200
<b>SUBTOTAL (USD)</b>			1 003,4

Este sistema contempla la bomba, un manómetro, un regulador de aire y accesorios de succión, descarga que garantizan el buen funcionamiento del mismo.

**Tabla 21.** Costo del sistema de comunicación.

<b>CANTIDAD</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>VALOR UNITARIO (USD)</b>	<b>VALOR TOTAL (USD)</b>
3	Radios XZBEE 2,4 GHZ y Antenas De Alta Ganancia	65	195
<b>SUBTOTAL (USD)</b>			195

Este costo percibe las antenas y sus radios de comunicación, con múltiples accesorios que dan seguridad y buena recepción de la comunicación.

### **Costo de mano de obra**

Para determinar este valor se multiplica el número de horas que se emplea en implementar todo el sistema y el respectivo análisis que este conlleva.

**Tabla 22.** Costo de mano de obra

<b>OPERADOR</b>	<b>TIEMPO (HORAS)</b>	<b>VALOR UNITARIO (USD)</b>	<b>VALOR TOTAL (USD)</b>
2 personas	100	2,00	200
<b>SUBTOTAL (USD)</b>			200

El precio de mano de obra estipula la instalación hidráulica, bombeo y de control consideramos las horas de trabajo por día y no estipula el precio de obra civil.

### **Costo de transporte**

Este valor representa la movilización al sitio de desarrollo del proyecto y la compra de materiales. Estos valores se muestran en la Tabla 23.

**Tabla 23.** Costo de transporte

<b>CANTIDAD</b>	<b>ESPECIFICACIÓN</b>	<b>VALOR (USD)</b>
1	Transporte de movilización al sitio	60
1	Transporte para la compra de materiales	100
<b>SUBTOTAL (USD)</b>		160

### **Costo total directo**

En la Tabla 24, se muestra la cantidad total del costo directo.

**Tabla 24.** Costo total directo

<b>SUBCOSTOS</b>	<b>VALOR (USD)</b>
SISTEMA HIDRÁULICO	341,03
SISTEMA DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN	1 509,4
SISTEMA DE BOMBEO	1 003,4
SISTEMA DE COMUNICACIÓN	195
COSTO DE MANO DE OBRA	200
COSTO DE TRANSPORTE	160
<b>SUBTOTAL (USD)</b>	3 408,83

Contempla todos los costos mencionados en detalle, para tener un subtotal de 3408,83 de costos directos.

### **Costo Indirecto**

Para determinar el costo total indirecto consideramos los costos parciales de materiales indirectos, costos de ingeniería, gastos imprevistos y materiales de oficina.

### Costo de materiales indirectos

Los costos de materiales indirectos se muestran en la Tabla 25.

**Tabla 25.** Costo de materiales indirectos

<b>CANTIDAD</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>VALOR UNITARIO (USD)</b>	<b>VALOR TOTAL (USD)</b>
2 libras	Alambre	2	6
1 unidad	Sierra	5	5
20 unidades	Auto perforantes	0,15	5
2 metros	Canaletas para cable	1	2
10 unidad	Cajetines Rectangulares	1	10
N/A	Varios	20	20
<b>SUBTOTAL (USD)</b>	46		

Estos gastos incluyen materiales y elementos que no son de realce, estos son accesorios adicionales en la implementación, pero están considerados como gastos menores.

### Costo de ingeniería

El costo de ingeniería corresponde al tiempo que el grupo investigativo ha dedicado para el diseñar y seleccionar los elementos del sistema. Este valor se muestra en la tabla.

**Tabla 26.** Costo de ingeniería

<b>CANTIDAD</b>	<b>TIEMPO (HORAS)</b>	<b>VALOR UNITARIO (USD)</b>	<b>VALOR TOTAL (USD)</b>
1 persona	20	10	200
<b>SUBTOTAL (USD)</b>			200

Este costo constituye por la intervención de los conocimientos en base a selección y diseño del sistema de riego.

### Gastos imprevistos

Este valor está considerado como el 5% de los costos directos. Por lo tanto el valor de gastos imprevistos es: **172,94 USD**

### Costo de materiales de oficina

Los costos de materiales de oficina se muestran en la Tabla

**Tabla 27.** Costo de materiales de oficina

<b>MATERIAL</b>	<b>VALOR (USD) </b>
Impresiones y anillados	40
Internet y consultas	10
Varios	10
<b>SUBTOTAL (USD)</b>	<b>60</b>

Enmarca el costo por impresiones y uso del internet en su mayoría y en cierto porcentaje gastos mínimos que se consideran como varios.

### **Costo total indirecto**

En la Tabla 28, se muestra la cantidad total del costo indirecto.

**Tabla 28.** Costo total indirecto

<b>SUBCOSTOS</b>	<b>VALOR (USD) </b>
COSTO DE MATERIALES INDIRECTOS	40
COSTO DE INGENIERÍA	200
GASTOS IMPREVISTOS	172,94
COSTO DE MATERIALES DE OFICINA	60
<b>SUBTOTAL (USD)</b>	<b>472,94</b>

Contempla todos los costos mencionados en detalle, para tener un subtotal de 472,94 de costos indirectos.

### **Costo Total del Sistema**

El costo total del sistema es el resultado de la adición de los costos directos con los costos indirectos, esto se muestra en la Tabla 29.

**Tabla 29.** Costo total del sistema

<b>COMPONENTES DEL COSTO TOTAL</b>	<b>VALOR (USD) </b>
COSTO DIRECTO	3 408,83
COSTO INDIRECTO	472,94
<b>TOTAL (USD)</b>	<b>3 881,77</b>

De la suma de los costos directo e indirecto es el precio total por materiales, elementos y mano de obra que intervinieron en la automatización del sistema de riego. El costo total obtenido para la instalación de todo el sistema es de 3 881,77 dólares.

### Cálculo del TIR y VAN

A continuación se describe la tasa de rentabilidad a partir del presupuesto empleado en la inversión y el costo de producción de la alfalfa en el CEYPSA.

**Tabla 30.** Cálculo del VAN

	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
<b>Flujo de caja neto</b>	4 000	4 000	4 000
<b>VAN</b>	3 571,43	3 188,78	2 847,12

En resumen a partir de la tabla anterior se obtiene un valor actual neto:

$$\text{VAN} = \mathbf{13\ 607,33}$$

Además se incluye el cálculo de la tasa interna de retorno por lo que se puede determinar que el proyecto se recuperara

**Tabla 31.** Cálculo del TIR

<b>INV. INICIAL</b>	<b>- 4 000,00</b>
<b>AÑO 1</b>	3 571,43
<b>AÑO 2</b>	3 188,78
<b>AÑO 3</b>	2 847,12
<b>TIR</b>	64%

En base a los datos analizados se obtiene una tasa interna de retorno del 64 % lo que nos dice que en tres años la inversión total realizada se recuperara mediante el incremento de la eficiencia en el riego. El costo total del sistema automatizado es de 4 000,00 USD, del cual la rentabilidad establece una producción por cosecha de 144kg de alfalfa por día, a un costo de 5,5\$ por 36,28 kg siendo un ingreso anual de 8 000\$.

### 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### CONCLUSIONES

Se ha implementado la automatización para el sistema de agua de riego del Centro Experimental y de Producción Salache para corregir los problemas de baja presión en la parcela uno y el excesivo desperdicio de agua por el inadecuado manejo del sistema en las parcelas restantes.

El sistema instalado requiere caudal de 0,014051442 m<sup>3</sup>/s para la primera parcela, caudal de 0,004845325 m<sup>3</sup>/s para la segunda parcela, caudal de 0,002422662 m<sup>3</sup>/s para la tercera parcela, caudal de 0,003633994 m<sup>3</sup>/s para la cuarta parcela, caudal de 0,006056656 m<sup>3</sup>/s para la parcela cinco, para un adecuado funcionamiento del aspersor, estos resultados son partir del caudal establecido en la Tabla 11 , del aspersor Senninger 3023 doble boquilla a 30 PSI : 206,843 KPa presión mínima de funcionamiento.

En la parcela uno mediante la modelación, cálculo y mediciones se determinó la escasa presión y caudal para el riego por la insuficiente altura con respecto al tanque reservorio, para solventar este déficit se construyó la readecuación de 80 metros de tubería de 63mm de PVC, desde el conducto principal proporcionando así de caudal y presión necesaria para el riego a la mitad de la parcela involucrada a partir de la selección de elementos y materiales.

A la parcela afectada se proporcionó el caudal y presión mediante la implementación de un sistema de bombeo, para un caudal necesario de 3,876 L/s a una presión mínima de funcionamiento de 30 PSI, 206,843 KPa y una altura total de 214 m.c.a. con el cálculo previo acorde a la tubería instalada de 50mm se determinó la curva de funcionamiento y selección de la bomba a una de 3 HP - 2237,1Watts, satisfaciendo el caudal y presión necesaria para el riego.

La distribución del caudal es de forma adecuada y mejorada desde la implementación de la automatización, con un PLC que permite la interacción y control de la bomba, comunicación inalámbrica para un HMI y las electroválvulas sectorizando las parcelas, determinado el riego para cada una de ellas, con un control minucioso con respecto al desperdicio del agua del tanque de reserva.

El costo total del sistema automatizado es de 4000,00 USD, del cual la rentabilidad se establece la producción por cosecha de 144kg de alfalfa por día, a un costo de 36,28 kg es

5,5\$ con un ingreso anual de 8000\$, la inversión total del proyecto según el TIR y el VAN se proyecta a recuperar la inversión en tres años.

### **RECOMENDACIONES**

Para mejorar la distribución del agua de riego se sugiere colocar sensores de humedad en cada parcela ya que de esta manera se tendrá un mejor control de la cantidad de agua requerida en el suelo.

Para determinar el incremento de la producción se sugiere realizar un análisis del impacto productivo que tendrá el sistema automatizado de riego en un año como mínimo.

Realizar una reingeniería sobre toda la red de distribución hidráulica instalada, debido a los diversos errores que presenta su diseño motivo por el cual no existe una correcta distribución del agua de riego.

Realizar el diseño y construcción de una red eléctrica que llegue hasta el reservorio de agua y permita energizar el sistema automático instalado para evitar el uso de un generador eléctrico que funciona a base de combustible.

## 14. BIBLIOGRAFÍA

- UAEH. (2012). *Tipos mas usuales de investigación*. Obtenido de [https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P\\_Presentaciones/prepa3/tipos\\_investigacion.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/prepa3/tipos_investigacion.pdf)
- Acevedo, N. (2014). *Fisica de Fluidos y termodinamica*. Obtenido de Fisica de Fluidos y termodinamica: <https://acevedonelson.wordpress.com/acerca-de/segundo-corte/hidrodinamica/>
- Altec. (Enero de 2014). *Alta Tecnología de Vanguardia*. Recuperado el Marzo de 2017, de Alta Tecnología de Vanguardia: <http://www.altecdust.com/soporte-tecnico/que-son-las-electrovalvulas>
- Antonio Ruiz Corrales, J. M. (2010). *Automatización y telecontrol de sistema de riego*. España: Marcombo.
- Ariel, G. (2012). *ORT Argentina*. Obtenido de Sistemas automáticos: <http://campus.belgrano.ort.edu.ar/educaciontecnologica/articulo/164450/lazo-abierto-lazo-cerrado>
- Asco. (12 de Abril de 2016). *Emerson*. Recuperado el 2017, de [https://www.asconumatics.eu/images/site/upload/\\_es/pdf1/00005es.pdf](https://www.asconumatics.eu/images/site/upload/_es/pdf1/00005es.pdf)
- Baños, S. P. (2014). Evaluación del recurso hídrico en la eficiencia de los cultivos., (pág. 160). Quito-Ecuador.
- Bastidas, J. (28 de Abril de 2016). (M. Cunalata, Entrevistador)
- Bello, M., & Pino, M. (2000). Medicion de Presión y Caudal. *INIA*, 20.
- Bentley. (2017). *Watercad*. Obtenido de Software de análisis y modelado de sistemas de distribución de agua: <https://www.bentley.com/es/pruducs/produccion-linea/hydraulix-and-hydrology-software/watercad>
- Berlin, J. D. (2010). *Cosechadoras de forrajes, Manuales para educación agropecuaria*. Pag.34. México.
- Bricoelige. (2010). *Manguera eléctrica normal negra*. Obtenido de <https://bricoelige.com/es/manguera-negra-rv-k-4517>
- Céspedes, J. (2014). *Bio Tics 9A*. Recuperado el 2017, de Bio Tics 9A: <http://bloggeandoiemgp.blogspot.com/2014/09/ventajas-de-lazo-cerrado-ventajas-de.html>
- CFEC S.L. (1999). Tubería de Polietileno. Obtenido de <http://www.fundicionductilmolina.com/CFEC/index.htm>
- Civiagro. (2009). *Sistemas de riego*. Obtenido de [www.civiagro.blogspot.com](http://www.civiagro.blogspot.com)
- Coinmocolina. (2013). *Reservorios y Desarenadores*. Obtenido de [coinmocolina.com/wpress/?portfolio=reservorios-y-desarenador-lotizacion-rancho-hermoso-3](http://coinmocolina.com/wpress/?portfolio=reservorios-y-desarenador-lotizacion-rancho-hermoso-3)

- Conceptos basicos. (2011). *Concepto.de*. Obtenido de <http://concepto.de/volumen/>
- EcuRed. (2011). *Biblioteca Virtual Ecu Red*. Obtenido de Ecu Red:  
<https://www.ecured.cu/Aspersor>
- Electrónica Unicrom. (2016). *Conductores eléctricos - alambres, cables*. Obtenido de  
<http://unicrom.com/conductores-electricos/>
- Ena, R. C. (1 de Julio de 2008). *Métodos y técnicas de investigación*. Obtenido de  
<https://www.gestiopolis.com/metodos-y-tecnicas-de-investigacion/>
- Equipo de redacción, Revista educativa . (28 de Noviembre de 2016). *Mas tipos de*. Obtenido de <http://www.mastiposde.com/metodologias.html>
- Exa Unicen. (2011). *Software lenguaje LD y IL*. Obtenido de  
<http://www.exa.unicen.edu.ar/catedras/tldcaut/Software%20Lenguajes%20LD%20y%20IL.pdf>
- Ferrer, J. (2010). *Conceptos básicos de la metodología de la investigación*. Obtenido de  
<http://metodologia02.blogspot.com/p/operacionalizacion-de-variables.html>
- Galan, M. (s.f.). *Metodología de la investigación*. Obtenido de Guía metodológica para diseños de investigación: <http://manuelgalan.blogspot.com/p/guia-metodologica-para-investigacion.html>
- Garcia Moreno, E. (2001). *Automatización de procesos industriales*. México: Alfaomega.
- General, M. (2014). *Conceptodefinición.de*. Obtenido de <http://conceptodefinicion.de/metodo-cientifico/>
- Grupo Tuyper. (2011). *Tubería PE*. Obtenido de [www.tuyper.es/hopencms/export/cites](http://www.tuyper.es/hopencms/export/cites)  
<https://encryptedtbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQhgI5CkWu2Q26RsVearM8PFRD NLL3bUSHJxPSVxos5hahItO2A>. (s.f.).  
<https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/90896/D-65796.pdf>. (s.f.).
- Hunter. (2016). *Sistemas Decodificadores*. Obtenido de Hunter:  
[https://www.hunterindustries.com/sites/default/files/DG\\_DecoderDesignGuide\\_sp.pdf](https://www.hunterindustries.com/sites/default/files/DG_DecoderDesignGuide_sp.pdf)
- Juan Enciso, D. P. (2005). *Sistema Universitario Texas*. Obtenido de Uso de sensores de humedad del suelo para aficientizar el riego:  
[http://oaktrust.library.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/87470/pdf\\_2437.pdf](http://oaktrust.library.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/87470/pdf_2437.pdf)
- Juan M. Enciso, D. P. (2005). *Cooperativa Extension de Texas*. Obtenido de Sensores de humedad del suelo:  
[http://oaktrust.library.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/87470/pdf\\_2437.pdf](http://oaktrust.library.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/87470/pdf_2437.pdf)
- Lexicoon. (s.f.). *Diccionario*. Obtenido de Electrovalvula:  
<http://lexicoon.org/es/electrovalvula>
- LOGO. (2010). *Autómata programable*.
- Masferrer, L. R. (s.f.). Análisis y diseño de volantes de inercia de materiales compuestos .

- Matamoros, H. (2012). *Controladores Lógicos Programables*. México: Editorial FENIX.
- Mattarollo, Y. (2014). *Altec*. Obtenido de Altec: <http://www.altecdust.com/blog/item/32-como-funcionan-las-electrovalvulas-o-valvulas-solenoides-de-uso-general>
- Medina, R. (2014). *Lenguajes de programación*. Obtenido de <http://ramonmedina.name/files/universidad/plc/plc0006.pdf>
- Metodología del diseño aplicada a la obtención de una máquina agrícola cortadora de avena forrajera. 8º Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica. Perú. 2007. (s.f.)*
- Mott, R. (2006). *Mecánica de Fluidos*. México: Pearson Education.
- Mundo, I. (2014). *Ingeniería control clásico*. Obtenido de [tecingeneriaclassico.blogspot.com/p/comceptos-basicos-de-ingenieria-de.html](http://tecingeneriaclassico.blogspot.com/p/comceptos-basicos-de-ingenieria-de.html)
- Nergiza. (2016). *Logo de Siemens*. Obtenido de <https://nergiza.com/logo-de-siemens-todo-lo-que-tienes-que-saber/>
- Padilla, J. M. (2015). *Tubería, Conceptos y fundamentos técnicos*. Madrid.
- PCE Instruments. (2017). *Sensores*. Obtenido de [https://www.pce-instruments.com/espanol/sistemas-regulacion-control/sensorica/sensor-humedad-kat\\_158678\\_1.htm](https://www.pce-instruments.com/espanol/sistemas-regulacion-control/sensorica/sensor-humedad-kat_158678_1.htm)
- Rodriguez, P. A. (2014). *Bomba de Agua*. Obtenido de [http://perso.wanadoo.es/losolmostecno/Fuente/bomba\\_de\\_agua.htm](http://perso.wanadoo.es/losolmostecno/Fuente/bomba_de_agua.htm)
- Román, I. W. (2016). Desarrollo productivo CEYPSA. (J. Guanoluiza, Entrevistador)
- Sena Virtual Distrito capital. (2005). *Lenguajes de Programación*.
- Senninger. (2016). Catálogo línea de aspersion. 41.
- Tigre Ecuador S.A. . (2011). *Catalogo de Productos*. Obtenido de <http://www.msierraferreteros.com/assets/tigre.pdf>
- Tigre tubos y conexiones . (2014). Catálogo de productos . 7.
- Torijos, M. (2016). *Automatización*. Obtenido de <http://mildyauto.blogspot.com/>
- Torres, F. (2011). *Automatización* . Obtenido de Introducción a la automatización y control: [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/18432/1/Tema%201\\_Introduccion.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/18432/1/Tema%201_Introduccion.pdf)
- Traxco. (01 de Noviembre de 2015). *Traxco*. Recuperado el 2017, de Componentes para sistemas de riego Pivot: <http://www.traxco.es/blog/tecnologia-del-riego/valvulas-hidraulicas>
- Twido. (2007). *Guia de programación*. Obtenido de Lenguaje ladder: [http://www.iesdonbosco.com/data/electricidad/twido\\_guia\\_de\\_programacion.pdf](http://www.iesdonbosco.com/data/electricidad/twido_guia_de_programacion.pdf)
- UNESCO. (1997). *Clasificación Internacional Normalizada de la Educación CINE Área Sub Área Programas*.
- UNESCO. (2013). *Campos de la educación y capacitación*. Montreal: Instituto de

estadísticas de la UNESCO.

Universidad de Sevilla. (2012). *Agroforestal*. Obtenido de [ocwus.us.es/ingeniería-agroforestal/hidráulica-y-riegos](http://ocwus.us.es/ingeniería-agroforestal/hidráulica-y-riegos)

Universidad de Valencia. (2013). *Sistemas Industriales Distribuidos*. Obtenido de Redes de comunicación industriales : [www.uv.es/rosado/courses/sid/Capitulo3\\_rev0.pdf](http://www.uv.es/rosado/courses/sid/Capitulo3_rev0.pdf)

UTC – Administración del CEYPSA. (2015). *Reestructuración y mejoramiento del sistema lechero, bodega de herramientas y taller de maquinaria agrícola del CEYPSA*.

Vaez, M. R. (2013). *Diseño y construcción de un sistema de riego por aspersión*. Riobamba.

Valdez Castro, E. (2014). *Tecnologías de información que contribuyen con las prácticas*. Cali, Colombia: Green IT.

Velarde, F. G.-A. (2015). *Operaciones básicas para el mantenimiento de jardines, parques y zonas verdes*. Madrid: Paraninfo, S.A.

VentaGeneradores.net. (26 de Febrero de 2016). Guía Bombas de agua. 2. Obtenido de <http://www.ventageneradores.net/blog/guia-bombas-agua-como-elegir-motobomba-usos-aplicaciones/>

Vidósola, E. (2012). *Soltex Chile S.A*. Obtenido de Actuadores: <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/actuadores.pdf>

## 15. ANEXOS

# ANEXOS

## **AUTORES**

### **CURRICULUM VITAE**

#### **DATOS INFORMATIVOS**

NOMBRES : JESSICA YADIRA  
APELLIDOS : GUANOLUISA TARCO  
ESTADO CIVIL : SOLTERA  
EDAD : 23 AÑOS  
PROVINCIA : COTOPAXI  
CANTÓN : LATACUNGA  
PARROQUIA : IGNACIO FLORES  
TELÉFONO : 032250250  
MÓVIL : 09957064591  
CÉDULA DE IDENTIDAD : 0504153925  
E-MAIL : jessica.guanoluisa5@utc.edu.ec



#### **ESTUDIOS PRIMARIOS**

ESCUELA : FISCAL MIXTA ONCE DE NOVIEMBRE  
PROVINCIA : COTOPAXI  
CANTÓN : LATACUNGA

#### **ESTUDIOS SECUNDARIOS**

COLEGIO : UNIDAD EDUCATIVA VICTORIA VÁSCONEZ CUVI  
BACHILLER : EN CIENCIAS  
ESPECIALIDAD : FISICO MATEMATICO  
PROVINCIA : COTOPAXI  
CANTÓN : LATACUNGA

#### **ESTUDIOS SUPERIORES**

UNIVERSIDAD : UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
CARRERA : INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA  
PROVINCIA : COTOPAXI  
CANTÓN : LATACUNGA

### **DATOS INFORMATIVOS**

NOMBRES : LIMBER ISRAEL  
APELLIDOS : TOCTAGUANO MONTAGUANO  
ESTADO CIVIL : SOLTERO  
EDAD : 24 AÑOS  
PROVINCIA : COTOPAXI  
CANTÓN : LATACUNGA  
PARROQUIA : TANICUCHI  
TELÉFONO : 032701377  
MÓVIL : 0998921461  
CÉDULA DE IDENTIDAD : 0503996589  
E-MAIL : limber.toctaguano9@utc.edu.ec



### **ESTUDIOS PRIMARIOS**

ESCUELA : BATALLA DE PANUPALI  
PROVINCIA : COTOPAXI  
CANTÓN : LATACUNGA

### **ESTUDIOS SECUNDARIOS**

COLEGIO : UNIDAD EDUCATIVA VICENTE LEÓN  
BACHILLER : EN CIENCIAS  
ESPECIALIDAD : FISICO MATEMATICO  
PROVINCIA : COTOPAXI  
CANTÓN : LATACUNGA

### **ESTUDIOS SUPERIORES**

UNIVERSIDAD : UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
PROVINCIA : COTOPAXI  
CANTÓN : LATACUNGA

## ESPECIFICACIONES PARA TUBERÍAS PVC (U)

Cálculo de las pérdidas de carga en base a tuberías de menor presión por cada diámetro, según la fórmula de Hazen – Williams.

D. Nominal (mm)		20		25		32		40		50		63	
Caudal		Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V
lps	gpm												
0,01	0,2	0,02	0,04										
0,02	0,3	0,07	0,08	0,02	0,05								
0,04	0,6	0,25	0,16	0,07	0,10								
0,06	1,0	0,53	0,25	0,16	0,15								
0,08	1,3	0,90	0,33	0,27	0,20								
0,10	1,6	1,36	0,41	0,40	0,25								
0,20	3,2	4,90	0,82	1,45	0,50	0,39	0,29						
0,30	4,8	10,39	1,23	3,07	0,75	0,83	0,44						
0,40	6,3	17,70	1,64	5,24	1,00	1,41	0,58						
0,50	7,9	26,75	2,06	7,92	1,25	2,13	0,73	0,66	0,45				
0,60	9,5	37,50	2,47	11,10	1,50	2,98	0,87	0,93	0,54				
0,70	11,1	49,89	2,88	14,76	1,74	3,97	1,02	1,24	0,63				
0,80	12,7			18,90	1,99	5,08	1,16	1,58	0,72				
0,90	14,3			23,51	2,24	6,32	1,31	1,97	0,81	0,64	0,51		
1,00	15,9			28,58	2,49	7,68	1,45	2,40	0,90	0,78	0,57		
1,20	19,0			40,06	2,99	10,76	1,74	3,36	1,08	1,09	0,68		
1,40	22,2					14,32	2,03	4,47	1,26	1,45	0,79	0,46	0,50
1,60	25,4					18,34	2,33	5,72	1,44	1,85	0,91	0,59	0,57
1,80	28,5					22,81	2,62	7,11	1,62	2,30	1,02	0,73	0,64
2,00	31,7					27,72	2,91	8,65	1,80	2,80	1,13	0,89	0,71
2,20	34,9							10,32	1,98	3,34	1,25	1,06	0,78
2,40	38,0							12,12	2,16	3,92	1,36	1,24	0,85
2,60	41,2							14,06	2,34	4,55	1,47	1,44	0,92
2,80	44,4							16,13	2,52	5,22	1,59	1,66	0,99
3,00	47,6							18,32	2,70	5,93	1,70	1,88	1,06
3,25	51,5									6,88	1,84	2,18	1,15
3,50	55,5									7,89	1,98	2,50	1,24
3,75	59,4									8,97	2,13	2,84	1,33
4,00	63,4									10,10	2,27	3,21	1,41
4,25	67,4									11,31	2,41	3,59	1,50
4,50	71,3									12,57	2,55	3,99	1,59
4,75	75,3									13,89	2,69	4,41	1,68
5,00	79,3											4,85	1,77
5,25	83,2											5,30	1,86
5,50	87,2											5,78	1,95
5,75	91,1											6,28	2,03
6,00	95,1											6,79	2,12
6,25	99,1											7,33	2,21
6,50	103,0											7,88	2,30
6,75	107,0											8,45	2,39
7,00	111,0											9,04	2,48
7,25	114,9											9,64	2,56





PARCELA 5



PARCELA 4



PARCELA 3



PARCELA 2

**ANEXO 3. RESULTADOS A PARTIR DE LA MODELACIÓN - TUBERÍAS PARCELA UNO**

<b>ID</b>	<b>Label</b>	<b>Length (Scaled) (m)</b>	<b>Start Node</b>	<b>Stop Node</b>	<b>Diameter (mm)</b>	<b>Material</b>	<b>Hazen-Williams C</b>	<b>Flow (L/s)</b>	<b>Velocity (m/s)</b>	<b>Headloss Gradient (m/m)</b>	<b>Length (User Defined) (m)</b>
121	T2	18	J-6	J-7	50,8	PVC	150	13,81	6,81	0,72	17
122	T3	20	J-7	J-8	50,8	PVC	150	9,45	4,66	0,356	18
123	T4	20	J-8	J-9	50,8	PVC	150	4,85	2,39	0,103	18
124	T5	9	J-9	J-10	50,8	PVC	150	4,60	2,27	0,094	7
125	T6	13	J-10	J-16	50,8	PVC	150	4,36	2,15	0,085	11
126	T7	9	J-16	J-17	50,8	PVC	150	4,12	2,03	0,077	8
127	T8	10	J-17	J-23	50,8	PVC	150	3,88	1,91	0,068	9
128	T9	11	J-23	J-24	50,8	PVC	150	3,63	1,79	0,061	10
129	T10	10	J-24	J-32	50,8	PVC	150	3,39	1,67	0,053	9
130	T11	11	J-32	J-33	50,8	PVC	150	3,15	1,55	0,047	10
131	T12	9	J-33	J-40	50,8	PVC	150	2,91	1,43	0,04	8
132	T13	9	J-40	J-41	50,8	PVC	150	2,66	1,31	0,034	8
133	T14	9	J-41	J-47	50,8	PVC	150	2,42	1,2	0,029	8
134	T15	9	J-47	J-48	50,8	PVC	150	2,18	1,08	0,024	9
135	T16	13	J-48	J-50	50,8	PVC	150	1,94	0,96	0,019	12
136	T17	9	J-50	J-51	50,8	PVC	150	1,70	0,84	0,015	8
137	T18	9	J-51	J-52	50,8	PVC	150	1,45	0,72	0,011	8
138	T19	10	J-52	J-57	50,8	PVC	150	1,21	0,6	0,008	9
139	T20	9	J-57	J-60	50,8	PVC	150	0,48	0,24	0,001	8
140	T21	17	J-60	J-63	50,8	PVC	150	0,24	0,12	0	15
141	T22	12	J-57	J-59	50,8	PVC	150	0,48	0,24	0,001	11
142	T23	9	J-59	J-58	50,8	PVC	150	0,24	0,12	0	8

144	T24	11	J-8	J-11	50,8	PVC	150	4,36	2,15	0,085	10
145	T25	9	J-11	J-15	50,8	PVC	150	4,12	2,03	0,077	8
146	T26	9	J-15	J-18	50,8	PVC	150	3,88	1,91	0,068	8
147	T27	12	J-18	J-22	50,8	PVC	150	3,63	1,79	0,061	10
148	T28	9	J-22	J-25	50,8	PVC	150	3,39	1,67	0,053	8
149	T29	9	J-25	J-31	50,8	PVC	150	3,15	1,55	0,047	9
150	T30	12	J-31	J-34	50,8	PVC	150	2,91	1,43	0,04	11
151	T31	8	J-34	J-39	50,8	PVC	150	2,66	1,31	0,034	7
152	T32	11	J-39	J-42	50,8	PVC	150	2,42	1,2	0,029	10
153	T33	11	J-42	J-46	50,8	PVC	150	2,18	1,08	0,024	10
154	T34	9	J-46	J-49	50,8	PVC	150	1,94	0,96	0,019	8
155	T35	31	J-49	J-55	50,8	PVC	150	1,70	0,84	0,015	28
156	T36	9	J-55	J-56	50,8	PVC	150	1,45	0,72	0,011	8
157	T37	9	J-56	J-61	50,8	PVC	150	1,21	0,6	0,008	8
158	T38	10	J-61	J-62	50,8	PVC	150	0,97	0,48	0,005	9
159	T39	26	J-62	J-64	50,8	PVC	150	0,73	0,36	0,003	23
160	T40	7	J-64	J-65	50,8	PVC	150	0,48	0,24	0,001	6
161	T41	12	J-65	J-66	50,8	PVC	150	0,24	0,12	0	11
162	T42	10	J-7	J-12	50,8	PVC	150	2,18	1,08	0,024	9
163	T43	10	J-12	J-14	50,8	PVC	150	1,94	0,96	0,019	9
165	T46	11	J-21	J-26	50,8	PVC	150	1,21	0,6	0,008	10
168	T47	10	J-26	J-30	50,8	PVC	150	0,97	0,48	0,005	9
169	T48	10	J-30	J-35	50,8	PVC	150	0,73	0,36	0,003	9
170	T49	9	J-35	J-38	50,8	PVC	150	0,48	0,24	0,001	8
171	T50	16	J-38	J-45	50,8	PVC	150	0,24	0,12	0	14
172	T51	21	J-7	J-13	50,8	PVC	150	1,94	0,96	0,019	19

173	T52	23	J-13	J-19	50,8	PVC	150	1,70	0,84	0,015	21
174	T53	10	J-19	J-27	50,8	PVC	150	1,45	0,72	0,011	9
175	T54	9	J-27	J-29	50,8	PVC	150	1,21	0,6	0,008	8
176	T55	11	J-29	J-36	50,8	PVC	150	0,97	0,48	0,005	10
177	T56	9	J-36	J-37	50,8	PVC	150	0,73	0,36	0,003	8
178	T57	9	J-37	J-43	50,8	PVC	150	0,48	0,24	0,001	8
179	T58	10	J-43	J-44	50,8	PVC	150	0,24	0,12	0	9
192	T45	10	J-20	J-21	50,8	PVC	150	1,45	0,72	0,011	9
193	T44	8	J-20	J-14	50,8	PVC	150	-1,70	0,84	0,015	7
200	T-73	6	J-6	J-93	50,8	PVC	150	-14,05	6,93	0,743	6
201	T-74	5	RESERV ORIO	J-93	160	PVC	150	14,29	0,71	0,003	5
202	T-75	89	J-93	J-91	160	PVC	150	0,24	0,01	0	89

**ANEXO 3.1 RESULTADOS A PARTIR DE LA MODELACIÓN - PRESIÓN PARCELA UNO**

<b>ID</b>	<b>Label</b>	<b>Elevation (m)</b>	<b>Demand (L/s)</b>	<b>Hydraulic Grade (m)</b>	<b>Pressure (psi)</b>
35	J-6	2.772,00	0,24	2.777	6
36	J-7	2.773,00	0,24	2.765	-12
37	J-8	2.773,00	0,24	2.758	-21
38	J-9	2.773,00	0,24	2.756	-24
39	J-10	2.773,00	0,24	2.756	-25
40	J-11	2.772,00	0,24	2.757	-21
41	J-12	2.772,00	0,24	2.764	-11
42	J-13	2.771,00	0,24	2.764	-10

43	J-14	2.770,00	0,24	2.764	-8
44	J-15	2.772,00	0,24	2.757	-22
45	J-16	2.771,00	0,24	2.755	-23
46	J-17	2.770,00	0,24	2.754	-23
47	J-18	2.771,00	0,24	2.756	-21
48	J-19	2.769,00	0,24	2.764	-7
50	J-21	2.770,00	0,24	2.764	-9
51	J-22	2.770,00	0,24	2.756	-21
52	J-23	2.768,00	0,24	2.753	-21
53	J-24	2.769,00	0,24	2.753	-23
54	J-25	2.769,00	0,24	2.755	-20
55	J-26	2.768,00	0,24	2.764	-6
56	J-27	2.768,00	0,24	2.764	-6
58	J-29	2.767,00	0,24	2.764	-5
59	J-30	2.768,00	0,24	2.764	-6
60	J-31	2.766,00	0,24	2.755	-16
61	J-32	2.764,00	0,24	2.752	-16
62	J-33	2.767,00	0,24	2.752	-21
63	J-34	2.767,00	0,24	2.754	-18
64	J-35	2.764,00	0,24	2.764	0
65	J-36	2.766,00	0,24	2.764	-3
66	J-37	2.765,00	0,24	2.764	-2
67	J-38	2.765,00	0,24	2.764	-2
68	J-39	2.764,00	0,24	2.754	-14
69	J-40	2.764,00	0,24	2.752	-18
70	J-41	2.765,00	0,24	2.751	-19

71	J-42	2.764,00	0,24	2.754	-15
72	J-43	2.764,00	0,24	2.764	0
73	J-44	2.762,00	0,24	2.764	2
74	J-45	2.761,00	0,24	2.764	4
75	J-46	2.761,00	0,24	2.753	-11
76	J-47	2.771,00	0,24	2.751	-28
77	J-48	2.760,00	0,24	2.751	-13
78	J-49	2.761,00	0,24	2.753	-11
84	J-55	2.761,00	0,24	2.753	-11
85	J-56	2.760,00	0,24	2.753	-10
86	J-57	2.760,00	0,24	2.750	-14
87	J-58	2.758,00	0,24	2.750	-11
88	J-59	2.755,00	0,24	2.750	-7
89	J-60	2.755,00	0,24	2.750	-7
90	J-61	2.763,00	0,24	2.753	-15
91	J-62	2.763,00	0,24	2.753	-15
92	J-63	2.763,00	0,24	2.750	-18
93	J-64	2.772,00	0,24	2.753	-27
94	J-65	2.755,00	0,24	2.753	-3
95	J-66	2.755,00	0,24	2.753	-3
100	J-50	2.763,00	0,24	2.751	-18
101	J-51	2.763,00	0,24	2.751	-18
102	J-52	2.763,00	0,24	2.750	-18
189	J-20	2.772,00	0,24	2.764	-11
195	J-91	2.766,00	0,24	2.781	21
199	J-93	2.772,00	0,24	2.781	13

<b>ANEXO 4. RESULTADOS A PARTIR DE LA MODELACIÓN PRESIÓN - TUBERÍAS PARCELA UNO SEGUNDA MITAD</b>											
<b>ID</b>	<b>Lab el</b>	<b>Length (Scaled) (m)</b>	<b>Start Node</b>	<b>Stop Node</b>	<b>Diameter (mm)</b>	<b>Mate rial</b>	<b>Hazen-Williams C</b>	<b>Flow (L/s)</b>	<b>Velocity (m/s)</b>	<b>Headloss Gradient (m/m)</b>	<b>Length (User Defined) (m)</b>
13 2	T13	9	J-40	J-41	50,8	PVC	150	3	1,31	0,034	8
13 3	T14	9	J-41	J-47	50,8	PVC	150	2	1,2	0,029	8
13 4	T15	9	J-47	J-48	50,8	PVC	150	2	1,08	0,024	9
13 5	T16	13	J-48	J-50	50,8	PVC	150	2	0,96	0,019	12
13 6	T17	9	J-50	J-51	50,8	PVC	150	2	0,84	0,015	8
13 7	T18	9	J-51	J-52	50,8	PVC	150	1	0,72	0,011	8
13 8	T19	10	J-52	J-57	50,8	PVC	150	1	0,6	0,008	9
13 9	T20	9	J-57	J-60	50,8	PVC	150	0	0,24	0,001	8
14 0	T21	17	J-60	J-63	50,8	PVC	150	0	0,12	0	15
14 1	T22	12	J-57	J-59	50,8	PVC	150	0	0,24	0,001	11
14 2	T23	9	J-59	J-58	50,8	PVC	150	0	0,12	0	8
15 2	T32	11	J-39	J-42	50,8	PVC	150	2	1,2	0,029	10
15 3	T33	11	J-42	J-46	50,8	PVC	150	2	1,08	0,024	10

15 4	T34	9	J-46	J-49	50,8	PVC	150	2	0,96	0,019	8
15 5	T35	31	J-49	J-55	50,8	PVC	150	2	0,84	0,015	28
15 6	T36	9	J-55	J-56	50,8	PVC	150	1	0,72	0,011	8
15 7	T37	9	J-56	J-61	50,8	PVC	150	1	0,6	0,008	8
15 8	T38	10	J-61	J-62	50,8	PVC	150	1	0,48	0,005	9
15 9	T39	26	J-62	J-64	50,8	PVC	150	1	0,36	0,003	23
16 0	T40	7	J-64	J-65	50,8	PVC	150	0	0,24	0,001	6
16 1	T41	12	J-65	J-66	50,8	PVC	150	0	0,12	0	11
19 6	T- 72	43	J-36	J-39	63	PVC	150	6	1,79	0,047	43
19 7	T- 73	20	J-39	J-40	63	PVC	150	3	0,93	0,014	20
19 9	T- 74	97	RESERV ORIO	J-36	160	PVC	150	6	0,29	0,001	97

**ANEXO 4.1 RESULTADOS A PARTIR DE LA MODELACIÓN - PRESIÓN PARCELA UNO SEGUNDA MITAD**

<b>ID</b>	<b>Label</b>	<b>Elevation (m)</b>	<b>Demand (L/s)</b>	<b>Hydraulic Grade (m)</b>	<b>Pressure (psi)</b>
65	J-36	2.766,00	0,24	2.780,95	21
68	J-39	2.764,00	0,24	2.778,93	21
69	J-40	2.764,00	0,24	2.778,65	21
70	J-41	2.765,00	0,24	2.778,37	19
71	J-42	2.764,00	0,24	2.778,64	21
75	J-46	2.761,00	0,24	2.778,40	25
76	J-47	2.771,00	0,24	2.778,14	10
77	J-48	2.760,00	0,24	2.777,93	25
78	J-49	2.761,00	0,24	2.778,25	24
84	J-55	2.761,00	0,24	2.777,84	24
85	J-56	2.760,00	0,24	2.777,75	25
86	J-57	2.760,00	0,24	2.777,42	25
87	J-58	2.758,00	0,24	2.777,40	28
88	J-59	2.755,00	0,24	2.777,41	32
89	J-60	2.755,00	0,24	2.777,41	32
90	J-61	2.763,00	0,24	2.777,69	21
91	J-62	2.763,00	0,24	2.777,64	21
92	J-63	2.763,00	0,24	2.777,41	20
93	J-64	2.772,00	0,24	2.777,57	8
94	J-65	2.755,00	0,24	2.777,56	32
95	J-66	2.755,00	0,24	2.777,55	32
100	J-50	2.763,00	0,24	2.777,70	21
101	J-51	2.763,00	0,24	2.777,58	21
102	J-52	2.763,00	0,24	2.777,50	21

**ANEXO 4. RESULTADOS A PARTIR DE LA MODELACIÓN – TUBERIAS PARCELA UNO PRIMERA MITAD 1**

<b>ID</b>	<b>Label</b>	<b>Length (Scaled) (m)</b>	<b>Start Node</b>	<b>Stop Node</b>	<b>Diameter (mm)</b>	<b>Material</b>	<b>Hazen-Williams C</b>	<b>Flow (L/s)</b>	<b>Velocity (m/s)</b>	<b>Headloss Gradient (m/m)</b>	<b>Length (User Defined) (m)</b>
121	T2	18	J-6	J-7	50,8	PVC	150	4	2,15	0,085	17
162	T42	10	J-7	J-12	50,8	PVC	150	2	1,08	0,024	9
163	T43	10	J-12	J-14	50,8	PVC	150	2	0,96	0,019	9
165	T46	11	J-21	J-26	50,8	PVC	150	1	0,6	0,008	10
168	T47	10	J-26	J-30	50,8	PVC	150	1	0,48	0,005	9
169	T48	10	J-30	J-35	50,8	PVC	150	1	0,36	0,003	9
170	T49	9	J-35	J-38	50,8	PVC	150	0	0,24	0,001	8
171	T50	16	J-38	J-45	50,8	PVC	150	0	0,12	0	14
172	T51	21	J-7	J-13	50,8	PVC	150	2	0,96	0,019	19
173	T52	23	J-13	J-19	50,8	PVC	150	2	0,84	0,015	21
174	T53	10	J-19	J-27	50,8	PVC	150	1	0,72	0,011	9
175	T54	9	J-27	J-29	50,8	PVC	150	1	0,6	0,008	8
176	T55	11	J-29	J-36	50,8	PVC	150	1	0,48	0,005	10
177	T56	9	J-36	J-37	50,8	PVC	150	1	0,36	0,003	8
178	T57	9	J-37	J-43	50,8	PVC	150	0	0,24	0,001	8
179	T58	10	J-43	J-44	50,8	PVC	150	0	0,12	0	9

192	T45	10	J-20	J-21	50,8	PVC	150	1	0,72	0,011	9
193	T44	8	J-20	J-14	50,8	PVC	150	-2	0,84	0,015	7
196	T1	9	PMP-1	J-6	50,8	PVC	150	5	2,27	0,094	9
202	P-74	5	PMP-1	R-5	50,8	PVC	150	-5	2,27	0,094	5

**Anexo 4.1 resultados a partir de la modelación – PRESION PARCELA UNO PRIMERA MITAD 1**

<b>ID</b>	<b>Label</b>	<b>Elevation (m)</b>	<b>Demand (L/s)</b>	<b>Hydraulic Grade (m)</b>	<b>Pressure (psi)</b>
35	J-6	2.772,00	0,24	2.820,33	69
36	J-7	2.773,00	0,24	2.818,92	65
41	J-12	2.772,00	0,24	2.818,71	66
42	J-13	2.771,00	0,24	2.818,56	68
43	J-14	2.770,00	0,24	2.818,54	69
48	J-19	2.769,00	0,24	2.818,25	70
50	J-21	2.770,00	0,24	2.818,33	69
55	J-26	2.768,00	0,24	2.818,25	71
56	J-27	2.768,00	0,24	2.818,15	71
58	J-29	2.767,00	0,24	2.818,08	73
59	J-30	2.768,00	0,24	2.818,20	71
64	J-35	2.764,00	0,24	2.818,18	77
65	J-36	2.766,00	0,24	2.818,03	74
66	J-37	2.765,00	0,24	2.818,01	75
67	J-38	2.765,00	0,24	2.818,17	75
72	J-43	2.764,00	0,24	2.817,99	77
73	J-44	2.762,00	0,24	2.817,99	79
74	J-45	2.761,00	0,24	2.818,16	81
189	J-20	2.772,00	0,24	2.818,43	66

**ANEXO 5 RESULTADOS A PARTIR DE LA MODELACIÓN – TUBERIAS PARCELA UNO PRIMERA MITAD 2**

<b>ID</b>	<b>Label</b>	<b>Length (Scaled) (m)</b>	<b>Start Node</b>	<b>Stop Node</b>	<b>Diameter (mm)</b>	<b>Material</b>	<b>Hazen-Williams C</b>	<b>Flow (L/s)</b>	<b>Velocity (m/s)</b>	<b>Headloss Gradient (m/m)</b>	<b>Length (User Defined) (m)</b>
121	T2	18	J-6	J-7	50,8	PVC	150	4	2,03	0,077	17
122	T3	20	J-7	J-8	50,8	PVC	150	4	1,91	0,068	18
123	T4	20	J-8	J-9	50,8	PVC	150	2	0,96	0,019	18
124	T5	9	J-9	J-10	50,8	PVC	150	2	0,84	0,015	7
125	T6	13	J-10	J-16	50,8	PVC	150	1	0,72	0,011	11
126	T7	9	J-16	J-17	50,8	PVC	150	1	0,6	0,008	8
127	T8	10	J-17	J-23	50,8	PVC	150	1	0,48	0,005	9
128	T9	11	J-23	J-24	50,8	PVC	150	1	0,36	0,003	10
129	T10	10	J-24	J-32	50,8	PVC	150	0	0,24	0,001	9
130	T11	11	J-32	J-33	50,8	PVC	150	0	0,12	0	10
144	T24	11	J-8	J-11	50,8	PVC	150	2	0,84	0,015	10
145	T25	9	J-11	J-15	50,8	PVC	150	1	0,72	0,011	8
146	T26	9	J-15	J-18	50,8	PVC	150	1	0,6	0,008	8
147	T27	12	J-18	J-22	50,8	PVC	150	1	0,48	0,005	10
148	T28	9	J-22	J-25	50,8	PVC	150	1	0,36	0,003	8
149	T29	9	J-25	J-31	50,8	PVC	150	0	0,24	0,001	9
150	T30	12	J-31	J-34	50,8	PVC	150	0	0,12	0	11
196	T1	9	PMP	J-6	50,8	PVC	150	4	2,15	0,085	9
202	P-74	5	PMP	R-5	50,8	PVC	150	-4	2,15	0,085	5

**ANEXO 5.1 RESULTADOS A PARTIR DE LA MODELACIÓN – PRESION PARCELA UNO PRIMERA MITAD 2**

<b>Id</b>	<b>Label</b>	<b>Elevation (m)</b>	<b>Demand (l/s)</b>	<b>Hydraulic grade (m)</b>	<b>Pressure (psi)</b>
35	J-6	2.772,00	0,24	2.823,05	72
36	J-7	2.773,00	0,24	2.821,78	69
37	J-8	2.773,00	0,24	2.820,55	67
38	J-9	2.773,00	0,24	2.820,20	67
39	J-10	2.773,00	0,24	2.820,10	67
40	J-11	2.772,00	0,24	2.820,40	69
44	J-15	2.772,00	0,24	2.820,31	69
45	J-16	2.771,00	0,24	2.819,98	70
46	J-17	2.770,00	0,24	2.819,91	71
47	J-18	2.771,00	0,24	2.820,24	70
51	J-22	2.770,00	0,24	2.820,19	71
52	J-23	2.768,00	0,24	2.819,87	74
53	J-24	2.769,00	0,24	2.819,84	72
54	J-25	2.769,00	0,24	2.820,17	73
60	J-31	2.766,00	0,24	2.820,15	77
61	J-32	2.764,00	0,24	2.819,82	79
62	J-33	2.767,00	0,24	2.819,82	75
63	J-34	2.767,00	0,24	2.820,15	75

### Tubería Presión Extremo Liso

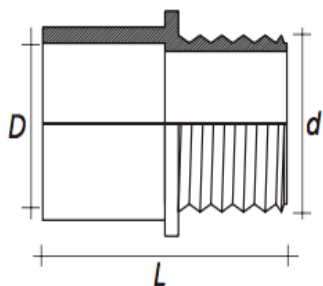
Tubería Presión  
Extremo liso  
Longitud 6m



Código	Descripción	Un. Emp.
10127505	½" RDE 9	20
10127530	¾" RDE 11	20
10127556	½" RDE 13,5	20
10127599	1" RDE 13,5	10
10127645	¾" RDE 21	20
10127661	1" RDE 21	10
10127696	1¼" RDE 21	10
10127718	1½" RDE 21	10
10127734	2" RDE 21	5
10127750	2½" RDE 21	1
10127777	3" RDE 21	1
10127793	4" RDE 21	1
10127858	2" RDE 26	5
10127874	2½" RDE 26	1
10127890	3" RDE 26	1
10127912	4" RDE 26	1
10127963	3" RDE 32,5	1
10127971	4" RDE 32,5	1
10128030	4" RDE 41	1

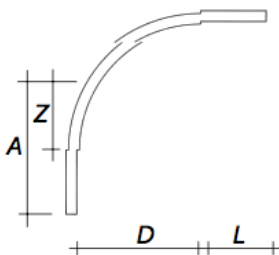


## ADAPTADOR MACHO C/R-E/C



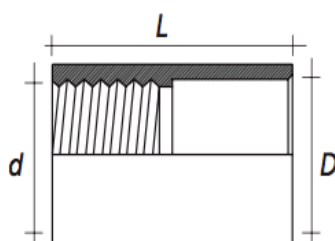
CÓDIGO	DIÁMETRO	L (mm)
924469	20 mm a 1/2"	36
926486	25 mm a 3/4"	40
924473	32 mm a 1"	44
924474	40 mm a 1 1/4"	55
924475	50 mm a 1 1/2"	60
924480	63 mm a 2"	83
924485	90 mm a 3"	100
924466	110 mm a 4"	120
924467	160 mm a 6"	160
924468	200 mm a 8"	180

## CODO E/C x 90°



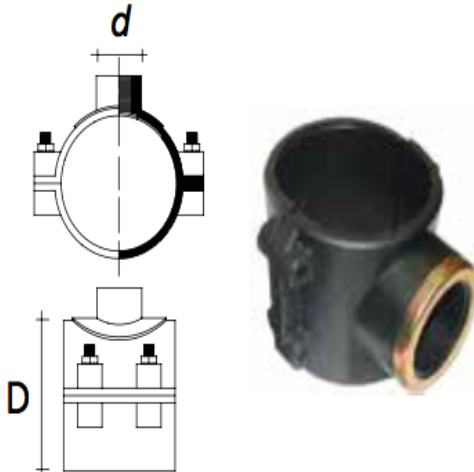
CÓDIGO	DIÁMETRO	A (mm)	L (mm)	Z (mm)
924985	20 mm	27	16	11
924981	25 mm	32	19	14
924903	32 mm	39	22	17
924905	40 mm	47	26	21
924952	50 mm	57	31	26
924921	63 mm	70	38	33
924914	75 mm	85	44	39
924918	90 mm	97	51	46
924979	110 mm	105	58	54
924887	125 mm	117	61	56
924889	140 mm	150	128	56
924891	160 mm	178	180	81
924894	200 mm	207	220	101
924898	225 mm	235	245	115
924899	250 mm	265	281	130

## ADAPTADOR HEMBRA C/R-E/C



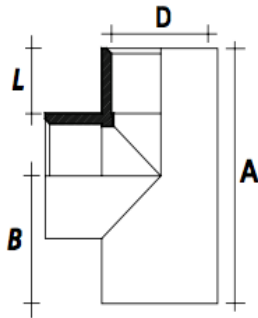
CÓDIGO	DIÁMETRO	L (mm)
924452	20 mm a 1/2"	37
924456	25 mm a 1/2"	37
924457	25 mm a 3/4"	37
924458	32 mm a 1"	43
924459	40 mm a 1 1/4"	55
924461	50 mm a 1 1/2"	57
924463	63 mm a 2"	81
924464	90 mm a 3"	135
924449	110 mm a 4"	135
924450*	160 mm a 6"	212
924451*	200 mm a 8"	213

### COLLAR PARA DERIVACIÓN REFORZADO



CÓDIGO	DIÁMETRO	PN	CÓDIGO	DIÁMETRO	PN
925084	20mm x 1/2"	10	926670	90mm x 1"	10
925077	25mm x 1/2"	10	925047	90mm x 2"	11
925072	25mm x 3/4"	10	925071	110mm x 1/2"	10
925073	32mm x 1/2"	10	925068	110mm x 3/4"	10
925085	32mm x 3/4"	10	926638	110mm x 1"	10
925086	40mm x 1/2"	10	925037	110mm x 2"	10
925087	40mm x 3/4"	10	925048	125mm x 1"	10
925067	50mm x 1/2"	10	925038	125mm x 2"	10
925070	50mm x 3/4"	10	925051	140mm x 1/2"	10
926666	50mm x 1"	10	925054	140mm x 3/4"	10
925079	63mm x 1/2"	10	925039	140mm x 2"	10
925080	63mm x 3/4"	10	925082	160mm x 1/2"	10
925045	63mm x 1"	10	925083	160mm x 3/4"	10
925074	75mm x 1/2"	10	925081	160mm x 1"	10
925088	75mm x 3/4"	10	925040	160mm x 2"	10
926667	75mm x 1"	10	925056	200mm x 1/2"	10
925046	75mm x 2"	11	925089	200mm x 3/4"	10
925075	90mm x 1/2"	10	925042	200mm x 2"	10
925076	90mm x 3/4"	10	925069	250mm x 2"	10

### TEE E/C



CÓDIGO	DIÁMETRO	A (mm)	B (mm)	L (mm)
925650	20 mm	54	27	16
925659	25 mm	64	32	19
925660	32 mm	78	39	22
925651	40 mm	97	48	26
925670	50 mm	114	57	31
925661	63 mm	140	70	38
925609	75 mm	170	85	44
962366	90 mm	200	100	51
925646	110 mm	234	117	61
925605	125 mm	266	133	69
925606	140 mm	306	153	76
925647	160 mm	348	174	86
925649	200 mm	414	207	106
925608	250mm	518	259	131



**Tapon Soldado**

Código	Descripción	Un. Emp.
22552716	½"	50
22552732	¾"	50
22552759	1"	50
22552767	1 ¼"	25
22552775	1 ½"	25
22552783	2"	10
22552791	2 ½"	10
22552805	3"	10
22552821	4"	6

**Buje de Reducción Roscable**

Código	Descripción	Un. Emp.
20022507	¾" x ½"	50
20022531	1" x ½"	30
20022540	1" x ¾"	30
20022574	1 ¼" x ¾"	20
20022582	1 ¼" x 1"	20
20022612	1 ½" x ¾"	20
20022620	1 ½" x 1"	20
20022639	1 ½" x 1 ¼"	20
20022663	2" x 1"	10
20022671	2" x 1 ¼"	10
20022680	2" x 1 ½"	10
20022728	2 ½" x 1 ½"	10

**Unión Universal Presión**

Código	Descripción	Un. Emp.
22557009	½"	20
22557017	¾"	20
22557025	1"	12
22557033	1 ¼"	12
22557041	1 ½"	10
22557050	2"	5

**MOTOBOMBAS CENTRÍFUGAS**

Fuerza centrífuga



CLASE IC



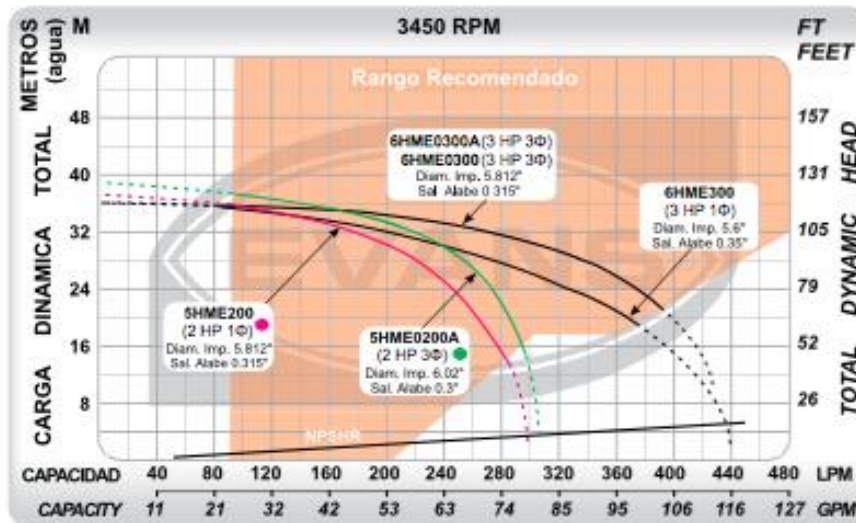
- Excelente eficiencia eléctrica e hidráulica.
- Abastecimiento confiable de agua limpia
- Protección sobrecarga del motor.
- Larga vida útil.

ADECUADO PARA USO SEMI-PROFESIONAL, SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN, POR GOTEO, ETC.



6HME0300

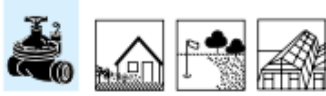
MODELO	PESO	MEDIDAS <small>LARGO x ANCHO x ALTO</small>
5HME200	21 kg	45 x 22 x 30 cm
5HME0200A	30 kg	45 x 22 x 30 cm
6HME300	32 kg	45 x 22 x 30 cm
6HME0300A	25 kg	45 x 22 x 30 cm
6HME0300	38 kg	55 x 38 x 34 cm



CÓDIGO	Ø SUCCIÓN	Ø DESCARGA	POTENCIA	VOLTAJE	PRESIÓN MAX.	PUNTO DE MAYOR EFICIENCIA
5HME200	1 1/2"	1 1/4"	2 HP	127/220V 1φ ~ 60Hz	36 m	220 L/min a 28 m
5HME0200A	1 1/2"	1 1/4"	2 HP	220/440 V 3φ ~ 60Hz	37 m	240 L/min a 30 m
6HME300	2"	1 1/2"	3 HP	127/220V 1φ ~ 60Hz	34 m	260 L/min a 30 m
6HME0300A	2"	1 1/2"	3 HP	220/440 V 3φ ~ 60Hz	34 m	280 L/min a 32 m
6HME0300	2"	1 1/2"	3 HP		34 m	280 L/min a 32 m

Materia: Cuerpo: Hierro Gris • Impulsor Cerrado: Xyron® • Sello Mecánico: Cerámica, Carbón, Acero Inoxidable, Buna





## Serie 200

# Válvulas Plásticas de Control Hidráulico/Eléctrico

Para Residencias, Comercios y Sistemas de Riego Agrícola

Las válvulas plásticas de control hidráulico, **Bermad Serie 200**, son fabricadas en tamaños de 3/4" a 2" de tipo globo o angular. Estas válvulas de control permiten alta capacidad de funcionamiento, siendo prácticamente la última palabra en hidráulica y tecnología de plásticos.

### Características

- Fabricadas en plásticos de alta tecnología, resistentes a la corrosión y a la radiación U. V., con partes de goma sintética y acero inoxidable.
- Alta capacidad de flujo con bajas pérdidas de carga.
- Operan en un amplio margen de presiones.
- Limitador de caudal manual, permite regular la apertura de la válvula de acuerdo al flujo requerido.
- Llave de operación manual, para abrir la válvula en caso de fallo en el suministro de electricidad.
- Solenoide de alta performance y bajo consumo eléctrico.
- Variada gama de modelos de válvula de control, eléctricas y operadas por presión hidráulica.
- Orificio autolimpiable asegura el funcionamiento confiable de la válvula aún con "Aguas duras". (En modelos eléctricos).



Serie 200  
Válvulas Plásticas de Control Hidráulico/Eléctrico



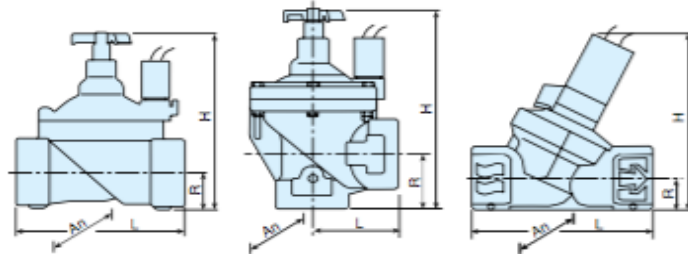
**Datos Técnicos**

**Tipo de válvula:**  
Globo, Angular y Oblicuo (Y)  
**Tamaños:** 3/4", 1", 1 1/2" y 2"  
**Conexión:** Rosca hembra, BSP, NPT  
**Norma de Presión:**  
- ISO: PN 10  
- ANSI: Clase 125  
**Rango de Presión:**  
0.7-10 bar (10-150 psi)  
**Rango de Temperatura:**  
Agua hasta 80°(180°F)

**Datos Eléctricos:**  
- **Estándar:**  
Voltaje: 24V AC (50-60-Hz)  
Corriente de operación sostenida: 0.20 A  
Corriente de arranque: 0.40A  
- **Voltajes Opcionales:**  
6V DC, 12V DC, 24V DC  
12V AC, 24V AC

**Materiales:**  
- Cuerpo y tapa: Nylon reforzado  
- Partes Metálicas: Acero Inoxidable  
- Diafragma: Goma Natural  
- Juntas: Buna-N y NR

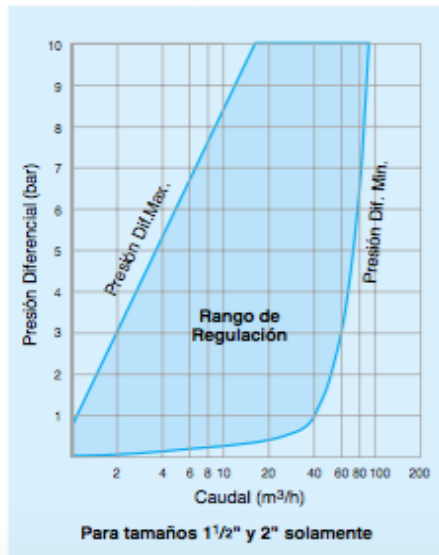
**Dimensiones y Pesos**



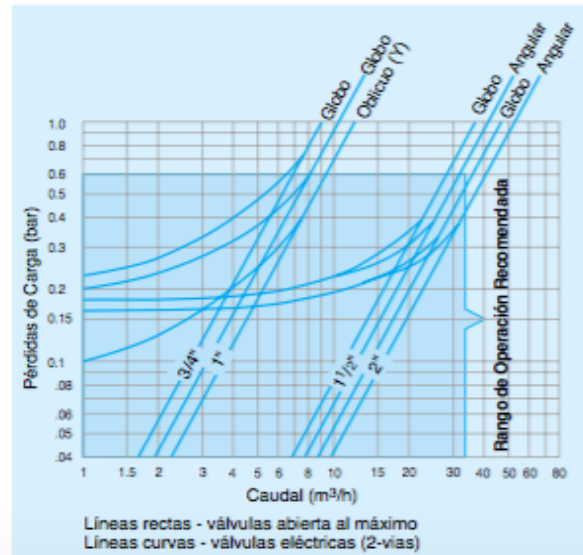
	Tipo Globo				Tipo Angular		Tipo Oblicuo (Y)
Tamaños	3/4"	1"	1 1/2"	2"	1 1/2"	2"	1"
L (mm)	110	110	160	170	80	85	114
H (mm)*	115	300	180	190	190	210	115
R (mm)	22	22	35	38	40	60	21
Ancho (mm)	78	78	125	125	125	125	68
Peso (kg)*	0.35	0.33	1.0	1.1	0.95	0.91	0.30

\* Sin el vástago de control de flujo

**Curvas de Regulación**



**Gráfico de Pérdidas de Carga**



ilumina tus sueños con cable de:


**CONELSA**  
 CABLE SEGURO

Calibres				Ajuste por		Equivalencia
Internacionales (EC)		Americanos (ASTM)		Área	Corriente	
Calibre (mm2)	Área real (mm2)	AWG /kcmil	Area real (mm2)			
0.5	0.487	20	0.518	6%	3.1%	Aproximado
0.75	0.72	18	0.82	15%	7.2%	Sin Equivalencia
1	0.97	18	0.82	-15%	-7.8%	Sin Equivalencia
1.5	1.449	16	1.309	-10%	-5.0%	Aproximado
2.5	2.37	14	2.08	-12%	-6.2%	Sin Equivalencia
4	3.80	12	3.31	-13%	-6.7%	Sin Equivalencia
6	5.693	10	5.261	-8%	-3.9%	Aproximado
10	9.58	8	8.37	-13%	-6.6%	Sin Equivalencia
16	15.25	6	13.30	-13%	-6.6%	Sin Equivalencia
25	24.12	4	21.15	-12%	-6.4%	Sin Equivalencia
35	33.46	2	33.63	1%	0.3%	Precisa
50	45.31	1	42.41	-6%	-3.3%	Aproximado
50	45.31	1/0	53.48	18%	8.6%	Sin Equivalencia
70	65.42	2/0	67.43	3%	1.5%	Aproximado
95	90.85	3/0	85.03	-6%	-3.3%	Aproximado
95	90.85	4/0	107.2	18%	8.6%	Sin Equivalencia
120	114.6	4/0	107.2	-6%	-3.3%	Aproximado
120	114.6	250	126.7	11%	5.1%	Sin Equivalencia
150	141.4	300	152.0	8%	3.7%	Aproximado
185	176.9	350	177.3	0%	0.1%	Precisa
240	232.5	500	253.4	9%	4.4%	Aproximado
300	291.7	600	304.0	4%	2.1%	Aproximado
400	373.0	750	380.0	2%	0.9%	Equivalente
500	479.0	1000	506.7	6%	2.8%	Aproximado
630	619.5	1250	633.4	2%	1.1%	Aproximado
800	793.4	1500	760.1	-4%	-2.1%	Aproximado
1000	996.2	2000	1013.4	2%	0.9%	Equivalente



## SOLUCIONES PARA RIEGO PLASTIGAMA

## TUBERÍA DE POLIETILENO PARA USO AGRÍCOLA

- Tubería Flex de polietileno de baja densidad, fabricada con materia prima 100% virgen, con protección UV especial para riego.
- Su formulación especial la hace más resistente y durable contra las inclemencias del tiempo para la agricultura.
- No se cuartea, ni resquebraja con el tiempo.
- No produce corrosión química, evitando depósitos e incrustaciones en las paredes interiores, conservando inalterable su sección.



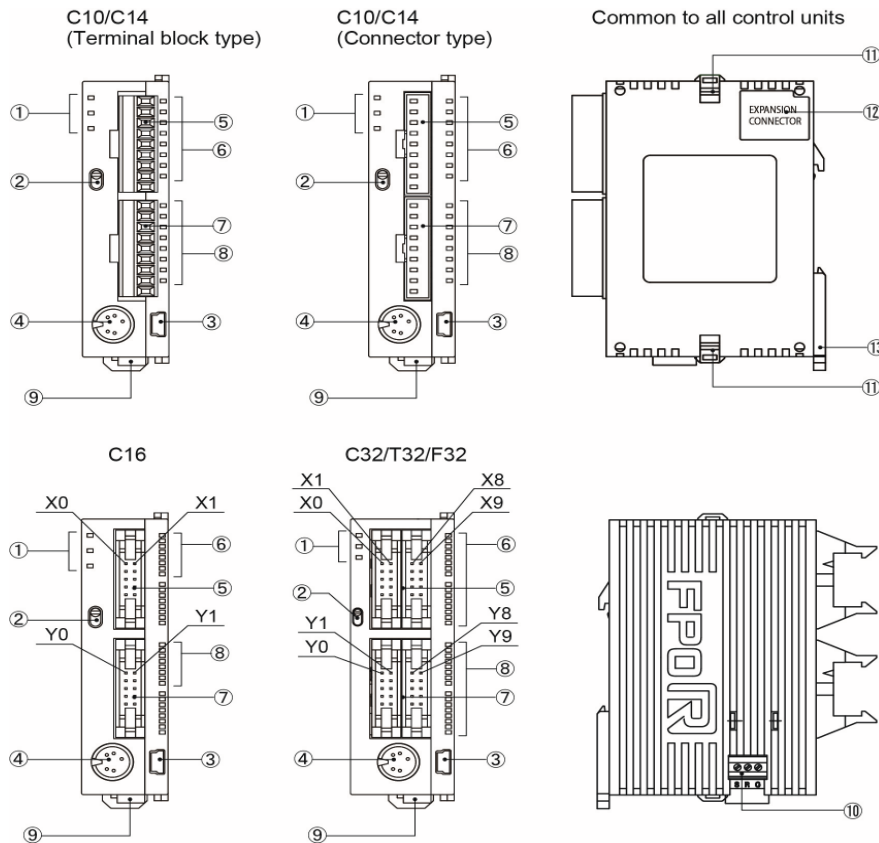
- Ideal para riego por goteo y micro aspersion.
- Amplia gama de accesorios.
- Uso interperie con protección UV.

DIÁ. EXTERIOR NOMINAL	ESPESOR NOMINAL	DIÁMETRO INTERIOR	PRESIÓN DE TRABAJO			LONGITUD DEL ROLLO
			PSI	MPa	m	
mm	mm	mm				Kgf./cm <sup>2</sup>
16.00	1.10	13.80	46	0.32	3.24	200
16.00	1.20	13.60	58	0.40	4.08	200
17.70	1.10	15.50	46	0.32	3.24	200
17.90	1.20	15.50	58	0.40	4.08	200
20.00	1.20	17.40	46	0.32	3.24	200
20.00	1.50	17.00	58	0.40	4.08	200
25.00	1.50	22.00	46	0.32	3.24	200
25.00	1.90	21.20	58	0.40	4.08	200
32.00	2.40	27.20	58	0.40	4.08	100
32.00	3.60	24.80	91	0.63	6.40	100
40.00	3.00	34.00	58	0.40	4.08	100
40.00	4.50	31.00	91	0.63	6.40	100
50.00	3.70	42.60	58	0.40	4.08	100
50.00	5.60	38.80	91	0.63	6.40	100
63.00	4.70	53.60	58	0.40	4.08	100
63.00	7.00	49.00	91	0.63	6.40	100



## 2.1 Part Names and Functions

### 2.1.1 Part Names and Functions





#### ① Operation monitor LEDs

These LEDs display the current operation status of PLC such as RUN/STOP and ERROR/ALARM.

LED	LED and operation status
RUN (Green)	Lights: In the RUN mode - The program is being executed.
	Flashes: The forced input/output is being executed in the RUN mode. (The RUN and PROG. LEDs flash alternately.)
PROG. (Green)	Lights: In the PROG. mode - The operation has stopped. The forced input/output is being executed in the PROG. mode.
	Flashes: The forced input/output is being executed in the RUN mode. (The RUN and PROG. LEDs flash alternately.)
ERROR/ALARM (Red)	Flashes: An error is detected during the self-diagnostic function. (ERROR)
	Lights: A hardware error occurs, or operation slows because of the program, and the watchdog timer is activated. (ALARM)



# ANEXO 11.1 PROGRAMACIÓN EN EL PLC PANASONIC C14-RS485 - AFP0RC14MRS

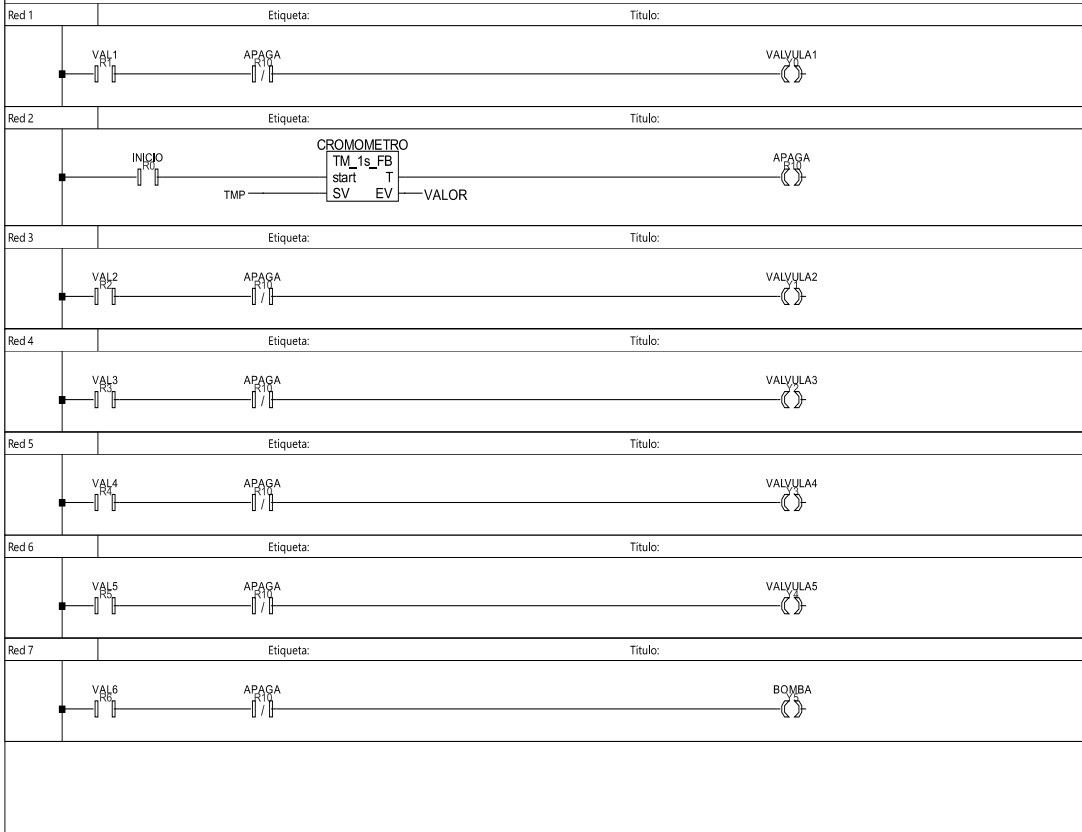
		---							
<b>VARIABLES GLOBALES</b>									
	Clase	Identificador	Dirección FP	Dirección IEC	Tipo	Inicial	Auto extern	Comentario	
0	VAR_GLOBAL	VALVUL A1	Y0	%QX0.0	BOOL	FALSE			
1	VAR_GLOBAL	VALVUL A2	Y1	%QX0.1	BOOL	FALSE			
2	VAR_GLOBAL	VALVUL A3	Y2	%QX0.2	BOOL	FALSE			
3	VAR_GLOBAL	VALVUL A4	Y3	%QX0.3	BOOL	FALSE			
4	VAR_GLOBAL	VALVUL A5	Y4	%QX0.4	BOOL	FALSE			
5	VAR_GLOBAL	BOMBA	Y5	%QX0.5	BOOL	FALSE			
6	VAR_GLOBAL	VAL1	R1	%MX0.0.1	BOOL	FALSE			
7	VAR_GLOBAL	VAL2	R2	%MX0.0.2	BOOL	FALSE			
8	VAR_GLOBAL	VAL3	R3	%MX0.0.3	BOOL	FALSE			
9	VAR_GLOBAL	VAL4	R4	%MX0.0.4	BOOL	FALSE			
10	VAR_GLOBAL	VAL5	R5	%MX0.0.5	BOOL	FALSE			
11	VAR_GLOBAL	VAL6	R6	%MX0.0.6	BOOL	FALSE			
12	VAR_GLOBAL	APAGA	R10	%MX0.1.0	BOOL	FALSE			
13	VAR_GLOBAL	INICIO	R0	%MX0.0.0	BOOL	FALSE			
14	VAR_GLOBAL	TMP	DT100	%MWS.100	INT	0			
15	VAR_GLOBAL								
						Fecha de Impresión: 12/7/2017 18:36:02		D:\panasonic\PROGRAMAS\VALVULAS.pro	
								Página: 2	
Rev	Change	Date	Name						



**BOMBAS\_UTC**

	Clase	Identificador	Tipo	Inicial	Comentario
0	VAR	CONTROL	TOF		
1	VAR	TIEMPO	DINT	0	
2	VAR	CROMOMETRO	TM_1s_FB		
3	VAR	VALOR	INT	0	
4	VAR_EXTERNAL	VALVULA1	BOOL	FALSE	
5	VAR_EXTERNAL	VALVULA2	BOOL	FALSE	
6	VAR_EXTERNAL	VALVULA3	BOOL	FALSE	
7	VAR_EXTERNAL	VALVULA4	BOOL	FALSE	
8	VAR_EXTERNAL	VALVULA5	BOOL	FALSE	
9	VAR_EXTERNAL	BOMBA	BOOL	FALSE	
10	VAR_EXTERNAL	VAL1	BOOL	FALSE	
11	VAR_EXTERNAL	VAL2	BOOL	FALSE	
12	VAR_EXTERNAL	VAL3	BOOL	FALSE	
13	VAR_EXTERNAL	VAL4	BOOL	FALSE	
14	VAR_EXTERNAL	VAL5	BOOL	FALSE	
15	VAR_EXTERNAL	VAL6	BOOL	FALSE	
16	VAR_EXTERNAL	APAGA	BOOL	FALSE	
17	VAR_EXTERNAL	INICIO	BOOL	FALSE	
18	VAR_EXTERNAL	TMP	INT	0	
19	VAR				

**BOMBAS\_UTC**

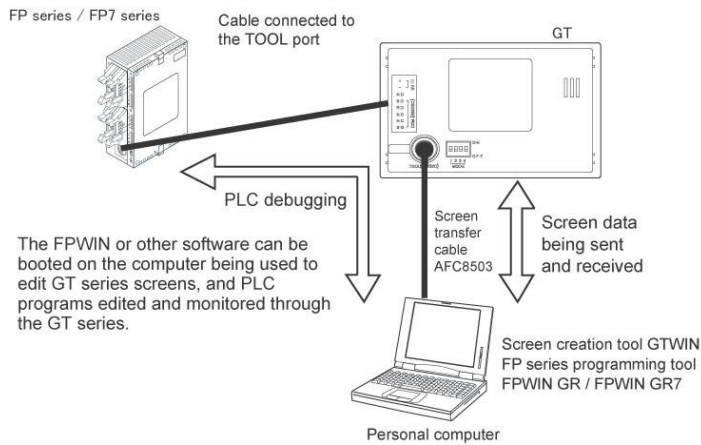


						Fecha de Impresión: 12/7/2017 18:36:02	D:\panasonic\PROGRAMAS\VALVULAS.pro
							BOMBAS_UTC
							Página: 3
Rev	Change	Date	Name				

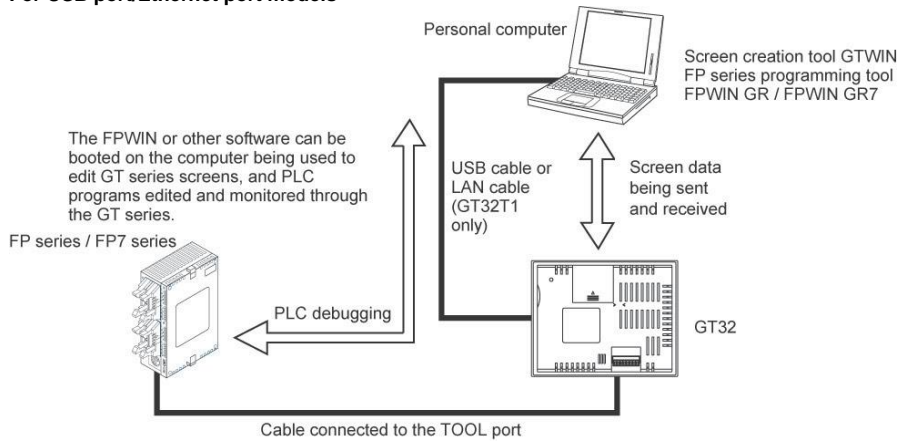
**Through function is convenient for debugging**

A convenient “through” function makes it possible to transfer data from the GT and carry out PLC debugging at the same time that communication is going on between the GT and the FP series PLC. This significantly boosts efficiency in the workplace.

**For TOOL port models**



**For USB port/Ethernet port models**



**New functions can be available by upgrading the GT.**

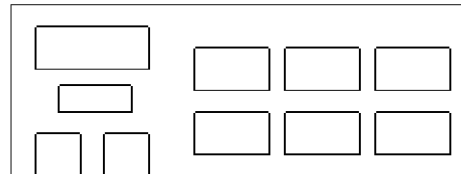
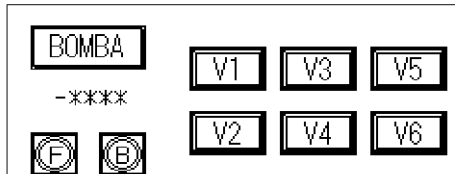
The GT can be easily upgraded by downloading the latest firmware from our website or using the GT Ver\_UP tool.

## 13.1 PROGRAMACIÓN DE LA PANTALLA HMI PANASONIC.

### Base Screen

2017/07/12 18:35

File Name [ Untitled1 ]  
Screen No. [ 0 ]  
Name [ ]  
Screen Size [ 240 x 96 ]  
Background [ White ]  
Pattern Col [ Black ]  
Pattern [ Pattern15 ]  
Backlight Color [ Green ] Operation [ Light ]



Parts to Paste  
[ SW - 0 ] [ DA - 0 ] [ SW - 1 ] [ SW - 2 ] [ SW - 3 ]  
[ SW - 4 ] [ SW - 5 ] [ SW - 6 ] [ LP - 0 ] [ LP - 1 ]

#### Multi-Language Exchange

Language0 [ BOMBA ]

Language0 [ ABCD ]

Language0 [ V1 ]

Language0 [ ABCD ]

Language0 [ V2 ]

Language0 [ ABCD ]

Language0 [ V3 ]

Language0 [ ABCD ]

Language0 [ V4 ]

Language0 [ ABCD ]

Language0 [ V5 ]

Language0 [ ABCD ]

Language0 [ V6 ]

Language0 [ ABCD ]

Language0 [ F ]

Language0 [ B ]

## GT Configuration

2017/07/12 18:35

File Name [ Untitled1 ]

### Basic Setup

Title [ VALVULAS UTC ]  
 GT Model [ GT02 (240 (W) x 96 (H)) / Monochrome ]  
 PLC Model [ Panasonic FP Series ]  
 Basic Communication Area to PLC  
 Word Area [ DT0 ]  
 Bit Area [ WR0 ]  
 Disabling Data Transmission [ On ]

### Communication Settings

COM Port (Connected to PLC/External Device)  
 Baud Rate [ 9600 ]  
 Character Configuration Data [ 8 ] bits Parity [ Odd ] Stop Bits [ 1 ] bit  
 Communication Error Handling Retry [ 3 ] times Wait [ 4 ] sec.  
 Display Error Codes [ On (Unhold) ]  
 Transmission Delay [ 0 ] ms

### PLC Multiple Connection

PLC Multiple Connection [ Off ]

### Auto-Paging

Auto-Paging [ Off ]

### Start-up Screen

Start-Up Screen No. [ 0 ]  
 Display Time [ 0 ] sec.

### Setup 1

Clock  
 Read from PLC [ Off ]  
 Backlight Control  
 Auto-Off [ Off ]  
 Touch Operation Sound [ Enabled ]  
 File Compression [ On ]  
 Setup of Multi language exchange  
 Refer to PLC [ Off ]  
 Backlight Brightness Setting [ Off ]  
 Contrast Adjustment [ Off ]  
 Font for Data Parts [ Simplified Chinese (GB2312) ]

### Setup 2

Countdown Timer [ Off ]

### Recipe

[ Off ]

### Alarm List

Group No. 0 History [ Off ]  
 Group No. 1 History [ Off ]

### Line Graph

Graph No. 0 Sampling [ Off ]  
 Graph No. 1 Sampling [ Off ]  
 Graph No. 2 Sampling [ Off ]  
 Graph No. 3 Sampling [ Off ]  
 Graph No. 4 Sampling [ Off ]

### Operation Security Function Available

[ Off ]

### GT Link

[ On ]  
 GT Station No. setting [ On ]  
 GT Station No. [ 0 ]  
 Control Device [ WR20 ]  
 Priority Mode [ Display Priority ]  
 Momentary Switch Operation [ No exclusive communication with PLC ]  
 Exclusive communication with PLC when operating to [ Off ]witch  
 Message Display in a Stand-by Mode [ On ]

Data Part

2017/07/12 18:35

File Name [Untitled1]  
Part No. [0]  
Name [TIMEPO]

Base Screen: 0

Number of Digits [4]digits  
Data Format [DEC (1 Word)]  
Zero Suppression [On]  
Reference Device [DT100]  
Index modifier [Off]  
Font and Size [1x1] Ver.[1] Hor.[1]  
Display Decimal Places [Off]  
Input Data [On]  
Start Condition [Press]  
Supported Keyboard [Keyboard Part No.0]  
Input Range Check (Max/Min) [On 3600 / 0]  
Output Trigger [Off]  
Display/Hide [Display]  
Reverse/Blink (Normal) [Off]  
Reverse/Blink (True) [Off]  
Color Character [ Black ] Background [ White ]  
Display Frame [Off]  
Scaling [Off]  
Operation Security (Display) [Off]  
Operation Security (Operation) [Off]

Lamp

2017/07/12 18:35

File Name [Untitled1]  
Part No. [0]  
Name [FALLA]

Base Screen: 0



ON/OFF Bit [X0]  
Operation Security (Display) [Off]  
ON Color [Black]  
OFF Color [White]  
ON Character String  
Font [True Type (GTWIN)]  
Align [Left-Aligned]  
Color Character Color [ White ] Background Color [ No Fill ]  
Font and Size [16]  
Character Style [No Fill]  
OFF Character String  
Font [True Type (GTWIN)]  
Language0 [F]  
Align [Left-Aligned]  
Color Character Color [ Black ] Background Color [ No Fill ]  
Font and Size [16]  
Character Style [No Fill]

Lamp

2017/07/12 18:35

File Name [Untitled1]  
Part No. [1]  
Name [ ]

Base Screen: 0



ON/OFF Bit [X1]  
Operation Security (Display) [Off]  
ON Color [Black]  
OFF Color [White]  
ON Character String  
Font [True Type (GTWIN)]  
Align [Left-Aligned]  
Color Character Color [ White ] Background Color [ No Fill ]  
Font and Size [16]  
Character Style [No Fill]  
OFF Character String  
Font [True Type (GTWIN)]  
Language0 [B]  
Align [Left-Aligned]  
Color Character Color [ Black ] Background Color [ No Fill ]  
Font and Size [16]  
Character Style [No Fill]

**Switch**

2017/07/12 18:35

File Name [ Untitled1 ]  
Part No. [ 0 ]  
Name [ ]

Base Screen: 0



Operation Mode [ Momentary ]  
Device [ R100 ]  
ON/OFF Indication [ Device ]  
Reference Device [ R100 ]  
Switch Operation Sound [ On ]  
Display/Hide [ Display ]  
Valid Condition [ Always Operational ]  
Operation Security (Display) [ Off ]  
Operation Security (Operation) [ Off ]  
ON Character String  
Font [ Fixed (GTWIN) ]  
Language0 [ ABCD ]  
Align [ Left-Aligned ]  
Color [ Character Color [ Black ] Background Color [ No Fill ] ]  
Font and Size [ Ver. [ 1 ] Hor. [ 1 ] ]  
Character Style [ No Fill ]  
OFF Character String  
Font [ Fixed (GTWIN) ]  
Language0 [ BOMBA ]  
Align [ Left-Aligned ]  
Color [ Character Color [ Black ] Background Color [ No Fill ] ]  
Font and Size [ Ver. [ 1 ] Hor. [ 1 ] ]  
Character Style [ No Fill ]

**Switch**

2017/07/12 18:35

File Name [ Untitled1 ]  
Part No. [ 1 ]  
Name [ V1 ]

Base Screen: 0



Operation Mode [ Momentary ]  
Device [ Y0 ]  
ON/OFF Indication [ Device ]  
Reference Device [ R110 ]  
Switch Operation Sound [ On ]  
Display/Hide [ Display ]  
Valid Condition [ Always Operational ]  
Operation Security (Display) [ Off ]  
Operation Security (Operation) [ Off ]  
ON Character String  
Font [ Fixed (GTWIN) ]  
Language0 [ ABCD ]  
Align [ Left-Aligned ]  
Color [ Character Color [ Black ] Background Color [ No Fill ] ]  
Font and Size [ Ver. [ 1 ] Hor. [ 1 ] ]  
Character Style [ No Fill ]  
OFF Character String  
Font [ Fixed (GTWIN) ]  
Language0 [ V1 ]  
Align [ Left-Aligned ]  
Color [ Character Color [ Black ] Background Color [ No Fill ] ]  
Font and Size [ Ver. [ 1 ] Hor. [ 1 ] ]  
Character Style [ No Fill ]

Switch

2017/07/12 18:35

File Name [Untitled1]  
Part No. [2]  
Name [ ]

Base Screen: 0



Operation Mode	[ Momentary ]
Device	[ Y1 ]
ON/OFF Indication	[ Device ]
Reference Device	[ R120 ]
Switch Operation Sound	[ On ]
Display/Hide	[ Display ]
Valid Condition	[ Always Operational ]
Operation Security (Display)	[ Off ]
Operation Security (Operation)	[ Off ]
ON Character String	
Font	[ Fixed (GTWIN) ]
Language0	[ ABCD ]
Align	[ Left-Aligned ]
Color	Character Color [ Black ] Background Color [ No Fill ]
Font and Size	Ver. [ 1 ] Hor. [ 1 ]
Character Style	[ No Fill ]
OFF Character String	
Font	[ Fixed (GTWIN) ]
Language0	[ V2 ]
Align	[ Left-Aligned ]
Color	Character Color [ Black ] Background Color [ No Fill ]
Font and Size	Ver. [ 1 ] Hor. [ 1 ]
Character Style	[ No Fill ]

Switch

2017/07/12 18:35

File Name [Untitled1]  
Part No. [3]  
Name [ ]

Base Screen: 0



Operation Mode	[ Momentary ]
Device	[ Y2 ]
ON/OFF Indication	[ Device ]
Reference Device	[ R130 ]
Switch Operation Sound	[ On ]
Display/Hide	[ Display ]
Valid Condition	[ Always Operational ]
Operation Security (Display)	[ Off ]
Operation Security (Operation)	[ Off ]
ON Character String	
Font	[ Fixed (GTWIN) ]
Language0	[ ABCD ]
Align	[ Left-Aligned ]
Color	Character Color [ Black ] Background Color [ No Fill ]
Font and Size	Ver. [ 1 ] Hor. [ 1 ]
Character Style	[ No Fill ]
OFF Character String	
Font	[ Fixed (GTWIN) ]
Language0	[ V3 ]
Align	[ Left-Aligned ]
Color	Character Color [ Black ] Background Color [ No Fill ]
Font and Size	Ver. [ 1 ] Hor. [ 1 ]
Character Style	[ No Fill ]

**Switch**

2017/07/12 18:35

File Name [ Untitled1 ]  
Part No. [ 4 ]  
Name [ ]

Base Screen: 0



Operation Mode [ Momentary ]  
Device [ Y3 ]  
ON/OFF Indication [ Device ]  
Reference Device [ R140 ]  
Switch Operation Sound [ On ]  
Display/Hide [ Display ]  
Valid Condition [ Always Operational ]  
Operation Security (Display) [ Off ]  
Operation Security (Operation) [ Off ]  
ON Character String  
Font [ Fixed (GTWIN) ]  
Language0 [ ABCD ]  
Align [ Left-Aligned ]  
Color [ Character Color [ Black ] Background Color [ No Fill ] ]  
Font and Size [ Ver. [ 1 ] Hor. [ 1 ] ]  
Character Style [ No Fill ]  
OFF Character String  
Font [ Fixed (GTWIN) ]  
Language0 [ V4 ]  
Align [ Left-Aligned ]  
Color [ Character Color [ Black ] Background Color [ No Fill ] ]  
Font and Size [ Ver. [ 1 ] Hor. [ 1 ] ]  
Character Style [ No Fill ]

**Switch**

2017/07/12 18:35

File Name [ Untitled1 ]  
Part No. [ 5 ]  
Name [ ]

Base Screen: 0



Operation Mode [ Momentary ]  
Device [ Y4 ]  
ON/OFF Indication [ Device ]  
Reference Device [ R150 ]  
Switch Operation Sound [ On ]  
Display/Hide [ Display ]  
Valid Condition [ Always Operational ]  
Operation Security (Display) [ Off ]  
Operation Security (Operation) [ Off ]  
ON Character String  
Font [ Fixed (GTWIN) ]  
Language0 [ ABCD ]  
Align [ Left-Aligned ]  
Color [ Character Color [ Black ] Background Color [ No Fill ] ]  
Font and Size [ Ver. [ 1 ] Hor. [ 1 ] ]  
Character Style [ No Fill ]  
OFF Character String  
Font [ Fixed (GTWIN) ]  
Language0 [ V5 ]  
Align [ Left-Aligned ]  
Color [ Character Color [ Black ] Background Color [ No Fill ] ]  
Font and Size [ Ver. [ 1 ] Hor. [ 1 ] ]  
Character Style [ No Fill ]

**Switch**

2017/07/12 18:35

File Name [Untitled1]  
Part No. [6]  
Name [ ]

Base Screen: 0



Operation Mode	[Momentary]
Device	[Y5]
ON/OFF Indication	[Device]
Reference Device	[R160]
Switch Operation Sound	[On]
Display/Hide	[Display]
Valid Condition	[Always Operational]
Operation Security (Display)	[Off]
Operation Security (Operation)	[Off]
ON Character String	
Font	[Fixed (GTWIN)]
Language0	[ABCD]
Align	[Left-Aligned]
Color	Character Color [Black] Background Color [No Fill]
Font and Size	Ver. [1] Hor. [1]
Character Style	[No Fill]
OFF Character String	
Font	[Fixed (GTWIN)]
Language0	[V6]
Align	[Left-Aligned]
Color	Character Color [Black] Background Color [No Fill]
Font and Size	Ver. [1] Hor. [1]
Character Style	[No Fill]



## INFORMÁTICA

### UTP CATEGORÍA: 5E / 6 / 6A / 7 (4X2X0,5)



**DESCRIPCIÓN:** Cable simétrico sin apantallar para transmisión de datos en redes de cableado estructurado (LAN), principalmente en instalaciones horizontales y secundarias en entornos libres de interferencias.

- Nota: disponible versión **libre de halógenos**.

### UTP FLEXIBLE CATEGORÍA 5E / 6 (4X2X0,5)



**DESCRIPCIÓN:** Cable de construcción flexible sin pantalla para latiguillos, en entornos libres de interferencias. Elemento de interconexión a la red entre distribuidores y puestos de trabajo.

- Nota: disponible versión **libre de halógenos**.

### UTP EXTERIOR CATEGORÍA 5E / 6 (4X2X0,5)



**DESCRIPCIÓN:** Cable simétrico **sin apantallar** para transmisión de datos en redes de cableado estructurado (LAN, WAN, etc.) en entornos libres de interferencias. Con cubierta exterior única de polietileno PE, estabilizado UV, apto para instalaciones exteriores (subterráneas y/o aéreas).

### UTP MULTIPAR CAT.5E (\*X2X0,5)



**DESCRIPCIÓN:** Para instalaciones de transmisión de datos en redes de cableado analógicas y/o digitales.  
(25 pares / 50 pares / 100 pares)

- **DISPONIBLE UTP EN COLORES DE 1, 2 Y 4 PARES.**

## MANUAL DEL USUARIO

### SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO

Favor de leer este manual cuidadosamente antes de utilizar el sistema de riego y consérvelo para una referencia futura.





#### LEA ESTE MANUAL

En él usted encontrará muchos consejos útiles del manejo apropiado del sistema de riego automatizado. Con sólo un poco de cuidado preventivo de su parte puede ahorrarle un gran gasto de tiempo y dinero durante la vida del sistema de riego. Encontrará muchas respuestas a problemas comunes en la sección de Detección de Fallas. Si revisa primero nuestra carta de Consejos de Detección de Fallas, puede que no necesite llamar al personal técnico.



<b>INFORMACIÓN DE SEGURIDAD!</b> .....	12"
<b>Información de seguridad para el funcionamiento de los equipos!</b> .....	12"
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL!</b> .....	15"
<b>Descripción Punto de Control!</b> .....	15"
Descripción Caja de Seguridad de la bomba".....	16"
Descripción Caja de Control".....	16"
<b>Descripción HMI (Pantalla táctil)!</b> .....	17"
<b>Descripción Electroválvulas!</b> .....	18"
<b>Conexiones!</b> .....	18"
<b>Requisitos eléctricos!</b> .....	18"
Requisitos eléctricos de la caja de control".....	19"
Requisitos eléctricos del HMI (pantalla táctil)".....	10"
<b>Requisitos hidráulicos!</b> .....	10"
Requisitos hidráulicos de la bomba".....	10"
Requisitos hidráulicos de las electroválvulas".....	11"
<b>Funcionamiento!</b> .....	11"
<b>Caja de control!</b> .....	11"
<b>HMI (Pantalla táctil)!</b> .....	13"
<b>Mantenimiento!</b> .....	16"
<b>Elementos del sistema!</b> .....	17"










## INFORMACIÓN DE SEGURIDAD







Leer detallada y completamente este manual que contiene información importante acerca de la seguridad, que protegerá al usuario de peligros inesperados y prevendrá daños potenciales a los equipos.

Riesgo	Precaución	Prohibición	Nota
 <b>Riesgo eléctrico</b>	 <b>Peligro en general</b>		
Este símbolo indica la presencia de voltaje peligroso dentro de la caja de control que puede constituir un riesgo de descarga eléctrica y lesiones graves o incluso mortales para personas si no se toman precauciones.	Este símbolo advierte al usuario de la presencia de peligros que pueden causar lesiones personales menores o moderadas, daños materiales o daños en el propio dispositivo si no se toman precauciones.	Esta es una señal especificando aplicaciones "Estrictamente Prohibidas".	Este símbolo dirige la atención del usuario a instrucciones importantes de instalación, funcionamiento y mantenimiento.

### Información de seguridad para el funcionamiento de los equipos

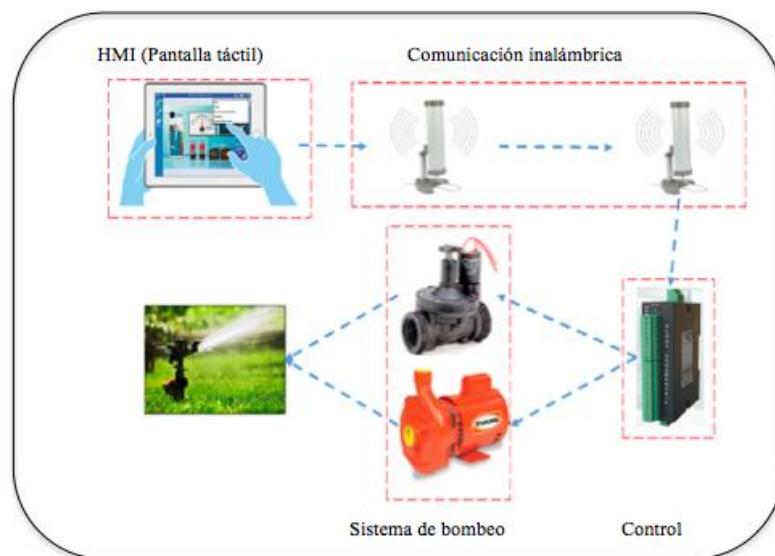
<b>Manejo del voltaje de alimentación</b>	 <b>Riesgo eléctrico Peligro</b>
	 No manipular el interior de la caja de control.
2"	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>· La conexión del sistema de control se lo debe realizar con la máxima precaución y siguiendo cada una de las instrucciones.</li> <li>·  No toque el cable de energía si tiene húmedas las manos.</li> <li>· No utilice un cable de energía dañado o deteriorado, ni lo conecte para suministrar energía a la caja de control.</li> <li>· Los terminales de conexión eléctrica principal no deben ser manipulados tras la instalación.</li> <li>·  No desconecte del suministro de energía, sin antes apagar los equipos.</li> </ul>
<b>Sistema de bombeo</b>	<div style="border-bottom: 1px solid black; padding-bottom: 5px;">  <small>Peligro en general</small> <b>Precaución</b> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>· No manipular la válvula principal de succión de la bomba.</li> <li>·  No tocar la bomba cuando se encuentre en funcionamiento.</li> <li>· Mantener la posición de automático en las electroválvulas.</li> <li>·  La regulación manual del caudal esta a consideración del operario.</li> </ul>
<b>Comunicación inalámbrica</b>	<div style="border-bottom: 1px solid black; padding-bottom: 5px;">  <small>Peligro en general</small> <b>Precaución</b> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>·  No tocar las antenas de comunicación.</li> <li>· No manipular la caja de seguridad de las antenas de comunicación.</li> <li>·  No moverlas o cambiarla de sitio las antenas de comunicación.</li> <li>· No manipular los cables de conexión de las electroválvulas.</li> </ul>
<b>HMI (Pantalla táctil)</b>	 <small>Peligro en general</small> <b>Precaución</b>
<p>3"</p>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Manipular de forma delicada la pantalla táctil.</li> <li>· Evitar que la pantalla este sometida a la sobreexposición de rayos solares de forma directa.</li> <li>·  No manipular la pantalla con elementos rígidos o conto punzantes.</li> <li>·  No usar desinfectantes u otra substancia para la limpieza de la pantalla.</li> </ul>
<b>Mantenimiento</b>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <p><b>Precaución</b></p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Mantener el área limpia y alrededor de la caja de seguridad de la bomba.</li> <li>· Purgar la bomba según el tiempo establecido en para su mantenimiento.</li> <li>· Limpiar las impurezas como el polvo de todos los dispositivos y equipos del sistema.</li> <li>·  El mantenimiento de cada elemento del sistema se detallan a continuación en la página 18 de este manual.</li> </ul>
<b>Quando no este en funcionamiento el sistema de riego.</b>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <p><b>Precaución</b></p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Apagar y desenergizar todos los equipos.</li> <li>· Cierre la válvula principal de succión de la bomba.</li> <li>· Mantenga la posición de las electroválvulas en automático.</li> <li>·  La posición automático de las electroválvulas las mantiene cerradas y se accionaran sin energizarlas al cambiar a posición manual.</li> </ul>
<p>4"</p>	

## DESCRIPCIÓN GENERAL

La siguiente ilustración muestra en funcionamiento de todos los dispositivos que parten desde el, (Pantalla táctil) HMI de donde se efectúa el mando del sistema con una comunicación inalámbrica hacia el punto de control, desde el cual la bomba y las electroválvulas se activaran en función a los requerimientos del riego.



### Descripción Punto de Control

"

El punto de control esta ubicado junto al reservorio de agua que comprende los siguientes elementos.

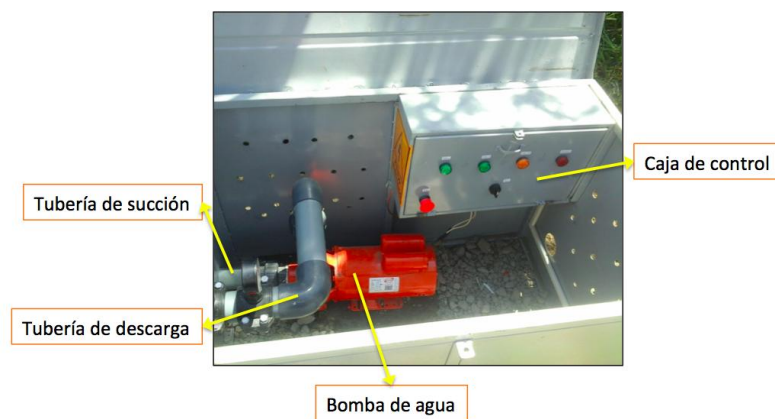
"



**Descripción Caja de Seguridad de la bomba**

"

El la caja de seguridad en su interior dispone de los distintos elementos de control y de bombeo que comprende los siguientes elementos:



**Descripción Caja de Control**

El la caja de control comprende de interruptores y luces piloto para la puesta en marcha y visualización de su funcionamiento con los siguientes elementos:

"



**Descripción HMI (Pantalla táctil)**

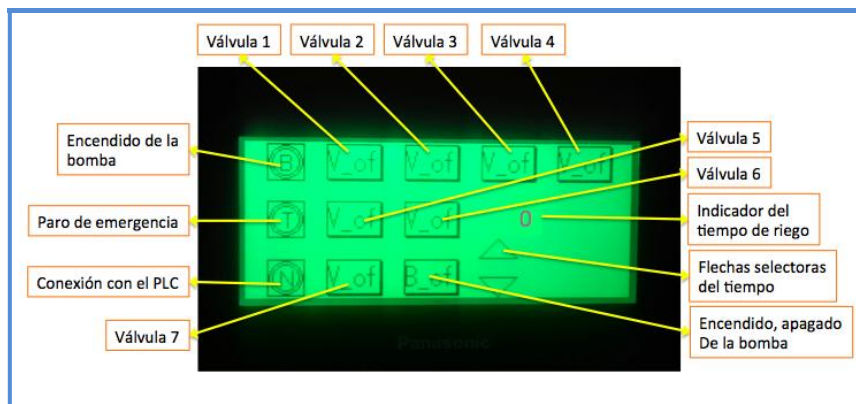
"

El HMI esta ubicado en la oficina del administrador la misma que comprende de los siguientes elementos:



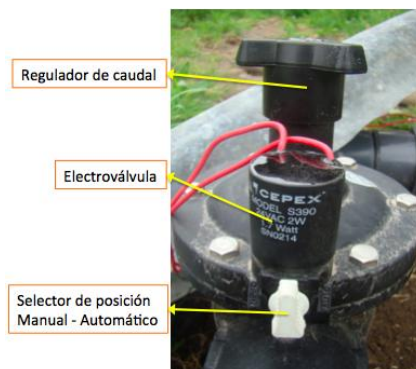
La pantalla HMI comprende una serie de botones con los cuales se efectuara el control de riego, de igual manera indicadores que permite conocer el funcionamiento del sistema los mismos que tenemos a continuación.

"  
"  
"



### Descripción Electroválvulas

Las electroválvulas constan de una solenoide, un regulador de caudal y un selector de posición de funcionamiento de la electroválvula manual o automático.



### Conexiones

#### Requisitos eléctricos

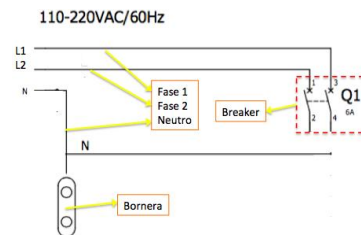
Para energizar los distintos elementos se necesita de una fuente de energía que tengan el voltaje y la frecuencia adecuados según las especificaciones, utilizando el cable de energía adecuado.

El cable de energía debe permanecer accesible fácilmente de modo tal que pueda

desconectarse en cualquier momento. Siempre y cuando el equipo esté conectado a una fuente de suministro, éste conserva energía, incluso si el botón de Encendido/Apagado está desactivado.

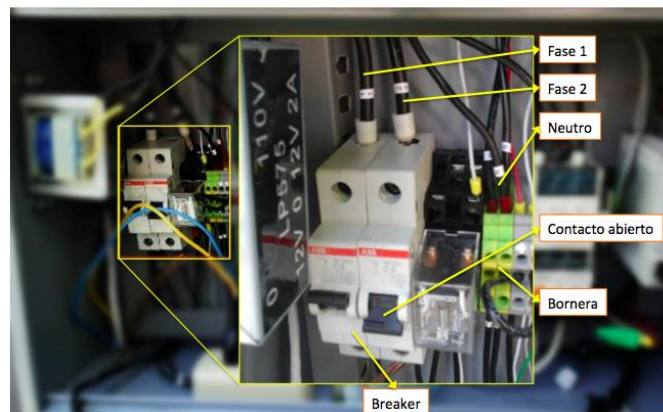
### Requisitos eléctricos de la caja de control

La caja de control requiere de un voltaje de 220V, 60Hz con un conductor de cobre AWG #8; la conexión se contempla en el siguiente esquema.



Realice las siguientes instrucciones para energizar la caja de control:

1. Levante la tapa de la caja de seguridad.
2. Verifique que los contactos breaker estén abiertos en posición (OFF).
3. Introduzca los cables de conexión a la caja de control
4. Conecte el neutro a la bornera de color verde,
5. Conecte la fase 1 y fase 2 al breaker.
6. Ubicar los cables de conexión en la canaleta.



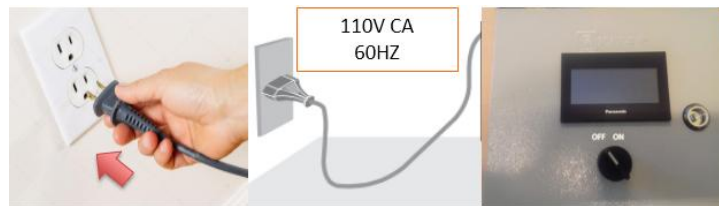
“  
“  
“

### Requisitos eléctricos del HMI (pantalla táctil)

La caja de seguridad del HMI requiere de un voltaje de 110V, 60Hz con un conductor de cobre AWG #16; la conexión se contempla en el siguiente esquema.

Realice las siguientes instrucciones para energizar el HMI:

1. Verifique que el equipo este apagado (OFF).
2. Conecte el enchufe de 110V, 60Hz al tomacorriente.



### Requisitos hidráulicos

Para ejecutar el riego automatizado es importante considerar los siguientes requisitos:

1. Los aspersores deben estar colocados en los hidrantes de riego.
2. Verificar la apertura de la válvula principal de conducto de agua.

### Requisitos hidráulicos de la bomba

1. Verificar que la válvula de succión de la bomba se encuentre abierta que se ubica a un costado de la caja de seguridad.



### Requisitos hidráulicos de las electroválvulas

1. Colocar las electroválvulas en posición (AUTO) de automático para que se efectúe el control.

Selector en posición automático



2. El regulador de caudal debe estar completamente abierto o de ser necesario la regulación está consideración del operario.

Regulador de caudal abrir o cerrar con la manija



### Funcionamiento

#### Caja de control

Para poner en marcha los elementos de la caja de control del sistema automatizado de riego se realiza previamente energizado se siguientes pasos:

"  
"  
"

1. Accionar el contacto de puesta en marcha (ON) girando la perilla hacia la derecha.



Puesta en marcha

2. Verificar la activación del sistema con la luz piloto encendida color verde de tablero energizado.

Tablero energizado



3. Verificar la conexión de la bomba con la luz piloto encendida color amarillo que indica su estado lista para su funcionamiento.

Bomba apagada



4. Para constatar el funcionamiento de la bomba se verifica con la luz piloto encendida color verde que indica bomba encendida.



### HMI (Pantalla táctil)

Para poner en marcha el HMI de forma remota del sistema automatizado de riego se realiza los siguientes pasos:

1. El sistema energizado previamente se acciona el contacto de puesta en marcha (ON),



2. Esperar 10 segundos hasta que se encienda correctamente la pantalla y se conecte el sistema inalámbrico.



''  
''  
''

3. Cuando este correctamente encendida desaparecerá \*\*OOF de la pantalla esta lista para su uso.

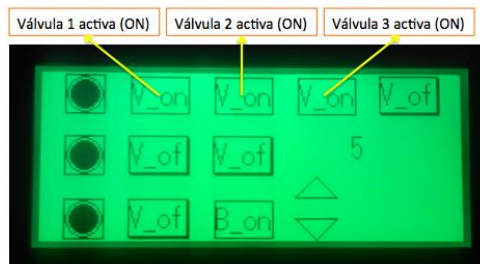


4. Introducimos el tiempo con las flechas de la pantalla.

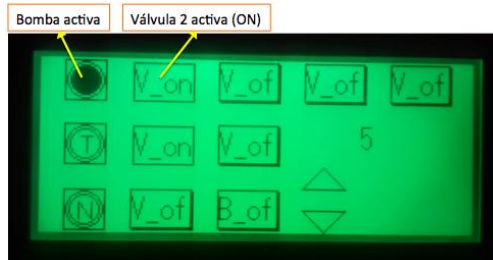


5. Presionar el botón de la electroválvula que se activara.

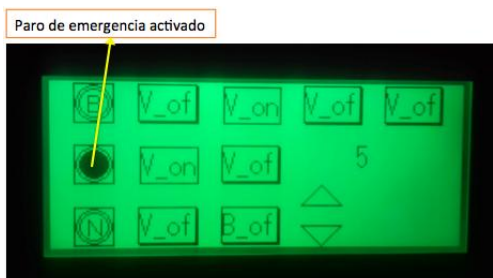
**Nota:** las electroválvulas están numeradas conforme a las parcelas de sembrío.



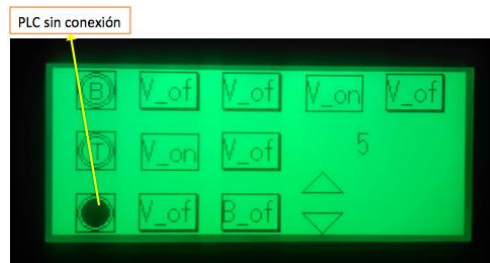
6. La primera y segunda electroválvula encenderá la bomba que se visualiza su accionamiento con el indicador B.



7. El indicador T, es la alerta de paro de emergencia cuando exista alguna avería en el sistema.



8. El indicador N, nos permite conocer la conexión existe del control si existe alguna anomalía.



9. Una ves cumplido el tiempo ingresado las electroválvulas y dispositivos se desactivaran automáticamente.

''  
''  
''

## Mantenimiento

El sistema automatizado de riego tiene elementos eléctricos, por lo que el manejo y operación se debe tomar las medidas de seguridad adecuada. La bomba se ubica en una caja de seguridad diseñada para la protección de los elementos y dispositivos de control y evitar el contacto eléctrico, las antenas como base de comunicación, y el HMI donde se interactuar el control del sistema. Para la prolongación de la vida útil del sistema automatizado de riego se ha determinado actividades mecánicas y eléctricas detalladas en un programa de mantenimiento preventivo.

Las principales actividades a realizarse para perdurar la vida útil de la máquina son:

Mantenimiento		
Equipo	Tarea	Período
<b>Caja de seguridad</b>	Limpiar la maleza que crece dentro y en su contorno	30 días
<b>Bomba</b>	Limpiar las impurezas que se impregnan por el ambiente	30 días
	Abrir los acoples universal de succión e impulsión para purgar impurezas	60 días
	Verificar los cables de conexión eléctrica a la bornera	30 días
<b>Electroválvulas</b>	Limpiar la maleza que crece en su contorno	15 días
	Verificar el estado de los mandos manuales regulador de caudal y accionamiento manual y automático	15 días
	Verificar la conexión de los cables eléctricos	15 días
<b>Caja de control</b>	Limpiar las impurezas que se impregnan por el ambiente	30 días
	Verificar funcionamiento de luces piloto, botones ON/OFF y paro de emergencia.	30 días

	Verificar los cables de conexión eléctrica de alimentación 220v	30 días
<b>Antenas</b>	Limpiar la maleza que crece en su contorno y evitan la línea de vista.	3 meses
	Verificar el suministro eléctrico de 12 v DC	30 días
<b>HMI</b>	Limpiar las impurezas que se impregnan por el ambiente	7 días
	Verificar la conexión de los cables eléctricos	Diario
	Limpiar la pantalla HMI un paño de algodón	Diario

#### Elementos del sistema

A continuación se describe los diferentes elementos que componen el sistema de los mismos, por falla o avería pueden ser reemplazados con uno de la misma característica que se detallan a continuación.

	<b>INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTIVO</b>	
	<b>Marca</b>	ABB C6
	<b>Corriente</b>	20 A
	<b>Número de polos</b>	2
	<b>Voltaje</b>	220V
	<b>SELECTOR CAMSCO DE 3 POSICIONES</b>	
	<b>RELÉ DE CONTROL CAMSCO DE 8 Y 4 PINES PLANOS</b>	

”  
”  
”

	<p><b>ELECTROVALVULA BERMAD de control hidráulico – eléctrico de 50mm de diámetro (NC). 24V AC</b></p>
	<p><b>PILOTO LUMINOSO REDONDO Ø 22- IP65 - LED INTEGRAL - 120 V - TERMINALES</b></p>
	<p><b>CONTACTOR 3RT1017-1AN21 BOBINA 220V Y UN RELE DE SOBRECARGA 3RU1116-1GBO</b></p>
	<p><b>TS SERIES   110V / 220V – 12V / 24Vac TENSIÓN PRIMARIA: 110 / 220Vac TENSIÓN SECUNDARIO: 12 / 24Vac FRECUENCIAS: 50 / 60 Hz</b></p>