



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL
AUTOMATIZADO EN LA RECEPCIÓN, FILTRADO Y
EXPULSIÓN DE RESIDUOS EN LAS TUBERÍAS DE RIEGO POR
ASPERSIÓN PARA FORTALECER LA PRODUCCIÓN
AGRÍCOLA Y GANADERA DEL SECTOR ICHUBAMBA BAJO EN
EL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**

**JOSÉ ROBERTO NARANJO TENEZACA
BASILIO JUAN ANDI GREFA**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROPUESTA TECNOLÓGICA

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

RIOBAMBA – ECUADOR

2018

ESPOCH

Facultad de Mecánica

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

2016-11-10

Yo recomiendo que el trabajo de titulación preparado por:

JOSÉ ROBERTO NARANJO TENEZACA

Titulado:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL
AUTOMATIZADO EN LA RECEPCIÓN, FILTRADO Y EXPULSIÓN DE
RESIDUOS EN LAS TUBERÍAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN PARA
FORTALECER LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y GANADERA DEL SECTOR
ICHUBAMBA BAJO EN EL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE
CHIMBORAZO”**

Sea aceptada como total complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Jhonny Marcelo Orozco Ramos
DIRECTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Jesús Román Brito Carvajal
ASESOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

ESPOCH

Facultad de Mecánica

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

2016-11-10

Yo recomiendo que el trabajo de titulación preparado por:

BASILIO JUAN ANDI GREFA

Titulado:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL
AUTOMATIZADO EN LA RECEPCIÓN, FILTRADO Y EXPULSIÓN DE
RESIDUOS EN LAS TUBERÍAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN PARA
FORTALECER LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y GANADERA DEL SECTOR
ICHUBAMBA BAJO EN EL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE
CHIMBORAZO”**

Sea aceptada como total complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Jhonny Marcelo Orozco Ramos
DIRECTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Jesús Román Brito Carvajal
ASESOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: JOSE ROBERTO NARANJO TENEZACA

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO EN LA RECEPCIÓN, FILTRADO Y EXPULSIÓN DE RESIDUOS EN LAS TUBERÍAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN PARA FORTALECER LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y GANADERA DEL SECTOR ICHUBAMBA BAJO EN EL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”

Fecha de Examinación: 2018-01-18

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Guamán Lozada PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Jhonny Marcelo Orozco Ramos DIRECTOR			
Ing. Jesús Román Brito Carvajal ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Ángel Guamán Lozada
PRESIDENTE TRIB. DEFENSA

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: BASILIO JUAN ANDI GREFA

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO EN LA RECEPCIÓN, FILTRADO Y EXPULSIÓN DE RESIDUOS EN LAS TUBERÍAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN PARA FORTALECER LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y GANADERA DEL SECTOR ICHUBAMBA BAJO EN EL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”

Fecha de Examinación: 2018-01-18

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Guamán Lozada PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Jhonny Marcelo Orozco Ramos DIRECTOR			
Ing. Jesús Román Brito Carvajal ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES:

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Ángel Guamán Lozada
PRESIDENTE TRIB. DEFENSA

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotros, JOSE ROBERTO NARANJO TENEZACA Y BASILIO JUAN ANDI GREFA, egresados de la Carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH, autores del proyecto de titulación **denominado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO EN LA RECEPCIÓN, FILTRADO Y EXPULSIÓN DE RESIDUOS EN LAS TUBERÍAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN PARA FORTALECER LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y GANADERA DEL SECTOR ICHUBAMBA BAJO EN EL CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**, nos responsabilizamos en su totalidad del contenido en su parte intelectual y técnica, y me someto a cualquier disposición legal en caso de no cumplir con este precepto.

Naranjo Tenezaca Jose Roberto
Cédula de Identidad: 060413376-9

Basilio Juan Andi Grefa
Cédula de Identidad: 150076019-2

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, José Roberto Naranjo Tenezaca y Basilio Juan Andi Grefa, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Jose Roberto Naranjo Tenezaca

Cédula de Identidad: 060413376-9

Basilio Juan Andi Grefa

Cédula de Identidad: 150076019-2

CONTENIDO

	Pag
CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Justificación	3
1.3.1 <i>Justificación teórica</i>	3
1.3.2 <i>Justificación metodológica</i>	3
1.3.3 <i>Justificación Práctica</i>	4
1.4 Objetivos	4
1.4.1 <i>Objetivo General</i>	4
1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i>	4
CAPITULO II	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 La Captación del agua.....	5
2.2 Captación del agua de regadío.	5
2.3 Tipos de filtros	6
2.3.1 <i>Hidroclones</i>	6
2.3.2 <i>Filtros de arena</i>	7
2.3.3 <i>Filtros de malla</i>	8
2.3.4 <i>Filtros de anillas</i>	8
2.4 Sistemas de filtración	9
2.4.1 <i>Filtración Convencional</i>	10
2.4.2 <i>Filtración directa</i>	10
2.4.3 <i>Filtración lenta</i>	11
2.4.4 <i>Filtración automática por discos</i>	12
2.3 Riego por aspersión.....	12
2.3.1 <i>Rociadores giratorios</i>	13
2.4 Conceptos generales de Mecánica de Fluidos.....	13
2.4.1 <i>Presión</i>	13
2.5.2 <i>Medición de la presión</i>	14
2.4.3 <i>Caudal</i>	15
2.4.4 <i>Métodos para la medición de caudal</i>	15

2.5	Sistemas eléctricos	18
2.5.1	<i>Introducción</i>	18
2.5.2	<i>Sensor de presión y accionamientos</i>	18
2.5.2.1	<i>Clasificación de sensores</i>	19
2.5.3	<i>Accionamientos o Actuadores</i>	22
2.6	LOGO! Siemens Relé lógico Programable	23
2.6.1	<i>Entre las principales características podemos destacar</i>	23
2.6.2	<i>Modelos disponibles de logo</i>	24
2.7	LOGO SOFT COMFORT V8.....	25
CAPITULO III.....		26
3.	DISEÑO DEL SISTEMA DE FILTRADO Y EXPULSIÓN DE RESIDUOS.....	26
3.1	Descripción del área.....	26
3.2	Situación actual	27
3.3	Método de selección.....	28
3.3.1	<i>Estudio de caudal y presión</i>	29
3.3.1.1	<i>Caudal</i>	29
3.3.2.2	<i>Presión</i>	29
3.1.2	<i>Esquema de la estructura hidráulica</i>	30
3.1.3	<i>Diseño del sistema hidráulico</i>	31
3.1.3.1	<i>Selección de Tubería y accesorios</i>	32
3.1.3.2	<i>Selección de Filtros</i>	38
3.1.3.3	<i>Electroválvulas</i>	40
3.1.3.4	<i>Selección de manómetros</i>	42
3.1.4	<i>Esquema del sistema eléctrico para la automatización</i>	44
3.1.4.1	<i>Selección de Sensores</i>	44
3.1.4.2	<i>Selección de Relé</i>	46
3.1.4.3	<i>Pulsadores y luces piloto</i>	47
3.1.4.4	<i>Selección de Cables</i>	48
3.1.4.5	<i>Selección de Fuente de poder</i>	51
3.1.5	<i>Selección de Controladores Lógicos Programables</i>	52
3.1.5.1	<i>Arduino</i>	52
3.1.5.2	<i>Siemens LOGO!</i>	52
3.1.5.2	<i>SIMATIC S7</i>	53
3.1.6	<i>Selección de Controladores lógico programables (PLC)</i>	54

CAPITULO IV	61
4. IMPLEMENTACIÓN DEI CONTROL AUTOMATIZADO DE FILTRADO, RESULTADOS Y ANÁLISIS.	61
4.1 Implementación del sistema de control automatizado de filtrado	61
4.1.1 <i>Identificación de lugar de implementación</i>	61
4.1.2 <i>Implementación de la estructura hidráulica</i>	61
4.1.3 <i>Implementación del sistema eléctrico automático</i>	67
4.2 Pruebas de funcionamiento	70
4.3 Resultados obtenidos.....	73
 CAPITULO V.....	 80
5. COSTOS DE DISEÑO Y FABRICACIÓN DEL SISTEMA	80
5.1 Costos Directos	80
5.2 Costos Indirectos.....	81
5.3 Costo Total.....	81
 CAPITULO VI.....	 82
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
6.1 CONCLUSIONES	82
6.2 RECOMENDACIONES	83

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1-2: Tabla de equivalencia de presión.....	14
Tabla 2-2: Clasificaciones de los sensores.....	19
Tabla 3-3: Cuadro de ponderación.....	28
Tabla 4-3: Calculo de caudal	29
Tabla 5-3: Elementos empleados en el sistema.....	31
Tabla 6-3: Selección de filtros.	39
Tabla 7-3: Características del filtro.....	40
Tabla 8-3: Selección de electroválvulas.....	41
Tabla 9-3: Características de electroválvulas.....	42
Tabla 10-3: Selección de Manómetros.....	43
Tabla 11-3: Características del manómetro.	43
Tabla 12-3: Selección de sensores de presión.....	45
Tabla 13-3: Características del transductor.....	45
Tabla 14-3: Características del relé.....	46
Tabla 15-3: Características de la fuente de poder.	51
Tabla 16-3: Características de controladores lógicos programables	54
Tabla 17-3: Selección del logo Siemens.	55
Tabla 18-3: Características del Logo 230 RC.....	56
Tabla 19-4: Calibración del sensor de presión 1.....	69
Tabla 20-4: Calibración del sensor de presión 2.....	69
Tabla 21-4: Tabla de verificación de funcionamiento.	71
Tabla 22-4: Toma de tiempos del lavado Automatico	74
Tabla 23-4: Límite y máximos de activación.....	75
Tabla 24-4: Señales Analógicas de los transductores de presión.....	76
Tabla 25-4: Tabla de taponamiento de aspersiones mes Septiembre	77
Tabla 26-4: Tabla de taponamiento de aspersiones mes Octubre	78
Tabla 27-5: Costos Directos.....	80
Tabla 28-5: Costos Indirectos.....	81
Tabla 29-5: Costos Indirectos.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1-2: Recepción de agua	5
Figura 2-2: Captación de agua	6
Figura 3-2: Tipo de filtro Hidrociclones.....	7
Figura 4-2: Tipo de filtro Arena.	8
Figura 5 -2: Tipo de filtro: Malla.....	8
Figura 6-2: Tipo de filtro Anillas.....	9
Figura 7-2: Filtración Convencional.....	10
Figura 8-2: Filtración Directa	11
Figura 9-2: Filtración lenta con arena.....	11
Figura 10-2: Filtración automática por discos	12
Figura 11-2: Riego por aspersión.....	13
Figura 12-2: Aspersor de riego.	13
Figura 13-2: Manómetros de presión.....	15
Figura 14-2: Medición de caudal utilizando un cronometro.....	16
Figura 15-2: Método de la trayectoria.	17
Figura 16-2: Distintos tipos de vertederos.....	18
Figura 17-2: Señal analógica y Digital	21
Figura 18-2: Transductores de presión	22
Figura 19-2: Diagrama eléctrico de un transductor de presión.....	22
Figura 20-2: Electroválvula	23
Figura 21-2: Estructura del logo	24
Figura 22-2: Software logo! Soft confort v8.....	25
Figura 23-3: Ubicación satelital Sector Ichubamba.....	26
Figura 24-3: Riego por aspersión.....	27
Figura 25-3: Sistema Hidráulico 2D.....	30
Figura 26-3: Sistema Hidráulico 2D.....	31
Figura 27-3: Sistema Hidráulico 3D.....	32
Figura 28-3: Continuidad del fluido	33
Figura 29-3: Union soldable	34
Figura 30-3: Adaptador hembra.....	35
Figura 31-3: Codo E/C x 90°	36
Figura 32-3: Reductor buje E/C.....	37
Figura 33-3: Tee E/C	38

Figura 34-3: Filtro de disco.	40
Figura 35-3: Electroválvula.	41
Figura 36-3: Manómetro de presión.	42
Figura 37-3: Transductor de presión.....	44
Figura 38-3: Relé electromagnético.....	46
Figura 39-3: Pulsadores piloto.....	47
Figura 40-3: Luces piloto.....	47
Figura 41-3: Cables eléctricos.	48
Figura 42-3: Calibre de conductores.....	50
Figura 43-3: Fuente de poder 24V.....	51
Figura 44-3: Arduino	52
Figura 45-3: Siemens LOGO!.....	53
Figura 46-3: SIMATIC S7 1200.....	53
Figura 47-3: Estructura del logo.	56
Figura 48-3: Diseño de la caja de mando.....	57
Figura 49-3: Programación del sistema de filtrado y expulsión de residuos	59
Figura 50-3: Diagrama de programación.....	60
Figura 51-4: Caja de mando.....	61
Figura 52-4: Válvula de paso.....	62
Figura 53-4: Tee de PVC con reductor de 63mm.	63
Figura 54-4: Collarín reductor de 75mm a 1/2".....	63
Figura 55-4: Adaptador de 75mm con reductor 63mm.	63
Figura 56-4: Adaptador de 63mm con reductor de 2"	64
Figura 57 -4: Acoples en válvula 1 y entrada de filtro.	64
Figura 58-4: Acople de salida de filtro a electroválvula 2.....	65
Figura 59-4: Unión de sección de secundaria.....	66
Figura 60-4: Uniones de sección auxiliar.	66
Figura 61-4: Sistema de filtrado	66
Figura 62-4: Conexiones eléctricas de caja de mando.....	68
Figura 63-4: Sistema de filtrado automático.....	70

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pgs.
Gráfica 1-4: Curva tiempos de Automatización	74
Gráfica 2-4: Taponamiento de aspersores	77
Gráfica 3-4: Taponamiento Aplicado automatización	778

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es controlar el filtrado y expulsión de residuos sólidos en las tuberías para mejorar el sistema de regadío por aspersión el sector “ICHUBAMBA BAJO”, ubicado en el cantón Guamote, Provincia de Chimborazo el cual ayudara a fortalecer la producción agrícola y ganadera. Aplicando proceso automatizados que permiten el control para evacuar residuos sólidos mediante un filtro de retrolavado que es controlado mediante electroválvulas, las cuales son activadas mediante sensores de presión que emiten la señal la cual depende de una variación de presión que esta entre 3bar y 2,5bar, si disminuye la presión envía la señal para efectuar el proceso de evacuación de restos de partículas que impiden el paso del fluido con normalidad, asi facilita trabajo de limpiar cada uno de los aspersores que presente taponamientos. El personal encargado de ese proceso podrá reducir los trabajos y tiempos innecesarios que se efectúan diariamente en sus actividades. Se comprobó el mejoramiento de riego que se presenta los aspersores mediante el riego uniforme los cuales ase analizo tomando datos estadísticos de riego mensual de cuantas veces se tapona y se obtuvo un mejoramiento del 81,51%. Se recomienda dar un mensual mantenimiento respectivo al filtro para su correcto desempeño.

PALABRAS CLAVES: < LOGO SOFT (SOFTWARE) >, <PROCESOS AUTOMATIZADOS>, < FILTRO RETROLAVADO>, <MODULO PROGRAMABLE>, <SISTEMAS DE FILTRACIÓN>

ABSTRACT

The objective of this research is to control the filtering and expulsion of solid waste in the pipes to improve the system of irrigation by aspiration in the sector "ICHUBAMBA BAJO", located in Guamote Canton, Chimborazo Province, which will help to strengthen agricultural and livestock production. It has been applied automated processes that allow the control to evacuate solid waste through a backwashing filter that is controlled by electro valves, which are activated by pressure sensors that emit the signal which depends on a pressure variation that is between 3bar and 2,5bar, if it decreases the pressure sends the signal to carry out the process of evacuation of particles remains that prevent the passage of the fluid normally, thus it facilitates work to clean each one of the sprinklers that presents blockages. The personnel in charge of this process may reduce the unnecessary work and time that is carried out daily in their activities. Irrigation improvement was verified that shows the sprinklers through the uniform irrigation which was analyzed taking statistical data of monthly irrigation of how many times it was plugged and was obtained an improvement of 81.51%. It is recommended to give a monthly maintenance to the filter for its correct performance.

KEY WORDS: <LOGO SOFT (SOFTWARE)> <AUTOMATED PROCESSES>, <BACKWASHING FILTER>, PROGRAMMABLE MODULE>, <FILTRATION SYSTEMS>.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El agua es el principal elemento para el progreso, desarrollo y vida en todo el globo, así empleado en los consumos agrícola aprovechando las condiciones de la tierra para mejorar la calidad de productos y producciones ganaderas para mejorar el crecimiento de los animales de las zonas cercanas.

Cabe recalcar las diferentes funciones que cumplen la variedad de sistemas de riego para la productividad, crecimiento y demás necesidades que se pueden presentar.

- El riego como contribución al progreso:
- El crecimiento y la diversidad de producción
- El ahorro y consumo necesario del agua.
- La regularidad de precios en el mercado para los productos

La creación de nuevas tecnologías y conjuntas con la automatización han empleado diferentes sistemas de desarrollo de control de regadío en el cual cada vez son más necesarios en el campo de la productividad agrícola.

La automatización se ha presentado como un factor principal para el crecimiento de procesos productivos, facilitando el desarrollo con menores esfuerzos dando la facilidad operativa y control.

En diferentes cultivos que se encuentran con sistemas de regadío si el agua no se encuentra tratada causa taponamientos en los diferentes elementos que se encuentran limitando la cantidad de agua que necesita la planta.

Los procedimientos de filtración son factores indispensables en la ejecución del riego en los diferentes cultivos pues el agua debe ser regada de una forma uniforme y periódicamente ya que si el agua presenta impurezas dificulta el crecimiento del cultivo.

Con la meta de impulsar nuevos logros y objetivos en el campo de la producción agrícola, aprovechando los nuevos avances tecnológicos que se encuentran a nuestra disposición.

Para reducir gastos en la variedad que existe en sistemas de regadío como lo es el de aspersión y goteo que son los más afectados en el ámbito pues el mantenimiento de estos sistemas es diario en el sector el cual se ve afectado en el sembradío. Por lo cual el beneficio de una buena estructura de filtrado mejora el sistema de regadío.

1.2 Planteamiento del problema

La provincia de Chimborazo caracterizado como sector agrícola en el país, el cual abastece a gran parte de la población y de provincias como Tungurahua y Bolívar entre otras, actualmente el sector Ichubamba Presenta sistemas de riego por tubería sin tratamiento, el cual no se controla, así presentando inconvenientes en flujo continuo de agua en el cual se realiza su respectivo mantenimiento en tiempos no controlados dificultando las labores del sector pues el agua es indispensable para el sistema de regadío el cual debe ser constante, uniformes y controlado para cada área.

Dada la necesidad en la agricultura y sobre todo la constancia que esta conlleva a permanecer en los lugares donde se necesita un riego constante, para que los productos no se vean afectados y presenten dañen el cual genera una pérdida.

Los procesos de sistemas de riego por aspersión y por goteo necesitan de agua que no presente residuos sólidos, el cual dificulta el riego continuo, donde surge esta necesidad de implementar un proceso automático a un sector a través de un sistema de filtrado y expulsión de residuos, el mismo que controla el agua que llegue a las diferentes áreas de sembrío, en algunos casos emplean sistemas de filtro manuales el cual deben estar controlando a cada momento pues los residuos de solidos son variables que no se pueden controlar, así su mantenimiento solo se presenta cuando no circula el agua a cada punto con normalidad.

Para lo cual dependerá del sistema empleado con equipos y accesorios que se adapte a las necesidades descritas anteriormente. Por la que se deberá contemplar varios parámetros

de diseño y construcción estudiados en la carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL, así poder implementar de manera eficiente logrando óptimos resultados para el agro.

1.3 Justificación

1.3.1 *Justificación teórica*

El tema de trabajo de titulación se debe al requerimiento del diseño y la implementación de un sistema de filtrado, donde las plantas necesitan cierta cantidad de humedad para su crecimiento.

En este caso dependiendo de la temporada, donde se producen escasas de lluvias el sector se ve en la necesidad de implementar sistema de riego el cual prioritario, pues con ello el cultivo se da de mejor forma para su obtención en sus diferentes cosechas que se van a realizar donde se presenta con una temperatura adecuada para su crecimiento siendo, caracterizado por tener un clima cálido y húmedo,

Por lo cual se ha planeado la realización de este proyecto, donde control del sistema de riego incrementara la calidad y la productividad del sector.

La implementación del sistema de filtrado resulta una buena alternativa para el inicio de las labores del sector “ICHUBAMBA BAJO”, ya que, permitirá de una mejora del proceso de riego con productos de calidad.

1.3.2 *Justificación metodológica*

Conocimientos adquiridos sobre automatización, mecánica de fluidos, procesos a lo largo de la carrera son los que facilitan el riego de la producción agrícola.

Para la determinación de los requerimientos la forma más eficiente es el método inductivo y método deductivo, sin embargo, hay que considerar técnicas que son de gran utilidad como entrevistas con el personal encargado del área a investigar en el proceso, el cual facilita la recolección de datos, opiniones y orientaciones que facilitarían una toma de decisiones.

1.3.3 *Justificación Práctica*

Con el resultado de la investigación y puesta en marcha la implementación del sistema de filtrado en la recepción y expulsión de residuos.

El proceso de filtrado comprenderá desde el encendido de un pulsador actuando la electroválvula haciendo que el agua circule tubería, una vez acumulada de residuo en el filtro a una presión seleccionada por el programa que nos permite la lectura de los sensores para dar paso al retro - lavado, generando un proceso automático.

1.4 *Objetivos*

1.4.1 *Objetivo General*

Diseñar e Implementar un Sistema de Control Automatizado en la recepción, filtrado y expulsión de residuos en las tuberías de riego por aspersión para el sector “ICHUBAMBA BAJO” con el fin de fortalecer la producción agrícola y ganadera.

1.4.2 *Objetivos Específicos*

- Estudiar la situación actual del sistema de regadío en el sector “ICHUBAMBA BAJO”.
- Seleccionar los equipos y elementos necesarios para la automatización del sistema de filtrado y expulsión de residuos.
- Diseñar y construir el sistema de filtrado y expulsión de residuos.
- Desarrollar las pruebas de funcionamiento del sistema filtrado automático que permita verificar el proceso implementado.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 La Captación del agua

Desde el origen de las poblaciones, el hombre se ha desarrollado en torno al agua disponible en la zona para su desarrollo, obteniéndole ya sea de forma natural o por extracción desde el suelo. (Pimienta, 1980,p.1)

La limitación del transporte del agua siempre ha sido uno de los problemas que se ha presentado a lo largo de la historia en donde el agua de lluvia es la más principal para la agricultura, debido al crecimiento de la población y necesidad se han creado nuevos sistemas de captación del agua para los diferentes sistemas de regadío o consumo humano

Es así donde se desarrollan nuevos procedimientos en la captación del agua que se pueden obtener mediante filtrados de agua desde el suelo hasta su obtención, por medio de vertientes, por agua de lluvia dependiendo de la zona y necesidad que se presente.



Figura 1-2: Recepción de agua

Fuente: Autores

2.2 Captación del agua de regadío.

Comprende en la ubicación topográfica a nivel de campo desde la obtención del agua para el sistema de regadío para la zona, en donde la infraestructura está comprendida en la recepción y proceso de captación del agua en una tubería de mayor diámetro el cual con ayuda de las líneas de conducción por gravedad donde están formadas por un sistema que facilitan el trasbordo del agua en cantidad y presión requerida.

2.2.1 *Agua de ríos*

Las aguas de los ríos están, generalmente contaminadas, cargadas de materias en suspensión y de materias disueltas.

El punto de captación debe escogerse agua arriba de las zonas importantes de contaminación. (GOMELLA & GUERREE, 1982,p.17)



Figura 2-2: Captación de agua
Fuente: Autores

Los sistemas de captación de agua están diseñados de acuerdo con los residuos que presenta el agua en su toma, pues si el agua es demasiado turbia que aplica sistemas de retención de residuos y así mejorar la calidad de agua que será distribuida.

2.3 **Tipos de filtros**

2.3.1 *Hidrociclones*

Los hidrociclones son depósitos, normalmente metálicos, con forma troncocónica, que tienen la entrada de agua en dirección tangencial y la salida en dirección axial, ambas por la parte superior.

El agua, al entrar en el hidrociclón, forma un vórtice o torbellino descendente y luego asciende, también con movimiento vertical, por el centro del anterior.

La fuerza centrífuga que se genera en el primer vórtice arrastra las partículas hacia las paredes, las partículas van resbalando a lo largo de las paredes por acción de la gravedad y se recogen en un depósito cerrado. Por su modo de acción, el hidrociclón sólo puede separar partículas más densas que el agua, por lo que no es efectivo para la eliminación de la materia orgánica. (Ruiz & Molina Martínez, 2010,p.74)

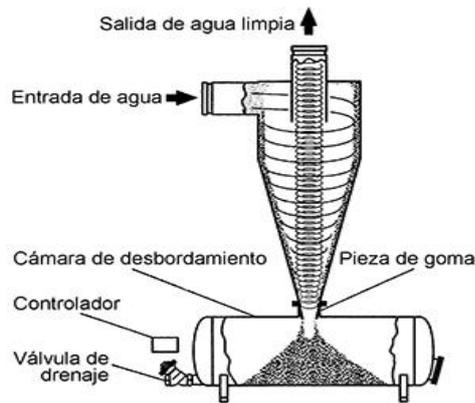


Figura 3-2: Tipo de filtro Hidrociclones.

Fuente: www.traxco.es/blog/tecnologia-del-riego/hidrociclones

2.3.2 Filtros de arena

Es uno de los procedimientos más antiguos que se ha utilizado el cual consiste en el método de los efluentes ecológicos, de fácil implementación con un bajo costo considerando el tamaño y volumen requerido con el agua que no esté altamente contaminada.

Permite la separación de partículas que contengan hasta 20 micras que pasan por diferentes capas hasta obtener una de mejor calidad, durante su paso de un lecho filtrante.

Contiene una capa de grava que sostiene la arena, la estructura de drenaje recolecta el agua filtrada donde está manipulada por un regulador de velocidad, ocasionando pérdidas de carga dando un flujo muy bajo razón por la cual se fabrican lechos de arena hondos

La ventaja de la filtración se considera que es rentable y que su proceso no requiere de reactivos químicos que influyan en el rendimiento del sistema (Cisneros, 2001,p.146)

La figura 2-1 muestra un filtro de arena con sus características.

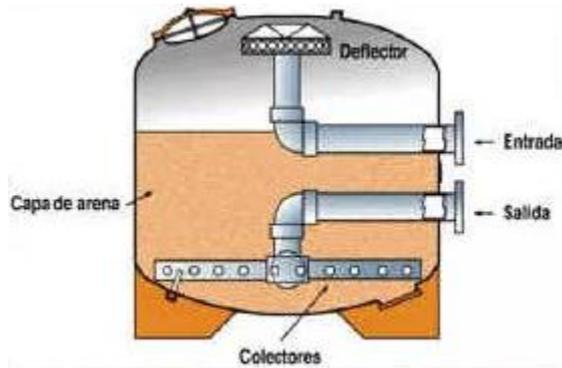


Figura 4-2: Tipo de filtro Arena.

Fuente: <https://felixmaocho.wordpress.com>

2.3.3 *Filtros de malla*

Está compuesto por una malla que detiene los sólidos que son superiores a los orificios de la malla con característica de que sean partículas minerales, está constituido por un cuerpo cilíndrico que se encuentra en el interior a través del cual circula el agua que se pretende filtrar (Ruiz & Molina Martinez, 2010,p.79)



Figura 5 -2: Tipo de filtro: Malla.

Fuente: www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=6003

2.3.4 *Filtros de anillas*

Es considerado como uno de los más frecuentes utilizados en los sistemas riego teniendo aplicaciones en sistemas por goteo y aspersión donde el agua debe ser lo más limpia posible para poder evitar taponamiento tanto en la de goteo como en los elementos que se utilizan para el riego por aspersión.

Donde la filtración sucede al pasar el agua por una o dos mallas dependiendo de la necesidad del sistema y partículas a separar de un tamaño considerable (Blair, 1979,p.3)

Además, la efectividad del filtrado es considerada como aceptable y sus precios son convenientes en el mercado, su instalación es no es compleja y su mantenimiento se lo realiza manualmente.

Los filtros de anillas pueden remplazar a los de arena en instalaciones reducidas. Asimismo, se coloca como componentes de filtración provisional. Se compone de un cartucho con anillas o discos estriados por las dos caras. (Agromática, 2013)

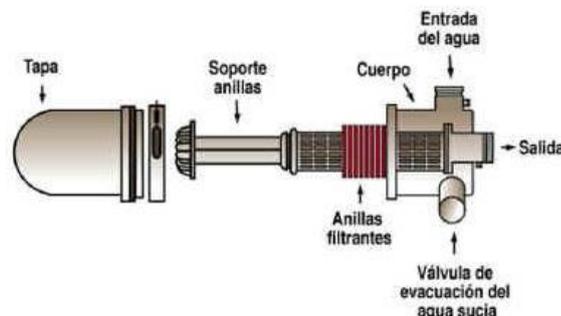


Figura 6-2: Tipo de filtro Anillas.

Fuente: <http://elriego.com/wp-content/uploads/2015/04/Filtro22.jpg>

En el diseño de una instalación de riego se debe considerar más en el tipo de construcción, tamaño de la red, propiedades del agua, caudales, pérdidas de carga, mantenimiento, limpieza y otras variables que se presentan. (Agromática, 2013)

2.4 Sistemas de filtración

Al hablar de procesos de filtración se considera como operaciones mecánicas que emplea componentes filtrantes que retienen partículas sólidas impidiendo el paso para lo cual solo se conduzca agua en óptimas condiciones.

En la mayor parte los filtros tratan el agua fluya con normalidad tratando de no reducir la presión que el sistema contenga así reteniendo los desechos sólidos el cual deben ser evacuados para no reducir el caudal.

Existen diferentes tipos de filtros el cual depende para que este empelado o requerido dependiendo de la necesidad del sistema de regadío que se emplee, en donde los cambios de los diferentes procesos de riego dando así ventajas para los cultivos.

2.4.1 *Filtración Convencional*

Es una operación de varias fases, como primer paso es añadir un coagulante químico el cual se puede ocupar las sales aluminio o de hierro dependiendo de porcentaje de partículas a separar. Continuamente, se revuelve la estructura para impulsar la unión de las partículas de tamaño reducido en suspensión para constituir grumos considerables que se pueden retirar fácilmente. Al culminar estas etapas, el agua se transporta a través de filtros de manera que los residuos sobrantes se adhieran por sí mismas al material de filtro el cual se puede evacuar. (SCIENCES, 2007)

En los filtros convencionales exigen frecuente limpieza y atención. Una limpieza de 1 ó 2 veces por semana es lo normal en aguas medianamente limpias. (Martinez E. Z., 2004,p.17)



Figura 7-2: Filtración Convencional

Fuente: <http://www.cineticaquimica.com.mx/images/cinetica-quimica-potabilizacion.jpg>

2.4.2 *Filtración directa*

La filtración directa es semejante a la convencional, excepto que después de agregar el coagulante, se agita la mezcla, y posteriormente se omite la fase de separación de la sedimentación, Las partículas en suspensión son desestabilizadas por el coagulante y así se apegan con mayor facilidad al material de filtro cuando el agua se filtra posteriormente. (SCIENCES, 2007)



Figura 8-2: Filtración Directa

Fuente: <http://www.cineticaquimica.com.mx/images/cinetica-quimica-potabilizacion.jpg>

2.4.3 Filtración lenta

El proceso de filtración lenta consiste en composición de arena el cual no contiene etapas de coagulación ni de procesos de sedimentación el cual puedan intervenir elementos químicos. Impulsando el paso lento y bajando el agua a través de un lecho de arena de dos a cuatro pies (0,6 a 1,2 metros) de fondo. A lo largo de la superficie se acciona una capa biológicamente superior del lecho de arena, conteniendo las partículas pequeñas.

Con el cual la filtración biológica en arena es un proceso en el punto determinado de uso análogo a la filtración, considerando su eficacia que se encuentra mucho menos establecida que ésta última, los filtros de bolsa y cartucho son sistemas simples y fáciles de usar que utilizan una bolsa tejida o un cartucho de filamento enrollado o un filtro fruncido para filtrar físicamente los microbios y sedimento del agua fuente. Las colectividades de los sistemas de filtración usan el "retrolavado" para limpiar el sistema. Esto produce aguas de desecho que se deben manejar adecuadamente. (SCIENCES, 2007)

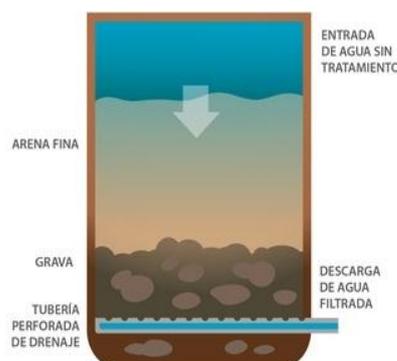


Figura 9-2: Filtración lenta con arena

Fuente: www.koshland-science-museum.org

2.4.4 Filtración automática por discos

En el desarrollo de filtración el agua es dirigida desde el colector de entrada hacia el interior de los filtros el cual pasa por los discos que se encuentran apilados deteniendo los sólidos en el dispositivo hasta su salida.

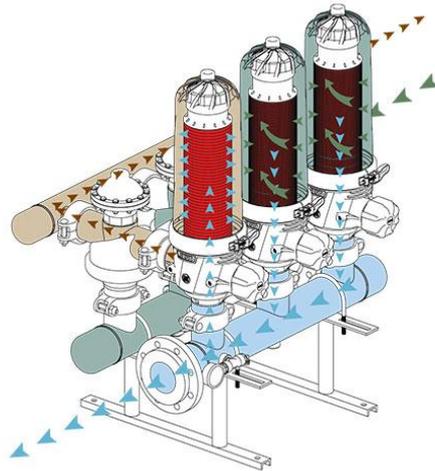


Figura 10-2: Filtración automática por discos

Fuente: <http://www.azud.com/imagenes/productos/201644112259helixAutomatic2.jpg>

El filtro de retro lavado está conformado de cuatro vías, ingreso, entrega, colector y expulsión de desperdicios sólidos como drenaje, la auto limpieza se genera de forma automática que comprende un sistema de monitoreo durante sus etapas, además la estación de filtrado se encuentra en forma secuencial de limpieza, debido a la diferencia de presiones que se encuentra incorporado

2.3 Riego por aspersión

Un sistema que emplea el riego por aspersión caracterizado por tener en cada fuente de agua, unidad de bombeo, un procedimiento de tuberías de conducción y un sistema mediante el que se lanza el agua al aire, para que caiga en forma de aspersión (withers & Vipond, 1974,p. 55)



Figura 11-2: Riego por aspersión

Fuente: <https://d1bi2srgse3uhl.cloudfront.net/uploads/2017/10/image59d4ce87f0712.jpg>

2.3.1 *Rociadores giratorios*

El escape más común de aspersión son las de rociadores giratorios, montados en un soporte que se hace girar sobre un eje vertical, mediante la acción de una válvula de martillo donde el rociador está a 25 mm de diámetro. (withers & Vipond, 1974, p. 57)

Los aspersores giratorios pueden contener entre una o dos boquillas cuyas salidas de agua forman ángulos de 25° a 28° con la horizontal, facilitando un excelente alcance en el cual el viento no altere su trayectoria.

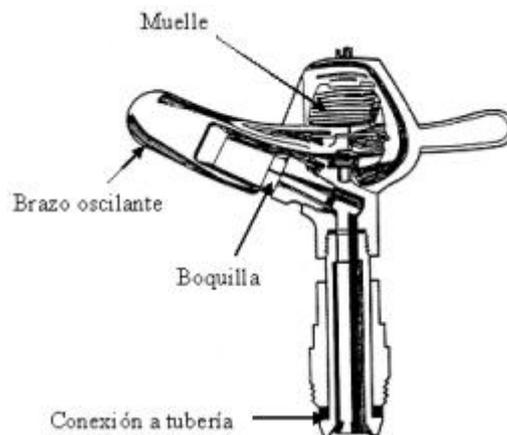


Figura 12-2: Aspersor de riego.

Fuente: https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Hidraulica/.

2.4 Conceptos generales de Mecánica de Fluidos

2.4.1 *Presión*

Técnicamente, por presión se entiende la aplicación de una fuerza sobre una superficie. Así, una misma fuerza puede producir más o menos presión, si la superficie sobre la que se aplica es menor o mayor.

(BELLO U & PINO Q., 2000, p.6)

$$P = \frac{F}{S} \quad \text{EC. 1}$$

Donde:

P = presión

F = Fuerza

S = Superficie

Por lo cual, cuando se habla de presión, no es suficiente indicar la fuerza, sino la superficie sobre la cual se actúa (BELLO U & PINO Q., 2000, p. 6)

Tabla 1-2: Tabla de equivalencia de presión.

Unidad de Presión	Equivalencia (m.c.a)
1 atmósfera	10
1 bar	9,88
1 psi o lb/pul ²	0,7
1 kg/cm ²	10

Fuente: (BELLO U & PINO Q., 2000)

2.5.2 Medición de la presión

Normalmente la presión puede ser medida, como se señaló anteriormente, en metros de columna de agua en un centímetro cuadrado (m.c.a), lo que está dado por las pérdidas de carga obtenidas, sin embargo, se considera que la instalación está elaborada, se emplean herramientas de medición directa. (BELLO U & PINO Q., 2000,p.8)

Dichas herramientas se las reconoce o nombrados manómetros (Figura 8-2.), los mismos se los puede colocar en diferentes puntos así dando las señales que se requiere (manómetros roscados o embutidos), además, a través de la colocación de medidas manométricas insertadas en la red las cuales utilizan una aguja manométrica. (Bravo, 2009, p.70)

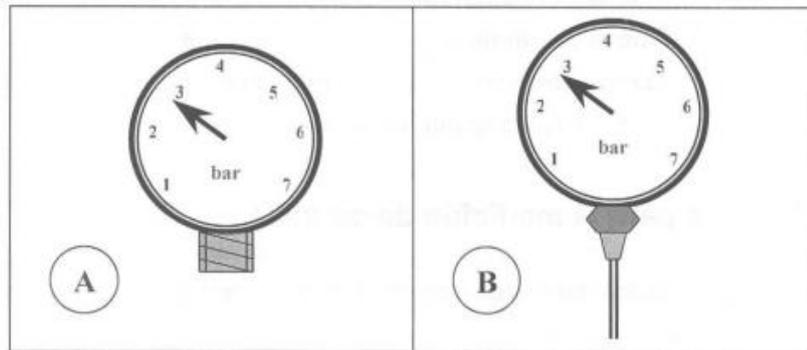


Figura 13-2: Manómetros de presión.

Fuente: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR25635.pdf>

2.4.3 Caudal

Es la medida de agua que se transporta por un lugar (canal, tubería.) en una cierta cantidad de tiempo, o sea, corresponde a un volumen de agua (Litros, Metros Cúbicos.), por unidad de tiempo (Segundos, Minutos, Horas, etc.). (BELLO U & PINO Q., 2000,p.40)

$$Q = A \cdot V \text{ (EC.2)}$$

Dónde: Q = Caudal m^3/s

A= Área de la sección transversal m^2

V= Velocidad medida en un punto m/s

2.4.4 Métodos para la medición de caudal

Entre los sistemas más empleados para medir caudales de agua se encuentran los siguientes:

- ✓ Método del Flotador
- ✓ Método Volumétrico
- ✓ Método de la Trayectoria
- ✓ Estructuras de Medida

a. Método del flotador

Se emplea en los canales, acequias y da medidas aproximada de los caudales. Su uso es limitado debido a lecturas que se consigue el cual son estimativos del caudal, dependiendo de diferentes métodos que se requiere la hora de tener mayor precisión. (Canales, 2010,p.45)

Para ejecutarlo, se elige un tramo del canal que sea recto y de sección transversal uniforme, de alrededor de 30 metros de largo, donde el agua deslice libremente. Se marca en el terreno la longitud elegida y se toma el tiempo que demora un flotador en recorrerla, con el fin de conocer la velocidad que lleva el agua en esa sección (BELLO U & PINO Q., 2000,p.10)

Como flotador se puede usar cualquier objeto que sea capaz de permanecer suspendido en el agua, como un trozo de madera, que no ofrezca gran resistencia al contacto con el aire y que se deje arrastrar fácilmente por la corriente de agua. (OMEGA SENSING INCREDIBLE THINGS, 2017)

b. Método Volumétrico.

Permite medir pequeños caudales de agua, como son los que escurren en surcos de riego o pequeñas acequias. Para ello es necesario contar con un depósito (balde) de volumen conocido en el cual se colecta el agua, anotando el tiempo que demoró en llenarse. Esta operación puede repetirse 2 ó 3 veces y se promedia, con el fin de asegurar una mayor exactitud (ver Figura 9-2)

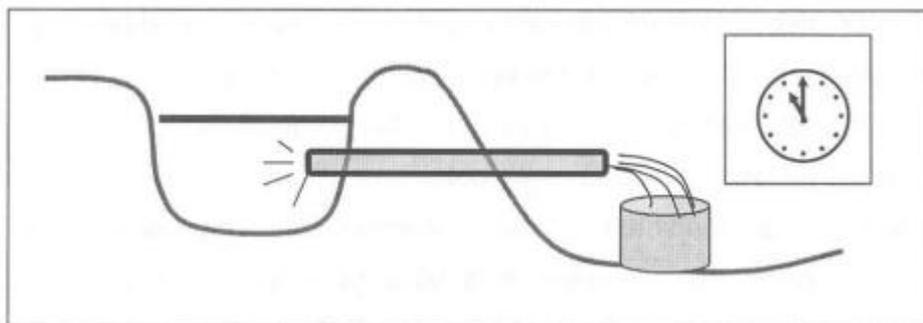


Figura 14-2: Medición de caudal utilizando un cronometro

Fuente: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR25635.pdf>

c. Método de la trayectoria.

Este procedimiento es de gran beneficio en tuberías y bombas. Con él es posible obtener una aproximación aceptable cuando se usa en forma adecuada. La ventaja que presenta es su fácil y rápida operación. El material que se utiliza es una escuadra, cuya forma se indica en la figura 10-2.

La característica de ella es que uno de sus lados (Y) debe medir 25 cm para poder hacer uso de las tablas ANEXO 1. La medición se realiza desplazando la regla hasta que el extremo inferior (mango) roce el chorro de agua que sale del tubo. El lado "X" de la regla debe quedar paralelo y apoyado en dicho tubo, para medir así la distancia horizontal que hay desde el punto donde el chorro toca la regla, a la boca de salida de la tubería. La tubería debe estar en forma horizontal. Debe cuidarse que no se produzcan curvaturas a lo largo de ella y que la tubería vaya llena de agua. (BELLO U & PINO Q., 2000,p.14)

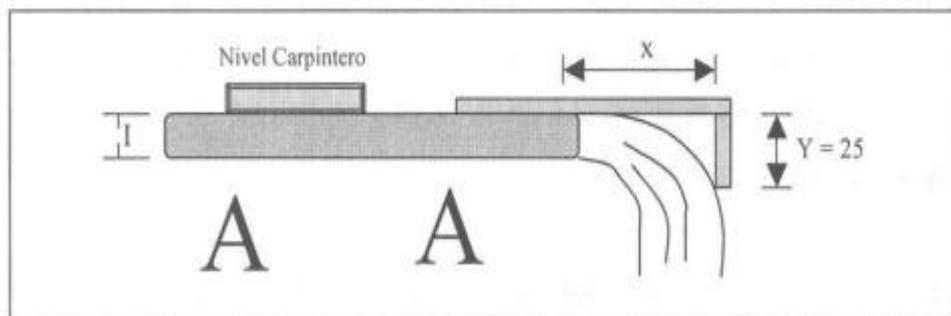


Figura 15-2: Método de la trayectoria.

Fuente: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR25635.pdf>

Realizar varias lecturas para promediar los resultados y obtener una medición más exacta al caudal verdadero. Una vez realizada la medición en la reglilla horizontal "X", se mide el diámetro interno del tubo, con estos valores se encuentra el caudal anexo 1 (BELLO U & PINO Q., 2000,p.14)

d. Esturas para la medición de aguas

Existe, sin embargo, una gran cantidad de sistemas y dispositivos utilizados en la medición de aguas. En este caso, se detallan sólo los más conocidos y sencillos, como son los vertederos. (Pimienta, 1980,p.28)

d.1 Vertederos

Sin duda alguna son los más sencillos y utilizados para medir el caudal de agua en canales abiertos. Según la forma que se obligue a adoptar a la sección de la vena líquida que circule por él, se clasifican en rectangulares, trapezoidales y triangulares (BELLO U & PINO Q., 2000,p.16)

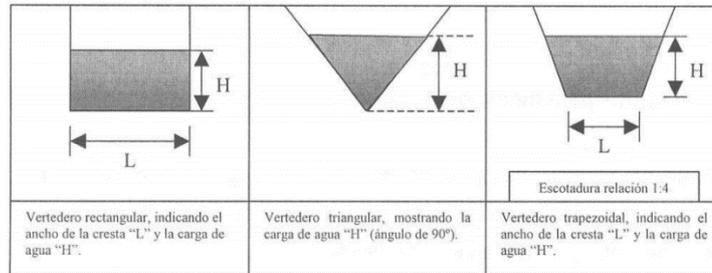


Figura 16-2: Distintos tipos de vertederos.

Fuente: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR25635.pdf>

2.5 Sistemas eléctricos

2.5.1 Introducción

Los sistemas electrónicos en la actualidad son usualmente empleados en industrias, maquinas eléctricas y entre otras diversas aplicaciones, las cuales se pueden emplear de forma automáticas o manuales para diferentes procesos.

Están conformados de diversos elementos de acuerdo al sistema empleado donde conforman de elementos de mando, de control, sensores digitales elementos de protección y módulos programables.

2.5.2 Sensor de presión y accionamientos

Se denomina sensor o transductor de presión, en general, a todo dispositivo que convierte una señal de una forma física en una señal correspondiente, pero de otra forma física distinta, un dispositivo que convierte un tipo de energía en otro, donde la señal de entrada es siempre una energía o potencia. (Bravo, 2009,p.158)

Un sensor es un dispositivo que, a partir de la energía del medio donde se mide, da una señal de salida transducible que es función de la variable medida. Sensor y transductor se emplean a sinónimos, sensor sugiere un significado más extenso: la ampliación de los sentidos para adquirir un conocimiento de cantidades físicas que, por su naturaleza o tamaño, no pueden ser percibidas directamente por los sentidos. (Moya, 2009,p.171)

Transductor en cambio sugiere que la señal de entrada y la de salida no deben ser homogéneas. Para el caso en que lo fueran se propuso el término (modificador), pero no ha encontrado aceptación. (Areny, 2003,p.424)

2.5.2.1 Clasificación de sensores

La clasificación de los sensores puede ser de diferente aplicación o requerimiento a emplear donde no está definida el cual se puede manifestar de la siguiente forma de acuerdo la necesidad

Tabla 2-2: Clasificaciones de los sensores

Criterio	Clases	Ejemplos
Aporte de energía	Moduladores Generadores	Termistor Termopar
Señal de Salida	Analógicos Digitales	Potenciómetro Codificador de posición
Modo de operación	De deflexión De comparación	Acelerómetro de deflexión Servoacelerómetro

Fuente: (Areny, 2003)

La cantidad de presión en un fluido ya sea un líquido o un gas, se define como la fuerza por unidad de área. En el sistema internacional de unidades, la unidad para la medición de la presión son los pascuales, $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$; si se compara el valor de un pascal con la presión barométrica puede ver que esta es pequeña, pues a nivel del mar una atmósfera de presión es aproximadamente 100 kPa.

Debido a que la mayoría de los sensores de presión usan a la presión barométrica como valor de referencia, en este caso resulta más conveniente usar las unidades de medición como los bares; un bar tiene su equivalencia con atmósferas de presión como $1 \text{ atm} = 1.03525 \text{ bares}$. (Corona Ramírez, Abarca Jiménez, & Mares Carreño, 2014,p.18)

2.5.2.2 Atendiendo A las señales que proporcionan de presión

- a. **Analógicos:** proporcionan la información mediante una señal analógica (tensión, corriente), es decir, que pueden tomar infinidad de valores entre un mínimo y un máximo.

- e. **Digitales:** proporcionan la información mediante una señal digital que puede ser un "0" o un "1" lógicos, o bien un código de bits. (Serna Ruiz, Ros García, & Rico Noguera, 2010,p.11)

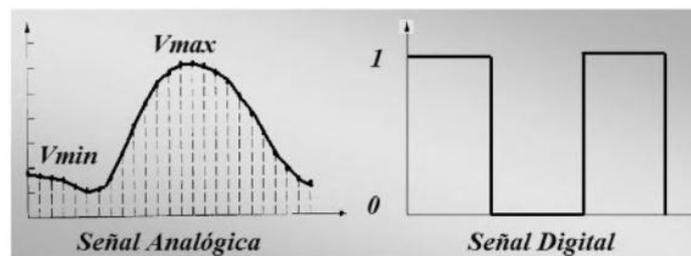


Figura 17-2: Señal analógica y Digital

Fuente: (Serna Ruiz, Ros García, & Rico Noguera, 2010)

La conversión de la presión en una señal eléctrica se consigue mediante la deformación física de los extensómetros que están unidos en el diafragma del transductor de presión y cableados en su configuración. La presión aplicada al sensor produce una deflexión del diafragma, que introduce la deformación a los medidores, la cual producirá un cambio de resistencia eléctrica proporcional a la presión. (OMEGA SENSING INCREDIBLE THINGS, 2017)

Convirtiendo la presión en una señal lineal de 4 a 20 mA optimizada para cubrir las necesidades. La serie PT5 proporciona una señal perfectamente lineal y optimizada para el rango (Emerson.com, 2016)

PT5-07M con un rango de -0,8 a 7 bar para refrigerantes estándar.

PT5-18M con un rango de 0 a 18 bar para R-410A.

PT5-30M con un rango de 0 a 30 bar para refrigerantes estándar.

PT5-50M con un rango de 0 a 50 bar para R-410A. (Emerson.com, 2016)



Figura 18-2: Transductores de presión

Autor: <http://www.emersonclimate.com>

El transductor de presión por lo general tiene disponibles tres tipos de salida eléctrica: mili voltios, voltios y 4-20mA. A continuación, se muestra un resumen de las salidas y cuando es mejor utilizarlas.

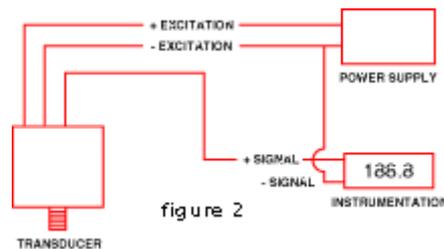


Figura 19-2: Diagrama eléctrico de un transductor de presión.

Fuente: <http://es.omega.com/>

2.5.3 Accionamientos o Actuadores

Los accionamientos eléctricos que permiten el funcionamiento de procesos industriales el cual puede están conformados de: electroválvulas, relés, servomotores, etc.

2.5.3.1 Electroválvula

Son válvulas hidráulicas que actúan con un sistema eléctrico y conectado a un programador permitiendo el paso o cierre del fluido Válvula hidráulica automatizada por un solenoide (bobina). Mediante la incorporación de un (relé) adecuado, sirve para el control de caudales y de todos los mecanismos de seguridad que se expondrán más adelante. (Moya, 2009,p.277)

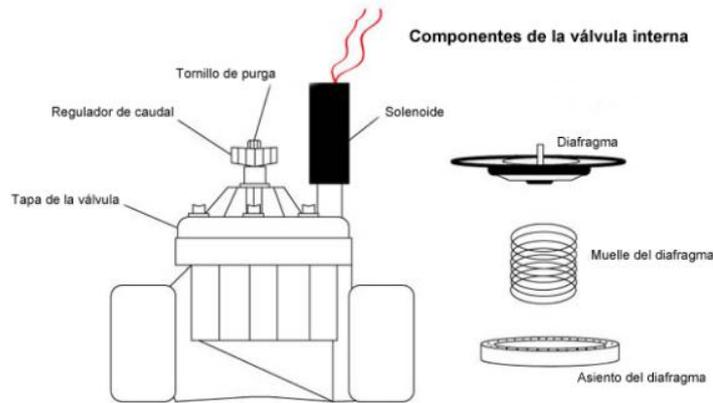


Figura 20-2: Electroválvula

Fuente: www.hunterindustries.com/es/support/como-abro-una-valvula-manualmente.

2.6 LOGO! Siemens Relé lógico Programable

LOGO! es un relé programable de fácil manejo que tiene cabida en pequeñas aplicaciones domésticas, edificios como también a nivel industrial. Dispone de una amplia gama de modelos, con o sin pantalla, con mayor o menor número de entradas y salidas, distintas alimentaciones, etc., que lo hacen muy versátil. (VAZQUEZ, 2013, p. 136)

Otro aspecto destacado es el elevado número de módulos de expansión que proporciona, contando con módulos de expansión tanto digitales y analógicos, para sondas de temperatura PT 100, etc. También contamos con módulos de comunicaciones para los buses AS-i y KNX y con la posibilidad de conectar el módulo a un módem GSM de la firma INSYS, conectando el sistema de automatización con el exterior. (VAZQUEZ, 2013,p.137)

2.6.1 *Entre las principales características podemos destacar*

- Es posible disponer de hasta veinticuatro entradas digitales, ocho salidas digitales. dieciséis entradas analógicas y dos salidas analógicas, lo que supone un total de cincuenta EIS.
- Ofrece la posibilidad de conexión a un módem GSM de la firma INSYS, que permite la gestión remota del sistema de automatización.
- Presenta versiones con distintas alimentaciones, tanto alterna como continua.
- Introduce versiones con y sin display interno, con retroalimentación regulable.

- Ofrece la posibilidad de conectar un display externo (¡visualizador LOGO! TI)).
- Tiene la capacidad de visualizar en el display, interno y/o externo, hasta cincuenta avisos.
- Permite alternar dos idiomas, Tiene un software intuitivo.
- Ofrece protección por contraseña para el modo STOP en el display de texto.

(VAZQUEZ, 2013,p.149)

2.6.2 Modelos disponibles de logo

Los módulos base LOGO! disponen de varias opciones, en función de las necesidades de automatización, diferenciándose principalmente en su tensión de alimentación, presencia de display y posibilidad de conectarlos vía Ethernet. (VAZQUEZ, 2013,p.138)

En función de la tensión de alimentación tenemos modelos de clase 1 y clase 2:

- Clase 1 < 24 V, por ejemplo: 12 Vdc, 24 Vdc,24 Vac.
- Clase 2 > 24V, por ejemplo: 115, 230Vac.

(VAZQUEZ, 2013, p.138)

La presencia (o no) del display interno determina dos versiones:

- Con display: LOGO! Basic: ocho entradas y cuatro salidas.
- Sin display: LOGO! Pure: ocho entradas y cuatro salidas.

(VAZQUEZ, 2013, p.138)

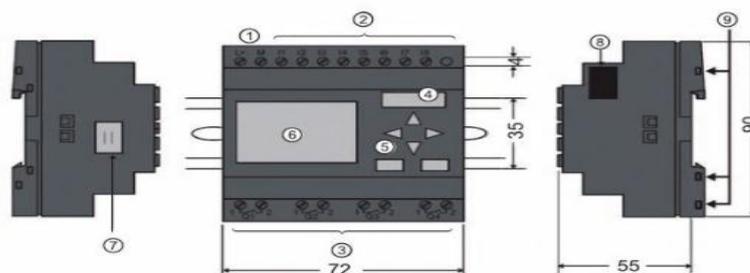


Figura 21-2: Estructura del logo

Fuente: (VAZQUEZ, 2013)

1 Fuente de alimentación

2 Entradas

3 Salidas

4 Slot para módulos (con tapa)

5 Panel de Control

6 Lcd (no en RCo)

7 Conector de cable del Logo!

8 Interfaz de aplicación

9 Conectores hembra de codificación mecánica

2.7 LOGO SOFT COMFORT V8

El software Siemens LOGO!Soft V8 es el forma más operable para programar y configurar aplicaciones de forma más sencilla que empleando un visualizador, ya que se basa en el uso de un entorno PC, con diferentes comandos que se requieren al momento de programar.(VAZQUEZ, 2013,p.149)

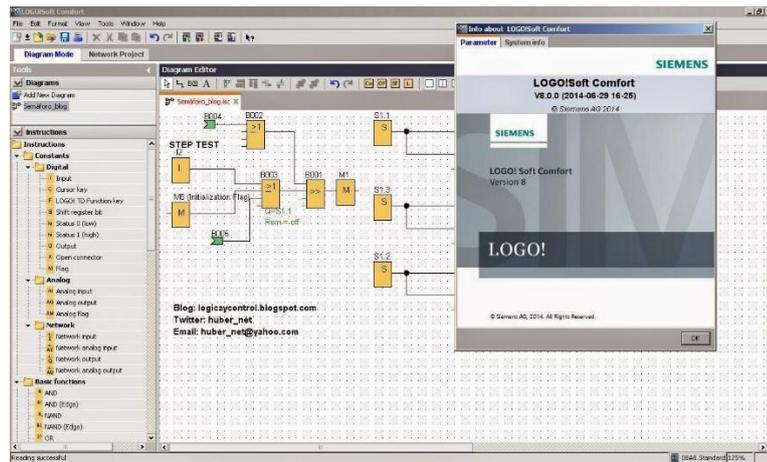


Figura 22-2: software logo! Soft confort v8

Fuente: <http://logicaycontrol.blogspot.com>

CAPITULO III

3. DISEÑO DEL SISTEMA DE FILTRADO Y EXPULSIÓN DE RESIDUOS

3.1 Descripción del área

El sector Ichubamba Bajo está ubicado en la parroquia Cebadas que pertenece al cantón Guamote, provincia de Chimborazo, se localiza a 5,5km, a una altura de 3000 m.s.n.m, con una temperatura promedio anual de es de 13,7 °C, caracterizada por tener dos climas invierno húmedo frio y verano cálido, con una humedad del 98,8 %, Según datos del INAMHI 2014. (Cebadas, 2015)



Figura 23-3: Ubicación satelital Sector Ichubamba.

Fuente: <http://mapasamerica.dices.net/ecuador/mapa>

La parroquia Cebadas se califica por ser una parroquia agropecuaria, ocupándose principalmente a la crianza, ganadería y producción leche, así donde se comprende con la producción agrícola de cultivos en los cuales se encuentra papa, haba, maíz, entre otros.

En los últimos años ha empezado el proceso de producción de la leche, encontrando algunas empresas de procesamiento de lácteos de popularidad provincial y nacional. El uso de suelo en pastizales naturales y cultivados en la parroquia representa unas 7177,30 hectáreas que representa un 18,2%. (Cebadas, 2015)

3.2 Situación actual

El sector Ichubamba Bajo cuenta con sistema de agua de riego por tuberías desde la captación central hasta los puntos finales, en las que son ocupadas para sembríos, ganado y potreros.

Para la elaboración del diseño e implementación del sistema de control automatizado del filtro se escogió a la finca las Silvanitas, que tiene una extensión de 9 Ha de potrero con sistema de regadío por aspersión, contando con pastos no muy aptos para la producción lechera el cual se ve afectado por el sistema de riego pues no es uniforme debido al taponamiento de los aspersores que se ven afectados.

El agua que se provee a la finca no tiene tratamiento de purificación o filtrado, es decir es de consumo directo desde las captaciones principales, tales que los residuos que circulan por las tuberías obstaculizan la circulación del agua.

Al taponarle los aspersores el operador se encarga de limpiarlos manualmente y adecuarlos para su funcionamiento, este el problema es el principal ya que no cuenta con un sistema de filtrado manual o automático, así obstaculizando el riego uniforme y entre otras actividades que interrumpen al operario pueda realizar en la finca.

La finca tiene instalada una tubería de PVC de 75mm en la salida principal, el cual es reduciendo su diámetro en las terminales de 50mm, con sus respectivas uniones y accesorios para el procedimiento de riego por aspersión



Figura 24-3: Riego por aspersión

Fuente: Autores

3.3 Método de selección

Para la selección de los diferentes elementos que conforman el sistema de recepción y filtrado de residuos, se realiza la ponderación de los elementos que conforman el sistema, cuyos elementos tendrán un porcentaje según la importancia y requerimientos entre las alternativas de selección que se demuestra en la siguiente tabla.

Tabla 3-3: Cuadro de ponderación.

Interpretación	Porcentaje (%)	Calificación
Malo	0-25	3
Regular	25-50	5
Bueno	50-75	7
Excelente	75-100	10

Fuente: Autores

El valor más alto en el total de la tabla será el elemento seleccionado y se implementará en el sistema.

Antes de automatizar se procede a conocer los requerimientos necesarios del sistema, así como el caudal, presión y las especificaciones de la funcionalidad de los implementos y accesorios que requiere procedimiento a emplear.

Para el diseño del sistema automatizado de filtrado se contemplará en 4 etapas que consiste en:

- Elaboración del sistema hidráulica
- Diseño del sistema eléctrico
- Programación del sistema de filtrado

3.3.1 Estudio de caudal y presión

El caudal y la presión son muy importante al diseñar un sistema hidráulico, al conocer estos datos nos permite seleccionar de mejor manera los elementos que garanticen su buen funcionamiento.

3.3.1.1 Caudal

El estudio del caudal se lo realizo mediante el Método Volumétrico, esta permite obtener datos mediante el cronometrado del llenado de un recipiente.

En este caso utilizamos un recipiente de 10 litros, se obtuvieron 10 muestra para el estudio cuyos valore se efectuaron mediante la fórmula de caudal $Q= V/t$, donde Q es el caudal, V es el volumen del recipiente y t es el tiempo de llenado, mediante un promedio de caudal se tomó a consideración para la selección de implementos del sistema que se demuestra en la siguiente tabla 4-3.

Tabla 4-3: Calculo de caudal

Nº	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/min)	CAUDAL (m³/h)
1	10	8,1	74,07	4,44
2	10	7,9	75,95	4,56
3	10	8	75,00	4,50
4	10	8,2	73,17	4,39
5	10	7,8	76,92	4,62
6	10	8,1	74,07	4,44
7	10	8,3	72,29	4,34
8	10	8,2	73,17	4,39
9	10	7,8	76,92	4,62
10	10	8,1	74,07	4,44
		TOTAL	745,65	44,74
		PROMEDIO	74,56	4,47

Fuente: Autores

3.3.2.2 Presión

El estudio de la presión se realizó mediante un manómetro de glicerina, este se colocó en la tubería central de 75mm mediante el acople de un collarín.

Los resultados de la lectura del manómetro de glicerina marcaron 3 bar el más bajo cuando está en días de sol y 4 bar en días de lluvia, estos valores se consideraron en la selección de elementos del sistema.

3.1.2 Esquema de la estructura hidráulica

La estructura hidráulica es una parte primordial del proyecto, pues con ello se visualiza en que contempla el funcionamiento correcto del sistema, cuyo diseño se lo realizó en el software llamado AUTOCAD.

El programa de AUTOCAD, nos ayuda crear geometrías mediante comandos de dibujo que al ser ingresados al programa permiten crear imágenes vectoriales, su utilidad es muy amplia para diseño estructuras, es compatible con diferentes software de dibujo haciendo que se pueda modificar en formatos que este posee.

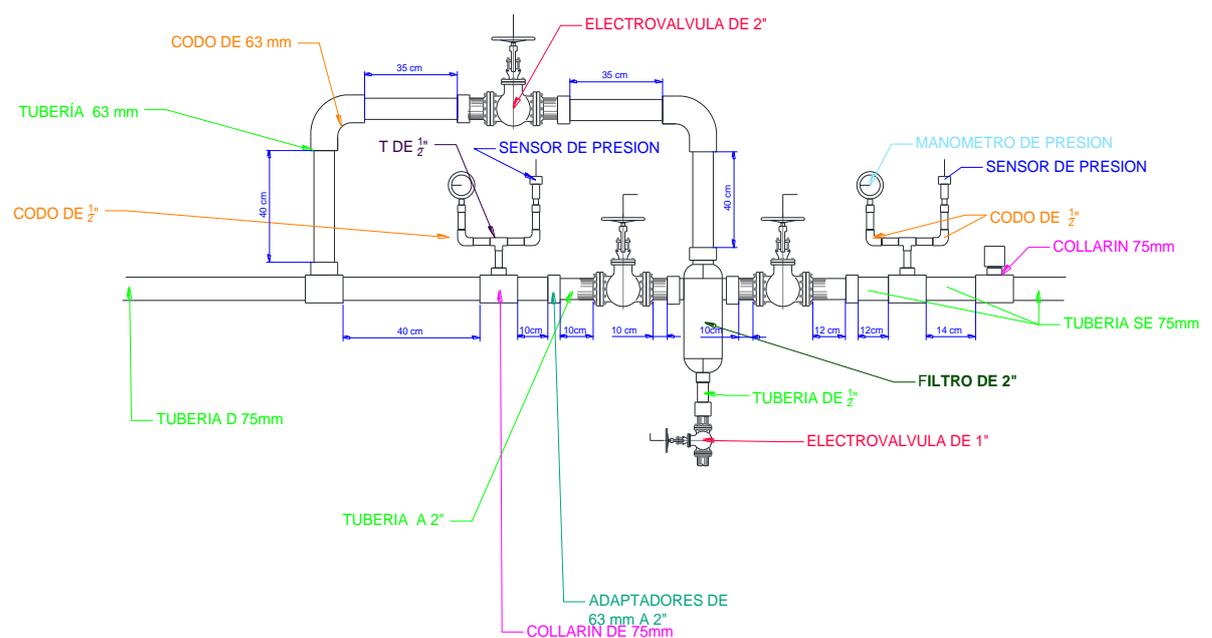


Figura 25-3: Sistema Hidráulico 2D

Fuente: Autores

Tabla 5-3: Elementos empleados en el sistema.

Accesorios	Elementos
Electroválvulas	4
Manómetros	2
Sensores	2
Tee	3
Codos	6
Collarines	3
Uniones	8
Bushing	5
Reductores	4
Filtro	1

Fuente: Autores.

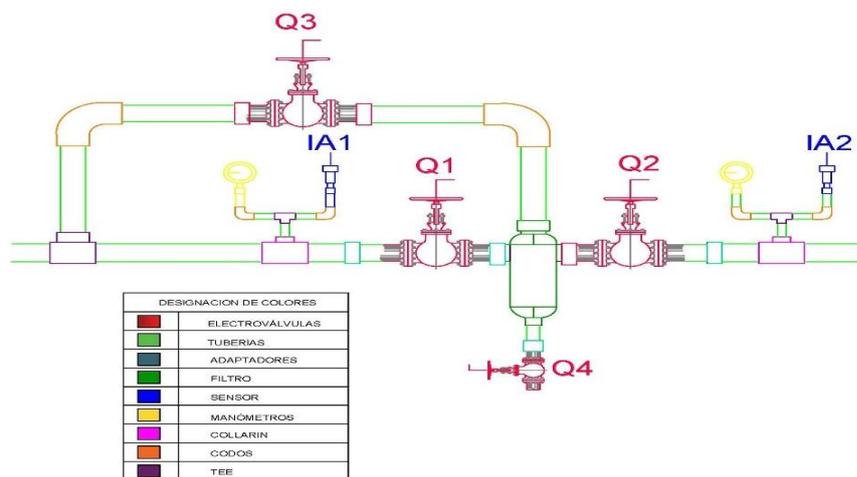


Figura 26-3: Sistema Hidráulico 2D

Fuente: Autores

3.1.3 *Diseño del sistema hidráulico*

El diseño del sistema hidráulico es una parte del trabajo que consiste en describir y seleccionar y dimensionar los componentes requeridos para implementar el sistema, como son:

- Tubería y accesorios
- Filtro
- electroválvulas

- Manómetros de presión

Se utilizó el software SolidWorks para el diseño del sistema hidráulico, para la facilitar la colocación de accesorios con sus respectivos componentes.

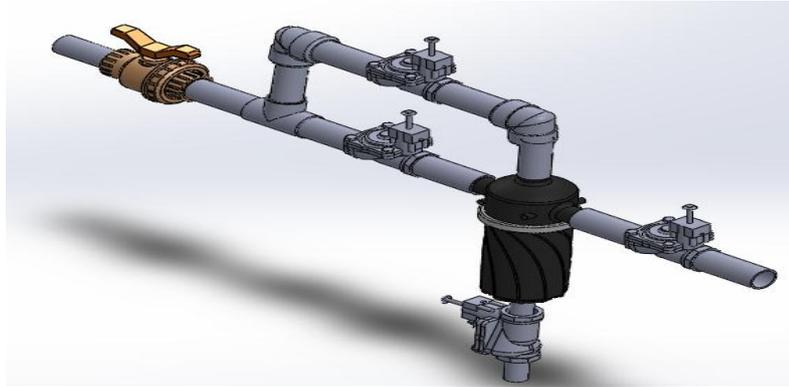


Figura 27-3: Sistema Hidráulico 3D

Fuente: Autores

3.1.3.1 Selección de Tubería y accesorios

Para la selección de tuberías que son la parte fundamental de la implementación y el sistema de filtrado ya que permiten conducir líquido a diferentes lugares que se necesite, en este caso el líquido deberá llegar con las condiciones necesarias, una de ellas es que permitan el flujo constante de agua con una calidad aceptable.

Al seleccionar la tubería se deberá tener en cuenta tres parámetros importantes como son

- La cantidad de caudal que fluirá por la tubería.
- Las perdidas deben ser mínimas al instalar accesorios
- Calidad de la tubería.

Se procede a seleccionar la tubería que será instalada en este proyecto con las condiciones necesaria, por ello se establece selección de tuberías PVC con las características respectivas basadas en la norma NTE INEN 1373 ANEXO 2

Con los parámetros descritos anteriormente se procedió a seleccionar la tubería PVC de 2 pulgadas para sistema de filtrado automático, por su fácil instalación, la resistencia a medianas presiones.

Los estudios hechos por el Gad parroquial de cebadas la configuración del terreno tiene pendiente que sobrepasan los 50° de inclinación, con ello se compensaría las pérdidas de presión y caudal por diferencia de alturas desde la captación hasta los puntos finales.

Por lo cual en diferentes áreas de tubería no podemos cambiar el fluido pues el que entra tiene que ser el mismo que sale por continuidad de fluidos

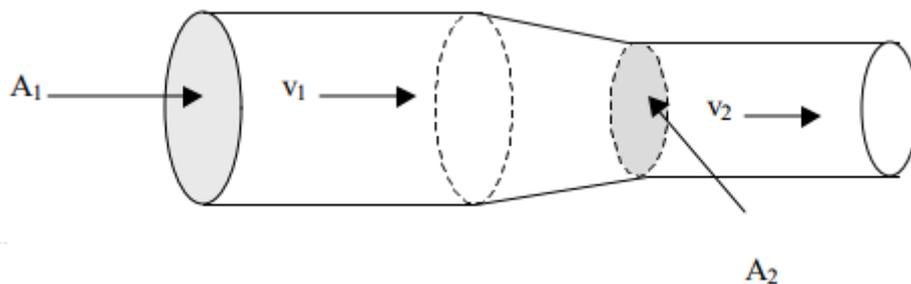


Figura 28-3: Continuidad del fluido

Fuente: www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%201%20Sistemas%20de%20agua%20en%20general/Mecanica_de_Fluidos.pdf

$$Q=V1*A1=V2*A2 \text{ (EC2)}$$

$$74.56=V2*\pi \frac{D^2}{4}$$

$$4,47=V2*\pi \frac{65^2}{4}$$

$$V2=1,58 \frac{m}{s^2}$$

Para la selección de accesorios deben cumplir parámetros establecidos que soporten presiones de hasta 4 bar, para que el sistema no presente problemas, los accesorios nos ayudaran a unir el sistema hidráulico de acuerdo a la configuración del diseño propuesto en este trabajo, los cuales son los siguientes de acuerdo a la marca de plastigama, el cual cumple con todas las características de soporte de presión

- Uniones
- Codos
- Collarines
- Bushing
- Tapones
- Uniones
- Reductores
- TEE
- Adaptadores

a. Unión

Esta permite la unión de dos tramos de tuberías considerando la presión de trabajo que se va a emplear la cual va conectada desde la salida de 75mm con una reduciéndose a 63mm o viceversa, las conexiones son soldadas mediante pegamento en el sistema de filtrado. La cuales soportan hasta 1MPa

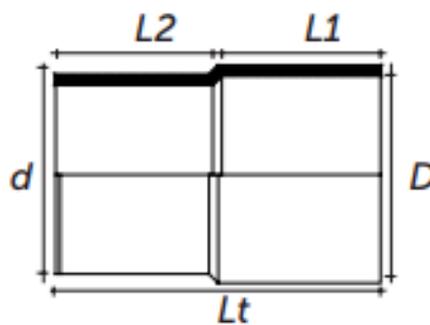


Figura 29-3: Union soldable

Fuente: Autores

CÓDIGO	DIÁMETRO	d	D	L1	L2	Lt
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
924403	1/2" A 20 mm	20	21	20	20	45
	3/4" A 25 mm	25	27	20	20	45
924402	1" A 32 mm	32	33	25	25	55
924401	1 1/4" A 40 mm	40	42	30	30	65
924400	1 1/2" A 50 mm	50	48	40	35	80
924404	2" A 63 mm	63	60	50	40	95
924405	3" A 90 mm	90	89	70	55	135
924406	4" A 110 mm	110	114	80	65	126
926495	6" A 160 mm	160	168	120	105	235
924407	8" A 200 mm	200	219	150	125	290

Figura 30-3: Diámetros de unión

Fuente: www.plastigama.com

b. ADAPTADOR HEMBRA

Esta facilita la conexión del filtro con la tubería y soporta hasta 1MPa, Presenta pocas perdidas por fricción durante su tiempo de vida manejando siempre el mismo volumen, posee rosca interna en un extremo y unión soldable en el otro.

Existen varias adaptadores de diferentes diámetros de entrada y ampliándose en la salida, tal caso en este sistema de filtrado se utilizara adaptadores hembra 63 mm x 2".



Figura 30-3: Adaptador hembra

Fuente: www.paltigama.com

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

Figura 32-3: Diametro de adaptador hembra

Fuente: www.plastigama.com

c. CODO E/C x 90°

Los codos de 90° tienen la característica de dar un cambio de dirección al paso del fluido o empleados para descarga de residuos, por su diseño tiene un gran eficiencia ya que el fluido transita con menor perdida de caudal y presión, por su ángulo pueden ser de 180°, 90°, 60°, 45°. En nuestro sistema se utilizara codo 90° de 63 mm que permitirá el flujo continuo de agua.

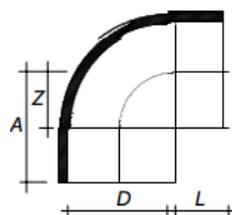


Figura 31-3: Codo E/C x 90°

Fuente: www.plastigama.com

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

Figura 34-3: Diametro de Codo

Fuente: www.plastigama.com

d. REDUCTOR BUJE E/C

Son empleados para unir elementos de diferentes diámetros el cual permita el paso del líquido con normalidad, esta se une mediante unión soldable adaptándola con la tubería en este caso será adaptado a la tee de 75mm reduciendo a 63mm.

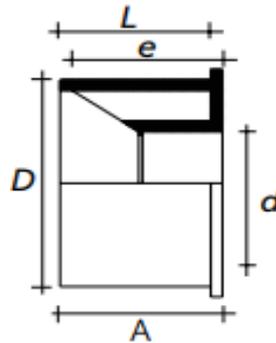


Figura 32-3: Reductor buje E/C

Fuente: www.plastigama.com

CÓDIGO	DIÁMETRO D d	A (mm)	L (mm)	e (mm)
924643	25 A 20 mm	19	19	19
924729	32 A 25 mm	29	22	19
924653	40 A 32 mm			
924608	50 A 40 mm	36	32	25
924609	63 A 50 mm	44	44	31
924644	75 A 50 mm	44	44	31
924645	75 A 63 mm	44	44	31
924646	90 A 63 mm	51	51	44
924647	90 A 75 mm	51	51	44
924634	110 A 90 mm	61	61	51
924635	125 A 110 mm	61	61	51
924636	140 A 110 mm	216	86	61
924637	140 A 125 mm	216	86	61
924638	160 A 110 mm	216	86	61
924639	160 A 125 mm	216	86	61
924640	160 A 140 mm	216	86	61
924651	200 A 160 mm	242	106	86

Figura 36-3: Diametros de bujes

Fuente: www.plastigama.com

e. TEE E/C

La tee nos permite el transporte de fluido en 2 direcciones, dividiendo el flujo de agua que facilitaran la conexión para el retro - lavado, donde la misma presión es la que facilita el proceso, este elemento seleccionado es de 75mm en la entrada principal y reduciéndose a 63mm en la salida secundaria, se colocara a la parte principal del sistema.

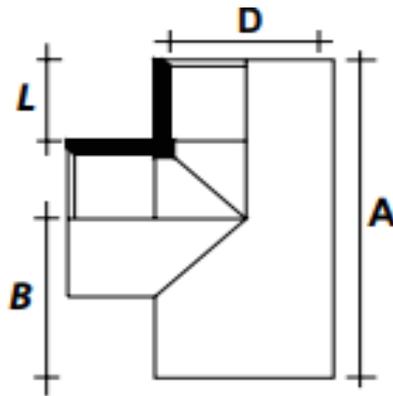


Figura 33-3: Tee E/C

Fuente: www.plastigama.com

CÓDIGO	DIÁMETRO	A	B	L
		(mm)	(mm)	(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

Figura 38 -3: Diametros de TEE

Fuente: www.plastigama.com

3.1.3.2 Selección de Filtros

En el proceso de selección de filtros se procedió a comparar las diferentes características de filtrado, de acuerdo a su diseño y fabricación, estos deberán garantizar una elevada vida útil, su resistencia y calidad de filtración, el mantenimiento de fácil acceso.

La variedad en el mercado hace posible adquisición de algunos modelos de filtros entre estas tenemos el filtro de malla, anillos y grava.

Los diferentes tipos de filtros de discos tenemos en la siguiente tabla:

Tabla 6-3: Selección de filtros.

CARACTERÍSTICAS	TIPOS DE FILTROS					
	MALLA	%	ANILLOS	%	GRAVA	%
Costo	Económico	10	Económico	10	Precio elevado	3
Mantenimiento	Fácil	7	Fácil	7	Con dificultad	5
Presión de trabajo	10 bar	10	10 bar	10	10 bar	10
Tamaño	¾" a 2"	7	½" a 6"	7	1 ½" a 10"	7
Caudales	3 a 20 m³/h	5	Hasta 100 m³/h	7	Hasta 568 m³/h	7
Rango de filtrado	40 – 200 micrón	5	400 – 500 micrón	10	2.1 – 100 micrón	5
% Total		44		51		37

Fuente: Autores

Por lo cual es En el filtro de anillos se acopla a las necesidades que se requieren para el proceso de automatización, donde esta cuenta para la aplicación de un retro lavado.

Características del filtro de disco AZUD HÉLIX:

Tabla 7-3: Características del filtro.

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
Costo	Económico
Mantenimiento	Fácil mantenimiento
Tamaño de filtración	Mín.: 5 μm Máx.: 400 μm
Caudal	256 m ³ /h (9040.55 ft ³ /h)
Aplicación	Para altas presiones
Vida útil	Larga vida útil
Material de fabricación	Plástico

Fuente: Autores

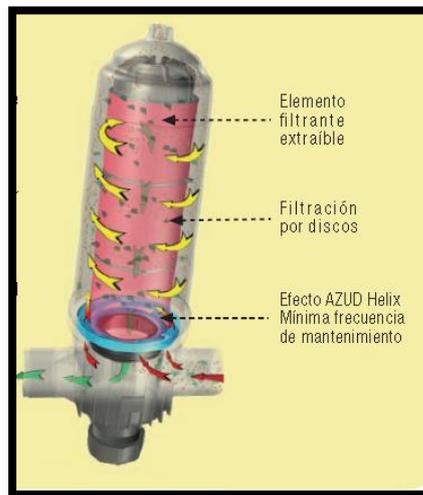


Figura 34-3: Filtro de disco.

Fuente: www.azud.com

3.1.3.3 *Electroválvulas*

En nuestro sistema para poder controlar el paso del agua hacia el filtro se implementará electroválvulas, las cuales están constituidas por una bobina que al ser accionado con una corriente permite el paso de flujo de agua por el sistema.



Figura 35-3: Electroválvula.

Fuente: <https://www.hunterindustries.com>

Al seleccionar el tipo de electroválvulas nos fijaremos en el costo, caudal, presión y diámetro que se utilizará en el sistema, tal caso que se muestra en la siguiente tabla en la cual se seleccionará una de ellas para la implementación.

Tabla 8-3: Selección de electroválvulas.

Características	Tipos de electroválvulas							
	PGV	%	PGV de tapa rocada	%	Aquanet plus de globo	%	Aquanet plus de Angulo	%
Caudal	5 a 34 m ³ /h	10	0,05 a 9 m ³ /h	5	0,025 a 7 m ³ /h	3	0,1 a 34 m ³ /h	7
Presión	1,5 a 10 bar	10	1,5 a 10 bar	10	0,2 a 10 bar	10	0,3 a 10 bar	10
Conexión	24 V CA	7	24 V CA	7	24 V CA	7	24 V CA	7
Diámetros	1" a 2"	7	1"	3	¾" a 1"	3	1 ½" a 2"	5
Temperatura	66 °C	10	66 °C	10	60 °C	7	60 °C	7
Costo	Moderado	10	Moderado	10	Elevado	5	Elevado	5
Aplicación	Residencial e industrial	7	Residencial	3	semi-industrial	7	semi-industrial	7
% Total		61		48		42		48

Fuente: Autores

Para nuestro proyecto se eligió instalar la electroválvula PGV Hunter, cuyas características permiten que el proyecto funcione de eficientemente, por su bajo costo permite la adquisición de estos productos.

Las características principales de la electroválvula se demuestran en la tabla.

Tabla 9-3: Características de electroválvulas.

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
Caudal	5 – 34 m ³ /h
Presión de trabajo	1,5 -10 bar
Material de fabricación	Nylon reforzado
Cables	2 x AWG 22 (120 cm)
Fuente alimentación	18-28 VAC
Máxima temperatura en ambiental	60°C
Máxima temperatura en fluido	60°C
Irrupción	90 mA
Contención	75 mA

Fuente: Autores

3.1.3.4 Selección de manómetros

El manómetro es un instrumento de medida de presión, en el mercado hay muchas variedades de acuerdo a su requerimiento y el costo, el que nos interesa implementar es el manómetro de presión hidráulica, cuyo manómetro de presión en nuestro proyecto nos permitiera visualizar a qué presión entra el fluido antes de entrar a la cámara de filtrado y la presión de salida después de haber filtrado.



Figura 36-3: Manómetro de presión.

Fuente: dominion.com.mx/

Para la selección del manómetro de presión se determinará en una tabla de selección con la ponderación a cada una de las características.

Tabla 10-3: Selección de Manómetros.

	MANOMETRO DE GLISERINA WIT	%	MANOMETRO DE GLISERINA WIKA	%
EXACTITUD	+/- 1% del total de la escala	10	+/- 1% del total de la escala	10
ELEMENTO	Tubo bourdon de bronce	10	Tubo bourdon de bronce	10
TAMAÑO	ø 63 mm (2 1/2") ø100 mm (4")	7	ø (40, 50, 63, 80) mm	5
RANGOS	Desde 0 bar hasta 600 bar	10	Desde 0 bar hasta 10 bar	5
COSTO	Economico	10	Elevado	5
% Total		47		35

Fuente :Autores

Entre las marcas descritas en la tabla, se escogió al manómetro de gliserina Wit, que por tener un costo accesible y las características de funcionamiento permiten que nos proporcione lecturas correctas de presión.

Tabla 11-3: Características del manómetro.

CARACTERISTICAS	DESCRIPCION
Exactitud	+/- 1% del total de la escala
Elemento	Tubo bourdon de bronce
Conexión	Bronce 1/4" N.P.T. inf. o posterior
Mecanismo	Bronce
Caja y Bisel	Acero inoxidable 304
Ventana	Acrílico
Carátula	Aluminio fondo blanco, números negros/rojos
Aguja	Aluminio esmaltado negro
Tamaños	63 mm (2 1/2") ø100 mm (4")
Rangos	Doble escala, kg/cm ² + psi max. 700 kg/cm ² En ø100 mm (4") solo hasta 42 kg/cm ²

Fuente: Autores

3.1.4 *Esquema del sistema eléctrico para la automatización*

En el diseño del sistema eléctrico para la automatización contempla la descripción y selección de los implementos necesarios para el sistema, siendo así que cumplan con las condiciones propuestas del proyecto, tales como son:

- Sensores
- Relé
- Pulsadores y luces piloto
- Cables
- Fuente de poder
- Controladores

3.1.4.1 *Selección de Sensores*

Hay en el mercado una gran variedad de sensores de acuerdo a uso y aplicación, en esta ocasión seleccionaremos los transductores de presión o comúnmente conocidos sensores de presión.

Estos transductores de presión reciben un valor de presión y lo transforman en una señal eléctrica analógica, la función de estos se lo consigue mediante la deformación de unos los extensómetros y unidos a un diafragma del sensor, su cableado de configuración Wheatstone, que cuando está sometida a una presión el diafragma sufre una deflexión, así produciendo un cambio de la resistencia eléctrica.



Figura 37-3: Transductor de presión.

Fuente: <http://es.omega.com/>

Para la selección de transductores de presión correspondiente a las salidas eléctricas, se procede a realizar la tabla donde se detalla el resumen de salidas y las ventajas cuando es mejor utilizarlas:

Tabla 12-3: Selección de sensores de presión.

CARACTERÍSTICAS	SALIDAS ELÉCTRICAS					
	MILIVOLTIOS	%	VOLTIOS		4- 20 mA	%
RESISTENCIA A TEMPERATURA	Altas	10	Altas	10	Altas	10
SEÑAL DE SALIDA	Muy bajas	5	Muy altas	7	Normales	5
DISTANCIA CABLEADO	Corta	3	Corta	3	Largas	10
% Total		18		20		25

Fuente: Autores

El transductor que es seleccionado debido a las características de salidas descritas en la tabla, es el de 4 – 20mA.

El transductor que se instalara también deberá tener las condiciones de trabajo de acuerdo a lo establecido en el proyecto, tales que garanticen el funcionamiento eficiente del sistema.

Para la implementación en el proyecto se determina en la selección del transductor de presión que se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 13-3: Características del transductor.

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
PRECISIÓN DE LECTURA	0,08% BSL, incluye linealidad, histéresis y repetibilidad
RANGO DE RESISTENCIA A LA TEMPERATURA	-29 a 85 °C (-20 a 185 °F)
SALIDAS ELÉCTRICAS	• mV/V • 0 a 5 V o 0 a 10 V • 4 a 20 mA
CALIBRACIÓN RASTREABLE	NIST de 5 puntos incluida
RANGOS DE PRESIÓN	10 inH2O a 5000 psi

Fuente: http://es.omega.com/pptst/PX409_Series.html

3.1.4.2 Selección de Relé

El relé es un elemento importante en una instalación eléctrica de control, permite la protección de elementos, resguardando el circuito y manejando altos voltajes, su funcionamiento consiste en que un electroimán controla a un conmutador que al pasar la corriente eléctrica enclava la bobina, cuyos terminales abiertos se cierran y las cerradas se abren, la funcionalidad de estos elementos facilita el control del sistema.

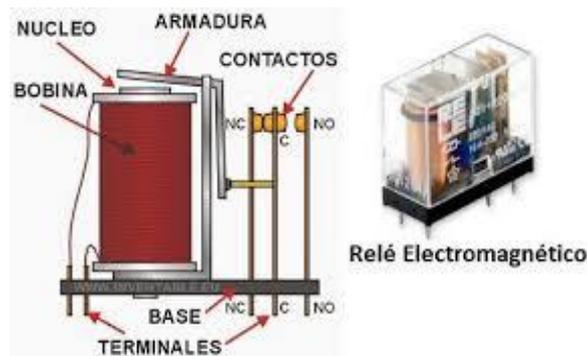


Figura 38-3: Relé electromagnético

Fuente: <https://www.google.com.ec>

Las gamas de relés existentes permiten acondicionar a la aplicación que se desea trabajar, por lo que se establece la selección de Relé CHINT con sus características en la siguiente tabla:

Tabla 14-3: Características del relé.

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
NUMERO DE CONTACTOS	4NA/NC
INTENSIDAD	3A
BOBINA	24Vcc
COSTO	Económico

Fuente: Autores

3.1.4.3 Pulsadores y luces piloto

Los pulsadores, son dispositivos que al presionarlos permiten la activación o la interrupción del funcionamiento del sistema eléctrico. Por lo general hay pulsadores normalmente abiertos (NA) y normalmente cerrado (NC).

En caso de alguna emergencia el operador será capacitado sobre el funcionamiento del sistema, y la actuación rápida en desactivar dicho sistema.

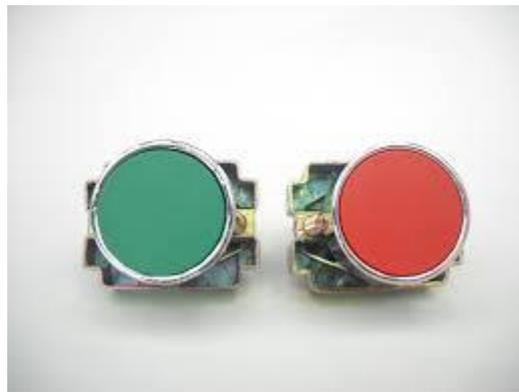


Figura 39-3: Pulsadores piloto

Fuente: www.tutiendaelectricidad.com

Las luces piloto son dispositivos que permiten la visualización de si existe la activación o desactivación del circuito eléctrico, en el sistema que se trabaja.



Figura 40-3: Luces piloto

Fuente: www.tutiendaelectricidad.com

Según la designación de colores podremos decir para el arranque del sistema es el color verde y para desactivación del sistema es el color rojo, estas se colocan en una parte visual.

3.1.4.4 Selección de Cables

El cable permite la conexión del circuito con los diferentes dispositivos, el cual permite el flujo de energía eléctrica para realizar el trabajo. En el mercado hay varios tipos de cables con recubrimientos especiales aislando de la intemperie que los rodea, así también están designados mediante numeración y por hilos sólidos.



Figura 41-3: Cables eléctricos.

Fuente: <http://cablesblindados.com/>

Para el cálculo diámetro de alimentadores de tensión utilizaremos el método de corrientes, mediante una serie de pasos se procederá el cálculo:

- 1) Determinar la carga total.

La carga total se la representa en la potencia eléctrica del circuito como es,

$$P = V * I$$

Donde:

I es la intensidad del transformador (Amp)

V es el voltaje del transformador (v)

Calculo:

$$P = 24 * 5 = 120 \text{ W}$$

- 2) Calculo de la intensidad de la corriente:

Mediante la fórmula $I = P / (V * 0,9)$

Dónde:

I= intensidad de corriente.

P=carga total.

V= voltaje que se suministrara.

0,9= es el factor de potencia el cual regularmente es el 90%

Calculo:

$$I = \frac{120}{24 * 0.9} = 5.55 A$$

- 3) Determinar la corriente corregida (Ic).

Ic= (I) (f.d)

Dónde;

Ic= corriente corregido.

I= Intensidad de corriente.

fd= factor de demanda, el cual varía según la norma NOM-001-SEDE-Vigente, 220-11, cuyos valores son de 60% y 70%.

Calculo:

$$Ic = 5.55 * 0.6 = 3.3 A$$

- 4) Con la Ic calculado se podrá buscar en tablas (tablas de conductores AWG), de acuerdo a los amperios propuestos.

Codigo AWG	Diametro del conductor (mm)	Ohmios por kilometro	Amperaje maximo para distancias cortas	Amperaje maximo para distancias largas
OOOO	11.684	0.16072	380	302
OOO	10.40384	0.202704	328	239
OO	9.26592	0.255512	283	190
0	8.25246	0.322424	245	150
1	7.34822	0.406392	211	119
2	6.54304	0.512664	181	94
3	5.82676	0.64616	158	75
4	5.18922	0.81508	135	60
5	4.62026	1.027624	118	47
6	4.1148	1.295928	101	37
7	3.66522	1.634096	89	30
8	3.2639	2.060496	73	24
9	2.90576	2.598088	64	19
10	2.58826	3.276392	55	15
11	2.30378	4.1328	47	12
12	2.05232	5.20864	41	9.3
13	1.8288	6.56984	35	7.4
14	1.62814	8.282	32	5.9
15	1.45034	10.44352	28	4.7
16	1.29032	13.17248	22	3.7
17	1.15062	16.60992	19	2.9
18	1.02362	20.9428	16	2.3
19	0.91186	26.40728	14	1.8
20	0.8128	33.292	11	1.5
21	0.7239	41.984	9	1.2
22	0.64516	52.9392	7	0.92
23	0.57404	66.7808	4.7	0.729
24	0.51054	84.1976	3.5	0.577
25	0.45466	106.1736	2.7	0.457
26	0.40386	133.8568	2.2	0.361
27	0.36068	168.8216	1.7	0.288
28	0.32004	212.872	1.4	0.226
29	0.28702	268.4024	1.2	0.182
30	0.254	338.496	0.86	0.142
31	0.22606	426.728	0.7	0.113
32	0.2032	538.248	0.53	0.091

Figura 42-3: Calibre de conductores.

Fuente: <http://asterion.almadark.com/2010/05/31/calibre-de-conductores-y-su-amperaje-maximo/>

Según la tabla de conductores AWG, el cable seleccionado para la instalación eléctrica es de calibre 16.

3.1.4.5 Selección de Fuente de poder

Para poder dar la funcionalidad a los dispositivos del sistema se conectará a una fuente principal de 110 v, el cual será conectado a un transformador de 24v que dará a funcionar todo el sistema automatizado de filtrado.



Figura 43-3: Fuente de poder 24V.

Fuente: <http://www.importronic.net>

La fuente poder que se utilizará en este sistema de filtrado automatizado tendrá las siguientes características:

Tabla 15-3: Características de la fuente de poder.

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
VOLTAJE DE ENTRADA	100V-220V 47/60Hz
VOLTAJE DE SALIDA	24 VCC
FUENTE TIPO	Switching/Conmutadas o de tipo modulares
CAPACIDAD	5 Amp. Máx.
DIMENSIONES	200X100X45 mm
COSTO	ECONÓMICOS

Fuente: autores

3.1.5 Selección de Controladores Lógicos Programables

La variedad de PLC disponibles en la actualidad nos permite adecuar la automatización a procesos que se desee implementar o mejorar.

Los PLC son autómatas programables que no permiten ser manipuladas por el hombre y las maquinas realice actividades, entre esta podemos mencionar a los más utilizados para automatización de mediana y gran escala, como son Arduino, Logo Siemens V8, SIMATIC S7.

3.1.5.1 Arduino

Arduino es una placa con un microcontrolador de la marca Atmel y con toda la circuitería de soporte, que incluye, reguladores de tensión, un puerto USB (En los últimos modelos, aunque el original utilizaba un puerto serie) conectado a un módulo adaptador USB-Serie que permite programar al mismo desde cualquier PC de manera cómoda y también hacer pruebas de comunicación con el propio chip. (Ojeda, 2017)



Figura 44-3: Arduino

Fuente: <https://www.generationrobots.com/en/401867-arduino-uno-rev-3.html>

3.1.5.2 Siemens LOGO!

Es un módulo lógico, es decir, un controlador programable. Por tanto, es necesario programar el LOGO! para que este haga una tarea ya que de por sí, el bicho no hace nada.

Básicamente funciona de la siguiente manera: al LOGO! le vas a dar como datos de entrada una serie de señales, las cuales van a ser procesadas en el programa, y el LOGO! va a dar unos datos de salida. (Siemens Aktiengesellschaft , 2017)



Figura 45-3: Siemens LOGO!

Fuente: <http://siemenslogo.com/nuevos-siemens-logo-8-los-tenemos-todos/>

3.1.5.2 SIMATIC S7

Los controladores basados en PC SIMATIC utilizan el controlador por software apto para tiempo real WinAC RTX o su variante de seguridad WinAC RTX F que se basan en los sistemas operativos Windows. Con él resulta fácil combinar arbitrariamente aplicaciones de PC, tareas de manejo, visualización y control o funciones tecnológicas para formar una solución global de automatización. Los paquetes embebidos SIMATIC, gracias a su diseño especialmente robusto y a un software de automatización preinstalado listo para conectar, ofrecen las ventajas de poder utilizar la automatización basada en PC a pie de máquina. (Siemens Aktiengesellschaft , 2017)



Figura 46-3: SIMATIC S7 1200

Fuente: <https://uk.rs-online.com/web/p/plc-cpus/8624483/>

Características del controlador lógico programable para la selección:

Tabla 16-3: Características de controladores lógicos programables

CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES			
CARACTERÍSTICAS	ARDUINO	SIEMENS LOGO!	SIMATIC S7
Fuente de alimentación	Externa a 9v Pines a 5v entre entradas y salidas	Externa de 24v y 110v En las entradas se conectan a 24v	Externa es de 24v y 120v. Entradas se sensores 24v.
Interfaz	USB - Serie	Ethernet	Profinet-Ethernet.
Entradas	6 entradas analógica 14 pines pueden ser salidas y entradas digitales	8 entradas entre ellas las 4 son analógicas, opción a expansión mediante modulo	8 entadas digitales y 2 analógicas, opción de expansión con modulo
Salidas	14 pines entre salidas y salidas digitales	4 digitales, con opción a expansión mediante modulo	6 salidas digitales, con opción a expansión mediante modulo
Frecuencia	16 MHz	100 Hz	100 Hz
Temperatura de máxima	30 °C	55 °C	60 °C
Peso	50 g	190 g	420 g
Programación	Lenguaje C++	KOP – FUP	KOP – FUP - SCL
Nivel de automatización	Bajo y mediano	Mediano y precisión	Mediano y precisión
Protección del circuito	Posee una placa que contiene los circuitos sin ninguna protección, son muy propensos a daños.	Posee una estructura sólida cubriendo el circuito interno de la intemperie	Posee una estructura sólida cubriendo al circuito interno

Fuente: Autores

3.1.6 Selección de Controladores lógico programables (PLC)

Los controladores lógicos en la actualidad han venido evolucionando, siendo el más utilizado en procesos industriales, tienen una extensa aplicación ya que su hardware y software se acondicionan a diversos sistemas, para nuestro proyecto se utilizará Logo Siemens.

El controlador Logo Siemens, es un autómeta lógico programable que permite la intervención humana, este es utilizado para automatización de menor escala, permite la

adaptación de diversos dispositivos de entrada que dan la señal para que se procesada por el programa y así el Logo emitirá datos de salida a elemento de un proceso.

Para la selección del LOGO se propone de dos tipos; para automatización del sistema de filtrado, una de ellas es el módulo lógico 230 RC y el otro el módulo programable complejo que es necesario de conocimiento amplio en automatización.

Es necesario tener en cuenta que, para la selección del LOGO, hay que considerar las operaciones y el número de equipos que se va controlar. El beneficio de implementar este módulo es el de factible programación y al mantenimiento es mínimos, así también en otros aspectos como que permite operador asimilarlo fácilmente con tener pocos conocimientos en automatización.

Se realiza la tabla de selección se detallados aspectos importantes que son necesarios para el sistema de automatizado de filtrado.

Tabla 17-3: Selección del logo Siemens.

Características	Logo 230 RC	%	Logo 230 RC0	%
N° de entradas	6	5	8	7
N° de salidas	5	5	7	7
Fuente alimentación	115V/220V 24V	10	115V/220V	7
Automatización	Poca dificultad	7	Mucha dificultad	5
% Total		37		31

Fuente: Autores

El logo que se eligió es el logo 230 RC, ya que el sistema de filtrado está compuesto por 4 electroválvulas como salidas y su programación no es muy compleja por lo que se procedería a la instalación inmediata.

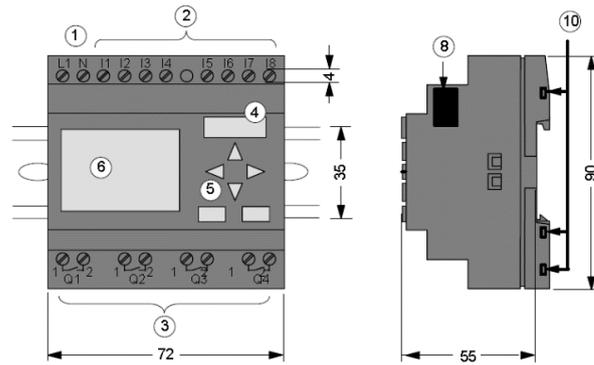


Figura 47-3: Estructura del logo.

Fuente: <https://support.industry.siemens.com>

Característica importante del Logo 230 RC:

Tabla 18-3: Características del Logo 230 RC.

Características	Detalle
Fuente de alimentación	115 V a 240 V
Número de entradas	6 digitales
Número de salidas	5 digitales
Dimensiones	(90x72x55) mm
Temperatura máxima	0 °C
Temperatura mínima	55 °C
Reserva de energía	80 horas

Fuente: Autores

a. Elaboración de caja de mando

La caja de mando es un elemento de resguardo de los dispositivos electricos de la interperie, tambien es una forma de protecion de personas ajenas e inucrpulosas que puedan manipular. El diseño de la caja de mando se la relizo de acuerdo a los requeriminetos del proyecto cuya dibujo se lo realizo en un programa:

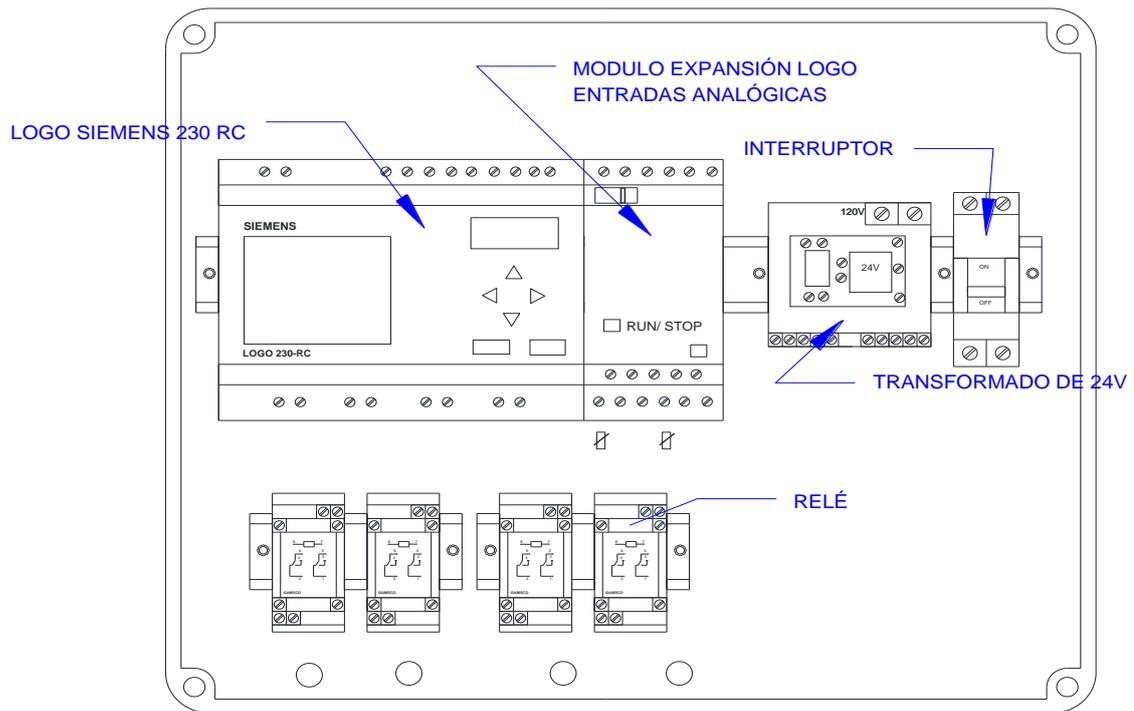


Figura 48-3: Diseño de la caja de mando.

Fuente: autores

b. Programación

La programación consiste en realizar un esquema eléctrico en el programa, en cuyo esquema se identificarán las entradas (sensores, pulsadores, etc.) y salidas (motores, electroválvulas, bombas, etc.), donde se especificaran con señales de números y letras a cada una de ellas.

Para ello antes de programar para el sistema de filtrado, se procede a realizar una simulación instantánea en el software Logix Pro, este programa permite acondicionar procesos reales que serán puesto en marcha en la realidad.

Las posibles señales de entrada del proyecto que se acondicionarán son las siguientes:

- Pulsador inicio = I:0/0
- Pulsador de parada = I:0/1
- Sensor de presión 1 = I:0/2
- Sensor de presión 2 = I:0/3

Especificaciones de señales de salida del proyecto:

- Luces piloto encendido = Q:0/0
- Luces piloto parada = Q:0/1
- Electroválvula 1 = Q:0/2
- Electroválvula 2 = Q:0/3
- Electroválvula 3 = Q:0/4
- Electroválvula 4 = Q:0/5

Con las entradas y salidas ya establecidas procedemos armar el circuito eléctrico en el programa con las condiciones siguientes:

- 1) El sensor de presión 1 y 2, detectara la diferencia de presión en la entrada y salida del filtro cuyo valor estimado es de una presión máxima y una presión mínima de salida.
- 2) Al dar la señal los sensores de presión, el logo activara las electroválvulas con la secuencia siguiente:

Electroválvula 1 y 2, se cierran impidiendo el flujo lineal de agua, seguido la electroválvula 3 y luego la electroválvula 4 se abren con diferencia de 3s.

Los tiempos de funcionamiento se podrán de las electroválvulas se editara en la implementación y prueba del proyecto.

El circuito para la programación es el siguiente:

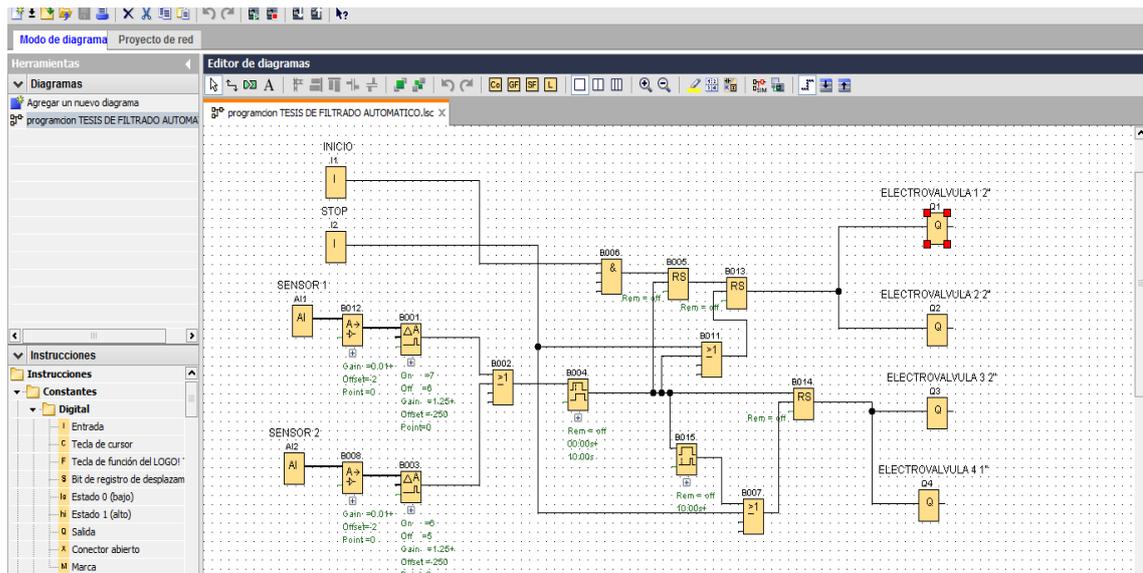


Figura 49-3: Programación del sistema de filtrado y expulsión de residuos

Fuente: Autores

La programación funciona al pulsar I1 (inicio), las salidas Q1 (electroválvula 1), Q2 (electroválvula 2) se activan auto enclavándose mediante el bloque RS, las entradas analógicas (sensores) actúan al pasar el fluido por la tubería, cuyos valores de activación y desconexión, una vez que el valor de presión llega a un límite de valor de activación el comparador lógico se activa emitiendo una salida en miliamperios dando la señal a los temporizadores de retardo a la desconexión, haciendo que la salida Q3 (electroválvula 3), Q4 (electroválvula 4) se activen y Q1 y Q2 se desactiven con el bloque auto- enclavador RS dando al retro- lavado, una vez pasado el tiempo del temporizador el circuito regresa a su estado inicial, para que el circuito deje funcionar pulsamos I2 (stop o parada).

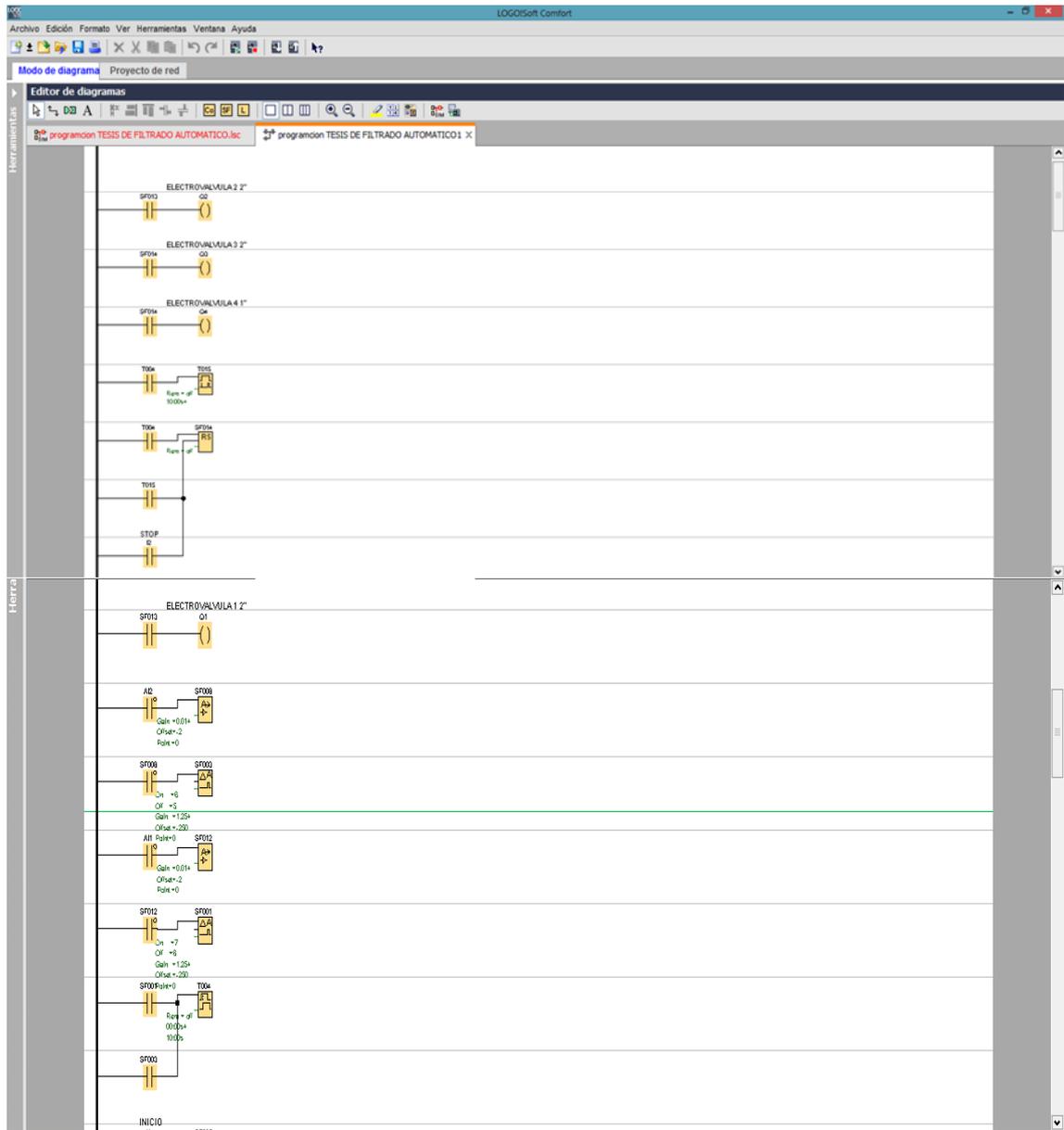


Figura 50-3: Diagrama de programación

Fuente: Autores

CAPITULO IV

4. IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL AUTOMATIZADO DE FILTRADO, RESULTADOS Y ANÁLISIS.

4.1 Implementación del sistema de control automatizado de filtrado

En la implementación del sistema de control automatizado de filtrado se debe considerar primeramente la fuente de energía contiguo pues es la que facilita las operaciones de mando para cada procedimiento que garanticen que el sistema esté en marcha y funcione de manera eficiente.



Figura 51-4: Caja de mando.

Fuente: Autores

4.1.1 *Identificación de lugar de implementación*

El lugar de implementación cuenta con instalaciones eléctricas cercanas y una estructura cubierta que condiciona la protección contra las inclemencias del ambiente, facilitando la manipulación de los elementos a utilizar como eléctricos y el sistema hidráulico con estas características se procede a la implementación del sistema.

4.1.2 *Implementación de la estructura hidráulica*

En la instalación de la estructura hidráulica se aplica siguiendo una serie de actividades de forma secuencial que garantice la efectividad del sistema, el cual está dividido secciones que conforman de la siguiente manera:

- 1) Sección principal
- 2) Sección secundaria
- 3) Sección de auxiliares

4.1.2.1 *Sección Principal Colocación de la válvula de paso*

Esta válvula se instaló para obstruir el paso del fluido para facilitar colocar los demás accesorios y dispositivos del sistema de filtrado tanto eléctricos como tuberías PVC. Se mide y señala la sección de la tubería, cortando y colocando las válvulas en la tubería con sus medidas respectivas.

Para que la tubería pueda adherirse entre los acoples se utilizó pegamento especial, con lo cual garantiza la compactación y la resistencia a la presión del fluido que pueda darse.



Figura 52-4: Válvula de paso.

Fuente: Autores

a. Instalación de accesorios y dispositivos en la sección principal

Se procede a colocar una TEE con una salida horizontal de (63mm) en la tubería de 75mm.



Figura 53-4: Tee de PVC con reductor de 63mm.

Fuente: Autores

Se instala un collarín 1 de 75mm con la opción de salida de 1/2", el cual da la lectura de presión que se genera en ese punto para que el sistema se ponga en marcha con la medida que registra.



Figura 54-4: Collarín reductor de 75mm a 1/2\"/>

Fuente: Autores

- Seguido se colocó un adaptador de 75mm con reductor de 63 mm, en ella se insertó una tubería PVC de 63 mm con una longitud de 10cm.



Figura 55-4: Adaptador de 75mm con reductor 63mm.

Fuente: Autores

- Posteriormente se instaló en la tubería un adaptador de 63mm a 2" y se insertó en entrada de la electroválvula 1.



Figura 56-4: Adaptador de 63mm con reductor de 2"

Fuente: Autores

- En la salida de la electroválvula 1 se instaló otra adaptador de 63mm a 2", donde se unió con la entrada principal del filtro, en el filtro existe 2 entradas. Principal es la que el fluido entra para el filtrado y la secundaria es para que el fluido realice el lavado del filtro. También existen 2 salidas, la principal es para que el fluido filtrado salga a la tubería de consumo y la secundaria es para que el fluido con residuos evacue al exterior.



Figura 57 -4: Acoples en válvula 1 y entrada de filtro.

Fuente: Autores

- En la salida principal del filtro ella se unió con la entrada de la electroválvula 2.



Figura 58-4: Acople de salida de filtro a electroválvula 2.

Fuente: Autores

- En la salida de la electroválvula 2 se instaló un adaptador de 75mm con reductor para la tubería 63 mm y se acopla la tubería PVC de 63mm.
- Así mismo se instaló un collarín de 75mm con un salida de 1/2"
- En una distancia de la tubería principal se instaló una válvula de purga de aire mediante la colocación de un collarín 3 de 75mm.

b. Instalación de accesorios y dispositivos en la sección secundaria

- En la TEE se instaló una tubería de PVC de 63mm con una longitud de 45cm y se acoplo un codo de la misma denominación en el otro extremo, seguido se coloca otra tubería PVC de 63mm con 30cm de longitud.
- En el otro extremo de la tubería 63mm se colocó un adaptador de 63mm a 2" y se unió con la entrada de la electroválvula 3.
- Luego en la salida de la electroválvula 3 se colocó otro adaptador de 63mm a 2" y se insertó la tubería PVC de 63mm de 35 cm de longitud, seguido se unió un codo de 63mm.
- En la salida del codo se colocó una tubería de 63mm para ser unido con un adaptador de 63mm a y esta a su vez se unió con a la entrada secundaria del filtro.
- En la salida secundaria del filtro se coloca un adaptador de 3/4", para ser unido a un neplo de PVC de 3/4".
- Luego se colocó otro adaptador de 3/4" con ampliación a 1" para unir la electroválvula de 1".
- En la salida de la electroválvula se coloca un acople de 1" para conexión de una manguera de desfogue de residuos.



Figura 59-4: Unión de sección de secundaria.

Fuente: Autores

c. Instalación de accesorios y dispositivos en la sección auxiliar

- En el collarín 1 en la salida de $\frac{1}{2}$ " , se instaló un neplo tuerca de $\frac{1}{2}$ " con longitud de 20cm para después ser unido por una TEE.
- Ya en las dos salidas de la TEE $\frac{1}{2}$ " , se instaló 2 neplos tuerca de $\frac{1}{2}$ " .
- Posteriormente en cada extremo se instaló un codo $\frac{1}{2}$ " , en el extremo se colocó un acople de con reductor de $\frac{1}{4}$ " , en ellas se instalara los sensores y los manómetros.



Figura 60-4: Uniones de sección auxiliar.

Fuente: Autores

La implementación de la estructura hidráulica en conjunto quedo como se demuestra en la figura, cuyos elementos garantizan las la rigidez, efectividad y la eficiencia del sistema de filtrado.



Figura 61-4: Sistema de filtrado

Fuente: Autores

Como detalle técnico el filtro y los demás tiene un factor de seguridad de 0.2, que garantiza que el producto que se instalo es de buena calidad y podrá resistir el flujo que circula dicha tubería.

4.1.3 Implementación del sistema eléctrico automático

En la implementación del sistema eléctrico automático se procedió a la colocación de dispositivos eléctricos y la conexión de cables siguiendo los diseños propuesto en el capítulo anterior. Para la cual se utilizó herramientas que se acondicionen para debida conexión de dispositivos y accesorios.

4.1.3.1 Instalación de dispositivos eléctricos y controladores en la caja de mando

Para la colocación de dispositivos eléctricos y controladores, primeramente, se acondiciono la caja de mando con rieles autoajustables donde se podrán situar los equipos que el sistema automático necesite.

Ya con el acondicionamiento de la caja demando se procede a instalar de la siguiente manera:

- Colocación de entradas de 110V para la energización de todos los dispositivos, estas entradas se conectaron de la acometida principal.
- Luego se instaló un interruptor térmico de 24A, cuyo funcionamiento es el de cortar el circuito eléctrico cuando se produzca un corto circuito o mala conexión.
- Seguido se instaló una fuente de 24V y 4 relé de 110V, esta tiene la función de energizar los dispositivos que el logo activa mediante una señal analogía de los sensores, el relé se enclava su bobina cuando el logo emite una señal y las entradas abiertas se cierran, a su vez las entradas cerradas se abren, cuyas salidas de relé se conectan a las electroválvulas.
- Por último se instaló el Logo RC 230, cuyo funcionamiento es realizar la lectura de la programación del circuito mediante bloques KUP, este PLC tiene entradas que van conectados sensores o pulsadores y sus respectivas salidas a equipos que cumplirán su función al requerimiento del proceso.

Se inserta la programación de las funciones que cumplirá cada uno de los dispositivos para los procesos establecidos para el sistema de filtrado automático, esto se lo realizo mediante un cable Ethernet especial que es uso solo para Logo RC 230. La información es ingresada y listo para el funcionamiento.



Figura 62-4: Conexiones eléctricas de caja de mando.

Fuente: Autores

4.1.3.2 Implementación de sensores y manómetros de presión

La implementación de los sensores y manómetros de presión se lo hizo en los acoples de 1/4", mediante una llave de presión se lo ajusto gradualmente.

Los sensores se calibraron mediante los manómetros de presión cuyos indicadores que se mostraron permitieron la modificación del programa en los rangos de entradas analógicas que permitirá activar el proceso de filtrado automático, estos se demuestran en la tabla siguiente:

Condiciones sensor de 0 - 10 bar con señal de salida de 4 – 20 mA

0 bar = 4 mA

10 bar = 20 mA

Tabla 19-4: Calibración del sensor de presión 1.

LECTURA DE MANÓMETRO (Bar)	RANGO DE PRESIÓN DE SENSOR (Bar)	RANGO DE SALIDA (mA)	RANGO DE SALIDA AJUSTADO (mA)
	0 a 10 bar	4 a 20 mA	4 a 20 mA
Max	4	10,4	10
Min	3	8,8	9

Fuente: Autores

Tabla 20-4: Calibración del sensor de presión 2.

LECTURA DE MANÓMETRO (Bar)	RANGO DE PRESIÓN DE SENSOR (Bar)	RANGO DE SALIDA (mA)	RANGO DE SALIDA AJUSTADO (mA)
	0 a 10 bar	4 a 20 mA	4 a 20 mA
Max	3	8,8	9
Min	2,5	8	8

Fuente: Autores

Una vez establecidos los valores de presión se ingresó al programa para que ejecute el sistema.

La implementación del sistema de control automatizado de filtrado ya completo se complementa entre estructura hidráulica y sistema eléctrico automático, el cual se representa en la figura.

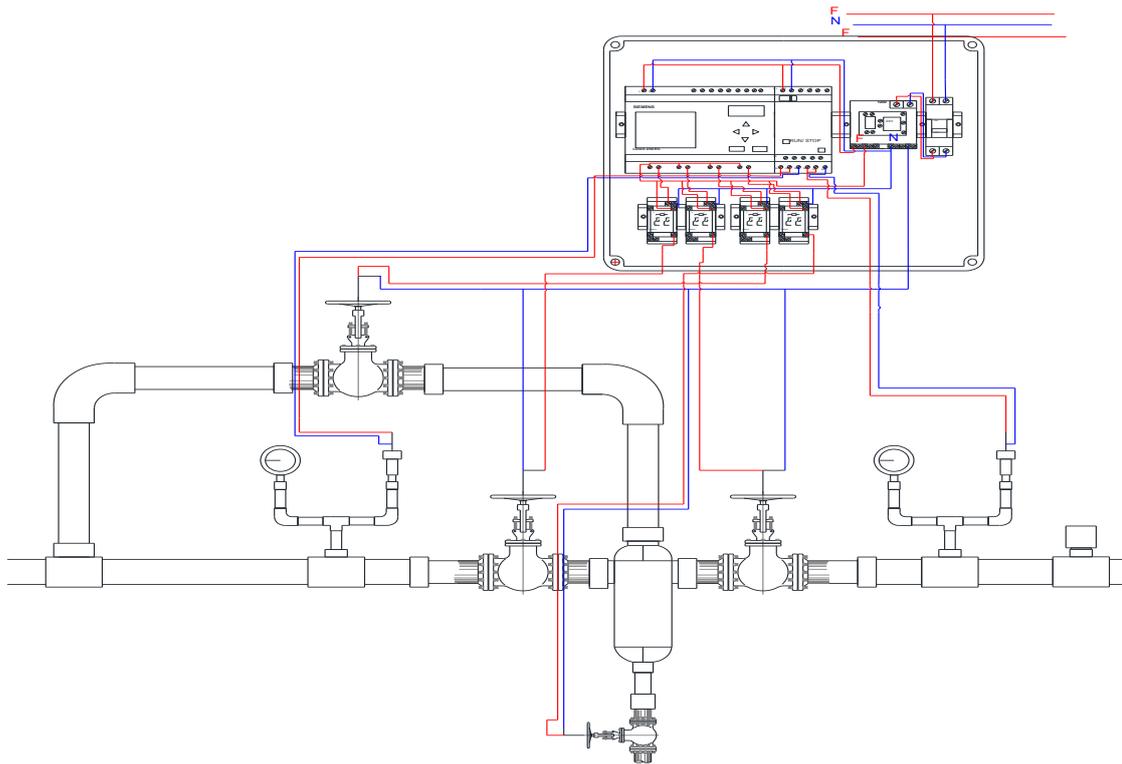


Figura 63-4: Sistema de filtrado automático.

Fuente: Autores

4.2 Pruebas de funcionamiento

Estas pruebas se hicieron de dos formas, una de ellas fue sin que el fluido circule por el sistema y otra fue cuando el fluido este transitando por el sistema, con lo cual para hacer que el sistema funcione se manipulo en línea la programación con la computadora.

Para la verificación de funcionamiento de dispositivos y equipos se realizó un Check List, este permitió verificar de forma rápida el funcionamiento de los elementos instalados.

La forma de verificación del funcionamiento fue según la tabla siguiente:

Tabla 21-4: Tabla de verificación de funcionamiento.

ELEMENTO	ESTADO DE FUNCIONAMIENTO	
	BUENO	MALO
Logo RC 230	✓	
Sensores	✓	
Filtro	✓	
Electroválvulas	✓	
Transformador de 24V	✓	
Luces pilotos	✓	
Pulsadores	✓	
Relé	✓	
Válvula de purga de aire	✓	
Estructura hidráulica	✓	

Fuente: Autores

Comprobado cada elemento para el funcionamiento por partes separadas tanto el sistema eléctrico como el hidráulico se realizará las determinadas pruebas, para la verificación de la funcionalidad del sistema de control automático de filtrado.

4.2.1 Pruebas sin fluido

Para el caso de los elementos eléctricos se utilizó un multímetro digital, el cual facilita las mediciones de corriente eléctrica en las entradas y salidas, con lo cual se verifica el paso de corriente por el sistema si cumple con la función establecida.

Los sensores al conectarse obtuvieron un voltaje de 24V las salidas correspondientes fueron de 4mA el más bajo ya que no hubo presión, el transformador la corriente que conecta la entrada fue de 110V y cuyas salidas se fueron de 24V sin variar la intensidad de corriente de 5A.

Las Electroválvulas al ser accionadas con la señal de por los sensores se cerraron y estas trabajaron con una corriente eléctrica de 24V.

Los relés al ser accionados por una corriente de 24V su bobina se enclavo así cuyos puntos abiertos se cerraron y los cerrados se abrieron,

El Logo RC 230 se conectó a una fuente de 24V, cuyas entradas se verificaron con las conexiones de los sensores y las salidas con las electroválvulas, al ser accionado los sensores el logo procederá a realizar lo establecido en el programa para dar secuencia al proceso del sistema de filtrado automático.

Para los elementos de la estructura hidráulica se observó si tiene las uniones entre accesorios se compactaron de forma que resista la presión del fluido

4.2.2 Pruebas con fluido



Figura 64-4: Pruebas con fluido.

Fuente: Autores

La prueba de funcionamiento con fluido se procedió mediante la ejecución del programa en el logo haciendo que el programa se active a una presión normal del fluido, el sensor detecto la presión al que circula en la tubería y emitió una señal en miliamperios ejecutándose la lectura de la programación en logo y así efectuando las salidas con las electroválvulas, estas electroválvulas en la sección principal se cierran y la sección secundaria se abre dando a realizar el retro - lavado del filtro.

En la parte de la estructura se verifico su estado visualmente, estas no tenían fugas y soportando la presión del sistema.

Realizado estas pruebas se garantiza la eficiencia y funcionalidad del sistema al 100% dando, así como el trabajo terminado.

4.3 Resultados obtenidos

El auto – lavado es el proceso importante ya que se encarga de la eliminación de residuos sólidos en determinados tiempos, pues son las que taponan los aspersores para el riego provocando que el riego no sea uniforme.

Se realizó cada determinado tiempo dependiendo de la presión de salida pues es la que indica que el filtro este taponado y el cual deberán ser activados en el proceso de automatización para evacuar las partículas del mismo.

Se colocaron 2 manómetros tanto en la entada como en la salida para visualizar que el proceso esté en total normalidad y se pueda dar inicio para el funcionamiento, ya que si variación de presión el sistema se activa.

Los manómetros nos indica que en la entrada tiene como dato 3bar y en la salida 2.5 bar los cuales son datos que representa para que el sistema esté en total funcionamiento, pues si este cambia en la entrada el sistema se desactiva y el la salida disminuye se activa el retro-lavado, el cual debe cumplir con estas características.

Para lo cual se transformó de bar a psi, pues los sensores de presión son los encargados de ejecutar que el sistema funcione y necesitan datos más exactos.

$$1\text{bar} = 14.50 \text{ Psi}$$

$$3\text{bar} = 3*14.50$$

$$3\text{bar} = 43.5 \text{ psi}$$

$$2.5\text{bar} = 2.5*14.50$$

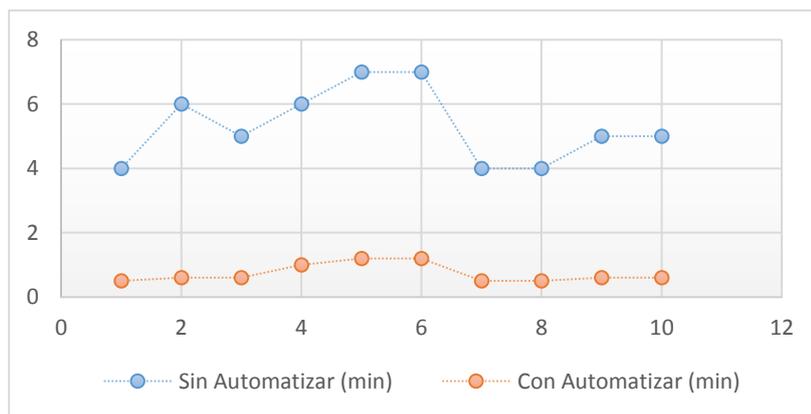
$$2.5\text{bar} = 36.25 \text{ Psi}$$

Tabla 22-4: Toma de tiempos del lavado Automático

N°	Presión de entrada (psi)	Presión de Salida (psi)	Sin Automatizar (min)	Con Automatizar (min)
1	43,5	30	4	0,5
2	43,5	32	6	0,6
3	43,5	31	5	0,6
4	43,5	34	6	1
5	43,5	36	7	1,2
6	43,5	36	7	1,2
7	43,5	31	4	0,5
8	43,5	30	4	0,5
9	43,5	32	5	0,6
10	43,5	31	5	0,6

Fuente: Autores

Con los datos obtenidos de la tabla 22 - 4 se puede verificar que los tiempos considerados representan más de la mitad del tiempo que se emplea para lavar el filtro de forma manual con lo cual se puede apreciar una mejora en el sistema que minimizará recursos



Gráfica 1-4: Curva tiempos de Automatización

Fuente: Autores

Con los datos obtenidos se procede hacer una ponderación estadística mostrada en la siguiente tabla 23-4 para conocer las medias del tiempo del sistema.

Tabla 23-4: Límite y máximos de activación

\bar{X}	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	Límite máximo	Límite mínimo
0,73	-0,23	0,05	1,02	0,44
0,73	-0,13	0,02	1,02	0,44
0,73	-0,13	0,02	1,02	0,44
0,73	0,27	0,07	1,02	0,44
0,73	0,47	0,22	1,02	0,44
0,73	0,47	0,22	1,02	0,44
0,73	-0,23	0,05	1,02	0,44
0,73	-0,23	0,05	1,02	0,44
0,73	-0,13	0,02	1,02	0,44
0,73	-0,13	0,02	1,02	0,44
	Varianza	0,08		
	D. Estándar	0,29		

Fuente: Autores

$\bar{X} =$	0,73
-------------	------

Límite máximo	1,02
Límite mínimo	0,44

a. Pruebas con los sensores de presión

Una vez conocida la variación de presión que existe tanto en la entrada como en la salida los valores de máximos y mínimos para la activación del sistema y control automático se procede hacer las pruebas respectivas con los sensores como se muestra en la tabla 24-4

Tabla 24-4: Señales Analógicas de los transductores de presión

Presión (psi)	Señal analógica Entrada	Señal analógica Salida
1-8	1 a 8	1 a 8
9- 16	9 a 16	9 a 16
17-24	17 a 24	17 a 24
25-32	25 a 32	25 a 32
33-38	33 a 38	33 a 38

Fuente: Autores

La tabla 24-4 muestra los resultados que corroboran los datos que se obtienen las señales analógicas con lo cual los valores son similares a los que marca los manómetros de presión con lo cual se verifica en el programa de Logo confort v8, con lo cual se relaciona los datos dando un mínimo y máximo para la activación el cual ejecutara el programa.

b. Análisis de taponamiento de aspersores de forma manual

Se analiza la comparación para la verificación de concurrencia que hay en los taponamientos de los aspersores debido a los residuos que pasan hacia el mismo.

Para la comparación se empezó desde la forma manual en determinado tiempo que se realizaba en día laboral, elaborando un análisis estadístico de comparación de frecuencia que se ocasionaba durante un mes



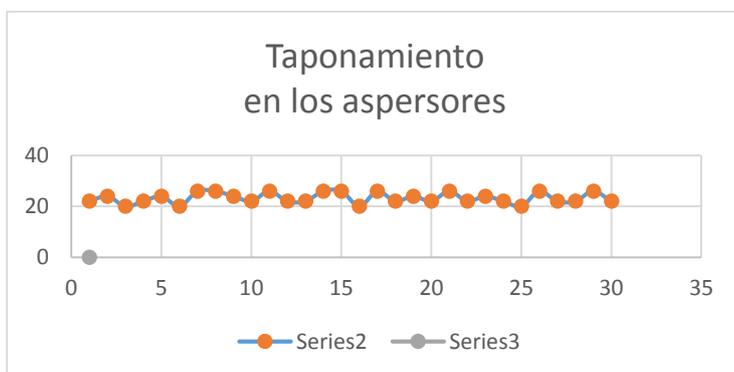
Figura 65-4: Sistema de filtrado automático.

Fuente: Autores

Tabla 25-4: Tabla de taponamiento de aspersor mes Septiembre

mes Septiembre- 2017	Taponamiento en los aspersores
1	22
2	24
3	20
4	22
5	24
6	20
7	26
8	26
9	24
10	22
11	26
12	22
13	22
14	26
15	26
16	20
17	26
18	22
19	24
20	22
21	26
22	22
23	24
24	22
25	20
26	26
27	22
28	22
29	26
30	22
Total	698

Fuente: Autores



Gráfica 2-4: Taponamiento de aspersores

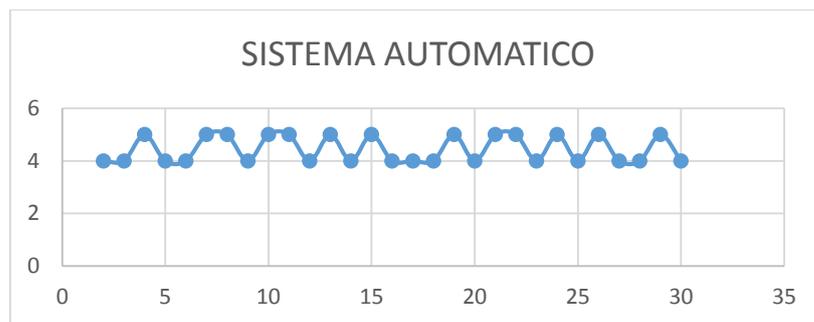
Fuente: Autores

Sistema de filtrado implementado: A igual que de forma manual se tomaron los datos de forma de jornada laboral para poder apreciar el cambio que se presenta

Tabla 26-4: Tabla de taponamiento de aspensor mes Octubre

mes Octubre- 2017	Taponamiento en los aspersores
2	4
3	4
4	5
5	4
6	4
7	5
8	5
9	4
10	5
11	5
12	4
13	5
14	4
15	5
16	4
17	4
18	4
19	5
20	4
21	5
22	5
23	4
24	5
25	4
26	5
27	4
28	4
29	5
30	4
Total	129

Fuente: Autores



Gráfica 3-4: Taponamiento Aplicado automatización

Fuente: Autores

Resultados: Una vez realizado la toma de datos se procede a la comparación de las 2 de la forma manual e implementado el sistema de filtrado y expulsión de residuos en el cual están tomados en el mes de septiembre y octubre

$$A = \frac{(v1 - v2)}{v1}$$

Donde:

V%= Variación Porcentual

V1= Valor Calculado manual

V2= Valor calculado automático

$$A = \frac{(698 - 129)}{698} * 100\%$$

$$A = 81,51\%$$

El cual se puede apreciar que hay una aceptación del 81,51% favorable con respecto al proceso manual que se estaba empleando anteriormente, satisfaciendo las necesidades de pasar de forma manual a un sistema automático y evitando pérdida de tiempo el cual se afectaba el trabajador en otras actividades que correspondía a su campo.

CAPITULO V

5. COSTOS DE DISEÑO Y FABRICACIÓN DEL SISTEMA

Para la colocación del sistema de retrolavado se apreciaron las mejores ofertas de los implementos a instalar, considerando su calidad y rendimiento. Los costos directos intervienen en los elementos directamente en la instalación del proceso y los costos indirectos señalan a materiales y atributos secundarios.

5.1 Costos Directos

Tabla 27-5: Costos Directos

Ítem	Denominación	Unidad	Precio unidad	Precio [USD]
1	Electroválvula 1"	1	60	60
2	Electroválvula 2"	3	90	270
3	Filtro de anillo 2"	1	140	140
4	Manómetro	2	15	30
5	Sensor de presión	2	90	180
6	Logo 230 RC	1	220	220
7	Relé 24v	4	2,2	8,8
8	Fuente	1	28	28
9	Caja de control	1	40	40
10	Interruptor térmico	1	10,3	10,3
11	Pulsador	2	0,8	1,6
12	Módulo de expansión	1	120	120
13	Tee 1/2"	2	0,4	0,8
14	Tee 75mm	4	4,2	16,8
15	Codo 1/2"	4	0,35	1,4
16	Codo 63mm	2	3,75	7,5
17	Reductores 1/8" a 1"	2	1,2	2,4
18	Reductores 75mm x 63mm	2	5,12	10,24
19	Adaptadores 63mm x 2"	9	3,78	34,02
20	Tubo PVC 63mm	3	5,23	15,69
21	Collarín	2	4,6	9,2
22	Accesorios (tornillos, abrazaderas, cables, pegamento)	1	15	15
Total			859,93	1221,75

Fuente: Autores

5.2 Costos Indirectos

Tabla 28-5: Costos Indirectos

Ítem	Denominación	Precio [USD]
1	Pasajes de traslado	50
2	Asesoría técnica	80
3	Imprevistos	50
4	Implementación	20
Total		200

Fuente: Autores

5.3 Costo Total

Tabla 29-5: Costos Indirectos

Ítem	Denominación	Precio [USD]
1	Costos directos totales	1221,75
2	Costos indirectos totales	200
Total		1421,75

Fuente: Autores

CAPITULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Se diseño un sistema de filtrado y expulsión de residuos económico y de fácil manejo.
- Los elementos hidráulicos y electrónicos seleccionados se acoplaron sin ningún inconveniente en todo el sistema.
- Se ejecuto pruebas en todo el sistema de filtrado y expulsión de residuos, realizando varias tomas de tiempos en todo el proceso
- La automatización del sistema de filtrado y expulsión de residuos permitió mejorar la calidad y la fluidez del agua, contribuyendo a la oxigenación del suelo y el crecimiento del pasto.

6.2 RECOMENDACIONES

- Utilizar el logo RC de 24v pues la mayor parte de los componentes trabajan con este voltaje.
- Se deberá considerar las fugas en las tuberías del sistema de riego, ya que ello permite que existan pérdidas de presión y caudal.
- En el sistema de filtrado y expulsión de residuos se deberá verificar el aislamiento de los cables para no ocasionar corto circuito.
- A futuro se considera una fuente de alimentación eléctrica externa para el sistema para cuando sucedan apagones y no se paralice el funcionamiento de la misma.
- Se deja a consideración las mejoras del sistema de filtrado mediante la aplicación de nuevas tecnologías aplicadas a mejorar los sistemas de riego.
- Adicional se podría realizar el estudio de los tipos de residuos y la turbiedad del agua en temporadas de invierno y verano para poder acondicionar sistemas de filtrado y expulsión de residuos automatizados.
- A futuro se debería considerar un sistema de recuperación de aguas residual, con el fin de reutilizar el agua y dar tratamiento a los residuos que se estanquen.

BIBLIOGRAFÍA

AGROMÁTICA. *Filtros en sistemas de riego.* [En Línea] [Consulta: 24 de julio de 2017], Disponible en :www.agromatica.es/los-filtros-en-sistemas-de-riego/

ARENY, R. P. *Sensores y Acondicionadores de señal* (Vol. 4a Edición). Barcelona. 2003.pp 424

BELLO U, M., & PINO Q., M. *medición de presión y caudal.* Punta Arenas. 2000. pp.6-20

BLAIR, I. E. *Riego por Goteo.* San José. 1979. pp 4

BRAVO, J. *Gestion de Procesos.* Santiago: Evolución S.A. 2009.pp 70 -158

CANALNES, A. R. *Automatizacion y tele control de sistema de riego.* Barcelona. 2010.pp 45

EQUIPO TÉCNICO DEL GOBIERNO AUTÓNOMO GAD CEBADAS. Diagnostico canton Cebadas. [En línea] Ecuador 2015 [Consulta: 20 de Agosto del 2017.] Diponible en: <http://app.sni.gob.ec..>

CISNEROS, B. E. *La contaminacion ambiental en México.* Mexico D.F: Limusa S.A. 2001. pp 146

CORONA RAMÍREZ, L, et al. *Sensores y Actuadores.* Mexico D.F: Patria S.A. 2014. pp 158

EMERSON.COM. *Transductores de presión y sensores de temperatura.* [En Línea] [Consulta: 22 de Agosto del 2017],Disponible en: http://www.emersonclimate.com/europe/es-eu/Products/Electronics/Alco_Electronic_Controls/Pages/Sensors_and_Accessories.aspx

GOMELLA, C., & GUERREE, H. *la distribución del agua en aglomeraciones urbanas y rurales.* eyrolles.Barcelona. 1982. pp 17

MARTINEZ, A. R. ., *Automatizacion Y telecontrol de sistema de Riego.* Barcelona:. 2010.pp 74 -77

MARTINEZ, E. Z. *Diseño Y Evaluación Del Riego a Presión.* San José: Rodrigo Facio. 2004. pp 17

MOYA, J. A.. *riego localizado y fertirrigación*. Barcelona: Mundi- Prensa. 2009. pp 171- 277

OJEDA, L. T.. *Arduino.cl*. [En Línea] [Consulta: 04 de Septiembre del 2017], Obtenido de Arduino.cl: <http://arduino.cl/que-es-arduino/2017>

OMAR. *Controlador Lógico Programable*. [En Línea] [Consulta: 2 de Agosto del 2017], Disponible en: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:l460fQj4bNwJ:www.efn.uncor.edu/departamentos/electro/cat/eye_archivos/apuntes/a_practico/CAP%25209%2520Pco.pdf+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=ec

OMEGA. *Transductor de presión* [En Línea] [Consulta: 14 De Septiembre del 2017], disponible en: <http://es.omega.com/prodinfo/transductores-de-presion.html>, 2003.

PIMIENTA, J.. *La captacion de Aguas Subterranas*. Barcelona: Editores técnicos asociados S.A. 1980. pp 1

RUIZ, A., & MOLINA MARTINEZ, J. M.. *Automatización y telecontrol de sistema de riego*. Barcelona: 2010. pp 74 - 79

SCIENCES, N. A.. [En Línea] [Consulta: 18 de Agosto de 2017]. Disponible en <https://www.koshland-science-museum.org/water/html/es/Treatment/Filtration-Systems.html> (2007)

SERNA RUIZ. et al.. *Guía Práctica d Sensores*. Preimpresión. 2010. pp 11

SIEMENS. *Siemens Logo*. [En Línea] [Consulta: 20 De Septiembre Del 2017]. Disponible en: http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores_modulares/logo/pages/default.aspx. 2014

SISTEMA AZUD S.A. Filtro de retrolavado [En Línea] [Consulta: 2 de julio del 2017]. Disponible en. *AZUD HELIX SISTEM.*, de AZUD HELIX SISTEM: www.azud.com

VAZQUEZ, S. G.. *Configuraciones de instalaciones domóticas y automáticas*. Madrid: Copibook S.L. 2013 pp. 136 - 149

WITHERS, B., & VIPOND, S.. *El Riego: Diseño y Práctica*. Mexico D.F: Diana S.A. 1974, pp. 55-57

