



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

**TÍTULO:**

**“Análisis y diseño de un sistema de control para bomba de agua residual sector  
residencial.”**

**AUTOR:**

**Carrera Soriano Jarod Josue**

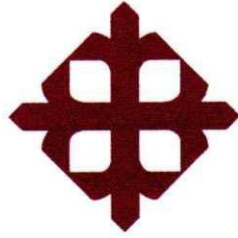
**Trabajo de integración curricular previo a la obtención del título de  
INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

**TUTOR:**

**Ing. Suarez Murillo Efraín Oswaldo, MGS.**

**Guayaquil, Ecuador**

**20 de enero del 2023**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr.  
JAROD JOSUE CARRERA SORIANO como requerimiento para la obtención  
del título de INGENIERO EN ELECTRICIDAD

**TUTOR**

---

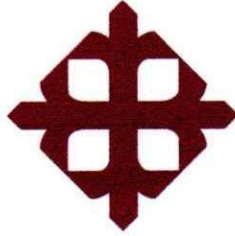
Ing. Efraín Oswaldo Suarez Murillo, MGS.

**DIRECTOR DE CARRERA**

---

Ing. Bayardo Bohórquez Escobar MGS.

Guayaquil, a los 20 días del mes de Enero del año 2023



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
INGENIERIA EN ELECTRICIDAD**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, JAROD JOSUE CARRERA SORIANO**

**DECLARÓ QUE:**

El trabajo de titulación "**Análisis y diseño de un sistema de control para bomba de agua residual sector residencial**" previo a la obtención del Título de **Ingeniero En Electricidad**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

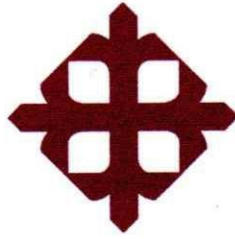
En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 20 días del mes de enero del año 2023

**EL AUTOR**

J. CARRERA S.

JAROD JOSUE CARRERA SORIANO



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **JAROD JOSUE CARRERA SORIANO**

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: "**Análisis y diseño de un sistema de control para bomba de agua residual sector residencial**", cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 20 días del mes de enero del año 2023

**EL AUTOR**

*J. CARRERA S.*

JAROD JOSUE CARRERA SORIANO

# REPORTE DE URKUND

## Document Information

Analyzed document	Tesis Urkund_080043.docx (D156858251)
Submitted	1/25/2023 4:31:00 AM
Submitted by	
Submitter email	efrain.velez@cu.ucsg.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	efrain.velez.ucsg@analysis.orkund.com

## Sources included in the report

<b>W</b>	URL: <a href="https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/arquitectura-del-plc/#~:text=La%20arquitectura%...">https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/arquitectura-del-plc/#~:text=La%20arquitectura%...</a> Fetched: 1/25/2023 4:32:00 AM	 1
----------	---	---

## Entire Document

### RESUMEN

En el presente documento se realiza la sugerencia de mejoras en el diseño, funcionalidad y estructura para el manejo de sólidos en plantas residuales de aguas servidas (lodos) planteando el uso de una bomba de capacidad progresiva con recursos con capacidades específicas para mayor producción y provecho. Considerando capacidad física y mecánica que tiene la bomba se procede a demostrar mediante cálculos y formulas el aumento de productividad de la planta. La bomba de capacidad progresiva maneja un desplazamiento positivo, lo que facilita el movimiento de sólidos y líquidos de alta viscosidad sin cambios con caudales precisos y sin pulsaciones repetibles.

Palabras claves: BOMBA, CAVIDAD PROGRESIVA, DISEÑO, DESPLAZAMIENTO POSITIVO.

### Abstract

In this document, the suggestion of improvements in the design, functionality and structure for the management of solids in residual sewage plants (sludge) is made, proposing the use of a progressive capacity pump with resources with specific capacities for greater production and profit. Considering the physical and mechanical capacity of the pump, the increase in productivity of the plant is demonstrated through calculations and formulas. The progressive capacity pump drives a positive displacement, facilitating the movement of solids and high-viscosity liquids without change with precise flow rates and without repeatable pulsations.

Keywords: PUMP, PROGRESSIVE CAVITY, DESIGN, POSITIVE DISPLACEMENT.

Capítulo 1: Aspectos generales

### Introducción

Las ciudades han desarrollado una grandeza poblacional y a su vez la necesidad de mantener los estándares de salubridad y calidad de vida, con base en esto se han implementado medidas de prevención y tratamiento de material nocivo o tóxico para los seres humanos, así como son los desechos orgánicos (Aguas servidas) creando plantas de tratamiento. El correcto funcionamiento de la planta se deberá al diseño y componentes de la misma considerando recurso humano como mecánico como lo son las bombas de capacidad progresiva.

Definición del problema Las plantas de tratamiento de aguas residuales deben competir con el medio ambiente para mantener el equilibrio entre el ecosistema y los contaminantes, por ello se han hecho estudios bastos para lograr alcanzar el acople entre maquinarias y operadores capacitados para operarla y tener óptimos resultados. Las plantas de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Guayaquil han invertido tiempo y estudios en lograr alcanzar la capacidad y el número exacto de medidas preventivas para mantener el equilibrio.



**ING. EFRAÍN OSWALDO SUAREZ MURILLO, MGS.**

**TUTOR**

## **AGRADECIMIENTO**

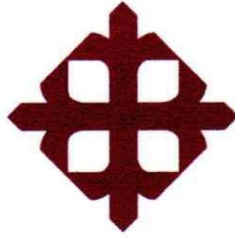
En primer lugar, agradecerle a Dios por otorgarme salud y bendiciones para culminar mis estudios, a pesar de muchas veces cuestionar, estuvo presente en todo momento.

Le agradezco a mis padres y al resto de mi familia por su apoyo incondicional.

## **DEDICATORIA**

Deseo dedicar este trabajo a mis queridos padres a mi querido hermano y demás familiares quienes me dieron su apoyo incondicional en todo momento.





**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
INGENIERA EN ELECTRICIDAD

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

JOHN FRANCO RODRÍGUEZ, Ph D.

**DECANO**

ING. BAYARDO BOHORQUEZ ESCOBAR, MGS

**DIRECTOR DE CARRERA**

ING. DANIEL BOHORQUEZ HERAS, MGS.

**OPONENTE**



## ÍNDICE GENERAL

### Contenido

RESUMEN.....	XII
Abstract.....	XIII
CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES .....	2
1.2. Definición del problema.....	2
1.3. Justificación del problema .....	3
1.4. Objetivos Objetivo General.....	3
Objetivos específicos.....	4
1.5. Hipótesis.....	4
1.6. Metodología de investigación .....	4
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Diseño de planta de aguas residuales.....	5
2.2. Bombas de cavidad progresiva .....	6
2.2.1. Aplicaciones del bombeo.....	7
2.2.1.1. Principios de funcionamiento de la bomba .....	7
2.2.1.2. Estator.....	8
2.2.1.3. Elastómero .....	8
2.2.1.4. Propiedades mecánicas requeridas.....	9
2.2.1.5. Fuente de Alimentación .....	9
2.2.1.6. Rotor .....	9
2.2.1.7. Niple de paro.....	10
2.3. Equipos de superficie para (BCP).....	10
2.3.1. Clasificación de las bombas de capacidades progresivas.....	11
2.3.2. Disposiciones aplicadas para el uso de la BCP en plantas de tratamiento de agua.....	11
2.3.3. Aplicación de las bombas en espesadores.....	12
2.3.1. Proceso recomendado para el diseño de la planta .....	12
2.4. Coagulación y floculación.....	13
2.4.1. Operación de sólidos primarios.....	13
2.4.1.3. Bombas de Lodos espesados.....	13
2.4.1.4. Tipos de bombas a considerar para el diseño de planta en sector residencial.....	14
2.4.1.5. Bomba presurizada de agua.....	14
2.4.2. Bomba presurizada bajo tanque. ....	14

2.4.3.	Bomba presurizadora de cisterna.....	15
2.4.4.	Recomendaciones para el uso de las bombas presurizadora. ....	15
2.4.6.	Bomba Centrifuga.....	16
2.4.7.	Bomba Periférica.....	16
2.4.8	PLC. ....	17
2.4.9	Que es un PLC.....	17
2.5	Como funciona un PLC. ....	18
2.6	Tipos de PLC para la industria. ....	18
2.7	HMI.....	18
2.8	Para qué Sirve el HMI .....	19
2.9	tipos de arranque del motor .....	20
2.9.1	Inversión en marcha de motores trifásicos.....	21
2.9.2	frenado de motores trifásicos. ....	21
2.9.3	cables de control .....	21
2.9.3	Cables apantallados. ....	22
2.9.4	disyuntores .....	23
2.9.5	especificaciones técnicas para la elaboración de tableros. ....	23
2.9.6	control de HS2.....	24
CAPÍTULO 3: DISEÑO .....		26
3.1.	Diseño de la planta de tratamiento.....	26
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		42
4.1.	Conclusiones .....	42
4.2.	Recomendaciones .....	43
Bibliografía.....		44

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Estructura de una BCP.....	12
<b>Figura 2:</b> equipo de superficie de poleas.....	22
<b>Figura 4:</b> bomba presurizadora.....	27
<b>Figura 6:</b> bombas centrifugas.....	28
<b>Figura 7:</b> Bomba Periferica.....	29
<b>Figura 8:</b> función del sensor.....	38
<b>Figura 9:</b> vistas del tablero de control.....	40
<b>Figura 10:</b> vistas internas del tablero, elementos de control y de fuerza .....	41
<b>Figura 11:</b> vistas laterales del panel .....	42
<b>Figura 12:</b> Lista de materiales.....	43
<b>Figura 13:</b> circuito de control 120/220 VAC.....	44
<b>Figura 14:</b> circuito de fuerza.....	45
<b>Figura 15:</b> circuito de control 2.....	46
<b>Figura 16:</b> circuito de control 3.....	47
<b>Figura 17:</b> circuito de control 4.....	48
<b>Figura 18:</b> circuito 5.....	49
<b>Figura 19:</b> circuito 6.....	50
<b>Figura 20:</b> circuito 7.....	51

## RESUMEN

En el presente documento se realiza la sugerencia de mejoras en el diseño, funcionabilidad y estructura para el manejo de sólidos en plantas residuales de aguas servidas (lodos) planteando el uso de una bomba de capacidad progresiva con recursos con capacidades específicas para mayor producción y provecho. Considerando capacidad física y mecánica que tiene la bomba se procede a demostrar mediante cálculos y formulas el aumento de productividad de la planta. La bomba de capacidad progresiva maneja un desplazamiento positivo, lo que facilita el movimiento de sólidos y líquidos de alta viscosidad sin cambios con caudales precisos y sin pulsaciones repetibles.

**Palabras claves:** BOMBA, CAVIDAD PROGRESIVA, DISEÑO, DESPLAZAMIENTO POSITIVO.

## **Abstract**

In this document, the suggestion of improvements in the design, functionality and structure for the management of solids in residual sewage plants (sludge) is made, proposing the use of a progressive capacity pump with resources with specific capacities for greater production and profit. . Considering the physical and mechanical capacity of the pump, the increase in productivity of the plant is demonstrated through calculations and formulas. The progressive capacity pump drives a positive displacement, facilitating the movement of solids and high-viscosity liquids without change with precise flow rates and without repeatable pulsations.

**Keywords:** PUMP, PROGRESSIVE CAVITY, DESIGN, POSITIVE DISPLACEMENT.

## **CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES**

### **1.1. Introducción**

Las ciudades han desarrollado una grandeza poblacional y a su vez la necesidad de mantener los estándares de salubridad y calidad de vida, con base en esto se han implementado medidas de prevención y tratamiento de material nocivo o tóxico para los seres humanos, así como son los desechos orgánicos (Aguas servidas) creando plantas de tratamiento.

El correcto funcionamiento de la planta se deberá al diseño y componentes de la misma considerando recurso humano como mecánico como lo son las bombas de capacidad progresiva.

### **1.2. Definición del problema**

Las plantas de tratamiento de aguas residuales deben competir con el medio ambiente para mantener el equilibrio entre el ecosistema y los contaminantes, por ello se han hecho estudios bastos para lograr alcanzar el acople entre maquinarias y operadores capacitados para operarla y tener óptimos resultados.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Guayaquil han invertido tiempo y estudios en lograr alcanzar la capacidad y el número exacto de medidas preventivas para mantener el equilibrio.

### **1.3. Justificación del problema**

El proceso para solucionar la cantidad de materia que debe tratar a causa al aumento poblacional y cumplir con las normas sanitarias impuestas son:

- Bombas de capacidad progresiva
- Investigar su capacidad del caudal
- Tipo de material a transportar
- Minimizar paradas de planta

La utilización de bombas de capacidad progresiva ayudara a la extracción de lodos de manera más uniforme y con menor riesgo de parada debido que tienen la capacidad de trabajar con productos sensibles al cizallamiento. Su capacidad de movimiento positivo la ubican en una de las bombas más opcionada para este trabajo ya que cuenta con una precisión de actividades específicas y controlables por sus características mecánicas.

La elaboración de un diseño y el estudio de la aplicación de la misma para optimizar cambios y poder cumplir con los requisitos de funcionabilidad de la planta fueron sometidos a pruebas de desarrollo a escala de manera teórica para dar fe de los datos primarios que se están considerando en el presente documento.

### **1.4. Objetivos**

#### **Objetivo General**

Definir dimensiones de la bomba de capacidad progresiva de acuerdo a la necesidad de la planta.



## **Objetivos específicos**

- Justificar el uso de la bomba de capacidad progresiva.
- Explicar el funcionamiento y su operatividad.

### **1.5. Hipótesis**

El modelado del diseño de la bomba con sus medidas requeridas de capacidad de caudal, fuerza y movimientos nos ayudara a cerrar de manera positiva una parte importante del diseño general de una planta de tratamiento de aguas residuales.

### **1.6. Metodología de investigación**

Este proyecto trabaja con metodología de investigación cuantitativa.

Tuvo un planteamiento en el cual se puso a prueba los avances de los ensayos para establecer comportamientos y corroborar alguna hipótesis.

A través de la modelación matemática con el mismo que se midió el avance y el proceso a seguir que se pueden definirse mediante ecuaciones diferenciales.

## **CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO**

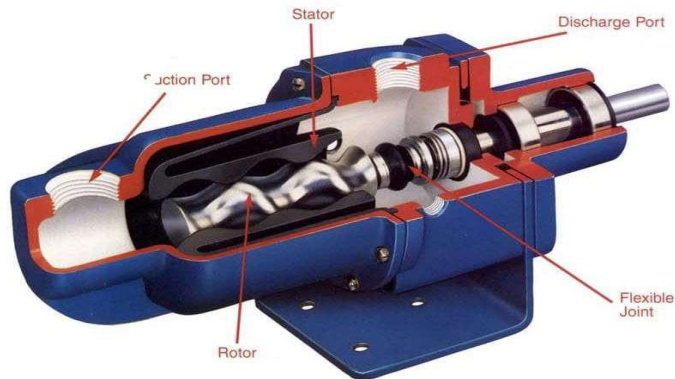
### **2.1. Diseño de planta de aguas residuales.**

A lo largo de la historia, las personas y culturas del mundo se han enfrentado al dilema: cómo mantener la salubridad de la sociedad que está en aumento residencial, esta investigación inspirada en innumerables innovaciones mecánicas y tecnológicas. Con el advenimiento de la revolución industrial en el siglo XXI, se introdujo el concepto de un diseño adecuado de plantas de tratamiento de aguas residuales. El desarrollo de diseño de plantas de tratamiento ha recorrido un largo camino desde las primeras líneas crecimiento poblacional y partiendo desde lo conocido como pozos sépticos. De hecho, con la tecnología avanzada actual, aproximadamente el 50 % de las actividades de función de una planta comprende en el uso de bombas y automatización.

Es una de las áreas del progreso científico y mecánica que utiliza medios de ejecución eficaz que permiten cumplir con el proceso habitual que se necesita para el desplazamiento de material, que existe en plantas de tratamiento evitando atascamientos que pudieran darse por la característica que tiene el material a desplazarse, permitiendo así ahorrar gastos operativos y así percibir el ahorro económico.

De acuerdo a sus características de cumplimiento pueden aspirar hasta 8.5 metros sin atascamiento. A través de los diferentes elementos que lo componen. (Prodetecs, 2021)

Por su diseño está en capacidad de operar por un tiempo determinado en seco, permitiendo ajustar la productividad de la producción de la planta para crear instrucciones y procesos repetibles que reemplazan o reducen la interacción humana por posibles atascamientos. (Electromag, 2019)

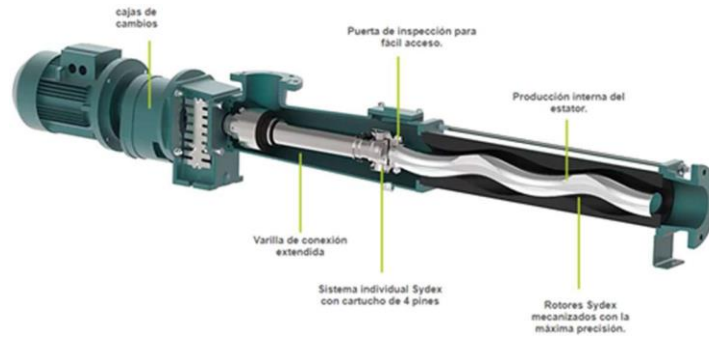


**Figura 1:** Estructura de una BCP  
Fuente: (Hidrofluidos, 2017)

## 2.2. Bombas de cavidad progresiva

Es una bomba que fue inventada en 1932 por un ingeniero aeronáutico en sus inicios las bombas fueron utilizadas para el bombeo de material viscoso, en historia, las primeras bombas de capacidad progresiva se usaron en Canadá, en los pozos petroleros con la finalidad de movilizar grandes cantidades de material con arena y aceite de difícil manejo. en Venezuela en los años 80 se pusieron a prueba las bombas de capacidad progresiva ya que la falta de tecnología en el país fueron funcionales y de ayuda emergente para la extracción de petróleo.

## 2.2.1. Aplicaciones del bombeo



**Figura 2:** Diseño de una bomba capacidad progresiva  
Fuente: (Rojas, 2018)

por consideraciones económicas la bomba de cavidades progresivas tiene a ser de las más accionadas al momento de iniciar con una planta de explotación petrolera, por su relativa baja inversión, bajos niveles de contaminación auditiva y mínimo requerimiento de espacios físicos tanto en posos como en el bodega donde se mantiene. (Prodetecs, 2021)

### 2.2.1.1. Principios de funcionamiento de la bomba

A grandes rasgos la bomba se compone del rotor y un estator, el rotor accionado por un impulso que transmite el movimiento rotativo a las sartas de cabillas, que está conectada al rotor, y el estator considerado el componente estático de la bomba que tiene un polímero con capacidad elástica (elastómero)

El funcionamiento de la bomba de acuerdo a sus principios funcionales no debe confundirse con el principio de Arquímedes, porque el aplicado es el de Rene Moineau.

Utiliza un rotor de forma helicoidal, el rotor y el estator están diseñados para crear una interferencia, la cual crea una línea de sello de las cavidades,

estas cavidades progresan o se desplazan creando un movimiento de rotación y traslación. (Hidrofluidos, 2017)

#### **2.2.1.2. Estator**

Es la parte principal de la bomba que es un cilindro de acero revestido de un polímero de alto peso molecular revestido internamente por un elastómero sintético, moldeado a manera de dos hélices adherido al cilindro mediante un proceso especial. (Prodetecs, 2021)

#### **2.2.1.3. Elastómero**

Es el elemento más delicado de la bomba, y de su adecuada selección dependerá el avance o retraso de la operación, es un polímero de alto peso molecular mencionado ya que posee la capacidad de deformarse y recuperarse elásticamente, tienen memoria, es lo que hace posible que se produzca la interferencia entre el rotor y el estator.

Los elastómeros más utilizados poseen una base nitrilica. Hidrogenación catalítica o fluoelastómeros.

Entre las características del mismo se encuentran:

- la resistencia térmica
- capacidad de recuperación elástica
- resistencia química para el transporte
- resistencia a la fatiga.

#### **2.2.1.4. Propiedades mecánicas requeridas**

Resistencia tensil

Elongación a la ruptura

Resistencia al corte

Entre los cambios más comunes que tiene el elastómero para que se alcance su actividad máxima es el hinchamiento, el endurecimiento y reblandecimiento. Debe tener un hinchamiento destacado en el 3 y 5% que puede ser controlado con rotores de menor diámetro.

El endurecimiento afecta de manera negativa la resiliencia de la bomba y por ende la productividad y eficiencia de la bomba. (Hidrofluidos, 2017)

#### **2.2.1.5. Fuente de Alimentación**

Proporciona o produce toda la energía necesaria para el CPC y otras tarjetas en un momento en que se formó PLC. La fuente de alimentación actúa como una unidad de control. (IndustriasGSL, 2019)

#### **2.2.1.6. Rotor**

Es un elemento que es fabricado con un material de alta resistencia el cual es mecanizado con precisión y recubierto por una capa de material altamente resistente a la abrasión el rotor parte de una barra cilíndrica de hacer que es formada por un torno especial, una vez que adquiere la forma mecánica que se necesita es recubierto por el material que generalmente es manejado con un proceso electroquímico cromado. (IndustriasGSL, 2019)

### **2.2.1.7. Niple de paro**

Es un tubo corto que se coloca bajo el estator que tiene funciones específicas tales como.

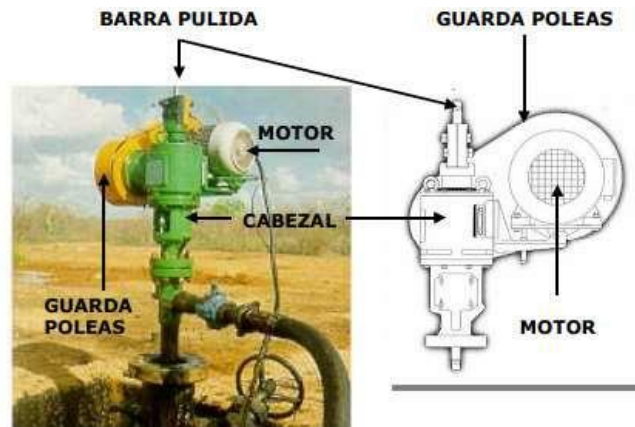
- Servir de punto de tope
- Impedir que el rotor luego de la elongación llegue al fondo del pozo
- Servir de punto de conexión

### **2.3. Equipos de superficie para (BCP)**

En la actualidad se han modificado y acondicionado los implementos para el manejo de la BCP de tal manera que se lo puede controlar de manera remota, pero son sistemas protegidos mecánica y eléctricamente.

En estos sistemas la relación de transmisión está dada por la relación de transmisión de la caja reductora en sí, multiplicada por la relación de transmisión de un conjunto de correa poleas que acopla el motor a la caja. (Electromag, 2019)





**Figura 3:** equipo de superficie de poleas.

Fuente: (2021; Electromag)

### **2.3.1. Clasificación de las bombas de capacidades progresivas**

Existen BCP de tipo industrial el cual se encuentra las de tipo industrial que abarcan un gran rango de aplicaciones desde el sector alimenticio hasta las extracciones de petróleo, pero en este documento nos focalizaremos en el uso de la bomba en plantas de tratamiento de aguas residuales caracterizan tener capacidad de manejar aguas residuales crudas sin cernir y no habrá necesidad de que operarios ingresen al pozo. (Prodetecs, 2021)

### **2.3.2. Disposiciones aplicadas para el uso de la BCP en plantas de tratamiento de agua.**

En función al desarrollo de la planta de tratamiento de agua residual, las bombas deberán tener un grupo específico de requerimientos de dimensión,

capacidad y funcionabilidad de ingeniería. La latencia es una fracción de segundo. (Seguas, 2018)

### **2.3.3. Aplicación de las bombas en espesadores**

El tratamiento de aguas residuales de manera primaria se da por sedimentación por gravedad por la gran cantidad de material orgánico los cuales por fenómeno de biodegradación forman gases que son moléculas orgánicas más simples como origen secundario como lo es el sulfuro de hidrógeno que es nocivo para el medio ambiente.

En plantas de aguas residuales los lodos se tratan a un alto nivel, para producir un producto estable de acuerdo a las normas de higiene y salubridad, esto se logra a partir de usa la digestión anaerobia acompañada de la deshidratación de sólidos.

El desafío más importante de la planeación es identificar los lugares de de la disposición final del material biodegradable para recurrir a los permisos pertinentes por la entidades gubernamentales y municipales. En el caso de Guayaquil se permite es desalojo de solidos deshidratados en el relleno sanitario municipal, las comunidades como tal no pueden resolver asuntos relacionados con el envío de sólidos. (IndustriasGSL, 2019)

### **2.3.1. Proceso recomendado para el diseño de la planta**

El proceso recomendado refiere en el tratamiento primario químicamente controlado con coagulación y floculación química, dicho proceso necesita adición de cloruro férrico en combinación de polímeros específicos, este proceso es

eficiente para la remoción de sólidos coloidales que por su estructura química necesitamos las bombas de capacidad progresiva por sus mejoras físicas, industriales y operativas. (Hidrofluidos, 2017)

## **2.4. Coagulación y floculación.**

El tratamiento químico primario asistido es el que contiene cloruro férrico que es un coagulante químico universal, el mismo que se mezcla con el agua residual cruda, y su función es remover y separar arenas y fluidos. (Gandhi, 2019)

### **2.4.1. Operación de sólidos primarios**

Las bombas de capacidad progresiva van a transferir sólidos primarios, la concentración de sólidos primarios concentrados y bombeados hacia los espesadores por gravedad y la función de la bomba, la gravedad de los fluidos va a variar en 0.5 a un 1.5. (Electromag, 2019)

#### **2.4.1.3. Bombas de Lodos espesados**

Las tuberías son un punto clave en el diseño de espesadores por gravedad, tienes altas pérdidas de carga, por lo tanto las líneas de succión deben ser cortas, para mejorar la capacidad operacional la bomba debe estar cerca del espesador y debajo del nivel de agua para asegurar la succión.

Además de que las tuberías deben ser lo más corto posible la tubería debe estar cerca del cono de descarga del espesador y cerca de la entrada de la bomba y así tener un punto de acceso directo para mantenimiento y limpieza, el suministro debe incluir un acceso a la tubería para labores de inspección desde las bombas hasta el pozo de sólidos. (Prodetecs, 2021)

Los lodos espesados en los espesadores de gravedad serán bombeados hacia el proceso de digestión anaerobia. En un juego de 3 bombas de cavidad progresiva. (Prodetecs, 2021)

#### **2.4.1.4. Tipos de bombas a considerar para el diseño de planta en sector residencial.**

Los tipos de bombas aplicables en una planta de tratado de aguas residuales, bombas presurizadas de agua, bombas de agua sumergible, bomba centrífuga, bombas periféricas. El detalle de cada bomba está establecido por parámetro de seguridad y eficacia en su aplicación y funcionabilidad del diseño de la planta. (Hidrofluidos, 2017)

#### **2.4.1.5. Bomba presurizada de agua.**

Estas bombas tienen capacidad de generar presión al agua para llegar de un punto a otro, estas bombas se consideran por la fuerza que ejercen al momento de su funcionamiento, pero no será considerada al momento del diseño ya que su sistema de movimiento no ayuda a transportar el fluido por sus características físicas. (Prodetecs, 2021)

#### **2.4.2. Bomba presurizada bajo tanque.**

Esta bomba se encarga de ejercer fuerza al agua que se encuentra en un contenedor para darle presión al salir por el grifo, es más aplicable en el transporte de agua y sistemas de riego agroindustrial y también residencial. (Hidrofluidos, 2017)

### 2.4.3. Bomba presurizadora de cisterna

Este tipo de bomba se utiliza cuando el fluido necesita llegar a un punto más alto y más difícil de alcanzar, debido a su exigencia se las utiliza en edificios y lugares públicos y deben estar encendidas constantemente para cumplir con su función. (Prodetecons, 2021)

### 2.4.4. Recomendaciones para el uso de las bombas presurizadora.

Gestiona el uso de tanques de agua para regular de manera residencial el uso de tanques elevados para aumentar la presión de la red pública, con esto ahorrando espacio y tiempo de ejecución, y como se mencionó en el caso que exista el tanque es recomendable para elevar la presión del agua al momento de salir del grifo. (IndustriasGSL, 2019)



**Figura 4:** bomba presurizadora  
Fuente: (Electromag, 2019)

#### **2.4.6. Bomba Centrífuga**

Es aquella máquina cuya cualidad específica es la transformación de la energía mecánica en energía hidráulica, de esta manera se puede mover el mayor volumen de agua posible, es de los sistemas más utilizados para bombear múltiples tipos de líquidos. Es un tipo de máquina que se le denomina generadora, puesto que es empleada para guiar líquidos en contra presión. (Seguas, 2018)



**Figura 5:** bombas centrífugas.  
Fuente: (Seguas, 2018)

#### **2.4.7. Bomba Periférica**

Es también conocida como bombas tipo turbinas o regenerativas, estas bombas producen un remolino en el líquido en el centro a altas velocidades, dejando descubierto el canal anular donde gira el impulsor. (Seguas, 2018)



**Figura 6:** Bomba Periférica  
**Fuente:** (hidrotecocr, 2020)

#### **2.4.8 PLC.**

Es un equipo comúnmente utilizado para las empresas y personas que quieren dar un salto significativo en la programación y automatización en sus procesos y mantener su eficacia para el funcionamiento. Estos dispositivos se encuentran ya inmersos en la vida diaria, quizás ya muchos conocen su aplicación pero lo profundizaremos. (Seguas, 2018)

#### **2.4.9 Que es un PLC**

Es una computadora de tipo industrial que se la aplica en la ingeniería de automatización, cuyo indicador principal es que las maquinas ligadas a un sistema funcionen de manera correcta y gracias a sus bondades se han convertido en un implemento necesario para la programación estructurada industrial. (IndustriasGSL, 2019)



## **2.5 Como funciona un PLC.**

Con procesos periódicos y de sucesión, posee un formato de autodiagnóstico que permite encontrar un error en el sistema que lo notificará tiene un proceso de lectura de entrada y grabación para diagnosticar el proceso de encendido y apagado y graba procesos de entrada restaurando la imagen. (Seguas, 2018)

## **2.6 Tipos de PLC para la industria.**

Los PLC más aplicados en la industria son los de la marca Siemens y Allen Bradley, los cuales son los más disponibles para la automatización siendo reconocidos por calidad. (hidrotecocr, 2020)

## **2.7 HMI**

Es un interfaz humano-máquina, es decir funciona entre las comunicaciones de la máquina y el desarrollo de sus actividades de manera industrial, en si es un panel operario que permite manipular las máquinas de una manera manual y digital.

Es la línea principal que usan los operarios y supervisores para manejar y controlar procesos industriales y de producción, el HMI traduce variables de un proceso complejo para que sea manejable. (Seguas, 2018)

## 2.8 Para qué Sirve el HMI

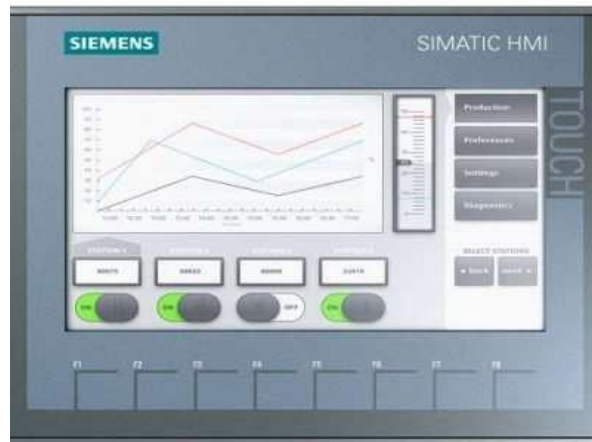
Su función principal es graficar la información real en tiempo, graficarlo y poder entregar gráficos digeribles que den un significado y contexto sobre el estado de la válvula del motor, de los niveles y otros parámetros del proceso.

Es decir, nos dan información operativa que permiten optimizar los objetivos del proceso de los productos en sí, uno de las principales palabras que definen el HMI es observar y operar.

Ahora, el éxito de este tipo productos depende de diferentes factores, el ciclo de vida, la inversión y la fiabilidad de ejecución También depende de la capacidad de manipulación y facilidad de uso, es decir, mientras más sencillo de operar sea, mucho mejor. El objetivo ideal sería que la HMI se explicara por sí misma sin necesidad de capacitar al operador. (Seguas, 2018)

Este tipo de artefactos se ven representados en la vida diaria como en el interruptor de la luz, que envía la señal y permite la activación de los mismos.

Así, con esta información, podemos darnos cuenta de que un HMI puede ir desde un interruptor hasta un complejo sistema de control y monitoreo de una línea de producción industrial. (auty, 2019)



**Figura 22:** imagen de programacion  
**Fuente:** (hidrotecocr, 2020; auty, 2019)

## 2.9 tipos de arranque del motor

Arranque de estrella triángulo.

Desde sus aspectos constructivos la forma de arrancar e invertir el giro son de los principales parámetros a considerar la forma de invertir el giro como lo exigen aplicaciones específicas, debido a sus características de equipo impulsado, sin descuidar las implicancias que tienen las instalaciones eléctricas que lo alimentan. (Seguas, 2018)

Arranque de tensión reducida.

Este método también puede ser automatizado cuando se trata de potencias grandes si así lo requiere, en el momento necesita contactores y temporizadores como dispositivos auxiliares, luces de señalización. (Electromag, 2019)

### **2.9.1 Inversión en marcha de motores trifásicos**

Esta es una de las características de los motores de carácter trifásicos, que es la de invertir el giro del motor, el giro de la marcha se realiza mediante un conmutador (Rojas, 2018)

### **2.9.2 frenado de motores trifásicos.**

Aunque no exista la necesidad de frenar el motor trifásico hay eventualidades que lo requiere ya sean operativas o de seguridad. Para poder detenerlo en marcha hay varias precauciones que hay que tomar a continuación se las detalla el primer paso es interrumpir el paso de energía eléctrica una vez hecho esto puede ser que el equipo acoplado por uso de la inercia se detenga, de la manera en la que sea que se detenga el sistema representa un peligro para el operador y la producción por eso es importante incorporar un sistema de frenado (Hidrofluidos, 2017)

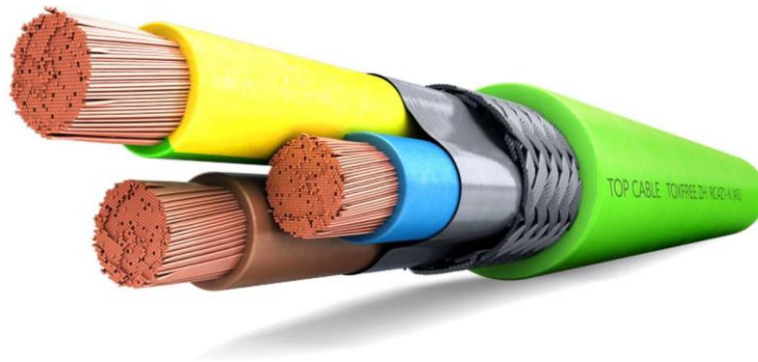
### **2.9.3 cables de control**

Los cables para Instrumentación y Control tienen características estrictas en diseño y tecnología las cuales representan un excelente comportamiento técnico y ambientales para la operación, dichos cables son multiconductores que llevan o transitan señales eléctricas de baja señal entregadas por un transductor, las cuales son usadas para monitorear controlas las potencias de los procesos (hidrotecocr, 2020)

### 2.9.3 Cables apantallados.

El cable apantallado es un cable que representa un recubrimiento de malla o tubo metálico que actúa de jaula de Faraday y así evitar que se ligue a interferencias y ruidos.

Un cable puede tener en su interior conductor apantallados para evitar interferencias. Para que la pantalla pueda dar toda su funcionalidad se debe conectar un solo extremo del cable para evitar que pase corriente por ahí que se pueda acoplar (Electromag, 2019)



**Figura 23: cables apantallados**  
Fuente: (hidrotecocr, 2020; auty, 2019)

#### **2.9.4 disyuntores**

Disyuntores miniatura de alta densidad, protectores de circuitos de motores, dispositivos de corriente residual, disyuntores miniatura y dispositivos de protección suplementarios. Existen muchas configuraciones, gamas de voltaje y gamas de corriente para cumplir con sus requisitos. (IndustriasGSL, 2019)



**Figura 24: disyuntores**

**Fuente:** (hidrotecocr, 2020; auty, 2019)

#### **2.9.5 especificaciones técnicas para la elaboración de tableros.**

Un tablero es un conjunto de dispositivos encerrados en una caja metálica que realizan un sistema eléctrico determinado y especificado, aun siendo un diseño sencillo, antes hay que considerar varias especificaciones técnicas, ya sea por aspectos de seguridad eléctrica. (Electromag, 2019)

### **2.9.6 control de HS2**

Los sulfuros se desarrollan en las aguas residuales por la descomposición anaerobia de materia orgánica que contiene azufre o por la reducción de sulfitos o sulfatos. El sulfuro más comúnmente encontrado es el sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S), un gas incoloro e inflamable con un característico olor a huevos podridos – un olor nauseabundo.

El control de olores es la mayor preocupación en la operación de muchas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales. Los malos olores son una molestia pública y dan lugar a una publicidad desfavorecedora. La legislación medioambiental se está volviendo cada vez más estricta especialmente con relación a los olores/emisiones de aire liberados cerca de áreas sensibles como viviendas, parques recreativos, escuelas, entre otras.

El ennegrecimiento del agua residual y el fango normalmente son resultado de la formación de H<sub>2</sub>S que se combina con el hierro presente para producir sulfuro ferroso – el cual produce un nocivo olor como por ejemplo cuando se bombea agua residual de balsas de almacenamiento o cuando desechan o espesan lodos.

El H<sub>2</sub>S liberado a la atmósfera por encima del agua residual, en los alcantarillados en los que no está fluyendo a su máxima capacidad, tiende a acumularse en la corona de la tubería. El H<sub>2</sub>S se puede oxidar para producir ácido sulfúrico, que atacará tanto a las tuberías de hierro fundido como a las de hormigón- esta corrosión puede ser lo suficientemente severa como para causar un colapso. (Prodetecs, 2021)

El H<sub>2</sub>S es tóxico para las bacterias nitrificantes. Estas bacterias son altamente sensibles y si el H<sub>2</sub>S está presente incluso en baja concentración la biomasa nitrificante puede ser aniquilada. El resultado es la pérdida de nitrificación, el aumento del nivel de amonio en el efluente final, la posible muerte de peces si el efluente final es vertido a un río sensible, así como fuertes multas si se excede la licencia de descarga.

La formación y acumulación de H<sub>2</sub>S en áreas cerradas como pozos de bombeo puede ser perjudicial para la salud de los operarios. En muchos pozos de bombeo el operario tiene que descender por una escalera para revisar o reparar boyas, etc. Si el gas se ha acumulado en esta área entonces su salud y seguridad están comprometidas.

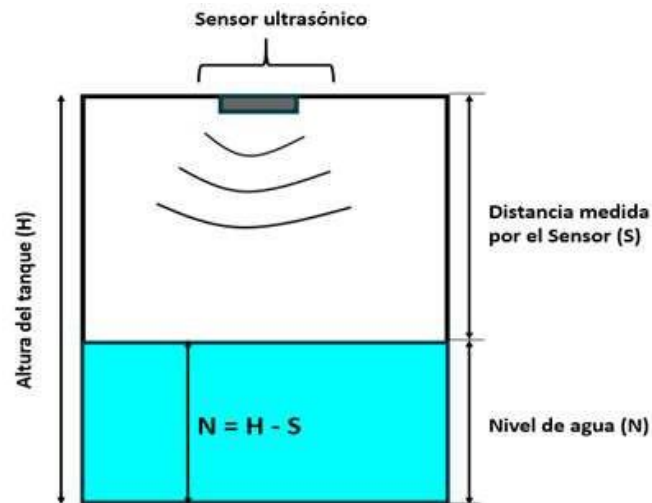
Hipo SO4600 es un producto biológico que tiene la capacidad de oxidar H<sub>2</sub>S y otros compuestos de azufre reducidos para producir productos finales no dañinos, ni corrosivos e inodoros. (Prodetecs, 2021)



## CAPÍTULO 3: DISEÑO

### 3.1. Diseño de la planta de tratamiento.

El diseño está compuesto por dos bombas de cavidad progresiva, un sensor de nivel, un tablero de control con un PLC un HMI.



**Figura7:** función del sensor.

**Fuente:** Autor

A continuación, el detalle, diseño y funcionamiento de los componentes como un sistema consolidado.

Al crear un proyecto se estudiarán y se desarrollarán maneras viables y estructuradas para tener un funcionamiento idóneo para la práctica, en el tratamiento de lodos en un sector residencial, en donde necesitará cumplir con estándares establecidos, estudiamos las posibilidades y aquí las representamos.

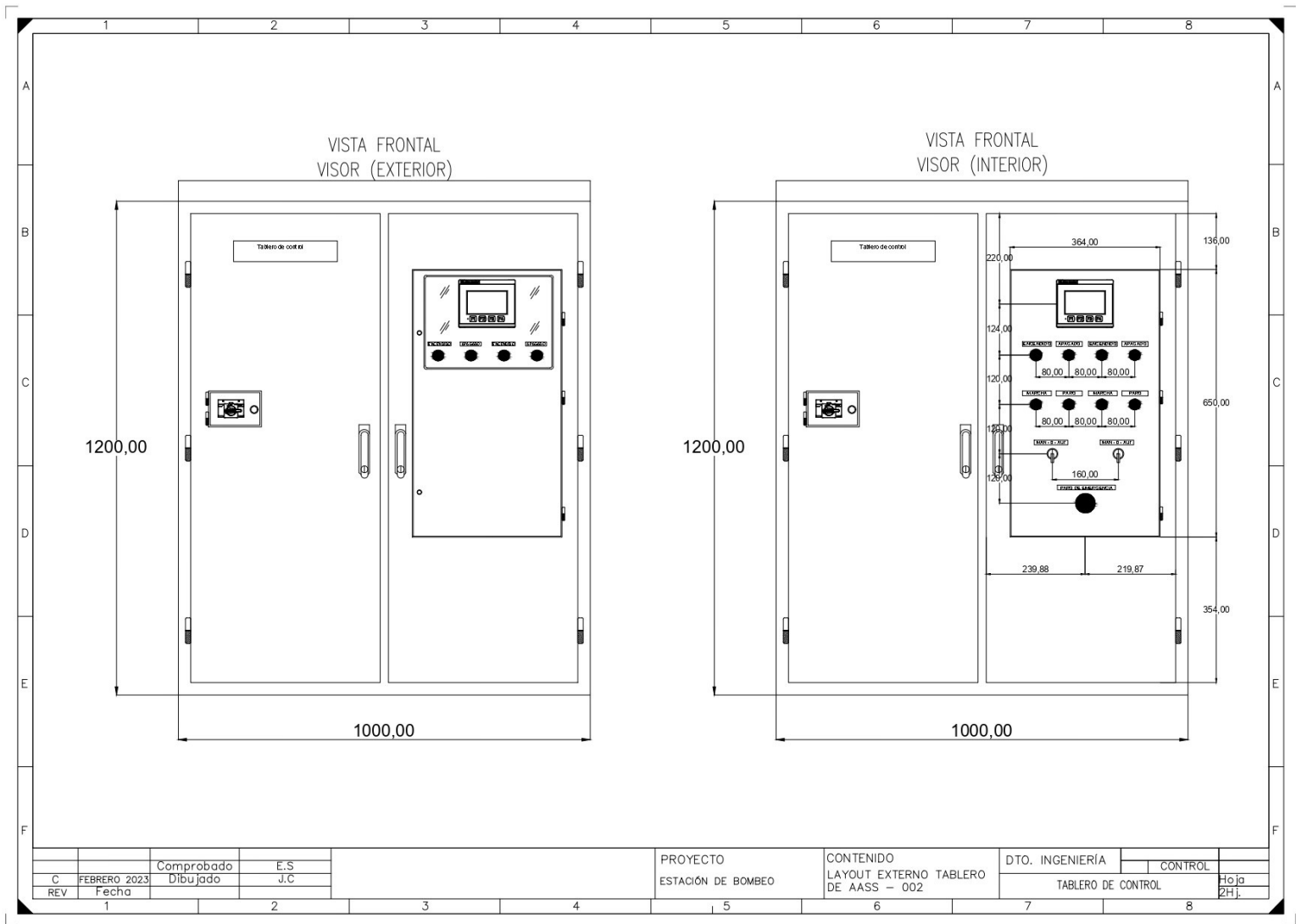
Dicho mecanismo debe tener una unidad de alimentación central, el tanque a su vez un colector de efluente periférico, y se debe proporcionar un mando central para el control de los rastrillos.

Considerando los requerimientos eléctricos que necesita la planta para su funcionamiento, se presentará a continuación los planos detallados de las necesidades.

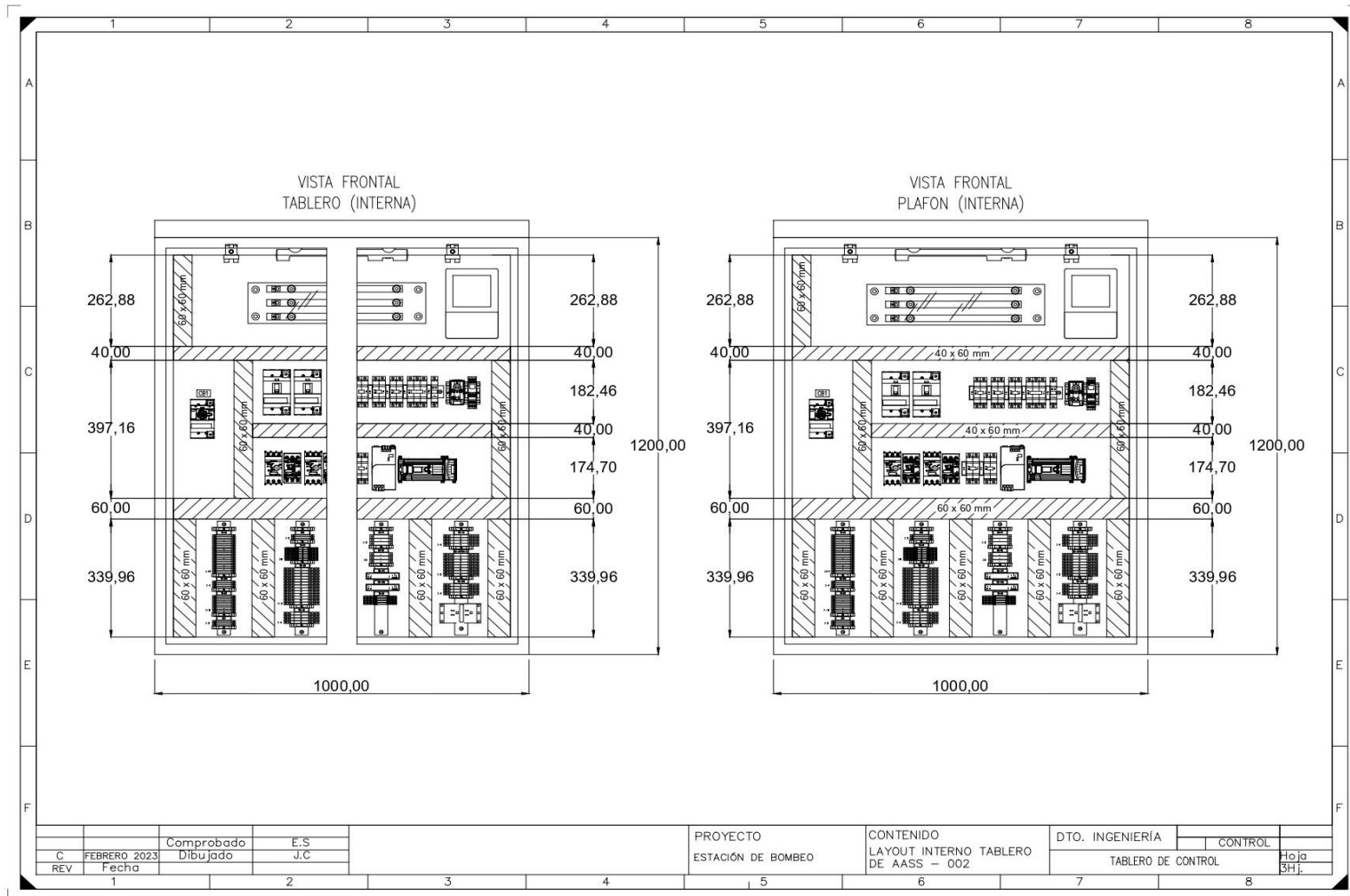
En la Figura 15 se puede apreciar los modos de funcionamiento de las bombas con HMI.

La disposición de los elementos detallados en la figura anterior demuestra la manera en que son colocados los elementos de acuerdo a las normas internacionales de calidad y diseño eléctrico.

En la lista se detalla los elementos que fueron requeridos para la elaboración del tablero para su funcionamiento.



**Figura8:** vistas del tablero de control  
**Fuente:** Autor



**Figura9:** vistas internas del tablero, elementos de control y de fuerza  
Fuente: Autor

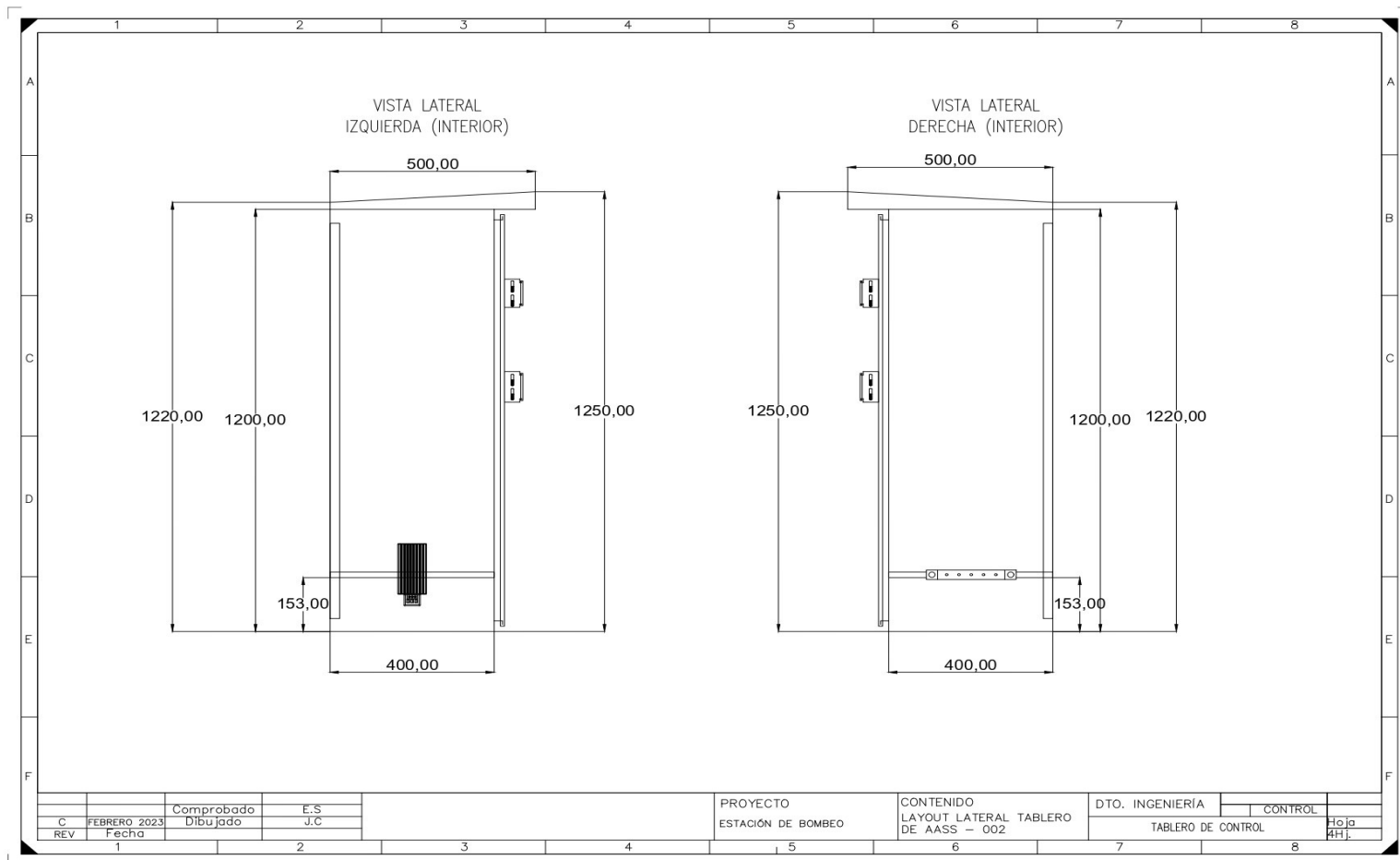


Figura10: vistas laterales del panel

Fuente: Autor

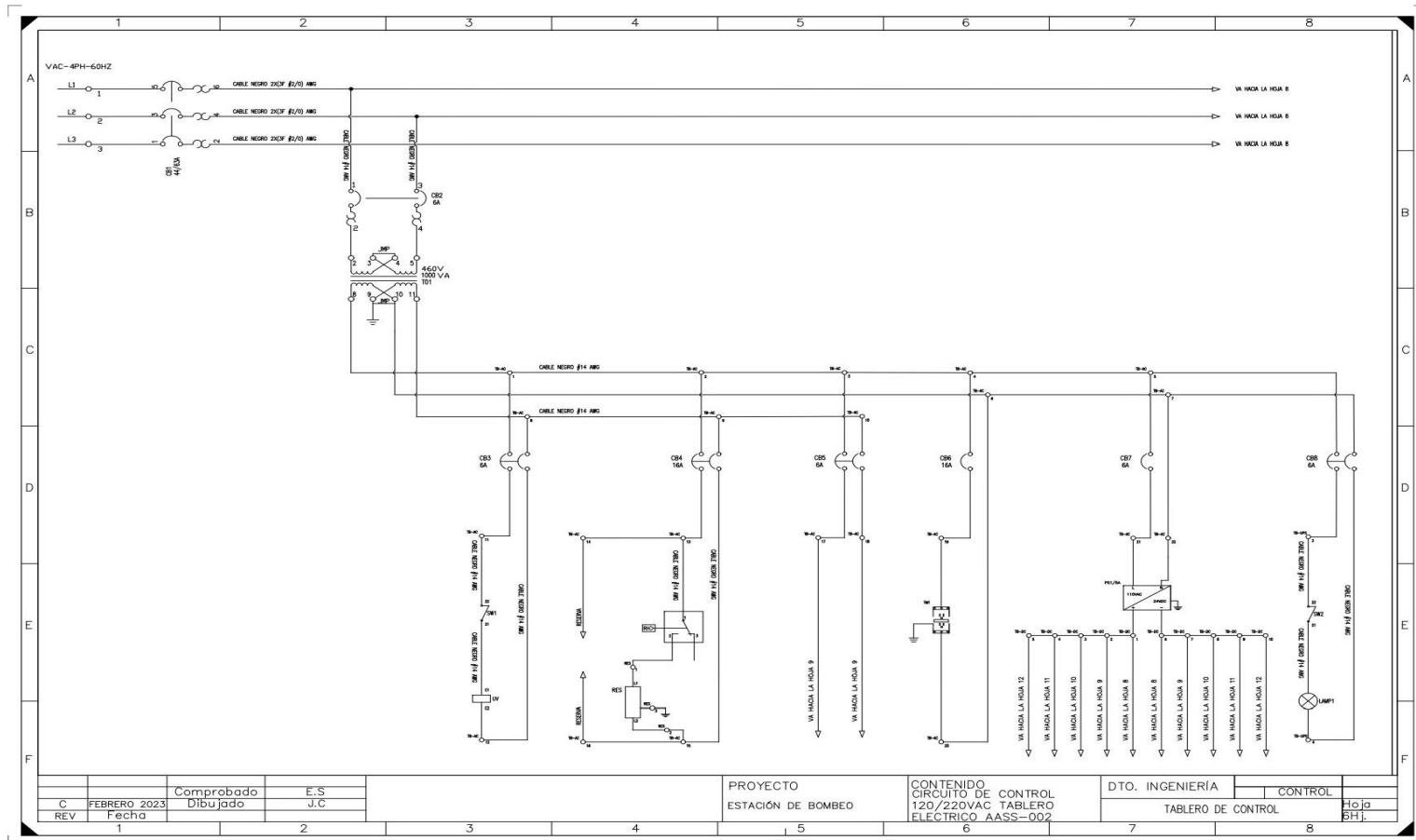
1		2		3		4		5		6		7		8		
A	1	Gabinete 1200 mm x 1000 mm x400 mm, acero inoxidable. IP67		LIRISON												
	2	Interruptor de puerta 6 A - 240 V		SIEMENS	3SE5212-0CC05	U	2									
	3	Luminaria led 3W, imantada														
	4	Canaleta ranurada 60 mm x 60 mm x 2000 mm		SIEMENS		U	3									
	5	Canaleta ranurada 40 mm x 60 mm x 2000 mm		SIEMENS		U	2									
	B	6	Riel DIN AL 35 mm x 75 mm x 2000 mm		SIEMENS		U	3								
		7	Resistencia de Calefaccion		FANDIS	HWM025	U	1								
		8	Termostato 220vAC		FANDIS	IGR35F	U	1								
		9	Breaker riel DIN 2 polos, 6 A		SIEMENS	5SL3206-7MB	U	5								
		10	Breaker riel DIN 1 polos, 16 A		SIEMENS	5SL1316-7MB	U	2								
		11	Breaker riel DIN 3 polos, 6 A		SIEMENS	5SL3306-7MB	U	1								
		12	Barra de cobre de 1/2" x 1/8"						1							
		13	Aislador tipo escalera para barra de 1/2" x 1/8"		CAMSCO				2							
		14	Aislador para barra de tierra 26mm alto		CAMSCO	SM-25	U	2								
		15	Tope de bornera		ALLEN BRADLEY	1492-EAJ35	U	20								
	C	16	Marcador de grupo		ALLEN BRADLEY	14992-GM35	U	20								
		17	Bornera de paso, gris, 2.5 mm <sup>2</sup>		ALLEN BRADLEY	1492-13	U	40								
		18	Tapa para bornera 1492-13, gris		ALLEN BRADLEY	1492-EBJ3	U	10								
		19	FUENTE DE PODER 120VAC / 24vDC 5Amp		SIEMENS	6EP1333-3BA10	U	1								
		20	Transformador 460 - 220/120vAC 1kva		POLYLIIX		U	1								
		21	Breaker caja moldeada 3P-44/63A		ABB	1SD0A066800R1	U	1								
		22	Seccionador para breaker principal		ABB	MEBMO1A0181	U	1								
		23	Bobina de apertura para breaker principal		ABB	MEBMO1A0175	U	1								
		24	Breaker Caja Moldeada 3F 11/16 amp		SIEMENS	3VM1196-3EE32-OAA0	U	2								
		25	Guardamotor 3F 4.5-6.3 amp		SIEMENS	3RV20 11 - 1JA10	U	1								
	D	26	Guardamotor 3F 4.5-6.3 amp		SIEMENS	3RV20 11 - 1GA10	U	1								
		27	Contacto auxiliar frontal		SIEMENS	3RV2901-1E	U	2								
		28	Supervisor de voltaje 460vac		SIEMENS	3UK64015-1CR2	U	1								
		29	Contacto 3F 12AC3		SIEMENS	3RT2024-1AN20	U	1								
		30	Contacto 3F 12AC3		SIEMENS	3RT2016-1AP01	U	1								
		31	Contacto auxiliar para contactor		SIEMENS	3RH2911 - 1LA11	U	2								
		32	Pulsador verde 1NA		SIEMENS	3SU1150-0AB40-1BA0	U	2								
		33	Pulsador rojo 1NC		SIEMENS	3SU1150-0AB20-1CA0	U	2								
		34	Selector 3 posiciones 2NA		SIEMENS	3SU1150-2BL60-1NA0	U	2								
		35	Módulo de contactos con 1 contacto, 1 NA, bornes de tornillo		SIEMENS	3SU1400-1AA10-1BA0	U	4								
	E	36	Luz piloto rojo con led integrado 24V AC/DC		SIEMENS	3SU1152-6AA20-1AA0	U	2								
		37	Luz piloto verde con led integrado 24V AC/DC		SIEMENS	3SU1152-6AA40-1AA0	U	2								
		38	Pulsador Tipo Hongo, 40mm, sostenido, desdoblamiento por tracción, 1NC		SIEMENS	3SU1150-1BA20-1CA0	U	1								
		39	Módulo de contactos con 1 contacto, 1NC, bornes de tornillo		SIEMENS	3SU1400-1AA10-1CA0	U	1								
		40	Relé de supervisión MiniCAS II De Flygt		FLYGT		U	2								
		39	Switch Industrial 5 puertos, 24vDC				U	1								
		40	PANELVIEW 800 , 4 PULGADAS. 2711R-14T		ALLEN BRADLEY	2711R-14T	U	1								
		41	Controlador lógico Allen Bradley Micro800		ALLEN BRADLEY	2080-IC20-20QWB	U	1								
		42	2085-IF4 Micro800 4 Point Analog Input Module		ALLEN BRADLEY	2085-IF4	U	1								
		F	43	Multi-tier modular terminal, 3 level, Tension-clamp connection, 2.5 mm <sup>2</sup> , 500 V, 20 A, dark beige		WEIDMÜLLER	ZDLD 2.5-2N	U	12							
	44		Z-series, End plate, Partition plate		WEIDMÜLLER	ZAP/TW ZDLD 2.5-2N	U	1								
	45		Serie Z, Conexión transversal, para bornes, Número de polos: 20		WEIDMÜLLER	ZCV 2.5/20	U	2								
	46		Snap-in Marker Cards (96/card) DIGITOS 1-20, texto horizontal		ALLEN BRADLEY	1492-M5X12H1-20	U	1								
	47		Relay, Electromechanical Output, SPDT, 24V AC/DC		ALLEN BRADLEY	700-HLT1U24	U	13								
	48		Allen-Bradley 700-TBJ20R Jumper, 20-Pole, Red, for 700-HL Blocks		ALLEN BRADLEY	700-TBJ20R	U	1								
	49		Allen-Bradley 700-TBJ20B Jumper, 20-Pole, Green, for 700-HL Blocks		ALLEN BRADLEY	700-TBJ20G	U	1								
	50		Snap-in Marker Cards (120/card) DIGITOS 1-20, texto horizontal		ALLEN BRADLEY	1492-MC6X10H1-20	U	1								
	51		Bornas de sensores para 3 conductores; con entradas de cond. Impresas en colores; 2,5 mm <sup>2</sup> ; CAJÉ CLAMP*; 2,50 mm <sup>2</sup> ; gris		WAGO	280-560	U	6								
	52		Placa final e intermedia; espesor 1 mm; para bornas de tres pisos; gris		WAGO	280-560	U	2								
	53	Puente; aislado; gris; 2 polos		WAGO	280-402	U	8									
54	Snap-in Marker Cards (200/card) DIGITOS 1-20, texto horizontal		ALLEN BRADLEY	1492-M5X12H1-20	U	1										
55	MiniCAS II - Relé de protección a alta temperatura y fugas		FLYGT	MS430339986	U	2										

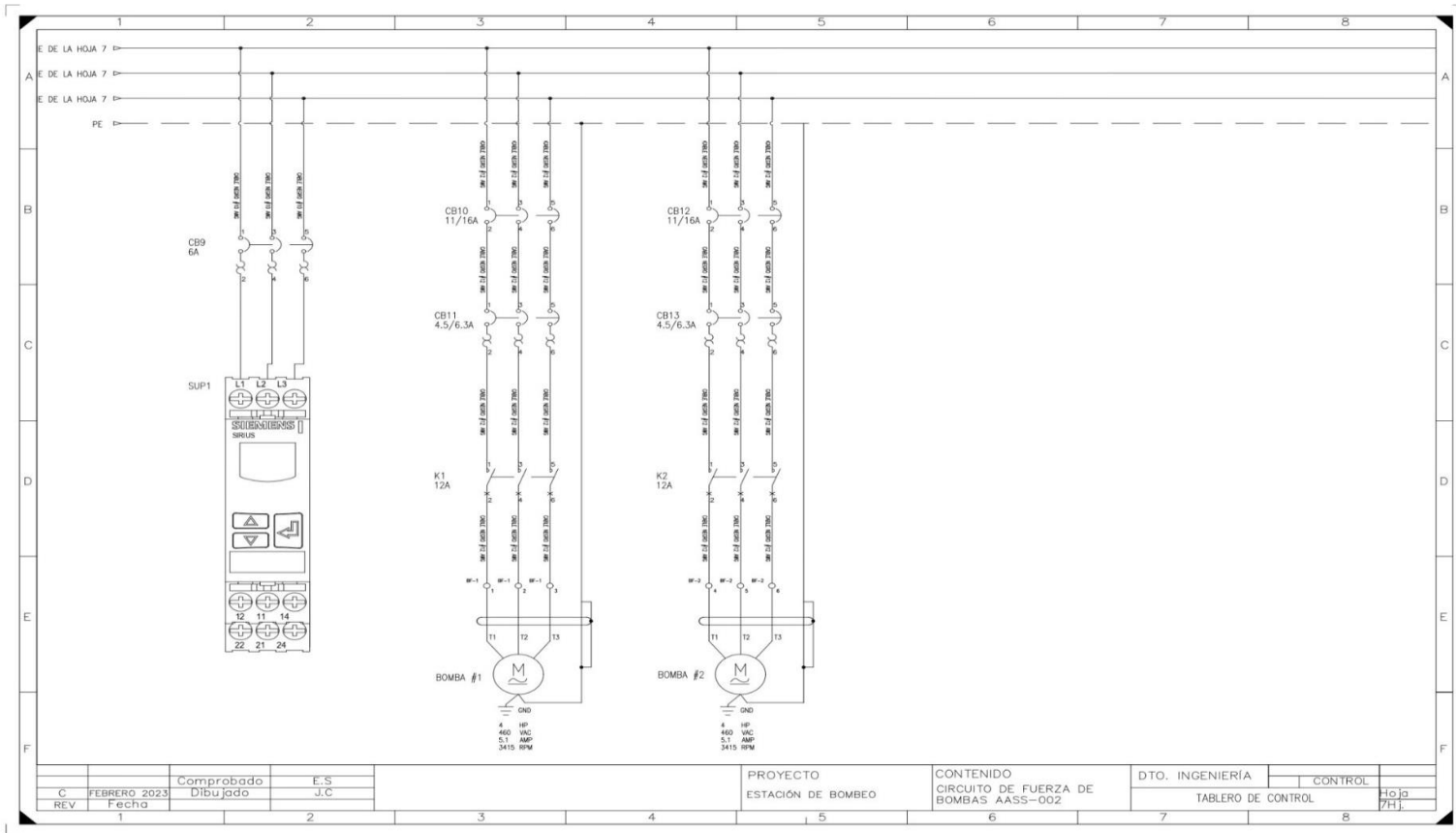
		Comprobado	E.S	PROYECTO	CONTENIDO	DTO. INGENIERIA	CONTROL
C	FEBRERO 2023	Dibujado	J.C	ESTACIÓN DE BOMBEO	LISTA DE MATERIALES	TABLERO DE CONTROL	Hoja
REV	Fecha						5HJ.
1							

Figura11: Lista de materiales

Fuente: Autor

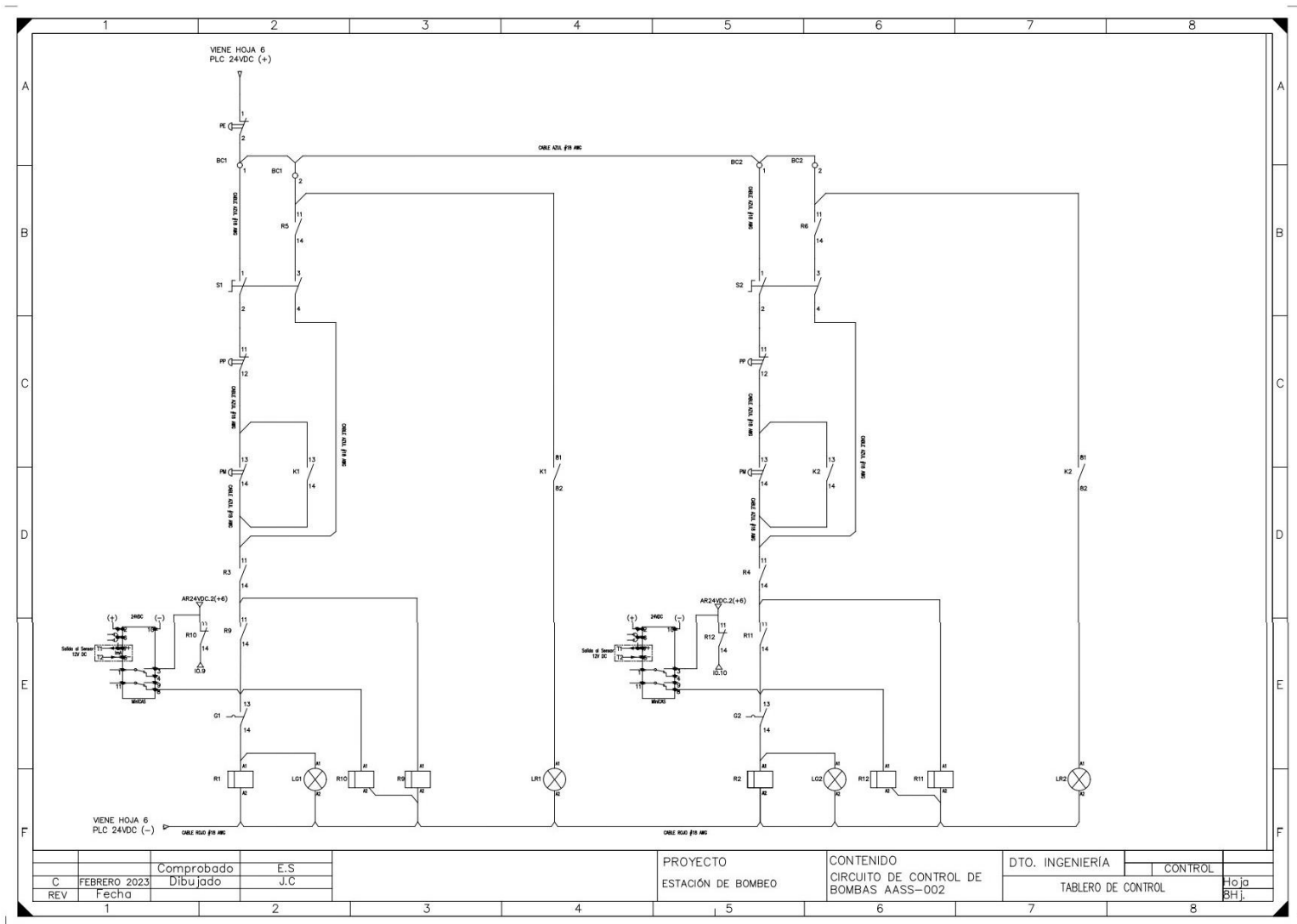


**Figura12:** circuito de control 120/220 VAC  
Fuente: Autor

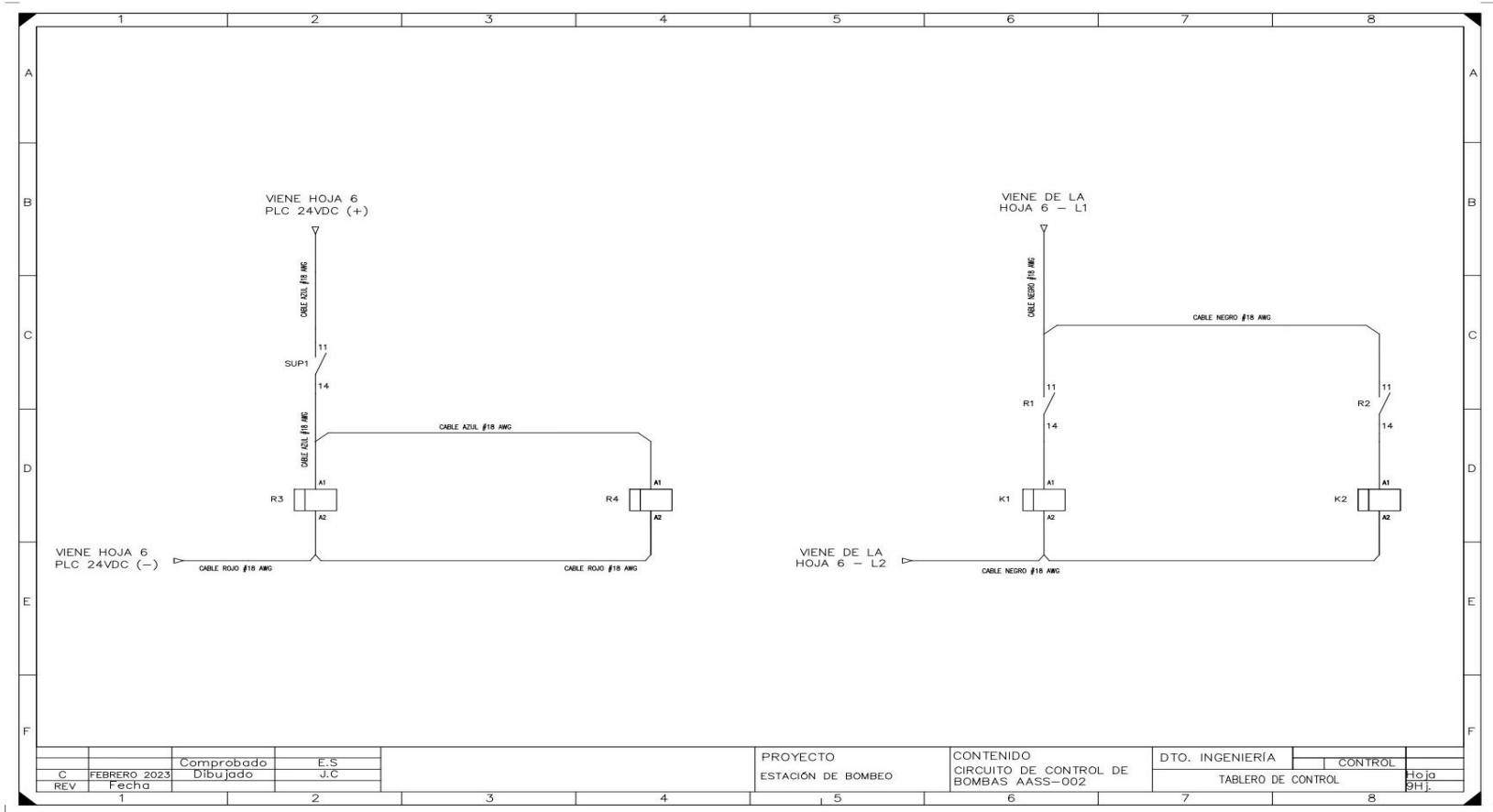


**Figura13:** circuito de fuerza  
Fuente: Autor

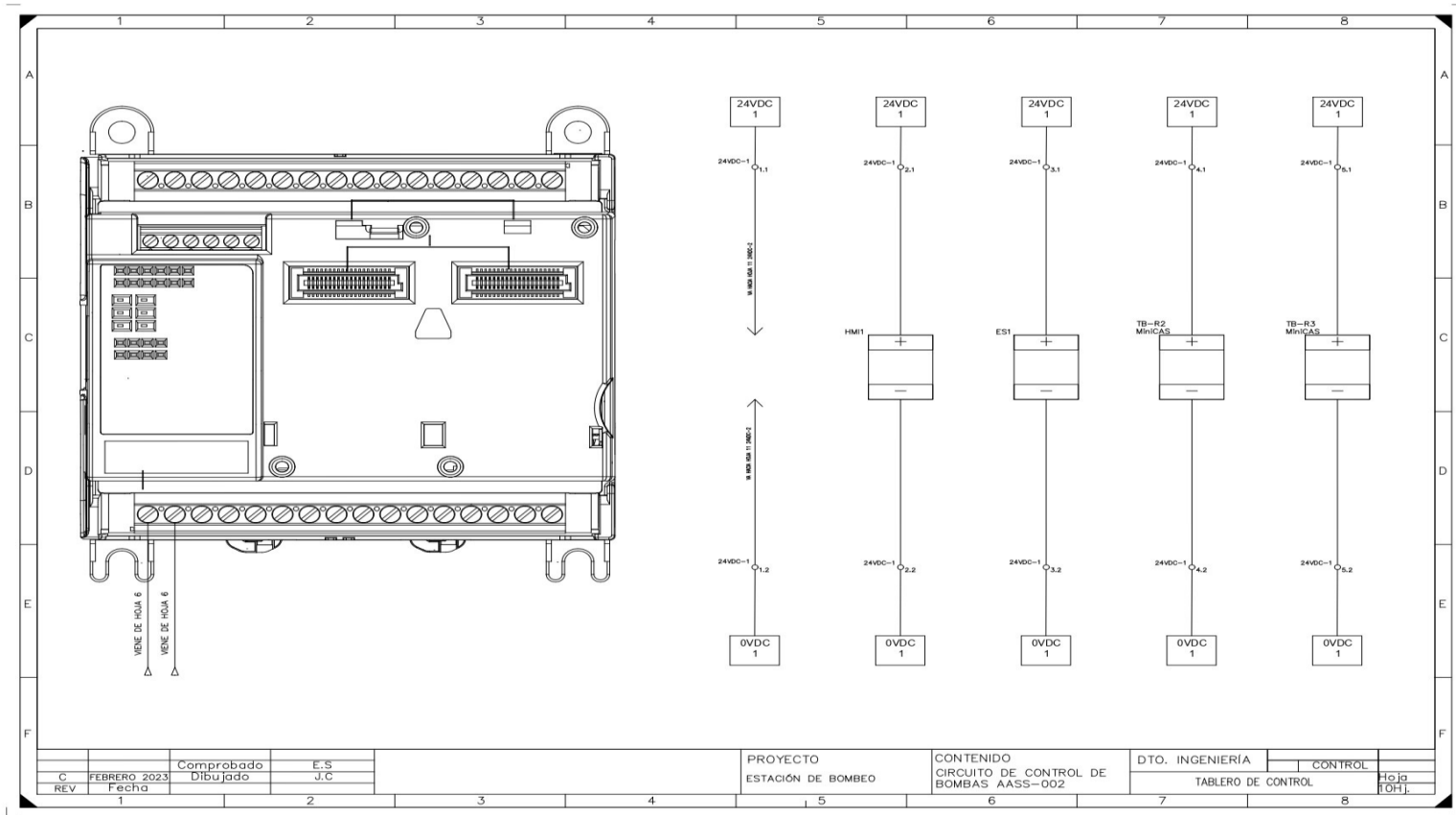




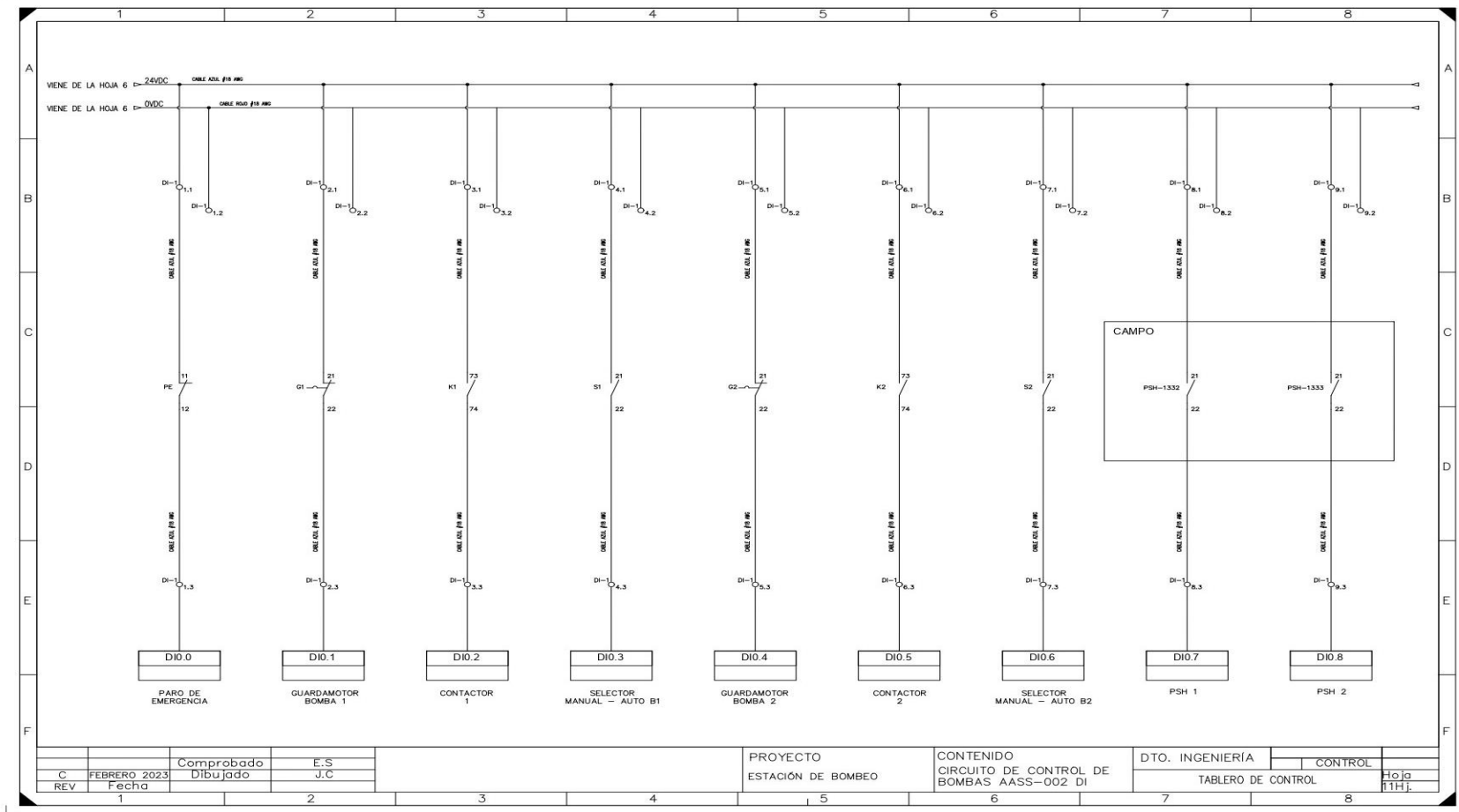
**Figura14: circuito de control 2**  
Fuente: Autor



**Figura15:** circuito de control 3  
Fuente: Autor

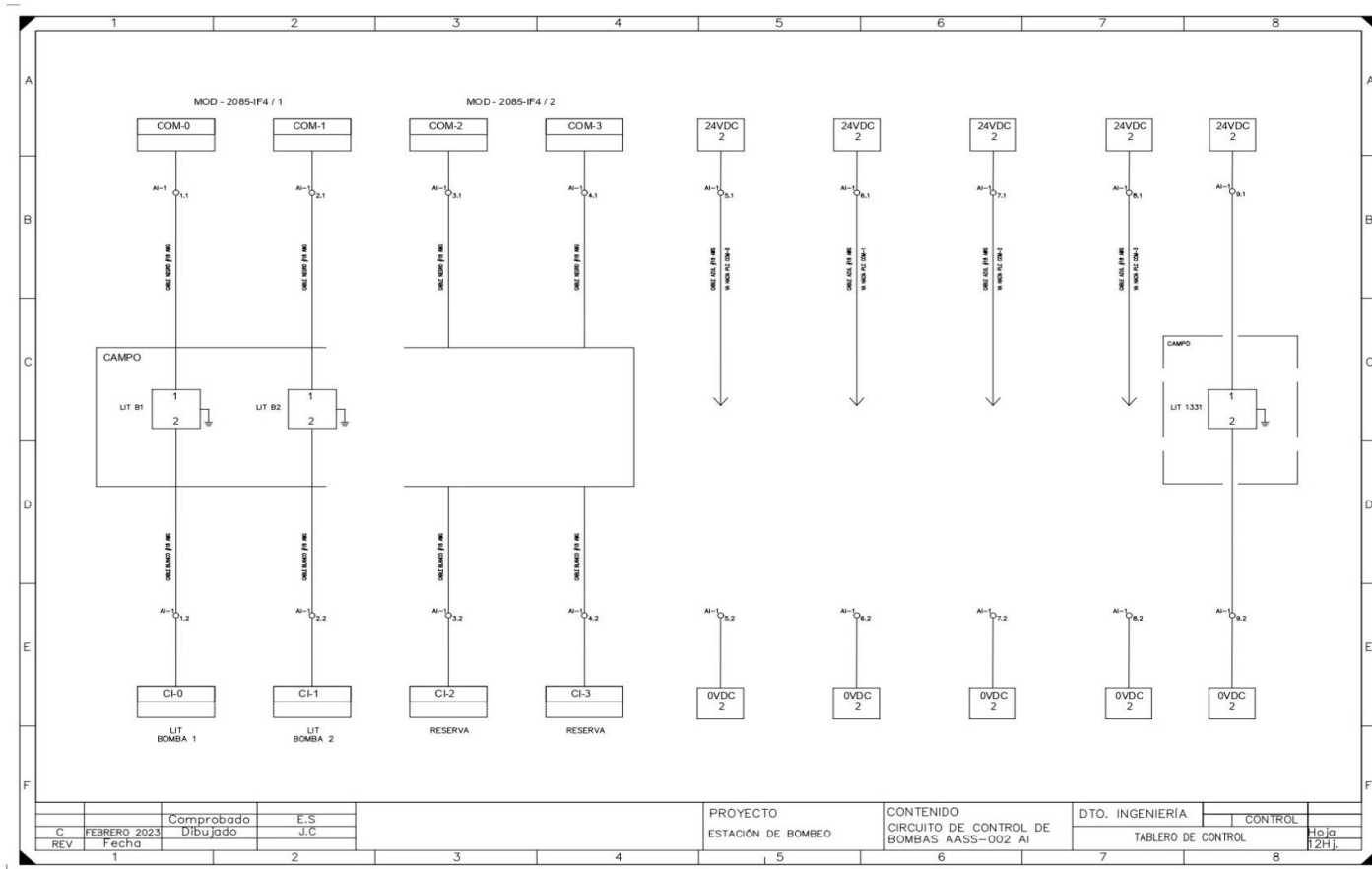


**Figura16:** circuito de control 4  
Fuente: Autor



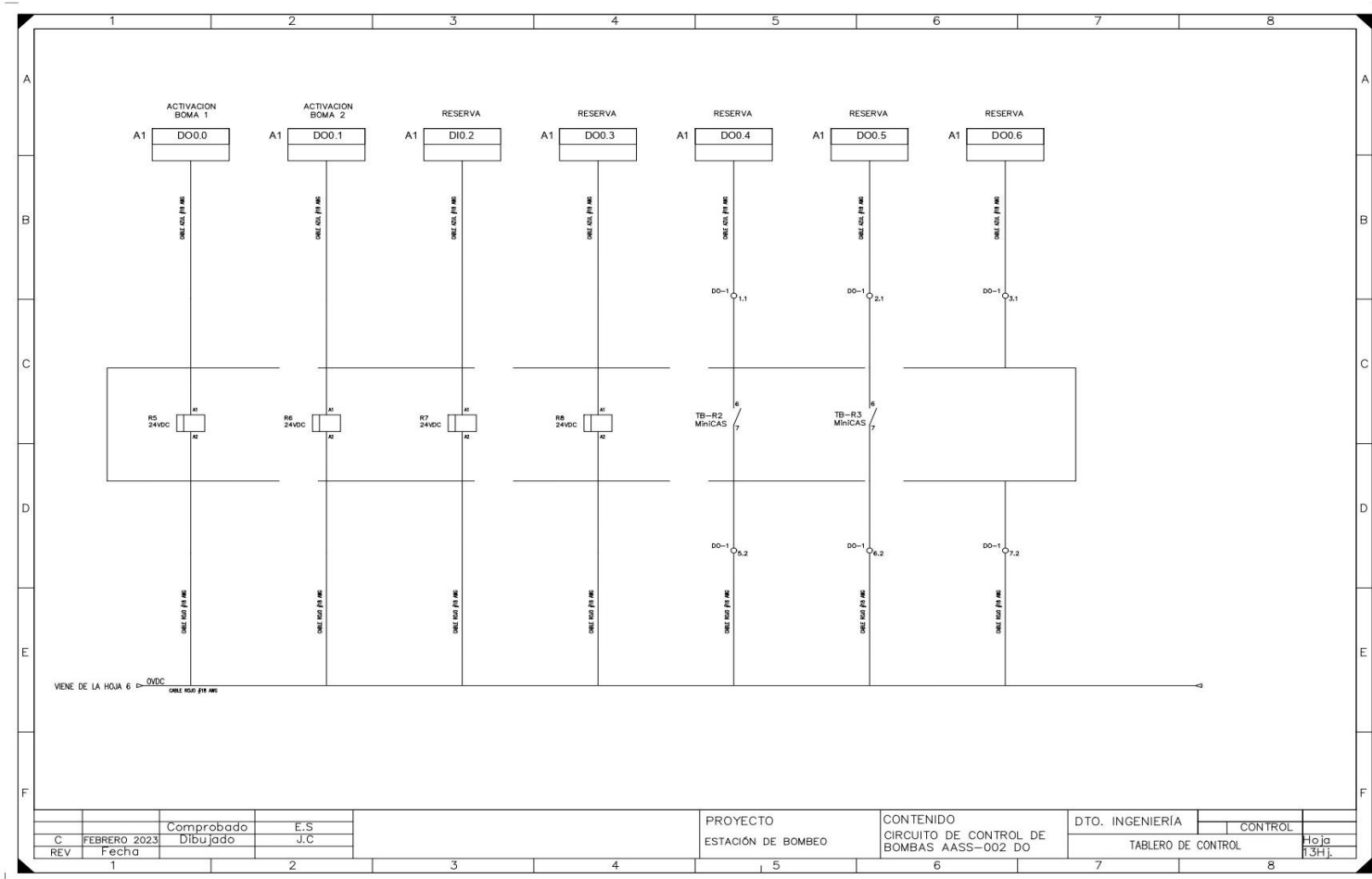
		Comprobado	E.S	PROYECTO	CONTENIDO	DTO. INGENIERIA	CONTROL	
C	FEBRERO 2023	Dibujado	J.C	ESTACION DE BOMBEO	CIRCUITO DE CONTROL DE BOMBAS AASS-002 DI	TABLERO DE CONTROL		Hoja
REV	Fecha							[TH]

**Figura17: circuito 5**  
**Fuente: Autor**



**Figura18: circuito 6**

Fuente: Autor



**Figura19: circuito 7**  
Fuente: Autor

El controlador que se usó para la ejecución del programa es el Allen Bradley Micro 820. Su aplicación se debe a su estructura cuanta con unas entradas y salidas de estándares, generan control en aplicaciones industriales.

El tablero de control tiene circuitos complejos, pueden resolver casos prácticos como gastos energéticos de ahorro de espacios, para este sistema se contemplaron los modos de operación manual y automático a través de selectores como se demuestra en la Figura 15.

Tiene luces pilotes que nos indican las marchas y paros de los motores, en caso de colocar el selector en manual a través de la botonera de para y marcha se puede encender y apagar la bomba desde el sitio y al seleccionar el selector en automático, entra en funcionamiento según los rangos establecidos en el sensor de nivel.

Al ser un pozo cerrado de aguas negras no es recomendable para el ser humano manipular las tapas debido a la presencia de gases H<sub>2</sub>S, por esta razón mediante la pantalla HMI que se encuentra en el tablero se visualiza el estado del pozo, es decir, el nivel de lodos, el estado operativo de las bombas, históricos de alarmas, reset de fallas en caso de existir alguna sobrepresión en las bombas se encuentran las protecciones necesarias dentro del tablero y así garantizar la vida útil del equipo.

Funcionamiento manual se lo ha catalogado para que sirva como método de comprobación para el adecuado funcionamiento de equipos puntuales como bombas y válvulas dosificadoras.

Funcionamiento de manera automática de acuerdo a los rangos establecidos en la programación del transmisor para que indique el nivel puntual al que se encuentra el alto de agua dentro del tanque, el PCL enviará la señal para que la válvula principal abra el paso de fluidos.

Una que vez se tiene establecido el sistema, podrá desarrollar un sistema de flujo lo que permitirá que se forme un lazo de control.



## **CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En este capítulo se detallan las conclusiones obtenidas del método empleado para el diseño y estructura de una planta de tratamiento de aguas residuales de manera residencial.

### **4.1. Conclusiones**

Se realizó la determinación de los procesos que median el trabajo como la planta de aguas residuales de la ciudad, llegando al punto de tomar el problema como un inicio de mejor para la comunidad, con el presente proyecto desarrollamos un diseño viable, económico y funcional con estándares internacionales con los elementos que se encuentran establecidos

Con lo expuesto, se elaboró en este proyecto una propuesta de mejora, la operación y manejo de equipos que fluyan de acuerdo a la demanda de la sociedad y de la zona residencial de la misma.

## 4.2. Recomendaciones

- Se recomienda la adaptación del proyecto a las necesidades de la comunidad
- La eficiencia de todo el proceso depende mucho del sensor aplicado para el desarrollo y programación de la planta.
- Evitar ambientes secos o invasivos para el sistema y las bombas.
- En caso de cambios en la programación cuenta con una programación manual y automática.

## Bibliografía

- (22 de Abril de 2021). Obtenido de [https://www.sicma21.com/que-son-las-redes-de-comunicacion-industrial/#Como\\_se\\_realizan\\_las\\_redes\\_de\\_comunicacion\\_industrial](https://www.sicma21.com/que-son-las-redes-de-comunicacion-industrial/#Como_se_realizan_las_redes_de_comunicacion_industrial)
- auty. (20 de dic de 2019). Obtenido de <https://www.autycom.com/producto/pantalla-hmi-simatic-6av2123-2ga03-0ax0-siemens/>
- Electromag. (07 de Agosto de 2019). Obtenido de [https://www.emis.com/php/company-profile/AR/Electromac\\_SA\\_es\\_1103450.html](https://www.emis.com/php/company-profile/AR/Electromac_SA_es_1103450.html)
- Gandhi, M. (05 de Febrero de 2019). Obtenido de <https://www.autycom.com/protocolos-de-comunicacion-industrial/>
- Hidrofluidos. (11 de Diciembre de 2017). Obtenido de [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Estructura-del-sistema-automatizado-Tractiva-41\\_fig1\\_328973690](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Estructura-del-sistema-automatizado-Tractiva-41_fig1_328973690)
- hidrotecocr. (17 de Julio de 2020). Obtenido de <http://www.hidrotecocr.com/bomba-centrifuga-vs-bomba-periferica/>
- IndustriasGSL. (19 de Febrero de 2019). Obtenido de <https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/arquitectura-del-plc#:~:text=La%20arquitectura%20del%20PLC%2C%20est%C3%A1,y%20es%20una%20fuente%20de%20alimentaci%C3%B3n.>
- Prodetecs. (14 de Julio de 2021). Obtenido de <https://prodetecs.com/caracteristicas-de-una-bomba-de-cavidad-progresiva/>
- Rojas, D. (14 de Enero de 2018). Obtenido de <https://davidrojasplc.files.wordpress.com/2009/01/17.jpg>
- Seguas. (22 de enero de 2018). Obtenido de <https://www.seguas.com/bombas-centrifugas-instalaciones-hidraulicas/>
- (22 de Abril de 2021). Obtenido de [https://www.sicma21.com/que-son-las-redes-de-comunicacion-industrial/#Como\\_se\\_realizan\\_las\\_redes\\_de\\_comunicacion\\_industrial](https://www.sicma21.com/que-son-las-redes-de-comunicacion-industrial/#Como_se_realizan_las_redes_de_comunicacion_industrial)
- auty. (20 de dic de 2019). Obtenido de <https://www.autycom.com/producto/pantalla-hmi-simatic-6av2123-2ga03-0ax0-siemens/>
- Electromag. (07 de Agosto de 2019). Obtenido de [https://www.emis.com/php/company-profile/AR/Electromac\\_SA\\_es\\_1103450.html](https://www.emis.com/php/company-profile/AR/Electromac_SA_es_1103450.html)

- Gandhi, M. (05 de Febrero de 2019). Obtenido de <https://www.autycom.com/protocolos-de-comunicacion-industrial/>
- Hidrofluidos. (11 de Diciembre de 2017). Obtenido de [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Estructura-del-sistema-automatizado-Tractiva-41\\_fig1\\_328973690](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Estructura-del-sistema-automatizado-Tractiva-41_fig1_328973690)
- hidrotecocr. (17 de Julio de 2020). Obtenido de <http://www.hidrotecocr.com/bomba-centrifuga-vs-bomba-periferica/>
- IndustriasGSL. (19 de Febrero de 2019). Obtenido de <https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/arquitectura-del-plc#:~:text=La%20arquitectura%20del%20PLC%2C%20est%C3%A1,y%20de%20fuente%20de%20alimentaci%C3%B3n.>
- ProdeteCS. (14 de Julio de 2021). Obtenido de <https://prodeteCS.com/caracteristicas-de-una-bomba-de-cavidad-progresiva/>
- Rojas, D. (14 de Enero de 2018). Obtenido de <https://davidrojasticsplc.files.wordpress.com/2009/01/17.jpg>
- Seguas. (22 de enero de 2018). Obtenido de <https://www.seguas.com/bombas-centrifugas-instalaciones-hidraulicas/>

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Carrera Soriano Jarod Josue**, con C.C: # 0931776371 autor/a del **trabajo de titulación: Análisis y diseño de un sistema de control para bomba de agua residual sector residencial**, previo a la obtención del título de **Ingeniería en Electricidad** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

**Guayaquil, 20 de enero de 2023**

f. J. CARRERAS

**Nombre: Carrera Soriano Jarod Josue**

**C.C: 0931776371**

## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	Análisis y diseño de un sistema de control para bomba de agua residual sector residencial.		
<b>AUTOR(ES)</b>	Carrera Soriano Jarod Josue		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Ing. Suarez Murillo Efrain Owaldo		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	ingeniería En Electricidad		
<b>TITULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero En Electricidad		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	20 de enero de 2023	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	44
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Investigacion, Desarrollo, Analisis		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	PLC, Bombas, Cavidad Progresiva		
<b>RESUMEN/ABSTRACT:</b>	<p>En el presente documento se realiza la sugerencia de mejoras en el diseño, funcionabilidad y estructura para el manejo de sólidos en plantas residuales de aguas servidas (lodos) planteando el uso de una bomba de capacidad progresiva con recursos con capacidades específicas para mayor producción y provecho. Considerando capacidad física y mecánica que tiene la bomba se procede a demostrar mediante cálculos y formulas el aumento de productividad de la planta. La bomba de capacidad progresiva maneja un desplazamiento positivo, lo que facilita el movimiento de sólidos y líquidos de alta viscosidad sin cambios con caudales precisos y sin pulsaciones repetibles</p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Teléfono: 0995147293</b>	E-mail: celso.bayardo@cu.ucsg.edu.ec	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):</b>	<b>Nombre: Celso Bayardo Bizohorquez</b>		
	<b>Teléfono: 0995147293</b>		
	<b>E-mail: celso.bayardo@cu.ucsg.edu.ec</b>		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			