

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA SEDE VIÑA DEL MAR -
JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**DISEÑO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA PLANTA PURIFICADORA DE
AGUA CON DOBLE FILTRADO DE OSMOSIS INVERSA EN SANTIAGO**

Trabajo de Titulación para optar al Título de
Técnico Universitario en ELECTRICIDAD

Alumno:

Alex Ignacio Rubina Pérez

Profesor Guía:

Ing. Martin García Gutiérrez

Profesor Correferente:

Ing. Franz Yurjevic Perin

2023

DEDICATORIA

Este informe está dedicado a Francisco Henríquez y a Erick Camus, personas que han estado guiando en el camino profesional de ser un técnico en electricidad. El apoyo en momentos difíciles de la universidad con su sabiduría y conocimientos técnicos.

El entender la necesidad de un joven que estudia en la universidad y trabaja a su vez, no solo está de la mano con el apoyo familiar si no también con las personas con que trabaja. Son cruciales las enseñanzas de los profesionales más antiguos en el área y en la vida.

La oportunidad recibida para poder realizar este informe con el trabajo realizado en Santiago es la imagen de lo que refleja la empresa y en sus trabajadores. Compromiso y compañerismo.

RESUMEN

KEYWORDS: FHL Solutions- Planta purificadora de agua con doble filtrado de osmosis inversa.

Dentro de los múltiples mantenimientos que se realizan a los equipos que componen una subestación eléctrica encontramos algo que comúnmente no es conocido al momento de conocer los alcances de estos trabajos.

El lavado de subestaciones de poder, es tan importante como realizar las pruebas de tiempos de operación de un interruptor, el medir una resistencia de contacto de un desconectador o el tomar una muestra de aceite a un transformador.

Este mantenimiento es tan importante sobre todo en zonas muy contaminadas como las ciudades de Santiago, La Calera o Quintero. Este mantenimiento afecta directamente a las pruebas de resistencia de aislación que se les realizan a los equipos de las subestaciones.

A continuación se presentara el trabajo que se debe realizar con el agua para ser utilizada en estos mantenimiento y se propondrá una actualización automatizada de este proceso.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	1
RESUMEN.....	2
ÍNDICE	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
ÍNDICE DE TABLAS	6
SIGLAS Y GLOSARIO.....	7
SIGLAS-.....	7
GLOSARIO-.....	8
OBJETIVOS.....	10
OBJETIVO GENERAL	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
CAPÍTULO 1: DESCRIBIR EL PROCESO DE PURIFICACIÓN DE AGUA POR OSMOSIS INVERSA	11
1 DESCRIBIR EL PROCESO DE PURIFICACIÓN DE AGUA POR OSMOSIS INVERSA.....	12
1.1 PROBLEMÁTICA.....	12
1.2 DATOS SOBRE LA OSMOSIS.....	13
1.2.1 ¿Qué es la osmosis inversa?	13
1.3 PROCESO DE UNA PLANTA PURIFICADORA DE AGUA.....	14
1.3.1 Estanque de agua sucia.....	15
1.3.2 Bombas de alimentación.....	16
1.3.3 Filtro de carbón activo.....	17
1.3.4 Microfiltro e inyección de anti-incrustante.....	18
1.3.5 Bomba de alta presión.....	19
1.3.6 Filtros de osmosis inversa.....	20
1.3.7 Planta en container.....	20
1.4 Lavado de Subestaciones.....	21
1.4.1 Consideraciones en el momento de realizar los trabajos.....	22
1.4.2 Equipos a realizar lavado.....	23
CAPÍTULO 2: PROYECCION DE SISTEMA DE PURIFICACION CON PLC.....	26

2 DISEÑAR UNA SOLUCIÓN PARA AUTOMATIZAR EL PROCESO DE LA PLANTA. 27

2.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES. 27

2.2 DIAGRAMA DE FLUJO.....29

2.3 DIAGRAMA CIRCUITO DE CONTROL. 30

2.4 CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE.....33

2.4.1 Tipo de PLC.....34

2.4.2 Cantidad de entradas y salidas.....36

2.5 Programación en TIA PORTAL V14.....37

2.5.1 Segmentos de la programación.....37

2.5.2 Segmento N°1: Encendido y parada de planta. 37

2.5.3 Segmento N°2: Escalamiento de sensores de flujo. 38

2.5.4 Segmento N°3: Sistema de detección de fallas. 39

2.5.5 Segmento N°4: Configuración de motores.....41

2.5.6 Segmento N°5: Luces Piloto. 42

2.5.7 Segmento N°6: Contador de tiempo de funcionamiento. 43

2.5.8 Pantallas HMI.....44

CAPÍTULO 3: DETERMINAR COSTOS DEL PROYECTO.....45

2.6 Costes del proyecto.....46

2.6.1 Carta Gantt.....46

2.6.2 Análisis de precios unitarios.....47

2.6.3 Carta de presupuesto.....59

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 60

BIBLIOGRAFIA.....61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Ubicación de la planta de trabajo 12

Figura 1-2 Representación de filtrado por osmosis inversa 13

Figura 1-3 Diagrama de planta purificadora de Agua.....14

Figura 1-4 Pozo de extracción de agua 15

Figura 1-5 Bombas alimentadoras de planta 16

Figura 1-6 Filtros de carbón activo 17

Figura 1-7 Microfiltro e inyección de antiincrustante.....18

Figura 1-8 Bomba de alta presión. 19

Figura 1-9 Filtros de osmosis inversa. 20

Figura 1-10 Consecuencias de no realizar lavados en SS.EE 21

Figura 1-11 Puntos de contactos en distintos equipos.....22

Figura 1-12 Transformador con filtración de aceite.....23

Figura 1-13 Aislador contaminado con polvo y cemento, perteneciente a subestación La Calera 24

Figura 2-1 Primera parte del diagrama de flujo 29

Figura 2-2 Segunda parte del diagrama de flujo 30

Figura 2-4 Segunda parte del sistema de control. 32

Figura 2-5 PLC tipo compacto. 34

Figura 2-6 PLC tipo modular 34

Figura 2-7. Figura 2-7 PLC Montaje en Rack.....35

Figura 2-8 PLC con panel de operador. 35

Figura 2-9 Variables del PLC.....36

Figura 2-10 Definición de segmentos 37

Figura 2-11 Segmento 1. 38

Figura 2-12 Segmento 2. 39

Figura 2-13 Segmento 3. 40

Figura 2-14 Segmento 4. 42

Figura 2-15 Segmento 5. 43

Figura 2-16 Segmento 6_.....434

Figura 2-17 Pantalla HMI. 45

Figura 3-1 Carta Gantt.....46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Variables de entrada para el sistema 27

Tabla 2-2 Variables de salida para el sistema 28

Tabla 2-3 Elementos circuitos de control planta purificadora de agua 33

Tabla 3-1 Hoja de resumen de planilla análisis de precio unitario. 49

Tabla 3-2 Listado de materiales para planta purificadora de agua área de gasfitería.
.....**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 3-3 Recursos humanos empleados en el área de gasfitería.**¡Error! Marcador no
definido.**

Tabla 3-4 Transporte, logística y valor total.**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 3-5 Listado de materiales para planta purificadora de agua área de electricidad.....51

Tabla 3-6 Recursos humanos empleados en el área de Obras civiles. 53

Tabla 3-7 Transporte, logística y valor total. 54

Tabla 3-8 Listado de materiales para planta purificadora de agua área de control. 55

Tabla 3-9 Recursos humanos empleados en el área de Obras civiles 57

Tabla 3-10 Transporte, logística y valor total. 58

Tabla 3-11 Listado de materiales para planta purificadora de agua área de control. **¡Error!**
Marcador no definido.

Tabla 3-12 Distribución de recurso humano para trabajos de purificadora de agua en SE
Ochagavía 47

SIGLAS Y GLOSARIO

SIGLAS-

NCh4-2003:	Normativa eléctrica chilena vigentes desde el año 2003.
PLC:	Programmable Logic Controller o controlador lógico programable.
TM76:	Bomba de baja presión.
SBI 2-11:	Bomba de alta presión.
Hp:	Horsepower o caballos de fuerza es la potencia convertida en calor o movimiento que también se le puede llamar potencia de salida de una máquina.
l/m:	Litros por minuto, unidad de medida que hace referencia a cuanto liquido pasa por un ducto.
SS.EE:	Subestación.
HH:	Horas hombre.

GLOSARIO-

Osmosis: Es el movimiento de un líquido o disolventes a través de una membrana semipermeable.

Presión osmótica: Es la presión que se debe aplicar a una solución para detener el flujo neto de líquido o disolvente a través de una membrana semipermeable.

Iones: partícula cargada eléctricamente constituida por un átomo o molécula que no es eléctricamente neutro.

Apu: Análisis de precios unitarios.

RR.HH: Recursos Humanos

INTRODUCCIÓN

La red eléctrica cuenta con una gran variedad de empresas dueñas de subestaciones, líneas de transmisión y distribución, los equipos inmersos en el sistema de red eléctrica están en funcionamiento durante los 365 días del año y continua en crecimientos. Como ejemplo, Chilquinta solo en el año 2022 licito 3 nuevas subestaciones de poder a construir y otras 9 para construcción de líneas de transmisión.

Comprender el crecimiento del país, tanto demográfica como económicamente es importante tenerlo en cuenta para relacionar la demanda eléctrica solicitada por civiles y empresas que están surgiendo, con esto las empresas transmisoras de alta y media tensión deben invertir sus flujos de dinero para cubrir las demandas de los futuros clientes. A esto también existe el compromiso por entregar un servicio de calidad sin fallas y estable. Para esto es que las empresas mandantes recurren a la licitación de contratos para el mantenimiento de sus activos.

El mantenimiento de los activos de subestaciones, con el cual actualmente la empresa INGESAT SpA se adjudicó. Dentro de las actividades a realizar están en realizar mantenimientos a equipos en patios energizados como interruptores de poder, desconectadores equipos de medida y también se realizan lavado de equipos en subestaciones de poder. Es por esto, que SAESA actualmente en SE Ochagavía tiene presente la instalación de una planta purificadora de agua para reducir costos de compra de agua purificada para el uso en lavado de Subestaciones, le propondremos a continuación nuestro proyecto.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Proyectar un sistema de automatización para planta de osmosis inversa, para lavado de subestaciones de poder.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Describir el proceso de purificación de agua y su aplicación en subestaciones.

Proyección de sistema de purificación con PLC.

Determinar los costos del proyecto.

CAPÍTULO 1: DESCRIBIR EL PROCESO DE PURIFICACIÓN DE AGUA POR
OSMOSIS INVERSA

1 DESCRIBIR EL PROCESO DE PURIFICACIÓN DE AGUA POR OSMOSIS INVERSA.

1.1 PROBLEMÁTICA.

En la subestación Ochagavía ubicada en Carlos Valdovinos 2358, en la comuna de Pedro Aguirre Cerda en la región de Santiago, se encuentra ubicada la planta purificadora de agua, la cual, de forma automática. Actualmente la planta no cuenta con control de seguimiento al funcionamiento, por lo cual, no se lleva una bitácora de horas y esto afecta directamente a la parte activa de la planta, ya que no se tiene registro de cuando es necesario realizar un mantenimiento preventivo. A consecuencia se proyecta una solución a través de la instalación de un PLC, para proporcionar un control constante y se pueda mejorar de manera significativa la prevención de fallas mayores que pueden afectar la directamente en la producción, elevando costos tanto por perdidas de producto como tiempo en nivel de reparaciones más complejas.



Fuente: <https://www.google.cl/maps/place/Av+Carlos+Valdovinos+2358/@-33.4793418,-70.6676135,311m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x9662c527adfeb575:0xc29da1ddcf6df594!4b1!8m2!3d-33.4788541!4d-70.6669054?hl=es&authuser=0>

Figura 1-1 Ubicación de la planta de trabajo

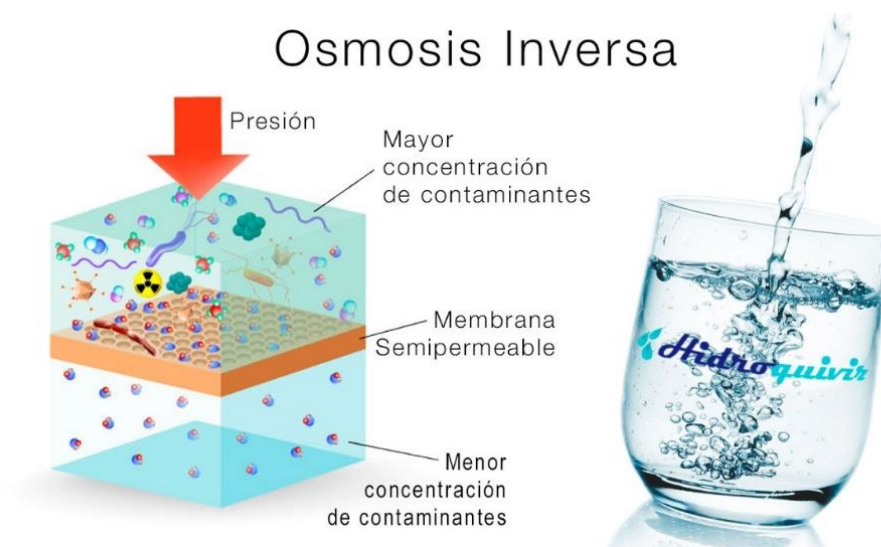
1.2 DATOS SOBRE LA OSMOSIS.

1.2.1 ¿Qué es la osmosis inversa?

La osmosis inversa es una tecnología de purificación del agua que utiliza una membrana semipermeable para eliminar iones, moléculas y partículas más grandes en el agua potable. Para poder lograr este proceso se debe aplicar una presión para vencer la presión osmótica del agua.

La osmosis inversa puede eliminar muchos tipos de elementos suspendidos en el agua. Este proceso de purificación se está utilizando tanto en procesos industriales como en la producción de agua potable.

En la producción industrial se tiene como ejemplo el uso de agua para el lavado y mantenimiento de subestaciones eléctricas. Y para la producción de agua potable existen países en la península arábiga que su producción de agua potable se basa en un 80% en las plantas purificadoras de agua, como en Israel donde se encuentran las 2 plantas desalinizadoras de agua más grandes del mundo (Sorek y Idam).



Fuente: <https://www.hidroquivir.com/wp-content/uploads/2016/09/osmosis-inversa.jpg>

Figura 1-2 Representación de filtrado por osmosis inversa

1.3 PROCESO DE UNA PLANTA PURIFICADORA DE AGUA.

En una planta purificadora de agua existen distintos procesos en los cuales el agua que se inyecta al sistema (agua sucia) sale completamente pura y desinfectada (agua purificada).

Este proceso de purificación tiene distintos pasos en los cuales el agua circula para llegar al consumo humano o para el fin que se estime conveniente.

A continuación, se presenta el proceso paso a paso de una planta purificadora:

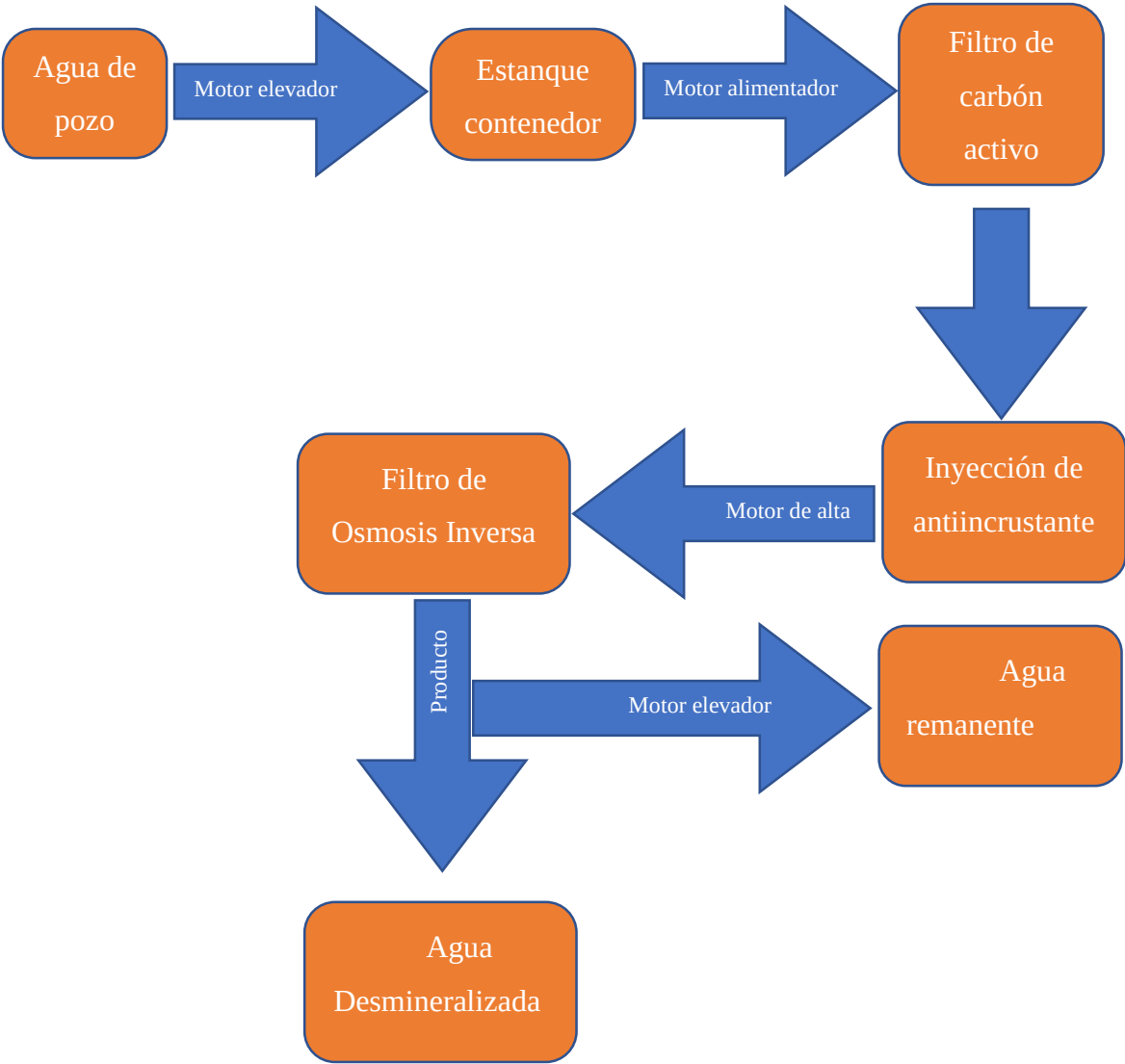


Figura 1-3 Diagrama de planta purificadora de Agua.

1.3.1 Estanque de agua sucia.

El estanque de agua en esta planta purificadora es de 10 m³ (10.000 l). Este estanque está alimentado por una bomba que se encuentra al interior de un pozo al costado de la planta. En el estanque se le agrega cloro al agua para poder eliminar bacterias que puedan existir en este.



Fuente: Cámara en terreno

Figura 1-4 Pozo de extracción de agua

1.3.2 Bombas de alimentación.

Esta planta consta de 2 bombas de alimentación TM76 de una potencia de 1,5 HP cada una y se incluye un controlador para ambas.

Estas bombas son las encargadas de hacer fluir el agua a través de los ductos para que, continúe su proceso hacia su purificación. Se utilizan 2 bombas, ya que, si una falla automáticamente comienza a funcionar la otra.



Fuente: Cámara en terreno

Figura 1-5 Bombas alimentadoras de planta

1.3.3 Filtro de carbón activo.

Las bombas al funcionar llevan el agua hacia el primer filtro que es el de carbón activo. En la cual, al agua se le eliminan la mayor cantidad de partículas gruesas que pueda contener. Un ejemplo de partículas gruesas es el cloro. Ya que su uso es solamente para eliminar bacterias que se encuentran en primera instancia en el agua. Posteriormente para la continuación del proceso de purificación no es necesario.



Fuente: Cámara en terreno

Figura 1-6 Filtros de carbón activo

1.3.4 Microfiltro e inyección de anti-incrustante.

Luego de pasar por los filtros de carbón activo, el agua pasa por un microfiltro que su función es retener las partículas de hierro y magnesio.

La inyección del antiincrustante es crucial para la labor que tendrá el agua purificada, ya que su función es aumentar la vida de los filtros de osmosis inversa debido a que el agua pasará con menor restricción por los microfiltros de la osmosis.



Fuente: Cámara en terreno.

Figura 1-7 Microfiltro e inyección de antiincrustante

1.3.5 Bomba de alta presión.

Bomba de alta presión SBI 2-11 de 1,5 HP, conexión trifásica. Esta bomba de alta velocidad y torque tiene la función específica de impulsar el agua a altas presiones para que el proceso de osmosis inversa se realice correctamente.



Fuente: Cámara en terreno.

Figura 1-8 Bomba de alta presión.

1.3.6 Filtros de osmosis inversa.

En este punto donde el agua es impulsada ha alta presión al ser elevada por la bomba, comienza su proceso de osmosis inversa. El líquido al llegar a estos filtros es obligado a pasar por la membrana semi permeable, esto produce que la salinidad y agentes contaminantes de agua queden en el rezago y pase solo una cantidad de agua purificada.

El agua al pasar por estos filtros tiene 2 productos finales, uno es el agua purificada que servirá para el lavado de subestaciones durante su mantenimiento. Mientras que el otro producto que produce este proceso es derivado a un contenedor distinto para su posterior traslado a bodegas de respel.



Fuente: Cámara en terreno.

Figura 1-9 Filtros de osmosis inversa.

1.3.7 Planta en container

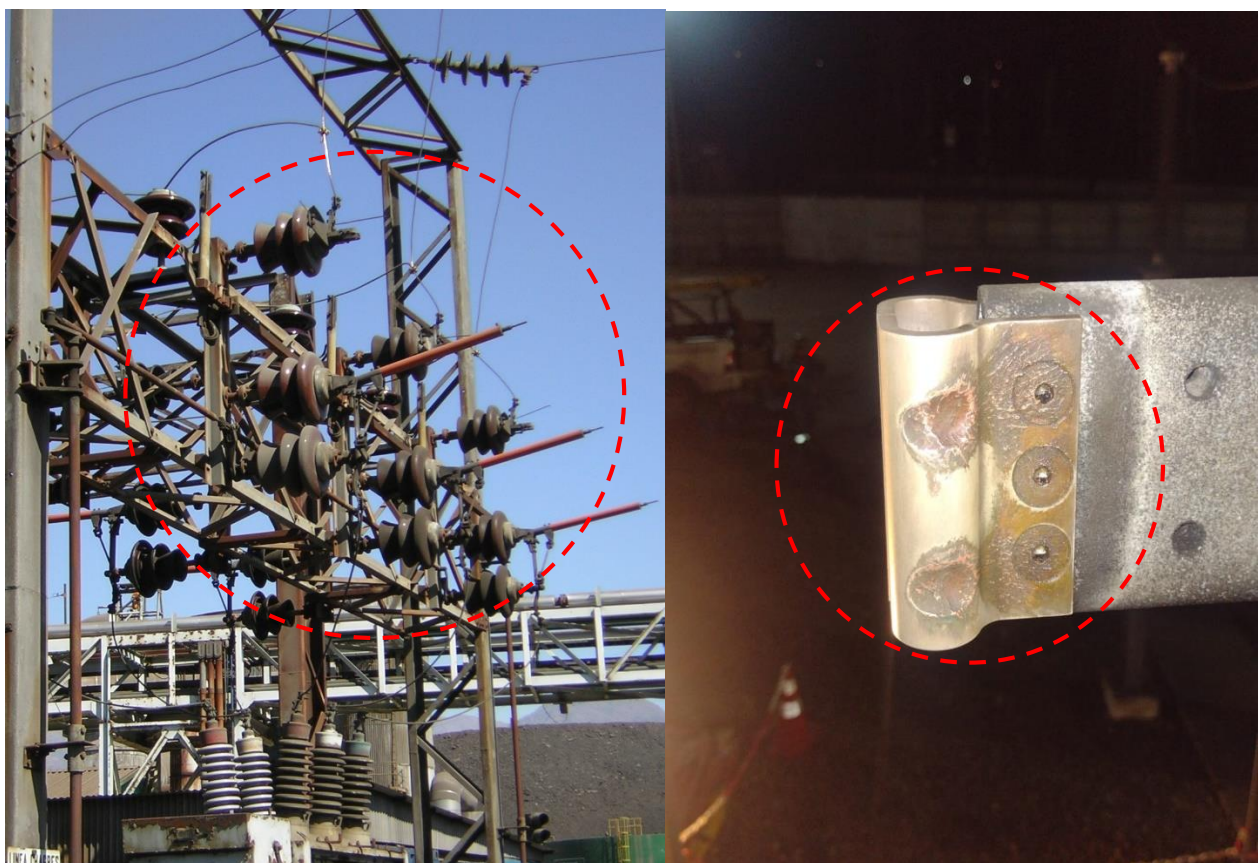
Las SS.EE están separadas ampliamente una de otra y en general son de espacios reducidos. La construcción de la planta en un container tiene el objetivo de no estar en sectores energizados de la SSEE y así evitar que pueda ser un riesgo por la cercanía a puntos energizados y ser instalada en lugares donde pueda tener acceso a agua para filtrar con una rapidez mayor. Esta planta esta fija en un sector, ya que, un camion con estanque especial debe trasladar el agua filtrada sin conminar el producto.

1.4 Lavado de Subestaciones

Una vez conocido el proceso en que se genera el agua producto les mostraremos a continuación el uso y los equipos a los cuales se le realiza este lavado.

El lavado de subestaciones de poder es uno de los mantenimientos mas constantes a los cuales se les realiza a las SS.EE, ya que, el polvo acumulado en los equipos de protección y/o medida puede afectar su funcionamiento, pudiendo dejar al equipo fuera de servicio por fallas produciendo puntos calientes en los contactos, generado por el polvo acumulado en los puntos de unión de estos contactos.

Las subestaciones que se encuentran a cercanas a costas de agua salina, también encontramos una posibilidad significativa de producción de por puntos calientes. Ya que la contante humedad acompañada de una alta salinidad comienza a producir los mismos problemas que el polvo. También hay casos especiales de mayor atención como las SS.EE ubicadas en fundaciones, plantas productoras de cemento a las cuales se les debe realizar un lavado más continuo y minucioso.



Fuente: Cámara en terreno.

Figura 1-10 Consecuencias de no realizar lavados en SS.EE

1.4.1 Consideraciones en el momento de realizar los trabajos.

Para comenzar con el lavado de SS.EE se debe tener en cuenta ciertos puntos importantes, la SS.EE se encontrará completamente energizada. La planta purificadora de agua produce desmineralizada, esta es especial para realizar este tipo de mantenimientos ya que tiene un bajo índice conductor, pero siempre tener en consideración que no se deben tirar por largos periodos de tiempo a puntos de contacto entre equipos y conductores.

Otro punto importante a tener en cuenta es la seguridad implicada al momento de ejecutar la tarea. Trabajadores calificados conocedores de los peligros que esta presentes en la SS.EE, de las distancias de seguridad de las distintas tensiones que se encuentran en las áreas de trabajo, saber el procedimiento de trabajo a seguir para estas labores y la obligación de tener ropa adecuada para la tarea a ejecutar.



Fuente: Cámara en terreno.

Figura 1-11 Puntos de contactos en distintos equipos.

1.4.2 Equipos a realizar lavado.

En las SS.EE se encuentran una gran diversidad de equipos en el patio energizado como, transformadores de poder, transformadores de potencial, transformadores de corriente, interruptores de poder en aceite o gas SF6, desconectadores, pararrayos y aisladores de paso.

Para cada equipo se deben tener en cuenta distintas consideraciones al realizar este trabajo, por ejemplo, no se debe realizar lavado a un transformador con filtración de aceite, ya que como consecuencia se aumentaría la contaminación ambiental por el aceite derramado, tampoco se debe realizar el proceso en interruptores que contengan filtración de Gas SF6 o aceite.



Fuente: Cámara en terreno.

Figura 1-12 Transformador con filtración de aceite.



Fuente: Cámara en terreno.

Figura 1-13 Aislador contaminado con polvo y cemento, perteneciente a subestación La Calera

CAPÍTULO 2: PROYECCION DE SISTEMA DE PURIFICACION CON PLC.

2 **DISEÑAR UNA SOLUCIÓN PARA AUTOMATIZAR EL PROCESO DE LA PLANTA.**

2.1 **IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.**

A continuación, se muestran las variables de entrada para la construcción del proceso de automatización de la planta de osmosis inversa.

Tabla 2-1 Variables de entrada para el sistema.

Tipo	Variable	Función
Sensor de Flujo	Digital	Accionar controlador de presión de motores alimentadores.
Sensor de Flujo	Digital	Indicador de paso por filtros de carbón
Sensor de Flujo	Digital	Accionar controlador de antiincrustante.
Sensor de flujo	Digital	Accionar controlador motor de alta presión.
Flotador	Digital	Estanque lleno
Botonera de encendido	Digital	Encendido de planta
Botonera de apagado	Digital	Apagar toda la planta

Fuente: Construcción de los autores del trabajo.

La tabla de entradas de las variables está construida a través de los sensores que indican acciones que debe ejecutar el programa del PLC. Esto indicara por ejemplo si debe parar un motor, encender una luz o simplemente detener toda la planta.

También el sistema debe tener variables que ejecuten las ordenes de los sensores, estás son las variables de salida.

Tabla 2-2 Variables de salida para el sistema

Tipo	Variable	Función
Motor Alimentador 1 con Luz indicadora	Digital	Alimentar el sistema con agua.
Motor Alimentador 1 con Luz indicadora	Digital	Alimentar el sistema con agua.
Luz indicadora de falla de motores	Digital	Indica que hay una falla en el sector de los motores alimentadores.
Luz de falla filtros de carbón	Digital	Indica que hay problemas en el sector de los filtros de carbón.
Motor inyector de antiincrustante con luz indicadora	Digital	Accionar motor de inyección de antiincrustante.
Luz indicadora de falla motor antiincrustante	Digital	Indica que hay fallas en el sector de la inyección de antiincrustante.
Motor de alta presión Con luz indicadora	Digital	Motor que eleva la presión para pasar por los filtros de osmosis inversa.
Luz indicadora de falla en motor de alta presión	Digital	Indica que hay una falla en el sector de los filtros de osmosis inversa o en el motor de alta presión.
Luz indicadora de estanque lleno	Digital	Indica que el estanque se encuentra lleno y el sistema está detenido.

Fuente: Construcción de los autores del trabajo.

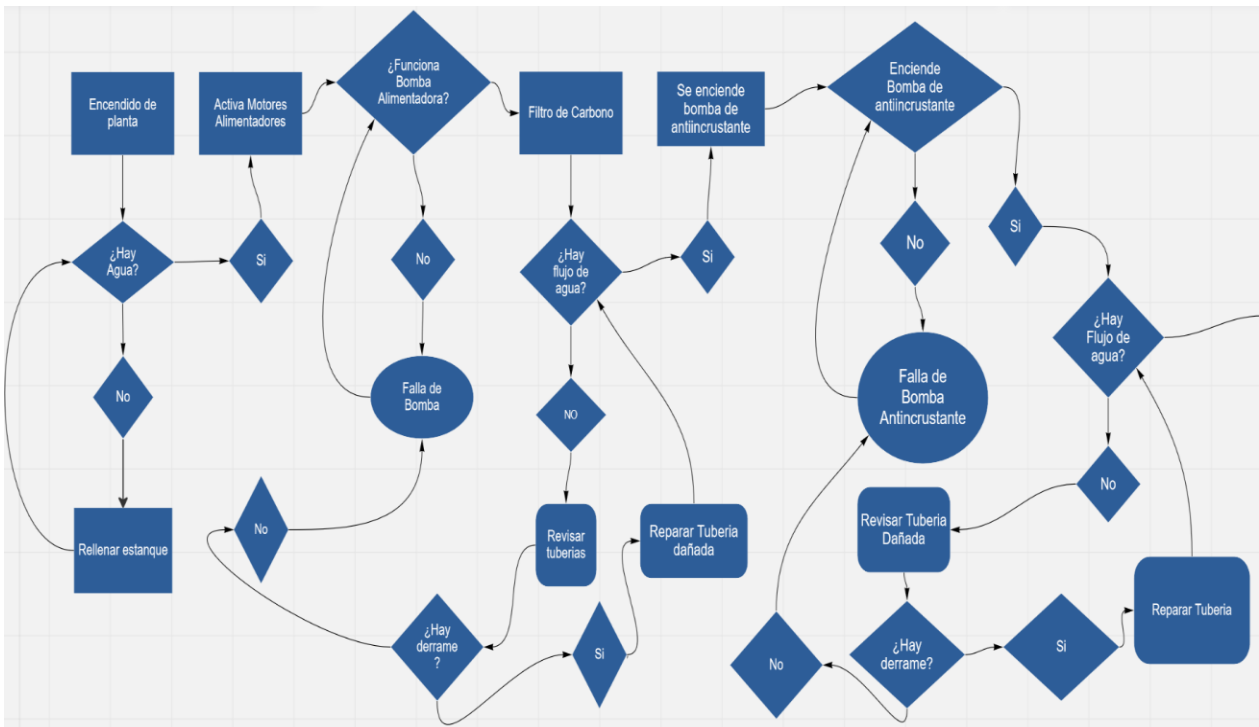
Las variables de salida son aquellas que realizan la parte más pesada del proceso de purificación. Ya que estas interactúan directamente en el enlace de operario y sistema.

Estos elementos comúnmente dan indicaciones a los operarios de la planta para dar información importante respecto a cómo está funcionando el proceso.

2.2 DIAGRAMA DE FLUJO.

El diagrama de flujo es la representación gráfica de un algoritmo o proceso. Se utiliza en diciplinas como programación, economía, procesos industriales y psicología cognitiva.

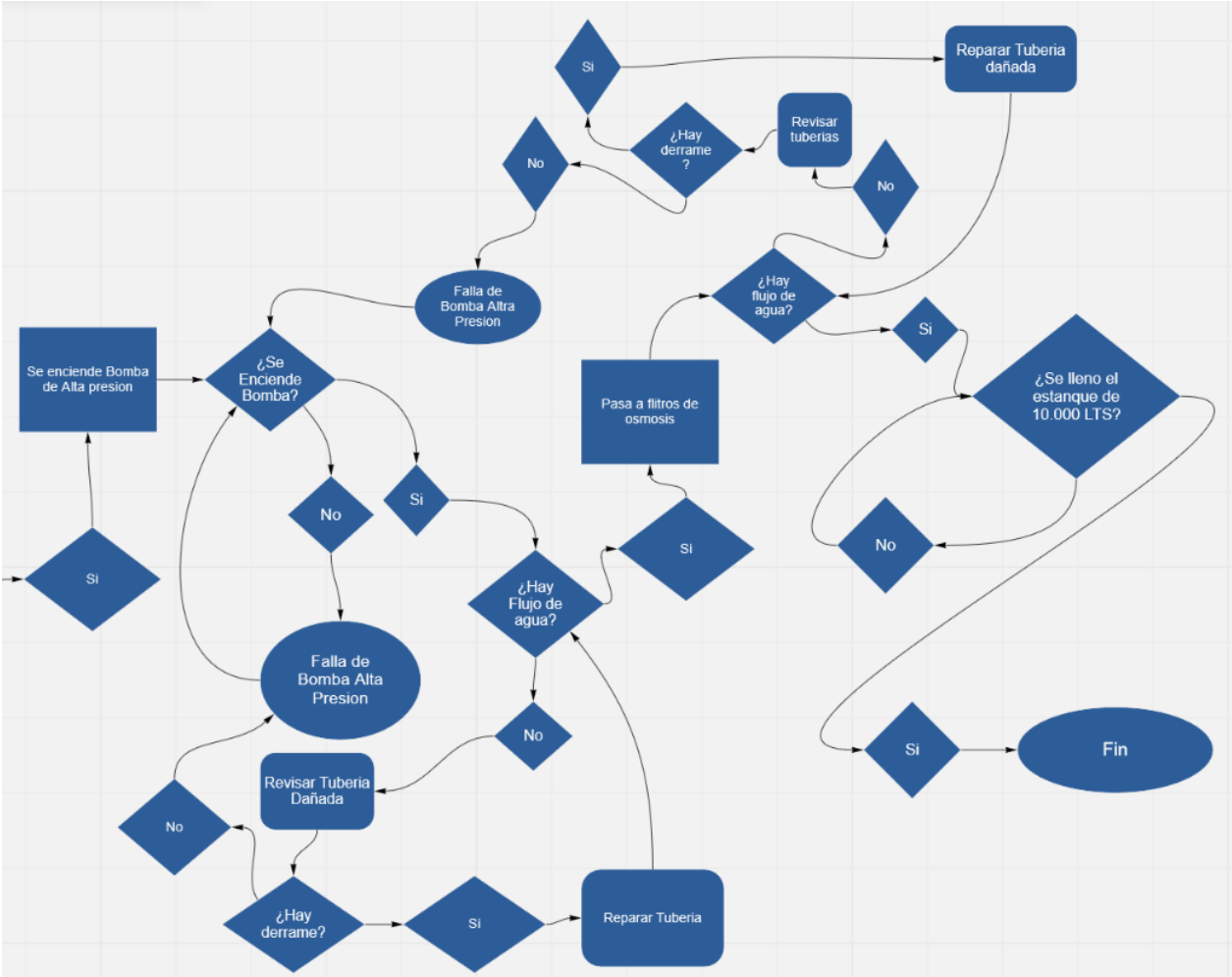
En este trabajo se utiliza un diagrama de flujo para planificar la programación del sistema, ya que esto facilita la construcción completa de aquello. Aquí es donde se utilizan por primera vez las variables ya que da el orden de cómo construir el algoritmo.



Fuente: https://miro.com/app/board/o9J_l9EMQN4=/.

Figura 2-1 Primera parte del diagrama de flujo

En esta parte del diagrama se muestra la lógica que se utiliza en la coordinación de motores y la lógica de seguimiento de posibles fallas que pueden ocurrir en el proceso de encendido, paso por filtros y encendido del motor de alta presión.



Fuente: https://miro.com/app/board/o9J_l9EMQN4/.

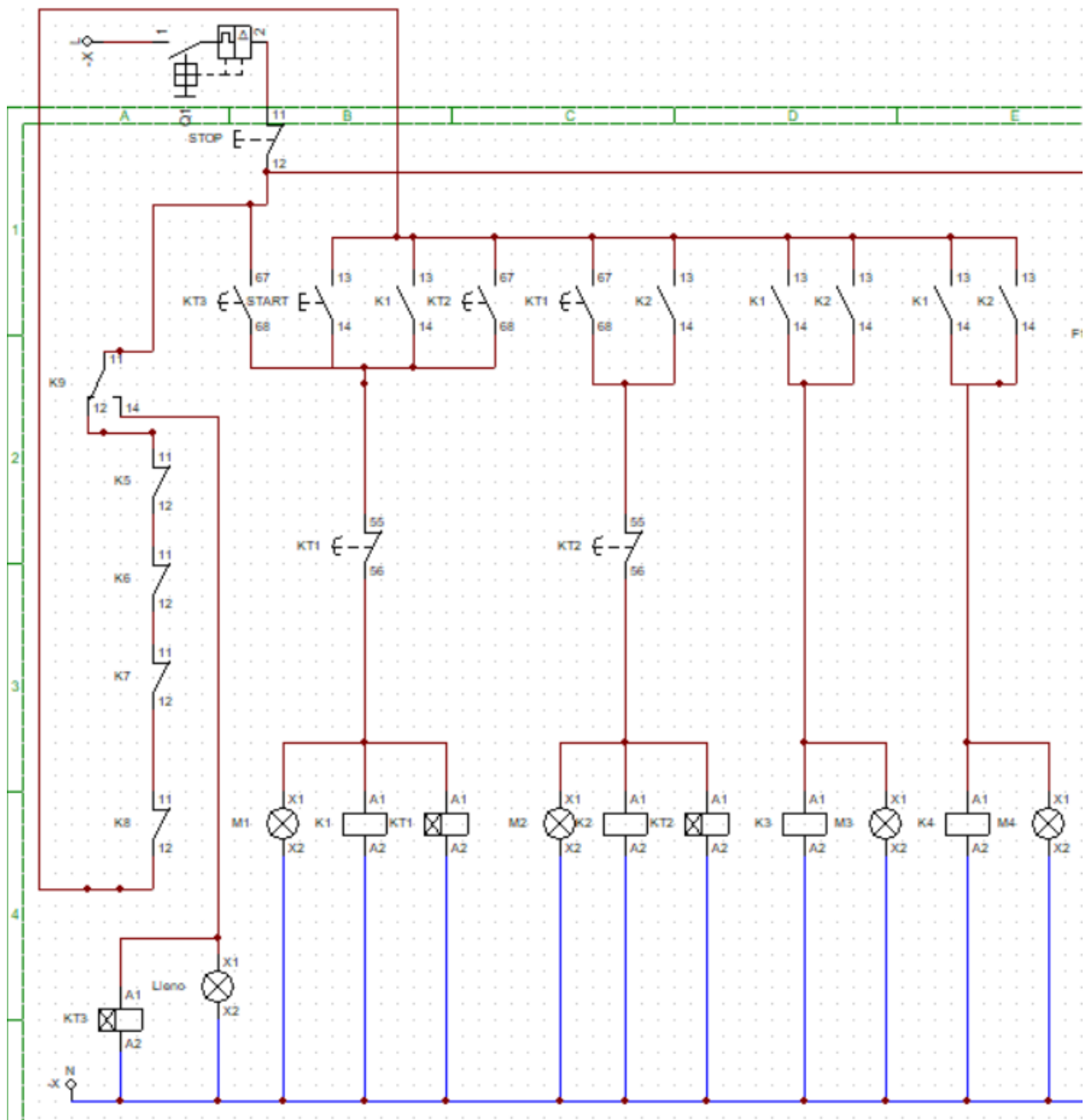
Figura 2-2 Segunda parte del diagrama de flujo

En la segunda parte, se observa el restante algoritmo del proceso. Donde figura la lógica de seguimiento de fallas y cuando pasara del filtro de osmosis inversa hasta el estanque de llenado y cuando debe parar.

2.3 DIAGRAMA CIRCUITO DE CONTROL.

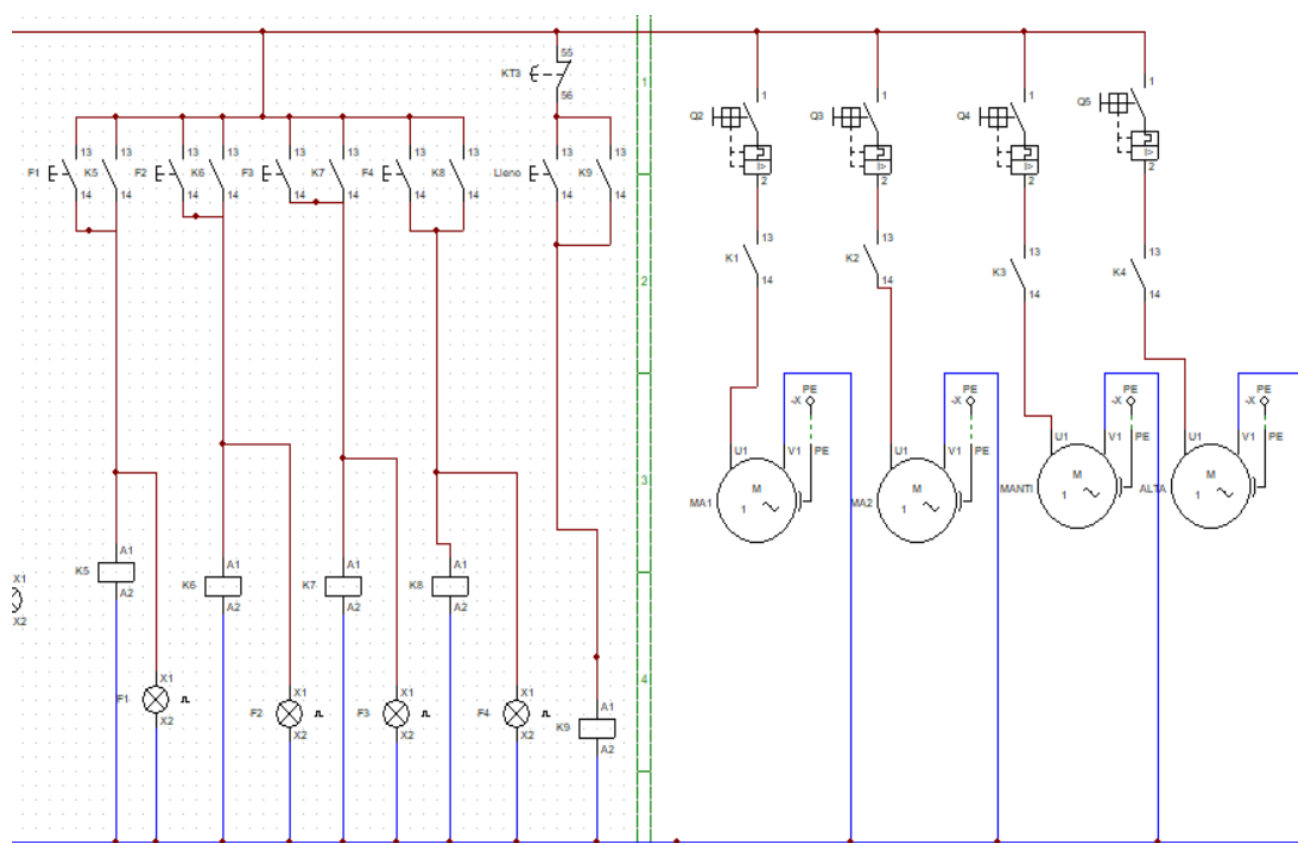
En este punto se describe el actual circuito de control según los procesos de la planta purificadora de agua, sin PLC. Esto se realiza para luego realizar la programación del PLC de una manera más fluida y rápida y así comprobar que estén aplicadas todas las variables del sistema que anteriormente se describieron.

Donde se aplican todas las variables con las posibles alarmas de falla que tendrá el sistema y con los procesos que deberá seguir paso a paso antes de llegar al llenado del estanque de 10.000 litros de agua purificada.



Fuente: Trabajo en CADe_SIMU.

En la primera parte representada en la Figura 2-3, se configura el funcionamiento de las bombas alimentadoras (K1 y K2) alternadamente (KT1 y KT2), el funcionamiento de la bomba de antiincrustante (K3), el funcionamiento de la bomba de alta presión (K4) y el aviso con una luz indicadora de que el estanque de 10.000 litros se encuentra lleno y el proceso se termina automáticamente hasta que el estanque tiene menos del 50% de su capacidad y el proceso se enciende automáticamente (KT3).



Fuente: Trabajo en CAdE_SIMU.

Figura 2-3 Segunda parte del sistema de control.

En la siguiente imagen se observa la construcción del sistema de falla con su respectiva alarma indicada con una baliza (K5, K6, K7 y K8). Cada falla detectada por los sensores de flujo indica una posición en el sistema de la planta purificadora de agua. En la que se divide en 4 partes, que son bombas alimentadoras (MA1 y MA2) con el filtro de carbón, bomba de antiincrustante (MANTI), bomba de alta presión (ALTA) y el proceso de llenado del estanque de 10.000 litros de agua purificada (K9).

También se ilustran las 4 bombas que utiliza la planta purificadora, todas monofásicas con su respectiva protección. También se agrega el sensor flotador que indica el nivel de agua que se encuentra en el estanque.

Tabla 2-3 Elementos circuitos de control planta purificadora de agua

ELEMENTOS CIRCUITO DE CONTROL PLANTA PURIFICADORA DE AGUA			
Elemento	Nomenclatura	Nombre	Función
Contactador 1	K1	Bomba alimentadora	Alimentar circuito desde estanque contenedor
Contactador 2	K2	Bomba alimentadora	
Contactador con temporizador	KT1	Alternador de funcionamiento de bomba alimentadora	Alternar funcionamiento de bombas alimentadoras para mayor durabilidad de estas
Contactador con temporizador	KT2	Alternador de funcionamiento de bomba alimentadora	
Contactador bomba antiincrustante	K3	Bomba antiincrustante	inyección de líquido antiincrustante para filtros de osmosis inversa
Contactador bomba de alta presión	K4	Bomba alta presión	Levanta presión al agua del circuito para pasar por filtros de osmosis inversa.
Sensor de Falla	K5	Falla Bomba alimentadora	indicación de falla de Bomba alimentadora N°1
Sensor de Falla	K6	Falla Bomba alimentadora	indicación de falla de Bomba alimentadora N°2
Sensor de Falla	K7	Falla Bomba antiincrustante	indicación de falla de Bomba antiincrustante
Sensor de Falla	K8	Falla Bomba alta presión	indicación de falla de Bomba de alta presión

Fuente: Según lo solicitado por el cliente.

2.4 **CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE.**

Antes de hacer un programa de automatización en PLC, se debe tener en consideración ciertos criterios.

Tipo de PLC.

Cantidad de entradas y salidas del sistema.

2.4.1 Tipo de PLC.

El tipo de PLC influye directamente en lo que se necesita para construir el sistema. Aquí se nombran 4 tipos de PLC que se pensó para este proyecto.

PLC compacto: Son aquellos que incorporan CPU, PS, módulos de entrada y salida en un único paquete.



Fuente: <http://plcsantiago.blogspot.com/2017/07/tipos-de-plc.html>.

Figura 2-4 PLC tipo compacto.

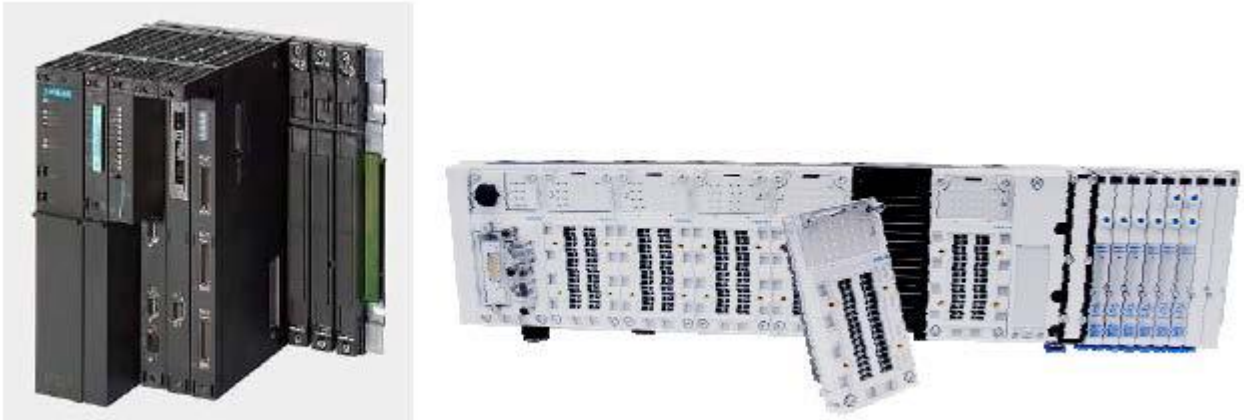
PLC modular: Es el tipo de PLC más potente y tiene más funciones que los PLC compactos. La CPU, SM, CP y otros módulos se encuentran generalmente en paquetes separados en un riel DIN o en un riel con una Controladores Lógicos Programables.



Fuente: <http://plcsantiago.blogspot.com/2017/07/tipos-de-plc.html>.

Figura 2-5 PLC tipo modular

PLC de montaje en RACK: Son aquellos que prácticamente tienen las mismas capacidades y funciones que el PLC modular. Sin embargo, existen algunas diferencias en el bus o en el rack dónde se colocan los módulos del PLC.



Fuente: <http://plcsantiago.blogspot.com/2017/07/tipos-de-plc.html>.

Figura 2-7. Figura 2-6 PLC Montaje en Rack.

PLC con panel de operador: Posee una interfaz HIM para su funcionamiento y una monitorización de los procesos automáticos y las máquinas. La HMI consiste principalmente en un monitor y un teclado o una pantalla táctil.



Fuente: <http://plcsantiago.blogspot.com/2017/07/tipos-de-plc.html>.

Figura 2-7 PLC con panel de operador.

Para el proyecto que se presenta se utilizó un PLC tipo modular, ya que este tiene la particularidad de que los módulos se pueden separar entradas o salidas, es decir, el módulo central del PLC tiene el programa en su memoria, los módulos simplemente son los que interactúan directamente con los sensores (entradas) y las cargas (salidas). La otra función especial de este tipo de PLC es que si un módulo falla se puede cambiar sin afectar directamente a la CPU del PLC.

2.4.2 Cantidad de entradas y salidas.

La cantidad de entradas y salidas de un PLC está sujeta directamente al modelo que se escogió, para este caso el PLC Siemens tipo Modular modelo 1214 AC/DC/DC, y a la cantidad que se tenga en el sistema.

En este proyecto se encuentran 8 entradas, 5 de tipo analógicas y 3 de tipo digital, y un total de 9 salidas, 8 de tipo análogas y 1 de tipo digital.

En PLC central consta de 14 entradas digitales para su uso, en las cuales se utilizan 3, 2 botoneras de interacción y el sensor de flotación. En las salidas del PLC central consta de 10 salidas digitales de las cuales se utilizan 9, que son 4 en el encendido de bombas y las otras 5 en luces indicadoras de falla y estanque lleno.

El PLC que se recomienda al cliente debe ser el tipo modular al ser compacto, de mayor potencia y cantidad de manejo de variables tanto digitales como análogas. Este PLC es tan compacto para instalación que no utiliza mayor espacio en el container en el cual se ubicara la planta.

Variables PLC							
	Nombre	Tabla de variables	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...
1	Botonera encendido general	Tabla de variabl...	Bool	%I0.0			
2	enclavamiento	Tabla de variables e..	Bool	%M0.0			
3	Botonera apagado	Tabla de variables e..	Bool	%I0.1			
4	apagado general	Tabla de variables e..	Bool	%M0.1			
5	Sensor de motores alimentador.	Tabla de variables e..	Int	%IW96			
6	Tag_1	Tabla de variables e..	Real	%MD20			
7	litros por minuto	Tabla de variables e..	Real	%MD25			
8	sensor paso filtro de carbon	Tabla de variables e..	Int	%IW98			
9	Tag_3	Tabla de variables e..	Real	%MD30			
10	litros por minuto 2	Tabla de variables e..	Real	%MD35			
11	Sensor paso Motor antincrusta...	Tabla de variables e..	Int	%IW100			
12	Tag_2	Tabla de variables e..	Real	%MD40			
13	litros por minuto 3	Tabla de variables e..	Real	%MD45			
14	sensor de alta presion	Tabla de variables e..	Int	%IW102			
15	tag1	Tabla de variables e..	Real	%MD50			
16	litros por minuto 4	Tabla de variables e..	Real	%MD55			
17	flotador estanque lleno	Tabla de variables e..	Bool	%I0.3			
18	estanque lleno	Tabla de variables e..	Bool	%M0.2			
19	Tag_4	Tabla de variables e..	Word	%IW64			
20	Tag_5	Tabla de variables e..	Time	%MD120			
21	Tag_6	Tabla de variables e..	Time	%MD300			
22	timepo de lectura	Tabla de variables e..	Bool	%M0.4			
23	apagado por falla	Tabla de variables e..	Bool	%M0.5			
24	piloto estanque lleno	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.6			
25	piloto falla bomba alimentadora	Tabla de variables e..	Bool	%Q1.0			
26	piloto falla sector filtro de carb...	Tabla de variables e..	Bool	%Q1.1			
27	piloto falla bomba antiincrusta...	Tabla de variables e..	Bool	%Q1.2			
28	piloto falla bomba alta presion	Tabla de variables e..	Bool	%Q1.3			
29	Bomba Alimentadora 1	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.0			
30	Bomba Alimentadora 2	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.1			
31	Bomba Antiincrustante	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.2			
32	Bomba de alta Presion	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.3			

Fuente: TIA Portal

Figura 2-8 Variables del PLC.

2.5 **Programación en TIA PORTAL V14.**

Ya desarrollado el proyecto en control e identificado las variables de este, se puede empezar a realizar su programación en PLC para llevar a cabo la automatización de cada uno de los procesos de la planta purificadora de agua. La programación del PLC se desarrolla en el programa llamado TIA PORTAL V14, en este se desarrolla el proceso paso a paso de la programación.

2.5.1 **Segmentos de la programación.**

Para la programación del PLC se debe seguir un orden cronológico del funcionamiento de la planta. Que es desde el encendido hasta la salida en luces piloto.

El programa de la planta purificadora de agua tiene un total de 6 segmentos ordenado por funcionamiento desde el encendido de la planta hasta la interacción con los operadores que son las luces piloto.

▶	Block title:	Planta purificadora de agua
▶	Network 1:	Encendido y parada de planta
▶	Network 2:	Enclavamiento de sensores
▶	Network 3:	Sistemas de deteccion de fallas de los sensores
▶	Network 4:	Configuracion de motores
▶	Network 5:	Luces piloto
▶	Network 6:	Contador de tiempo de funcionamiento

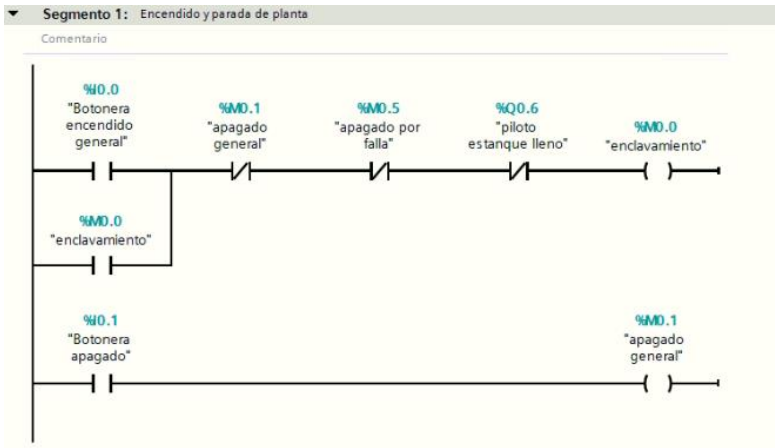
Fuente: TIA Portal

Figura 2-9 Definición de segmentos

2.5.2 **Segmento N°1: Encendido y parada de planta.**

En el segmento 1 se encuentra la programación de encendido de la planta purificadora. La configuración de la primera línea esta o que se llama enclavamiento del programa, es decir, una vez que se presiona la botonera de encendido al soltarla no se apagara la planta. Además, se

encuentra la botonera de apagado junto con los contactos de Falla que apaga la planta y el contacto de que el estanque se encuentra lleno.



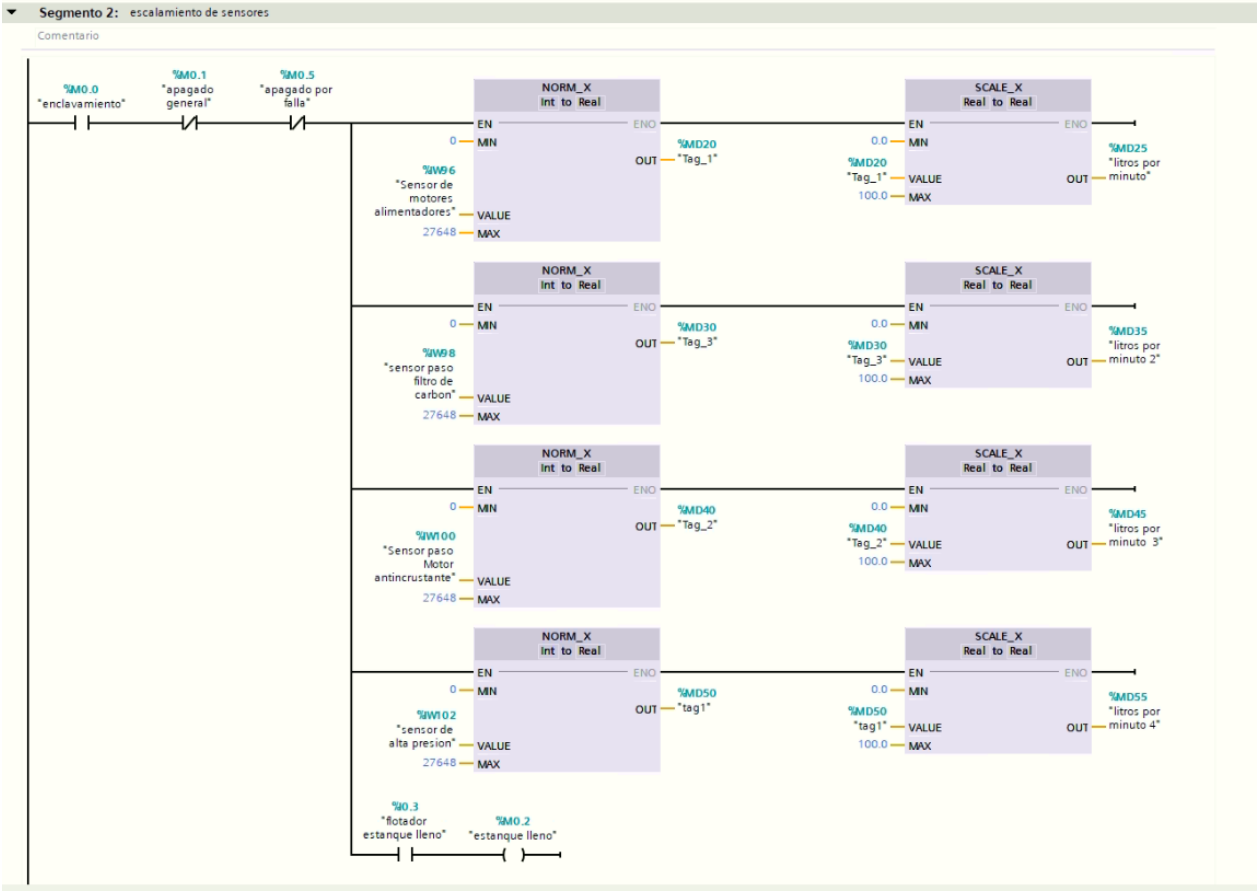
Fuente: TIA Portal

Figura 2-10 Segmento 1.

2.5.3 Segmento N°2: Escalamiento de sensores de flujo.

Para el segmento 2 se encuentra 2 funciones, la primera es la NORM_X, que se utiliza para normalizar la señal que entrega el sensor de flujo al PLC.

La segunda función es la SCALE_X que se utiliza para escalar los rangos del PLC a los rangos que manejará el sistema completo, para esta ocasión la planta trabajará a un máximo rendimiento de 100 l/m. También se encuentra la bobina que indica cuando el estanque del producto está lleno.



Fuente: TIA Portal

Figura 2-11 Segmento 2.

2.5.4 Segmento N°3: Sistema de detección de fallas.

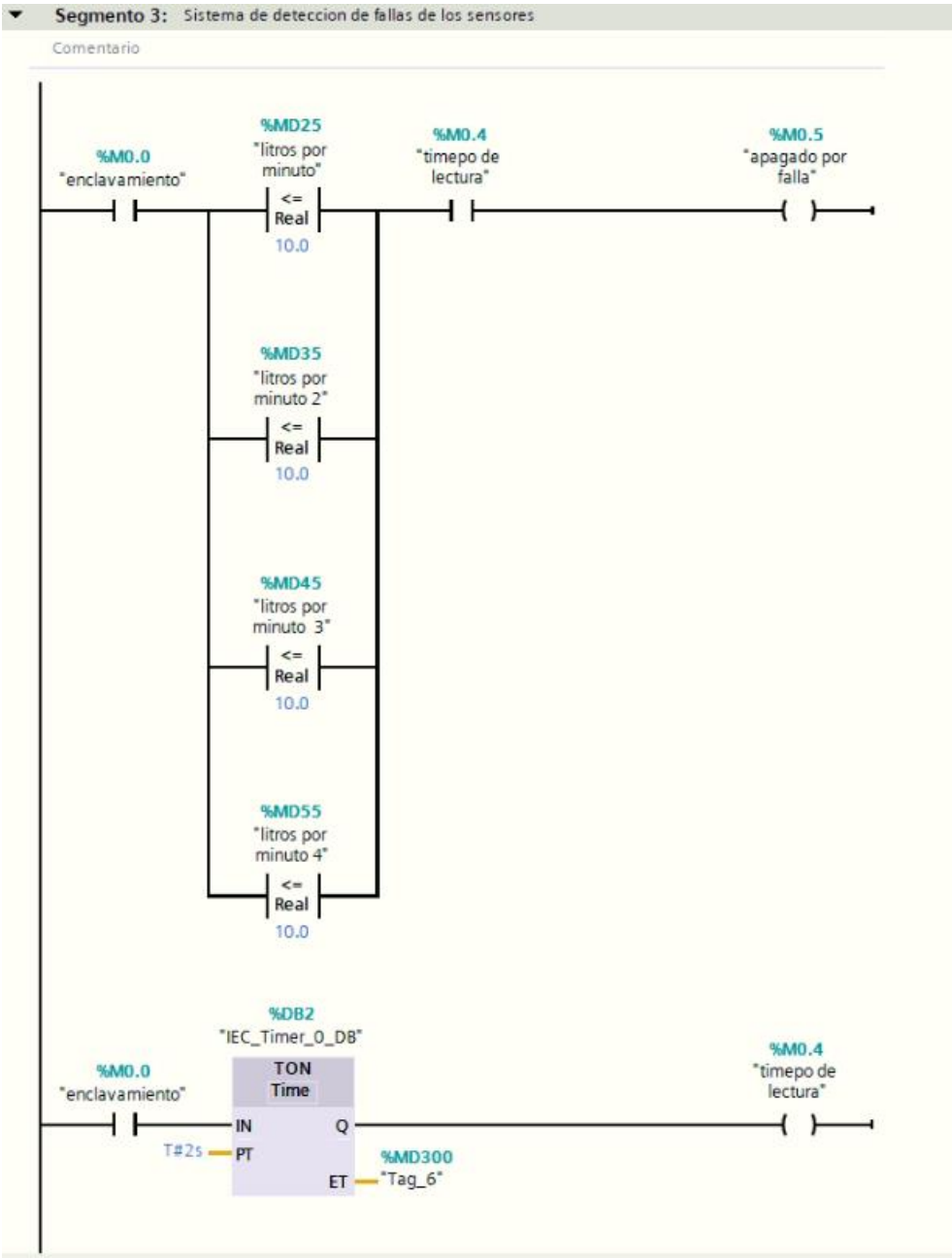
En el segmento 3 se encuentra toda la programación de la detección de fallas de la planta purificadora, donde se coordina cada sensor con funciones comparadora de presión. Estas están programadas para detectar una baja de presión dentro de los parámetros de l/m, cada uno está en una posición.

Sensor 1 está ubicado en las bombas alimentadoras, sensor 2 ubicado entre las bombas alimentadoras y el filtro de carbón, sensor 3 está ubicado entre el filtro de carbón y la bomba de inyección del antiincrustante, el sensor 4 ubicado entre la salida de la bomba de antiincrustante y la bomba de alta presión.

Cada función comparadora está ligada a la normalización y escalamiento de los sensores. Estas funciones comparadoras al ingresar la señal de que está llegando menos de 10 l/m detienen toda la planta y encienden una luz piloto o si el cliente lo desea una baliza indicadora de donde se encuentra la falla.

Para que los comparadores no bloqueen el encendido de la planta por falta de presión en el sistema hídrico se debe dejar un tiempo de retardo a la conexión para que puedan dar el paso del agua y poder detectar con mayor precisión el sector de la fuga.

Para el tiempo de retardo se utiliza un temporizador a la conexión con un retardo de 2 segundos para que luego de ese tiempo los sensores puedan activar la bobina de falla y encender las luces indicadoras.



Fuente: TIA Portal

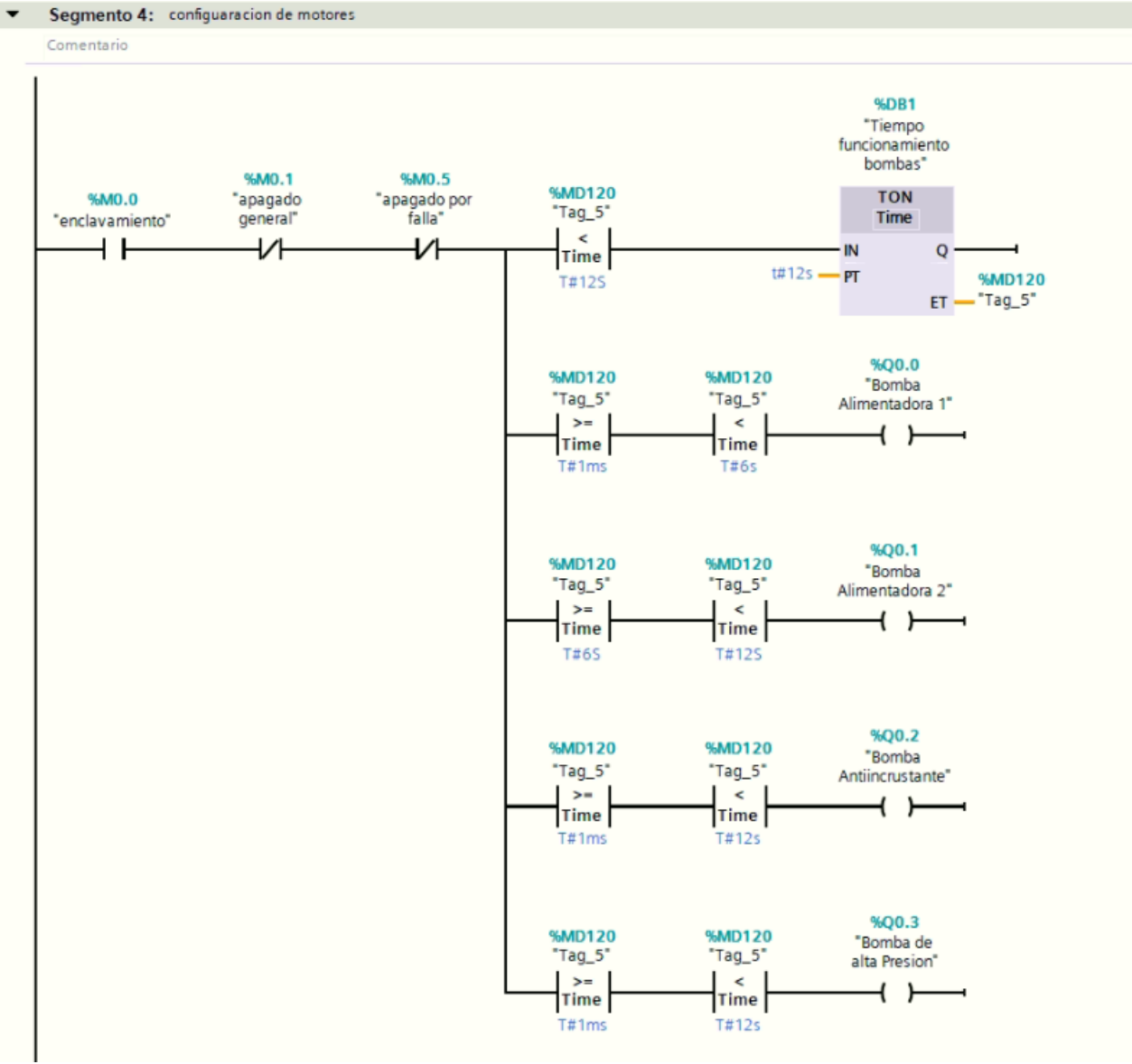
Figura 2-12 Segmento 3.

2.5.5 Segmento N°4: Configuración de motores.

En el segmento 4 se encuentra la parte principal de la configuración de la planta. Donde se coordina el funcionamiento de las bombas alimentadoras 1 y 2 junto con la bomba de inyección de anti-incrustante y la bomba de alta presión.

En este segmento se coordinan las bombas a través de un temporizador que marca cuanto tiempo dura el ciclo de funcionamiento de cada bomba, es decir, en cada intervalo de tiempo en el cual funciona la bomba de alimentación 1 y la bomba de alimentación 2. La bomba anti-incrustante y de alta presión funcionan desde el primer instante ya que no tienen una bomba secundaria que las pueda reemplazar.

Para realizar la coordinación se utilizan comparadores esta vez configurados en la salida de memoria del temporizador a la conexión. Estos comparadores detectan el tiempo que transcurre constantemente en el temporizador donde a esté se le programa un tiempo margen de funcionamiento en su entrada PT. Para ensayos y presentación del proyecto se le programan 12 segundos para que la espera de cambio de bomba se pueda estudiar y corroborar.



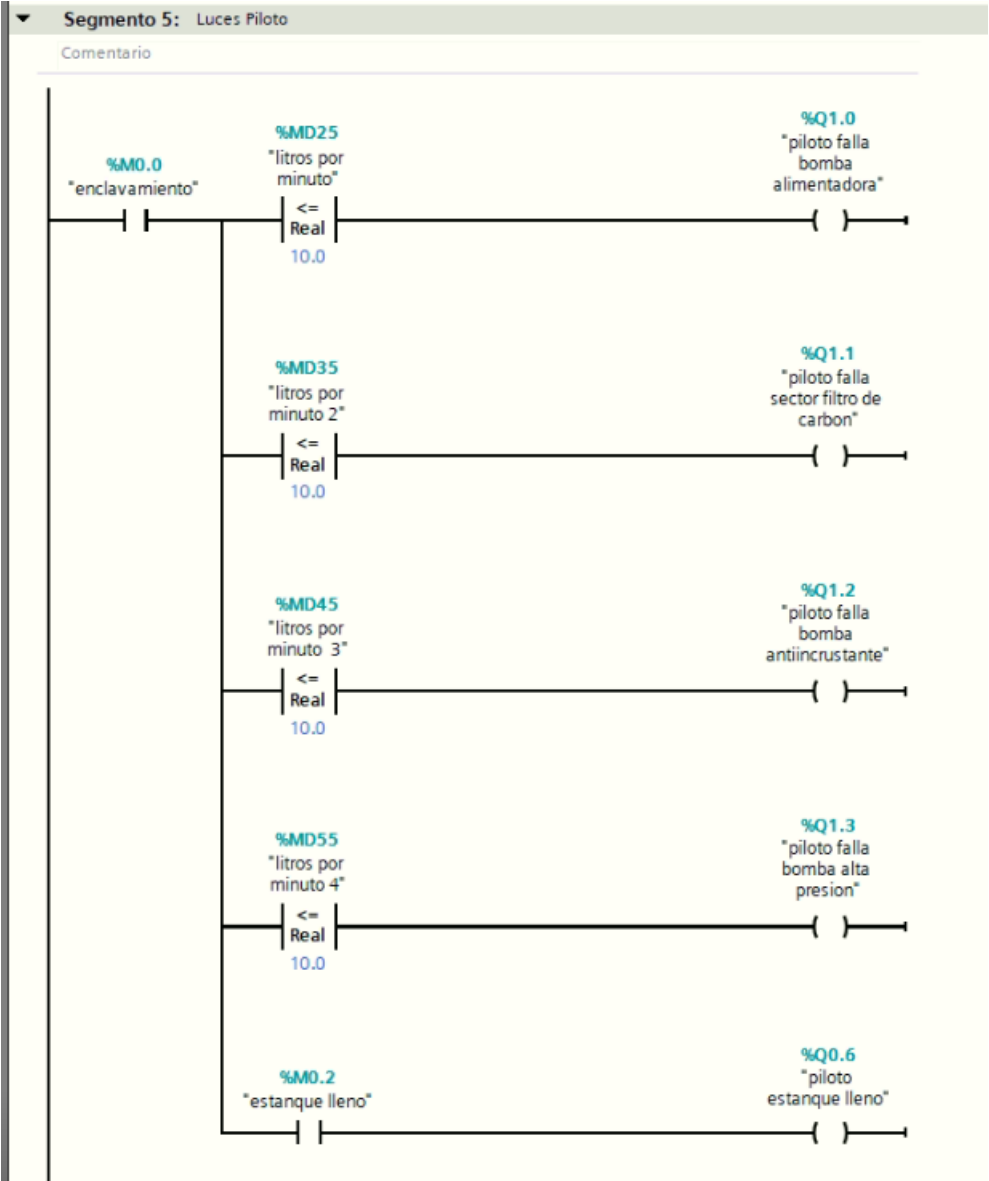
Fuente: TIA Portal

Figura 2-13 Segmento 4.

2.5.6 Segmento N°5: Luces Piloto.

Para todo sistema eléctrico de control se necesitan indicadores que le señalen al operador el estado de la planta en funcionamiento. Aquí están las luces pilotos indicadoras de falla que son 4 y la luz indicadora de que el estanque del producto está lleno.

Para la coordinación de encendido de estas luces se utilizan comparadores de presión que están directamente ligados con el segmento N°2 que es la normalización y escalamiento de los sensores. Ya que los sensores indican cuando hay una baja de presión y el PLC debe reconocer esta señal y apagar la planta y encender la luz indicadora de indicando donde se encuentra la falla.



Fuente: TIA Portal

Figura 2-14 Segmento 5.

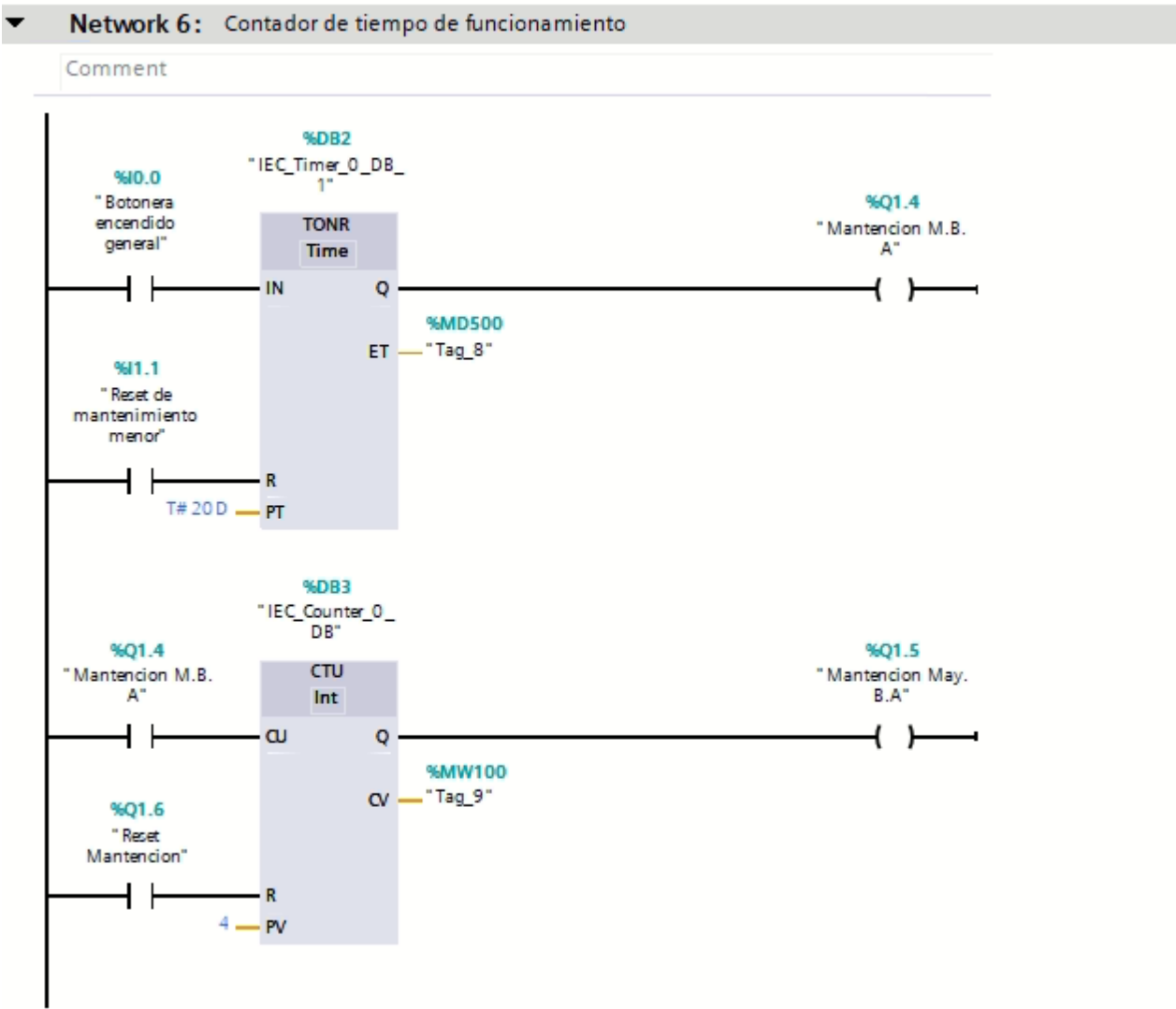
2.5.7 Segmento N°6: Contador de tiempo de funcionamiento.

Para llevar un control de mantenimiento adecuado es necesario tener un control de tiempo correcto para ser eficiente y alargar la vida útil de los activos de la planta.

Este control de mantenimiento se realiza con un temporizador que guarda los días transcurridos respecto al uso de la planta. Una vez completado el transcurso de 20 días funcionales esta arrojará una alarma en el panel HMI, para comunicar la obligación de realizar el mantenimiento preventivo primario, el cual consiste en cambio de filtros de osmosis inversa y revisión visual de las bombas alimentadoras.

Por consiguiente, tras indicar un mantenimiento preventivo primario este envía un pulso al contador para sumar al acumulador de cuentas para un próximo mantenimiento preventivo secundario. Este contador activará una alarma cuando llegue a 4 mantenimientos preventivos

primarios para realizar un mantenimiento preventivo secundario, el cual consta de cambio de filtros de osmosis inversa, filtros de carbón, inspección visual y el mantenimiento eléctrico de los motores.



Fuente: TIA Portal

Figura 2-16 Segmento 6.

2.5.8 Pantallas HMI.

La pantalla HMI es el indicador de estado presente de funcionamiento de la planta purificadora. Esta indica el estado de los elementos principales para el funcionamiento del sistema construido.

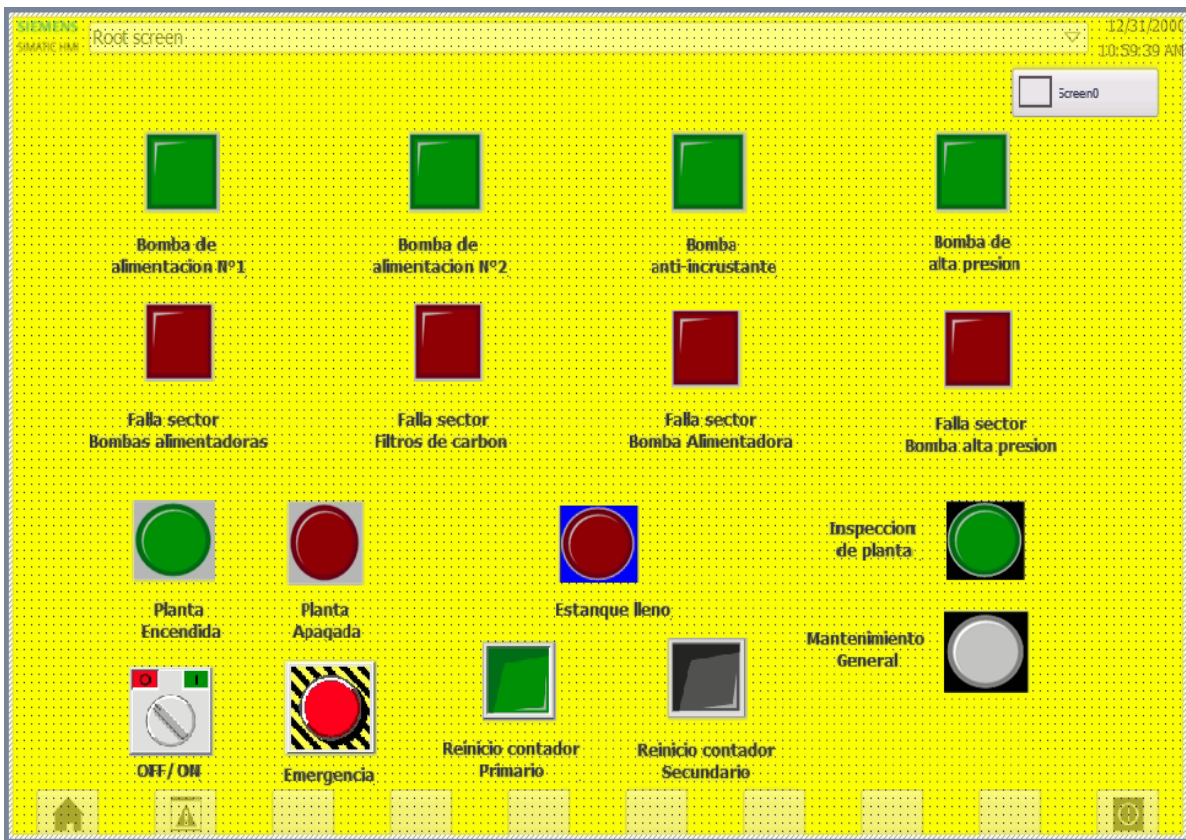
En la primera pantalla según la figura 2.17, indica el funcionamiento de las bombas alimentadoras N°1 y N°2, Bomba antiincrustante y la bomba de alta presión. La pantalla indica con un led verdes que cada motor está funcionando respecto a lo programado. En caso de falla el led comenzara a parpadear indicando que no se tiene respuesta correcta del motor.

Los sensores de flujo (análogos) son los indicadores de falla en la planta. Instalados en sectores para indicar si hay fuga de agua en el circuito construido. Cada luz indicadora de color rojo avisa el estado de ciertos sectores según el diagrama de planta indicado en la figura 1.3,

Es decir, la luz amarilla indica falla en el sector de bombas alimentadoras, falla en el sector de los filtros de carbón, falla en el sector de bomba antiincrustante o falla en el sector de la bomba de alta presión. Estos sensores emitirán una alera de parpadeo constante ante una eventual baja de presión repentina del circuito dependiendo del sector en el cual se produzca.

En la última fila se indica el funcionamiento completo de la planta o si se encuentra detenida. Además, se agrega la indicación del estanque lleno. El cual finaliza el proceso apenas el flotador indicador de nivel de agua se activa. En la esquina inferior izquierda se ilustra los indicadores de la necesidad de realizar un mantenimiento preventivo primario o secundario.

En los actuadores encontramos las botoneras de inicio de la planta y apagado junto con la botonera de apagado de emergencia y reset del contador de mantenimiento primario y secundario.



Fuente: TIA Portal

Figura 2-157 Pantalla HMI.

CAPÍTULO 3: DETERMINAR COSTOS DEL PROYECTO.

2.6 Costes del proyecto.

2.6.1 Carta Gantt.

Para confeccionar los cálculos de precios y costes del proyecto se debe armar una carta Gantt representativa.

La confección de la carta Gantt debe considerar tiempos de construcción y la descripción de tareas sin grandes detalles, ya que es un control interno para cuantificar el avance señalado y que el negocio será más rentable aún.

La carta Gantt se desarrolla por el equipo administrativo en conjunto con los supervisores que estarán presentes en los trabajos de construcción.



Fuente: Microsoft proyect.

Figura 0-1 Carta Gantt

La carta Gantt se realizó con un plazo de 1 mes de trabajo, en el cual se cuneta tanto los trabajos administrativos como obras en general. Se considera 18 días de trabajos de forma continua para el armado de la planta purificadora de agua, 1 día por cada área para levantar observaciones

realizadas por el jefe de obra, 1 día para pruebas por cada área y 1 día de puesta en servicio general antes de entregar el producto al cliente.

Los recursos asignados por área (obras eléctricas y control), son destinados dependiendo del APU y la planificación realizada por el encargado del proyecto. Se mantiene el equilibrio entre coste y rapidez para lograr una mejor rentabilidad, según lo exigido por el cliente.

Tabla 0-1 Distribución de recurso humano para trabajos de purificadora de agua en SE Ochagavía

Distribución de recursos para planta purificadora de agua SE Ochagavía			
Área	Recurso Humano	Herramientas	Logística
Eléctrica	Maestro 1	Herramientas menores, eléctricas.	1 camioneta
	Ayudante		
	Ayudante		
Control	Maestro 1	Herramientas menores, eléctricas.	
	Ayudante		
	Ayudante		

Fuente: Planificación personal.

2.6.2 Análisis de precios unitarios.

La construcción de la planta purificadora de agua requiere de una planificación financiera en la cual se utiliza una planilla de análisis de precio unitario, esta planilla abarca cada área mencionada a continuación.

Los costos de materiales y mano de obra que están divididos en 2 áreas, obra eléctrica y obras en control.

La logística interna, alimentación y estadía, también está considerada dentro de los gastos de la construcción de la planta purificadora, esto es porque la factibilidad que se le entrega al cliente es poder montarla donde el desee, dando las recomendaciones como por ejemplo que tenga acceso a una fuente de agua a la cual purificar y tener en cuenta el traslado del container en donde se montara la planta.

En los gastos se considera el diseño de cada una de las áreas realizada por los profesionales de cada área correspondiente, como empresa se busca que el trabajo sea de manera profesional y de calidad.

El conocimiento de los trabajadores calificados por su cargo, años de experiencia, títulos y especialidad tiene un valor el cual sale reflejado en el análisis, la planilla refleja valores de

trabajadores Administrativos que planifican la actividad, generan los procedimientos y planos correspondientes como trabajadores de terreno, técnicos supervisores y ayudantes.

2.6.2.1 ¿Qué es un análisis de precios unitarios?

La planilla de análisis de precios unitarios es un detalle de costos asociados, tanto en mano de obra como en materiales asociados al proyecto, ayuda a seccionar el proyecto a construir en áreas como las que fueron mencionadas con anterioridad, en esta planilla detallamos los siguientes aspectos importantes.

Valor de horas hombre acordes al mercado. Estos precios están detallados tanto al diseño del proyecto, costes constructivos, logística y estadía (*solo de ser necesario*). Esta planilla oficialmente no es entregada al cliente, ya que, es para análisis internos de los socios de la empresa y los jefes de proyecto, para dar seguridad que todo lo planteado esta dentro de los costos constructivos y no generar perdidas tanto en materiales como monetarias.

A nuestro cliente se le hace entrega de una carta formal de presupuesto donde se explica los alcances de la actividad, los costos por área en la cual se trabaja y los plazos de pago.

Tabla 0-2 Hoja de resumen de planilla análisis de precio unitario.

PLC para purificadora de agua SE Ochagavía HQ "Hidro Quality" CUADRO DETALLE DEL PRECIO DEL CONTRATO						
				Proponente		
Ítem de pago	Descripción	Unidad	Cantidad	Unitario moneda chilena CLP	Unitario moneda chilena UF	Total moneda chilena UF
A-01	A PARTIDA Electricidad	gl	1	\$ 4,980,950	138.23	138.23
A-02		gl	1	\$ 5,446,870	151.16	151.16
						289.40
	TOTAL, PARTE			\$ 10,427,820		289.40

Fuente: Empresa Ingesat SpA.

En la tabla 3-1 se representa el resumen total de costos por área del proyecto. Donde se ven los precios tanto en pesos chilenos como UF. El valor UF para la fecha del 11 de agosto es de \$36.032,74 pesos chilenos. A partir de este valor se calcula el precio presupuestario para el cliente.

2.6.2.2 Análisis de costes por área.

Esta planilla cuenta con 2 anexos para el análisis de cada área que trabajara en la confección del proyecto. En la planilla A-01 están adjuntos costes de eléctricos y en la planilla A-03 están adjuntos los costes del área de control.

Para cada planilla se considera los gastos materiales, horas hombres por las actividades definidas en la carta Gantt, horas de personal administrativo para generación de documentos, planificación, logística e informes, los costes de alojamiento, alimentación, uso de vehículos.

2.6.2.3 Electricidad

Para la planilla A-02 se realizó el análisis referente a los trabajos en vista a los planificadores del área correspondiente. En el cual dejan plasmados sus costos y duración en HH de las actividades en total.

Tabla 0-3 Listado de materiales para planta purificadora de agua área de electricidad

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
Área Administración	

Cliente	:	Hydro Quality
Lugar	:	SE Ochagavía
Obra	:	PLC para purificadora de agua
Fecha	:	11/8/2023
Análisis	:	
Partida	A-01	Electricidad
Unidad	:	gl
Valor UF	11/8/2023	36.032,74

Item	Descripción	Uso	Unid	Cant.	PU	Total
Materiales	Bombas alimentadoras		Unid	2	\$ 90.000	\$ 180.000
	Bomba antiincrustante		Unid	1	\$ 500.000	\$ 500.000
	Bomba de alta presión		Unid	1	\$ 600.000	\$ 600.000
	Tubería Galvanizada 20mm		3 m/tira	8	\$ 16.000	\$ 128.000
	Caja chuky Galv.		Unid	20	\$ 4.670	\$ 93.400
	Salida de caja Galv.		Unid	12	\$ 250	\$ 3.000
	Abrazadera tupo Caddy 20mm		Unid	20	\$ 230	\$ 4.600
	Copla Galv. 20 mm		Unid	15	\$ 200	\$ 3.000
	Canoa Led IP 55		Unid	5	\$ 20.000	\$ 100.000
	Cable 1,5 mm Libre de halógenos		100 metros	3	\$ 40.000	\$ 120.000
	Cable tipo cordón 1,5 mm		metros	20	\$ 1.500	\$ 30.000
	Enchufe modular 16A		Unid	10	\$ 4.500	\$ 45.000
	Tapas ciegas		Unid	20	\$ 100	\$ 2.000
						\$ 0
	Total (S/IVA)					\$ 1.809.000

Fuente: Precios referentes a cotizaciones con proveedores.

El costo total de los materiales para las obras de eléctricas es de \$1.809.000 en precio NETO.

Para los materiales de construcción en el área de obras eléctricas contamos con cableado, luminarias, Conduit y enchufes.

Tabla 0-4 Recursos humanos empleados en el área de Obras eléctricas.

Mano de Obra	Adm Contrato		HH	1	\$ 25.000	\$ 25.000
	Ing. Jefe de Obra		HH	0	\$ 18.000	\$ 0
	Prev. de Riesgos		HH	5	\$ 12.500	\$ 62.500
	Ingeniero OficinaTécnica		HH	0	\$ 12.500	\$ 0
	Técnico Oficina Técnica		HH	5	\$ 6.500	\$ 32.500
	Dibujante		HH	5	\$ 6.500	\$ 32.500
	Constructor Civil		HH	0	\$ 14.500	\$ 0
	Supervisor de OO/CC		HH	0	\$ 10.500	\$ 0
	Maestro civil 1		HH	0	\$ 6.600	\$ 0
	Maestro civil 2		HH	0	\$ 6.600	\$ 0
	Maestro civil 3		HH	0	\$ 6.600	\$ 0
	Ayudante civil 1		HH	0	\$ 5.500	\$ 0
	Ayudante civil 2		HH	0	\$ 5.500	\$ 0
	Ayudante civil 3		HH	0	\$ 5.500	\$ 0
	Ayudante civil 4		HH	0	\$ 5.500	\$ 0
	Ayudante civil 5		HH	0	\$ 5.500	\$ 0
	Supervisor de OO/EE		HH	0	\$ 10.500	\$ 0
	Maestro Eléctrico 1		HH	100	\$ 7.100	\$ 710.000
	Maestro Eléctrico 2		HH	0	\$ 7.100	\$ 0
	Maestro Eléctrico 3		HH	0	\$ 7.100	\$ 0
	Maestro Eléctrico 4		HH	0	\$ 7.100	\$ 0
	Ayudante Eléctrico 1		HH	100	\$ 5.500	\$ 550.000
	Ayudante Eléctrico 2		HH	100	\$ 5.500	\$ 550.000
	Ayudante Eléctrico 3		HH	0	\$ 5.500	\$ 0
	Ayudante Eléctrico 4		HH	0	\$ 5.500	\$ 0
	Ayudante Eléctrico 5		HH	0	\$ 5.500	\$ 0
	Total (S/IVA)					\$ 1.962.500

Fuente: Referencia de precios utilizados por INGESAT SpA.

El costo total de las HH involucradas en las obras eléctricas es de \$1.820.000, valores netos.

Para las HH de obras eléctricas considera tanto las horas de técnicos en terreno como trabajos administrativos de planificación, logística e informes técnicos.

Tabla 0-5 Transporte, logística y valor total.

Transporte	Peaje		c/u	0	\$ 2.500	\$ 0
	Camioneta 1		día	0	\$ 40.000	\$ 0
	Camioneta 2		día	0	\$ 40.000	\$ 0
	Camioneta 3		día	0	\$ 40.000	\$ 0
	Camión Pluma 1		hora	0	\$ 35.000	\$ 0
	Camión plumas 2		c/u	0	\$ 200.000	\$ 0
	Combustible		km	0	\$ 1.300	\$ 0
	Total					\$ 0
Logística	Estadía con alojamiento		día	0	\$ 40.000	\$ 0
	Estadía sin alojamiento		día	10	\$ 6.000	\$ 60.000
	Viatico fuera de zona		día	0	\$ 10.000	\$ 0
	Total					\$ 60.000

		Pesos	UF
Subtotal Neto		3.831.500	106.33
Imprevistos	5%	191.575	5.32
Gastos Generales	10%	383.150	10.63
Utilidad	15%	574.725	15.95
PRECIO UNITARIO		4.980.950	138.23

En la tabla 3.7, los gastos económicos de transporte, logística y los valores finales correspondiente al área de obras eléctricas.

Para este proyecto no se considera transporte, ya que los trabajos son en la ciudad de Santiago de Chile y los trabajadores llegan directamente al sector de la faena, para lo que es almuerzo se considera el bono de almuerzo a los trabajadores. El valor final para el área de transporte y logística de obras eléctricas es de \$60.000 pesos neto.

Por parte de obras eléctricas el gasto total asciende a \$4.980.950 con el IVA incluido, con un Valor en UF 138.23.

2.6.2.4 Control

Para la planilla A-03 se realizó el análisis referente a los trabajos en vista a los planificadores del área correspondiente. En el cual dejan plasmados sus costos y duración en HH de las actividades en total.

Tabla 0-6 Listado de materiales para planta purificadora de agua área de control.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		
Área Administración		

Cliente	:	Hydro Quality
Lugar	:	SE Ochagavía
Obra	:	PLC para purificadora de agua
Fecha análisis	:	11/8/2023
Partida	A-02	Control
Unidad	:	gl
Valor UF	11/8/2023	36.032,74

ítem	Descripción	Uso	Unid	Cant	PU	Total
Maquinaria, equipos y suministros de terceros	PLC tipo modular		Unid	1	\$ 500.000	\$ 500.000
	Modulo PLC		Unid	2	\$ 230.400	\$ 460.800
	Contactor trifásico		Unid	4	\$ 13.500	\$ 54.000
	Tablero 500x400x100		Unid	1	\$ 500.000	\$ 500.000
	Bornera 4 mm		Unid	30	\$ 800	\$ 24.000
	Bornera 6 mm		Unid	20	\$ 1.500	\$ 30.000
	Canaleta 60x40 mm		metros	6	\$ 14.650	\$ 87.900
	Sensores de flujo		Unid	4	\$ 25.000	\$ 100.000
	Termomagnéticos 1x16 A "D"		Unid	3	\$ 16.000	\$ 48.000
	Termomagnéticos 3x16 A "D"		Unid	1	\$ 60.000	\$ 60.000
	Termomagnéticos 3x20 A "D"		Unid	1	\$ 60.000	\$ 60.000
	Termomagnéticos 3x32 A "D"		Unid	1	\$ 62.000	\$ 62.000
	Diferencial 2x25A 30mA		Unid	3	\$ 80.000	\$ 240.000
	Diferencial 4x25A 30mA		Unid	2	\$ 105.000	\$ 210.000
	Diferencial 4x40A 30mA		Unid	1	\$ 115.000	\$ 115.000
	Cable 1 mm² LDH		metros	100	\$ 240	\$ 24.000
	Cable 6 mm² LDH		metros	100	\$ 480	\$ 48.000
	Cable 4 mm² LDH		metros	100	\$ 702	\$ 70.200
						\$ 0
	Total (S/IVA)					\$ 2.693.900

Fuente: Precios referentes a cotizaciones con proveedores.

El costo total de los materiales para el área de control es de \$2.693.900 en precio NETO.

Para el área de control, posterior al estudio y planificación del encargado del proyecto se determina comprar el material visualizado en la tabla 3.8. Los materiales suministrados son de varios proveedores, ya que, se analiza precio costo, tiempo de entrega y formas de pago.

Tabla 0-7 Recursos humanos empleados en el área de Obras civiles

Mano de Obra	Adm Contrato		HH	0	\$ 25.000	\$ 25.000
	Ing. Jefe de Obra		HH	0	\$ 18.000	\$ 0
	Prev. de Riesgos		HH	0	\$ 12.500	\$ 62.500
	Ingeniero Oficina Técnica		HH	0	\$ 12.500	\$ 0
	Técnico Oficina Técnica		HH	0	\$ 6.500	\$ 32.500
	Dibujante		HH	0	\$ 6.500	\$ 32.500
	Constructor Civil		HH	0	\$ 14.500	\$ 0
	Supervisor de OO/CC		HH	0	\$ 10.500	\$ 0
	Maestro civil 1		HH	0	\$ 6.600	\$ 0
	Maestro civil 2		HH	0	\$ 6.600	\$ 0
	Maestro civil 3		HH	0	\$ 6.600	\$ 0
	Ayudante civil 1		HH	0	\$ 5.500	\$ 0
	Ayudante civil 2		HH	0	\$ 5.500	\$ 0
	Ayudante civil 3		HH	0	\$ 5.500	\$ 0
	Ayudante civil 4		HH	0	\$ 5.500	\$ 0
	Ayudante civil 5		HH	0	\$ 5.500	\$ 0
	Supervisor de OO/EE		HH	0	\$ 10.500	\$ 0
	Maestro Eléctrico 1		HH	80	\$ 7.100	\$ 568.000
	Maestro Eléctrico 2		HH	0	\$ 7.100	\$ 0
	Maestro Eléctrico 3		HH	0	\$ 7.100	\$ 0
	Maestro Eléctrico 4		HH	0	\$ 7.100	\$ 0
	Ayudante Eléctico 1		HH	80	\$ 5.500	\$ 440.000
	Ayudante Eléctico 2		HH	80	\$ 5.500	\$ 440.000
	Ayudante Eléctico 3		HH	0	\$ 5.500	\$ 0
	Ayudante Eléctico 4		HH	0	\$ 5.500	\$ 0
	Ayudante Eléctico 5		HH	0	\$ 5.500	\$ 0
	TOTAL (S/IVA)					\$ 1.448.000

Fuente: Referencia de precios utilizados por INGESAT SpA.

El costo total de las HH involucradas en el área de control es de \$1.448.000, valores netos.

Las HH del área de control se considera tanto las horas de técnicos en terreno como trabajos administrativos de planificación, logística e informes técnicos.

Tabla 0-8 Transporte, logística y valor total.

Transporte	Peaje		c/u	0	\$ 2.500	\$ 0
	Camioneta 1		dia	0	\$ 40.000	\$ 0
	Camioneta 2		dia	0	\$ 40.000	\$ 0
	Camioneta 3		dia	0	\$ 40.000	\$ 0
	Camión Pluma 1		hora	0	\$ 35.000	\$ 0
	Camión pluma 2		c/u	0	\$ 200.000	\$ 0
	Combustible		km	0	\$ 1.300	\$ 0
	Total					\$ 0
Estadía	Estadía con alojamiento		día	0	\$ 40.000	\$ 0
	Estadía sin alojamiento		día	8	\$ 6.000	\$ 48.000
	Viatico fuera de zona		día	0	\$ 10.000	\$ 0
	Total (S/IVA)					\$ 48.000

		Pesos	UF
Subtotal Neto		4.189.900	116.28
Imprevistos	5%	209.495	5.81
Gastos Generales	10%	418.990	11.63
Utilidad	15%	628.485	17.44
PRECIO			
UNITARIO		5.446.870	151.16

En la tabla 3.10 plasmamos los gastos económicos de transporte, logística y los valores finales correspondiente al área de control.

Para este proyecto no se considera transporte, ya que los trabajos son en la ciudad de Santiago de Chile y los trabajadores llegan directamente al sector de la faena, para lo que es almuerzo se considera el bono de almuerzo a los trabajadores. El valor final para el área de transporte y logística de control es de \$48.000 pesos neto.

Para el área de control, el gasto total asciende a \$5.446.870 con el IVA incluido, con un valor UF 151.16.

2.6.3 Carta de presupuesto.

Finalizado el análisis de precios (APU) y la planificación de trabajos en carta gantt. Se entrega al cliente una carta de presupuesto donde se expone los alcances del proyecto, que fija los trabajos a realizar, plazos, precio detallado por área y formas de pago.

Los alcances se realizan para que el cliente tenga conocimiento de lo que se intervendrá y en caso de solicitar actividades que no estén escritos en este punto serán cobrados como adicionales y se analizara de manera directa con el jefe de obra con el ingeniero a cargo su ejecución.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proceso de purificación de agua al pasar de los años se realiza de manera más eficiente y de manera más consciente con el medio ambiente. Es importante avanzar en tecnologías y generar un producto de calidad. La planta está diseñada según el requerimiento de la empresa mandante que es SAESA. Esta empresa cuenta con un plan de mantenimiento a equipos de subestaciones anual y en la cual se incluye el lavado de equipos de subestaciones e Ingesat este encargado de realizar estos mantenimientos que van adjuntos al contrato de mantenimiento adquirido por Ingesat. Evitar deterioramiento de los equipos es crucial para entregar a los clientes un servicio de calidad y óptimo para la SAESA, por lo cual esta propuesta apunta a mejorar los tiempos y reducción de gastos para la empresa.

El diseño de automatización ahorra tiempo y horas hombres para su funcionamiento, llevar un control de horas para los filtros es clave para el correcto funcionamiento. Por lo cual la propuesta apunta a utilizar de manera correcta la planta y generar los mantenimientos correspondientes a los equipos de las subestaciones de manera eficiente, por esta razón es porque se utiliza un PLC que puede albergar distintas funciones de control de horario y dar aviso oportuno de las mantenciones a realizar.

Los costos para el proyecto son altos, pero toda inversión a lo largo del tiempo generara ganancias, el foco principal de desarrollar esta planta a partir de lo propuesto es disminuir tiempos por compra de agua y aprovechar de correcta manera las instalaciones con las que cuenta el mandante. El proyecto es viable si se cumple con lo propuesto y se realiza la planificación adecuada.

BIBLIOGRAFIA

<https://hidroquivir.com/osmosis-inversa/> Contenido sobre la explicación de que es la osmosis inversa y como funciona.

<https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/43777/3560901063989UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Recurso para diagrama de una planta purificadora realizada en minería.

https://miro.com/app/board/o9J_l9EMQN4=/ Pagina para realizar diagrama de flujo de una planta purificadora de agua.

<http://plcsantiago.blogspot.com/2017/07/tipos-de-plc.html> Información para conocer los distintos tipos de PLC.