

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

Facultad De Ingenierías Y Arquitectura

Programa De Ingeniería Mecatrónica



DESARROLLAR UN PLAN DE OPTIMIZACIÓN A PARTIR DEL CONTROL DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA PLANTA EN LA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS (EMPUGAM SAS).

Emanuel David Carrascal Romero

1065822217

Pamplona

2020

Universidad De Pamplona

Facultad De Ingenierías Y Arquitectura

Programa De Ingeniería Mecatrónica



DESARROLLAR UN PLAN DE OPTIMIZACIÓN A PARTIR DEL CONTROL DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA PLANTA EN LA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS (EMPUGAM SAS).

Emanuel David Carrascal Romero

Director:

M.Sc. Diego José Barrera Oliveros

Pamplona

2020

Dedicatoría

A mi abuelo Juan que siempre veló por mi bienestar y por las palabras de aliento para continuar y cumplir esta meta y a pesar de que no está conmigo, estás orgulloso de mi.

Mis padres por su amor y voluntad

Agradecimiento

A Dios por la sabiduría y las fuerza para continuar con mi carrera.

A mis padres por su apoyo incondicional, por la motivación que me brindaron día a día, por siempre creer en mi a pesar de muchas dificultades por las que pasé en un principio en el ámbito académico.

A mis hermanos por la unión y la fortaleza que nos caracteriza.

A Psicóloga Nathalia Jácome por brindarme su ayuda y guía en el proceso tanto personal como académico.

Al profesor Diego Barrera por su acompañamiento en la construcción de este plan de trabajo profesional.

A la universidad por darme la oportunidad de hacer parte del programa de Ingeniería Mecatrónica.

Tabla de contenido

Resumen.....	10
Introducción	12
Planteamiento Del Problema.....	14
Descripción y planteamiento del problema.....	14
Formulación del problema	15
Justificación	16
Objetivos.....	17
Objetivo general	17
Objetivos específicos.....	17
Metodología	18
Marco Teórico.....	20
Capítulo I. Programa P&ID.....	20
Instrumentación Y Diagramas P&IDs.....	20
Clases De Instrumentación.....	21
Diagramas De Instrumentación P&ID	22
Criterios De Elaboración De Diagramas P&IDs.....	22
Capitulo II. Vida útil de los instrumentos	27
Correctivo.....	27
Preventivo.....	28
Predictivo.....	28
Sistema de alimentación.....	30
Capitulo III. Control de nivel	31
Sensor interruptor de flotador.....	31
Funcionamiento de conexión de Relé térmico	35
Selección De Componentes.....	39
Costos de elementos	42
CADe_SIMU.....	43
Marco Contextual.....	45
Descripción General.....	45

Captación.....	46
Desarenadores	47
Canal Parshall.....	49
Floculadores	51
Sedimentadores	52
Filtros	53
Tanque de almacenamiento.....	54
Distribución.....	54
Zona alta.....	55
Zona baja.....	55
Dimensiones reales de la planta	57
Resultados	60
Descripción De Vida Útil De Los Instrumentos.....	63
Optimización.....	69
Actividades Emergentes.....	85
Conclusiones.....	88
Referencias.....	89
Anexos.....	95

Tabla de figuras

Figura 1. Visualización estructural de la planta.....	18
Figura 2 Ilustración de un diagrama P&ID.....	24
Figura 3 Diagrama de procesos P&ID de tanques.....	25
Figura 4 Elección de tipos de diagrama a trabajar con enfoque de la ingeniería.....	26
Figura 5 interruptor de flotador.....	32
Figura 6 conexión interna del flotador.....	32
Figura 7 Conexión motor monofásico flotador de nivel y selector de 3 posiciones.....	33
Figura 8 Arranque y parada motor bomba trifásico con flotante manual/automatico	34
Figura 9 Esquema de alimentación de flotador utilizado para llenado de tanques	35
Figura 10 caja de accionamiento de motor trifásico control ESTRELLA-DELTA.	36
Figura 11 Equipamiento de relé de sobrecarga.....	37
Figura 12 Flotador AT 120.	39
Figura 14 Pulsador de marcha.....	41
Figura 15 Pulsador de paro de emergencia.....	41
Figura 16 librerías y simbologías del software CADe_SIMU.....	44
Figura 17 boya de captación.....	46
Figura 18 Motor de captación.....	46
Figura 19 Bocatoma a canal de desarenadores.....	47
Figura 20 Módulo de desarenadores.....	48
Figura 21 Inicio de desarenadores.....	48
Figura 22 Inicio de canal Parshall.....	49
Figura 23 Cubículo de laboratorio y entrada de canal.....	50
Figura 24 Canal parshall.....	50
Figura 25 Módulos de floculación.....	51
Figura 26 Etapa de sedimentación.....	52
Figura 27 Estanque para filtrado.....	53
Figura 28 área de tanque de almacenamiento cubierto por techo protector.....	54
Figura 29 Motor para distribución zona alta.....	55
Figura 30 Motor para distribución zona baja.....	56
Figura 31 Mapa técnico a escala de planta de tratamiento desarrollada en SOLIDWORKS 2019.	58
Figura 32 Visualización de la planta 3D.....	59
Figura 33 diagrama P&ID del sistema de tratamiento.....	62
Figura 34 Válvulas inicio de desarenadores.....	63
Figura 35 Válvulas final de desarenadores.....	63
Figura 36 Válvulas central de desarenadores.....	64
Figura 37 Válvulas de tanque almacenamiento.....	64
Figura 38 Válvulas de filtros.....	65

Figura 39 Válvulas de sedimentador izquierdo.	65
Figura 40 Válvulas de sedimentador derecho.	66
Figura 41 Eje de válvula para cierra de compuesta.	66
Figura 42 Plataforma grafica de simulación.	70
Figura 43 Interfaz de programación “inicialización”.	71
Figura 44 Interfaz de programación “condicionales”.	72
Figura 45 Interface RUNTIME.	72
Figura 46 Accionamiento manual “INICIO”.	73
Figura 47 Visualización de llenado para accionamiento del sensor.	74
Figura 48 Accionamiento de etapa de distribución zona alta y baja.	74
Figura 49 Accionamiento de etapa de distribución.	75
Figura 50 Variación de nivel.	75
Figura 51 Paro del sistema.	76
Figura 52 Diagrama eléctrico.	78
Figura 53 Accionamiento modo simulación.	79
Figura 54 Inicio de accionamiento estado manual.	80
Figura 55 Accionamiento de guardamotor -Q1 y pulsado -S2.	81
Figura 56 Activación de Pulsador de PARO.	82
Figura 57 Cambio de posición del selector AUTO.	83
Figura 58 Accionamiento de sensor de nivel.	84
Figura 59 Propuesta de desarrollo para nuevas líneas de tuberías en SolidWorks.	86
Figura 60 Diferenciación de líneas de tuberías requerida y existente.	87

Lista de tablas

Tabla 1 Tiempo medio entre fallos de los instrumentos. Fuente U.S. Environmental Protection Agency.....	29
Tabla 2 lista de materiales con costos comercial	42
Tabla 3 dimensiones de planta de tratamiento	57
Tabla 4 Descripción de estado de vida útil de los instrumentos.	68

Resumen

La infraestructura y control de la planta que suministra el servicio básico de agua potable del municipio de Gamarra Cesar, se encuentra dirigida por la Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado EMPUGAM S.A.S E.S.P. Donde se realizó la práctica empresarial necesaria para el desarrollo de trabajo de grado, la cual se tomó como objetivo realizar un diagnóstico detallado del estado de vida útil de equipos en conjunto a un plan de optimización a partir del control del sistema de distribución de la planta, en base de la instrumentación industrial utilizada por la empresa para la prestación de servicio de agua potable del municipio.

Se realizó un diagrama de tuberías e instrumentación “P&ID” el cual describe la composición del sistema de flujo en el proceso de la planta, tomando en consideración cada uno de los instrumentos que lo conforman. Este esquema contribuyo con el mejoramiento y entendimiento del sistema, conllevando a la realización tanto en el mantenimiento preventivo como el correctivo (de ser necesario); dando una mejor perspectiva del sistema de control de la planta en general. Sujeto a este esquema se da una evaluación y explicación detallada del funcionamiento del proceso de la planta.

Palabras claves: diagramas P&ID, optimización, vida útil de instrumentos, control y sistema de distribución.

SUMMARY

The facility infrastructure and control which provides the basic drinking water service to the Gamarra village, it is managed by the public household company service of water and sewage or EMPUGAM S.A.S E.S.P. where it took place the corporate practicum required in the development of degree work, which took as an objective to conduct a detail diagnosis of the useful life of equipment altogether with an optimization plan, starting with the distribution system of the facility, on the basis of the industrial implementation used by the drinking water provision service company from the village.

A diagram of tubes and implementation has been developed “P&ID” which describes the flux composition system in the facility process, taking into account each one of the composing instruments. The scheme contributed with the system improvement and understanding, leading to the achievement as well as to the preventive and corrective maintenance (if necessary); providing a better system control perspective of the facility in general. Bounded to this scheme an evaluation and a detailed explanation is provided to the facility operation process.

Key words: P&ID schemes, optimization, instruments useful life, distribution system and control.

Introducción

La sociedad ha estado en pleno auge de mejoramiento y optimización de diversas ramas de la ingeniería, por lo que se busca como objetivo proporcionar una eficiencia mucho más alta en la utilización de dispositivos industriales donde prima la seguridad y trabajo a gran escala, que normalmente se encuentra una relación entre operario y la máquina.

Las grandes empresas enfocadas a la distribución de productos como energías, piezas de manufactura, ensamblaje, servicios públicos, entre otras actividades, han ido en un constante crecimiento, necesarias para el comportamiento positivo en innovación de la economía.

Según Machado (2009) las empresas han logrado ir implementando la utilización de la automatización como pilar fundamental, buscando disminuir la mano de obra humana, no obstante, la interacción del operario aún sigue siendo necesaria en la supervisión y cumplimiento de la función en la máquina.

Entonces, dentro de la utilización de la automatización, se encuentra la rama de la instrumentación industrial, el cual fundamenta y estandariza los dispositivos utilizados en la industria que satisfacen una funcionalidad específica, en las distintas etapas con las que pueda contar una planta. La instrumentación cumple diversas funciones en las que pueden destacarse para tomar mediciones, control, alcance, ect, que pueda contemplar un proceso en general.

Para la realización de este proyecto, se tomó como campo de estudio una planta de tratamiento enfocada en el proceso de captación, aclaración y distribución del servicio de agua potable del municipio de Gamarra Cesar, la cual cuenta con las etapas convencionales utilizadas para este tipo

de procesos comenzando por desarenadores, floculación, sedimentación, filtrado, almacenamiento y distribución.

Por lo cual, se realizó una aplicación en base a los instrumentos industriales que lo constituyen, haciendo referencia a la utilización de los diagramas P&ID que dan una explicación simbólica de la instrumentaría utilizada en el ciclo de tratamiento del agua captada, que tiene como fuente hídrica el río Magdalena.

De igual forma, se acopló al estudio la identificación del estado de vida útil de los instrumentos donde es sumamente importante a la hora de prevenir averías futuras, el cual pueda surgir un desequilibrio del proceso ocasionando fallas y posibles accidentalidades dirigidas mayormente a los operarios presentes en la supervisión del proceso. Por esta razón es necesario la utilización de un plan piloto de mantenimiento preventivo en la que se detalla el funcionamiento del instrumento y especificando detalles que pueda ocasionar sus posibles fallos.

Planteamiento Del Problema

Descripción y planteamiento del problema

El acueducto esta manejado de manera lineal, regido por areas que cumplen una función específica para el tratamiento del agua potable. La manera en que se operaba se lograba cumplir con el tratamiento de agua potable, pero que a su vez tienen diversas falencias. Las falencias presentadas en la planta se podrían ver influenciadas ya que no cuentan con diagramas, fichas técnicas de funcionamiento de los instrumentos y solo cuentan con un operario que ha trabajado por muchos años.

En este caso lo que se busca tomar como objetivo principal de este trabajo, proporcionar un mejoramiento esquemático por medio de la aplicación de los diagramas P&ID, dar un aporte de optimización ligado a la parte de distribución del agua ya tratada y realizar un Manual técnico donde exprese el estado de los instrumentos, que ayude a entender de manera más general el proceso completo de la planta, que a la hora de realizar un mantenimiento se pueda atacar la problemática que se presente al tener una mejor visión de la distribución de la planta.

Con respecto a la optimización se plantea en base a que la etapa de distribución se utilizan 2 motores los cuales cumplen con el bombeo de agua tratada y almacenada hacia las zonas residenciales del municipio de Gamarra Cesar, pero resulta que en momento cuando el caudal disminuye y el bombeo al ser constante poco a poco va disminuyendo el nivel estandar de la pileta de almacenamiento, ocasionando el fenómeno físico conocido como cavitación o aspiración en vacío, causada por la filtración de aire a través de la tubería que une el tanque con la bomba. Causando posibles averías en la tubería y en el sistema de trabajo de la bomba; donde la única manera de detener este colapso o falla es desconectando el equipó de manera manual realizada por el operario a cargo.

Formulación del problema

¿Contribuirá de manera positiva la implementación de diagramas P&ID para el mejoramiento en los procesos de la planta de agua potable?

Justificación

Los sistemas de acueducto y alcantarillado suelen ser un pilar fundamental en nuestra sociedad, esto gracias a la densa población y el crecimiento acelerado de la infraestructura en nuestro país. Por ende, el tratamiento y distribución de este recurso tan valioso suele ser muy delicado, ya que al ser utilizado para el consumo humano debe cumplir con diversas reglamentaciones que adecuen el agua cruda a agua potable básica para el consumo humano, teniendo en cuenta factores físico-químico para que este recurso pueda cumplir con sus estándares de calidad.

En este caso el municipio de Gamarra cuenta con una planta de tratamiento que suplente las necesidades básicas sanitarias, pero no tiene un control técnico establecido, por ende, es sumamente importante la implementación de metodologías de ingenierías que pueda dar a conocer a detalle su tipo funcionamiento haciendo saber la secuencia de los procesos que actúan para cumplir de manera eficiente la distribución del agua tratada. La instrumentación industrial que se utiliza toma un papel clave y a su vez se necesita mantener en óptimas condiciones cada uno de los dispositivos que se requieran, acoplados a un plan de mantenimiento que mejore constantemente el servicio brindado.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, la incursión a la automatización ha ido en aumento, gracias a su practicidad y efectividad en los procesos, aliviando el esfuerzo del operario y así mejorando la prevención de accidente de trabajo. Se logra plantear una propuesta en este tipo de accionamiento automatizados y realizando a detalle diagramas de comprensión simbólica y simulada para percibir el estado tanto de los instrumentos, como de los procesos que componen a la planta, en esto es lo que requiere trabajar en esta práctica brindando así una incursión progresiva de la automatización en los procesos que maneja.

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar un plan de optimización a partir del control del sistema de distribución de agua potable de la planta en la empresa de servicios públicos (EMPUGAM SAS).

Objetivos específicos

Diseñar los diagramas P&ID que describan las etapas que componen el sistema de distribución de la planta.

Elaborar los reportes del estado de la instrumentación utilizada en el sistema de distribución del acueducto EMPUGAM con fines de mantenimiento preventivo.

Plantear una propuesta de control automático de la etapa de almacenamiento previa a la etapa de distribución del servicio de agua potable en el municipio de Gamarra Cesar.

Validación gráfica de funcionamiento de optimización en software intouch.

Metodología

La figura 1, corresponde al espacio de desarrollo de la practica mostrando la estructura física de la planta de distribución de agua manejada por la empresa de EMPUGAM ubicada a las afueras del municipio.



Figura 1. Visualización estructural de la planta.

Se realizo un reconocimiento básico de la infraestructura de la planta, detallando cada uno de los procesos que componen este sistema desde la captación hasta lograr su distribución. Se

tomaron evidencias fotográficas del estado físico de los instrumentos, como las válvulas de compuertas, sensores, motores y todas las etapas que la componen.

Con la observación tomada se llevó a la realización del diagrama P&ID que describe desde el inicio del proceso hasta su finalización, dando una visualización de cada uno de los elementos que la componen a la planta, utilizando el software EDraw max 9.4; la cual cuenta con toda la simbología y normas en realización de los diagramas de tuberías e instrumentación correspondiente.

Se realizó un informe a detalle con ayuda de las evidencias fotográficas y el desarrollo de un mantenimiento de las etapas del sistema, donde se paraliza el proceso para lograr evacuar todos los desechos acumulados en las etapas iniciales en busca de evitar la acumulación excesiva de sedimento en la estructura; A su vez el funcionamiento de los motores y el correspondiente cableado utilizado como alimentación

Se da a conocer un plan de optimización referente a la problemática de accionamiento de los motores, se plantea una incorporación de un sensor de nivel acoplado a la etapa de protección para el accionamiento del motor que impulsa el transporte de agua tratada que se capta en el tanque de almacenamiento. Este sensor corresponde a la utilización de una boya de interruptor automático para accionar y parar el motor en caso de que suceda una disminución del nivel del agua y evitar exponer al motor a una falla estructural.

Se desarrolla mediante la utilización simulada en Intouch el comportamiento en la etapa de distribución al motor correspondiente a la parte alta del municipio dando una validación gráfica de la optimización, a su vez también se realizó la conexión simulada en el software CADe simu, visualizando el accionamiento manual y automático utilizando el sensor de nivel.

Marco Teórico

Capítulo I. Programa P&ID

En este capítulo se abordará de manera teórica según diversos autores el programa P&ID, el cual, se fundamenta para dar cumplimiento al primer objetivo de desarrollo, enfocado al diseño del programa en cuestión respecto a la instrumentación del sistema de suministro de agua potable para el municipio de Gamarra Cesar.

El campo industrial ha llevado un índice de crecimiento acelerado, tomado en gran parte por instrumentos que facilitan el control de los procesos, donde se toman en consideración las variables que se requieran medir, disminuyendo cada día menos el riesgo y utilización de mano de obra humana. La instrumentación industrial se encuentra compuesto de diversos elementos donde cumplen una amplia gama de funciones empleadas para la medición, conversión, transmisión y control de variables, sujetas diversos procesos industriales teniendo en cuenta que las variables pueden ser tanto físicas como químicas y que a simple vista no sería completamente preciso. Creus, A. (2011).

Instrumentación Y Diagramas P&IDs

Los diagramas P&ID han tomado auge en base a la proyección de manera simbólica como se encuentra constituidos los sistemas de procesos que puedan existir en una planta, donde se toman como base la utilización de la norma ISA S5.1 encargada del establecimiento de manera uniforme y estandarizar la representación, identificación y funciones correspondiente a cada uno

de los instrumentos, ya sean de medición y control donde designa al sistema un identificación y símbolos gráficos. Basu & Debnath. (2019).

Clases De Instrumentación

Dentro la instrumentación se encuentra dispositivos tanto primarios, secundarios, auxiliares y de accesorios para la asignación funcional de lazo, las identidades y los símbolos. Por cual se cita textualmente a Carballo, J., Romero, D. (2011) quienes mencionan lo siguiente:

- **Instrumentos primarios** se le destina esta denominación a aquellos dispositivos que se dispone para medición, seguimiento y control. En los que se describen los registradores, transmisores, controladores, válvulas y dispositivos de control.
- **Instrumentos secundarios** se dirigen a medir, monitorear y tener control de dispositivos que se encuentran en el hardware, de los que se pueden destacar visores de nivel, manómetros, termómetros y reguladores de presión.
- **Instrumentos auxiliares** se dirigen a los dispositivos capaces de medir, controlar o calcular, necesarios para el funcionamiento y eficacia de los instrumentos primarios y secundarios.
- **Instrumentos de accesorios** se refiere a los dispositivos y hardware que no cumplen las función de medir o controlar, son esenciales para monitoreo o sistemas de control.

Diagramas De Instrumentación P&ID

Consiste en la descripción esquemática, simbólica y nomenclatura de los instrumentos y componentes pertenecientes en un sistema de distribución tipo industrial. Estas denominaciones son dadas y regidas por la norma definida a nivel mundial por ISA S5.1.

En estos esquemas pueden representarse cualquier tipo de sistema de control de procesos integrando tuberías e instrumentos (P&ID) utilizando los distintos símbolos normalizados (tuberías, bombas, motores y otros elementos auxiliares).

Criterios De Elaboración De Diagramas P&IDs

Dentro de estos criterios fue muy necesario citar a Carballo, J., Romero, D. (2011) ya que describen a detalle para la elaboración de este tipo de diagramas como lo son:

- Equipos: esquematizar cada dispositivo como:
 - ✓ Unidades separadas
 - ✓ Unidades en paralelo
 - ✓ Resumen de las especificaciones de cada equipo
- Tuberías: se encuentran representada por líneas, donde se dispone purgas, torna de muestra y especificación.
 - ✓ Tamaño

- ✓ Espesor
- ✓ Materiales de construcción
- ✓ Aislamiento
- Instrumentación
 - ✓ Indicadores
 - ✓ Registradores
 - ✓ Controladores
 - ✓ Mostar los lazos de control principales
- Servicios auxiliares
 - ✓ Punto de entrada
 - ✓ Punto de salida

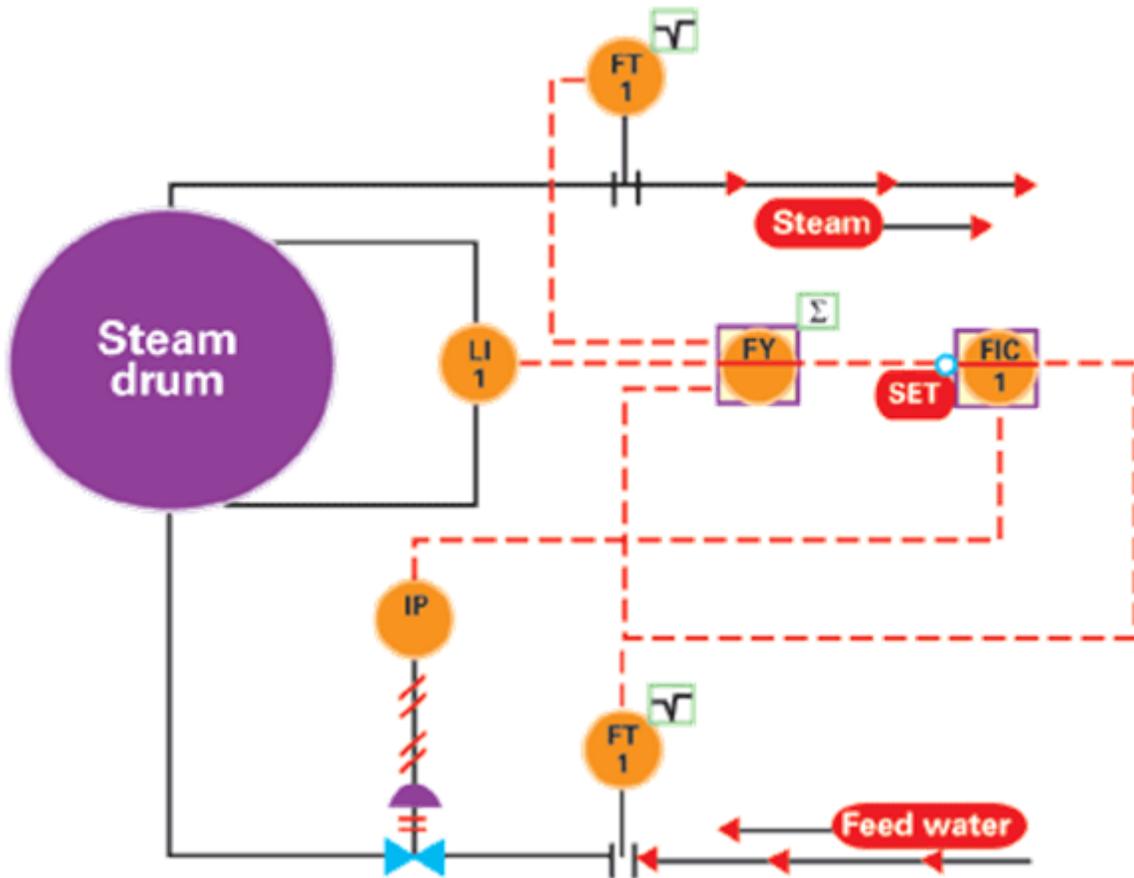


Figura 2 Ilustración de un diagrama P&ID. Recuperado de: Carballo, J., Romero, D. (2011).

En el plano aplicativo a nivel nacional de manejo de los diagramas P&ID han sido utilizados para este tipo de procesos de tratamiento y potabilización del agua, este es el caso del sistema de potabilización en puerto Asís - putumayo, donde este proyecto tuvo como fin reforzar el suministro de acueducto como plan piloto a causa de que en la región no existía un sistema de acueducto y alcantarillado óptimo, por esta razón se planteó un diseño e implementación de un sistema autónomo eficaz que proporcione la potabilización del agua proveniente de las fuentes hídricas naturales de la región, a su vez crear un mantenimiento adecuado de cada uno de los filtros en función al sistema requerido.

Se encontró sujeto a la utilización de un Diagrama para un proceso P&ID, que ayude a la identificación de cada uno de los instrumentos como sensores, actuadores y protección. Gómez, A. (2016).

El aplicativo de este tipo de diseño elaborado por este trabajo servirá de referencia en el momento de su utilización guía para este proyecto en desarrollo en la plata de gamarra – Cesar y su importancia en la identificación de la instrumentaría que describe la planta.

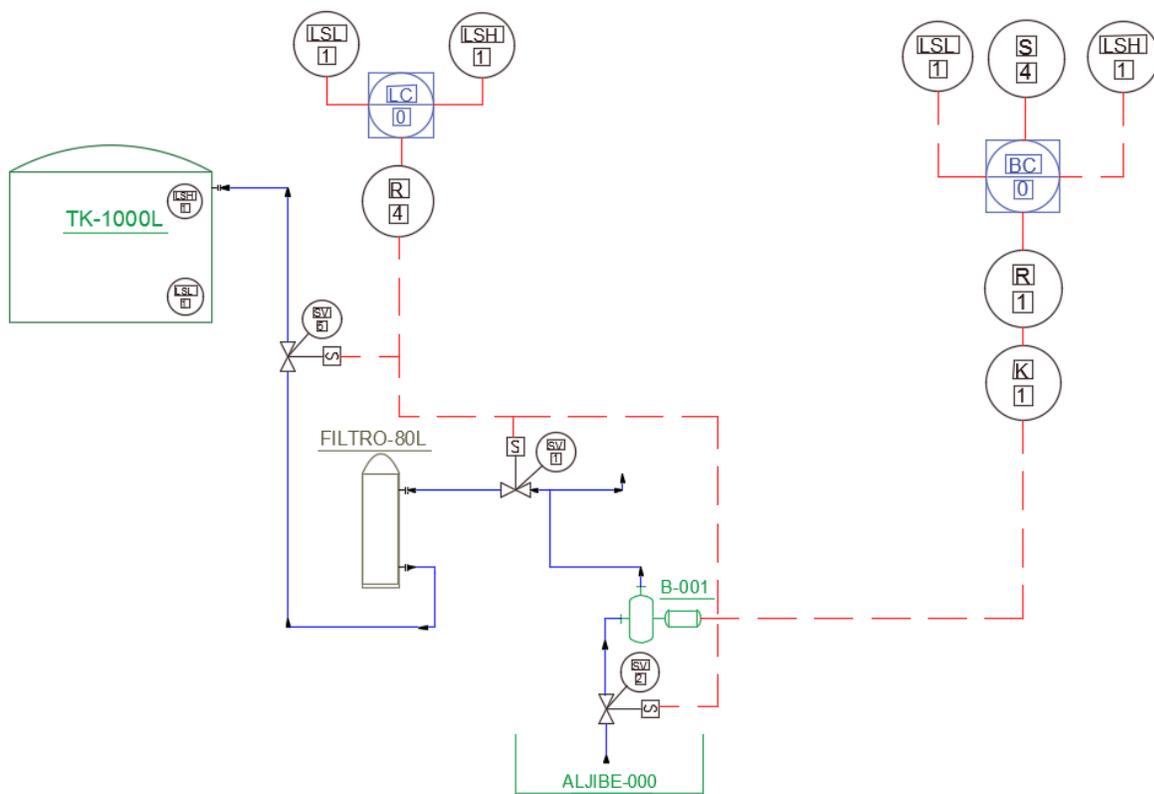


Figura 3 Diagrama de procesos P&ID de tanques. Recuperado de: Gómez, A. (2016).

EDraw max

Para el desarrollo del diagrama P&ID es necesaria la utilización de un software que proporcione los diversos instrumentos industriales necesario para su desarrollo, en este caso se

manejó la utilización de EdrawSoft (2016). El cual describe textualmente que corresponde a un software grafico multiplataforma diseñado para la elaboración de diagramas de flujo de aspecto profesional, diagramas de red, organigramas, presentaciones empresariales, planes de Contruccion, mapas mentales, diseños de moda, diagramas UML, flujos de trabajo, estructuras de programas, diagramas de diseño web, diagramas de ingeniería eléctrica, mapas direccionales, diagramas de bases de datos. El cual se tomará de manera fundamental como plataforma para el desarrollo de diagrama P&ID correspondiente al objetivo planteado.

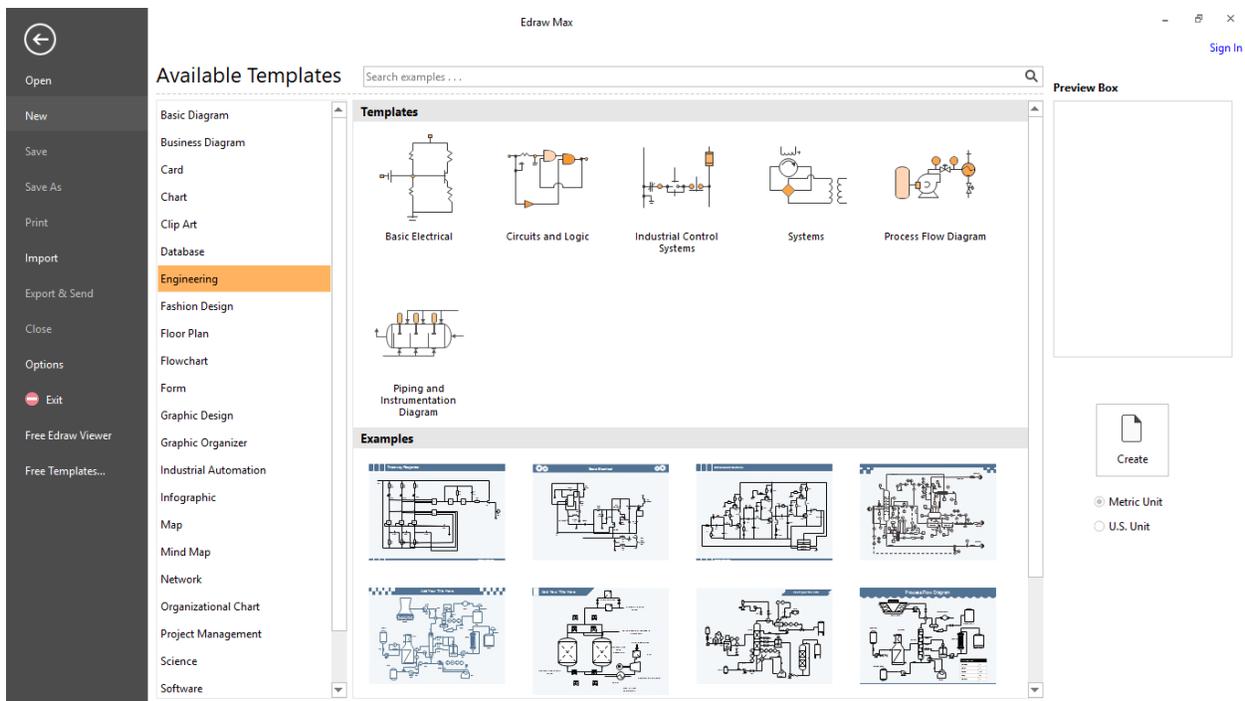


Figura 4 Elección de tipos de diagrama a trabajar con enfoque de la ingeniería.

Capítulo II. Vida útil de los instrumentos

La vida útil de los instrumentos toma un papel fundamental en el funcionamiento eficiente de un sistema industrial, donde también es conocido como vida de servicio que puede desarrollar el instrumento a utilizar, que debiera estar especificado por el fabricante. Jaramillo J. (2011).

El fortalecimiento y manejo de los parametros necesarios para la vida útil de los instrumentos se encuentra apoyado por elaboración del plan de mantenimiento donde Caiza, N. (2016), expresa que, para los procesos, es básico tomar precauciones y actividades de mantenimiento que prolongue la vida útil del componente que la conforman.

Tomando en cuenta lo anterior prima tener un plan de mantenimiento, necesario para fomentar una prolongación de servicio útil perteneciente a cada instrumento que se pueda pretender utilizar en un determinado proceso industrial, en este caso es necesario extraer de manera textual lo dicho en el libro, Creus A. (2011) en base a los tipos de mantenimiento como lo son:

Correctivo

Este tipo de mantenimiento se enfoca cuando se presenta el fallo del instrumento de manera total o cuando se encuentra en fase final ya sea por factores de desgaste o perturbaciones externas al ambiente en el espacio de trabajo. Es necesario un cambio de instrumento ya que el existente sufrió un fallo crítico difícil de recuperar, por esta circunstancia es necesario un paro ya sea parcial o total del proceso y evitar un colapso en otra etapa distinta. Este tipo fallas suelen ocurrir en procesos los cuales aún no han tomado medidas sensoriales ya sean análogas o digitales que ayuden a un monitoreo constante de las etapas que componen el sistema.

Preventivo

Este mantenimiento suele ser muy positivo ya que dispone y se enfoca a revisiones realizadas en periodos regulares, donde se tiene cuenta un seguimiento correspondiente a los daños o averías que se haya sufrido en el proceso y a detalles técnico de mantenimiento expuestos por el fabricante.

Este tipo de revisiones son planificadas y disponen de un equipo de mantenimiento el cual programa fechas relacionadas con el paro del proceso o estando en servicio, donde necesariamente se deben tener ya sea los aparatos, piezas para posibles cambios y recurso obrero previamente certificado.

Predictivo

Para este mantenimiento se realiza una revisión de cada instrumentó conociendo el dictamen dado por medio de dispositivos que ayudan al monitoreo de posibles fallos en el instrumento en un tiempo determinado.

La utilización ya sea de un mantenimiento preventivo o predictivo ayuda a dar una seguridad de funcionamiento positivo, referente a los instrumentos de medida y transmisión que se requieran, que para esto se deben ajustar y lograr un correcta aplicación e instalación de manera adecuada, mejorando así la fiabilidad del instrumentó dando un desarrollo estable de servicio de vida útil. Retomando lo anterior se correlaciona un concepto dado en base al tiempo medio entre fallas de los dispositivos de la cual se exponen detalles algunos ellos diferenciando el tipo de

variable e instrumentó en la siguiente tabla:

Variable	Instrumento	Tiempo medio entre fallos (años)
Presión		0,1 - 5
Caudal	Placa-orificio, Tobera, Tubo Venturi	0,2 a 5
	Turbina	0,1 a 1
	Desplazamiento positivo	0,1 a 1
	Magnético	0,5 a 1
Nivel	Burbujeo	1 a 2
	Presión diferencial	1 a 5
	Flotador	0,2 a 2
	Vidrio	0,1 a 5
Temperatura		0,5 a 2
Densidad	Nuclear	1 a 3
	Mecánico	0,1 a 0,5
Análisis	Ph y ORP	0,1 a 0,4
Conductividad		0,1 a 0,4
	Transmisor	0,7
	Válvula todo-nada	7
	Válvula de solenoide	7
	Microrruptor	0,7

Tabla 1 Tiempo medio entre fallos de los instrumentos. Fuente U.S. Environmental Protection Agency. Recuperado de: Creus A. (2011).

En el caso del mantenimiento en actuadores como lo son los motores de inducción a.c., Fraile, M. J. (2008), expresa de manera positiva que este tipo de motores en particular los utilizados con rotor de jaula de ardilla, cuentan con un sistema robusto, mayor fiabilidad, menor coste y peso por unidad de potencia suelen tener una eficiencia y mantenimiento reducido. Este motor se utiliza normalmente para transformar energía eléctrica a mecánica y gracias a su baja necesidad de mantenimiento da un cumplimiento eficiente.

Sistema de alimentación

En este ítem referente a la vida útil del motor a.c., se establece que con respecto a lo textualizado en WEG, (SF). Donde considera sumamente importante las conexiones de alimentación eléctrica. En base a esto se deben considerar un mantenimiento rutinario correspondiente a los conductores y todo el sistema de protección, que debe garantizar el suministro de energía eléctrica que irían en la correspondiente terminal de conexión del actuador.

Capítulo III. Control de nivel

En los sistemas de acueducto y alcantarillado es necesario un control constante que sea capaz de evaluar y manejar los procesos que lo conforman, como se puede relacionar el proceso de almacenamiento, en el cual es sumamente importante tener un control referente al nivel de vertimiento que sea adecuado para la distribución generada por las bomba el cual depende un funcionamiento adecuado con el flujo constante de agua, para así evitar un colapso en su estructura interna, sufrir posibles recalentamientos, que ocasionen un paro de emergencia y además suspender el transporte de agua a la población. Para poder cubrir estas posibles consecuencias se utilizan los medidores de nivel de fluidos, este tipo de instrumentos han logrado simplificar el monitoreo por su amplia aplicación, donde se miden directamente la altura de líquidos sobre una línea de referencia, captaciones producido en el sensor por el propio líquido contenido en un tanque del proceso. Pinzón, Lugo, (2019)

Sensor interruptor de flotador

Este tipo de sensor se encuentra aplicado para la conmutación de circuitos eléctricos funcionando como interruptor, el cual consiste en un objeto flotante hueco que contiene un imán, acoplado a un tubo flexible que sirve para direccionar el flotador. Los interruptores por flotador han logrado acoplar a sistemas de control de flujo de agua, donde el flotador cuenta con una densidad mucho menor que la contiene el agua por ende su movimiento va conforme al nivel ascendente o descendente del líquido. Chaparro, J. (2011).



Figura 5 interruptor de flotador. Recuperado de: Chaparro, J. (2011).

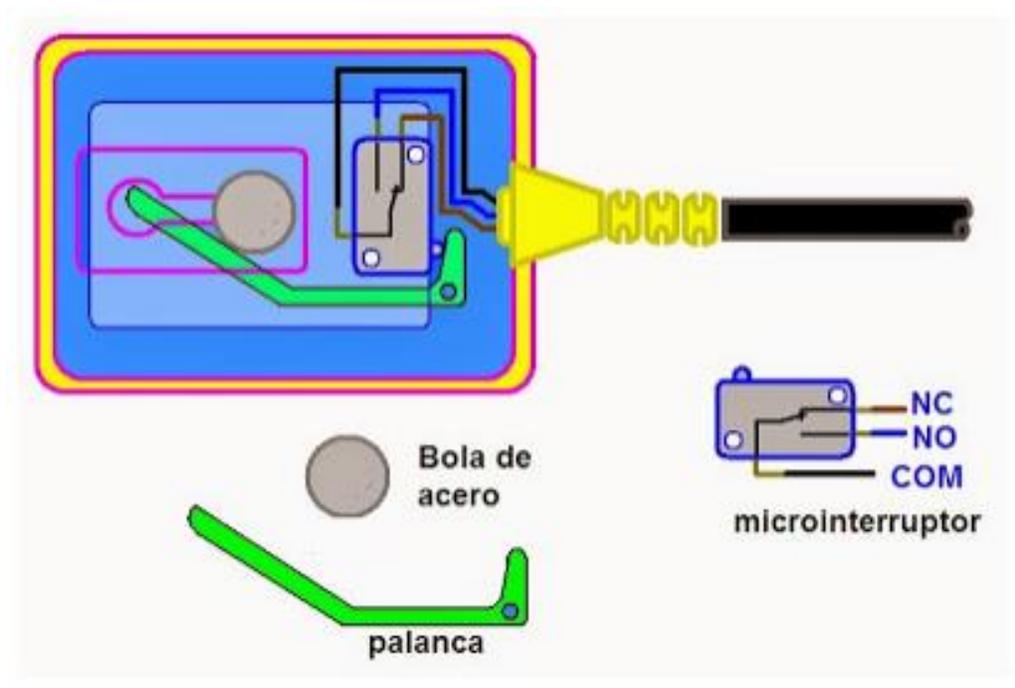


Figura 6 conexión interna del flotador. Recuperado de: Paco. (9 mayo 2015)

La figura 7 explicado Blog de la electricidad (2 feb. 2018) determina un tipo de automatización enfocado al control del accionamiento de un motor monofásico en base al manejo tanto manual como automatico direccionado por selector de tres posiciones el cual adecua y cambia de estado al sistema de accionamiento. En el caso del sensor utilizado actuara en el modo automatico siempre y cuando el nivel del fluido sea el adecuado. Y se tomara en cuenta para realización la propuesta de optimización y dar cumplimiento al objetivo dando una idea grafica de conexión y protecciones necesarias.

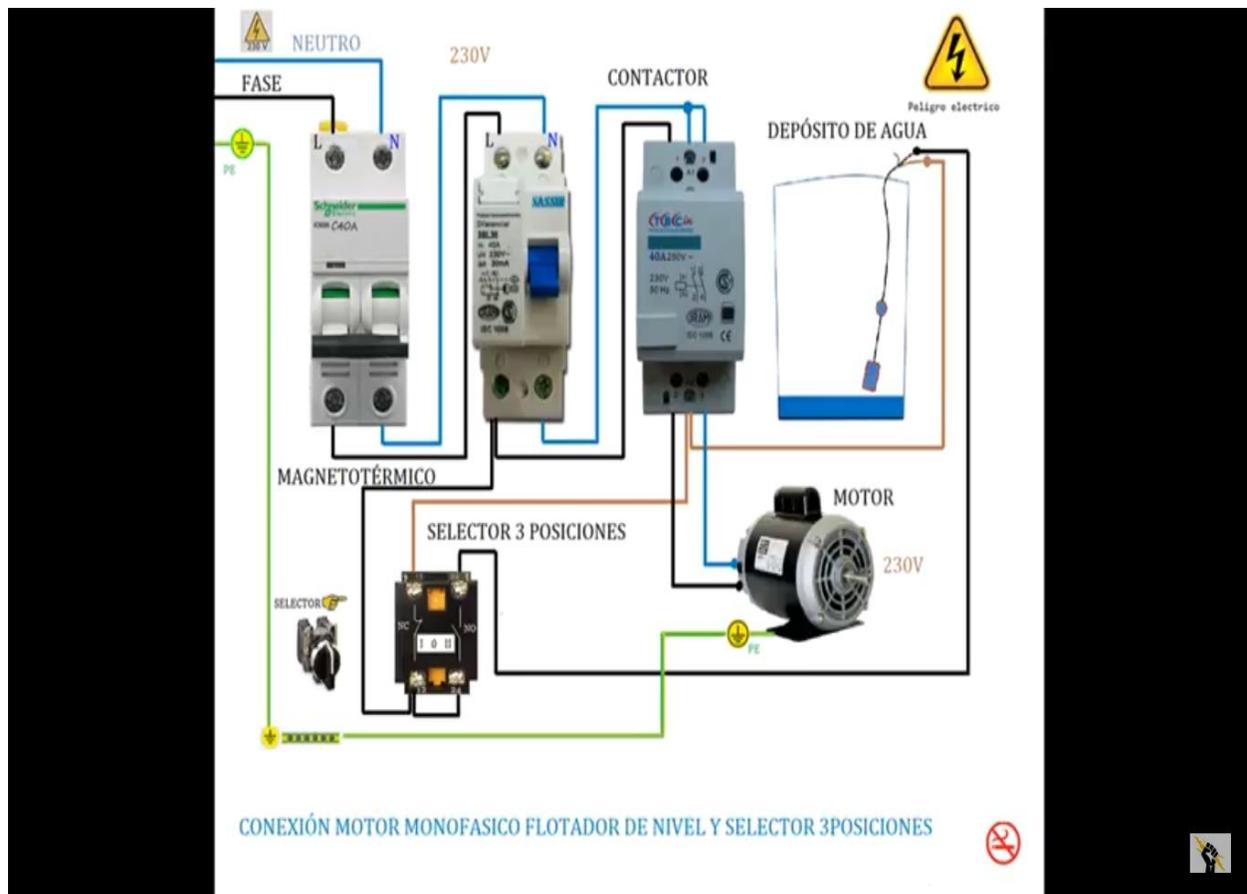


Figura 7 Conexión motor monofásico flotador de nivel y selector de 3 posiciones.

Recuperado de: Blog de la electricidad (2 feb. 2018)

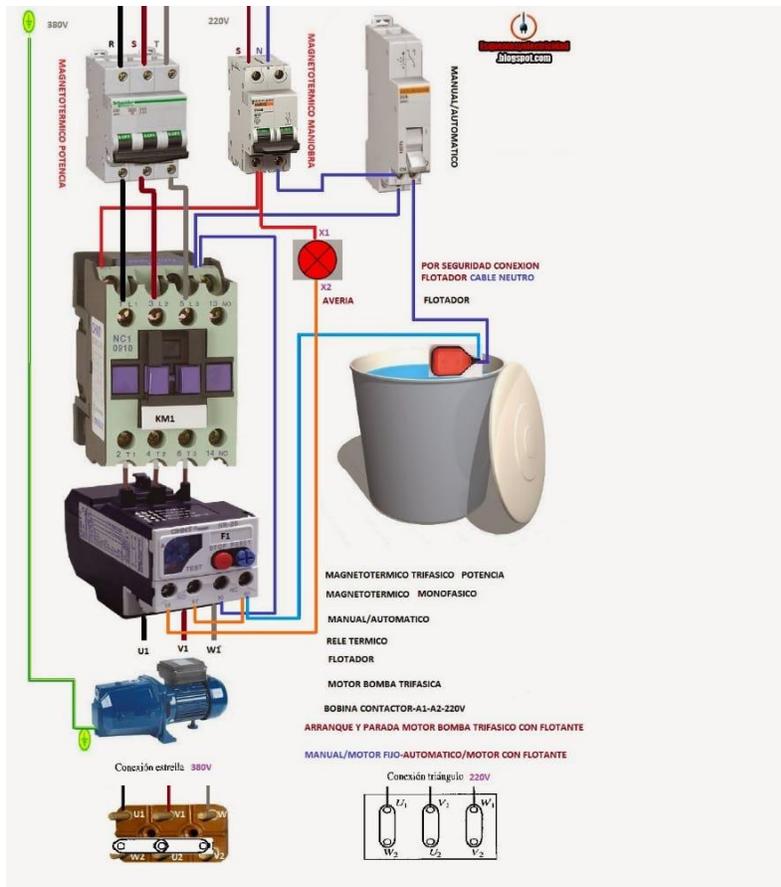


Figura 8 Arranque y parada motor bomba trifásico con flotante manual/automatico. Recuperado de: Molina E. (SF)

El accionamiento de motor trifásico expuesto por Molina E. (SF) expresa en la figura 8, un accionamiento mucho más cercano al que se propuso como plan de optimización dando referencias a un conjunto de protecciones mucho más robusto, y que logra cumplir con el aplicativo automatico para el motor de jaula trifásico utilizado en la planta para la distribución del agua tratada.

La figura 9 se toma como segunda opción en base a la alimentación necesaria del sensor donde Nastor (2015) expresa que se puede utilizar un transformador para su funcionamiento e independizar su conexión

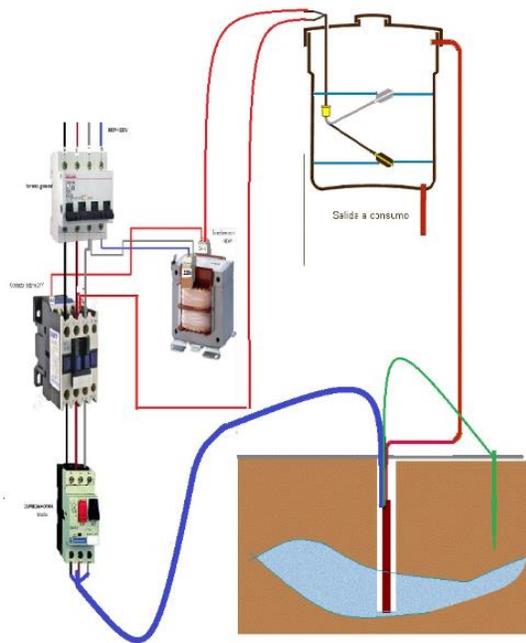


Figura 9 Esquema de alimentación de flotador utilizado para llenado de tanques. Recuperado de: Nastor (2015)

Funcionamiento de conexión de Relé térmico

Para el desarrollo a la aplicación es necesario tener muy claro el funcionamiento de un relé térmico, el cual según SIEMENS (2017), lo describe como un elemento capaz de lograr dar protección a los motores eléctricos, proporcionando una desconexión del circuito mientras que la intensidad consumida por el motor, supera durante un tiempo corto a la permitida por este, evitando que el bobinado del motor se quemara.



Figura 10 caja de accionamiento de motor trifásico control ESTRELLA-DELTA.

La figura 10, describe de manera visual los componentes utilizados en el sistema de protección de los motores utilizados en la planta de tratamiento, el cual dispone de un control de accionamiento tipo estrella-delta, utilizando su el magnetotérmico de potencia alimentado por la red de 220 V, conectado al contactor principal, seguido de relé térmico, magnetotérmico de maniobra, y un juego de contactores que ayudan a regular el pico de corriente desarrollados en el arranque del motor.

Retomando la función correspondiente al relé térmico opera en función de la corriente que el motor está absorbiendo y a partir de este evalúa un determinado estado de calentamiento de los arrollamientos, conmutar y aislar la conexión, pero para lograr optimizar se busca dar una

adaptación de un dispositivo auxiliar, en base a esto es necesario saber los conectores correspondientes al relé utilizado por la empresa en este caso un desarrollado por la empresa SIEMENS.

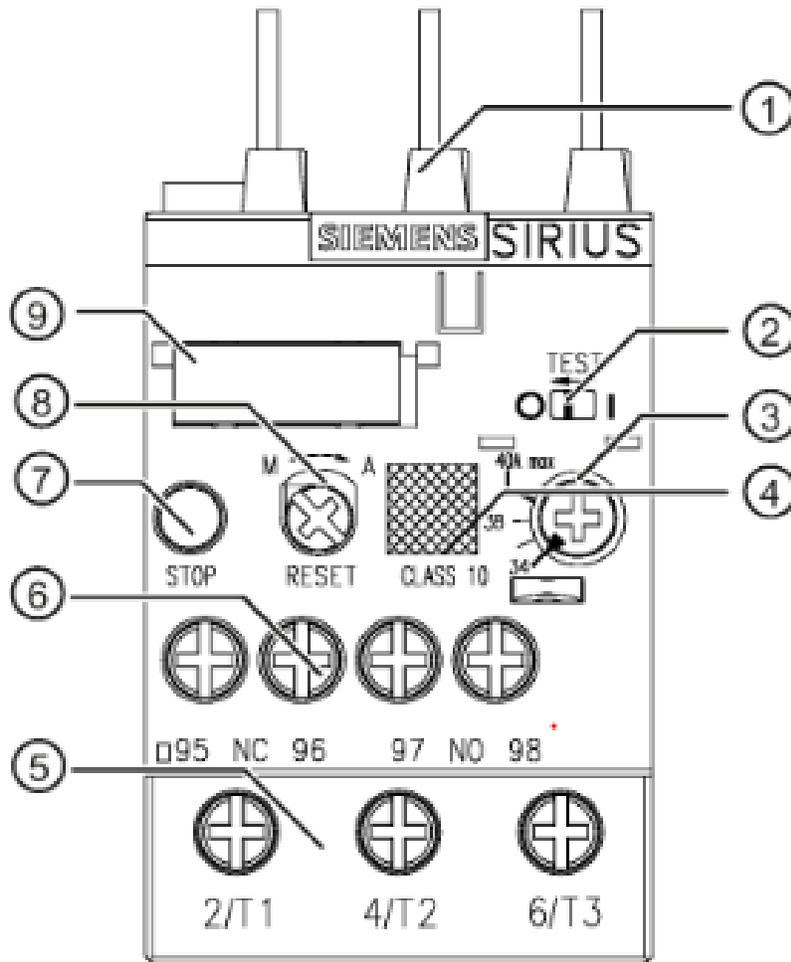


Figura 11 Equipamiento de relé de sobrecarga. Recuperado de: SIEMENS (2017).

Es sumamente importante el entendimiento de cada uno de sus conectores en este caso expuesto de manera textual por SIEMENS (2017), donde:

1) Conexión para adosar a contactor: Estas clavijas de conexión, adaptadas de forma óptima a los contactores 3RT2 eléctricamente, mecánicamente y en cuanto a diseño, permiten el montaje

adosado directo de los relés de sobrecarga. La instalación independiente puede efectuarse opcionalmente (en combinación con un bloque para instalación independiente).

2) Indicador de posición de maniobra y función TEST para el cableado: Indica un disparo y permite comprobar el cableado.

3) Ajuste de la corriente del motor: El botón giratorio grande permite ajustar fácilmente el aparato a la intensidad asignada del motor.

4) Código DataMatrix

5) Bornes de circuito principal: El circuito principal puede conectarse mediante bornes de tornillo, bornes de resorte o terminales de ojal.

6) Bornes de circuito de mando: El circuito de mando puede conectarse mediante bornes de tornillo, bornes de resorte o terminales de ojal.

7) Pulsador STOP: Si se pulsa, el contacto NC se abre y desconecta el contactor conectado aguas abajo. El contacto NC vuelve a cerrarse si se suelta el pulsador.

8) Selector para rearme manual/automático y pulsador RESET: Con este selector puede elegirse entre rearme manual y automático. Si está ajustado el rearme manual, el aparato puede reiniciarse localmente presionando el pulsador RESET. Independientes del tamaño, los bloques para rearme (accesorio) permiten efectuar un rearme remoto.

9) Rótulo de identificación

Selección De Componentes

Para la determinación de estos elementos se tomó en cuenta los dispositivos de protección donde, solo se necesitaron los requerimientos de dispositivos auxiliares comenzando con el flotador que llevara la conmutación y censado del nivel correspondiente al tanque de almacenamiento trabajando de la mano con el relé térmico para habilitar y deshabilitar el accionamiento del motor según cumpla con las condiciones deseadas de fluido. El flotador cuenta con un rango de trabajo con amplio espectro, promoviendo una señal mas precisa a su vez se tendrán la utilización del selector que manejara los estados M/A, y por ultimo los pulsadores para accionamiento manual.



Figura 12 Flotador AT 120. Recuperado de: ATMI, (SF)

CARACTERISTICAS

Funcionamiento Omnidireccional

Densidad fluidos 0,70 a 1,15.

Presión máxima 3,5 bar.

Temperatura máxima 85 C.

Índice de protección IP 68.

Angulo Diferencial 120°

Características eléctricas 250 VCA - 50/60 Hz.

Capacidad de corte 20 (8) A (20 A resistivos - 8 A inductivos).

Contacto (microruptor inversor) Contactos plata/óxido de cadmio.

Envoltorio bicónico Polipropileno copolímero.

Cables normalizados Neopreno o HR HY (hypalon) H07RN8-F.

Tipo de cable 2 o 3 conductores 1 mm² (con o sin Tierra, según las versiones).

Peso flotador sin cable 195 g.

Peso cable Neopreno 115 g/m – HR HY 110 g/m.

Lastre ajustable sobre cable (serie) Resina cargada 250 g.

Longitud de cable (serie) 1, 3, 5, 10 y 20m (otras longitudes a pedido).



Figura. 13 selector 3 Posiciones. Recuperado de: Schneider electric (2020)

- Marca Schneider Electric
- Nombre Harmony XB5
- Tipo Selector switch
- Tensión nominal de aislamiento 600 v
- Corriente operacional nominal 3 A a 240 V, AC-15, A600.
- Durabilidad eléctrica 1.000.000 ciclos



Figura 14 Pulsador de marcha. Recuperado de: Sneider electric (2020)

Referencia: XA2EW34M1

Marca: Schneider Electric

Schneider Electric Botón

Pulsador Luminoso Harmony XA2

Diámetro 22 mm

Tensión 220-230 V AC

indicador LED

color Verde

1 NA



Figura 15 Pulsador de paro de emergencia. Recuperado de: Sneider electric (2020)

Referencia: XA2EW34M1

Marca: Schneider Electric

Schneider Electric Botón

Pulsador Luminoso Harmony XA2

Diámetro 22 mm

Tensión 220-230 V AC

indicador LED

Color Rojo

1 NA

Costos de elementos

Materiales	Costo comercial (Pesos colombianos)
Flotador AT 120	\$ 135.000
Selector Sneider electric	\$ 80.900
Pulsador verde Sneider electric	\$ 28.900
Pulsador rojo Sneider electric	\$ 28.900
Total	\$ 273.700

Tabla 3 lista de materiales con costos comercial

Para lograr el cumplimiento a la propuesta de optimización es necesario la simulación del accionamiento eléctrico necesario para lograr este tipo de automatización se utiliza el CAD de simulación electrónico donde Guerrero, J. (2017). Explica a detalle como un software donde se puede realizar el desarrollo, edición y simulación de circuitos completos de potencia y de control para maquinas eléctricas o diversas aplicaciones de automatismo para la optimización de procesos industriales.

Sujeto a los anterior expresa que cuenta con librerías simbólicos Guerrero, J. (2017) como lo son:

- Alimentaciones tanto de CA como de CC.
- Fusibles y seccionadores.
- Interruptores automáticos, interruptores diferenciales, relé térmico y disyuntores.
- Contactores e interruptores de potencia.
- Motores eléctricos.
- Arrancador electrónico y Variadores de velocidad para motores de CA y CC.
- Contactos auxiliares y temporizados.
- Contactos con accionamiento, pulsadores, interruptores, finales de carrera y contactos de relés térmicos.
- Bobinas, temporizadores, señalizaciones ópticas y acústicas.
- Detectores de proximidad y barreras fotoeléctricas.

- Conexionado de cables unipolares y tripolares.



Figura 16 librerías y simbologías del software CAdE_SIMU. Recuperado de: Guerrero, J. (2017)

Marco Contextual

Descripción General

El municipio de Gamarra se encuentra ubicado en el departamento del Cesar, se comunica por una troncal en los límites del municipio de Aguachica más exactamente a 15 km de esta. Al municipio se relacionan diversos corregimientos que hacen parte de Gamarra (Palenquillo, El Contento, Puerto Mosquito, Puerto Viejo, entre otros) que se sitúan a sus alrededores; el municipio cuenta con un enlace de transporte tanto terrestre como acuático ya que limita con el Río Magdalena y basan su estrategia socio-económica de la pesca, ganadería y agricultura.

Gamarra cuenta con un sistema de acueducto y alcantarillado, administrado por la empresa EMPUGAM S.A.S, el cual solventa el servicio de tratamiento y distribución del agua potable alimentado las zonas céntricas de Gamarra y periféricas hacia algunos corregimientos aledaños a esta.

La planta de tratamiento cuenta con varias etapas que van desde la captación hasta la distribución hacia el pueblo. Iniciando con la captación del agua cruda proporcionada del río Magdalena. Esta planta se rigiere como un sistema de lazo abierto ya que se encuentra manejado de forma lineal donde se acoplan procesos físico-químicos del agua y transporte de este.

Se inicia por una electrobomba que se encuentra sujeta en una plataforma flotante que cumple la funcionalidad de una boya conectada a una línea de tubería que llegan hasta la planta, se añaden unas líneas de transmisión de energía que se encuentran en una caseta puesta en tierra y manejado de manera manual por el operario, dando accionamiento del motor. Diaz, L. (2016).

Para entendimiento mucho más a detalle se describe cada uno de los procesos de manera independiente cumpliendo con una infraestructura convencional de tratamiento de aguas como:

Captación

Se encuentra iniciada con la bocatoma sujeto en el embalse o boya expuesta en el rio como fuente fluvial, el cual dispone de una estructura para soportar tanto la bomba como el cableado eléctrico de alimentación. Se encuentra acoplado un conjunto de tuberías que cumple una trayectoria de aproximadamente 150 metros pasando por la vía hacia Capulco viejo, culminando en el sector trasero de planta que desemboca en canal hacia los desarenadores.



Figura 17 boya de captación.



Figura 18 Motor de captación.



Figura 19 Bocatoma a canal de desarenadores.

Desarenadores

La planta cuenta con 8 módulos de desarenadores encargados de retener las partículas más pesadas que el agua captada pueda llevar, las cuales se depositan en el fondo de la estructura, permitiendo evitar posibles averías o estancamiento en los procesos siguientes correspondientes al proceso de aducción inicial.



Figura 20 Módulo de desarenadores.



Figura 21 Inicio de desarenadores.

Canal Parshall

La planta cuenta con un canal en el área que pertenece al laboratorio, este canal tiene como objetivo disminuir concentraciones moderadas de arena que aun pueda transportar el flujo de agua que venga de los desarenadores acumulándose en el fondo de la canal, en sus parte estructural cuenta con una entrada amplia, seguido el área de entra va reduciéndose hacia la mitad del canal y toma nombre de garganta, ayudando a separar la arena del fluido y arrastrándola por un desnivel hasta el inicio de los floculadores. A su vez se encuentra acoplado un sistema de inyección de un químico con nombre (“policloruro de aluminio”).



Figura 22 Inicio de canal Parshall.



Figura 23 Cubículo de laboratorio y entrada de canal.



Figura 24 Canal parshall.

Floculadores

La planta emplea la utilización de floculadores hidráulicos tipo Alabama, el cual se encuentra compuesto por codo inicial en cada cámara que sirve para el impulso del fluido en este caso del agua a tratar, y se encuentran colocado de manera alternada, uno en la cámara a la derecha y luego sigue hacia la izquierda, añadido en el fondo se encuentra un desagüe múltiple que permite la extracción de lodos transportado por el agua. El área del proceso cuenta con un total de 22 módulos.



Figura 25 Módulos de floculación.

Sedimentadores

Se encuentran compuesto por 2 unidades de sedimentado. El cual tiene una profundidad máxima de 4.07 m, de pendiente suave, cuenta con 244 placas inclinadas a 60° hechas de asbesto cemento de 2.4 m por 1.2 m y un espesor de 1cm y se encuentran separadas cada una por 5cm. Las cuales cumplen como funcion principal propiciar la sedimentación en el agua llegada de los floculadores, posee 22 canaletas distribuidas por igual en cada módulo de sedimentación.



Figura 26 Etapa de sedimentación.

Filtros

La etapa de filtrado se compone por cuatro módulos de forma rectangular, el cual utiliza filtrado rápido a tasa declinante, utiliza deflectores como soporte del lecho de filtrado convencional de compuestos por gravas, arena, antracita y carbón activado, los módulos controlan su caudal por medio de válvulas de compuerta para el paso hacia el canal de vertimiento al tanque de almacenamiento. Cuenta con un paso peatonal con medidas de 1.76 m en el principal y el secundario de 0.85 m.



Figura 27 Estanque para filtrado.

Tanque de almacenamiento

Cuenta con una estructura tipo rectangular el cual se encuentra cubierta con techo hecho en asbesto, con una capacidad máxima de 73 m³ de agua filtrada para luego ser conectada a la etapa de distribución. Se cumplen el proceso de desinfección mediante el vertimiento de cloro gaseoso en solución, en función al caudal entrante a la planta con aplicación de una dosis de 1 a 1.5 ppm de cloro, teniendo en cuenta la dosis de coagulante y condiciones climáticas que presente la región.



Figura 28 área de tanque de almacenamiento cubierto por techo protector.

Distribución

Dentro de esta etapa se encuentra ubicadas dos áreas distintas en la cual cada alberga un motor y tuberías utilizadas para la distribución hacia el las zona de alta y baja, que a su vez serán descritas de la siguiente manera:

Zona alta

Para el suministro corresponde a un área que cuenta con las tuberías, válvulas y motor de 60 HP que adquiere el agua tratada y ser transportada hacia la tubería madre, que tendrá como fin el suministro de servicio hacia los barrios periféricos correspondiente al municipio.



Figura 29 Motor para distribución zona alta.

Zona baja

En este cubilo proporciona el suministro hacia los barrios más céntrico del municipio, contando con una tubería que adquiere el agua tratada y su correspondiente válvula para el tránsito

del fluido, a su vez utiliza un motor el cual cuenta con una potencia de 30 HP y una ventosa que ayuda en la liberación de aire que pueda tener la tubería y evita la cavitación.



Figura 30 Motor para distribución zona baja.

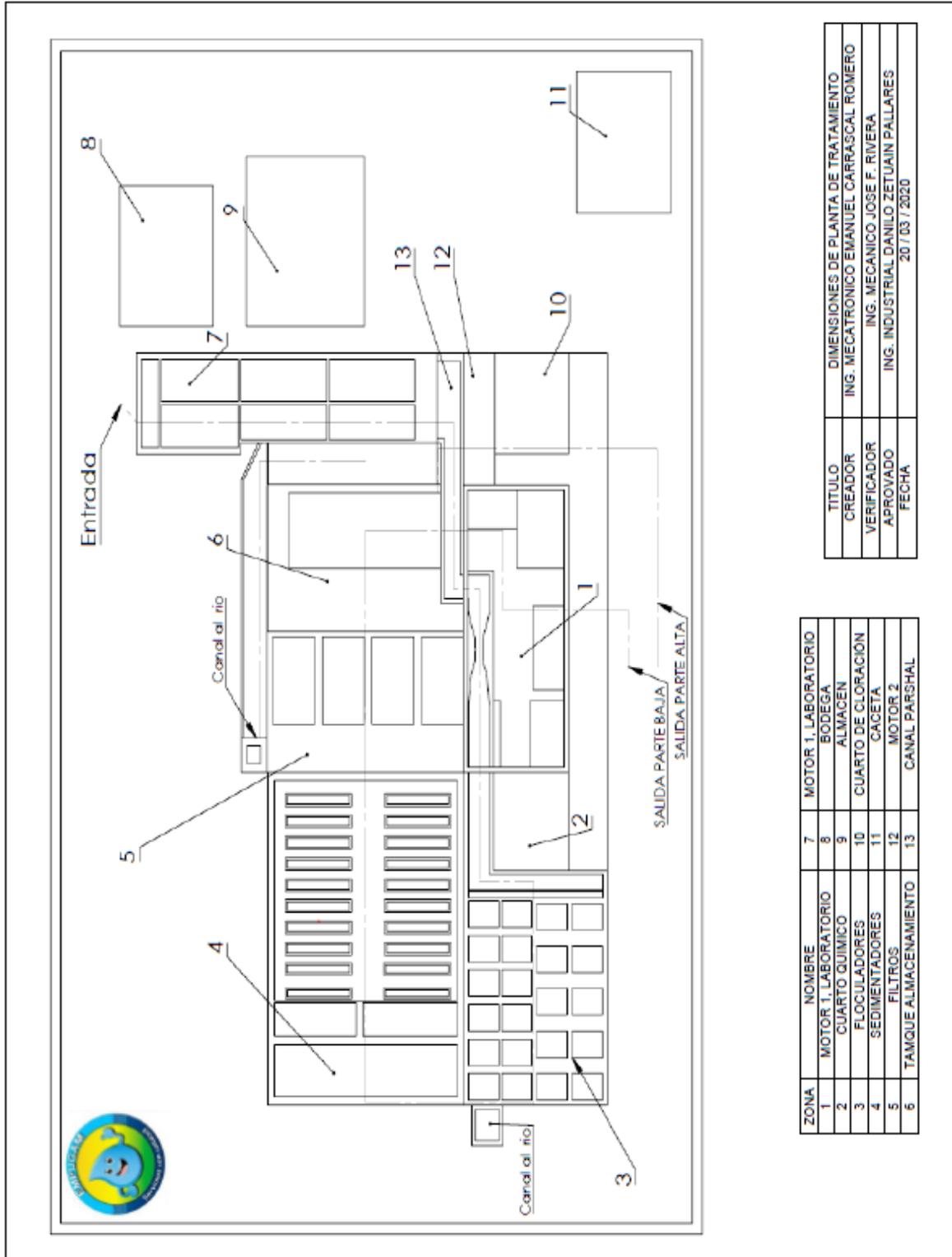
Dimensiones reales de la planta



Dimensiones de la
planta

Nombre	Dimensiones
Motor zona alta y laboratorio	10.83 m x 4.76m
Cuarto químico	4.34 m x 4.76 m
Floculadores	8.86 m x 8.89 m
Sedimentadores	12.54 m x 8,89 m
Filtros	5.30 m x 8.89 m
Tanque de almacenamiento	5.54 m x 8.89 m
Desarenadores	13.65 m x 3.83 m
Bodega	5.29 m x 4.25 m
Almacén	6.37 m x 5.35 m
Cuarto de cloración	3,82 m x 3.35 m
Caceta	5.36 m x 4.28 m
Motor zona baja	2.60 m x 4.99 m
Canal parshall	Dimensiones múltiples

Tabla 2 dimensiones de planta de tratamiento.



ZONA	NOMBRE	7	MOTOR 1, LABORATORIO
1	MOTOR 1, LABORATORIO	8	BODEGA
2	CUARTO QUIMICO	9	ALMACEN
3	FLOCULADORES	10	CUARTO DE CLORACION
4	SEDIMENTADORES	11	GACETA
5	FILTROS	12	MOTOR 2
6	TAMQUE ALMACENAMIENTO	13	CANAL PARSHAL

TITULO	DIMENSIONES DE PLANTA DE TRATAMIENTO
CREADOR	ING. MECATRONICO EMANUEL CARRASCAL ROMERO
VERIFICADOR	ING. MECANICO JOSE F. RIVERA
APROVADO	ING. INDUSTRIAL DANILO ZETUAIN PALLARES
FECHA	20 / 03 / 2020

Figura 31 Mapa técnico a escala de planta de tratamiento desarrollada en SOLIDWORKS 2019.

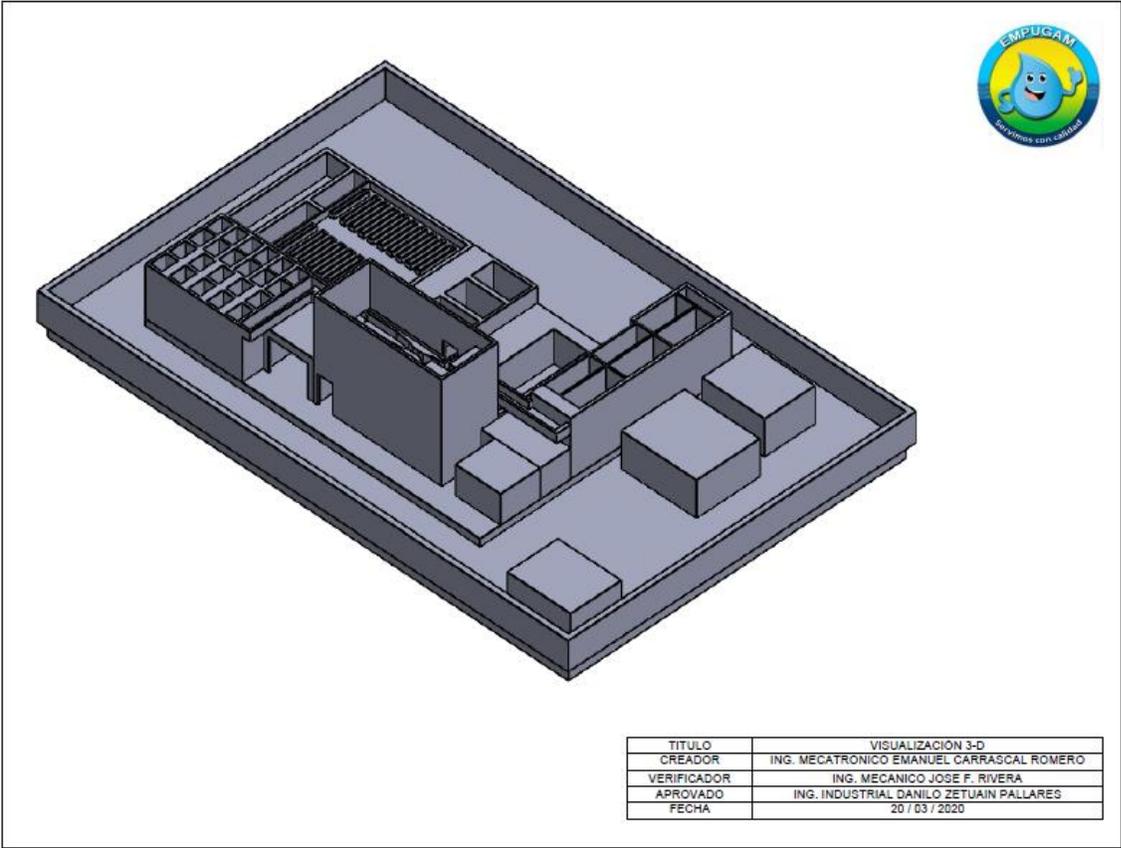


Figura 32 Visualización de la planta 3D.

Resultados

Para la iniciar con la descripción de los resultados se ira abarcando los objetivos de manera consecutiva donde se derivan diversas imágenes demostrando los diagramas y simulaciones.

Se inicio con el diagrama P&ID descriptivo de la planta donde se muestra el inicio de todo el proceso desde la captación hasta lograr la distribución del agua tratada.

Seguido se detallarlo la descripción de la vida útil de los instrumentos, se evidencio por medio de fotografías las válvulas utilizadas, actuadores y elementos de accionamiento eléctrico.

De los anterior se realizó un reporte estado físico de los instrumentos que conforman el sistema, relacionado con vida útil de cada uno de dispositivos para asi realizar labores de corrección y/o posibles cambios para el mejoramiento en la eficiencia correspondiente al suministro de agua potable del municipio.

De igual forma, se abordó tanto el objetivo 3 con el 4 de forma conjunta, ya que engloba el plan de optimización que se desea aportar donde se describe el plan de optimización paso a paso, para esto se utilizó el software intouch dando la descripción gráfica y su comportamiento de manera visual dando a entender cuál es la problemática que se desea optimizar y los elementos que se necesitan.

Como aporte extra se desarrolló la simulacion en el programa CADe_SIMU, el cual representa como es el accionamiento paso a paso validando la optimización. Teniendo en cuenta los dispositivos de protección necesarios para el accionamiento del motor y a su vez la aplicación del modo de selección MANUAL/AUTO.

Con respecto al selector se toma la parte MANUAL por medio de pulsadores uno correspondiente al inicio y al paro de emergencia, al cambio de estado del selector en modo AUTO

se dispondrá del sensor de nivel el cual dará la señal de activación y desactivación del accionamiento del motor trifásico.

Por último, se evidencia lo correspondiente a las actividades emergentes donde tomo requisitos técnico necesarios para la planta y la realización de una optimización para un acople con un sistema de captación en un pozo profundo como propuesta de la empresa para el mejoramiento de adquisición de agua para los barrios periféricos del municipio de gamarra.

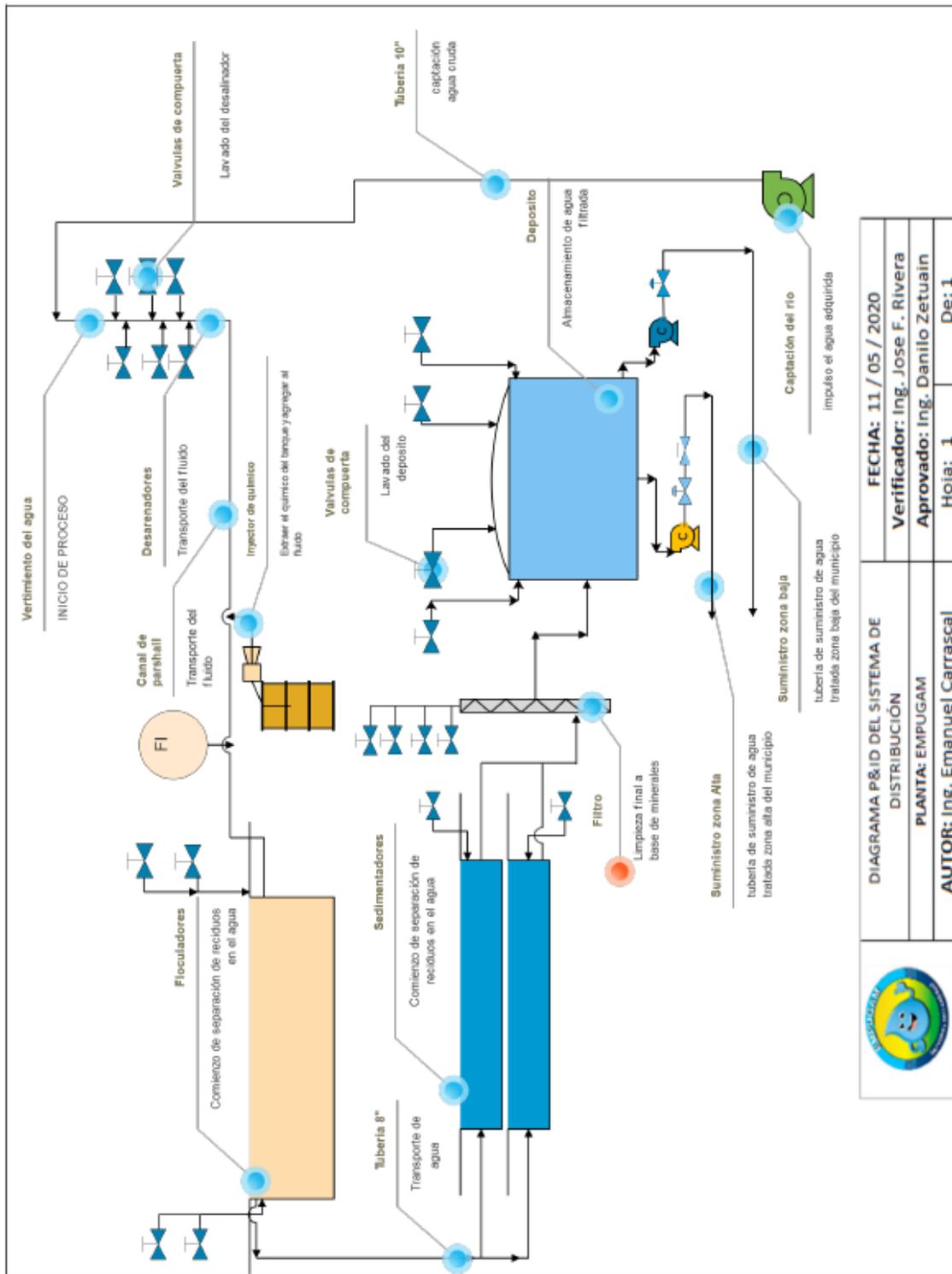


Figura 33 diagrama P&ID del sistema de tratamiento.

Descripción De Vida Útil De Los Instrumentos

Para la esta descripción se organizó por zonas correspondientes de la planta, estado correspondiente de cada elemento y la observación referente a lo observado técnicamente.



Figura 34 Válvulas inicio de desarenadores.



Figura 35 Válvulas final de desarenadores.



Figura 36 Válvulas central de desarenadores.



Figura 37 Válvulas de tanque almacenamiento.



Figura 38 Válvulas de filtros.



Figura 39 Válvulas de sedimentador izquierdo.



Figura 40 Válvulas de sedimentador derecho.



Figura 41 Eje de válvula para cierra de compuesta.

En la siguiente tabla se describirá el estado de los instrumentos que pertenecen la planta ubicadas en cada una de las etapas y se encontraran categorizadas como; Buen estado, aceptable, regular y mal estado. A su vez será acompañada de las recomendaciones necesarias por cada zona correspondiente al proceso.

Etapa o zona del proceso	Instrumento y Estado	Observaciones
Desarenadores	Val01: Aceptable Val02: Aceptable Val03: Mal estado Val04: Mal estado Val05: Regular Val06: Regular	Es necesario la labor aplicada tanto de un mantenimiento correctivo como el preventivo de las válvulas, ya que se encuentran sin protección alguna contra los factores climáticos que pueda sufrir la región generando así un desgaste en un periodo menor al deseado y por los factores físico-químico del agua genera a la corrosión en la estructura del instrumentó.
Floculadores	Val01: Mal estado Val02: Mal estado Val03: Regular Val04: Regular	En esta zona se requiere de la utilización de mantenimiento correctivo ya ninguna presenta un funcionamiento óptimo para la labor en base la retención del flujo del agua catado y por alto índice de sedimento puede ocasionar un posible colapso par el control del flujo y conducción de este.
Sedimentadores	Val01: Regular Val02: Mal estado	Es necesarios aplicar el mantenimiento correctivo por ende que no cumplen las válvulas de control de esta zona con las condiciones físicas de manera óptima presentan un alto nivel de corrosivo.
Filtros	Val01: Regular Val02: Mal estado	Se debe realizar un mantenimiento correctivo en causa que estas válvulas sufren de continua las

	Val03: Regular Val04: Mal estado	variaciones climáticas aumentando su desgaste constantemente, alto índice de corrosión es su estructura provocando estancamiento en su función mecánica.
Tanque de almacenamiento	Val01: Mal estado Val02: Mal estado Val03: Mal estado Val04: Mal estado	Muy necesario un mantenimiento correctivo por su mala condición física y funcional, alto índice de corrosión es su estructura provocando estancamiento en su función mecánica.
Laboratorio y motor planta alta	Motor 1: Buen estado Cableado de alimentación: Mal estado Val check: Mal estado Inyector: Buen estado	No se presentan variaciones de funcionamiento del equipo de distribución, solo se encuentra descuidada la etapa en relación a la alimentación del motor por falta un buen mantenimiento de limpieza y conexión. Necesario un mantenimiento preventivo y correctivo en válvula antirretorno.
Motor planta baja	Motor 1: Buen estado Cableado de alimentación: Buen estado.	Presenta un buen comportamiento en operación de manera óptima para la distribución y su etapa de protección se encuentra estable, solo sería necesario un mantenimiento preventivo para evitar daños por desgaste.

Tabla 3 Descripción de estado de vida útil de los instrumentos.

Optimización

Para el desarrollo del plan de optimización se busco realizar por medio de simulación en este caso trabajando en el software intouch donde se inicializa una validación grafica del sistema a automatizar y manejando el accionamiento manual por medio del mando de control. Comenzando con el llenado de cubilo de los filtros convencionales que se encuentran conectados con el tanque de almacenamiento.

Cuando el nivel del tanque sea elevado el funcionamiento de los motores comenzara de manera secuencial ya que se se encuentra accionado en el modo manual por el operario. Al cambiar el estado de accionamiento por el selector al ser un mando manual/automatico, vendra a experimentar su accionamiento mediante el sensor, llevando el control de nivel direccionado con el accionamiento del motor a automatizar y se efectua con el slider una perturbación grafica comparandola con una de manera real cuando el cuadal dismunuye modificando el nivel del tanque, dando verificación de la optimizacion con respecto a el encendido y apagado del motor trifasico mediante el sensor.

Con la utilización de software intouch se facilita una percepción visual en la modelación del comportamiento correspondiente al plan de optimización dando su validez grafica que compete al ultimo item del proyecto con respecto. Con este tipo de automatización ayuda a un control y supervisión mas estable en la distribución del agua, y se logra dar un inicio de aplicación de procesos autonomos, disminuyendo riesgos futuros tanto de los operarios y de los actuadores.

En la figura 42, se da una demostración de como se modelo el sistema en la plataforma de trabajo del programa, señalando las etapas que se tiene encuentra para la aplicación del sensor.

En representación de la interfaz va de la mano con la programación donde previamente en la plataforma de trabajo se emplea un nombramiento de las tuberías, actuadores, entre otros tipos o elementos que se necesite programar y mostrar el accionamiento de los elementos por medio del cambio de colores o en sus caso de nivel por medio de desplazamiento.

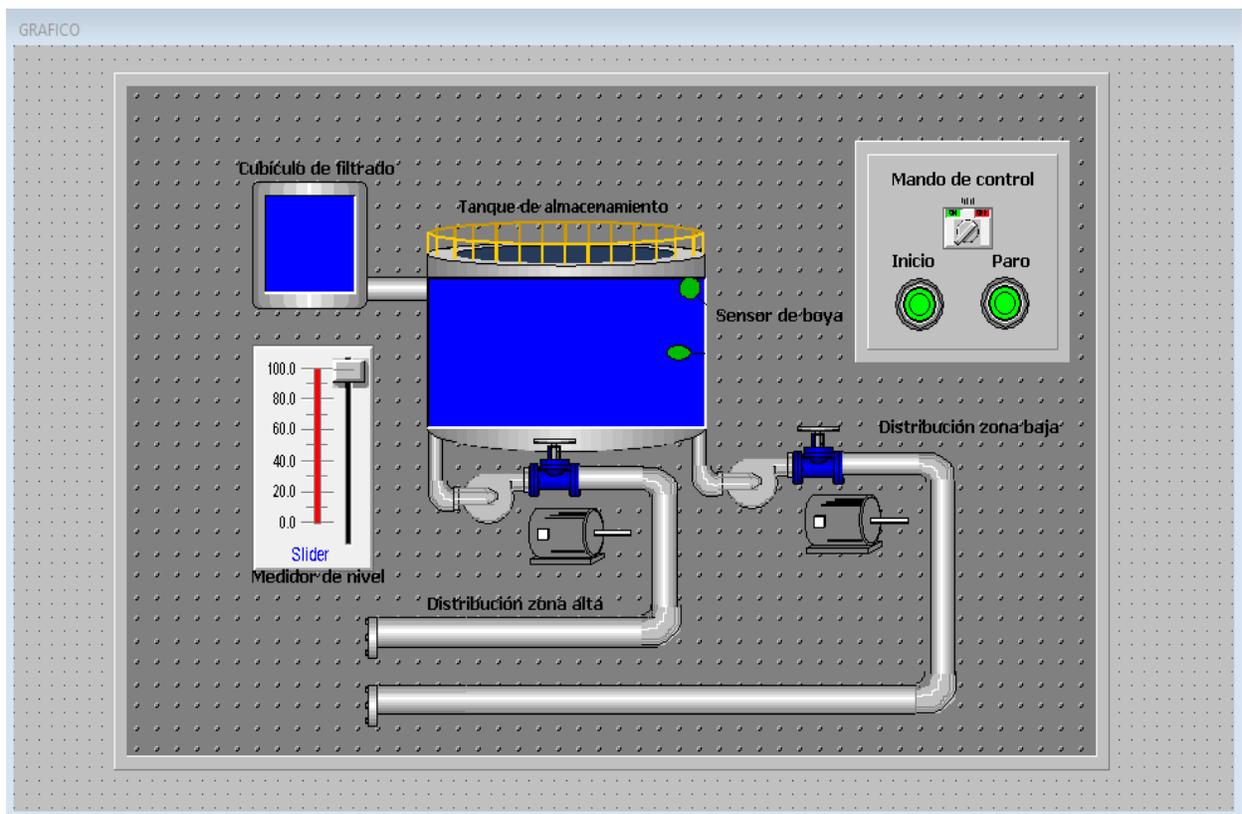


Figura 42 Plataforma gráfica de simulación.

En el caso de la figura 43, corresponde a la interfaz de la herramienta Application Script, en la cual se inicia con la declaración de los niveles iniciales que se desea tener al pasar la etapa de simulación tanto del cubículo de los filtros y el tanque de almacenamiento.

En la figura 44, se da la utilización de los condicionales de programación donde se aplicaron rangos de nivel en el sistema de llenado, encendido y apagado de actuadores, válvulas y líneas tuberías donde se asemejan al comportamiento en el campo de trabajo al aplicar la optimización planteada.

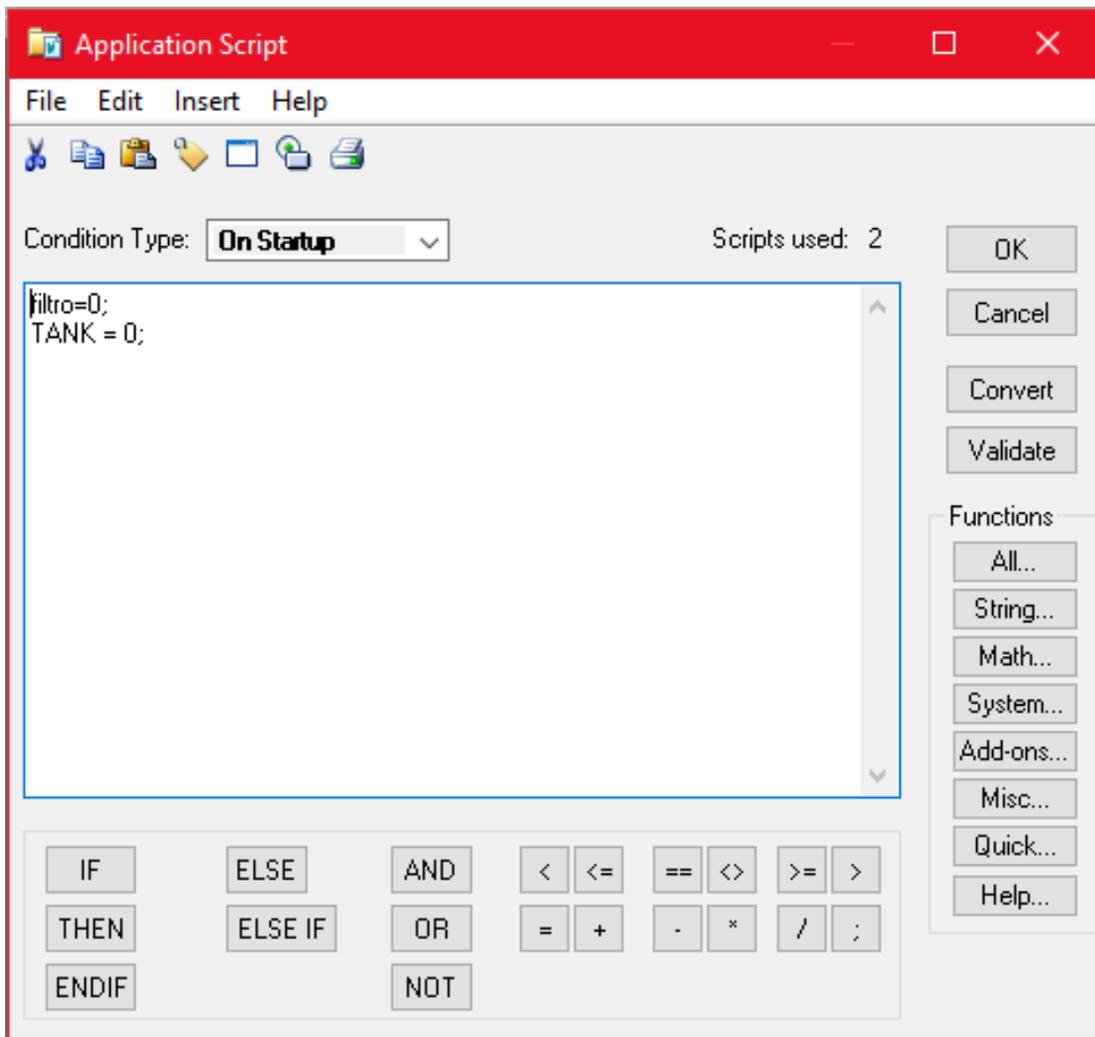


Figura 43 Interfaz de programación “inicialización”.

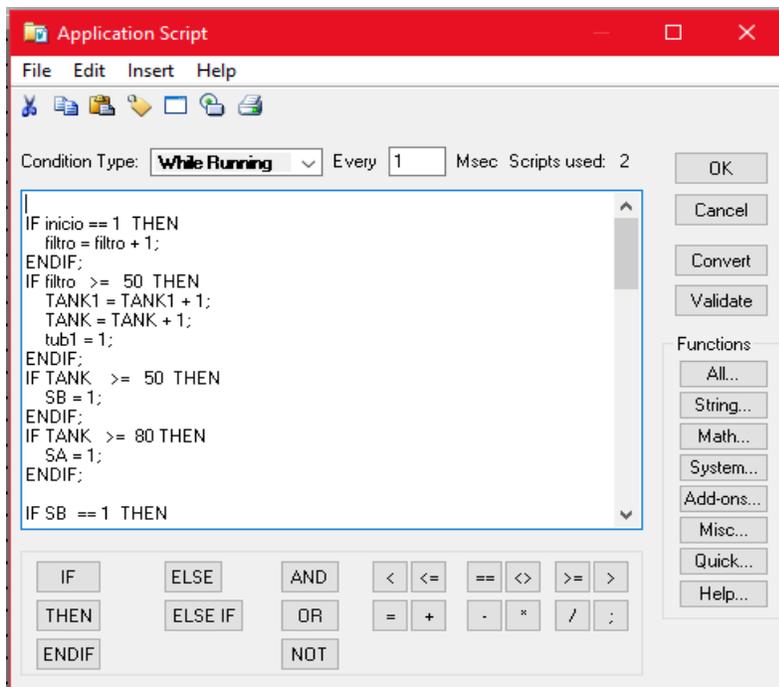


Figura 44 Interfaz de programación “condicionales”.

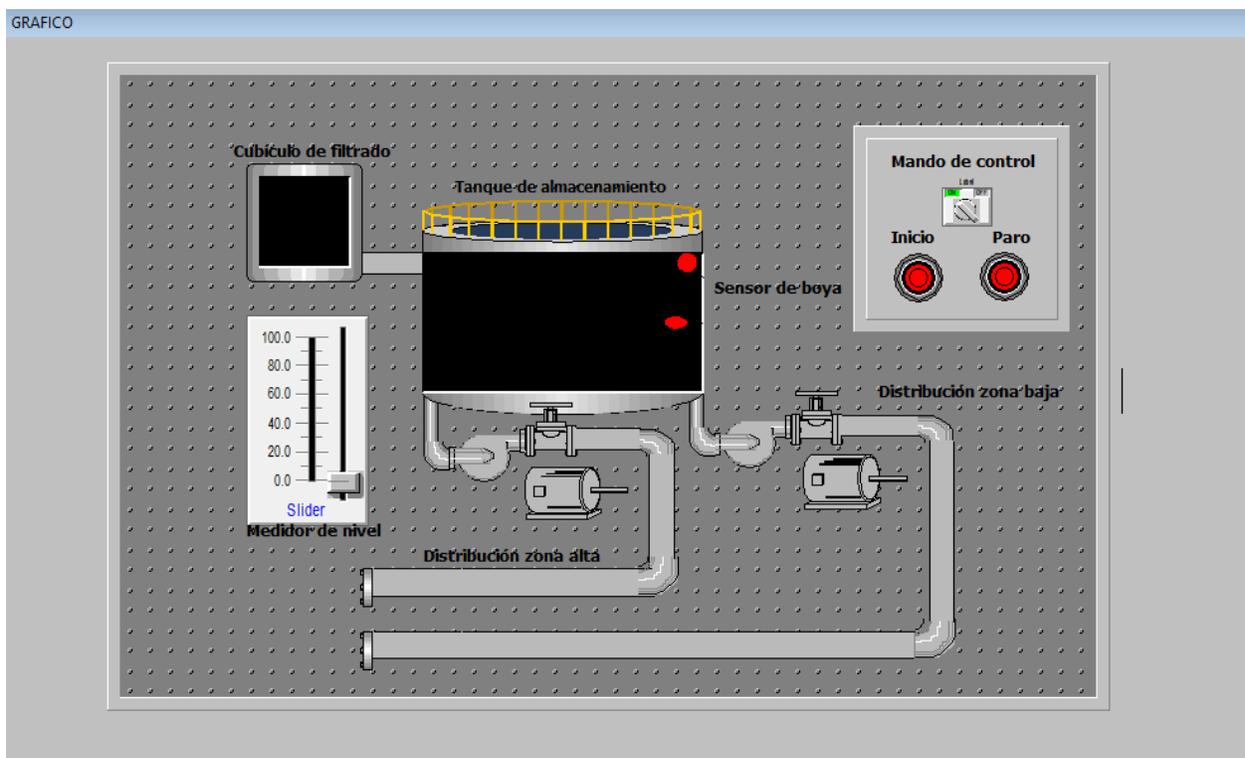


Figura 45 Interface RUNTIME.

En la figura 45, se da la visualización de la etapa de simulación o RUNTIME donde se despliega una nueva ventana mostrando lo correspondiente a las condiciones de programación dadas anteriormente en su inicio preparadas para ser accionadas.

En la figura 46, se da accionamiento al botón de inicio de manera manual, dando partida a al ascenso del nivel agua del filtro y seguidamente cuando esta toma el nivel programado necesario comienza el paso hacia el tanque de almacenamiento para comenzar con el correspondiente accionamiento de los motores tanto de la zona alta como la parte baja.

En la figura 47, en este caso se evidencia que al llegar a un nivel establecido en la programación el motor de la zona baja se acciona, y el sensor va indicando el nivel en que se encuentra.

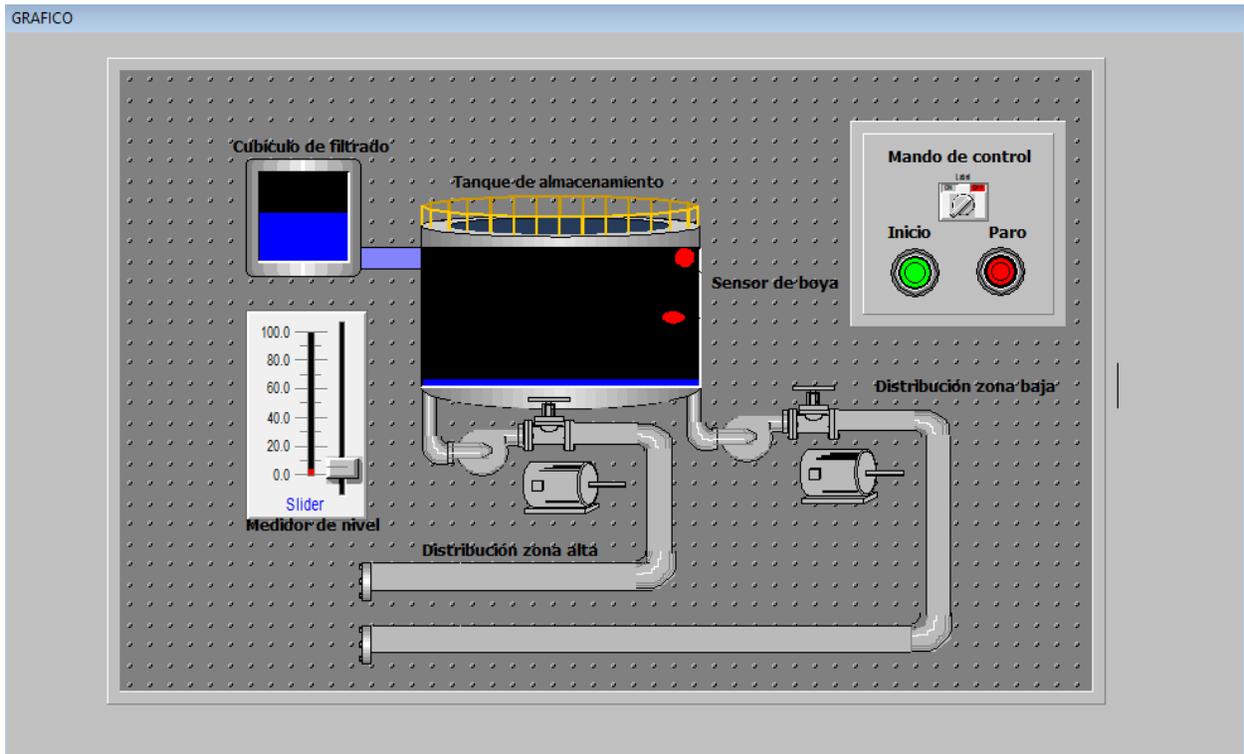


Figura 46 Accionamiento manual "INICIO".

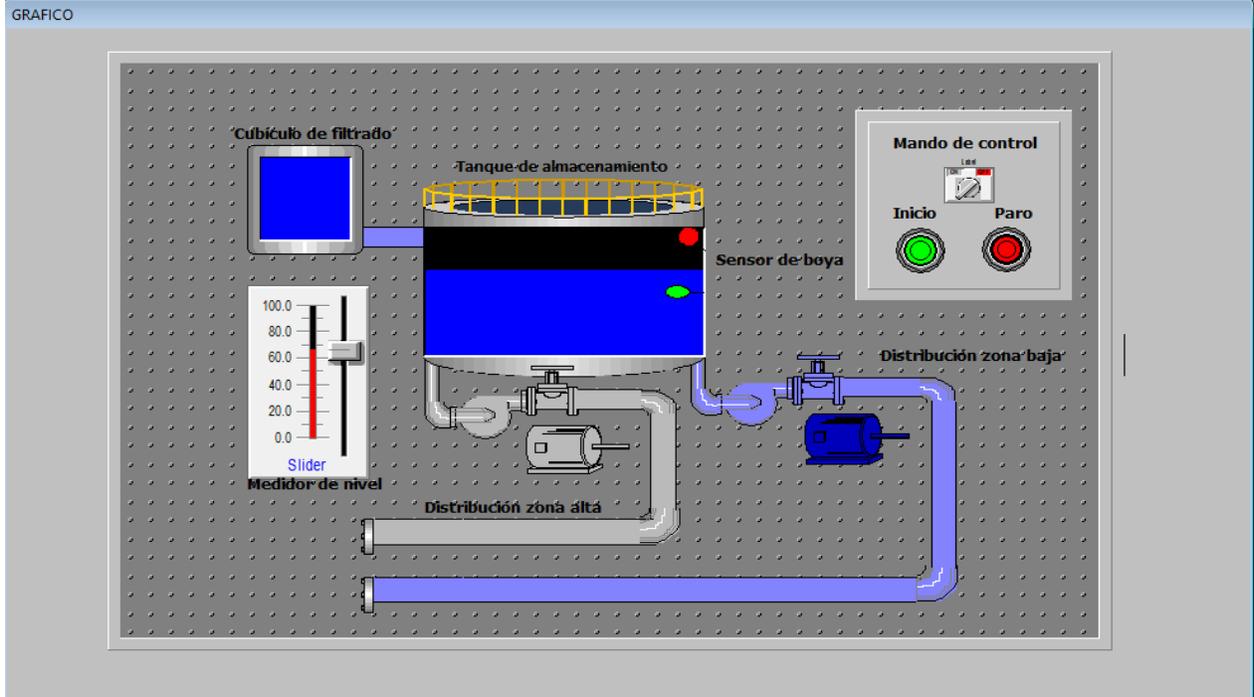


Figura 47 Visualización de llenado para accionamiento del sensor.

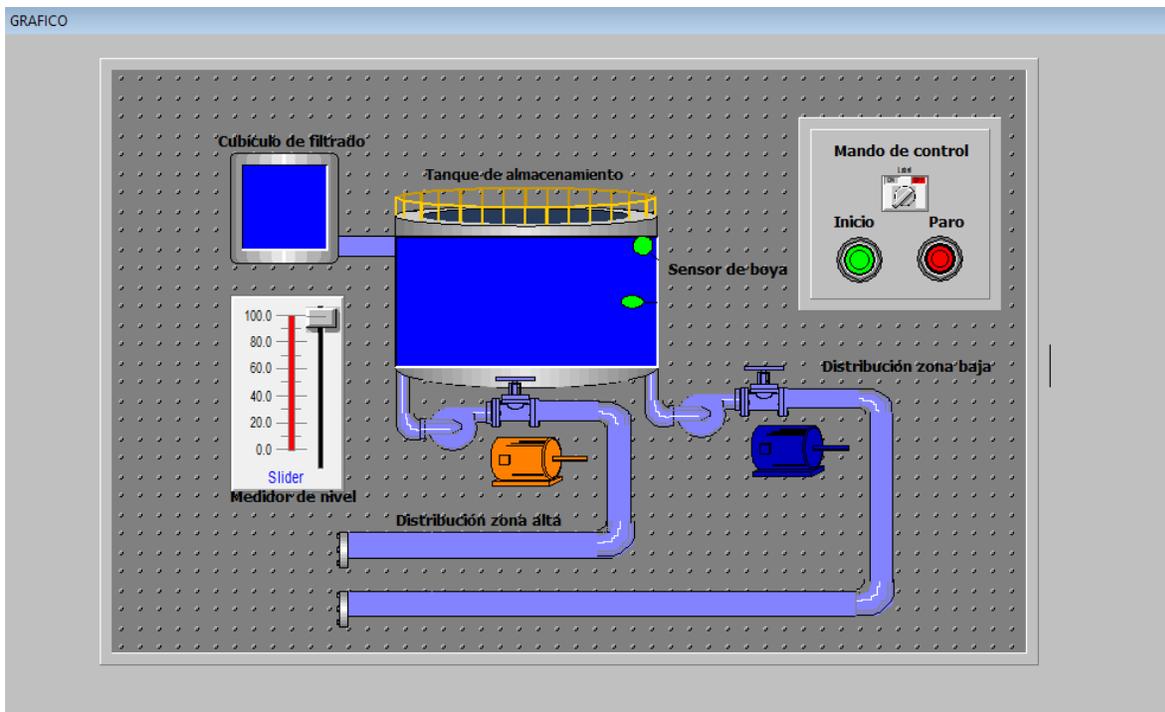


Figura 48 Accionamiento de etapa de distribución zona alta y baja.

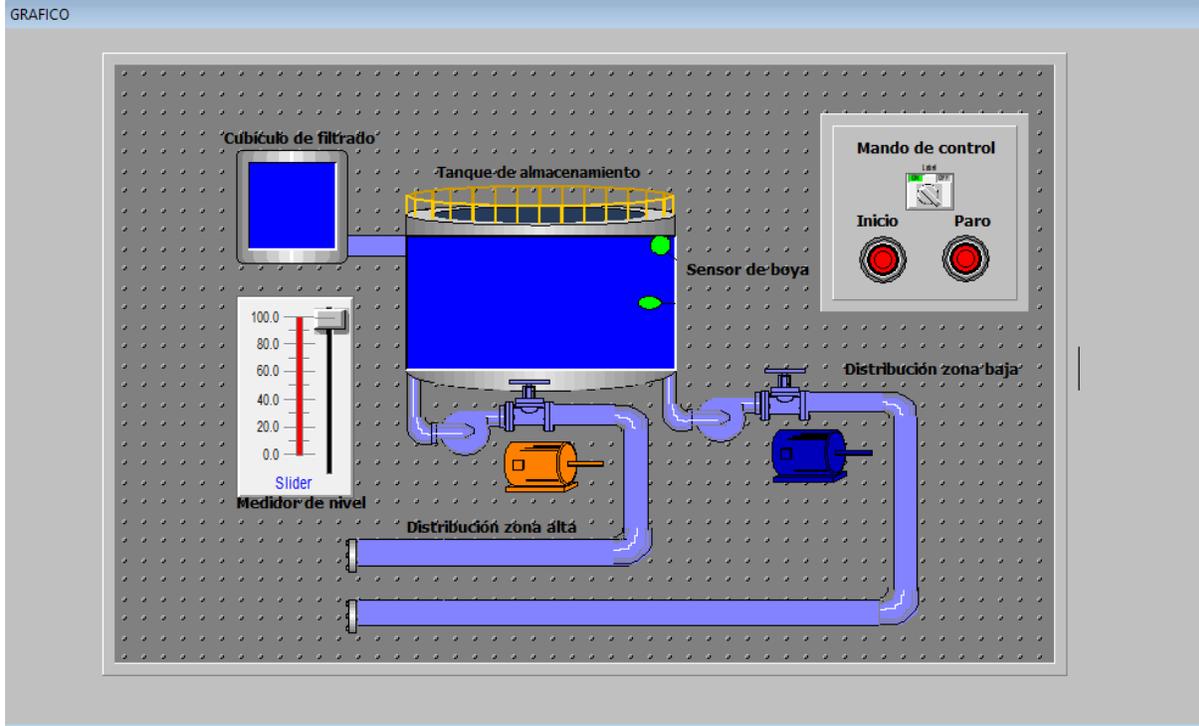


Figura 49 Accionamiento de etapa de distribución.

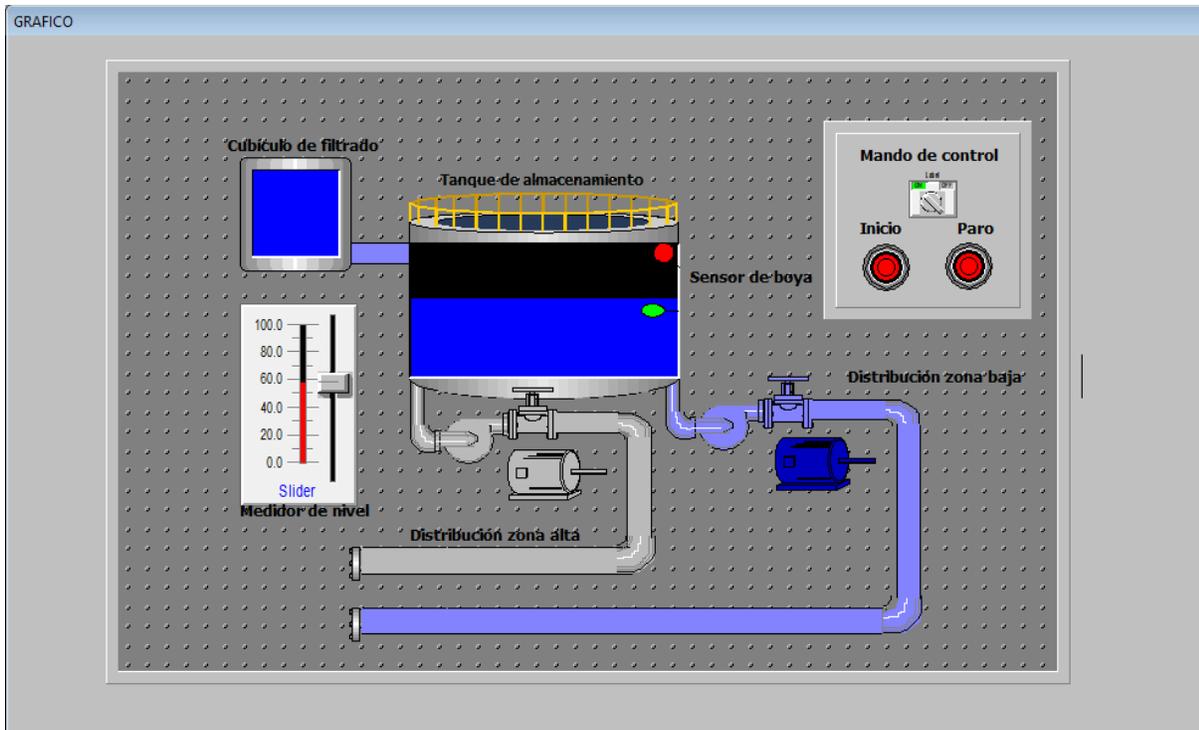


Figura 50 Variación de nivel.

En la figura 48, se presenta la visualización de llenado y accionamiento de la etapa de distribución funcionando a nivel optimo, cabe ressaltar que este cuando el selector se encuentra en modo manual que quiere decir que no esta sujeto al sensor de nivel.

En la figura 49, se da el cambio de estado manejado por el selector exponiendo al sistema al modo automatico y desabilitando el accionamiento de motores de manera manual.

En la figura 50, se visualiza una perturbación asistida donde se busco simular una variación paulatina del nivel del agua almacenada que se puede desarrollar en la campo real de trabajo donde el caudal puede llegar a disminuirse, por lo tanto viene a actuar el sensor como un interruptor en accionamiento y desabilitación del motor de la planta alta que es donde suele presentarse el fenomeno fisico de la cavitación.

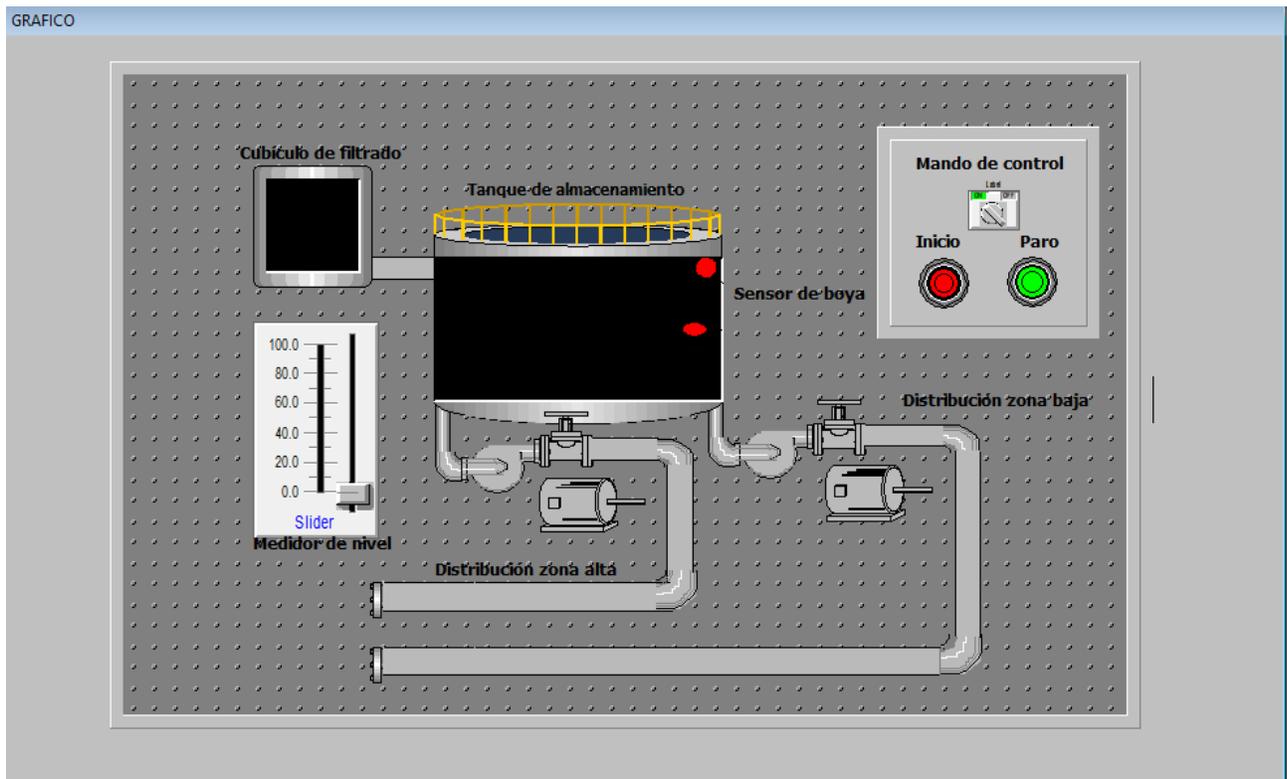


Figura 51 Paro del sistema.

En la figura 51, se visualiza el accionamiento manual del paro de emergencia ante un posible colapso o falla en el sistema de distribución, como recurso para evitar daños tanto en los actuadores utilizados y líneas de tuberías.

Como ya se ha dicho anteriormente la optimización visual viene acoplada al accionamiento eléctrico que se debe provocar para lograr dicho efecto, por esta razón se toma la implementación del diagrama de conexión realizado en la figura 52. Donde se muestra la simbología de los elementos como el guardamotor, contactor, sensor e interruptores.

En la comprensión de este esquema se llevó un paso a paso donde muestre su comportamiento, desde su etapa de comienzo de simulación mostrada por la figura 53, cambio de estado M/A y accionamiento del motor.

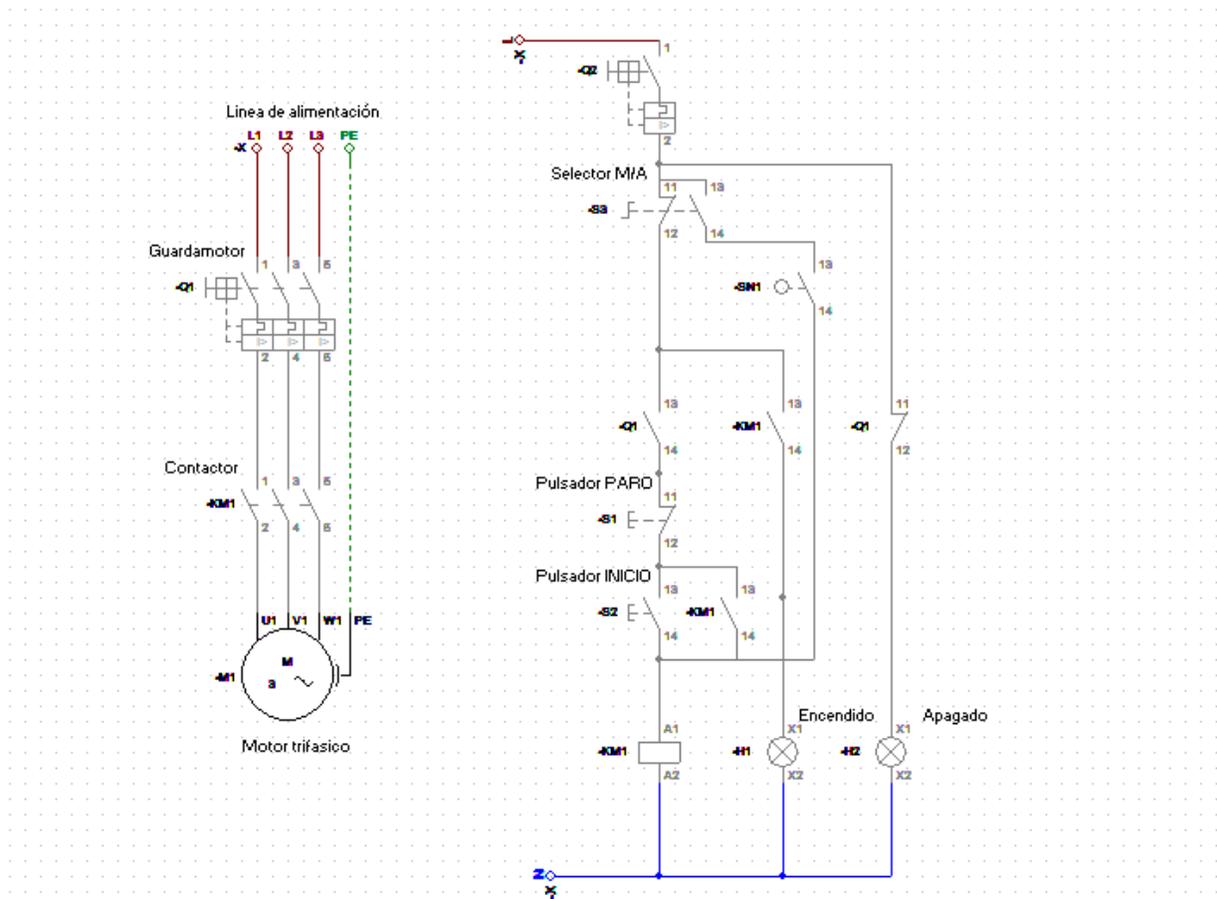


Figura 53 Accionamiento modo simulación.

En la figura 54, se visualiza la habilitación del disyuntor Q2 correspondiente a la etapa de protección inicial de alimentación y mostrando un indicador H2 de color rojo que corresponde que el sistema se encuentra deshabilitado.

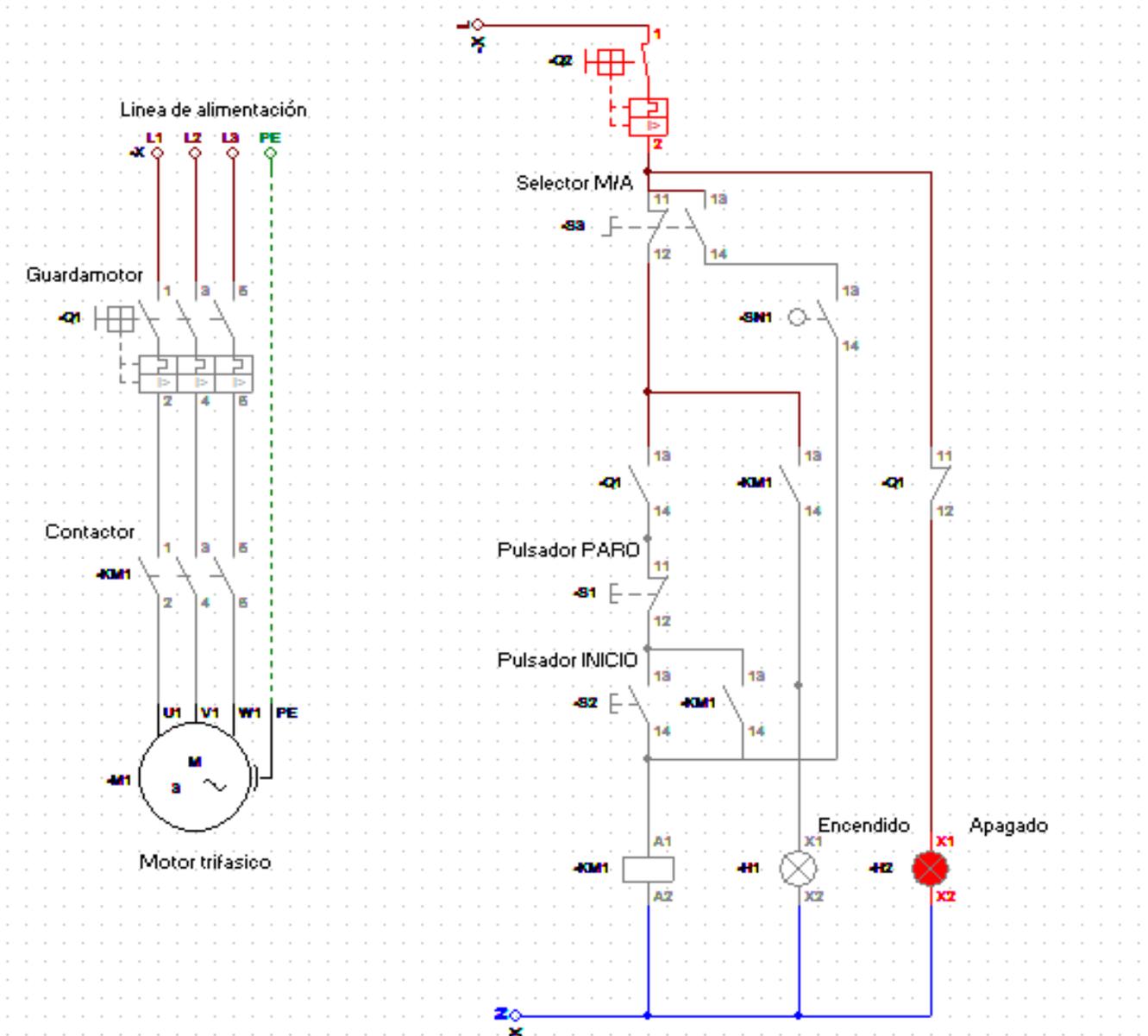


Figura 54 Inicio de accionamiento estado manual.

En la figura 55, se muestra el accionamiento manual del guardamotor Q1 correspondiente al guardamotor para la protección correspondiente al motor trifásico. El estado del selector se encuentra en modo manual, por ende, se inicia el accionamiento del motor al oprimir el pulsador NA (normalmente abierto) habilitando a KM1 correspondiente al contactor comenzando con el trabajo del motor trifásico y a su vez al indicador de color verde verificando que se encuentra en funcionamiento en modo manual.

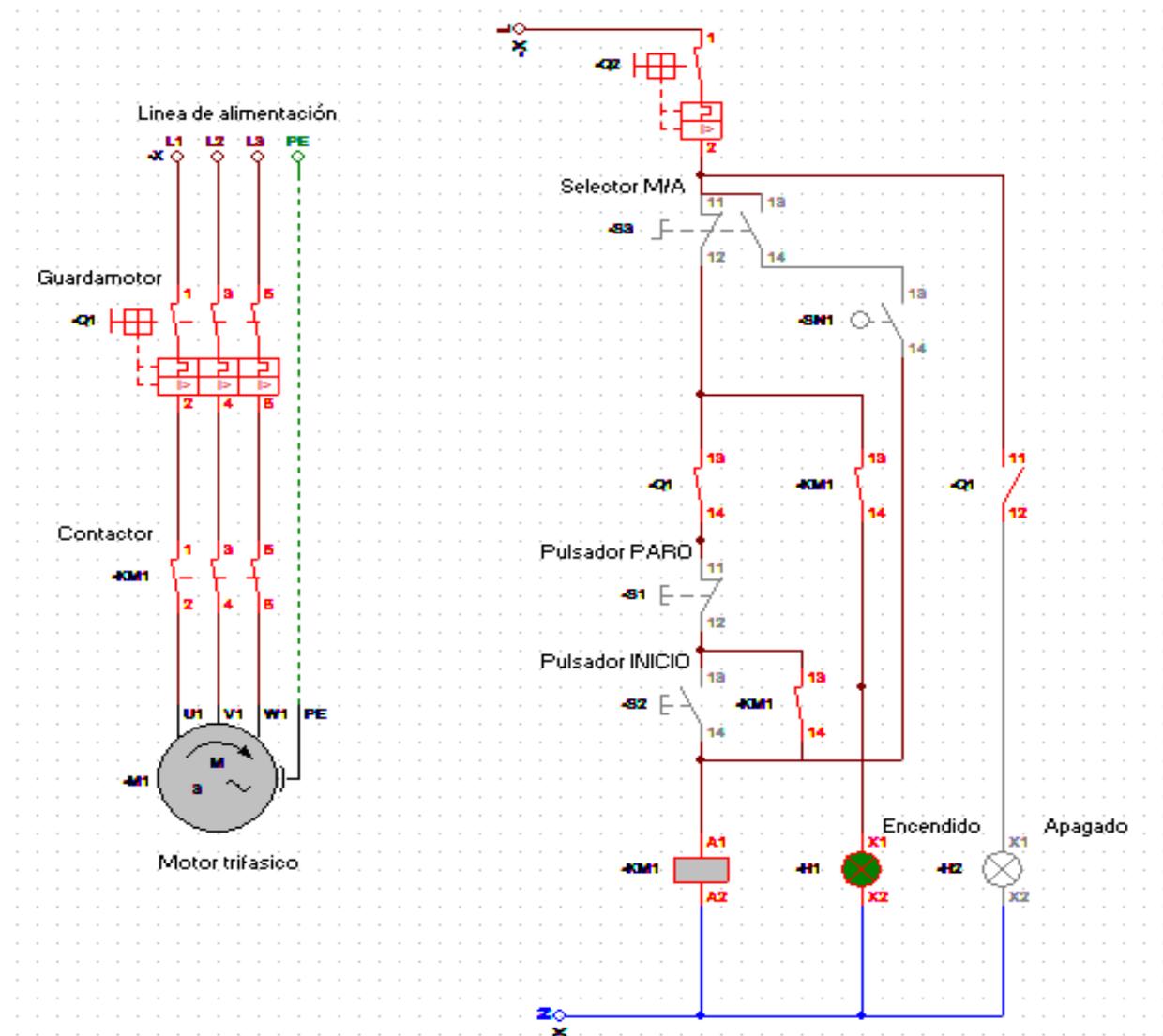


Figura 55 Accionamiento de guardamotor -Q1 y pulsado -S2.

En la figura 56, se muestra la utilización del pulsador S1 que sirve como paro de emergencia del sistema de control del motor, dando la deshabilitación del trabajo de motor al presentarse ya sea un paro preventivo o por un fallo ocasionado por alguna perturbación en el sistema.

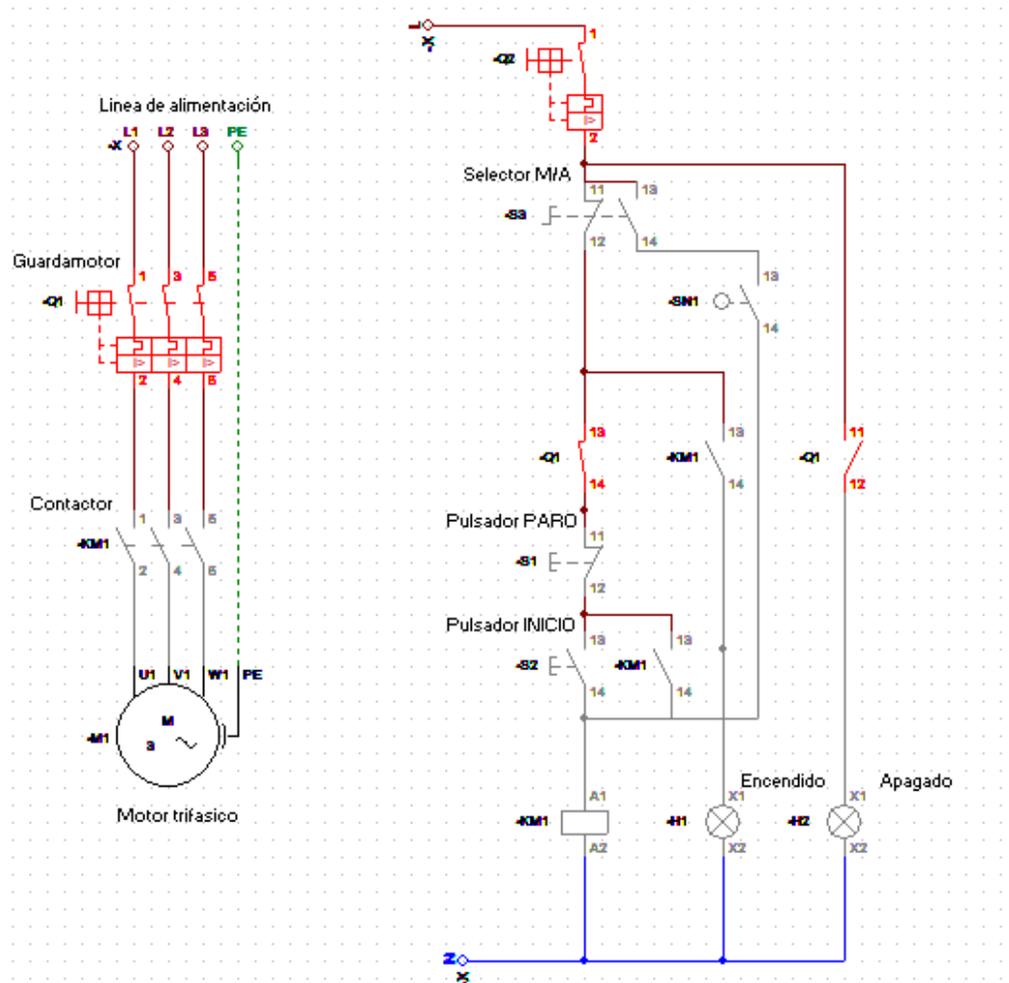


Figura 56 Activación de Pulsador de PARO.

En la figura 57, se presenta un cambio de estado realizado por el selector S3 a modo automático, cambiando su dependencia del accionamiento del operario y ahora se manejará por medio del final de carrera representado por SN1 dando el accionamiento por medio de la indicación

del sensor de boya, y el motor se encuentra pagado por los que el sensor indica que cumple con sus condiciones necesarias.

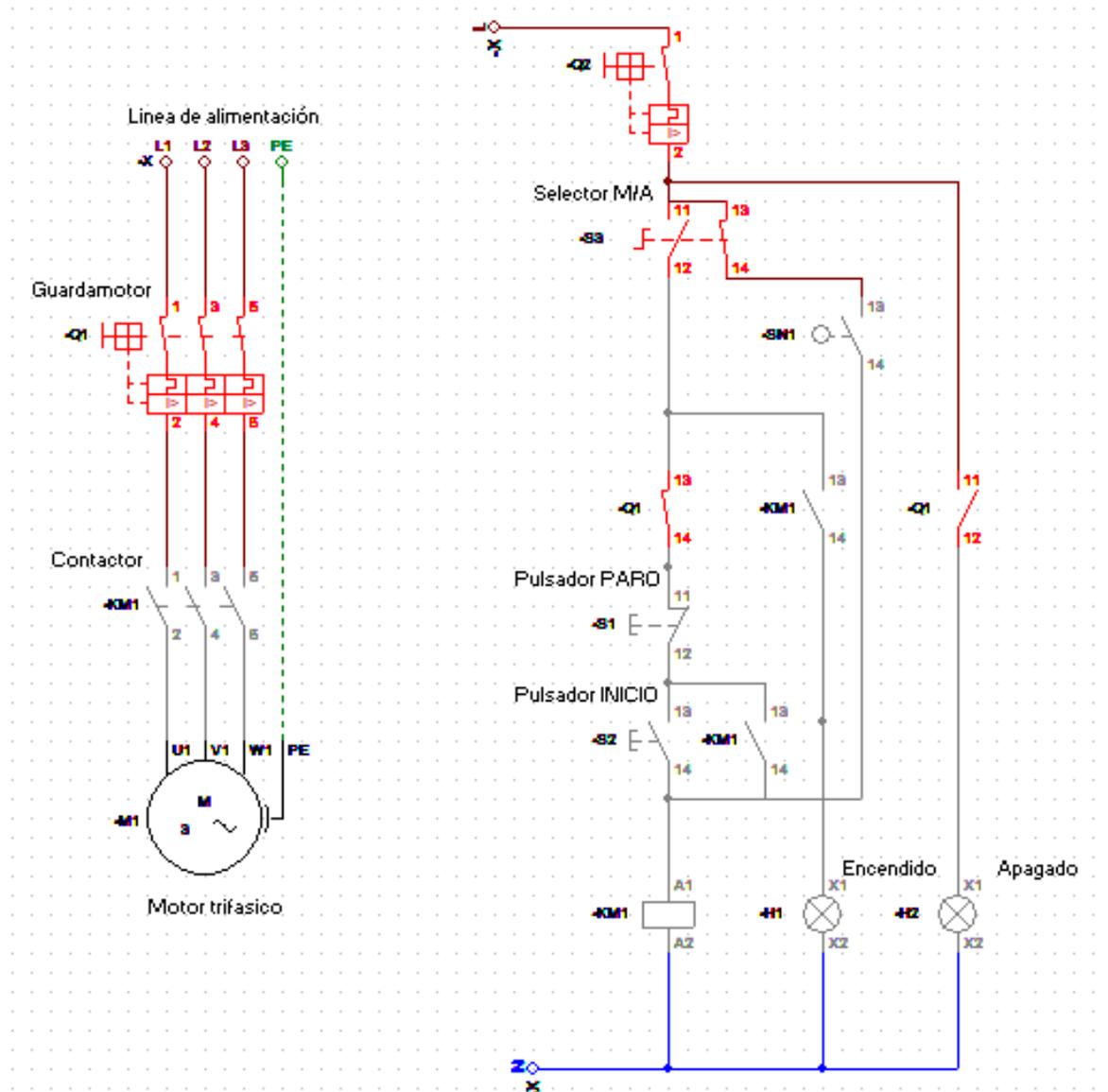


Figura 57 Cambio de posición del selector AUTO.

En la figura 58, se acciona el sensor SN1 por ente habilita al contactor KM1 que da accionamiento al motor ya que indica que las condiciones necesarias del sistema son óptimas

para su encendido, a su vez que habilita el motor también proporciona una indicación luminosa en base a que el motor se encuentra en pleno funcionamiento.

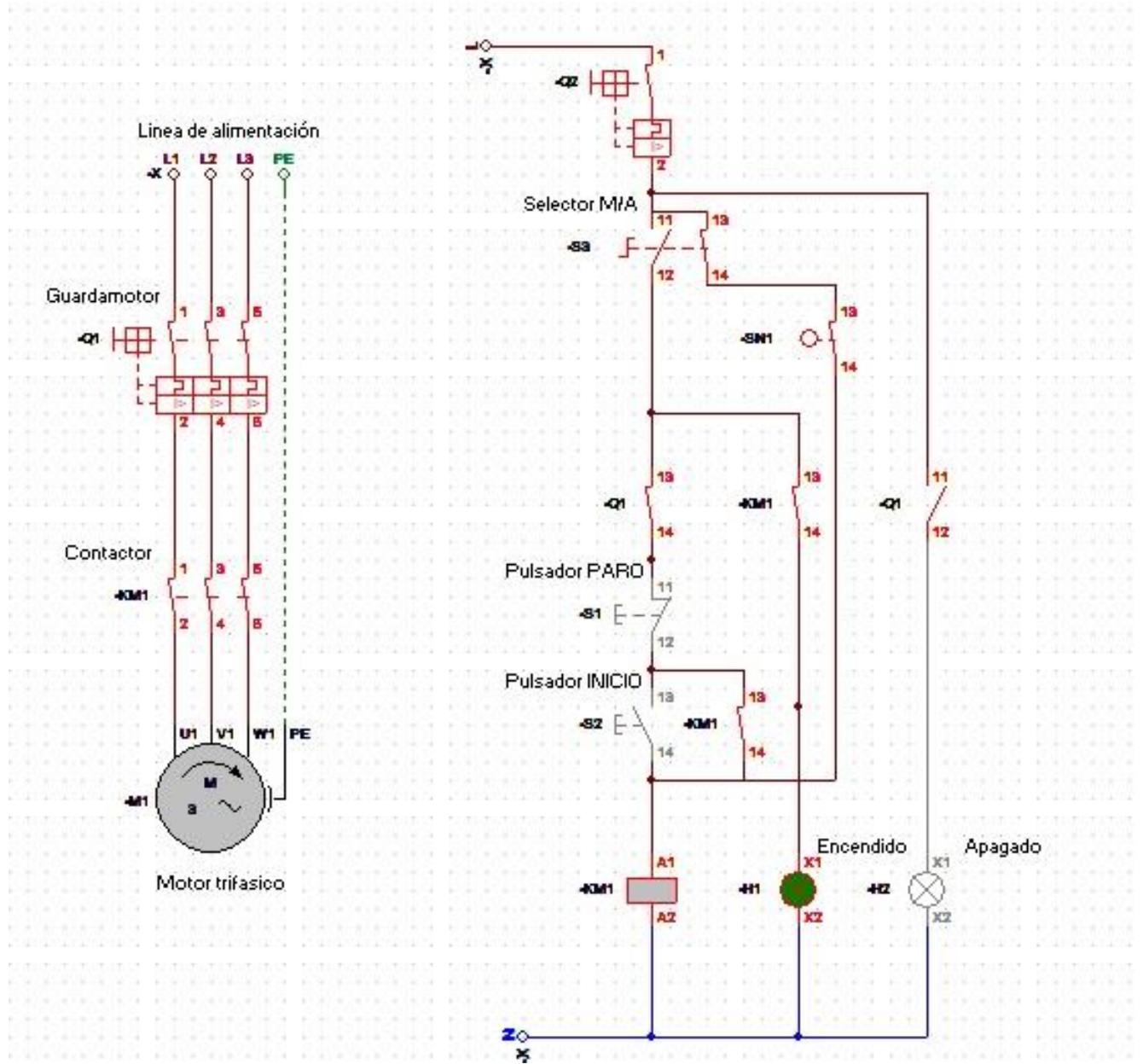


Figura 58 Accionamiento de sensor de nivel.

Actividades Emergentes

Se detallo por medio de una investigación basada en testimonios de pobladores residentes con respecto a la problemática relacionada con el suministro de agua con algunos barrios periféricos del municipio, donde el flujo de agua suele ser escaso por diversos factores correspondiente a la presión de agua, se gestiona la propuesta donde se especifica un acople de tubería perteneciente a un tanque elevado donde adquiere el flujo de agua de un pozo profundo, uniéndolo a la tubería dirigida hacia estos barrios desde la planta de tratamiento, dando una posible solución a la problemática para lograr proporcionar un mejoramiento en el servicio dado por la empresa, disminuyendo así la afectación hacia la población.

A su vez se realiza la inspección de la dirección de la tubería existente y se verifica su estado físico para verificar si se encuentra en óptimas condiciones.

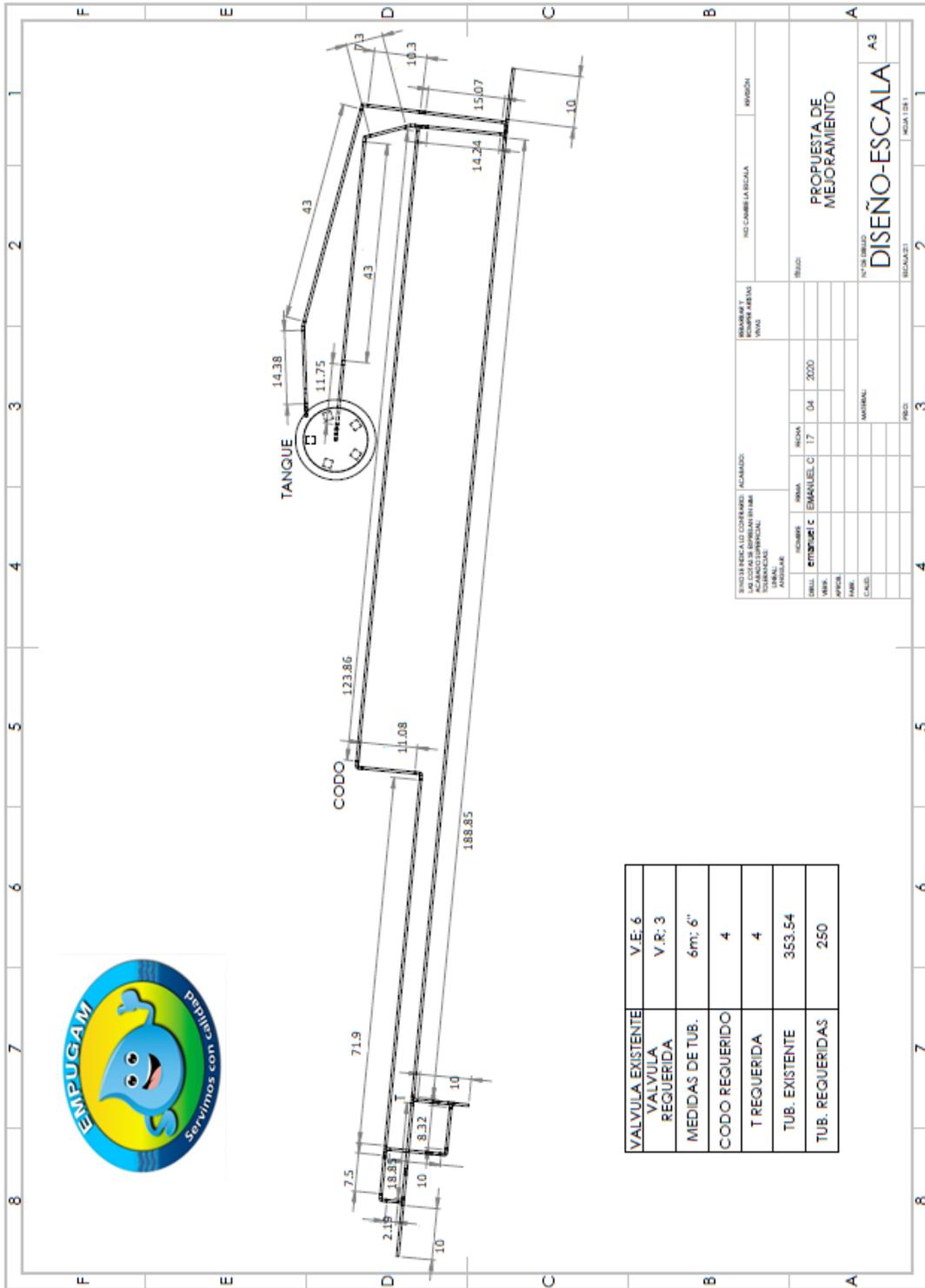


Figura 59 Propuesta de desarrollo para nuevas líneas de tuberías en SolidWorks.

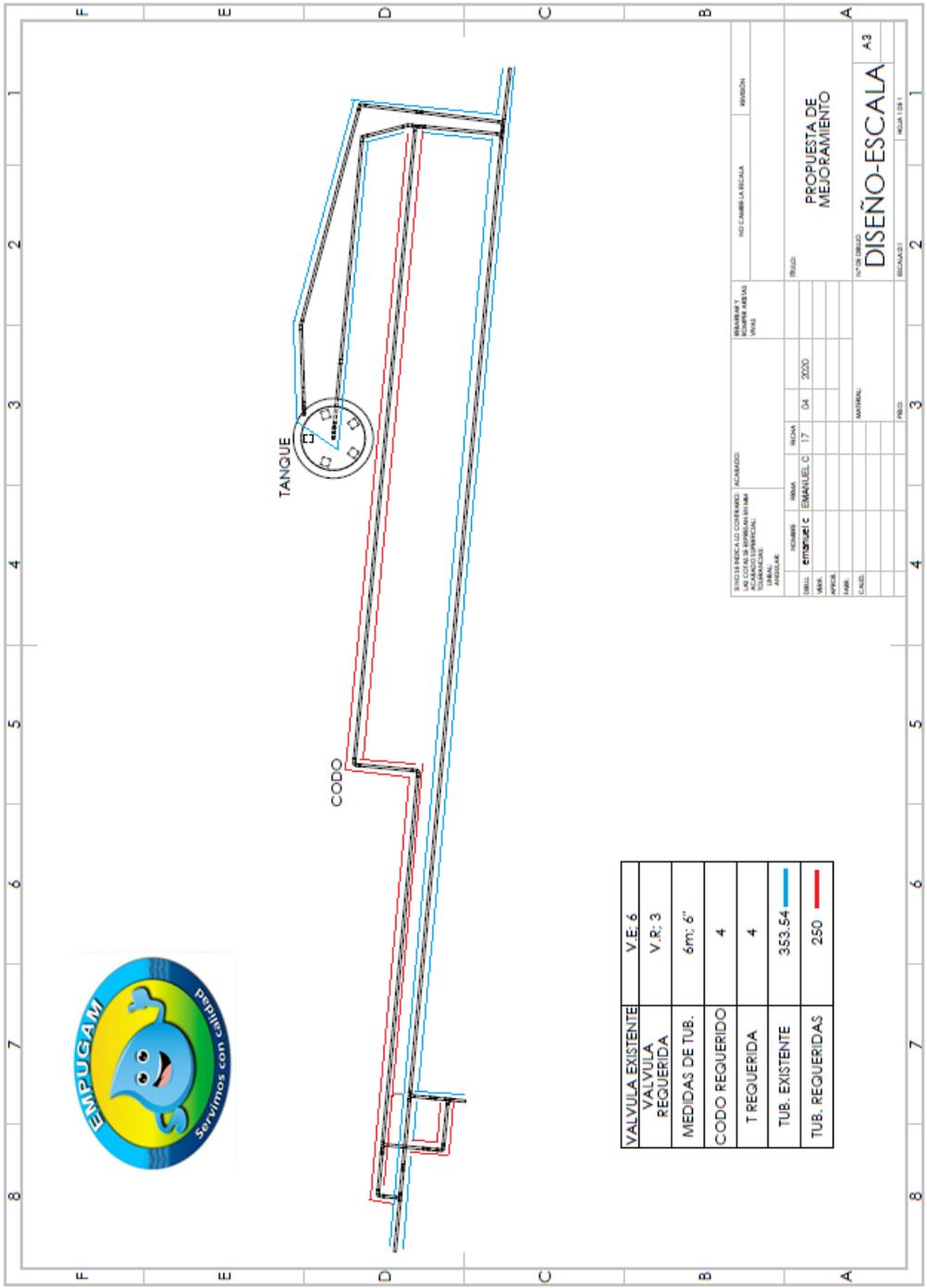


Figura 60 Diferenciación de líneas de tuberías requerida y existente.

Conclusiones

Se pudo dar cumplimiento de cada uno de los objetivos brindando de manera satisfactoria en el desarrollo de la práctica planteada, dando un mejoramiento técnico en base a la instrumentación industrial que será muy necesario para actividades de mantenimiento y fortalecimiento en automatismo, que proporcionen mejorar progresivamente el funcionamiento de la planta.

Se realizó el diagrama P&ID describiendo las líneas de tuberías, válvulas en cada una de las áreas de trabajo, actuadores utilizados para el transporte del fluido y dispositivos que lo conforman; de igual forma, la utilización de software multi trabajos EDraw max ayudó a un desarrollo práctico y muy intuitivo, dando a conocer la simbología técnica de este tipo de diagramas para la instrumentación industrial utilizada.

Se detalló el estado de vida útil a los instrumentos dando pautas que ayudan a un mejoramiento de funcionalidad por medio de mantenimiento para fortalecer y garantizar un excelente servicio público prestado por la empresa, con el fin de dar cumplimiento al segundo objetivo y resaltar que al realizar el mantenimiento preventivo o correctivo necesario ayudara a alargar el tiempo de servicio actuando positivamente para la empresa y el municipio.

Al contar con la investigación previa al planteamiento de la optimización, se logra dar un perfilamiento hacia la optimización del sistema dando validez de los objetivos de planteamiento y simulación, y tener como referente ante una posible utilización para cualquiera de los dos motores utilizados para la distribución ya que este proyecto fue enfocado hacia motores trifásico y ambos cuentan con ese tipo de accionamiento.

Referencias

Basu, S. & Debnath, A. (2019). *Power Plant Instrumentation and Control Handbook A Guide to Thermal Power Plants*. 2da ed.: Academic Press. Recuperado de: <https://books.google.com.co/books?id=BJqcDwAAQBAJ>

Amaquiña, J. (2018). *Desarrollo de un entorno de realidad virtual 3d con capacidad de inmersión que emule el lanzamiento y recepción de un raspador de tubería (PIG), orientado al entrenamiento dentro de la industria petrolera*. (tesis para título de magíster, Quito Ecuador). Recuperado de: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19448/1/CD-8842.pdf>

Camones, W., Yanac, E., Huamán, M. (2018). *Análisis técnico e implementación de un sistema de elevación de agua para edificios verticales evaluando los sistemas de bombeo en succión positiva y negativa con conexiones en serie y paralelo en la ciudad de huaraz- ancash - periodo 2016* (tesis para optar el título profesional, Huaraz – Ancash – Perú). Recuperado de: http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2372/T033_41948129_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vásconez, J. (2017). *Diseño de una planta para la obtención de amoníaco a partir de cascarilla de arroz*. (trabajo de grado, Quito- Ecuador). Recuperado de: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/18969/1/CD-8367.pdf>

Torres, A. (2018). *Diseño de un sistema scada para el control y supervisión automático del proceso de adsorción, desorción y recuperación de oro en la minera shahuindo sac*. (Trabajo de grado, Trujillo-Perú). Recuperado de: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/24969/avalos_ta.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[d=y](#)

Trujillo, P., Chitiva, A. (2017). *Instrumentación del modelo físico de golpe de ariete instalado en el laboratorio de hidráulica de la universidad católica de Colombia*. (Trabajo de grado, Bogotá D.C.). Recuperado de:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14518/1/INSTRUMENTACION%20DEL%20MODELO%20FISICO%20DE%20GOLPE%20DE%20ARIETE%20INSTALADO%20EN%20EL%20LABORATORIO%20DE%20HIDRAULICA%20DE.pdf>

Beltrán, L., Galindo, J. (2014). *Análisis de demanda y la red de distribución de agua en el municipio de Aracataca, Colombia*. (Trabajo de grado, Bogotá, Colombia). Recuperado de:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1757/1/Optimizacion-Red-de-Distribucion-Aracataca.pdf>

Ramírez, J., Rozo, J. (2018). *Prototipo de un sistema automático de recolección y aprovechamiento de agua en viviendas*. (Proyecto de grado, Bogotá, Colombia). Recuperado de:

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/14701/2018jeanramirez.pdf?sequence=9&isAllowed=y>

Carballo, J., Romero, D. (2011) *Tutorial Norma ISA S5.1 y Diagramas P&ID*. (Trabajo de grado, Cartagena De Indias, Colombia). Recuperado de:

<https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0062398.pdf>

Gómez, A. (2016). *Sistema de potabilización de agua para una residencia en Puerto Asís- Putumayo*, (Trabajo de grado, Bogotá, Colombia). Recuperado de:

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/21422/GomezMartinezAndresDavid2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Saldarriaga J., López L., Paez D., Luna D., González S. (enero, 2017). *Diseño Optimizado de Redes de Distribución de Agua Potable (Programa REDES)*. Trabajo presentado en el XV Seminario Iberoamericano de Redes de Agua y Drenaje, (Bogotá, Colombia). Recuperado de: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3112868
- Díaz, L. (2016). *Evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Gamarra*. (Trabajo de grado, Ocaña Norte de Santander) Recuperado de: <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/1146/1/28732.pdf>
- Pinzón E., Lugo, J. (2019) *Instrumentación Y Control De Nivel Para Un Sistema De Tanques De Hipoclorito De Sodio Para Brinsa S.A.* (Trabajo de grado, Santafé de Bogotá D.C). Recuperado de: <https://repositorio.itc.edu.co/bitstream/001/386/1/completo-convertido.pdf>
- Chaparro, J. (2011). *Desarrollo e implementación de una aplicación en LabVIEW para la estación de bombeo el Carmen acueducto metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.* (Trabajo de Grado, Bucaramanga- Colombia). Recuperado de https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1888/digital_22262.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Machado, J. (2009). *Automatización de los procesos Productivos en la planta II División Partes Piezas para la Empresa Indurama S.A.* (tesis de maestría, universidad de Cuenca – Ecuador). Recuperado de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2627/1/tm4288.pdf>
- Calderón, I. (2019) *Implementación de un sistema de comunicación para el monitoreo y control de la planta de tratamiento de aguas residuales del campamento la loma de la central CCS*. (Trabajo

de grado, Quito-Ecuador). Recuperado de:
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20087/1/CD-9529.pdf>

Tituaña, R. (2015) *diseño y construcción de dos tableros electricos de control para el funcionamiento automatico y manual de cuatro bombas eléctricas, para el abastecimiento de agua en la comunidad alamor* (Trabajo de grado, Quito- Ecuador). Recuperado de:
<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9104>

Gasca, Maira C, Camargo, Luis L, & Medina, Byron. (2017). *Sistema para Evaluar la Confiabilidad de Equipos Críticos en el Sector Industrial. Información tecnológica, 28(4), 111-124.*
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000400014>

Chapman J. (2012). *Maquinas eléctricas*. 5ta edí. México: Mc Graw Hill. Recuperado de:
<https://archive.org/stream/266539159MaquinasElectricasChapman5taEdicionPdf/266539159-Maquinas-electricas-Chapman-5ta-edicion-pdf#mode/2up>

Guerrero, J. (2017). *Aplicación del simulador CADe_SIMU en el aprendizaje de instalación de máquinas eléctricas en los estudiantes del tercer semestre de Electrotecnia Industrial del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público José Pardo – 2015* (Trabajo de grado, Lima-Perú).
Recuperado de: <http://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/UNE/1537/TM%20CE-Du%203320%20G1%20-%20Guerrero%20Cardenas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fraille, M. J. (2008) *Máquinas eléctricas (6a. ed.)*. México: Mc Graw Hill. Recuperado de:
<http://ebookcentral.proquest.com>

Baldor (SF) *Motores de Eficiencia Premium Super-E* (Ficha técnica). Recuperado de:
<http://www.baldordistribuidor.com.mx/MOTORES%20EFICIENCIA%20PREMIUM.pdf>

- Ricaurte A., Gómez D., (2009) *Prototipo sistema interruptor automatico por sensor con funcion de monitoreo por computadora* (Trabajo de grado- Cundinamarca Colombia). Recuperado de: https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/599/TTE_RicaurteVasquezAndresLeonardo_2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Caiza, N. (2016) “*Termografía Industrial En Motores eléctricos De La Planta Soguar S.A. Para Determinar Parámetros De Mantenimiento Predictivo*. (Trabajo de grado, Ambato Ecuador). Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/21752/1/Tesis%20I.M.%20324%20-%20Caiza%20L%c3%b3pez%20N%c3%a9stor%20Ad%c3%a1n.pdf>
- Jaramillo J. (2011) *Instrumentación industrial generalidades: características de la instrumentación industrial*. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/quasar.0360.7912/semana-2-generalidades-caractersticas-de-la-instrumentacin-virtualutpleetseptiembre-2011>
- Creus A. (2011) *Instrumentación industrial (8ª ed.)*. México: Alfaomega Grupo Editor. Recuperado de: https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2017-02-11_11-19-12139942.pdf
- WEG, (SF) *Manual de instalacion y mantenimiento, motores electricos de inducción trifásicos de alta y baja tensión* (Ficha técnica). Recuperado de: <https://alfredoch66.files.wordpress.com/2013/04/montaje-e-instalacion-de-motores-elc3a9ctricos-docx.pdf>
- EdrawSoft (2016). *EDraw Max V8 User's Manual Professionally diagram and communicate with essential EDraw solution*. Recuperado de: <https://www.edrawsoft.com/download/edrawmanual.pdf>

Molina E. (SF) Arranque motor bomba trifásico con flotante (Imagen JPG). Recuperado de:
<http://esquemasyelectricidad.blogspot.com/2015/06/arranque-motor-bomba-trifasico-con.html#comment-form>

Paco. (9 mayo 2015) Conexión de flotador eléctrico (Imagen JPG). Recuperado de:
<https://coparoman.blogspot.com/2015/05/conexion-de-flotador-electrico.html>

Blog de la electricidad (2 feb. 2018) Conexión motor monofásico flotador de nivel y selector 3 posiciones (Archivo de video). Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=Xp-8tNa4HCQ>

Nastor (2015) alimentación para controlador de nivel (formato JPG). Recuperado de:
<https://www.yoreparo.com/es/electricidad/electricidad-del-hogar/preguntas/1228812/flotante-electrico>

ATMI, (SF) *Interruptor de nivel tipo flotador* (Ficha técnica). Recuperado de:
https://www.atmi.fr/regulation-flotteur/pdf/1302_pagesdynadocs547dbf022aac2.pdf

Sneider electric (2020). *Harmony XB5 Plastic, Control and signaling units* (ficha técnica). Recuperado de:
https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Name=DIA5ED2121213EN.pdf&p_Doc_Ref=DIA5ED2121213EN

SIEMENS (2017). Manual de producto control industrial, Aparatos de protección (Ficha técnica). Recuperado de:
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/164/60298164/att_893716/v1/manual_SIRIUS_overload_relay_3RU_3RB_es-MX.pdf

Anexos







FICHA TECNICA DE MAQUINARIA



REALIZADO POR:	ING. EMANUEL DAVID CARRASCAL ROMERO	FECHA	25/05/2020
MAQUINA	Motor de zona baja	UBICACIÓN	Planta
FABRICANTE	KOHLBACH	SECCION	Distribución
MODELO	180M - 0204	CODIGO DE INVENTARIO	PM-02
MARCA	KOHLBACH		
CARACTERISTICAS GENERALES			
PESO 180Kg	ALTURA 420 mm	Tiempo servicio 12 horas	
CARACTERISTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MAQUINA	
Potencia 30 Hp - 22kW			
Voltaje 220V - 380V - 440V			
Amperaje 72A - 41,6A - 36A			
RPM 1760			
Carcaza 180M			
Momento de Inercia 0,12099 kgm2			
Rendimiento			
50	87.5		
75	88.1		
100	89.9		
FUNCION OPERATIVA			
Distribución del agua tratada hacia la zona baja del municipio			
FECHA DE MANTENIMIENTO			

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA



REALIZADO POR:	ING. EMANUEL DAVID CARRASCAL ROMERO	FECHA	25/05/2020
----------------	-------------------------------------	-------	------------

MAQUINA	Motor de zona alta	UBICACIÓN	Planta
FABRICANTE	BALDOR	SECCION	Distribución
MODELO	EM4316T	CODIGO DE INVENTARIO	PM-01
MARCA	BALDOR		

CARACTERISTICAS GENERALES

PESO 330kg	ALTURA 520 mm	TIEMPO DE TRABAJO 12 horas
------------	---------------	----------------------------

CARACTERISTICAS TÉCNICAS

Potencia 60 Hp - 45kW	
Voltaje 230V - 380V - 460V	
Amperaje 75.5 A	
RPM 1780	
Carcaza 364T	
Par a PL Carga 177 lb.Pie	
Rendimiento	
50	94.7
75	94.7
100	95

FOTO DE LA MAQUINA



FUNCION OPERATIVA

Distribución de agua tratada para la zona alta