



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DE
DISTRIBUCIÓN DE DIÉSEL TIPO II DESDE EL TANQUE
PRINCIPAL HASTA LOS TANQUES SECUNDARIOS Y DE
ALMACENAMIENTO DIARIO DE 1850 Y 380 GALONES
RESPECTIVAMENTE.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Mecánico

AUTORES: Ronny Israel Aguilar Chávez
Danny Alejandro Rubio Palacios

TUTOR: Jaime Rolando Heredia Velasteguí

Quito-Ecuador

2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Ronny Israel Aguilar Chávez con documento de identificación N.º 1725102295 y Danny Alejandro Rubio Palacios con documentos de identificación N.º 1717434565; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 18 de febrero de 2022

Atentamente,



Ronny Israel Aguilar Chávez
1725102295



Danny Alejandro Rubio Palacios
1717434565

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Ronny Israel Aguilar Chávez con documento de identificación N.º 1725102295 y Danny Alejandro Rubio Palacios con documentos de identificación N.º 1717434565, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Diseño y simulación del sistema automático de distribución de diésel tipo II desde el tanque principal hasta los tanques secundarios y de almacenamiento diario de 1850 y 380 galones respectivamente”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Mecánico en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 18 de febrero de 2022

Atentamente,



Ronny Israel Aguilar Chávez

1725102295



Danny Alejandro Rubio Palacios

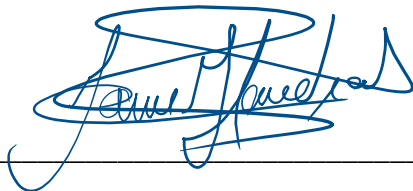
1717434565

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jaime Rolando Heredia Velasteguí con documento de identificación N.º 1721400768, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación, DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DE DISTRIBUCIÓN DE DIÉSEL TIPO II DESDE EL TANQUE PRINCIPAL HASTA LOS TANQUES SECUNDARIOS Y DE ALMACENAMIENTO DIARIO DE 1850 Y 380 GALONES RESPECTIVAMENTE, realizado por Ronny Israel Aguilar Chávez con documento de identificación N.º 1725102295 y por Danny Alejandro Rubio Palacios con documentos de identificación N.º 1717434565, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 18 de febrero de 2022

Atentamente,



Ing. Jaime Rolando Heredia Velasteguí, M.Sc.

1721400768

DEDICATORIA

Los padres son un pilar fundamental de la estructura familiar, Catalina y Cristian quiero dedicarles con todo mi cariño este trabajo, ellos son quienes con afecto y amor han sido testigos de mis tropiezos y triunfos, días buenos y malos, su motivación constante es lo que me ha hecho salir adelante poco a poco, impulsándome cada día para cumplir mis sueños, mi tío Luis y Juan mi abuelo, personas que me acompañaron desde el cielo en cada peldaño de este sueño; y, finalmente, quiero dedicar este triunfo a una personita muy especial, que en el transcurso del mes de Enero de 2022 tendrá su primer aliento de vida y me acompañara por el resto de mis días, a mi hija Sophie.

Danny

Dedico este proyecto de manera especial y afectuosa a mis padres Marcos y Elizabeth, los cuales me han respaldado con su sacrificio y dedicación en todo momento, siendo así las personas más importantes en conjunto con mi hermana que me han apoyado tanto en mi desarrollo personal como educativo, y son plasmados en la culminación de mi etapa profesional, para cumplir así con su anhelo que será siempre poner al servicio de Dios, de mi familia y de la sociedad mis conocimientos; contribuyendo al servicio del bien, la verdad y la justicia; también quiero dedicar este éxito a todas mis amistades, en especial a Cristofer quien fue más que un amigo, y aunque ya no esté aquí, aun siento su apoyo y ánimo lo cual me ha ayudado a cumplir con este objetivo.

Ronny

AGRADECIMIENTO

Deseamos primeramente agradecer aquel Ser Supremo que por su fidelidad y misericordia nos ha permitido vivir y cumplir cada uno de nuestros sueños y metas que nos hemos planteado; como persona, hijo, amigo y ahora como un profesional.

A la Universidad Politécnica Salesiana en la carrera de Ingeniería Mecánica por la gestión que ha realizado a lo largo de nuestra vida universitaria, al adquirir los conocimientos y experiencia de docentes, amigos y profesionales que han contribuido a un desarrollo profesional en nuestras vidas.

Al Magister Jaime Heredia Velasteguí, docente tutor del presente proyecto de titulación, por la valentía al asumir un nuevo reto, con sus conocimientos en ingeniería y experiencia profesional que nos aportó durante la propuesta de este plan para así cumplir exitosamente los objetivos trazados y resultados deseados satisfactoriamente.

Al “Hospital Gineco Obstétrico Pediátrico de Nueva Aurora Luz Elena Arismendi”, por las facilidades y acogida durante las pasantías pre profesionales realizadas a sus instalaciones, al igual la guía, apoyo técnico y logístico brindado en el desarrollo de nuestro proyecto.

Ronny y Danny

Contenido

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	i
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	ii
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
ANTECEDENTES	1
1.1. Formulación del problema	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
CAPÍTULO II.....	4
ASPECTOS TEÓRICOS.....	4
2.1. Diésel.....	4
2.1.1. Diésel premium	4
2.1.2. Diésel tipo 1	5
2.1.3. Diésel tipo 2	5
2.2. Poliductos.....	5
2.3. Norma INEN 440:1984	6

2.4.	Norma INEN 2251:2003	7
2.4.1.	Definiciones según la norma.....	7
2.4.2.	Disposiciones generales	7
2.5.	NFPA 99.....	8
2.6.	Reglamento ambiental de actividades hidrocarburíferas.	9
2.6.1.	Jurisdicción y competencia	9
2.7.	Ley de regulación de producción y comercialización de combustibles.	9
2.9.	Calderas de vapor.....	10
2.9.1.	Tipos de Calderas.....	11
2.9.1.1.	Calderas acuotubulares.....	11
2.9.1.2.	Calderas Pirotubulares	12
2.9.2.	Selección del tipo de caldera.....	13
2.9.3.	Usos en la industria	14
2.10.	Sensores.....	14
2.11.	Bombas hidráulicas	15
2.11.1.	Clasificación.....	16
2.11.2.	Bombas Centrífugas.....	16
2.12.	Automatización de proceso.....	17
2.12.1.	Ventajas.....	17
2.12.2.	Tipos de Automatización	17
2.12.2.1.	Automatización fija.....	17
2.12.2.2.	Automatización Programable.....	18
2.13.	Norma IEC 1131-3	18
2.13.1.	Lenguajes de Programación	19
2.13.1.1.	Literales.....	19
2.13.1.2.	Gráficos.....	19
2.14.	Compuertas lógicas	21

2.14.1.	Compuerta AND	21
2.14.2.	Compuerta OR	22
2.14.3.	Compuerta NAND	22
2.15.	Implementaciones.	23
2.16.	Módulo lógico programable LOGO!.....	24
2.16.1.	Ciclo de ejecución.....	25
CAPÍTULO III		26
MARCO METODOLÓGICO		26
3.1.	Requerimientos del proceso	26
3.2.	Análisis del proceso actual.....	26
3.3.	Análisis de alternativas	27
3.3.1.	Alternativas de diseño.....	28
3.3.2.	Bombas Hidráulicas para el bombeo de Diésel.....	29
3.3.2.1.	Bomba centrífuga.....	29
3.3.2.2.	Bomba centrífuga vertical.....	30
3.3.2.3.	Electrobomba	30
3.3.3.	Alternativas de selección de controlador	31
3.3.4.	Sensor de nivel	33
3.4.	Mantenimiento	34
3.4.1.	Mantenimiento Preventivo.....	34
3.4.2.	Mantenimiento correctivo	35
3.4.3.	Mantenimiento predictivo	35
3.5.	Diseño de la bomba.....	36
3.6.	Selección del equipo a utilizar	49
3.7.	Selección de sensor de nivel	49
3.8.	Selección de electroválvula.....	50
3.9.	Selección del módulo lógico programable.....	52

3.10.	Validación de funcionamiento y simulación.....	55
3.11.	Interfaz de usuario.....	55
3.12.	Flujograma del programa.....	56
CAPÍTULO IV		58
Resultados.....		58
4.1.	Presupuesto	58
4.2.	Análisis de viabilidad.....	59
PRESUPUESTO.....		60
CRONOGRAMA		60
CONCLUSIONES.....		61
RECOMENDACIONES		62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Logo de la empresa EP. PETROECUADOR.....	4
Figura 2.	Red de poliductos ecuatoriano	5
Figura 3.	Detalle de caldera acetabular	12
Figura 4.	Interior de una caldera pirotubular.....	12
Figura 5.	Sensores según el fundamento de transducción.....	15
Figura 6.	Bomba Centrifuga horizontal.....	16
Figura 7.	Bomba centrífuga de eje vertical	17
Figura 8.	Secuencia de operaciones 4.0.....	18
Figura 9.	Sistemas programables de ensamblaje.....	18
Figura 10.	Lenguajes IEC-1131-3.....	20
Figura 11.	Esquema de contactos	20
Figura 12.	Ejemplo compuertas lógicas	21
Figura 13.	Tabla de verdad compuerta AND	22
Figura 14.	Tabla de verdad compuerta AND	22
Figura 15.	Tabla de verdad compuerta NAND	22
Figura 16.	Ejemplo de diagrama de bloques	23

Figura 17. Ejemplo de herramientas de desarrollo IEC 1131-3	23
Figura 18. Módulo lógico programable LOGO!	24
Figura 19. Fases de ejecución.....	25
Figura 20. Flujograma del proceso actual de distribución de diésel	27
Figura 21. Curva del sistema.....	43
Figura 22. Catálogo de bombas KSB	44
Figura 23. Curva de trabajo de Mega CPK 050-032-250.1, n = 1.160 rpm.....	45
Figura 24. Catálogo de bombas VOGT	46
Figura 25. Curva de funcionamiento bomba NE modelo 620 centrífuga velocidad nominal de 1750 1/min serie	47
Figura 26. Bomba Grundfos UPS 40-180F	48
Figura 27. Curvas de trabajo bomba UPS 40-180 F 60 Hz	48
Figura 28 . Esquema del sensor NKP.....	50
Figura 29. Danfoss tipo de válvula.....	51
Figura 30. Electroválvula solenoide EV220B	51
Figura 31. LOGO!	53
Figura 32. Interfaz LOGO!Soft Comfort.....	54
Figura 33. Nuevo proyecto en Diagrama de Funciones	54
Figura 34. Programación en diagrama de bloques para la automatización del sistema de distribución de diésel.....	55
Figura 35. HMI sistema de distribución de diésel.....	56
Figura 36. Flujograma de la propuesta de cambio para el sistema de distribución de diésel.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los fluidos.....	6
Tabla 2. Características de los fluidos en tuberías.....	6
Tabla 3. Espesor del metal en aplicación del diámetro.	8
Tabla 4. Tipo de materiales para transporte de diésel.	10
Tabla 5. Procedimiento de unión.....	10
Tabla 6. Tabla comparativa entre caldera pirotubular y acuotubular.	13
Tabla 7. Tipo de sensor según la variable física a calibrar	15
Tabla 8. Características de las alternativas propuestas	28
Tabla 9. Matriz de decisión: Diseño.....	29
Tabla 10. Ventajas y desventajas de Bombas.....	30

Tabla 11. Matriz de decisión: Bombas	31
Tabla 12. Ventajas y desventajas de los controladores.....	32
Tabla 13. Matriz de decisión: controlador	32
Tabla 14. Ventajas y desventajas de los sensores.....	33
Tabla 15. Matriz de decisión: Sensores	34
Tabla 16. Ventajas y desventajas de tipos de mantenimiento	35
Tabla 17. Matriz de decisión: mantenimiento	36
Tabla 18. Altura teórica de la bomba.....	42
Tabla 19. Selección de bomba.....	49
Tabla 20. Características del sensor de nivel.....	49
Tabla 21. Características de Electroválvula solenoide EV220B	52
Tabla 22. LOGO! 8.....	53
Tabla 23. Tabla de presupuesto	58
Tabla 24. Proceso manual de distribución de diésel.....	59

RESUMEN

El presente trabajo de titulación se desarrolló en el Hospital Gineco-Obstétrico de Nueva Aurora “Luz Elena Arismendi” (HGONA), para aprovechar al máximo los tiempos perdidos del personal en el establecimiento, a través de la automatización.

El objetivo principal es diseñar una ruta óptima para transportar diésel desde un tanque principal de 11800 galones, hasta los tanques secundarios que proveen de combustible a los tanques diarios de 1850 y 380 galones respectivamente, para que las diferentes áreas tengan un excelente funcionamiento, optimizando así, el funcionamiento del hospital.

Mediante un estudio y dimensionamiento del sistema, se conocerá el tipo de accesorios que requiere el mismo. Según los resultados obtenidos se contará con una bomba VOGT n=1750 rpm modelo NE 620, con el fin de distribuir el combustible, por medio de una tubería negra cédula 40 de 2 pulgadas de diámetro. En donde se utilizarán diferentes accesorios como son codos, válvulas, uniones y universal cónica, para censar el líquido que contiene cada tanque se utilizará un sensor plástico de nivel Kobold NKP-401.

En el sistema es fundamental la utilización de válvula solenoide Danfoss EV220B 2” EPDM 032U7150. El cual será controlado por un módulo Lógico Programable LOGO! con expansión de entradas y salidas digitales LOGO! DM8 230R, para realizar las conexiones eléctricas desde el PLC hasta las válvulas y sensores. También se utilizará cable comunicación mini din 5-pin recto para los sensores y cable de control 3 cond. 1.0 mm/ 18 AWG conductor negro para la válvula solenoide.

El presente proyecto tendrá un costo de \$10.276,24, debido a que el requerimiento fue del hospital, no se necesita tener un análisis de factibilidad económica del proyecto, debido a un presupuesto destinado para una posible implementación del sistema de distribución de diésel.

Palabras clave: diseño, automatización, simulación, LOGO, HGONA.

ABSTRACT

The present degree thesis was involved at the Nueva Aurora Gynecological-Obstetric Hospital "Luz Elena Arismendi" (HGONA), to serve as much as possible of the lost time of the personnel at the facility, through automation.

The main objective is to design an optimal route to transport diesel from the main tank of 11800 gallons to the secondary tanks that provide fuel to the daily tanks of 1850 and 380 gallons respectively, so that the different areas have an excellent performance, thus optimizing the operation of the hospital.

Using a study and sizing of the system, the type of accessories required will be determined. According to the results obtained, a VOGT pump $n=1750$ rpm, model NE 620, will be used to distribute the fuel through a black pipe with a diameter of 2 inches. Different accessories such as elbows, valves, unions, and universal conical fittings will be used, and a Kobold NKP-401 plastic level sensor will be used to measure the liquid in each tank.

A Danfoss EV220B 2" EPDM 032U7150 solenoid valve will be used in the system, which will be controlled by a LOGO! programmable logic module with the expansion of digital inputs and outputs LOGO! DM8 230R, to make the electrical connections from the PLC to the valves and sensors. It will also be used mini-din 5-pin straight communication cable for the sensors and control cable 3 cond. 1.0 mm/ 18 AWG black conductor for the solenoid valve.

The present project will have a cost of \$10,276.24, thanks to that the requirement was from the hospital, it isn't necessary to have an economic feasibility analysis of the project, due to a budget destined for a possible implementation of the diesel distribution system.

INTRODUCCIÓN

La automatización dentro del desarrollo industrial, establece una parte fundamental dentro de la industria ecuatoriana y específicamente dentro del campo de la salud, teniendo una armonía entre los componentes y mecanismos tecnológicos, para afianzar el funcionamiento de este sistema[1]. Dicha automatización deberá ser capaz de activar su sistema frente a condiciones imprevistas.

El programa de automatización está conformado por una sucesión de fases operativas claramente diferenciadas, enlazadas por un grupo ordenado de reglas lógicas establecidas en el ordenador, el mismo que establece las acciones propias para los controladores específicos que verifican los diferentes componentes de la instalación para cumplir las funciones correspondientes[2].

La estructura del proyecto se puede dar en las siguientes partes definidas; por un lado, la parte maniobrada conformada por un grupo de dispositivos elaborados para la ejecución de funciones de elaboración. Por otro lado la parte de dominio que indistintamente de su aplicación tecnológica es el responsable de ejecutar la coordinación de las diferentes funciones encargadas de mantener el control operativo[1].

Todo esto se realiza por medio del sustento permanente en el intercambio de información entre la parte maniobrada y la parte de dominio.

Con esto pretendemos diseñar un proyecto de automatización para satisfacer las demandas y necesidades requeridas dentro del HGONA. Es decir, con la automatización procuramos optimizar la eficacia, productividad, reducción de costos y seguridad del área de distribución del diésel del tanque principal hacia las diferentes áreas donde se requiere este combustible a través de los tanques secundarios para su abastecimiento de forma más eficiente ahorrando tiempo y dinero.

Con este proyecto deseamos aplicar todo nuestro conocimiento y experiencia que hemos adquirido durante la vida universitaria y poder ser entes productivos en la comunidad con ideas innovadoras y eficientes en lo que vamos a plantear a continuación.

Esperamos que nuestro proyecto sea considerado y aplicado satisfactoriamente para mejorar la calidad de servicio del HGONA.

En el primer Capítulo se expone los precedentes, la presentación del problema, justificación y los objetivos, con el propósito de corroborar la información del proyecto al diseñar una tubería de contingencia de control automático que será utilizada al momento que algún depósito de combustible esté vacío. El estudio se realizará para que los diferentes sistemas del hospital continúen en funcionamiento sin ningún percance; debido a que en una institución de salud se necesita que todos los sistemas tengan un funcionamiento en perfectas condiciones, para así poder satisfacer los objetivos planteados.

En el Capítulo II se presenta el marco teórico, marco referencial y marco normativo, donde se sustenta los diferentes conceptos aplicados a la distribución de diésel, al igual que la norma INEN 440 sobre la designación de conductores para productos derivados del petróleo, como su almacenamiento y transporte de estos. Se complementa los reglamentos ambientales de jurisdicción y competencia en el Ecuador, para un buen manejo de hidrocarburos. Finalmente se comenta sobre los conceptos y principios básicos en ingeniería para poder desarrollar el proyecto planteado.

El Capítulo III menciona al marco metodológico, el cual explica a detalle lo que será necesario para cumplir este proyecto, analizando el proceso actual con el cual está funcionando el sistema de distribución de diésel; también como se tomará una alternativa en el diseño y automatización para la nueva tubería de contingencia. Además del proceso de ingeniería, al momento de seleccionar los accesorios más adecuados para este tipo de aplicación, a través de la validación del funcionamiento sustentada con la simulación presentada para el proyecto.

En el Capítulo IV se describe un análisis financiero que se apoya con valores reales tomados del mercado actual y el soporte de implementar este sistema de distribución y un análisis de viabilidad tomando en cuenta todos los factores que beneficiarán a dicho proyecto.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1. Formulación del problema

El HGONA es una institución cuya misión es brindar asistencia sanitaria a los pacientes en el área gineco, obstétrica - pediátrica con calidad y calidez cumpliendo con estándares de calidad propuestos por el Ministerio de Salud Pública. Su visión es presentar a una entidad accesible, mostrando un nivel de calidad que satisfaga las expectativas de sus usuarios, acogiéndose a principios bioéticos y de salud. [3]

El hospital cuenta con diferentes áreas, que se encuentran estratégicamente ubicadas para su correcto funcionamiento, cada una tiene una función predeterminada. Por lo tanto, si una de estas áreas llegase a fallar en consecuencia se podrían perder vidas humanas, alguna de estas áreas mencionadas anteriormente necesita de vapor para poder aprovechar su rendimiento al máximo.

La generación de vapor generalmente se produce en recuperadores de calor o calderas de combustión, en las cuales se emplea combustible, que al mezclarse con el aire en un ambiente y proporción adecuado por oxidación generará energía química que se convierte en gases de combustión a una temperatura específica. Después de generar el vapor pasan por tuberías al manifold, el cual a través de válvulas permiten dirigir al fluido por las diferentes áreas del hospital, cerrando el ciclo térmico con un tanque de condensado y de almacenamiento para que no exista desperdicio de energía.

El parámetro más importante para la producción de vapor, es la funcionalidad del caldero, su capacidad definirá el cociente entre la potencia que contiene el vapor y la energía contenida en la cantidad de combustible utilizado.

Para el laboratorio y esterilización se utiliza una línea de vapor que funciona como intercambiador de calor, para desinfectar toda la indumentaria requerida por los doctores, para el análisis de muestras dependiendo la temperatura necesaria. Para el área de cocina el vapor que está a 120°C ayuda a la preparación de alimentos tanto de los empleados del hospital como los pacientes. En la lavandería se utiliza el vapor para el área de secado y desinfección de la prenda que se utilizó por un paciente del HGONA.

Directamente la falta de combustible afecta al funcionamiento total del hospital. Por lo tanto, observamos que el problema principal en nuestro estudio se da cuando, exista un desperfecto o daño en la red de la tubería de carga de tanqueros lo cual no podrá alimentar a los tanques secundarios. Que a su vez estos proveen de combustible al tanque diario que permite el funcionamiento de los calderos. Los cuales no producirán el vapor necesario para las áreas del establecimiento y en consecuencia no tener un rendimiento óptimo en dicho establecimiento.

1.2. Justificación

La importancia de implementar un plan de contingencia al sistema de distribución, de diésel a través de la innovación de una nueva red de tubería, la cual tiene el fin de alimentar a los tanques secundarios y de almacenamiento diario del HGONA. Los mismos que tienen como función principal acaparar el combustible que necesitan los equipos de grupos electrógenos, generadores, sistema de lucha contra incendios y calderas de obtención de vapor. Estos equipos utilizados en desinfección y saneamiento de los implementos quirúrgicos, además de los quirófanos, para la preparación de alimentos, servicio de lavandería, intercambiadores de calor para proporcionar agua caliente a todo el hospital, entre otros.

Se evaluará las condiciones actuales del proceso de distribución de diésel, para trazar el trayecto más adecuado de la tubería de contingencia a partir de los planos 2D existentes en el HGONA, con los conocimientos adquiridos en las materias de mecánica de fluidos, máquinas hidráulicas y dibujo mecánico vistas en nuestro periodo de estudiantes.

Se gestionará dicho proyecto con el análisis de parámetros, por medio de cálculos matemáticos podremos definir el headpump. También con el apoyo de manuales de distribuidoras de bombas, podremos proponer 3 tipos que se apeguen más a nuestro sistema al igual que elegir los accesorios necesarios. Por lo cual, se calculará también los caudales que se utilizarán las presiones necesarias y normadas por el INEN las cuales nos darán una referencia teórica y estándares para la implementación de esta nueva tubería.

Mediante simulación en software especializado en control industrial (HMI), se representará todo el proceso que controle la bomba y electroválvulas, las que permitirán el paso del fluido, que funcionarán como indicadores para seleccionar la mejor opción para el sistema de tubería de contingencia.

Al conocer los resultados y con todos estos conocimientos hacer un análisis económico para saber si el sistema es factible realizarlo a futuro con precios reales para una posible construcción e implementación de este proyecto.

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar la simulación del sistema automático para la distribución de diésel tipo II desde el tanque principal hasta los tanques secundarios y de almacenamiento diario de 1850 y 380 galones respectivamente.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar las condiciones actuales del proceso de distribución de diésel a partir de los planos 2D existentes.
- Establecer los parámetros de diseño del sistema para obtener tener una selección de bomba y accesorios, conforme a los requerimientos.
- Validar el sistema automático de distribución de diésel mediante simulación en software especializado en control industrial.
- Analizar las posibilidades económicas para la puesta en marcha de automatización de la tubería de distribución de diésel.

CAPÍTULO II

ASPECTOS TEÓRICOS

Mateo J. y García S. [4] manifiestan que el Ecuador desde el año 2000, inserta estrategias políticas económicas en el sector petrolero, para así, fortalecer la dolarización con una base adecuada de ingreso y una inclusión del país en la economía mundial con el petróleo, esto se lo realizó con el fin de superar la grave crisis financiera en los años noventa, poniendo así en marcha un proyecto heterodoxo a cargo del, en ese entonces presidente Rafael Correa a partir del 2007.

A la descomposición de diferentes organismos vivos. animales y vegetales, durante miles de años, son el resultado evidente de lo que conocemos como petróleo, después de distintos procesos, físicos y químicos (refinación), da origen a diferentes productos de uso diario para el hombre. [5]

2.1. Diésel

Según la norma 1489 no indica que el diésel es también conocido como gasoil o gasóleo que se obtiene de alquitarar el petróleo a una temperatura aproximada de 200°C y 380°C. [6]

En la figura 1 se puede visualizar el logo de la empresa Petroecuador.



Figura 1. Logo de la empresa EP. PETROECUADOR [6]

Se clasifica según el tipo que tiene diferentes usos:

2.1.1. Diésel premium

Este es el mejor refinado y tiene aditivos que previene el desgaste acelerado de una maquinaria dando un mejor rendimiento la solidificación de la parafina reduce el consumo y transmisión de contaminantes. [5]

2.1.2. Diésel tipo 1

Este tipo de diésel es menos refinado por ende se utiliza en maquinaria pesada, genera problemas en automóviles y camiones por lo que se utiliza en maquinaria agrícola, embarcaciones, flotas pesqueras y vehículos autorizados. [5]

2.1.3. Diésel tipo 2

Tiene un uso específico para equipos que producen calor gracias al alto contenido de parafinas, tiene muchas más impurezas que el diésel tipo A y B, está prohibido para el uso de automóviles y embarcaciones, este tipo de diésel es el más barato debido a su composición. [5]

2.2. Poliductos

Echeverría J. y Jiménez F. [7] mencionan que son redes de tuberías que se utilizan para el traslado de productos originados del petróleo, los cuales son conducidos en lotes llamados baches los cuales se transportan desde refinerías a diferentes lugares de abastecimiento de este producto.

EP Petro comercial en el Ecuador consta de una red de poliductos conectados entre sí con una longitud de 1300 kilómetros aproximadamente con bombeo de 6 millones de galones diarios de combustibles los cuales serán transportados estratégicamente para abastecer las regiones del país.

La figura 2 hace referencia a la red de poliductos ecuatoriano para el transporte de combustible.



Figura 2. Red de poliductos ecuatoriano [7]

2.3. Norma INEN 440:1984

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) [8] explica que existen diferentes colores para verificar el fluido que está siendo transportado, graduado en categorías desde el 0 hasta el 9. La tabla 1 se refiere al color de la tubería que debe tener según el fluido indicado con su categoría.

Tabla 1. Clasificación de los fluidos.

FLUIDO	CATEGORÍA	COLOR
Agua	1	Verde
Vapor de agua	2	Gris plata
Aire y oxígeno	3	Azul
Gases combustibles	4	Amarillo ocre
Gases no combustibles	5	Amarillo ocre
Ácidos	6	Anaranjado
Álcalis	7	Violeta
Líquidos combustibles	8	Café
Líquidos no combustibles	9	Negro
Vacío	0	Gris

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

Como se especifica en la Tabla 1 la categoría que corresponde, refiriéndose a líquidos combustibles es el número 8, la misma que tiene una subclasificación que se puede ampliar según la necesidad de cada usuario como se detallara en la siguiente tabla.

La Tabla 2 indica las características de los fluidos en la tubería de la categoría 8, de líquidos combustibles.

Tabla 2. Características de los fluidos en tuberías.

Categoría	Líquidos combustibles
8.0	Grado 0
8.1	Grado 1
8.2	Grado 2
8.3	Grado 3
8.4	Aceites y grasas no comestibles
8.5	Otros fluidos orgánicos y pastas

8.6	Nitroglicerina
8.7	Líquidos otros; también metales acuosos
8.8	Aceites y grasas comestibles
8.9	Combustibles de descarga

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

También menciona que pueden añadirse indicaciones adicionales en casos específicos: la presión cuantificada en pascales, temperatura en grados centígrados, factores propios del fluido (acre, concentración, espesura), radioactividad, peligro biológico y otro riesgo mediante símbolos de color de seguridad normalizados.

2.4.Norma INEN 2251:2003

Esta norma se maneja en depósitos de distribución de combustibles el transporte, almacenamiento y expendio[9].

2.4.1. Definiciones según la norma

- Almacenamiento. - actividad dedicada a acumular combustibles líquidos que se deriven de los hidrocarburos en reservas especialmente diseñados para esta actividad.
- Autotanke. - transporte automotor asignado al expendio de combustibles derivados de los hidrocarburos desde una reserva a otra.
- Tanque de almacenamiento. – reservorio que contiene petróleo o sus procedente en sitios de manufactura.
- Boca de llenado - sistema de acople donde existe se da unión del tanque de almacenamiento y el autotanke, para el abastecimiento del mismo.
- Válvula de alivio. - dispositivo que posibilita remover la presión interna de los tanques o tuberías para conservar las fronteras aceptables.
- Válvula de exceso de flujo. - Dispositivo de cierre automático una vez que la cantidad de combustible sobrepasa los parámetros del tanque de almacenamiento

2.4.2. Disposiciones generales

La NTE INEN 2266 en los Decretos Ejecutivos 1215 del 2024 del 2001-10-26 y 2001-02-02 y el Acuerdo Ministerial No.184 de 1999-02-10 ordenarán todas las leyes en el manejo, reservorio y conducción de combustibles derivados de los hidrocarburos. Es también responsabilidad la fabricación de tanques de acopio como su diámetro externo e

interno la cual se calculará con normas y estudios de ingeniería para la capacidad de fluido, al igual que el material para garantizar el bienestar ambiental. [9]

Tiene que cumplir con las reglas de construcción permitidas, el API 650, API 12F, API 12D o equivalentes, el grosor mínimo del acero estará en función de su diámetro.

En la Tabla 3 se visualiza el grosor del acero en función al diámetro del tanque de almacenamiento de líquido combustible

Tabla 3. Espesor del metal en aplicación del diámetro.

Diámetro del tanque	Grosor mínimo de la plancha
Hasta 1.60 m	4.76 mm
Entre 1.60 y 2.25 m	6.00 mm
Entre 2.25 y 2.75 m	7.81 mm
Más de 2.75 m	9.00 mm

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

2.5.NFPA 99

Batterymarch Park [10] declara que para manipular sustancias combustibles e inflamables se debe tener conocimiento previo de sus propiedades, tanto individualmente como en combinación, el almacenamiento de los combustibles debe ser en contenedores aprobados de acuerdo con NFPA con la respectiva norma de líquidos inflamables y combustibles, también con norma de protección contra incendios.

El volumen límite de líquidos de tipo I, II y III de almacenamiento aprobado no debe superar a los 7.57 L (2 gal) por cada 9.29 m^2 (100 *pies*²), para cualquier centro de salud NFPA sugiere tener una capacidad de almacenamiento de 1135.5 L (300 gal), los mismos que deberán incluirse en el inventario total. [10]

En la zona donde se encuentre ubicado el tanque de almacenamiento se deberá permitir una ventilación total del mismo a través de sistema de extracción de campana de humos, los líquidos inflamables o de combustión no deben colocarse:

- Cerca de quemadores
- Cerca de hornos
- Cerca de tuberías y válvulas calientes
- Cerca de otras fuentes de calor

- En los pasillos

2.6.Reglamento ambiental de actividades hidrocarburíferas.

2.6.1. Jurisdicción y competencia

El Art. 3 menciona que el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental y la Dirección Nacional de Protección Ambiental Hidrocarburífera del Ministerio de Energía y Minas; serán los organismos que controlarán, auditarán y dirigirán las actividades hidrocarburíferas en la gestión ambiental la cual lleva a cabo una evaluación y aprobación del cumplimiento del reglamento en los estudios ambientales del Ecuador los cuales deberán cumplir los requerimientos y disposiciones. [11]

Para la verificación en el control del reglamento, la entidad conocida como PETROECUADOR al igual que sus contratistas y filiales serán las encargadas de aplicar la inspección de indagación y abuso de hidrocarburos al igual su transporte y comercialización para productos derivados de petróleo es lo que estipula el Art. 4. [11]

2.7.Ley de regulación de producción y comercialización de combustibles.

En la Constitución del Ecuador Art. 19 se asegura el derecho de vivir en un entorno libre de contaminación a todos los ecuatorianos por lo cual el Estado garantizara dicho derecho al controlar la preservación de la naturaleza y la no contaminación por la quema de productos derivados de los hidrocarburos por automotores que generan tetraetilo de plomo perjudiciales para la salud de cualquier ser humano. [12]

Como dato adicional se informa que el Ecuador muchas afecciones como el envenenamiento crónico generar riesgo cancerígeno mutagénico que son provocados por el aumento de octanaje a causa del tetraetilo de plomo[12].

2.8.Tuberías para el transporte de hidrocarburos

Meléndez et al. [13] sostienen que el transporte de hidrocarburos tiene una gran relevancia a nivel mundial, desde su extracción hasta las plantas de procesamiento de petróleo, comercialización y despacho, el principal medio de transporte de los hidrocarburos y sus derivados son las tuberías.

Venegas et al. [14] manifiestan que los insumos de fabricación de la tubería tienen que ser compatible con el fluido que se transporta, también tendrá una apropiada dimensión para transportar el caudal requerido.

La norma correspondiente al tipo de tubería se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Tipo de materiales para transporte de diésel.

Tubería	Norma de Fabricación
Acero al carbono	ASTM A53 ISO 65
Acero inoxidable	ANSI / AGALCI ASTM A240
Cobre	ISO 1640 ASTM B88

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

En la Tabla 5 se da a conocer el tipo de unión de tubería con los accesorios.

Tabla 5. Procedimiento de unión

Tubería	Procedimiento de unión
Acero al carbono	SMAW o roscado
Acero inoxidable	Pressing fit
Cobre	Oxiacetilénico

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

2.9. Calderas de vapor

Dekker M. [15] menciona que en la ingeniería hospitalaria es importante la eficiencia energética y la fiabilidad de los equipos. Se debe cumplir para satisfacer las metas rigurosas que se plantean como son minimizar los tiempos de parada porque estamos en un campo donde los segundos cuentan por vidas.

Palacios D.[16] mantiene que las calderas que producen vapor de agua con una tensión aproximadamente elevada, la cual se va a utilizar como fuerza motriz en máquinas que utilicen vapor, en medios de calefacción, hospitales, industrias, etc.

Las calderas son mecanismos que son utilizadas en la producción energía térmica a través de la modificación de energía que contienen los carburantes al momento de combustiones. Son diseñadas para transmitir la energía calórica que se encuentra en combustibles a un fluido que por lo general es agua que al calentarse produce vapor, el cual será un elemento de trabajo para otros sistemas, máquinas o dispositivos. [17]

Álvarez I. [18] indica que es un depósito cerrado donde se calienta un fluido por lo general agua y crea vapor el cual se sobrecalienta a baja presión con aplicación directa de calor. Este término también se refiere para las unidades de combustión al calentar y evaporar diferentes fluidos y así logrando un ciclo de un sistema cerrado.

Es común que en los hospitales se produzca vapor limpio mediante un Reboiler o generador de vapor sano fabricados con materiales inoxidable para tener la certeza de que no exista algún tipo de contaminación debido a aditivos para proteger la caldera y tratamiento de agua. [15]

2.9.1. Tipos de Calderas

Domínguez et al. [19] manifiesta que Principalmente hay dos clases de calderas de vapor utilizadas para la industria; fabricados de tubos de humo (pirotubulares) y acuotubulares también llamados conductos acuosos.

2.9.1.1. Calderas acuotubulares

Estas calderas trasladan el fluido por el interior de los conductos mientras dura el proceso de caldeoamiento que circulan en la parte externa de dichos conductos de vapores de transformación. Generalmente son utilizados cuando necesitamos una compresión de trabajo mayor a los 22 bar. [17]

Debido a su fabricación, la normativa de Equipos a Presión en la Introducción Técnica Complementaria ITC EP-1 Capítulo II Artículo 3, las define como clase primera, controla una baja capacidad de agua. Se toma en cuenta que las propiedades del agua de alimentación sean mejores en comparación de otra clase de calderas. [17]

El título de vapor en estas calderas es muy bajo del 0.85 lo que explica que la capacidad de agua por unidad de masa es elevada por el 15% por esta causa es necesario complementar con secadores de vapor entre los cuales tenemos o sobre calentadores. [16]

En la Figura 3 se puede observar el interior de una caldera acetabular y como está estructurado los tubos por donde pasara el fluido a ser calentado.

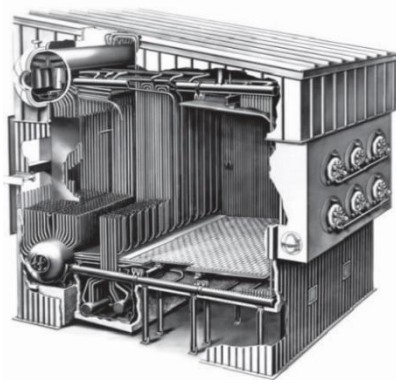


Figura 3. Detalle de caldera acetabular [19]

2.9.1.2. Calderas Pirotubulares

En esta clase de generador el líquido de trabajo se halla en un reservorio por el cual atraviesan tubos y dentro de estos estarán los gases de combustión los calentarán al agua mediante transferencia de calor. Principalmente estas calderas son utilizadas cuando necesitamos una compresión de trabajo inferior a los 22 bar. [17]

Gracias a su fabricación pueden almacenar gran cantidad de fluido de trabajo (agua), debido a esto son denominados como clase segunda por la regulación de la Introducción Técnica Complementaria ITC EP-1 Capítulo II Artículo 3. Dicho vapor que producen estas calderas contiene, si es 1 el título de vapor indica que dicha capacidad de líquido por cantidad de masa es bajo el 3%. [17]

En la Figura 4 podemos observar el proceso interno de una caldera pirotubular en la que el fluido de trabajo está por fuera de los tubos de combustión.



Figura 4. Interior de una caldera pirotubular.[19]

Las calderas pirotubulares se clasifican según la distribución del haz tubular:

- Calderas horizontales.
- Calderas verticales.

- Calderas de dos y tres pasos de gases.

La Tabla 6 se explicará una tabla comparativa entre una caldera pirotubular y una caldera acuotubular [17].

Tabla 6. Tabla comparativa entre caldera pirotubular y acuotubular.

Criterios	Calderas Acuotubulares	Calderas Piro tubulares
Calidad de líquido	Considerables demandas, se necesita un valor de salinidad en su función	Mínimas demandas, probable funcionalidad con salinidad de agua
Mantenimiento	Costoso	Fácil de limpiar
Revisiones periódicas	Son necesarias mediciones con ultrasonidos y pruebas hidrostáticas (tiempo y dinero)	Inspección ordinaria con pruebas hidrostáticas sin necesidad de pruebas de carácter no constructivo.
Costo para proporciones comparativos en gastos de fabricación y calidad en su Rendimiento	Superiores	Menores
	difícil realizar su mantenimiento con relación a su funcionamiento.	Fácil mantenimiento.
Características de la carga parcial	En algunos diseños, se debe limitar la carga parcial; el quemador no se apagará manualmente	Se aprovecha el control del quemador; al momento de su carga mínima, el quemador se apagar sin ningún problema
Contenido de agua	Menor	Mayor
Capacidad de acumulación	Susceptible de variables de presión y carga resultante en el proceso	Las fluctuaciones de carga y presión no son susceptibles gracias al volumen de agua.
Plazo entrega	Más largo	Más corto
Espacio necesario	Elevadas	Reducidas
Lapso indispensable para el funcionamiento y montaje	Prolongado	Reducido

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

2.9.2. Selección del tipo de caldera

Domínguez et al. [19] menciona que existen parámetros muy importantes en la selección del tipo de calderas como son:

- Potencia última según el requerimiento térmico en instalaciones que alimenta, (generalmente son para calderas de fluido térmico, agua caliente y sobrecalentada).
- Producción de vapor de acuerdo con el consumo de vapor que se necesita para el proceso, (en calderas de vapor).
- Presión de trabajo continuo según lo necesario y consumo lejos de la producción (para todo tipo).
- Temperatura de empleo constante de acuerdo al requerimiento de las instalaciones.

2.9.3. Usos en la industria

Miranda R. [17] explica que las calderas de vapor en el ámbito industrial son utilizadas en trabajo de fuerza y procesos industriales que son aplicables:

- Empresas de alimentos: la fabricación se sustenta principalmente en el aumento de temperatura para alcanzar la esterilización de los productos.
- Hospitales: su función principal es la esterilización de insumos hospitalarios dado que se necesitará una cantidad mayor de equipos entre más grande sea el área de trabajo.
- Industria de bebidas alcohólicas: aquí se necesita una gran cantidad de equipos caloríficos en potencia y dimensiones porque es usual la velocidad de la fermentación y procesos de cocción de sus productos que son de materia orgánica porque es la base del producto.
- Y por último en donde necesitaremos aplicar un ciclo Rankine para la generación de electricidad.

2.10. Sensores

Corona L. et al. [20] mencionan que un sensor es un objeto que tiene el objetivo de captar señales del exterior, transformar esta señal mediante un transductor, en impulsos, esta información puede ser de cualquier tipo (física, química). Hoy en día los sensores entregan una respuesta analógica o digital, debido a que son los más utilizados en los sistemas actuales.

En la Figura 5 mostramos la clasificación de sensores según el principio de transducción.

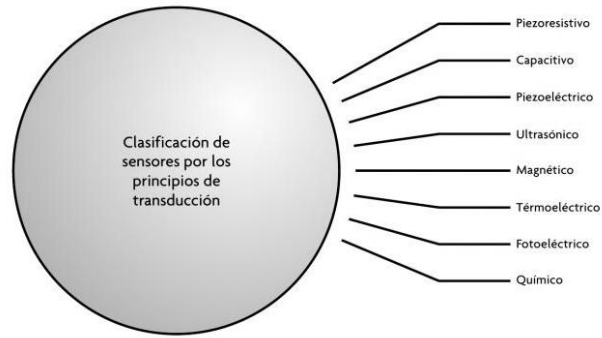


Figura 5. Sensores según el fundamento de transducción [20]

Los sensores se clasifican según el tipo de variable medida, todos los sensores tienen el mismo principio, algunos tienen características peculiares para distinguirlos entre sí, tienen diferentes características según el uso que se va a emplear, como el rango que es un intervalo presentado entre un máximo y mínimo de la variable física, la precisión de un sensor tiene que ver con el grado de repetitividad de una medida. [20]

En la Tabla 7 se muestra el tipo de sensor según la variable física a calibrar.

Tabla 7. Tipo de sensor según la variable física a calibrar.

Tipo de sensor según la variable física a calibrar.	De corriente
	Flujo y presión
	Humedad temperatura
	Gas y pH
	Nivel y proximidad
	Posición, velocidad y aceleración
	Color, luz y presión
	Fuerza y deformación

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

2.11. Bombas hidráulicas

Heras S. [21] expone que es un sistema mecánico en el cual se intercambiará energía con fluidos contenidos que circulan en este mecanismo, algunos ejemplos de este tipo son los ventiladores, compresores, turbinas hidráulicas, vapor, gas, ruedas hidráulicas, entre otras. En otras palabras, tenemos que las bombas hidráulicas son sistemas generadores de trabajo a través de un fluido no compresible en la cual se transformará la energía mecánica en hidráulica o viceversa.

Al momento de que la bomba transfiera energía a un líquido, este generalmente aumenta su presión y velocidad de salida por las características físicas de cada tipo de bomba ya sea por su funcionamiento, el tamaño, velocidad de accionamiento y también tener en cuenta las propiedades del fluido en especial con su viscosidad. [21]

2.11.1. Clasificación

- El sentido de transmisión de la energía entre la máquina y el fluido, como son las bombas y turbinas.
- La compresibilidad del fluido, bombas hidráulicas y compresores.
- Principio del funcionamiento, bombas volumétricas y centrífugas.

2.11.2. Bombas Centrífugas

Bash E.[22] expone que las bombas centrífugas horizontales funcionan por la rotación de sus álabes que giran a una gran velocidad, las cuales están dentro de la carcasa llamada comúnmente caracol. Por el cual el fluido ingresa por un tubo de succión hacia el centro del rodete y aquí el rodete imprime energía cinética al fluido contra las paredes del caracol con fuerza la cual conduce al fluido por la tubería de impulsión.

La Figura 6 representa una sección de corte de una bomba centrífuga de eje horizontal.

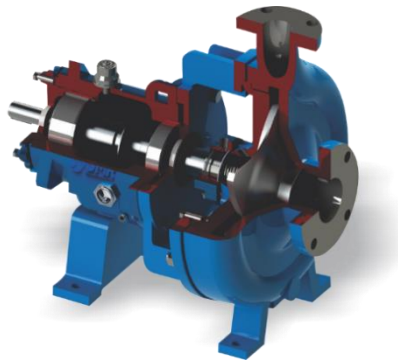


Figura 6. Bomba Centrífuga horizontal [22]

Bomba centrífuga vertical, en estas la característica principal es que el rodete está sumergido en el fluido por lo que no se desceban, dado que al tener una tubería de aspiración es absolutamente innecesaria. En la figura 7 esta ilustrada físicamente la forma de una bomba centrífuga de eje vertical más común y comercializada del catálogo de bombas HASA. [22]



Figura 7. Bomba centrífuga de eje vertical [22]

2.12. Automatización de proceso

Valdez C. [2] la automatización de procesos trata de unir a elementos electrónicos y mecánicos para trabajar en conjunto, así aseguran el control, monitoreo del proceso, permitiendo así tener mayor seguridad para reaccionar ante situaciones inesperadas. El objetivo principal de la automatización es reducir costos de fabricación, también libera al operario de tareas peligrosas y tediosas.

2.12.1. Ventajas

La automatización genera múltiples beneficios para la producción, más que todo para las empresas grandes que tienen un volumen de producción alto y constante, la automatización se la puede realizar de forma parcial o total, dependiendo de la economía de la empresa.[2] Entre los beneficios de la automatización de procesos son:

- Reducción de costos: Agiliza el tiempo, el trabajo y dinero.
- Calidad de producción: Involucra al operario con el trabajo puesto en marcha, sin tiempos muertos ni errores.
- Repetición constante de tareas: Volumen de producción alto con una producción estacional.

2.12.2. Tipos de Automatización

El volumen de producción, la variedad de productos, grado de autonomía, los requerimientos del proceso son algunos parámetros que se toman en cuenta para clasificar la automatización:

2.12.2.1. Automatización fija

Requiere una gran inversión debido a que los equipos que se utilizan son muy especializados, tiene una secuencia de operaciones sencillas, se aplica a volúmenes

elevados de producción y no es adaptable, este tipo de automatización se aplica en la fabricación de tableros. [2]

La Figura 8 muestra una secuencia de operaciones 4.0.



Figura 8. Secuencia de operaciones 4.0 [2]

2.12.2.2. Automatización Programable

Se enfoca en sectores donde la producción es por lotes, además se realiza cambios según la demanda de los productos, los volúmenes de trabajo son pequeños, no son muy flexibles, no pueden realizar cambios en los productos, para realizar cambios se tiene que reconfigurar el programa. [2]

La figura 9 muestra un sistema programable de ensamblaje.



Figura 9. Sistemas programables de ensamblaje [2]

2.13. Norma IEC 1131-3

Vander Wal E. y Simon R. [23] mencionan que el software tiene un papel fundamental en la actualidad para la automatización industrial, es por esto que se tiene programación dependiente y conexión compleja por lo que el costo de los diferentes programas asociados cuenta con costos elevados, falta de normalización y escasa flexibilidad. Los proveedores de estos productos se acogen al único estándar mundial para la programación

de control industrial PLCopen que se centra la Comisión Electrotécnica Internacional por sus siglas en inglés (IEC) que ha determinado extensiones a la norma IEC 61131-3. [24]

Esta norma es un paso a la estandarización de los autómatas y derivados, abarcando el lenguaje de programación empleado, la norma IEC 1131-3 que se clasifica:

- Vista general.
- Hardware.
- Lenguaje de programación.
- Guías de usuario.
- Comunicación.

Existen diferentes tipos de entrada de información entre los más comunes están: Variables booleanas, número real, número entero, byte; dependiendo de la señal de entrada, se define un canal analógico como un tipo de dato, las variables identifican datos que están enlazados a entradas o salidas, haciendo que el hardware tenga un alto nivel de independencia. [24]

Existen beneficios al adoptar este tipo de norma estándar, dependiendo su área de aplicación: mantenimiento, educación, programación, instalación, etc. Nombrados en la siguiente lista:

- Reducir el gasto en formación, consultoría, mantenimiento y recursos humanos
- Aumenta la comunicación y conectividad de los departamentos de una empresa, incluso entre compañías.
- Se aplica normas de programación que se utilizan en amplios sectores (control industrial)

2.13.1. Lenguajes de Programación

Son métodos normalizados que cuentan con una semántica y sintaxis determinada.

2.13.1.1. Literales.

- Líneas de instrucciones (IL).
- Texto estructuras (ST).

2.13.1.2. Gráficos.

- Diagrama de contactos (LD).
- Diagramas de bloques funcionales (FBD).

En la Figura 10 observamos cuatro formas de lenguaje de programación con su ejemplo respectivo.

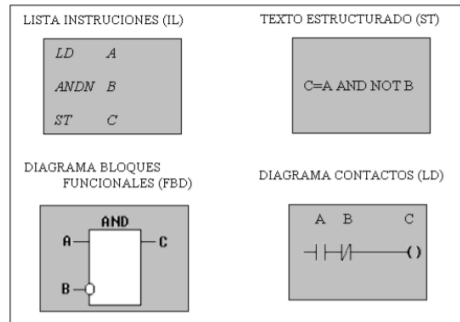


Figura 10. Lenguajes IEC-1131-3 [24]

Los lenguajes están interrelacionados lo cual permiten resolver problemas en conjunto según sea el tipo de experiencia del programador.[25] Para la selección de cualquier tipo de programación debemos tomar en cuenta lo siguiente:

- Conocimientos de programación.
- Resolución del problema.
- Nivel del proceso en su descripción.
- Composición del sistema de control.
- Orden y coordinación de los departamentos y personas.

La Figura 11 muestra un esquema de contactos.

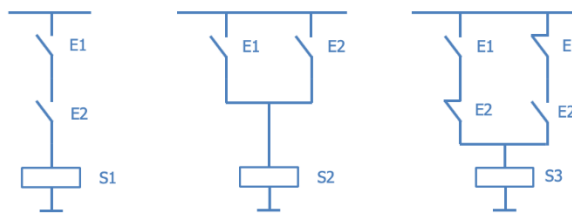


Figura 11. Esquema de contactos

LD se basa en la representación gráfica y lógica de los relés que se originó en los Estados Unidos. IL desarrollada en alemán 'Anweisungsliste, AWL el cual se fundamentó en el modelo de lenguaje del ensamblador acumulador simple. FDB son aplicadas fundamentalmente en aplicaciones de movimiento de información o notas entre elementos de control, estas funciones se aprecian en circuitos integrados utilizados más en Europa. ST su aplicación está directamente relacionada con instrucciones animadas y expresiones complejas. [24]

2.14. Compuertas lógicas

Para el desarrollo de la automatización se opta por la programación por compuertas lógicas las cuales están formadas por transistores con arreglos especiales a los cuales se les dota de señales de voltaje. Su resultado es de forma booleana las cuales son obtenidas por operaciones lógicas binarias (multiplicación, suma), al igual que afirmaciones, negaciones, excepciones, inclusiones según las propiedades lógicas regidas por una tabla verdadera que explicaran el proceder de los resultados que depende de cada una de sus entradas. [26]

En la Figura 12 tenemos un ejemplo práctico y gráfico de cómo se comparten las compuertas lógicas para los diferentes tipos de operaciones como AND, NOR, XOR, NOT, para encender una bombilla.

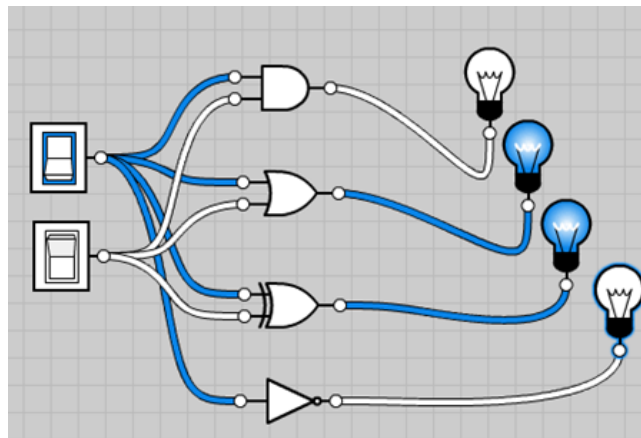


Figura 12. Ejemplo compuertas lógicas [26]

2.14.1. Compuerta AND

En el álgebra de Boole la compuerta es representada por la multiplicación y se necesita que las entradas tengan un lenguaje binario 1, caso contrario, cuando una de sus salidas no está en un estado 1 esta compuerta no permitirá el paso de corriente y por lo tanto su salida será en un estado 0. [26]

En la Figura 13 se representa una tabla de verdad para la compuerta AND.

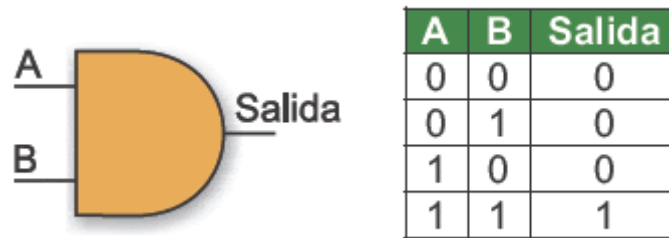


Figura 13. Tabla de verdad compuerta AND [26]

2.14.2. Compuerta OR

También representada como la suma en el álgebra de Boole. Representa que, con cualquier parte de sus entradas en un estado activo, su salida también será en un estado 1. Se afirma que si al menos una entrada en un estado 1, predominara a las demás, la Figura 14 representa como dos interruptores de forma paralela permitirá el paso de corriente sin importar cuál de los dos se accione. [26]



Figura 14. Tabla de verdad compuerta AND [26]

2.14.3. Compuerta NAND

También llamada negada de AND, que su característica principal es tener la lógica contraria a una compuerta AND la cual tendrá su salida en un valor 0 cuando todas sus entradas sean 1 y las demás combinaciones tendrán como resultado un valor de 1. [26]

En la figura 15 se muestra la compuerta NAND.

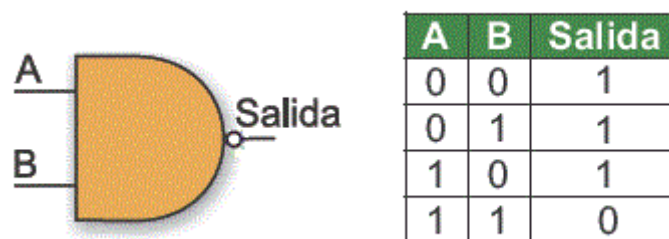


Figura 15. Tabla de verdad compuerta NAND [26]

2.15. Implementaciones.

Se efectuará los diferentes lenguajes de programación solo si son soportadas los instrumentos de acrecentamiento, la cantidad de bloques de función, es por esto que el usuario debe tener en cuenta estos aspectos al elegir la herramienta adecuada para desarrollar la programación. [25]

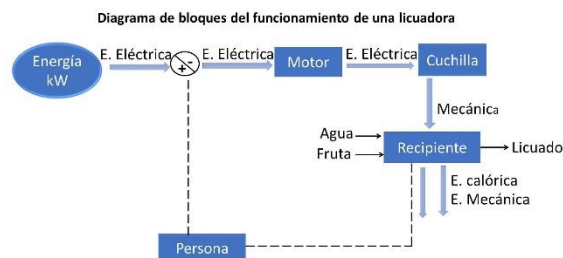


Figura 16. Ejemplo de diagrama de bloques [24]

Existen muchos entornos amigables de programación IEC que están bastante bien en la interfaz del programador y la máquina, por lo que vemos en la Figura 17 dos ejemplos de softwares para desarrollar el programa con el lenguaje elegido por el usuario.

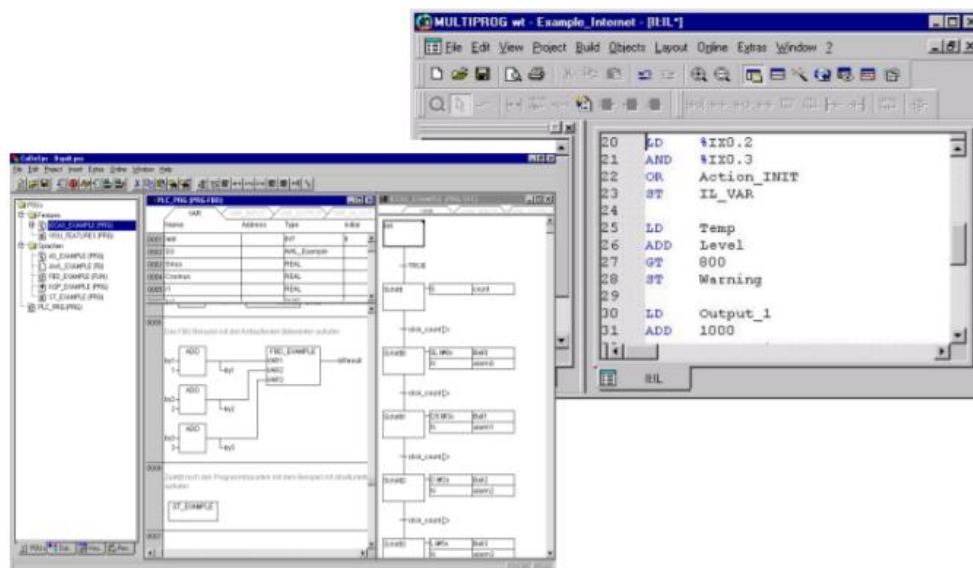


Figura 17. Ejemplo de herramientas de desarrollo IEC 1131-3 [24]

2.16. Módulo lógico programable LOGO!

Moreno T. [25] manifiesta que se lo conoce también como un autómata programable, es una pequeña computadora industrial que procesa datos de entrada de una máquina como sensores, temporizadores y cualquier tipo de señal. Procesando la información con el fin de controlar actuadores (válvulas, pistones, motores, etc.), para poder controlarlo de manera automática, consta de diferentes partes, que hace que su funcionamiento sea el más eficaz. Un esquema del LOGO! lo podemos encontrar en la Figura 18.



Figura 18. Módulo lógico programable LOGO! [27]

- CPU. - Parte inteligente que tiene el sistema, interpreta las señales de entrada emitidas por el usuario y dependiendo de dichas entradas, ordena a las salidas que se activen.
- Fuente de alimentación. – Facilita la tensión necesaria y el buen funcionamiento del sistema, la energía es de 24 Voltios de corriente continua (VCC), o 110/220 Voltios de corriente alterna (VCA).
- Entradas. - Es el interfaz por donde entran los datos, adaptados y codificados de una manera entendible para el CPU.
- Salidas. - Dependiendo de las entradas codificadas por el CPU, codificadas y amplificadas, manda señales para activar o desactivar a los actuadores.
- Memoria. - Almacena la información para que funcione el programa que trabaja en el CPU, se puede utilizar diferentes clases de memoria como: sistema de almacenamiento, tabla de datos, etc., consta de una memoria RAM que almacena de forma temporal los datos de programas utilizados por el usuario y de una memoria ROM, también conocida como memoria de lectura, contiene un sistema operativo que permite la interfaz con el controlador.

2.16.1. Ciclo de ejecución

Al iniciar el ciclo de un módulo lógico programable, el CPU lee las entradas, posteriormente según el estado de las mismas, ejecuta el programa. Después emite un diagnóstico comunicando las tareas internas que se va a realizar, el tiempo que se demora dependerá del tamaño del proceso a ejecutar; también se considera el número de entradas y salidas. Por último, se actualizan las salidas, emitiendo una señal para prender o apagar los actuadores. [25]

Un ciclo de ejecución de PLC se muestra en la Figura 19.

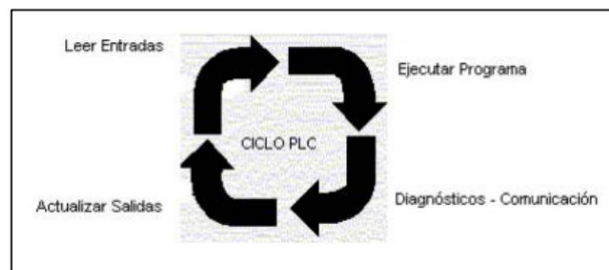


Figura 19. Fases de ejecución [24]

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En este proyecto se aplicará el método teórico, haciendo un reconocimiento del área en la que se va a implementar la tubería de distribución para el transporte de diésel, para su posterior automatización cumpliendo con los requisitos y especificaciones de las normas mencionadas en el Capítulo II; así se logrará reducir tiempos en el proceso de transporte de diésel y optimizar la mano de obra, por ende, se incrementa la productividad del hospital.

Partiendo del diseño principal de la tubería de transporte de diésel que alimentan a los calderos, se analizará la vía más efectiva para implementarla, el objetivo principal es aplicar las nuevas tecnologías existentes, un sistema de distribución automático que permitirá alimentar las diferentes áreas, generadores, lucha contra incendios, calderos.

3.1. Requerimientos del proceso

Se considerará diferentes criterios en el diseño de distribución del combustible, como son la dimensión de la cabeza de la bomba, para escoger el tipo y la potencia de la bomba requerida, en este caso vamos a trabajar con diésel a una temperatura ambiente, así mismo se podrá controlar todo el proceso desde la estación de trabajo del encargado de mantenimiento.

La tubería seleccionada para este tipo de trabajo fue de acero negro, 2 pulgadas de diámetro cedula 40, material idóneo para el transporte de diésel según lo estipulado en el reglamento INEN 440:1984. Se trazó mediante los planos existentes del hospital la ruta más efectiva de la tubería de transporte de diésel garantizando así su visualización y actualización de planos del HGONA.

3.2. Análisis del proceso actual

Actualmente el Hospital Gineco-Obstétrico de Nueva Aurora Luz Elena Arismendi cuenta con un sistema manual de distribución de combustible para las calderas que consta de 2 tanques secundarios de almacenamiento de 1850 galones cada uno (tanque A y B) los mismos que alimentan a los tanques de almacenamiento diario de los calderos y lucha contra incendios con capacidad de 380 galones (tanque C y D), pero existe un tanque que tiene un almacenamiento de 11300 galones (tanque E), que se encuentra a 136 metros de los tanques mencionados con antelación, este tanque solo alimenta al área de

Generadores (tanque F), prácticamente este tanque se encuentra sin uso, en razón de que los Generadores no se utilizan con mucha frecuencia, el diésel que se encuentra ahí está empozado y no tiene un propósito determinado.

Lo que se quiere implementar; es un diseño de la tubería de transporte de diésel para que el tanque E, pueda alimentar a los tanques A y B, los mismos que van a proveer de diésel a los tanques C y D, posteriormente automatizar el proceso de llenado de dichos tanques con la ayuda de sensores de nivel colocados en el interior de los tanques, los cuales, mediante señales digitales, informan al PLC que necesitan abastecerse de combustible

En esta Figura 20 se indica el flujograma del actual proceso de suministro de diésel del HGONA.

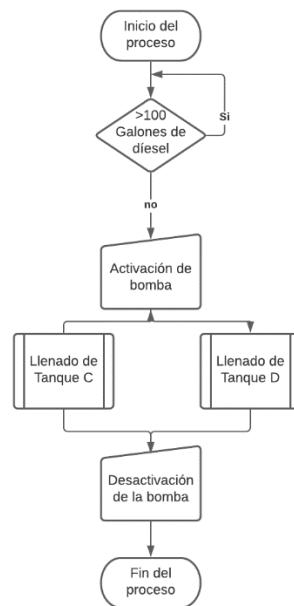


Figura 20. Flujograma del proceso actual de distribución de diésel

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

3.3. Análisis de alternativas

Se analizó comparaciones de ventajas y desventajas considerando las diferentes opciones viables para trazar la línea óptima para transportar el diésel. Teniendo varios criterios de diseño y construcción de los trabajadores del HGONA y según la revisión de planos obtenidos previamente se llega a las siguientes ponderaciones:

A) Control. – precisión con la que se va a desempeñar el sistema (35%).

B) Seguridad industrial. – cumplimiento de procedimientos y normas para preservar la salud integral del operador que se encuentre alrededor de la tubería de contingencia (20%).

C) Costo. – uno de los aspectos fundamentales es la viabilidad económica, debido a que, si existe un costo bajo, y un alto nivel de seguridad, el proyecto será viable para su posible construcción. (20%).

D) Confiabilidad. – seleccionar el mejor diseño, considerando las pérdidas generadas por los componentes de tubería, así optimizamos el sistema considerando en el diseño la buena selección de materiales para trabajar (15%).

E) Mantenimiento. – este criterio hace mención a la conservación de dicho sistema para prevenir un posible fallo a causa del desgaste de las piezas seleccionadas en este sistema, así garantizando su buen funcionamiento (10%).

3.3.1. Alternativas de diseño

El factor más importante para el diseño es analizar las diferentes alternativas que existen para proyectar la tubería en los planos del HGONA, tomando en cuenta los parámetros y normas de diseño mencionadas en el Capítulo II.

A continuación, la tabla 8, detalla las diversas alternativas existentes con relación al trazo de la tubería desde el taque E hasta el tanque A, que es el máximo recorrido que va a tener la tubería.

Tabla 8. Características de las alternativas propuestas

Alternativa	Características
1	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene una longitud de tubería de 136 metros. • Tiene una diferencia de altura de 3 metros. • Tiene un recorrido por medio de los parqueaderos y cerca de la tubería contra incendios. • Se utilizan 22 accesorios (como codos, tee, válvulas)
2	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene una longitud de tubería de 185 metros. • Tiene un recorrido por el área de las bodegas.

	<ul style="list-style-type: none"> Existen muros que se deben perforar para el paso de la tubería. Se utilizan 29 accesorios totales para el sistema.
3	<ul style="list-style-type: none"> Consta de una longitud de 130 metros de tubería. La tubería se encuentra a la intemperie para lo cual debería construirse una visera a lo largo de la tubería. Se utilizan 25 accesorios para el sistema.

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

En la Tabla 9, presentamos la decisión más viable para elegir la cañería más apropiada de distribución de diésel.

Tabla 9. Matriz de decisión: Diseño

Criterios	A	B	C	D	E	Total
Opción	35%	20%	20%	15%	10%	100%
1	30	20	20	15	10	95
2	25	10	10	10	5	60
3	30	20	10	15	0	75

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

Como se puede observar en la Tabla 9 la opción con más ponderación es la A, la cual se escogerá para la realización del presente trabajo de titulación.

3.3.2. Bombas Hidráulicas para el bombeo de Diésel.

3.3.2.1. Bomba centrífuga

Trabaja a la gran velocidad de rotación que se le imprime. Consta de un disco con aletas que giran dentro de una cavidad circular que lo rodea desde la parte más estrecha al principio que al final, que por su forma se suele llamar caracol.

3.3.2.2. Bomba centrífuga vertical

En este tipo de bombas el rodete está sumergido en el agua, no existe una tubería de aspiración, esto quiere decir que no se desceban

3.3.2.3. Electrobomba

Es una bomba que utiliza motor eléctrico, el fluido de trabajo entra por la mitad del rodete, que genera una fuerza centrífuga, recorre por la bomba y la energía cinética se modifica para convertirse en presión.

La Tabla 10 muestra información de las diferentes bombas para compararlas y seleccionar una que satisfaga las necesidades del presente trabajo de titulación.

Tabla 10. Ventajas y desventajas de Bombas

Bombas	Ventajas	Desventajas
Centrifuga	Diseño sencillo, pocas piezas móviles, larga vida útil Transporte continuo libre de pulsaciones Accionamiento directo mediante electromotor o turbina El desmontaje de la bomba se puede hacer sin mover el motor	Su costo es más alto. Peligro de cavitación en agua caliente o presiones de aspiraciones bajas. El caudal volumétrico depende de la presión de elevación con altas presiones de elevación se requiere varias etapas.
Vertical	El impulso siempre está lleno de fluido, lo cual permite trabajar en todo momento. No existe problemas de aspiración. Tiene el doble de capacidad de bombeo es mínimo el control de la bomba	Para su reparación exige el desmontaje de la bomba la vida útil de los cojinetes limitada.

Electrobomba	Son máquinas seguras porque son sometidos a controles de calidad el nivel de ruido es bajo con respecto a otras su manejo es más con alta rentabilidad	A parte de la electrobomba. Se debe instalar una Fuente confiable de alimentación eléctrica de respaldo, por lo cual resulta más costoso el equipo y la instalación.
---------------------	--	--

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

La Tabla 11 contiene la matriz de decisión para la selección el tipo de bomba.

Tabla 11. Matriz de decisión: Bombas

Criterios	A	B	C	D	E	Total
Opción	35%	20%	20%	15%	10%	100%
Centrifuga	30	20	20	15	10	95
Electrobomba	20	10	10	10	5	55
Vertical	10	10	10	15	5	50

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

En cuanto a la conveniencia de instalación de bombas hay que tomar en cuenta que con la bomba vertical el volumen del líquido a obtener para un mismo tanque es mayor, el doble que una bomba horizontal que más sencilla. Mientras que la bomba centrifuga permite succión a mayor profundidad, cuentan con un diseño que ayuda a la expulsión del líquido, gracias a su flujo contiene una o dos etapas.

3.3.3. Alternativas de selección de controlador

Se logra comparar los dos dispositivos más comunes para el control industrial y la automatización de procesos como los son: el Arduino que es una organización de creación electrónica de código abierto, que fue desarrollada para un tipo de programación amigable al programador con un software y hardware libre. Y por otra parte al PLC que es un controlador lógico programable la cual procesa los datos sean pulsadores, sensores de todo tipo, temporizadores y demás señales de entradas, el cual permite controlar los

actuadores como válvulas, cilindros, pistones, motores lo cual permite automatizar los procesos industriales. En la Tabla 12 se expone las ventajas y desventajas de los dos grandes controladores.

Tabla 12. Ventajas y desventajas de los controladores

Controlador	Ventajas	Desventajas
PLC	Exento de escándalo eléctrico, resistencia de impacto y vibración. Pueden controlar más de un actuador con el mismo equipo. Mayor velocidad de respuesta, control exacto, bajo consumo de energía y seguridad de los operarios.	Para su buen funcionamiento y mantenimiento se debe contratar técnicos calificados. Costo elevado para la inspección de trabajos sencillos. Se debe mantener condiciones ambientales apropiadas.
Arduino	Son de bajo costo y de sencilla utilización. Reduce el proceso de empleo con microcontroladores. Tiene su plataforma abierta y una alta flexibilidad.	En algunos casos presenta problemas técnicos. La plataforma viene ya ensamblada y por esa razón le quita flexibilidad en los proyectos.

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

La Tabla 13 denota la matriz de decisión para la selección de controlador.

Tabla 13. Matriz de decisión: controlador

Criterios	A	B	C	D	E	Total
Opción	35%	20%	20%	15%	10%	100%

PLC	30	20	20	15	10	95
Arduino	25	10	10	10	5	60

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

3.3.4. Sensor de nivel

Para automatizar el sistema de distribución de diésel se necesita tener en cuenta el nivel de combustible que se encuentra en cada uno de los tanques de almacenamiento de diésel, existen sensores de nivel con contacto físico, se detallarán ventajas de los 3 principales sensores que son: capacitivos, fotovoltáicos e inductivos, como denota la Tabla 14.

Tabla 14. Ventajas y desventajas de los sensores

Sensores	Ventajas	Desventajas
Capacitivo	<p>Poseen un alto nivel de estabilidad de temperatura.</p> <p>Pueden detectar metal y no metal.</p> <p>No necesita mantenimiento y resiste a los químicos.</p> <p>Son fáciles de instalar</p>	<p>La capacidad que tiene el sensor depende del tamaño de la constante dieléctrica del objeto así mismo con la distancia respecto al sensor</p>
Fotoeléctrico	<p>Detecta los objetos sin contacto físico con mucha precisión.</p> <p>No necesita un objeto reflejante.</p> <p>Capta la ausencia o presencia de la variable medida, recibiendo luz del objeto.</p>	<p>El objeto tiene que encontrarse en un plano ortogonal al eje óptico, para así tener un mejor alcance.</p> <p>Depende del entorno en el que se encuentre este sensor</p> <p>No se recomienda para la detección de piezas pequeñas.</p>

Inductivo	Tienen un largo tiempo de vida, no depende del número de detecciones o conteo. Son insensibles a la humedad y al polvo	Detectan solamente la presencia de objetos metálicos, tiene un margen de operación corto en comparación a otros sensores
------------------	--	--

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

En la Tabla 15 se observa la matriz de decisión se la muestra.

Tabla 15. Matriz de decisión: Sensores

Criterios	A	B	C	D	E	Total
Opción	35%	20%	20%	15%	10%	100%
Capacitivo	30	20	20	15	10	95
Fotoeléctrico	20	10	10	10	5	55
Inductivo	10	10	10	15	5	50

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

Los sensores de nivel capacitivo son una solución económica para la detección de nivel y más cuando se trata de aplicaciones líquidas, tiene una sonda de adaptación universal, dado que opera con eficacia en productos viscosos que generan adherencias fuertes, su puesta en marcha es sencilla y tiene una composición robusta y segura.

3.4.Mantenimiento

3.4.1. Mantenimiento Preventivo

Se lo realiza de forma periódica y anticipada para prevenir los fallos en la maquinaria o equipo con relación a su funcionamiento, teniendo en cuenta que se debe tener un stock de repuestos. [28]

3.4.2. Mantenimiento correctivo

Se caracteriza por corregir o reparar las fallas ya existentes en un equipo, en donde se necesitará de reparación o reemplazo, en otras palabras, consiste en corregir fallas del equipo para volver a su funcionamiento inicial. [28]

3.4.3. Mantenimiento predictivo

El objetivo principal es aumentar la fiabilidad de las maquinas, evitando grandes fallos en equipos necesarios para la producción. [28]

Las ventajas y desventajas de los tipos de mantenimiento se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16. Ventajas y desventajas de tipos de mantenimiento

Mantenimiento	Ventajas	Desventajas
Preventivo	<p>Disminuir la necesidad de realizar manteamientos correctivos.</p> <p>Mayor seguridad para los operadores.</p> <p>Manejar el stock de repuestos.</p> <p>Vida útil larga de equipos y repuestos.</p> <p>Aumenta la producción.</p>	<p>No permite registrar con exactitud el desgaste de precios y amortización de estas inversiones</p> <p>Los programas informáticos e instrumentos de predicción de fallos exigen capacitación y actualización constante por parte de los empleados</p>
Correctivo	<p>Costos menores en poco tiempo.</p> <p>No se requiere planificación.</p> <p>Agilidad de proceso.</p> <p>Equivalencia para el personal de mantenimiento en las obligaciones laborales debido a un programa de actividades.</p>	<p>Los fallos son imprevisibles.</p> <p>Aumento del tiempo de inactividad del equipo</p> <p>Equipo no maximizado con mayores costos a largo plazo</p>

Predictivo	Rebaja de averías y fallos. Programación para intervenir a la maquinaria. Aumento de la vida de los equipos. Reducción del tiempo de inactividad. Optimización de la gestión del personal de mantenimiento.	Alta inversión inicial. No es aplicable para muchas empresas y necesita capacitación al personal. Dependen del presupuesto de la empresa para aplicar este mantenimiento.
-------------------	---	---

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

Tabla 17. Matriz de decisión: mantenimiento

Criterios	A	B	C	D	E	Total
Opción	35%	20%	20%	15%	10%	100%
Preventivo	30	20	20	15	10	95
Correctivo	20	10	10	10	5	55
Predictivo	10	10	10	15	5	50

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

En toda industria de cualquier índole es indispensable contar con una planificación de un Manteamiento Preventivo con el objetivo de proveer fallos futuros en el proceso de producción sea en máquinas, componentes y proyectos etc., con un equipo de stock en repuestos.

3.5.Diseño de la bomba

En el HGONA existe un sistema de tuberías con un diámetro y material establecidos que son: tubería acero negro cédula 40 de 2 pulgadas de diámetro. Se desea bombear combustible (diésel) que se encuentra en el tanque E ubicado a una longitud de 134.5

metros y tiene una diferencia de altura de 3.25 metros del tanque de almacenamiento E al tanque C que es el recorrido total que va a tener la tubería.

El diésel va a ser el fluido de trabajo que va a estar a una temperatura ambiente de 20°C, a lo largo del sistema existen diferentes accesorios, que se tomarán en cuenta para el cálculo de pérdidas totales del sistema, el caudal disponible utilizado para en el sistema de distribución de 40 gal/min que equivale a 0.00252361 m³/h, la velocidad máxima en el sistema es de 2 m/s evitando así distintos problemas que suelen presentarse como es el golpe de ariete.

Para la succión de la bomba se tiene que:

$$Q = A \cdot V \quad (1)$$

Donde:

Q = Caudal [m³/s]

A = Sección por donde pasa el fluido [m²]

V = Velocidad que tiene el fluido al pasar por una sección [m/s]

Por lo tanto:

$$A = \frac{Q}{V}$$
$$A = \frac{0.00252361 \frac{m^3}{s}}{2 \frac{m}{s}}$$
$$A = 1.2618 \cdot 10^{-3} [m^2]$$

Se considera el área calculada para la selección de tubería, en el anexo 1 se muestra teóricamente que la tubería instalada en el sistema actual es la que se emplea, se escoge un conducto de acero negro cédula 40 con un diámetro de 2 pulgadas y área de 2.168x10⁻³.

Con el área antes mencionada se calcula de nuevo la velocidad del fluido que tendrá el sistema de bombeo:

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.00252361 \frac{m^3}{s}}{2.168 \cdot 10^{-3} m^2}$$

$$V = 1.16 \left[\frac{m}{s} \right]$$

Con la velocidad calculada se comprueba la siguiente inecuación:

$$V_{Cal} < V_{Max} \quad (2)$$

Donde:

V_{Cal} = Velocidad calculada teóricamente con el área obtenida en tablas [m/s]

V_{max} = Velocidad máxima que puede tener el fluido al pasar por una sección [2 m/s]

Entonces:

$$1.16 < 2 \text{ (Si cumple)}$$

Como la velocidad calculada es menor a la velocidad máxima se procede a tomar la información del tubo de acero cédula 40 con un diámetro de 2 pulgadas, que tiene un diámetro interno de 52.5 [mm], un área de 2.168×10^{-3} [m²].

El número de Reynolds (Re), se utiliza para caracterizar fluidos en movimiento, es un número adimensional, la viscosidad dinámica y la densidad se muestran en el Anexo 2, dependiendo del resultado del mismo, se indica si se encuentra en una zona laminar o turbulenta:

$$N_R = \frac{\rho \cdot D \cdot V}{n} \quad (3)$$

Donde:

N_R = Número de Reynolds

ρ = Densidad del fluido de trabajo [kg/m³]

D = Diámetro interno de la tubería por la cual va a pasar el fluido [m]

V = Velocidad calculada del fluido [m/s]

n = Viscosidad dinámica [Pa*s]

$$N_R = \frac{\left(852 \frac{kg}{m^3}\right) \cdot (52.5 \cdot 10^{-3} m) \cdot \left(1.16 \frac{m}{s}\right)}{2.99 \cdot 10^{-3} Pa \cdot s}$$

$$N_R = 17353.4482$$

Se analiza el Reynolds, si $N_R > 10000$ el fluido se encuentra dentro de un flujo turbulento, para el cual se aplica un factor de fricción de Darcy para régimen turbulento, el factor ϵ se encuentra en el Anexo 3:

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{\epsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{N_R^{0.9}} \right) \right]^2} \quad (4)$$

Donde:

f = Factor de fricción de Darcy [adimensional]

ϵ = Rugosidad absoluta [m]

D = Diámetro interior [m]

N_R = Reynolds [adimensional]

$$f = \frac{0.25}{\left\{ \log \left[\frac{4.6 \cdot 10^{-5} m}{3.7(52.5 \cdot 10^{-3} m)} + \frac{5.74}{(17353.4482)^{0.9}} \right] \right\}^2}$$

$$f = 0.0287$$

Las pérdidas mayores se deben a la fricción del flujo que fluye por varios segmentos de toda la estructura, considerando un área constante:

$$h_L = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (5)$$

Se tiene:

f = Factor de fricción [adimensional]

L = Longitud de la tubería [m]

D = Diámetro de la tubería [m]

V = Velocidad del fluido [m/s]

g = Gravedad [9.806 m/s²]

$$h_L = 0.0287 \cdot \frac{6m}{52.5 \cdot 10^{-3} m} \cdot \frac{1.16^2}{2 \cdot \left(9.81 \frac{m}{s^2}\right)}$$

$$h_L = 0.225[m]$$

Dentro del sistema existen accesorios (codos, válvulas, conexiones en T, etc.) que aportan una serie de pérdidas, se denominan pérdidas menores:

$$k_T = k \cdot \frac{V}{2 \cdot g} \quad (6)$$

k = Pérdida de energía de accesorios

V = Rapidez del fluido [m/s]

g = Gravedad [9.8806 m/s²]

Para encontrar el valor k se aplica la siguiente formula, para cada accesorio que exista antes del bombeo:

$$k = f_T \cdot \frac{L_e}{D} \quad (7)$$

Donde:

L_e/D = Factor equivalente según el accesorio (Anexo 4)

f_T = Factor de fricción dependiendo del acero y diámetro nominal (Anexo 5)

En el sistema, en la succión existe: 2 codos estándar 90°, válvula de succión compuerta abierta por completo, válvula de pie de tipo disco de vástago.

Entonces:

$$k_1 = 2 \cdot 30 \cdot (0.019) = 1.14$$

$$k_2 = 420 \cdot (0.019) = 7.98$$

$$k_3 = 8 \cdot (0.019) = 0.152$$

$$k_T = 9.272 \cdot \frac{\left(1.16 \frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot \left(9.81 \frac{m}{s^2}\right)}$$

$$\mathbf{k_T = 0.63[m]}$$

Existe un factor que nos indica cuan cerca está el fluido de la cavitación que se denomina NPSHd, este valor es el que se necesita para una correcta selección de la bomba:

$$NPSHd = \pm z + \frac{P_1 - P_v}{\rho \cdot g} \cdot 10^5 - hf \quad (8)$$

Donde:

z = diferencial de altura de la bomba a la succión [m]

P_l = Presión a la que se encuentra el tanque (Anexo 6) [bar]

P_v = Medida de la volatilidad de una sustancia [bar]

hf = Perdidas mayores y menores en la succión [m]

$$NPSHd = \frac{(1.011 - 0.0399967)bar}{\left(852 \frac{kg}{m^3}\right) \cdot \left(9.81 \frac{m}{s^2}\right)} \cdot 10^5 - 0.855m$$

$$\mathbf{NPSHd = 10.77[m]}$$

Para la descarga del sistema se realizan los mismos cálculos de la succión, con la Ecuación (1) se calcula el área.

$$A = \frac{Q}{V}$$

$$A = \frac{0.00252361 \frac{m^3}{s}}{2 \frac{m}{s}}$$

$$\mathbf{A = 1.2618 \cdot 10^{-3}[m^2]}$$

Con la Ecuación (2) y el área calculada se comprueba la velocidad que tendrá el sistema:

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.00252361 \frac{m^3}{s}}{2.168 \cdot 10^{-3}m^2}$$

$$\mathbf{V = 1.16 \left[\frac{m}{s} \right]}$$

Se utilizará el mismo tubo de acero negro cédula 40, que tiene un diámetro interno de 52.5 [mm], un área de $2.168 \times 10^{-3} [m^2]$, con un diámetro nominal de 2 pulgadas.

Debido a que se utiliza la misma tubería, con un mismo caudal y velocidad, la fricción de Darcy y NR para régimen turbulento coinciden con los calculados.

Las pérdidas mayores para la descarga se las calcula con la siguiente fórmula:

$$h_f = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{g \cdot \pi^2 \cdot D^5} \quad (9)$$

Donde:

f = Factor de fricción [adimensional]

L = Longitud de descarga [m]

Q = Caudal [m^3/s]

D = Diámetro de conducto [m]

V = Rapidez del diésel [m/s]

$$h_f = 0.028 \cdot \frac{8 \cdot (128.5m) \cdot \left(0.00252361 \frac{m^3}{s}\right)^2}{\left(9.81 \frac{m}{s^2}\right) \cdot \pi^2 \cdot (52.5 \cdot 10^{-3}m)^5}$$

$$\mathbf{h_f = 4.75[m]}$$

Hm se denomina a la altura manométrica, para obtenerla se suma la altura geométrica (sumatoria de metros de aspiración e impulsión), se añaden pérdidas por rozamiento, por longitud, etc.:

$$Hm = Hg + Hf \quad (10)$$

Donde:

Hg = Altura comprendida entre el nivel del líquido hasta la bomba [m]

Hf = Perdidas mayores en la descarga [m]

$$Hm = (3.25 + 4.75)m$$

$$\mathbf{Hm = 8[m]}$$

En la Tabla 18, se muestra la altura teórica de la bomba obtenida con la variación del caudal, incluyendo el caudal de trabajo, con estos datos en la Figura 21 se presenta la curva del sistema.

Tabla 18. Altura teórica de la bomba

Q [m³/h]	Q [gal/min]	Q [m³/s]	Hf [m]	Hm [m]
0	0	0	0	3,25
2,2711787	10	0,0006309	0,296705305	3,5467053
4,5423575	20	0,0012618	1,186821221	4,4368212
6,8135362	30	0,0018927	2,670347748	5,9203477
9,084715	40	0,0025237	4,747284886	7,9972849
11,355894	50	0,0031546	7,417632634	10,667633

13,627072	60	0,0037855	10,68139099	13,931391
15,898251	70	0,0044164	14,53855996	17,78856
18,16943	80	0,0050473	18,98913954	22,23914
20,440609	90	0,0056782	24,03312973	27,28313
22,711787	100	0,0063091	29,67053054	32,920531

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

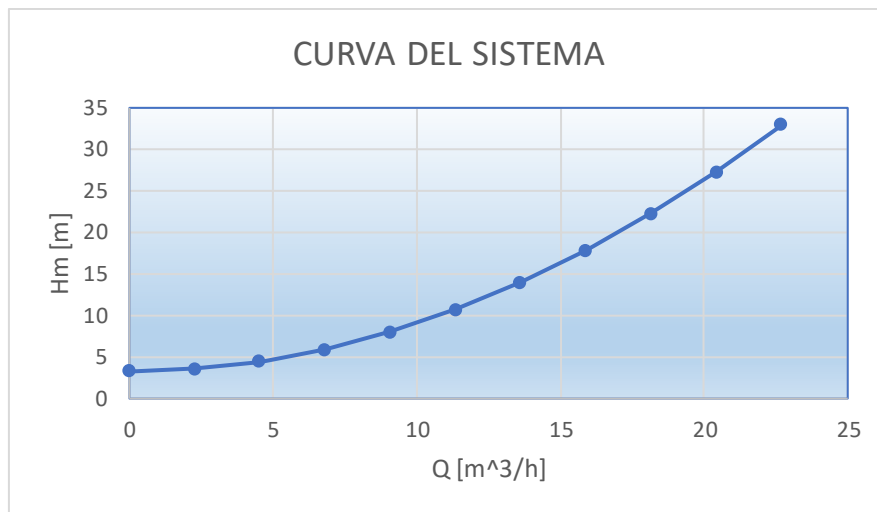


Figura 21. Curva del sistema

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

Una vez que se tiene claro el caudal y altura manométrica, se obtiene una bomba, las curvas que pertenecen a cada bomba se toma del catálogo de una marca en específico; para el presente trabajo de titulación se escoge 3 distribuidores conocidos: KSB, Vogt y Grundfos; el caudal de trabajo es de 9.084 [m³/h] con una altura de 7.997 [m].

Para KSB:

En la Figura 22, se presenta una serie de bombas de la marca KSB que van variando dependiendo el caudal y la altura manométrica.

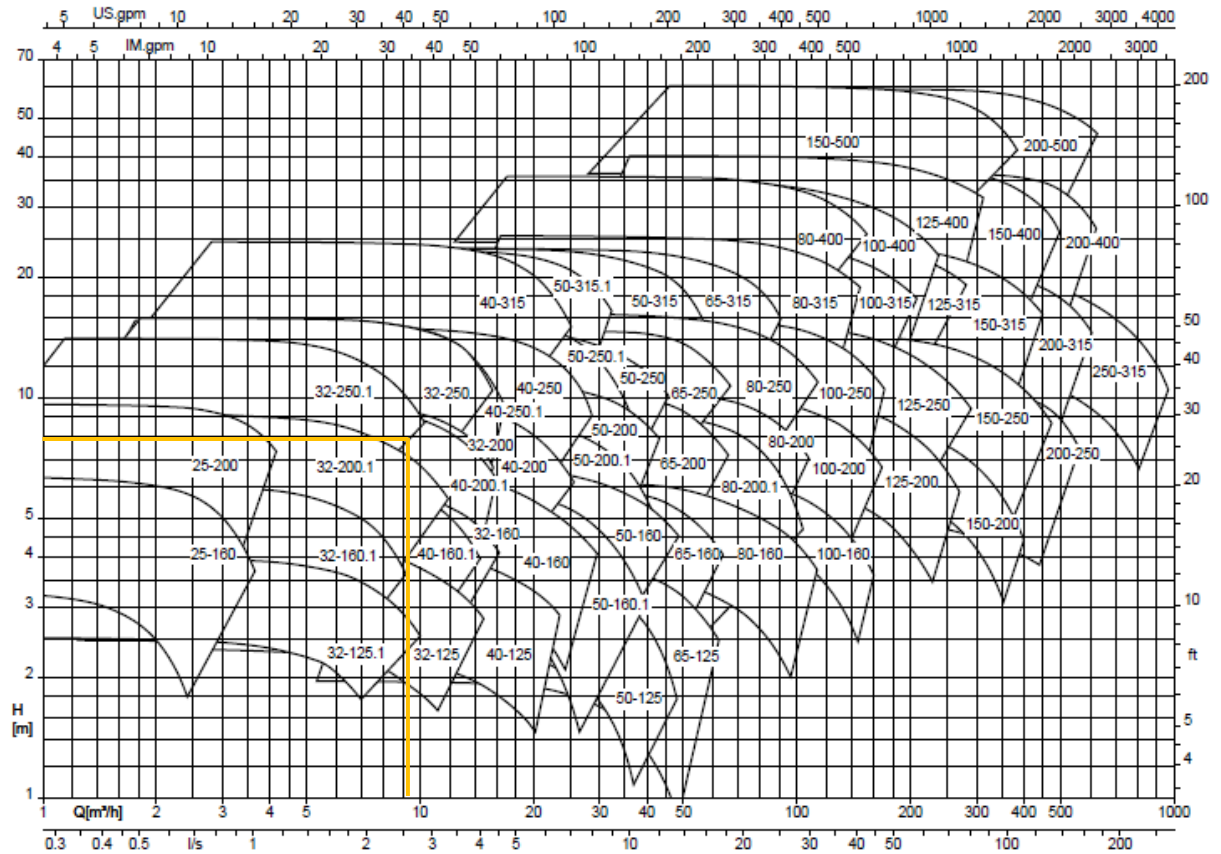


Figura 22. Catálogo de bombas KSB [29]

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

Según el caudal de trabajo y altura manométrica, existen 2 posibles bombas que satisfacen las necesidades del sistema que son: MegaCPK, HPK-L, Magnochem, Magnochem-Bloc, Meganorm, $n = 1160$ rpm 32-250.1 y 40-200.1, para mayor seguridad se trabajara con la 32-250.1.

Las curvas de altura manométrica, NPSHd y potencia de la bomba seleccionada se presenta en la Figura 23.

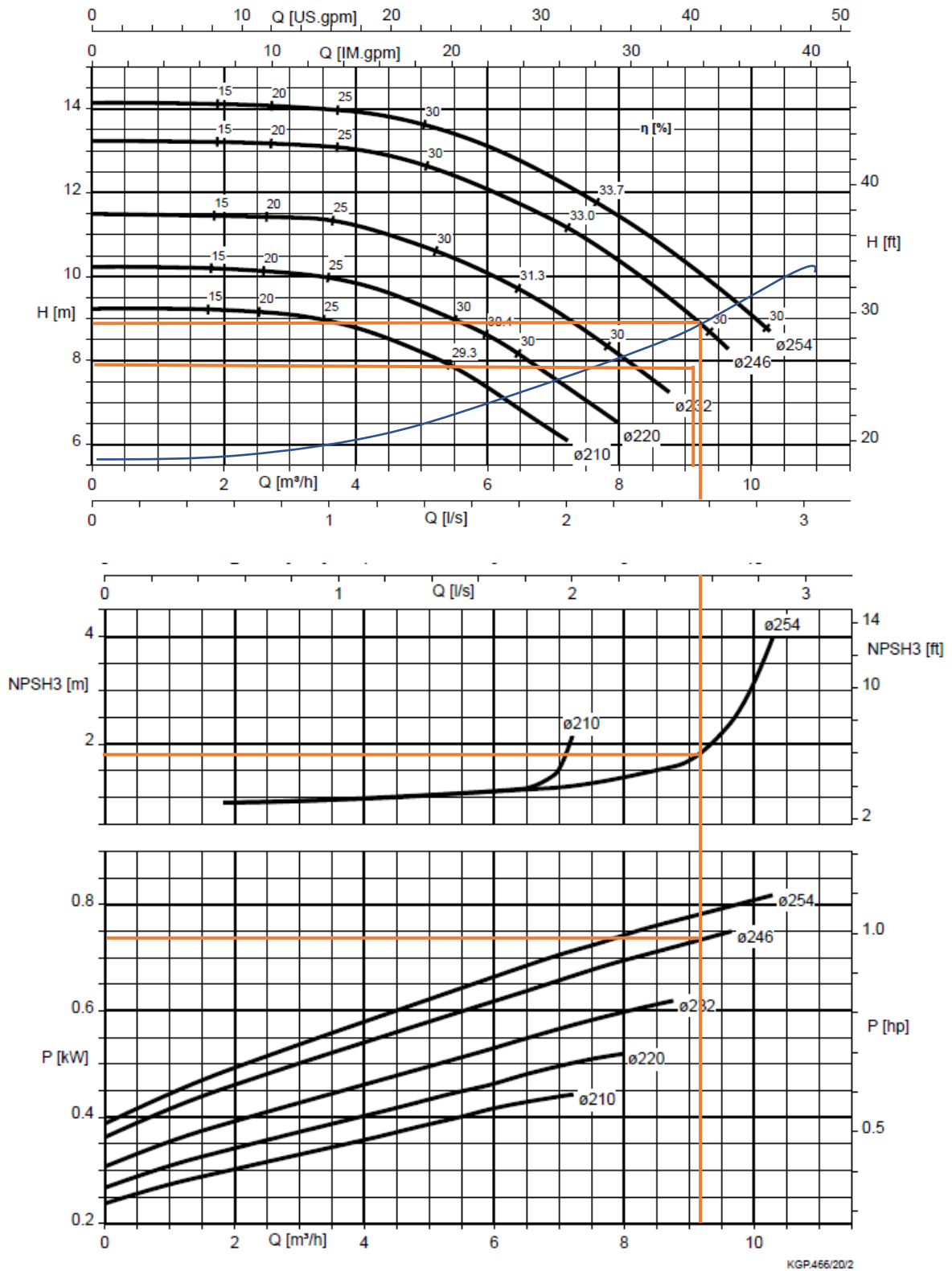


Figura 23. Curva de trabajo de Mega CPK 050-032-250.1, $n = 1.160$ rpm[29]

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

Para VOGT:

Otro de los proveedores más conocidos y confiables es VOGT, al igual que KSB, según los parámetros obtenidos teóricamente, en la Figura 24 seleccionaremos una bomba que este acorde a los parámetros del sistema.

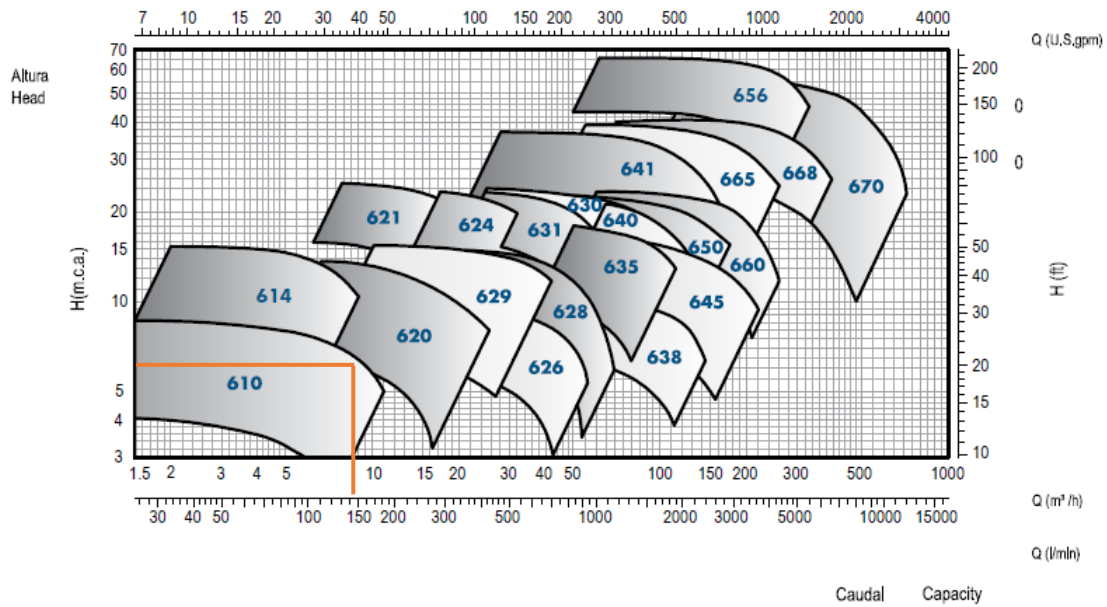


Figura 24. Catálogo de bombas VOGT[30]

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

Para VOGT, la bomba más adecuada según los parámetros de caudal y altura manométrica es la bomba centrífuga con una velocidad nominal de 1750 1/min, serie NE modelo 620, en la Figura 25 se muestra la curva de trabajo de esta bomba.

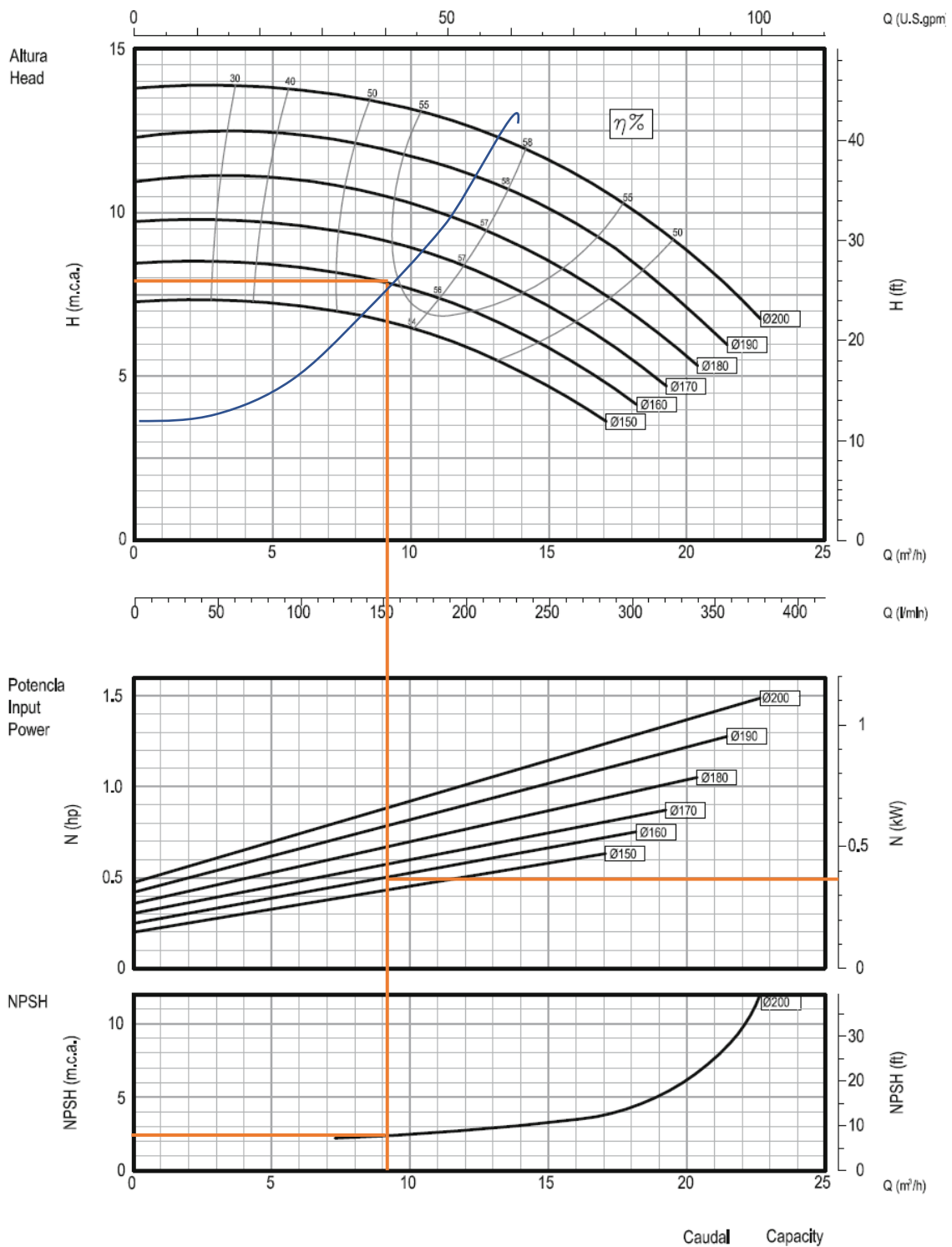


Figura 25. Curva de funcionamiento bomba NE modelo 620 centrífuga velocidad nominal de 1750 1/min serie [30]

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

La Figura 25 refleja otros datos que son importantes tener presentes al momento de la selección de una bomba centrífuga como es la eficiencia, la potencia requerida.

Grundfos

Para Grundfos, con el apoyo de un software elaborado por el fabricante, según los requerimientos del sistema y los datos ingresados en Grundfos, se obtiene en la Figura 26 la bomba UPS 40-180 F 60 Hz.



Figura 26. Bomba Grundfos UPS 40-180F[31]

En la Figura 27 se tiene las curvas de trabajo de la bomba UPS 40-180F correspondientes, según el software proporcionado por el fabricante.

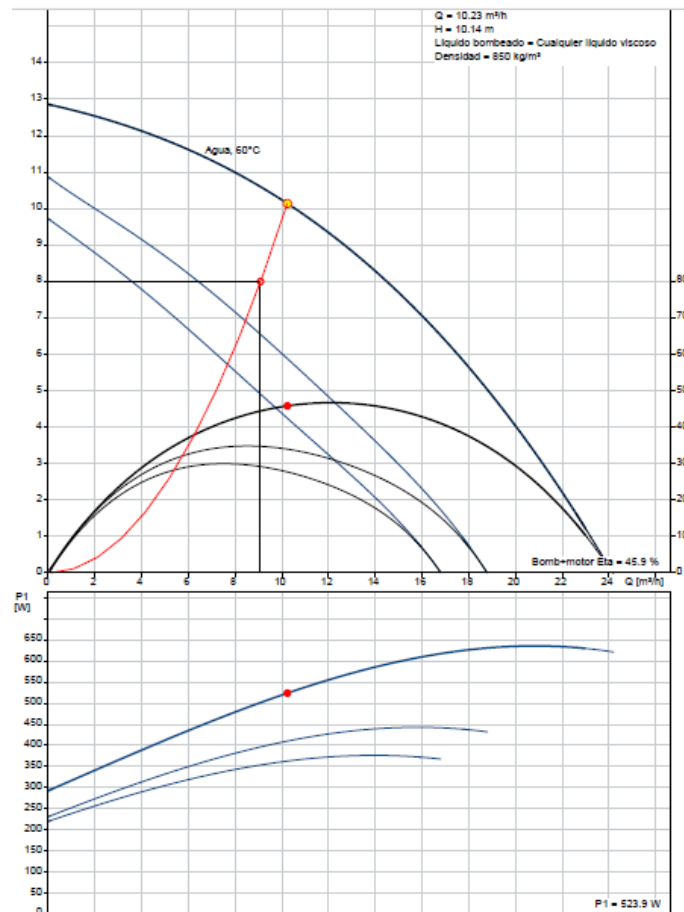


Figura 27. Curvas de trabajo bomba UPS 40-180 F 60 Hz[31]

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

3.6. Selección del equipo a utilizar

Dependiendo de los diferentes datos obtenidos por cada fabricante, se muestra una tabla comparativa en la Tabla 19, donde se indica el equipo que cumple con los requerimientos del sistema y sobre todo tiene mayor eficiencia.

Tabla 19. Selección de bomba

CONDICIONES	KSB	VOGT	GRUNDFOS
	n = 1160 rpm 32-250.1	n=1750 rpm 620	UPS 40-180 F
Q [m ³ /h]	9.35	9.02	10.23
Hm [m]	8.8	7.89	10.14
NPSHr [m]	1.8	2.3	-
P [kW]	0.74	0.42	0.53
n %	30.5	53	45.9

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

Según las necesidades del sistema, el equipo que se ajusta al sistema es la bomba VOGT n=1750 rpm modelo NE 620 como se muestra en la Tabla 19.

3.7. Selección de sensor de nivel

Se propone un sensor para comprobar el nivel de combustible almacenados en los tanques es un sensor plástico de nivel NKP-401, de marca Kobold, mostrados en el anexo 6, es un interruptor de nivel plástico NKP diseñado para el control de líquidos en tanques de almacenamiento, usualmente estos proporcionan una respuesta inmediata. Las características más importantes del sensor se encuentran en la Tabla 20.

Tabla 20. Características del sensor de nivel

Parámetro	Valor
Alimentación	21 - 230 VDC/VAC
Presión máxima	10 bar
Temperatura máxima	100 [°C]
Respuesta	≤ 1 [ms]

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

En la Figura 28 se muestra el dimensionamiento del sensor NKP, requerido para el sistema.

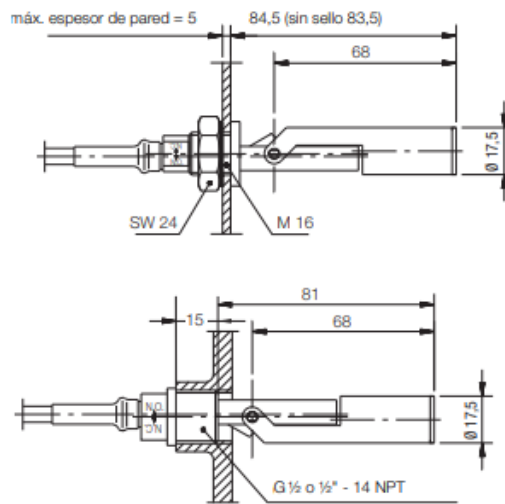


Figura 28 . Esquema del sensor NKP [32]

3.8. Selección de electroválvula

Para el siguiente proyecto se necesitará de electroválvulas de carácter solenoide que permite el manejo automático del fluido a trabajar mediante impulsos electromagnéticos de tipo electroimán de un solenoide para lo cual se debe tener en cuenta los siguientes ítems para la elección más idónea.

Sistema de circulación:

Específicamente para el sistema de distribución de diésel será un sistema de drenaje.

Capacidad/valor K_v :

Sera el valor de $m^3/hora$ de fluido que atraviesan las válvulas a una presión de 1 bar.

Condiciones de presión:

Como se conoce el sistema será de drenaje cerrado se trabajará con una válvula solenoide con capacidad de trabajar sin presión diferencial que resistan las temperaturas en aplicaciones industriales.

Temperatura ambiente:

Se tomará en cuenta los límites para el funcionamiento óptimo de la bobina en este caso será en un hospital.

Medio:

Es el tipo de fluido con relación a su viscosidad para el diésel se tomará una electroválvula que trabaje con dicho hidrocarburo.

Tomando en consideración se seleccionó la electroválvula solenoide EV220B, G, 1 1/2, NBR 032U458502 con un cuerpo de latón y un funcionamiento servoaccionada es decir en diafragma con un número total de vías 2/2, la etiqueta ubicada en la bobina la podemos ver en la Figura 29, la misma que contiene datos relevantes.

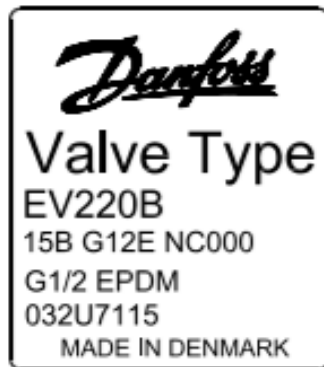


Figura 29. Danfoss tipo de válvula [33]

Donde sus siglas indican:

15: Agujero de 15 mm

B: Grosor de latón

G 1/2: ISO 228/1, unión de 1/2 pulgada

E: Juntas de EPDM

NC: Normalmente cerrada

En la Figura 30 se muestra físicamente la electroválvula y en la Tabla 21 sus características.



Figura 30. Electroválvula solenoide EV220B [34]

Tabla 21. Características de Electroválvula solenoide EV220B

Parámetro	Valor
Clave de especificación	EV220B 40B G 112N NC000 BB024D
Peso neto	3,33 [kg]
Consumo de energía [W] c.c.	16 W
Dirección del caudal	Flujo único
Grado de protección	IP65
Conexión	ISO 228- 1
Número de vías	2/2
Presión de trabajo máximo [bar]	12
Rango de temperatura de funcionamiento [°C]	-10 a 90

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

3.9. Selección del módulo lógico programable

El módulo LOGO! 8 es un controlador compacto fácil, económico y flexible que da soluciones a las automatizaciones básicas implementadas en la industria 4.0, se compone por un módulo básico y de expansión, dependiendo de los requerimientos del usuario.

Una de las particularidades del LOGO! 8 es que permite visualizar las tareas de control gracias al protocolo incorporado de comunicación Modbus TCP/IP en el puerto integrado Ethernet, para que sea más sencillo monitorear el proceso, cuenta con una capacidad ampliada de conexión a Ethernet, que permite comunicarse con hasta 8 dispositivos, se puede almacenar la información del proceso (datalogging), dando la facilidad, así, de respaldar el programa del usuario, tiene entrada USB o Micro-SD card.

La Figura 31 indica la forma física del LOGO!, la tabla denota los parámetros más importantes del logo.



Figura 31. LOGO! [27]

Tabla 22. LOGO! 8

Parámetro	Valor
Modelo	230 RCE
Alimentación	110/220 VAC
Ancho	72 mm
Interfaz de comunicación	Ethernet RJ45
Software de programación	LOGO! Soft Comfort V8.2 o superior
Memoria externa	Micro SD Card (estándar)
Grado de protección	IP20

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

3.9.1. LOGO!Soft Comfort

El Software de LOGO! Ofrece una programación individual para las distintas tareas de automatización y a la vez es muy cómodo para programas de conmutación en diagrama de funciones o en diagrama de contactos lo cuál será útil para la implementación de este proyecto.

En el LOGO!Soft Comfort se creará un nuevo proyecto en el cual se puede escoger la programación más adecuada para el ambiente del programador como son diagrama de funciones, esquema de contactos y diagrama UDF, lo cual se muestra en la Figura 32 y 33.

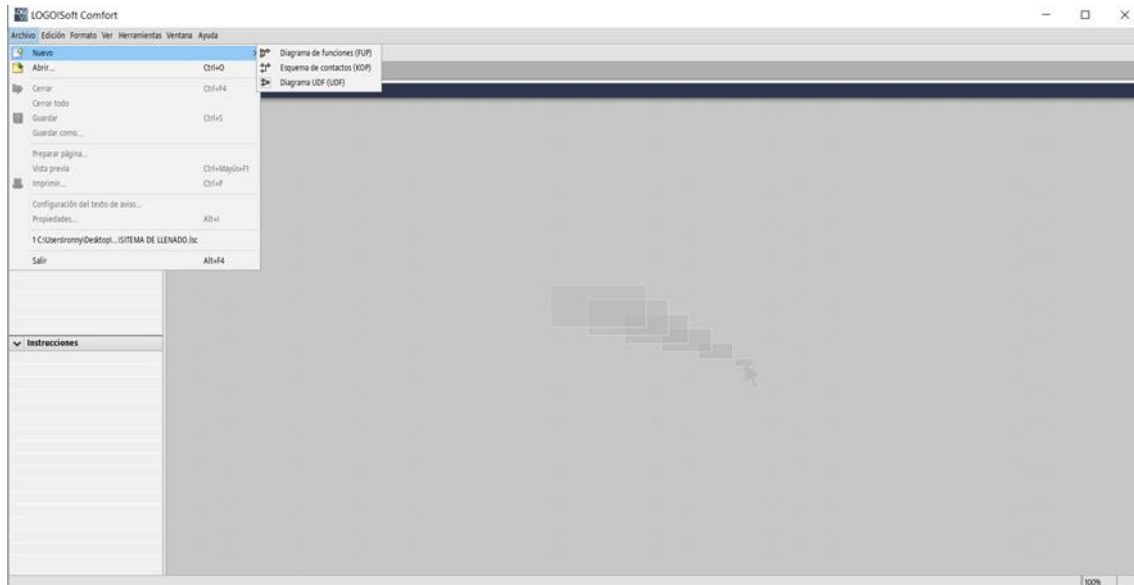


Figura 32. Interfaz LOGO!Soft Comfort

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

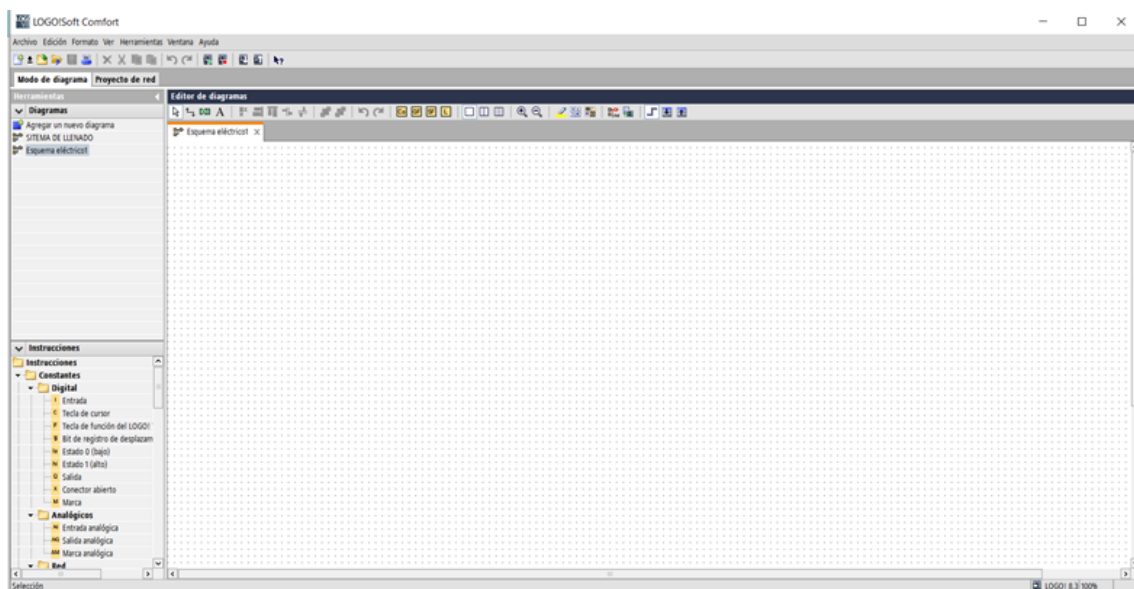


Figura 33. Nuevo proyecto en Diagrama de Funciones

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

Para el proyecto se escoge la opción diagrama de funciones visto que esta alternativa es la más cómoda para poder programar nuestro proyecto en el PLC, es decir un esquema realizado con compuertas lógicas tomadas como entradas binarias que consta de solo dos estados (0, 1) el cual en el estado 1 tomará un valor de 5 voltios y en el estado 0 el valor de 0 voltios; su salida será de la misma naturaleza provista en la entrada.

3.10. Validación de funcionamiento y simulación

Para empezar con el desarrollo del programa nos planteamos el siguiente problema:

Se necesita diseñar un sistema automático para el abastecimiento desde un tanque principal de 11300 GAL hacia un tanque secundario de 1850 GAL el cual alimentara a tanques diarios de calderas y de lucha contra incendio respectivamente de 380 GAL cada uno implementando sensores de nivel (alto y bajo) el cual nos indicara cuando sea necesario alimentar a dichos contenedores accionando y desactivando una bomba y válvulas al momento que estos estén llenos completamente; tomar en cuenta que el tanque principal también tiene una conexión para el consumo de generadores.

En la Figura 34 se visualiza el programa realizado en LOGO!Soft Comfort.

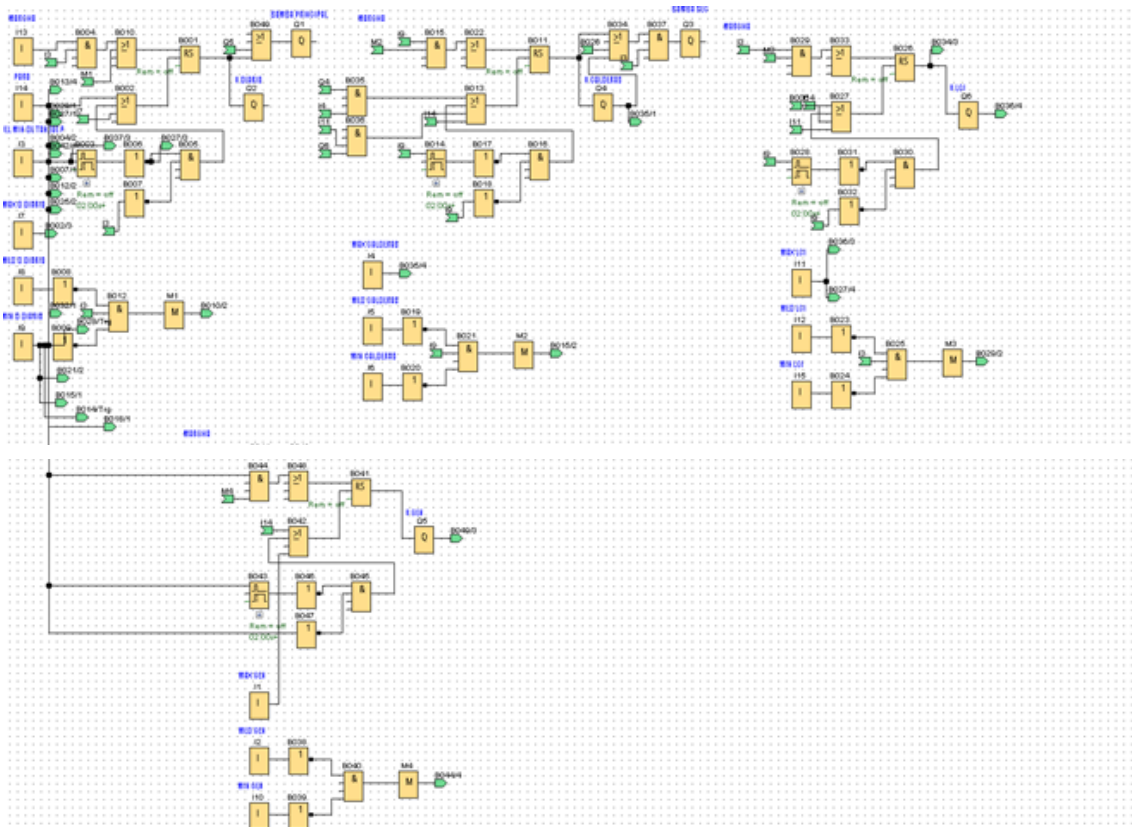


Figura 34. Programación en diagrama de bloques para la automatización del sistema de distribución de diésel

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

3.11. Interfaz de usuario

En la Figura 35 se observa el interfaz humano máquina (HMI), tiene un papel fundamental para comprobar que todo el sistema está funcionando correctamente, además que

proporciona información, por ejemplo, con un indicador led, indica el motor de la bomba que suministra de combustible al tanque determinado.

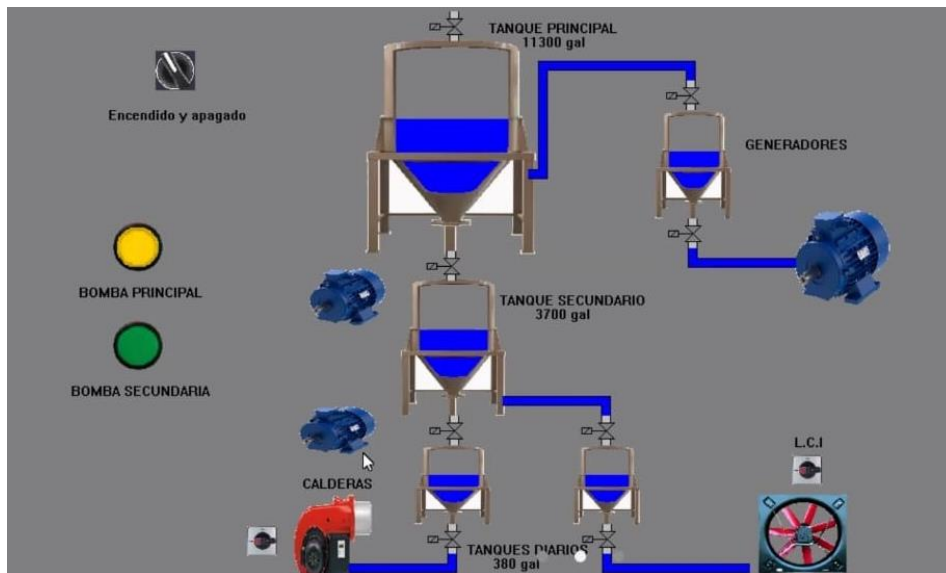


Figura 35. HMI sistema de distribución de diésel

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

En el anexo 9 se puede visualizar una programación en lenguaje Ladder del sistema para una mejor comprensión, al igual conexiones que se realizan en el control lógico programable LOGO! en el anexo 10 con sus respectivos pulsadores y contactos para sus actuadores como son las bombas y su configuración en el arranque de estas plasmadas en el anexo 11.

3.12. Flujograma del programa

En la figura 36 se expone de una manera más comprensible lo que la programación hará en el sistema de contingencia de la distribución de diésel del tanque principal hacia los tanques secundario y diarios.

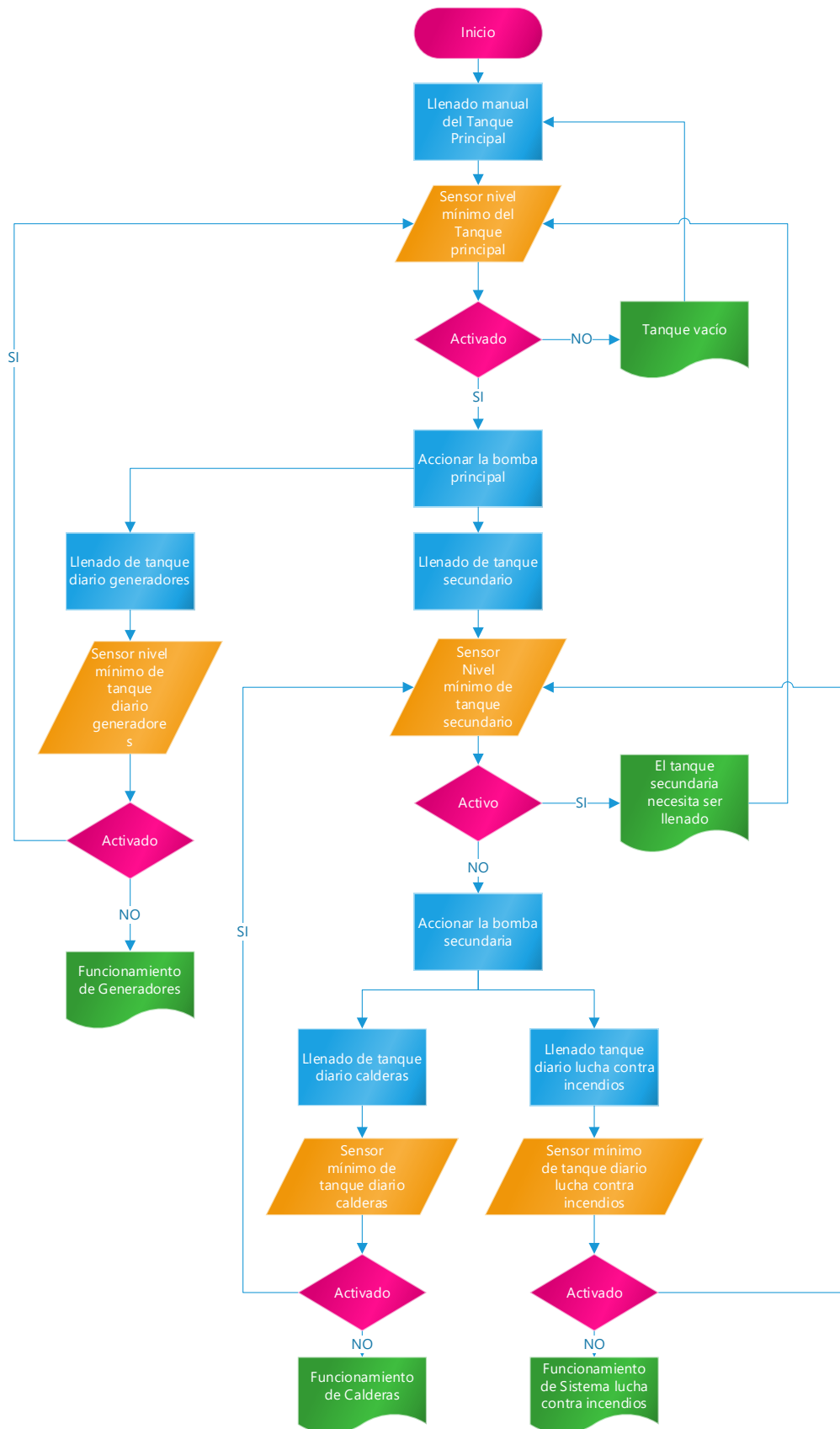


Figura 36. Flujograma de la propuesta de cambio para el sistema de distribución de diésel

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

CAPÍTULO IV

Resultados

4.1.Presupuesto

Considerando lo que conlleva poner en marcha el proyecto para la implementación de la tubería de distribución de diésel, se procede a calcular los gastos totales del proyecto en la Tabla 23.

Tabla 23. Tabla de presupuesto

Material	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Valor total
Tubo negro ASTM A-53 tipo T de 2" x 6 m	23	U	\$43,94	\$1010,62
Unión negra clase 150 de 2"	20	U	\$4,62	92,40
Codo clase 150 x 90 grado de 2"	12	U	\$4,93	\$59,16
Universal cónica clase 150 de 2"	5	U	\$12,06	\$60,03
Tee negra clase 300 de 2"	20	U	\$9,49	\$189,8
Collet negro de 1 ½ a 2"	1	U	\$32,20	\$32,20
Válvula solenoide Danfoss EV220B 2" EPDM 032U7150	4	U	\$689,92	\$2759,68
Bomba centrífuga velocidad nominal de 1750 1/min serie NE modelo 620	1	U	\$1326,04	\$1326,04
Sensor plástico de nivel Kobold NKP-401	10	U	\$84.30	\$843,00
Módulo Lógico Programable LOGO!	1	U	\$226,00	\$226,00
LOGO! DM8 230R (expansión de entradas y salidas digitales)	1	U	\$111,00	\$111,00
Cable comunicación mini din 5-pin recto (sensores)	570	m	\$4,78	\$2724,6
Cable de control 3 cond. 1.0 mm/ 18 AWG Conductor negro (Válvula solenoide)	165	m	\$1,11	\$183,15
Manómetro	2	U	\$44,16	\$88,32
Filtro de combustible diésel modelo es-filter	2	U	\$85,12	\$170,24
Mano de obra	80	Horas	\$5,00	\$400,00
Total				\$10.276,24

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

La implementación de sistemas automáticos, hoy en día, es un tema que está en auge, con el avance de la tecnología, las empresas deberían optar por esta opción debido a que facilita el trabajo del operario encargado.

4.2. Análisis de viabilidad

La Tabla 23 muestra el costo total para una posible implementación del sistema, analizando el proceso actual de distribución, el diésel se encuentra empozado en el tanque de mayor capacidad, debido a que el mismo, solo alimenta de combustible al área de Generadores desde la construcción del hospital, esta área solo ha sido utilizada la vez que se probó este sistema, en cambio, el área de calderos está en constante uso y cuando los tanques diarios se tornan vacíos, se espera a que venga el tanquero que abastece de combustible al hospital.

Recapitulando las practicas realizadas en este hospital, los tanques diarios se quedaron sin combustible, por falta de comunicación de parte del distribuidor de diésel, se tuvo que llenar el tanque diario de calderos manualmente, retirando el diésel del suministro grande con baldes, con la ayuda de una camioneta de fletes, entre 4 personas, 2 ajenas a la institución y 2 que forman parte del equipo de mantenimiento, cada recorrido con 4 baldes, con 10 litros cada uno, por un día completo de trabajo (8 horas).

Tabla 24. Proceso manual de distribución de diésel

Componente	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Valor total
Camioneta	8	Horas	\$20,00	\$160,00
Mano de obra	4	Personas	\$25,00	\$100,00
Gastos varios	-	-	-	\$30,00
Total				\$290,00

Elaborado por: Aguilar, R. & Rubio, D.

La tabla 24 muestra los gastos innecesarios que abarca la distribución manual de diésel, teniendo en cuenta que el sistema de distribución de diésel tiene un presupuesto predeterminado, por tratarse de una emergencia, el día que sucedió esto se aprobó el pago respectivo.

Tomando en cuenta el gasto que se realiza cuando el tanque secundario se queda sin combustible, el nuevo diseño de distribución busca satisfacer esta problemática, facilitando así, el trabajo del operador y controlando desde su estación de trabajo, todo el sistema.

PRESUPUESTO

N°.	Detalle	Cantidad	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)
1	Artículos Papelería	1	30	30
2	Paquete de hojas	2	5	10
3	Impresiones	130	0.15	19.5
4	Movilización	30	0.50	15
5	Internet	8	35	280
6	Varios	2	25	50
Total				404.5

CRONOGRAMA

ACTIVIDAD	Octubre				Noviembre				Diciembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Elaboración del marco teórico.												
Diseño del sistema de distribución de diésel.												
Simulación del sistema.												
Elaboración de costos referenciales.												
Conclusiones y recomendaciones.												

ACTIVIDAD	Enero				Febrero			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Elaboración del marco teórico.								
Rediseño del sistema de distribución de diésel.								
Simulación del sistema.								
Elaboración de costos referenciales.								
Conclusiones y recomendaciones.								

CONCLUSIONES

- Se concluye que el dimensionamiento para el sistema, con datos de altura manométrica de 7,99 [m] y un caudal de 9,08 [m³/h]; mediante la simulación realizada en este proyecto, demuestra que el plan técnico es aplicable; con la ayuda de una tubería de acero negro cedula 40 con 2 pulgadas de diámetro nominal y un diámetro interno de 52.4 [mm] que funciona como conductor del combustible, transportando el fluido de trabajo desde el depósito principal hasta tanques secundarios y de almacenamiento diario de 1850 y 380 galones respectivamente, aplicando conocimientos de ingeniería que se presenta a lo largo de este manifiesto.
- La evaluación en el sistema actual de distribución de diésel tiene un carácter sistemático, periódico y estructurado, sin embargo, se observa aspectos críticos, al no tener un sistema actualizado y eficiente para evitar y prever dificultades futuras, lo cual es favorable la aplicación de una nueva red de distribución planteada por estudios realizados y aplicados en los planos del establecimiento.
- Para seleccionar los parámetros del diseño del sistema de bomba, se consideró una matriz de decisión, donde se toma en cuenta las características de los diferentes proveedores, obteniendo como resultado una bomba centrífuga VOGT n=1750 [rpm] modelo NE 620, al igual que las electroválvulas solenoides EV220B, G, 1 ½, modelo NBR 032U458502 servo accionadas.
- El sistema automático cumple con los requerimientos propuestos, con la ayuda de sensores colocados en los extremos de cada tanque que envían señales digitales dependiendo el nivel de combustible; el módulo lógico programable prende la bomba y a su vez activa la válvula solenoide que provee de combustible a los depósitos; para comprobar que el programa tiene una efectividad del 100%, se validó mediante un HMI, para que el operador tenga una visualización en tiempo real, del funcionamiento de válvulas, motores y también del nivel que tienen los tanques.
- La inversión para poner en marcha el proyecto es de \$10.276,24, con esto se logra optimizar el sistema de distribución, facilitando así, en un 90% la productividad del sistema y aligerando el trabajo del personal de mantenimiento, para que los mismos dediquen su tiempo a actividades más productivas dentro del establecimiento; al momento en que se implementa una nueva tubería, no se puede

cotejar los costos entre los sistemas, como se muestra en la Tabla 24, el proceso manual de llenado de los tanques secundarios, se da cuando los calderos tienen mucha demanda de vapor, estos procesos son los que se quiere evitar poniendo en marcha este proyecto a futuro, sin embargo el costo del proyecto está dentro del presupuesto establecido.

RECOMENDACIONES

- Los materiales utilizados para el proyecto son modelos estándar, si se quiere aumentar la efectividad y durabilidad del sistema, se recomienda utilizar materiales premium que a su vez incrementará el costo, esto garantizará un mejor funcionamiento.
- Se recomienda la capacitación y actualización de conocimientos para las personas que interactúen directamente con el programa porque se necesitan conocimientos previos para el buen uso de la programación del PLC en el sistema de contingencia para riesgos.
- Se recomienda el uso del módulo lógico programable, debido a que la utilización de un PLC compacto como un Siemens S7-1200, se utiliza para programaciones complejas, usualmente se emplea en líneas de producción, enfocado a realizar trabajos sumamente peligrosos para los seres humanos, o muy lento si se lo hace manualmente, para el proyecto se utiliza un método on off, para abrir y cerrar válvulas de distribución de diésel.
- Será necesario exponer dicho proyecto a las autoridades del HGONA para conseguir la autorización que en un futuro cercano pueda ponerse en marcha este proyecto con ahorro de tiempo y dinero para modernizar un sistema que será de gran ayuda para el buen funcionamiento del hospital.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] T. S. S. Saikumar, Bhanumurthysoppari, and C. R. Bandaru, “Design and simulation of automated pad printing machine using automation studio,” *Mater. Today Proc.*, no. xxxx, pp. 1–7, 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2020.11.813.
- [2] C. Valdez, “Diseño y simulación para la automatización del proceso de tinturado, en la línea de fabricación de dormitorios de la empresa Carpintería y Tapicería Internacional CTIN. CIA. LTDA.,” 2020.
- [3] Ministerio de Salud Pública del Ecuador, “HGONA,” 2022. <http://hgona.gob.ec/index.php/mision-y-vision/>.
- [4] J. P. Mateo and S. García, “El sector petrolero en Ecuador. 2000-2010,” *Probl. Desarro.*, vol. 45, no. 177, pp. 113–139, 2014, doi: 10.1016/S0301-7036(14)70865-X.
- [5] CONUEE, “DERIVADOS DEL PETRÓLEO,” *Movil. y Transp.*, pp. 1–4, 2016, [Online]. Available: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/241728/DieselFT.pdf>.
- [6] INEN, “ECUATORIANA NTE INEN1489,” p. 7, 2016.
- [7] J. Echeverría and F. Jiméñez, “ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO PARA MEJORAR LA DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS LIMPIOS DEL POLIDUCTO QUITO- AMBATO,” Escuela Politécnica Nacional, Facultad de ingeniería en geología y petróleos, 2014.
- [8] INEN, “NTE INEN 440:1984 Colores de identificación de tuberías,” *Inst. Ecuatoriano Norm.*, p. 11, 1984.
- [9] INEN, “NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2251 : 2013 Primera revisión MANEJO , ALMACENAMIENTO , TRANSPORTE Y EXPENDIO,” *Inst. Ecuatoriano Norm.*, p. 19, 2013.
- [10] Q. Batterymarch Park, “NFPA 99 Standard for Health Care Facilities,” p. 262, 2006.
- [11] G. Bejarano, “Reglamento ambiental de actividades hidrocarburiíferas,” no. 2982, pp. 1–54, 2010.

- [12] G. N. Bejarano, “LEY DE REGULACION DE PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DE COMBUSTIBLES,” pp. 1–2, 1995.
- [13] F. Meléndez, J. Gonzales, Z. Comas, B. Nuñez, and P. Vilorio, “Integridad estructural de tuberías de transporte de hidrocarburos : Panorama actual,” *Rev. Espac.*, p. 10, 2017.
- [14] D. Venegas, C. Ayabaca, S. Celi, J. Rocha, and E. Mena, “Factores para seleccionar tuberías de conducción de gas licuado de petróleo en el Ecuador,” *INGENIUS*, pp. 51–59, 2018.
- [15] M. Dekker, *Industrial Boilers and Heat Recovery Steam Generators*. New York: Eastern Hemisphere Distribution Marcel, 2003.
- [16] D. Palacios, “Capítulo 1: Calderas de Vapor,” in *Tratado práctico de calderas de vapor*, D. de la escuela de Ingenieros, Ed. 1890, p. 7.
- [17] R. Miranda, “CALDERAS : CLASIFICACIÓN , USOS Y MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE TRANSFERENCIA DE CALOR,” no. August, 2018.
- [18] A. Cevallos, “Diseño del sistema de distribución de vapor en el hospital León Becerra de Guayaquil.,” UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL, 2014.
- [19] J. Dominguez Cerdeira, J. Santiago Cid, J. Uceda Martinez, P. Garrido Otaola, and J. Lahoz Pequeruú, “Guía básica de calderas industriales,” *Cons. Econ. y Hacienda, Organ. Dir. Gen. Industria, Energía y Minas.*, vol. 3, pp. 71–95, 2012, [Online]. Available:
<https://www.achs.cl/portal/trabajadores/Capacitacion/CentrodeFichas/Documents/descripcion-de-caldera-y-generadores-de-vapor.pdf>.
- [20] L. Corona, G. Abarca, and J. Mares, “Sensores,” in *Sensores y actuadores. Aplicaciones con arduino*, G. editorial PATRIA, Ed. 2014, p. 17.
- [21] S. de las Heras, *Fluidos, bombas e instalaciones hidráulicas*. 2011.
- [22] E. Bash, “Bombas Hidraulicas,” *PhD Propos.*, vol. 1, pp. 1–22, 2015.
- [23] E. van der Wal and R. Simon, “Recent developments in industrial control programming,” *IFAC Proc. Vol.*, vol. 39, no. 21, pp. 90–94, 2006, doi:

10.1016/s1474-6670(17)30164-7.

- [24] I. E. Commission, “Iec 1131-3 Estandarizacion En La Programacion Del Control Industrial,” pp. 1–7.
- [25] T. Moreno, “Propuesta de metodología para programación de PLC en lenguaje Ladder.” Universidad Privada Antenor Orrego, 2018.
- [26] M. Jimenez, “Compuertas Lógicas,” p. 1, 2020, [Online]. Available: [http://repositorio.utn.ac.cr/bitstream/handle/123456789/437/Compuertas Lógicas.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.utn.ac.cr/bitstream/handle/123456789/437/Compuertas_Lógicas.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- [27] Siemens, “Lista de Precios Productos Eléctricos Industriales,” *Sist. Bombeo*, vol. 2014, no. 1, p. 42, 2020, [Online]. Available: http://www.novem.com.mx/pdf/NOVEM_LP_SBO.pdf.
- [28] G. Westreicher, “Mantenimiento,” *Economipedia*, 2022. <https://economipedia.com/definiciones/mantenimiento.html>.
- [29] M. KSB, “Bombas centrifugas 60 Hz.”
- [30] VOGT, “Serie NE 60, Bombas Centrifugas Normalizadas.”
- [31] Grundfos, “UPS 40-180 F,” no. 1, pp. 1–3, 2021.
- [32] Kobold, “Interruptor Plástico de Nivel NKP,” vol. 49, no. 0.
- [33] Danfoss, “Manual del usuario de válvulas solenoides La eficiencia a su alcance,” p. 46, 2015, [Online]. Available: http://files.danfoss.com/technicalinfo/dila/04/IC.PS.600.A8.05_RJA.pdf.
- [34] Danfoss, “Válvula solenoide, EV220B, G, 2”, NBR,” pp. 1–2, 2021.
- [35] M. C. Potter, D. C. Wiggert, B. Ramadan, T. I.-P. Shih, J. H. Romo Muñoz, and J. León Cárdenas, *Mecánica de flúidos*. 2015.

ANEXOS

Anexo 1. Propiedades de tubería cédula 40. [35]

Nominal Pipe Size		Outside Diameter		Wall Thickness		Inside Diameter			Flow Area	
NPS (in)	DN (mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(ft)	(mm)	(ft ²)	(m ²)
½	6	0.405	10.3	0.068	1.73	0.269	0.0224	6.8	0.000 394	3.660 × 10 ⁻⁵
¾	8	0.540	13.7	0.088	2.24	0.364	0.0303	9.2	0.000 723	6.717 × 10 ⁻⁵
¾	10	0.675	17.1	0.091	2.31	0.493	0.0411	12.5	0.001 33	1.236 × 10 ⁻⁴
½	15	0.840	21.3	0.109	2.77	0.622	0.0518	15.8	0.002 11	1.960 × 10 ⁻⁴
¾	20	1.050	26.7	0.113	2.87	0.824	0.0687	20.9	0.003 70	3.437 × 10 ⁻⁴
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	1.049	0.0874	26.6	0.006 00	5.574 × 10 ⁻⁴
1¼	32	1.660	42.2	0.140	3.56	1.380	0.1150	35.1	0.010 39	9.653 × 10 ⁻⁴
1½	40	1.900	48.3	0.145	3.68	1.610	0.1342	40.9	0.014 14	1.314 × 10 ⁻³
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	2.067	0.1723	52.5	0.023 33	2.168 × 10 ⁻³
2½	65	2.875	73.0	0.203	5.16	2.469	0.2058	62.7	0.033 26	3.090 × 10 ⁻³
3	80	3.500	88.9	0.216	5.49	3.068	0.2557	77.9	0.051 32	4.768 × 10 ⁻³
3½	90	4.000	101.6	0.226	5.74	3.548	0.2957	90.1	0.068 68	6.381 × 10 ⁻³
4	100	4.500	114.3	0.237	6.02	4.026	0.3355	102.3	0.088 40	8.213 × 10 ⁻³
5	125	5.563	141.3	0.258	6.55	5.047	0.4206	128.2	0.139 0	1.291 × 10 ⁻²
6	150	6.625	168.3	0.280	7.11	6.065	0.5054	154.1	0.200 6	1.864 × 10 ⁻²
8	200	8.625	219.1	0.322	8.18	7.981	0.6651	202.7	0.347 2	3.226 × 10 ⁻²
10	250	10.750	273.1	0.365	9.27	10.020	0.8350	254.5	0.547 9	5.090 × 10 ⁻²
12	300	12.750	323.9	0.406	10.31	11.938	0.9948	303.2	0.777 1	7.219 × 10 ⁻²
14	350	14.000	355.6	0.437	11.10	13.126	1.094	333.4	0.939 6	8.729 × 10 ⁻²
16	400	16.000	406.4	0.500	12.70	15.000	1.250	381.0	1.227	0.1140
18	450	18.000	457.2	0.562	14.27	16.876	1.406	428.7	1.553	0.1443
20	500	20.000	508.0	0.593	15.06	18.814	1.568	477.9	1.931	0.1794
24	600	24.000	609.6	0.687	17.45	22.626	1.886	574.7	2.792	0.2594

Anexo 2. Propiedades de los líquidos comunes. [35]

	Gravedad específica sg	Peso específico γ (kN/m ³)	Densidad ρ (kg/m ³)	Viscosidad dinámica η (Pa·s)	Viscosidad cinemática ν (m ² /s)
Acetona	0.787	7.72	787	3.16×10^{-4}	4.02×10^{-7}
Alcohol, etílico	0.787	7.72	787	1.00×10^{-3}	1.27×10^{-6}
Alcohol, metílico	0.789	7.74	789	5.60×10^{-4}	7.10×10^{-7}
Alcohol, propílico	0.802	7.87	802	1.92×10^{-3}	2.39×10^{-6}
Amoniaco hidratado (25%)	0.910	8.93	910	—	—
Benceno	0.876	8.59	876	6.03×10^{-4}	6.88×10^{-7}
Tetracloruro de carbono	1.590	15.60	1 590	9.10×10^{-4}	5.72×10^{-7}
Aceite de ricino	0.960	9.42	960	6.51×10^{-1}	6.78×10^{-4}
Etilenglicol	1.100	10.79	1 100	1.62×10^{-2}	1.47×10^{-5}
Gasolina	0.68	6.67	680	2.87×10^{-4}	4.22×10^{-7}
Glicerina	1.258	12.34	1 258	9.60×10^{-1}	7.63×10^{-4}
Queroseno	0.823	8.07	823	1.64×10^{-3}	1.99×10^{-6}
Aceite de linaza	0.930	9.12	930	3.31×10^{-2}	3.56×10^{-5}
Mercurio	13.54	132.8	13 540	1.53×10^{-3}	1.13×10^{-7}
Propano	0.495	4.86	495	1.10×10^{-4}	2.22×10^{-7}
Agua de mar	1.030	10.10	1 030	1.03×10^{-3}	1.00×10^{-6}
Aguarrás	0.870	8.53	870	1.37×10^{-3}	1.57×10^{-6}
Combustóleo, medio	0.852	8.36	852	2.99×10^{-3}	3.51×10^{-6}
Combustóleo, pesado	0.906	8.89	906	1.07×10^{-1}	1.18×10^{-4}

Anexo 3. Coeficientes de rugosidad típicos. [35]

Material	Coefficiente de Manning n	Coef. Hazen-Williams C _H	Coef. Rugosidad Absoluta e (mm)
Asbesto cemento	0.011	140	0.0015
Latón	0.011	135	0.0015
Tabique	0.015	100	0.6
Fierro fundido (nuevo)	0.012	130	0.26
Concreto (cimbra metálica)	0.011	140	0.18
Concreto (cimbra madera)	0.015	120	0.6
Concreto simple	0.013	135	0.36
Cobre	0.011	135	0.0015
Acero corrugado	0.022	--	45
Acero galvanizado	0.016	120	0.15
Acero (esmaltado)	0.010	148	0.0048
Acero (nuevo, sin recubrim.)	0.011	145	0.045
Acero (remachado)	0.019	110	0.9
Plomo	0.011	135	0.0015
Plástico (PVC)	0.009	150	0.0015
Madera (duelas)	0.012	120	0.18
Vidrio (laboratorio)	0.011	140	0.0015

Anexo 4. Longitud equivalente. [35]

Type	Equivalent Length in Pipe Diameters L_e/D
Globe valve—fully open	340
Angle valve—fully open	150
Gate valve—fully open	8
— $\frac{3}{4}$ open	35
— $\frac{1}{2}$ open	160
— $\frac{1}{4}$ open	900
Check valve—swing type	100
Check valve—ball type	150
Butterfly valve—fully open, 2–8 in	45
—10–14 in	35
—16–24 in	25
Foot valve—poppet disc type	420
Foot valve—hinged disc type	75
90° standard elbow	30
90° long radius elbow	20
90° street elbow	50
45° standard elbow	16
45° street elbow	26
Close return bend	50
Standard tee—with flow through run	20
—with flow through branch	60

(Reprinted with permission from "Flow of Fluids Through Valves, Fittings and Pipe, Technical Paper 410" 2011, Crane Co. All Rights Reserved.)

Anexo 5. Factor de fricción para tubería de acero, cedula 40 en la zona de turbulencia. [35]

Nominal Pipe Size			Nominal Pipe Size		
U.S. (in)	Metric (mm)	Friction factor, f_f	U.S. (in)	Metric (mm)	Friction factor, f_f
$\frac{1}{2}$	DN 15	0.026	3, 3 $\frac{1}{2}$	DN 80, DN 90	0.017
$\frac{3}{4}$	DN 20	0.024	4	DN 100	0.016
1	DN 25	0.022	5, 6	DN 125, DN 150	0.015
1 $\frac{1}{4}$	DN 32	0.021	8	DN 200	0.014
1 $\frac{1}{2}$	DN 40	0.020	10–14	DN 250 to DN 350	0.013
2	DN 50	0.019	16–22	DN 400 to DN 550	0.012
2 $\frac{1}{2}$	DN 65	0.018	24–36	DN 600 to DN 900	0.011

Anexo 6. Ficha técnica de interruptor plástico de nivel NKP.



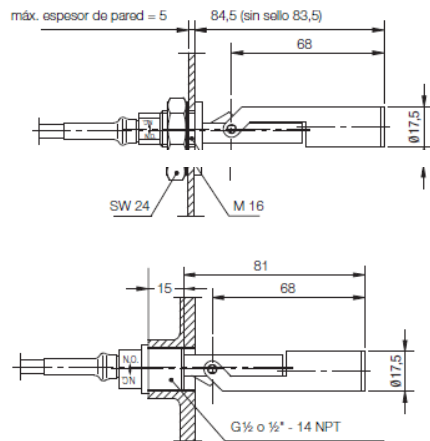
Interruptor Plástico de Nivel Modelo NKP

Descripción

El interruptor de nivel plástico NKP se diseña para el control económico de líquidos en recipientes. Muchas aplicaciones industriales se pueden realizar con dos versiones plásticas diferentes cada uno con tres diferentes montajes. El interruptor notable por su diseño libre de mantenimiento, dimensiones pequeñas y contactos reed con alta capacidad de interrupción.

El interruptor se monta en la cara del recipiente. Un flotador plástico con bisagras con un imán flota hacia arriba y hacia abajo a través del nivel líquido. El contacto reed encapsulado es manejado por el imán. La función de conmutación (contacto N/A, contacto N/C) es determinada por la posición de la instalación. La función es invertida simplemente rotando el interruptor 180°.

Dimensiones



Aplicaciones

- Lavado de automoviles
- Limpieza de máquinas
- Tanques plásticos

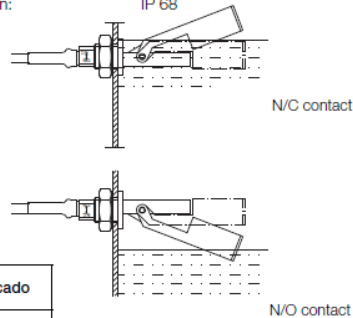
Datos de pedido (Ejemplo: NKP-14011)

Mo- delo	Conexión	Caja de conexiones	Cable	Certificado
NKP-	1 = G 1/2 2 = 1/2" NPT 6 = M 16	401 = Polipropileno 501 = PVDF	1 = 1 m PVC cable 1,6 = 1,6 m PVC cable 3 = 3 m PVC cable Y = longitud especial*	vacio = sin C = cCSAus

*Por favor especifique en texto claro

Detalles Técnicos

Cuerpo del interruptor:	NKP-14..., -24..., -64...: polipropileno NKP-15..., -25..., -65...: PVDF
Conexiones:	NKP-1...: G 1/2 NKP-2...: 1/2" NPT NKP-6...: M 16
Flotador:	NKP-14..., -24..., -64...: polipropileno NKP-15..., -25..., -65...: PVDF
Sello:	NKP-6401: NBR NKP-6501: FPM alternativo: EPDM
Contratuera:	NKP-6...: polipropileno
Máx. temperatura:	NKP-14..., NKP-24..., NKP-64...: 80°C NKP-15..., NKP-25..., NKP-65...: 100°C
Máx. presión:	10 bar
Posición de instalación:	horizontal (±30° desde el plano horizontal)
Componentes de contacto:	Contacto N/A / contacto N/C (dependiendo de la instalación)
Conexión eléctrica:	Cable trenzado AWG20, 2 núcleos, PVC, 1 m (cable PUR- o silicona bajo pedido)
Capacidad de contacto:	máx. 230 V _{AC/DC} máx. 40 VA, máx. 2 A (opcional cCSAus: 0,17 A, 230 V _{AC/DC}) 2 A, 20 V _{AC/DC} ; máx. 40 W
Resistencia de contacto:	máx. 80 mΩ
Fuerza eléctrica mínima:	400 V _{DC} / 1 s
Densidad del medio:	NKP-14..., -24..., -64...: >0,6 kg/dm ³ NKP-15..., -25..., -65...: >0,95 kg/dm ³
Protección:	IP 68



Anexo 7. Catálogo válvula solenoide.



Detalles del producto | Válvula solenoide, EV220B, G, 1 1/2, NBR



032U458502

Válvula solenoide, EV220B, G, 1 1/2, NBR

Homologación: CE, Material del cuerpo: Latón, Funcionamiento: Servoaccionada (diafragma), Número de vías: 2/2


DETALLES DEL PRODUCTO

Peso bruto	3.66 kg
Peso neto	3.33 kg
EAN	5702423198528
Accesorios de productos	Accesorios de bobina solenoide Accesorios de válvulas solenoides
Actuador	B
Actuador [mm]	13.5 mm
Cantidad por formato de embalaje	1 pc
Clave de especificación	EV220B 40B G 1 1/2N NC000 BB024D
Comentarios sobre tolerancia del medio	Medios neutros
Conex. elect.	Pala DIN 43650-A
Consumo de energía [W] c.c.	16 W
Designación de tipo	EV220B 40
Dirección del caudal	Flujo único
Formato de empaquetado	Paquete individual
Fracción de tamaño del orificio [in]	1 1/2 in
Funcionamiento	Servoaccionada (diafragma)
Función	NC
Grado de protección de la carcasa	IP65
Grupo de fluido	I
Grupo de productos	Válvulas solenoides
Homologación	CE DNVGL-CG-0339
Indicador de sentido de flujo	Estampado, flecha en una dirección
Material de conexión	Latón
Material de sellado	NBR
Material del cuerpo	Latón
Nombre de producto	Válvula solenoide
Nombre del programa de piezas	EV220B 15 - 50
Norma de conexión	ISO 228-1
Número de vías	2/2
Opción de bobina	Clip on
Orificio de compensación para abrir/cerrar	Orificio de compensación opcional
Presión de prueba Max. [bar]	18 bar
Presión de prueba máx. [psig]	261 psig
Presión de trabajo máx. [bar]	12 bar

Danfoss no puede aceptar ninguna responsabilidad por posibles errores en catálogos, folletos y otros materiales impresos. Danfoss se reserva el derecho de modificar sus productos sin previo aviso. Esto también se aplica a productos ya pedidos, siempre que tales modificaciones puedan realizarse sin que sean necesarios cambios subsiguientes en las especificaciones ya acordadas. Todas las marcas registradas en este material son propiedad de las respectivas compañías. Danfoss y el logotipo de Danfoss son marcas registradas de Danfoss A/S. Todos los derechos reservados.

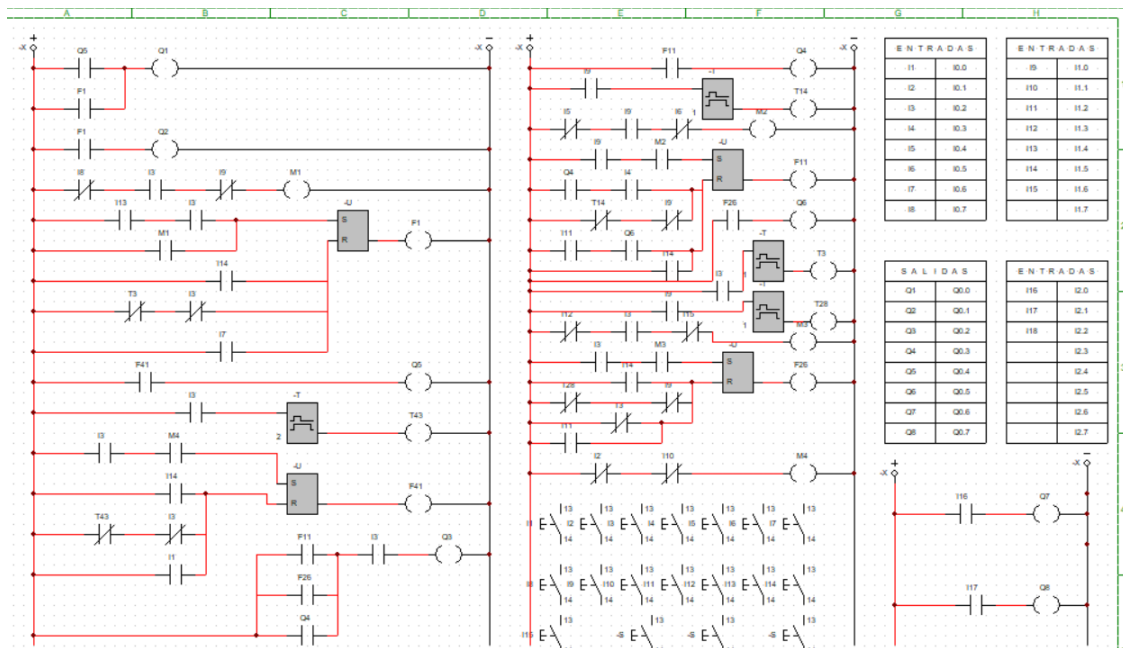
Anexo 8. Catálogo Modulo Lógico programable LOGO!.

Módulo Lógico Programable LOGO! Guía de selección

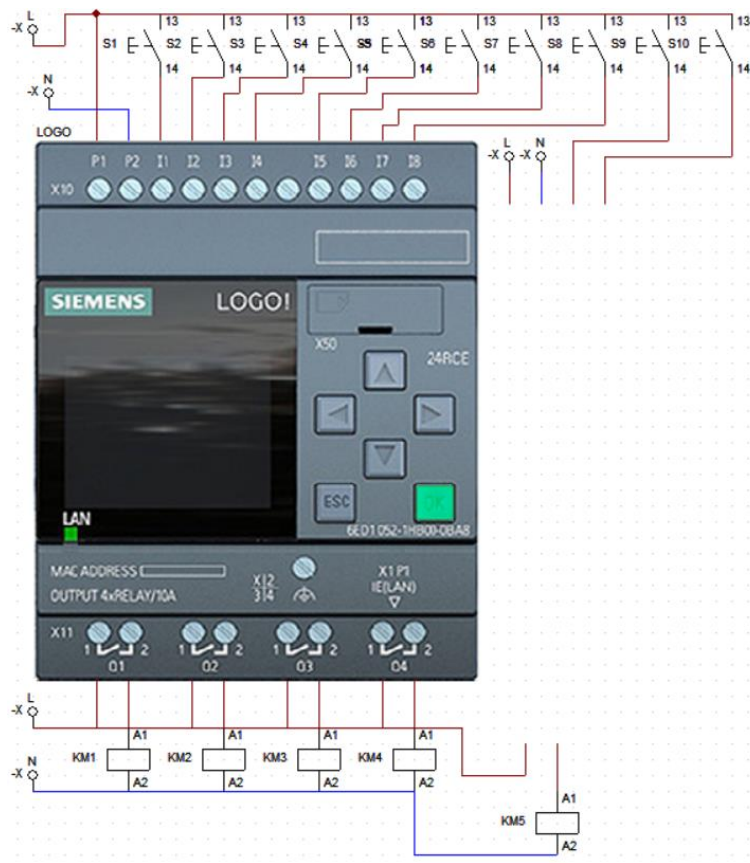
Descripción		
		
LOGO! 8		
Modelo	12/24 RCE	230 RCE
Alimentación	12/24VDC	110/220VAC
MLFB	6ED1052-1FB08-0BA0	6ED1052-1FB08-0BA0
Ancho	72mm	72mm
Interfaz de comunicación / programación	Ethernet RJ45	Ethernet RJ45
Memoria externa	Micro SD Card (estándar)	Micro SD Card (estándar)
Súper capacitor interno	480 horas de backup de programa	480 horas de backup de programa
Capacidad máxima de expansión (DI/DO/AI/AO)	24/20/8/8	24/20/8/8
Funcionalidad		
Bloques de programa (máximo)	400	400
Funciones definidas por el usuario (UDF)	•	•
Datalogging	•	•
Comunicaciones		
Redes de comunicación	Si. Hasta 9 dispositivos Ethernet	Si. Hasta 9 dispositivos Ethernet
Modo Maestro/Esclavo	Si. Hasta 8 LOGO! Ethernet en modo esclavo	Si. Hasta 8 LOGO! Ethernet en modo esclavo
Conectividad a HMI	LOGO! TDE / SIMATIC HMI (con puerto Ethernet)	LOGO! TDE / SIMATIC HMI (con puerto Ethernet)
MODBUS TCP/IP	Si. Mediante puerto integrado	Si. Mediante puerto integrado
Entradas/salidas integradas		
Entradas Digitales (DI)	8	8
Entradas analógicas (de las DI integradas)	4 (entradas 0-10VDC): 11, 12, 17, 18	-
Salidas Digitales (DO) a relé	4	4
Software de programación	LOGO!Soft Comfort V8.2 ó superior	LOGO!Soft Comfort V8.2 ó superior
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Nomenclatura: DI : Entrada Digital AI : Entrada Analógica DO: Salida Digital AO: Salida Analógica</p> <p>Mayor Información: Principal: www.siemens.com/logo Manual: www.siemens.com/simatic-docu</p> </div>		• Disponible - No disponible

Automatización Industrial

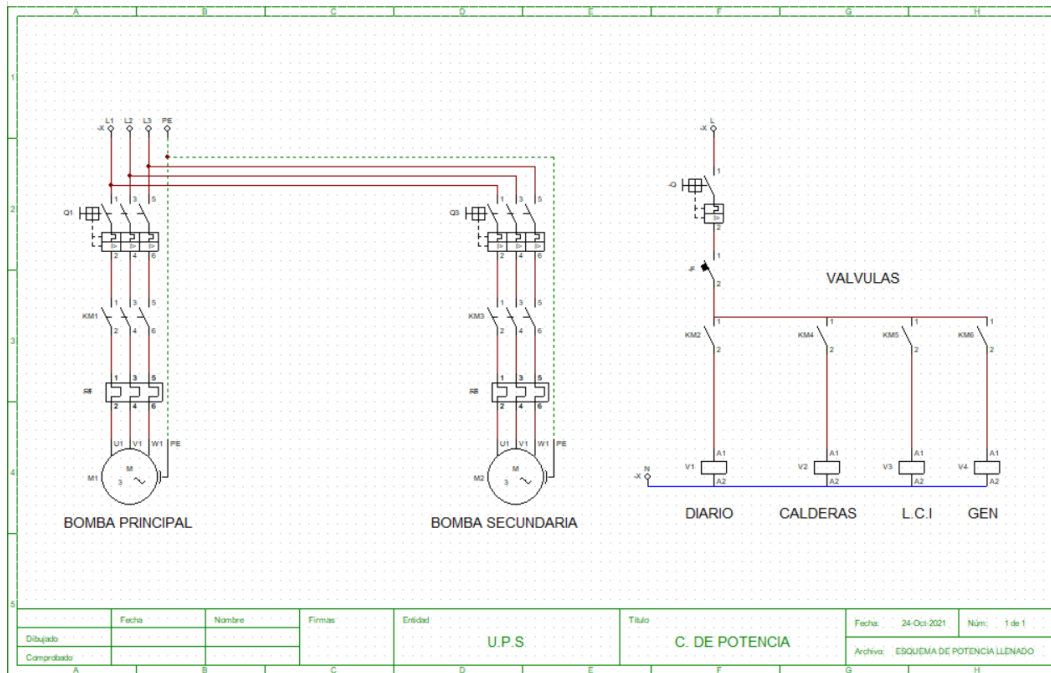
Anexo 9. Programación LD del sistema de distribución de diésel.



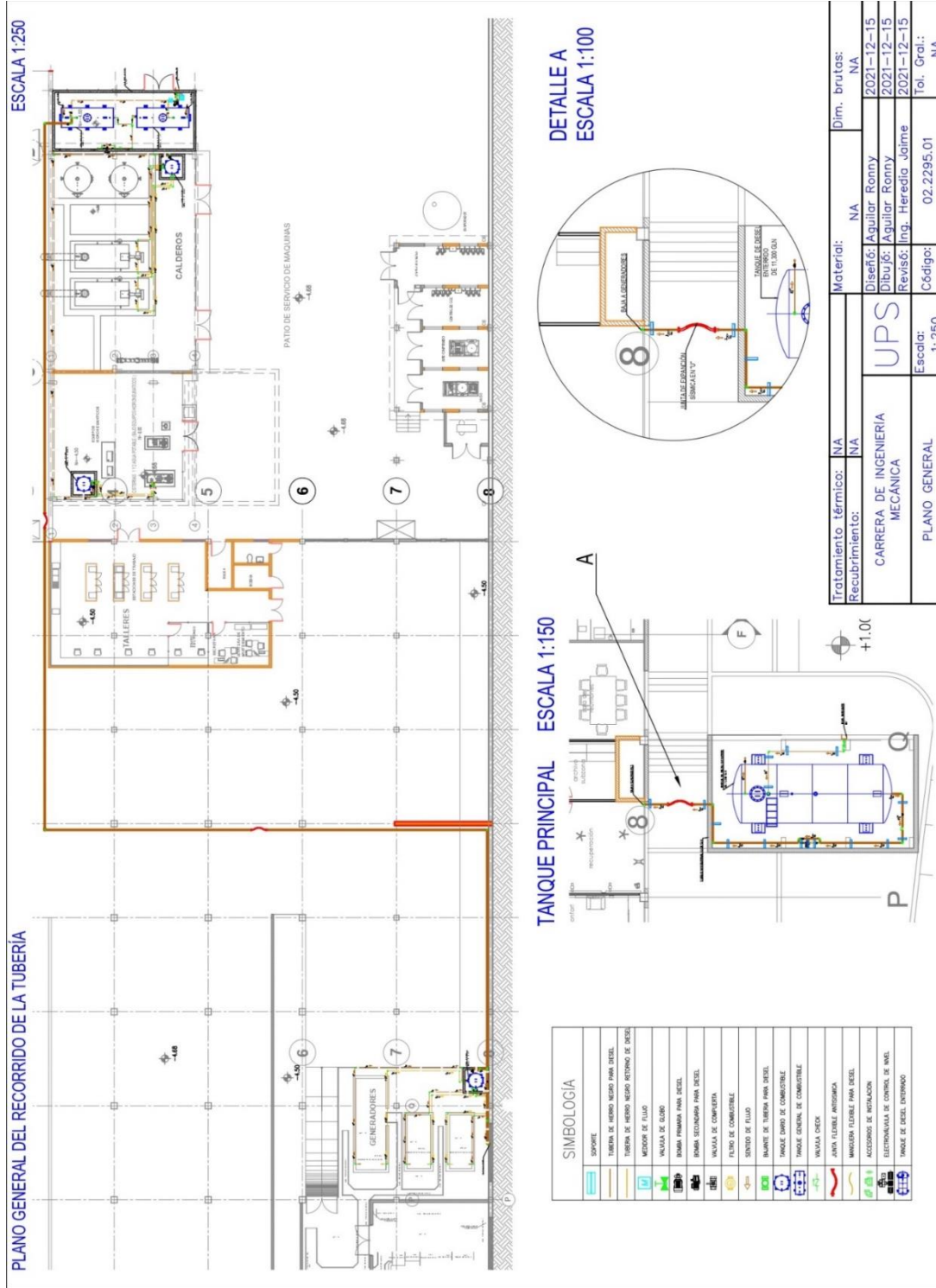
Anexo 10. Diagrama de control del sistema.



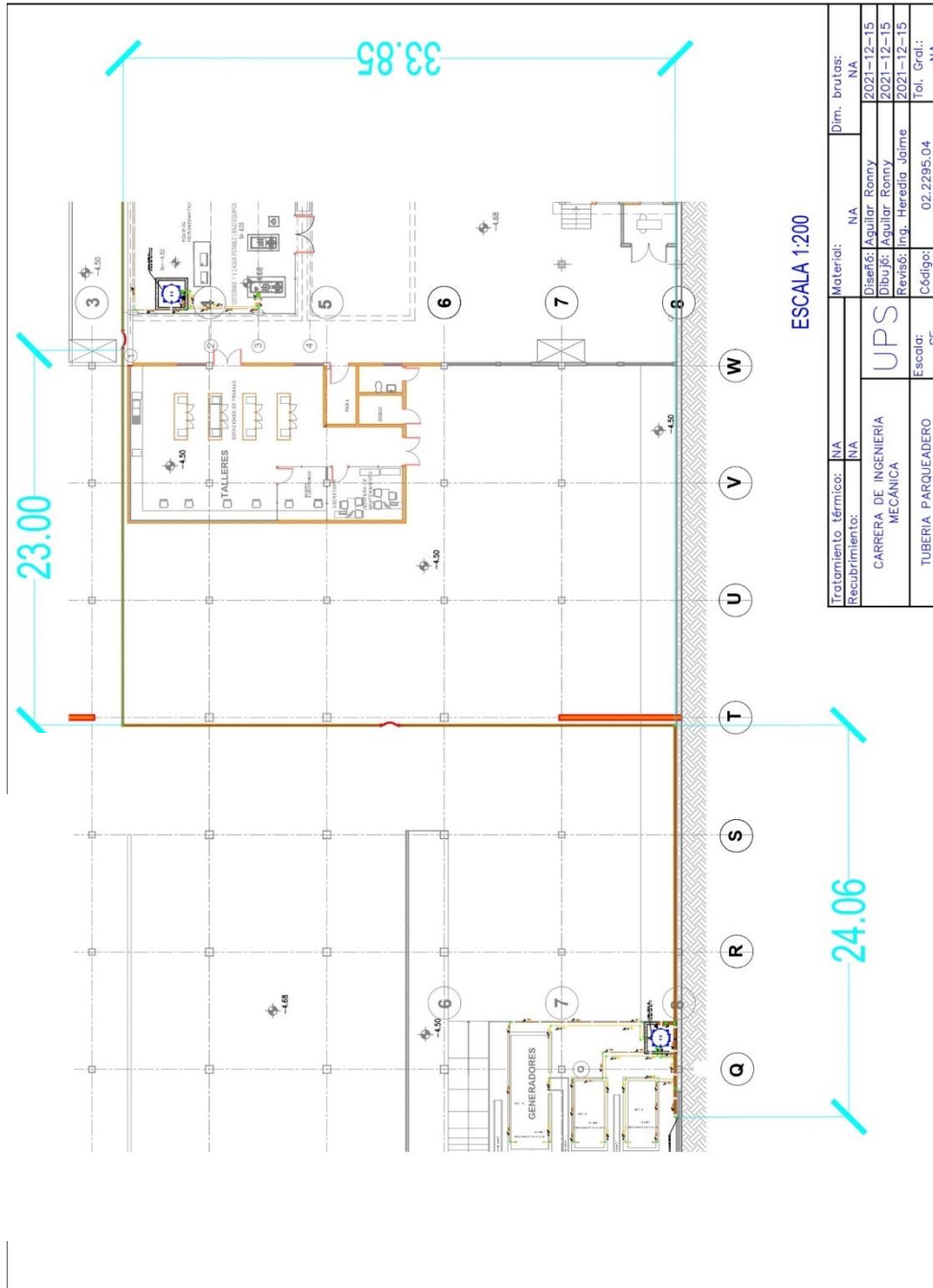
Anexo 11. Diagrama de potencia del sistema.



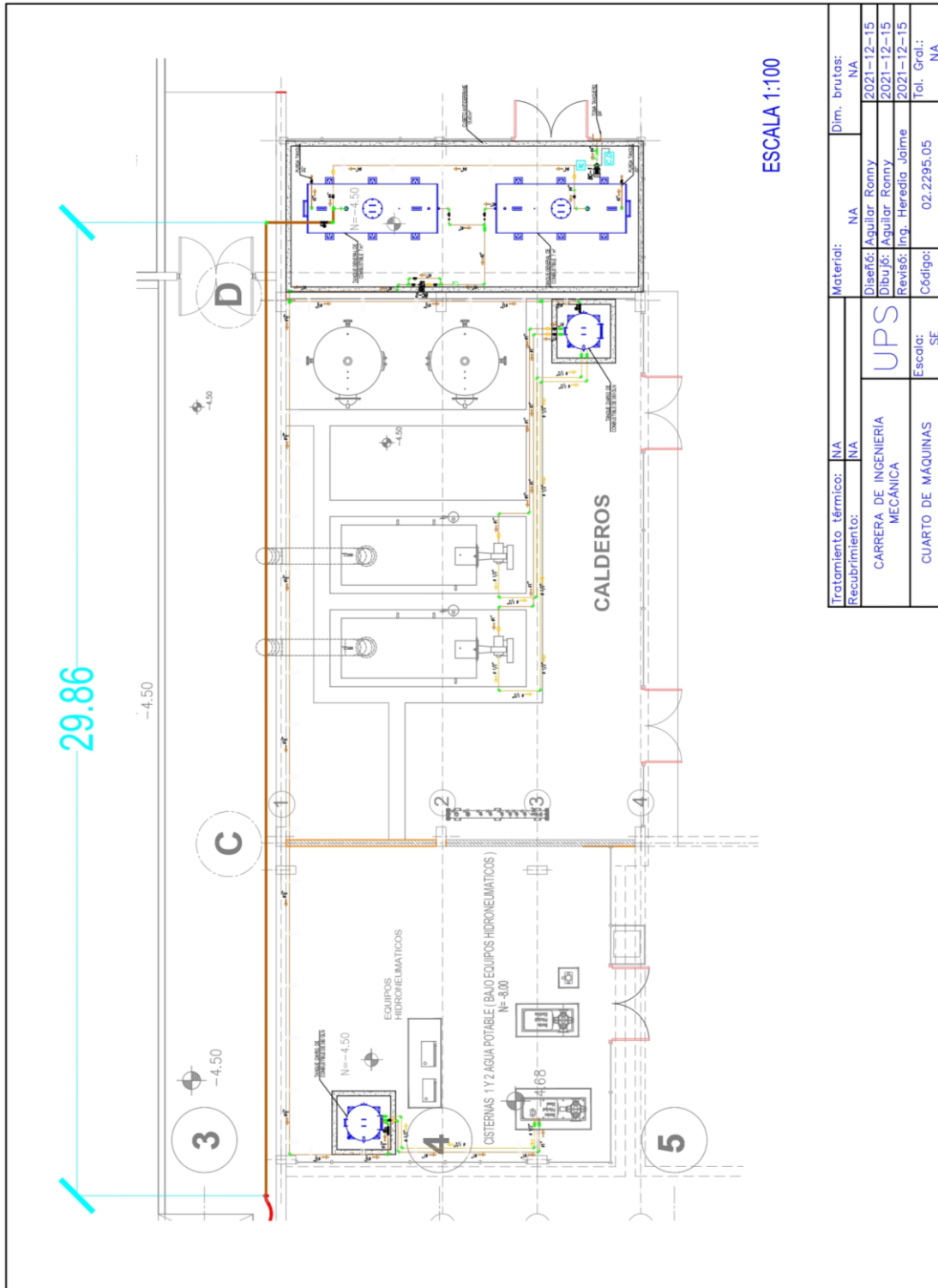
Anexo 12. Plano de recorrido de la tubería.



Anexo 13. Plano de recorrido de la tubería.

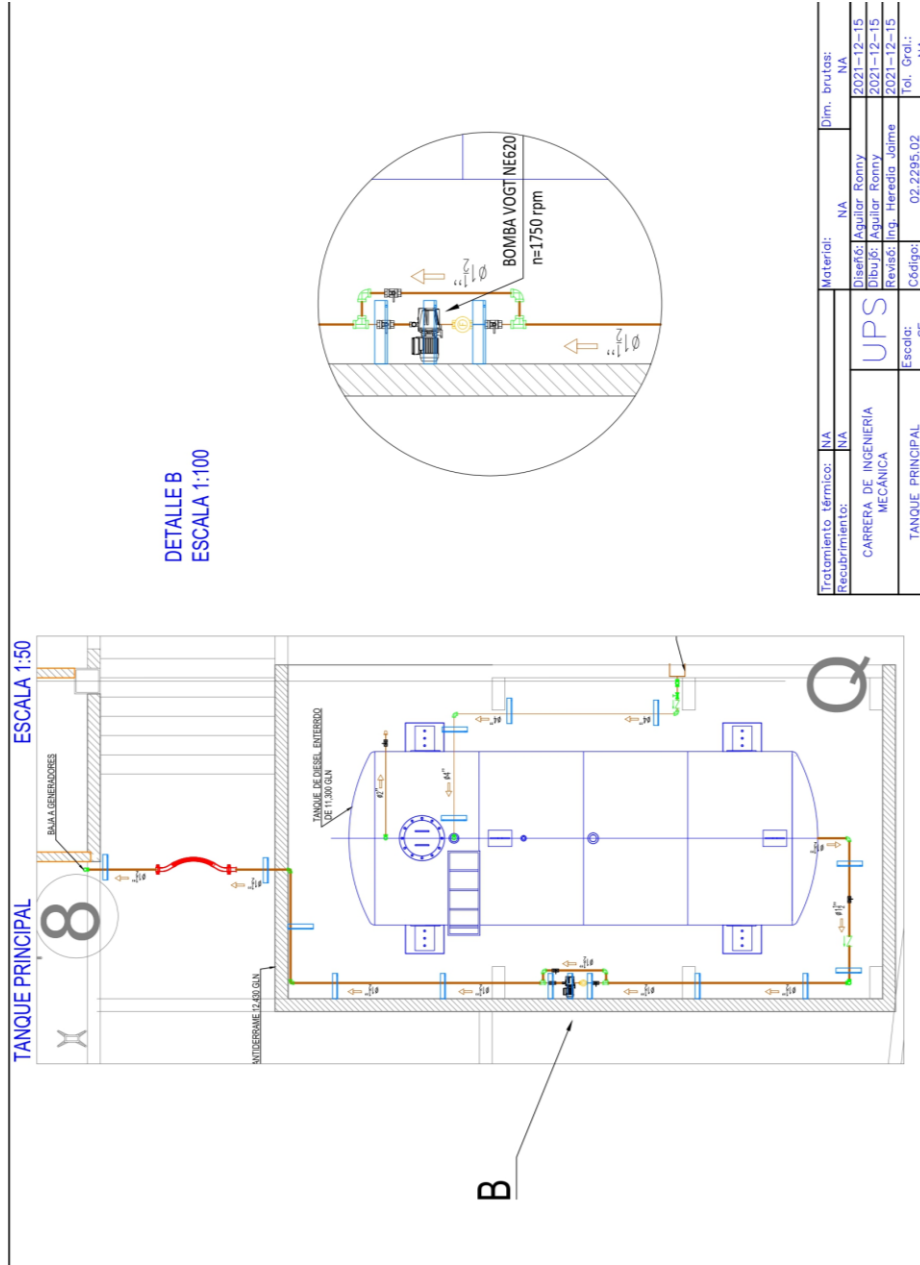


Anexo 14. Plano de recorrido de la tubería.



Tratamiento térmico:	NA	Material:	NA	Dim. brutos:	NA
Recubrimiento:	NA	Diseño:	Aguilar Ronny	2021-12-15	
		Dibujo:	Aguilar Ronny	2021-12-15	
		Revisó:	Ing. Heredia Jaime	2021-12-15	
		Código:	02.2295.05	Tol. Gral.:	NA
		Escala:	SE		
		Cuarto de Máquinas			

Anexo 15. Plano de ubicación de la bomba principal.



Tratamiento térmico:	NA	Materia:	NA	Dim. brutas:	NA
Recubrimiento:	NA	Diseño:	Aguilar Ronny	2021-12-15	NA
		Dibujó:	Aguilar Ronny	2021-12-15	
		Revisó:	Ing. Heredia Jaime	2021-12-15	
		Código:	02.2295.02	Tol. Gral.:	NA
		Escola:	SE		
		TANQUE PRINCIPAL			

Anexo 16. Plano de ubicación de la bomba secundaria.

