



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL BOMBEO DE
AGUA EN LA COMUNIDAD DE PATUTÁN, CANTÓN
LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”**

Proyecto de titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Electromecánico

Autores:

Chicaiza Jami Joel Danilo

Simba Choro Santiago Nicolas

Tutor:

Ing. Freire Martínez Luigi Orlando MSc

Latacunga – Ecuador

Abril – Agosto 2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Chicaiza Jami Joel Danilo y Simba Choro Santiago Nicolas, declaramos ser autores de la presente propuesta tecnológica: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL BOMBEO DE AGUA EN LA COMUNIDAD DE PATUTÁN, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”**, siendo el Ing. M.S.c. Freire Martínez Luigi Orlando tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, Agosto 2023

Chicaiza Jami Joel Danilo

C.I. 1721162434

Simba Choro Santiago Nicolás

C.I. 0550061824



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor de la propuesta tecnológica sobre el título: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL BOMBEO DE AGUA EN LA COMUNIDAD DE PATUTÁN, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”** por, **Chicaiza Jami Joel Danilo y Simba Choro Santiago Nicolás**, de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Agosto 2023

TUTOR

Ing. Freire Martínez Luigi Orlando MSc

C.I. 0502529589



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la **Facultad de Ciencias de Ingeniería y Aplicadas**; por cuanto, los postulantes: Chicaiza Jami Joel Danilo, con cédula de ciudadanía N° 172116243-4 y Simba Choro Santiago Nicolas, con cédula de ciudadanía N°. 055006182-4 con el título de Proyecto de titulación: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL BOMBEO DE AGUA EN LA COMUNIDAD DE PATUTÁN, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Agosto 2023

Para constancia firma:

Lector 1 (Presidente)

MSc. Cruz Panchi Luis Rolando

CI: 050259517-6

Lector 2

MSc. Porras Reyes Jefferson Alberto

CI:070440044-9

Lector 3

MSc. Pacheco Mena Carlos Francisco

CI: 050307290-2



AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

Yo Caisaluisa Toapanta Segundo Mariano, en calidad de **Presidente de la junta administradora de agua potable y saneamiento Patután** manifiesto que los estudiantes Chicaiza Jami Joel Danilo con CI: 1721162434 y Simba Choro Santiago Nicolas con CI: 0550061824 de la carrera de Ingeniería Electromecánica hacen la entrega del proyecto titulado: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL BOMBEO DE AGUA EN LA COMUNIDAD DE PATUTÁN, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”**, considero que el sistema entregado cumple con los requerimientos de funcionamientos establecidos por la comunidad.

Presidente de la junta administradora de agua potable y saneamiento Patután.

Caisaluisa Toapanta Segundo Mariano

CI: 050214916-4



AGRADECIMIENTO

Gracias a la vida por permitirme estudiar una carrera universitaria y haberme otorgado una familia maravillosa que me apoyó durante todo este proceso, para alcanzar una meta más en mi formación profesional y académica.

Gracias infinitas a mi papá Francisco Chicaiza quien es el motor que me impulsa a superarme cada día, por enseñarme desde niño que el trabajo arduo siempre tiene una recompensa al final. A mi mamá Rosa Jami porque su cariño y comprensión han sido fundamentales en los momentos más complejos de todo este proceso.

Gracias a Bryan, Danny, Santiago y Alexander quienes me han demostrado que una amistad verdadera se forja cada día y que sin duda los amigos son la familia que uno escoge.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas de sus instalaciones educativas para formarme como profesional, a mis docentes y en especial a mi tutor el ingeniero Luigi Freire que con su guía y consejos ayudó en todo el proceso educativo.

Joel Chicaiza



DEDICATORIA

“El presente trabajo de titulación la dedico a mis padres Francisco Chicaiza y Rosa Jami, porque me han acompañado durante todo el proceso de formación universitaria, su apoyo, sacrificio y esfuerzo lo tendré presente durante toda mi vida. A mis hermanos Doménica Chicaiza y Josue Chicaiza que son mis confidentes, por último, a Patty que durante una gran parte de mi vida y quizá la más difícil, me brindó su apoyo y comprensión.”

Joel Chicaiza



AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi querida madre, cuyo amor y apoyo incondicional siguen iluminando mi camino. Aunque mi amado padre ya no está físicamente entre nosotros, su legado perdura en mi corazón y acciones.

Agradezco también a mis amigos en la universidad, quienes han compartido risas, conocimiento y momentos inolvidables a lo largo de estos años. Su amistad ha enriquecido mi experiencia y me ha recordado la importancia de trabajar en equipo y celebrar los logros juntos.

A mis familiares su aliento y compañía han sido un bálsamo en momentos difíciles, recordándome la importancia de la solidaridad y el cariño mutuo.

Al extender mi gratitud, reconozco el valor inmenso que cada uno de ustedes aporta a mi vida. No hay palabras suficientes para expresar mi aprecio por su amor y apoyo constante. Desde lo más profundo de mi ser, les agradezco por ser parte de mi historia y por enriquecer mi existencia de manera invaluable.

Santiago Simba



DEDICATORIA

"Con profundo amor y gratitud, dedico este logro a mi querida madre, cuyo inquebrantable amor y comprensión han sido mi fuente de fortaleza a lo largo de este viaje. A pesar de la ausencia física de mi amado padre, su espíritu y enseñanzas siguen vivos en cada paso que doy.

A mis amigos de la universidad, quienes han compartido risas, desafíos y triunfos conmigo, les dedico este logro con alegría. Su amistad ha iluminado mi camino y ha sido un recordatorio constante de la importancia de la camaradería y el crecimiento mutuo.

Esta dedicación es un tributo a todos ustedes, quienes han dejado una huella imborrable en mi corazón. Mi éxito es también el reflejo de su apoyo constante y amor incondicional. Con cariño y agradecimiento."

Santiago Simba



ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA.....	ix
INFORMACIÓN GENERAL	1
1 INTRODUCCIÓN	2
1.1 RESUMEN	2
ABSTRACT	3
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	4
1.2 EL PROBLEMA.....	5
1.2.1 Planteamiento del problema	5
1.2.2 Formulación del problema.....	5
1.3 BENEFICIARIOS	5
1.4 JUSTIFICACIÓN	6
1.5 HIPÓTESIS	6
1.6 OBJETIVOS	7
1.6.1 General.....	7
1.6.2 Específicos.....	7
1.7 SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	8
2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	9
2.1 ANTECEDENTES	9
2.2 MARCO REFERENCIAL.....	10



2.2.1	Sistema de bombeo.....	10
2.2.2	Sistemas de bombeo centrífugo.....	10
2.2.3	Bombas de centrífugas y su uso	11
2.2.4	NPSH.....	12
2.2.5	Ecuación Hazen Willians.....	12
2.2.6	Tipos de arranque para motores trifásicos.....	12
2.2.7	Arranque directo.....	13
2.2.8	Arrancador suave.....	13
2.2.9	Arranque estrella-triángulo.....	14
2.2.10	Perturbaciones eléctricas.....	14
2.2.11	Protecciones eléctricas.....	15
2.2.12	Disyuntor	15
2.2.13	Guardamotor.....	15
2.2.14	Relé encapsulado	16
2.2.15	Factor de servicio.....	16
2.2.16	Tensión de la red trifásica.....	16
2.2.17	Lógica cableada	17
2.2.18	ETAP	17
3	DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	17
3.1	METODOLOGÍA.....	17
3.1.1	Metodología de la investigación.....	17
3.1.2	Tipo de investigación	18
3.1.3	Diseño de la investigación.....	18
3.1.4	Selección de variables	18
3.1.5	Técnica de recolección de datos	18



3.1.6	Procedimiento para la recolección de datos	19
3.1.7	Situación inicial	19
3.1.8	Condiciones generales	19
3.1.9	Condiciones específicas.....	19
3.2	SELECCIÓN DE BOMBA CENTRÍFUGA.	20
3.2.1	NPSH.....	20
3.2.2	Pérdidas de succión	21
3.2.3	Factores para cañerías de diferentes materiales.....	21
3.2.4	Pérdidas por accesorios	22
3.2.5	Disminución de la presión atmosférica	22
3.3	POTENCIA ELÉCTRICA TEÓRICA DE LA BOMBA	25
3.4	ANÁLISIS Y RESULTADOS.	29
3.4.1	Dimensionamiento eléctrico del sistema	29
3.4.2	Dimensionamiento del conductor.....	29
3.4.3	Selección del calibre del conductor	30
3.4.4	Ecuación para el tiempo de arranque en el arrancador suave.....	30
3.4.5	Dimensionamiento del interruptor termomagnético.....	31
3.4.6	Selección del guardamotor	31
3.4.7	Determinación del arrancador suave a utilizar	31
3.4.8	Bomba centrífuga de acuerdo al sistema	33
3.4.9	Simulación de arranque de bomba en Etap	34
3.4.10	Implementación de la propuesta.....	41
3.4.11	Componentes del sistema eléctrico.....	42
3.4.12	Implementación del sistema	43
3.4.13	Mediciones obtenidas de los amperímetros.....	46
4	CONCLUSIONES DEL PROYECTO	47



4.1	CONCLUSIONES.....	47
4.2	RECOMENDACIONES.....	48
	BIBLIOGRAFÍA.....	49
	ANEXOS.....	a



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Variables independiente y dependiente	18
Tabla 3.2. Pérdida en los accesorios	22
Tabla 3.3. Datos del sistema hidráulico.....	23
Tabla 3.4. Datos para el NPSH disponible	24
Tabla 3.5. Datos para las pérdidas por fricción	26
Tabla 3.6. Datos para las pérdidas locales	27
Tabla 3.7. Datos de pérdida en el sistema	28
Tabla 3.8. Datos para calcular la potencia teórica.....	28
Tabla 3.9. Datos de la placa del motor.	29
Tabla 3.10. Calibres del conductor eléctrico.	30
Tabla 3.11. Valor sugerido a usar en el interruptor termomagnético.	31
Tabla 3.12. Corriente para la selección del arrancador suave.	32
Tabla 3.13. Tipos de arrancadores siemens serie 3RW40	32
Tabla 3.14. Datos para selección de bomba	33
Tabla 3.15. Lecturas tomadas por operarios de las bombas en diferentes días y horarios	46
Tabla 3.16. Lecturas tomadas con pinza amperimétrica en diferentes tiempos.....	46



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Diagrama Ishikawa en relación al problema.....	5
Figura 3.1. Diagrama del sistema hidráulico.....	20
Figura 3.2. Curva altura - caudal.	34
Figura 3.3. Diagrama de conexión	35
Figura 3.4. Valores del bus principal.....	35
Figura 3.5. Selección de cable de acometida.....	36
Figura 3.6. Selección de cable para el motor.....	36
Figura 3.7. Datos ingresados del motor.....	37
Figura 3.8. Flujo de carga en el sistema	37
Figura 3.9. Librería del breaker caja moldeada.....	38
Figura 3.10. Librería del guardamotor	39
Figura 3.10. Corriente al arranque del motor con variador	40
Figura 3.11. Corriente a plena carga	40
Figura 3.12. Curvas de las protecciones del sistema.....	41
Figura 3.13. Diagrama unifilar	43
Figura 3.14. Circuito de control bomba 25 HP	44
Figura 3.15. Diseño de tablero de control	44
Figura 3.16. Factura de compra elementos.....	44
Figura 3.17. Tablero de control	45
Figura 3.18. Lecturas de arranque	45

INFORMACIÓN GENERAL

Título: Implementación de un sistema de control para el bombeo de agua en la comunidad de Patután, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Tipo de Proyecto: Propuesta Tecnológica

Fecha de inicio: marzo 2023

Fecha de finalización: agosto 2023

Lugar de ejecución: Comunidad Patután, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, zona 3.

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia: Ingeniería Electromecánica

Proyecto de investigación vinculado: Revolución 4.0

Equipo de Trabajo:

Freire Martínez Luigi Orlando (Tutor)

Chicaiza Jami Joel Danilo

Simba Choro Santiago Nicolás

Área Conocimiento: 07 Ingeniería, Industria y Construcción / 071 Ingeniería y Profesiones Afines / 0732 Construcción de maquinaria, motores, artefactos eléctricos, electrónicos, computadoras, telecomunicaciones etc.

Estructura del Plan de Titulación

Línea de investigación:

Procesos Industriales.

Sublíneas de investigación de la Carrera:

Automatización, control y protecciones de sistemas electromecánicos.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 RESUMEN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL BOMBEO DE AGUA EN LA COMUNIDAD DE PATUTAN, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”

Autores:

Chicaiza Jami Joel Danilo

Simba Choro Santiago Nicolas

La propuesta tecnológica tuvo como objetivo implementar un sistema que permita poner en funcionamiento y apagar la bomba de agua ubicada en la comunidad de Patután, cantón Latacunga, y con esto resolver el desabastecimiento de agua que existe en la comunidad. La “Junta de Agua Potable y Saneamiento de Patután” tiene un reservorio de agua desde donde bombea el recurso hídrico, en el cuarto de máquinas cuenta con una bomba centrífuga y un tablero que ayudaban a este fin, dentro del tablero se evidenció que los elementos estaban en mal estado, al utilizar una bomba de una potencia de 25 hp se requiere de un arranque controlado que permita disminuir los picos de corriente. El sistema de bombeo debe tener los elementos necesarios para que pueda operar sin comprometer el motor, para ello se ocupó equipos que protejan la integridad del sistema. Se eligieron los elementos electrónicos según la bomba de 25 hp los cuales se tuvo en cuenta sus datos de placa. De igual manera se realizaron cálculos para corroborar que los elementos estén dimensionados de acuerdo al sistema los cuales son: disyuntor de caja moldeada trifásico 56-80 Amp, guardamotor trifásico de 62-73 Amp, arrancador suave trifásico 42-80 Amp y demás elementos para el control como pulsadores, selectores y relés para el arranque de la bomba. Una vez obtenido los elementos se procedió a la instalación de los mismos, al momento de arranque de la bomba se pudo observar un arranque gradual. Verificando el funcionamiento del sistema se procede a realizar las medidas con el equipo eléctrico (pinza amperimétrica) los valores son similares a los valores calculados. Por lo cual se pudo decir que los elementos seleccionados están de acuerdo a la necesidad de la bomba.

Palabras claves: Implementación, desabastecimiento, bombas, control, solución.

ABSTRACT

TÉCNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TITLE: “IMPLEMENTATION OF A CONTROL SYSTEM FOR WATER PUMPING IN THE COMMUNITY PATUTAN, LATACUNGA CANTON, COTOPAXI PROVINCE”

The purpose of the technological proposal was to implement a system that would allow to start and turn off the water pump located in the community of Patután, Latacunga canton, and thus solve the water shortage that exists in the community. The "Junta de Agua Potable y Saneamiento de Patután" has a water reservoir from where it pumps the water resource, in the machine room it has a centrifugal pump and a board that helped to this end, inside the board it was evidenced that the elements were in bad condition, when using a pump with a power of 25 hp it is required a controlled start that allows to reduce the current peaks.

The pumping system must have the necessary elements so that it can operate without compromising the motor, for this purpose equipment was used to protect the integrity of the system. The electronic elements were chosen according to the 25 hp pump and their nameplate data were taken into account. Likewise, calculations were made to corroborate that the elements are sized according to the system, which are: three-phase 56-80 Amp molded case circuit breaker, three-phase 62-73 Amp motor protector, three-phase 42-80 Amp soft starter and other control elements such as push buttons, selectors and relays for starting the pump. Once the elements were obtained we proceeded to the installation of the same, at the moment of starting the pump a gradual start could be observed. Verifying the operation of the system we proceeded to make the measurements with the electronic equipment (amperimetric clamp) the values are similar to the calculated values. Therefore, it could be said that the selected elements are in accordance with the need of the pump.

Keywords: Implementation, Shortages, Pumps, Control, Solution.

AVAL DE TRADUCCIÓN



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI



CENTRO
DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL BOMBEO DE AGUA EN LA COMUNIDAD DE PATUTAN, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”** presentado por: **Chicaiza Jami Joel Danilo y Simba Choro Santiago Nicolas** egresados de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a las peticionarias hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, agosto del 2023

Atentamente,



BLANCA GLADYS
SÁNCHEZ AVILA



CENTRO
DE IDIOMAS

MSc. Blanca Gladys Sánchez Avila
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 2100275375

1.2 EL PROBLEMA

1.2.1 Planteamiento del problema

El problema central de esta investigación radica en la carencia de un sistema de bombeo adecuado que permita el abastecimiento de agua potable en la comunidad de Patután. Actualmente, existen dificultades en la capacidad de suministro y distribución del agua, lo que provoca desabastecimiento en ciertas zonas y limita el acceso a este recurso vital para la población.

El desabastecimiento de agua en la comunidad de Patután representa un desafío fundamental para la calidad de vida y el desarrollo económico. La principal causa es la falta de un control de bombeo de agua, lo que provocaba que existan problemas en la interacción de los componentes, hidráulicos, mecánicos, y eléctricos de la bomba y el tablero de control.

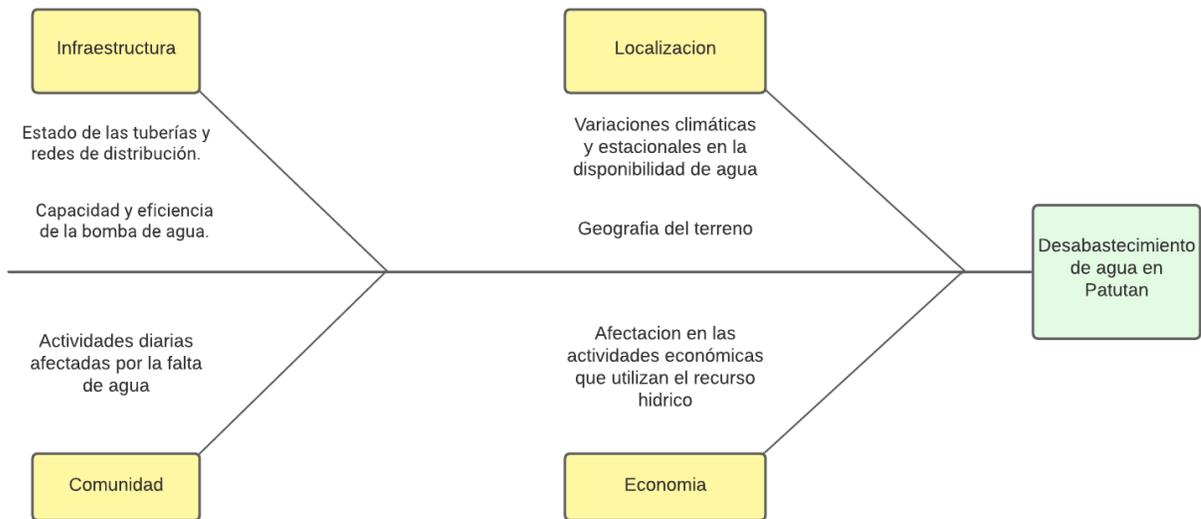


Figura 1.1. Diagrama Ishikawa en relación al problema

1.2.2 Formulación del problema

¿La implementación de un control de bombeo resolverá el desabastecimiento de agua en la comunidad Patután?

1.3 BENEFICIARIOS

- Los principales beneficiados del proyecto es la comunidad de Patután.

- De manera indirecta se benefician la comunidad científica que a futuro requieran recopilar información sobre el tema establecido.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Por medio de la presente propuesta tecnológica se pretende regular el arranque de una bomba de agua, alargando la vida útil del motor y de esta manera cuidando la parte más importante dentro del sistema de bombeo. La tecnología existente será utilizada para lograr un resultado eficiente y sostenible a largo plazo.

Los principales beneficiados serán los moradores de la comunidad de Patután, ya que dependen del transporte de agua para sus actividades diarias. También se beneficiarán los estudiantes, quienes podrán recopilar información valiosa para futuras investigaciones.

El objetivo del proyecto es implementar un sistema y resolver la necesidad de trasvase de agua en la comunidad de Patután. Asimismo, se implementará un tablero de control con todas las medidas de seguridad y los manuales de mantenimiento y operación correspondientes.

Finalmente, se resalta la importancia de asignaturas como Control Industrial e Instrumentación en la formación académica de un Ingeniero Electromecánico, ya que permiten el uso de la tecnología para resolver problemas en situaciones reales.

1.5 HIPÓTESIS

Al implementar el sistema de bombeo de agua en la comunidad de Patután contribuirá a resolver el desabastecimiento de agua, asegurando un suministro constante y suficiente para satisfacer las necesidades de la población.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 General

Implementar un sistema de bombeo de agua para la comunidad Patután, mediante un soft starter para prevenir las altas corrientes al momento de la puesta en marcha del motor de la bomba y para que el agua del reservorio llegue al tanque principal.

1.6.2 Específicos

- Investigar en diversas fuentes bibliográficas y en datos técnicos relacionados con dispositivos de potencia, control, bombas y accesorios eléctricos que serán utilizados en la construcción del sistema.
- Diseñar el diagrama de potencia y de control para la selección de los componentes acordes a los cálculos realizados.
- Relacionar los datos obtenidos de la parte experimental y los cálculos efectuados del sistema mediante el software de simulación.
- Realizar pruebas del sistema implementado.

1.7 SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Objetivos Específicos	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Investigar en diversas fuentes bibliográficas y en datos técnicos relacionados con dispositivos de potencia, control, bombas y accesorios eléctricos que serán utilizados en la construcción del sistema.	<ul style="list-style-type: none"> • Recopilación de información sobre el control de las bombas centrífugas • Investigación sobre la función de un arranque suave. 	Características de un arrancador suave y su uso en la industria	Bibliografía técnica y científica
Diseñar el diagrama de potencia y de control para la selección de los componentes.	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de un diagrama de potencia y de control con el dimensionamiento de los componentes a utilizar. • Selección de componentes eléctricos y electrónicos en base al dimensionamiento. 	Plano eléctrico del sistema.	Método para el diseño y selección de los componentes.
Relacionar los datos obtenidos de la parte experimental y los cálculos efectuados del sistema mediante el funcionamiento del arranque suave.	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación de los datos mediante un cálculo matemático. 	Datos matemáticos obtenidos mediante el cálculo son similares los experimentales.	Análisis de resultados, prácticas y cálculos matemáticos. Curvas obtenidas mediante software
Realizar pruebas del sistema implementado	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación del sistema eléctrico. • Toma de datos con equipos de medición eléctricos (pinza amperimétrica). 	Datos medidos.	Tablas y anexos

2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 ANTECEDENTES

El agua a lo largo de la historia ha sido importante para el desarrollo de las civilizaciones, por lo que el transporte del líquido vital tiene varios métodos para que llegue desde el reservorio hasta los lugares donde se la requiera. En la época antigua se utilizaba el famoso tornillo de Arquímedes que utilizaba la propia fuerza del agua para su respectivo bombeo. A medida que las sociedades se fueron modernizando aparecieron máquinas que brindan mayores facilidades para el transporte del agua, actualmente se utilizan motores eléctricos para cumplir esta función, esto hace posible que el líquido pueda recorrer grandes distancias y de esta manera llegando a comunidades que estén lejanas del reservorio de agua.

Con la aparición de los motores eléctricos la industrialización de las sociedades se dio a gran escala y actividades como el bombeo de agua se fue modernizando, pero todo va de la mano de la parte eléctrica que es la que permite que un sistema funcione de manera adecuada. Para este fin, existen varios elementos que permiten realizar un control adecuado para las bombas y su protección contra factores eléctricos y externos.

La Junta de Agua Potable y Saneamiento de Patután es la encargada de suministrar el agua a los moradores de la munidad, anteriormente contaban un sistema que por medio de un tablero de control comandaban las tres bombas centrífugas, pero con el pasar del tiempo se fueron deteriorando hasta que llegaron a fallar dos de las tres bombas.

Al realizar la inspección y análisis del tablero de control se evidenció la falta de algunos elementos que sirven de protección para los motores, lo cual es la principal falla de las bombas ya que al no estar protegidos de sobrecorrientes y factores externos mediante elementos eléctricos industriales provoca serios daños dentro de todo el sistema.

Los tableros de control es todo un conjunto de elementos eléctricos que contiene partes que según R.Tituaña “se utilizan para la protección, control, maniobra, medición, alarma, señalización, e interconexión, de máquinas electromecánicas, que cumplen una función específica dentro de un sistema determinado.” [1]

La utilización de protecciones en los tableros de control viene siendo una necesidad tanto técnica como económica. Ya que tener protegida una línea de alimentación es importante, pero

lo es aún más impedir que los elementos que estén conectados en esa línea resulten afectados por fallas en la instalación. Los elementos más básicos para este tipo de protecciones son los relevadores cuya función es quitar de operación cualquier elemento de potencia que esté presentado un cortocircuito o haya empezado a funcionar de manera anormal y que esto esté provocando interferencias en el sistema. [2].

2.2 MARCO REFERENCIAL

2.2.1 Sistema de bombeo

Un sistema de bombeo de agua es un conjunto de dispositivos y elementos diseñados para elevar y transportar agua desde una fuente de suministro hasta un lugar específico, como una red de distribución, un tanque de almacenamiento o un sistema de riego. Estos sistemas son fundamentales para garantizar el abastecimiento de agua potable, la irrigación de cultivos y diversas aplicaciones industriales.

El componente principal de un sistema de bombeo es la bomba de agua, que es responsable de generar la fuerza necesaria para impulsar el flujo del agua. Existen diferentes tipos de bombas, como las centrífugas, las de desplazamiento positivo y las sumergibles, cada una adecuada para diferentes condiciones y necesidades de aplicación.

Además de la bomba, el sistema de bombeo incluye otros componentes esenciales, como tuberías, válvulas, filtros y tanques de almacenamiento. Las tuberías transportan el agua desde la fuente hasta el punto de destino, y las válvulas regulan el flujo y la presión del agua. Los filtros ayudan a eliminar partículas y contaminantes del agua, mientras que los tanques de almacenamiento permiten mantener reservas estratégicas para el suministro continuo en caso de cortes de energía o problemas en la fuente.

Los sistemas de bombeo pueden funcionar con diferentes fuentes de energía, como la electricidad de la red, energía solar o motores a combustión. La elección de la fuente dependerá de la disponibilidad local y la eficiencia requerida. [1]

2.2.2 Sistemas de bombeo centrífugo

Máquina hidráulica utilizada para transportar fluidos mediante la conversión de la energía mecánica en energía cinética. Es uno de los tipos más comunes de bombas utilizadas en aplicaciones industriales, municipales y agrícolas para transferir líquidos de un lugar a otro.

El funcionamiento básico de una bomba centrífuga se basa en la fuerza centrífuga generada por un impulsor giratorio. El impulsor consta de aspas o paletas curvas que están montadas en un eje y encerradas dentro de una carcasa. Al accionar la bomba, el impulsor comienza a girar rápidamente, creando un vacío en el centro y forzando al líquido a entrar desde la entrada o succión.

A medida que el líquido ingresa al impulsor, la forma curva de las paletas fuerza al fluido hacia fuera y hacia las paredes de la carcasa, aumentando su velocidad y presión. Finalmente, el líquido es expulsado a alta presión a través de la salida o descarga de la bomba.

Las bombas centrífugas son apreciadas por su eficiencia, diseño simple, facilidad de mantenimiento y capacidad para manejar grandes volúmenes de fluido. Se utilizan en diversas aplicaciones, como sistemas de agua potable y alcantarillado, riego agrícola, sistemas de calefacción y enfriamiento, suministro de agua en edificios, industrias químicas, petroleras y muchas otras situaciones donde se necesita mover líquidos a largas distancias o a altas alturas.

Es importante tener en cuenta que, aunque las bombas centrífugas son muy versátiles y útiles, su diseño y selección deben considerarse cuidadosamente para adaptarse a las especificaciones y requerimientos particulares de cada aplicación. También es fundamental mantener un mantenimiento y monitoreo para asegurar su funcionamiento óptimo y prolongar su vida útil [3].

2.2.3 Bombas de centrífugas y su uso

Las bombas centrífugas tienen varias ventajas en comparación con otras bombas. Algunas de las ventajas más importantes son:

- **Eficiencia:** Las bombas centrífugas son altamente eficientes debido a su diseño simple y a la forma en que funcionan. El rotor con palas curvas impulsa el líquido hacia afuera con poco desperdicio de energía.
- **Fácil de mantener:** El diseño simple de las bombas centrífugas las hace fáciles de mantener y reparar. Las piezas de desgaste son fáciles de reemplazar y no requieren herramientas especiales.
- **Adaptabilidad:** Las bombas centrífugas son adaptables a una variedad de aplicaciones, ya que pueden mover líquidos a presiones y caudales moderados.

- **Fiabilidad:** Las bombas centrífugas son confiables y tienen una larga vida útil debido a su diseño simple y a la forma en que funcionan.
- **Fácil de controlar:** Las bombas centrífugas son fáciles de controlar y ajustar, lo que permite una mayor precisión en el flujo y la presión del líquido.

Las bombas centrífugas son una opción popular debido a su eficiencia, facilidad de mantenimiento, adaptabilidad, fiabilidad y fácil control. Son ampliamente utilizadas en una variedad de aplicaciones industriales y comerciales. [2]

- más alta a la bomba. Esto reduce el impacto en el sistema eléctrico y protege a la bomba durante el arranque. [3]

2.2.4 NPSH

Se denomina Carga neta de aspiración o NPSH (del inglés "net positive suction head") a la carga de aspiración total, determinada en la succión de la bomba, menos la presión de vapor del líquido a la temperatura que circula. [8]

2.2.5 Ecuación Hazen Willians

La ecuación de Hazen-Williams permite calcular la pérdida de carga por fricción en las tuberías, lo que afecta la presión del agua. Para seleccionar una bomba adecuada, se necesita conocer el caudal y la presión requeridos en el punto de uso. La presión requerida depende de la altura y la distancia entre la bomba y el punto de uso, así como de las pérdidas por fricción. [5]

2.2.6 Tipos de arranque para motores trifásicos

Hay varios tipos de arranques en bombas de agua, aquí están algunos de los más comunes:

- **Arranque Directo:** La bomba se enciende y comienza a funcionar al mismo tiempo que la corriente eléctrica es activada. Este tipo de arranque es para bombas pequeñas y sistemas con una demanda de agua constante.
- **Arranque Suave:** Este tipo de arranque utiliza un dispositivo de control de corriente que aumenta gradualmente la tensión de la bomba para reducir el impacto en el sistema eléctrico y prolongar la vida útil de la bomba.

Arranque con Estrella-Triángulo: Este tipo de arranque utiliza una conexión en estrella en el arranque y luego se cambia a una conexión en triángulo para proporcionar una corriente

2.2.7 Arranque directo

El método más sencillo de iniciar un motor trifásico asíncrono es el arranque directo. En este enfoque, los devanados del estator se conectan directamente a la red eléctrica mediante un proceso de conmutación sencillo.

Este enfoque conlleva la generación de altas corrientes de arranque, lo que a su vez puede causar caídas incómodas en la tensión de la red. Para motores cuyas corrientes de arranque superan ocasionalmente los 60 A o cuyas intensidades de arranque superan los 30 A, causando perturbaciones en la red pública (por ejemplo, debido a arranques pesados, alta frecuencia de conmutación o variación en el consumo, como en ascensores o sierras de corte), es necesario adoptar medidas alternativas para mitigar las fluctuaciones disruptivas en la tensión. [9]

El arranque directo resulta en una tensión térmica en los devanados del motor y, aunque solo momentáneamente, en fuerzas electrodinámicas. Con frecuencia, esta forma de arranque puede reducir la vida útil de los devanados en un motor estándar. [4]

2.2.8 Arrancador suave

En diversos escenarios, tanto el arranque directo como el arranque estrella-triángulo de un motor trifásico asíncrono pueden no representar la solución óptima. Esto se debe a que las elevadas corrientes pico resultante podrían tener un impacto en la integridad del suministro eléctrico, mientras que un aumento brusco en el par motor podría ejercer niveles de estrés elevados sobre los componentes mecánicos de la máquina o el sistema.

Un enfoque más preciso se encuentra en el uso de un arrancador suave, el cual facilita un incremento progresivo y lineal del par motor, al tiempo que permite una reducción selectiva de la corriente de arranque. Este dispositivo gradualmente aumenta la tensión suministrada al motor a partir de un valor inicial preestablecido y durante un período de tiempo definido, ajustados mediante selectores. Este proceso se extiende hasta alcanzar la tensión nominal del motor.

Adicionalmente, el arrancador suave es capaz de controlar la desaceleración gradual del motor al reducir la tensión de manera controlada durante una rampa de frenado. La tensión del motor en un arrancador se modifica por el control del ángulo de cada fase en media onda sinusoidal. Con este fin, dos tiristores en cada una de las fases están conectados en antiparalelo, uno de ellos para la media onda positiva y el otro para la media onda negativa. [5]

2.2.9 Arranque estrella-triángulo.

El arranque estrella-triángulo es una técnica de arranque utilizada en motores trifásicos para reducir la corriente de arranque y el impacto en la red eléctrica. Esta técnica se aplica en motores de inducción de rotor jaula de ardilla y es comúnmente utilizada en aplicaciones donde se requiere un arranque suave para minimizar el desgaste y el estrés mecánico en el motor y la carga.

El arranque estrella-triángulo se utiliza en aplicaciones donde la carga inicial del motor es baja o inerte, y no requiere un arranque con un par de arranque elevado. Es comúnmente empleado en bombas centrífugas, compresores y ventiladores, donde la resistencia del sistema en el arranque es relativamente baja. [3]

2.2.10 Perturbaciones eléctricas.

Las perturbaciones eléctricas son variaciones no deseadas en el voltaje o corriente eléctrica que pueden afectar el funcionamiento de los sistemas eléctricos y electrónicos. Algunos ejemplos de perturbaciones eléctricas incluyen:

- Sobrecarga eléctrica: un aumento temporal en la corriente eléctrica que puede causar daños en los componentes eléctricos o electrónicos.
- Picos de voltaje: un aumento temporal y brusco en el voltaje eléctrico que puede causar daños en los componentes eléctricos o electrónicos.
- Interrupciones de energía: una interrupción temporal en el suministro eléctrico que puede causar un corte en la alimentación eléctrica y afectar el funcionamiento de los sistemas eléctricos y electrónicos.
- Ruido eléctrico: una interferencia no deseada en la señal eléctrica que puede afectar la calidad de la señal y causar errores en los sistemas electrónicos.
- Inmunidad electromagnética (EMI): una interferencia electromagnética causada por dispositivos electrónicos cercanos que puede afectar el funcionamiento de los sistemas electrónicos.

Es importante que los sistemas eléctricos y electrónicos estén protegidos contra las perturbaciones eléctricas para garantizar su funcionamiento y prolongar su vida útil. La implementación de medidas de protección contra perturbaciones eléctricas, como filtros,

reguladores de voltaje, UPS, entre otros, puede ayudar a minimizar su impacto en los sistemas eléctricos y electrónicos. [4]

2.2.11 Protecciones eléctricas

Las protecciones eléctricas son dispositivos o sistemas que se utilizan para proteger un sistema eléctrico y sus componentes contra fallas o sobretensiones que pueden causar daños o peligros para las personas o el equipo. Estas protecciones incluyen dispositivos como interruptores de sobrecorriente, interruptores termomagnéticos, fusibles, disyuntores, entre otros.

- Los interruptores de sobrecorriente se utilizan para detectar y desconectar un circuito en caso de una sobrecarga o un cortocircuito termomagnéticos utilizan un mecanismo de termoeléctrico para detectar y desconectar un circuito en caso de una sobrecarga.
- Los fusibles son dispositivos de protección que se utilizan para interrumpir la corriente en un circuito en caso de una sobrecarga o un cortocircuito.
- Los disyuntores son interruptores eléctricos que se utilizan para interrumpir la corriente en un circuito en caso de una sobrecarga o un cortocircuito. [6]

2.2.12 Disyuntor

Dispositivo de protección utilizado en sistemas de automatización y control para interrumpir la corriente en caso de una sobrecarga o un cortocircuito. Se utiliza en tableros de control para proteger los circuitos eléctricos y los componentes electrónicos de los equipos de control automatizado. Los disyuntores para tableros de control pueden ser de diferentes tipos, como los termomagnéticos, los electromagnéticos o los de estado sólido, y pueden ser utilizados en una variedad de aplicaciones, como en centrales eléctricas, fábricas, instalaciones de procesos, entre otros. Los disyuntores son importantes para la seguridad y la estabilidad del sistema de control automatizado, y ayudan a proteger el equipo y a evitar interrupciones no deseadas en el sistema.

Es importante seguir las normas y regulaciones eléctricas locales y las instrucciones del fabricante al instalar y utilizar un breaker para tableros de control. [6].

2.2.13 Guardamotor

Dispositivo de protección que se utiliza para proteger un motor eléctrico en un sistema de bomba. El guardamotor es un conjunto de dispositivos eléctricos que se instalan en la línea de alimentación del motor y están diseñados para protegerlo contra sobretensiones, fallos en el

sistema, sobrecalentamiento y defectos en el rotor. El guardamotor puede incluir componentes como interruptores termomagnéticos, contactores, protectores de sobrecorriente y dispositivos de control de temperatura. Estos dispositivos son importantes para proteger el motor de daños, prolongar su vida útil y evitar interrupciones no deseadas en el sistema de bomba. Es importante seguir las normas y regulaciones eléctricas locales y las instrucciones del fabricante al instalar y utilizar un guardamotor para bomba. [7].

2.2.14 Relé encapsulado

Un relé encapsulado es un relé que se encuentra protegido dentro de una caja o encapsulado para protegerlo de factores ambientales y mecánicos. Estos encapsulados pueden ser fabricados de diferentes materiales, como plástico o metal, y pueden ser sellados para proteger contra el polvo y la humedad. Los relés encapsulados también pueden incluir características adicionales, como indicadores LED, terminales de cableado conectores y bornes. Estos relés encapsulados son comunes en aplicaciones industriales y comerciales donde se requiere una mayor durabilidad y resistencia a condiciones ambientales extremas. [4]

2.2.15 Factor de servicio

El factor de servicio de motor (SF) es el porcentaje de sobrecarga que un motor puede manejar durante periodo corto de funcionamiento de voltajes. Se cuantifica las condiciones externas del reductor con la máquina que debe ser accionada, el estudio del factor de servicio nos permite dar a conocer el grado de seguridad con el que opera el motorreductor de velocidad y también depende de las horas de trabajo y operación diaria, también sirve para determinar la vida útil del motor sabiendo su funcionamiento. [11]

2.2.16 Tensión de la red trifásica

La tensión en la red trifásica puede variar dependiendo del país y la región en la que se encuentre. En la mayoría de los casos, las tensiones de la red trifásica se encuentran en el rango de 208V a 690V, aunque también pueden ser mayores en algunas aplicaciones.

La tensión en la red trifásica en Ecuador es de 230/400 voltios. Esto significa que la tensión nominal entre una fase y el neutro es de 230 voltios, mientras que la tensión nominal entre dos fases es de 400 voltios. [4]

Es importante tener en cuenta que, además de la tensión, la frecuencia de la red trifásica también puede variar dependiendo de la región en la que se encuentre. La frecuencia utilizada en América es de 60 Hz, aunque algunos países tienen frecuencias diferentes. Es importante conocer la tensión y frecuencia de la red trifásica en la que se trabaja para asegurar la compatibilidad con los equipos y dispositivos eléctricos.

2.2.17 Lógica cableada

Es una de las técnicas más utilizadas en la construcción de tableros de control industriales. En un tablero de control, la lógica cableada implica la conexión física de componentes eléctricos, como relés, interruptores, lámparas indicadoras, etc., mediante cables y terminales de conexión.

El objetivo principal de la lógica cableada en los tableros de control es asegurar que los componentes estén conectados de manera correcta y que el sistema funcione de acuerdo con los requisitos y especificaciones del usuario. [1]

2.2.18 ETAP

El “programa analizador de transitorios eléctricos” (ETAP), una herramienta interactiva para el análisis y diseño de sistemas eléctricos. Este programa utiliza modelos técnicos, emplea una interfaz amigable para el usuario, utiliza una base de datos común y atrapa errores del usuario. Se describen los estudios de flujo de carga, cortocircuitos, inestabilidades transitorias, aceleración de motores, reducción de capacidad de cables y tendido de cables en sistemas eléctricos utilizando ETAP. También se aborda la estimación de parámetros de máquinas de inducción y el diseño de redes de tierra utilizando ETAP. [3]

3 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1 METODOLOGÍA

3.1.1 Metodología de la investigación

Se utilizó el método descriptivo las veces que se ha observado el tablero de control eléctrico y su comportamiento con los componentes mecánicos, hidráulicos y eléctricos de la bomba ubicada en el cuarto de máquinas, todo esto para diseñar un nuevo tablero con los componentes pertinentes para la bomba que se va a ocupar para el abastecimiento de agua.

3.1.2 Tipo de investigación

El presente estudio tiene un enfoque de investigación tecnológica o aplicada ya que resuelve los problemas existentes en el funcionamiento de la bomba al momento de su operación e interacción con los componentes eléctricos que han causado fallos y por ende la avería de los elementos que permiten abastecer de agua a la comunidad de Patután.

3.1.3 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación se estructuró de acuerdo a la hipótesis de la propuesta, las dimensiones de estudio e indicadores con los cuales se trabajarán se muestran en la tabla 3.1, ahí se puede apreciar que existen dos variables, una independiente que es el diseño del tablero eléctrico y selección de bomba centrífuga y una dependiente que hace referencia al abastecimiento de agua para la comunidad de Patután.

3.1.4 Selección de variables

Tabla 3.1. Variables independiente y dependiente

Variable	Dimensiones	Indicadores
Independiente: Tensión de consumo eléctrico de la bomba al momento del arranque	Características de la fuente de captación	Aforo del tanque
		Caudal
	Parámetros hidráulicos para la selección de la bomba centrífuga	Parámetros hidráulicos
		Parámetros mecánicos
		Parámetros eléctricos
	Componentes eléctricos para el control y arranque de la bomba centrífuga.	Protecciones eléctricas
Arranque de la bomba		
Dependiente: Corriente de consumo de la bomba al momento del arranque	Corriente Eléctrica	Amperios

3.1.5 Técnica de recolección de datos

Con el fin de obtener información que ayude en el desarrollo de la propuesta se utilizó un análisis de las características que requiere el sistema mediante la revisión de los componentes

con los cuales ya contaba el sistema de bombeo como la tubería, así como también datos proporcionados por los operadores del cuarto de máquinas.

3.1.6 Procedimiento para la recolección de datos

Los datos proporcionados por la junta de agua se anotaron en cuadernos de trabajo, en donde se realizaron los dimensionamientos eléctricos e hidráulicos tanto para el tablero de control como para la selección de la bomba centrífuga.

3.1.7 Situación inicial

Durante una inspección del tablero de control eléctrico, se encontró que no estaban instaladas las protecciones necesarias para garantizar la seguridad del equipo y de las personas que lo usan. Esta falta de protección pone en riesgo el funcionamiento del sistema y puede causar daños en los equipos o, en situaciones graves, poner en peligro la vida de las personas. Al llegar a revisar más detenidamente los equipos instalados se encontró los terminales quemados y en mal.

3.1.8 Condiciones generales

La bomba debe empezar su arranque mediante el tablero de control, una vez pulsado el botón start el funcionamiento de la bomba debe ser lento hasta llegar a su máximo rendimiento esto debido al control del arrancador suave, cuando se aplaste el botón de stop la bomba ira reduciendo su arranque lentamente esto en un tiempo controlado.

3.1.9 Condiciones específicas

El tablero de control debe contar con un selector el cual permite elegir entre el modo manual y automático. El modo manual permite arrancar y detener la bomba por los botones start y stop también existe un seguro adicional en este modo el cual manda a detener la bomba una vez no exista agua en el reservorio esto por un controlador de nivel, esto ofrece una mayor seguridad para que la bomba no trabaje en vacío y pueda ocurrir daños.

3.2 SELECCIÓN DE BOMBA CENTRÍFUGA.

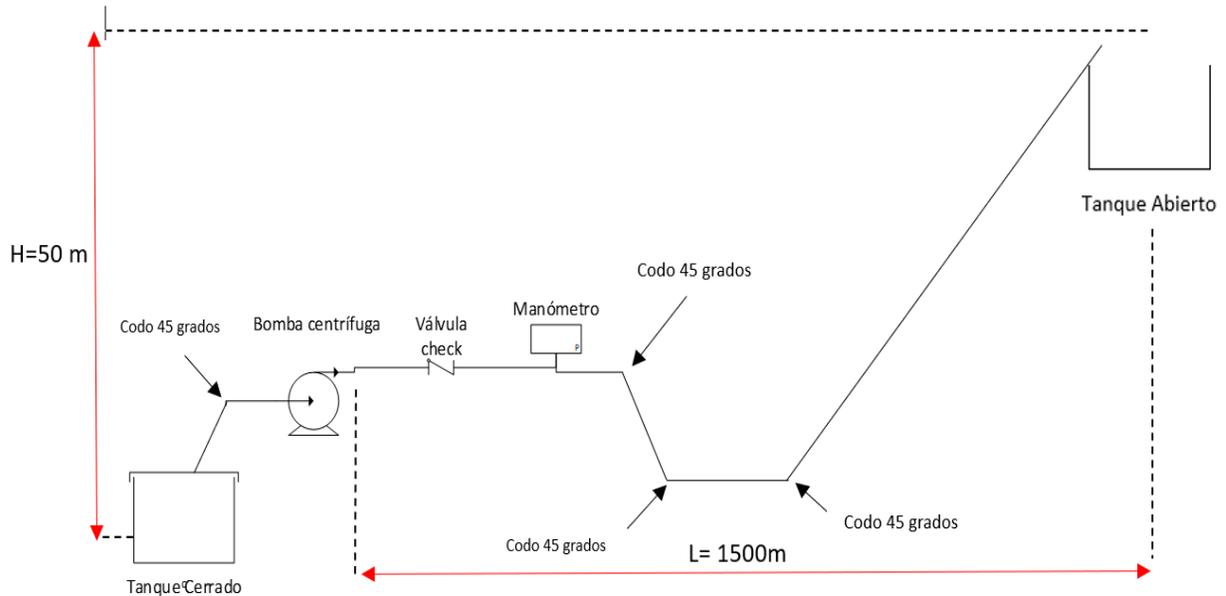


Figura 3.1. Diagrama del sistema hidráulico

3.2.1 NPSH

Para el dimensionamiento de la bomba que requiere el sistema es necesario tener en consideración la relación que existe entre el NPSH disponible y el requerido, esto viene dado por la siguiente expresión:

$$NPSH_{disponible} > 1,1 * NPSH_{requerido} \quad (3.1)$$

De la fórmula (3.1) viene dada por el libro Mecánica de Fluidos en la página 413 del autor Robert L. Matt. Aquí se calculará el $NPSH_{disponible}$ ya que las tuberías en la parte de succión hidráulico se encuentran instaladas. Para el análisis de la hoja de datos de las bombas centrífugas que existen en el mercado, será indispensable ocupar la siguiente ecuación (3.2).

$$NPSH_{disponible} = H_s + H_a - H_{vp} - H_f \quad (3.2)$$

Donde:

H_s = Presión estática del fluido (m)

H_a = Nivel mínimo de agua (m)

H_{vp} = Presión de vapor (Pa)

H_f = Pérdidas debido a la sección de aspiración

3.2.2 Pérdidas de succión

Para el cálculo se ocupa la siguiente expresión:

$$H_f = P_{long} + P_{acce} \quad (3.3)$$

Donde:

H_f = Pérdidas en la succión (m)

P_{long} = Pérdidas debido a la longitud de la tubería (m)

P_{acce} = Pérdidas debido a los accesorios (codos de 90) (m)

Para los obtener las pérdidas en la tubería se hará uso de las tablas del fabricante, la tabla se encontrará en el Anexo E-1. Aquí se detallará los valores que se van a ocupar.

En la parte de succión, se encuentra instalada una tubería de longitud 7 metros y su material de fabricación es PVC.

3.2.3 Factores para cañerías de diferentes materiales

INNOVA S.A. también proporciona los coeficientes de rugosidad para cada material con los que están hechos sus productos en este caso las tuberías, quedando los siguientes valores:

Acero laminado nuevo: 0,8 mm

Acero arrugado: 1,25 mm

Fibrocemento: 1,25 mm

Aluminio: 0,7 mm

PVC: 0,65 mm

Para los cálculos se utilizará un coeficiente de rugosidad perteneciente al material PVC el cuál es de 0,65 mm.

3.2.4 Pérdidas por accesorios

En toda instalación hidráulica hay pérdidas que se producen por los accesorios ocupados ya sean codos válvulas check, entre otros. La instalación tiene un codo de 45 grados que al igual que la tubería su material de fabricación es PVC. Al igual que en la longitud de las tuberías, la pérdida en los accesorios viene dada por el fabricante mediante una tabla, la misma se encontrará en el Anexo E-1. El valor seleccionado es de 2,14.

3.2.5 Disminución de la presión atmosférica

La presión atmosférica varía de acuerdo al lugar en que el que se vaya a realizar la instalación, esto afecta también a la capacidad de la bomba ya que la presión de la atmósfera sobre el agua no será igual en una ciudad a nivel del mar, que en una que esté por encima del nivel del mar. Estos valores también vienen dados por una tabla, se podrá apreciar en el Anexo E-1.

Para esta propuesta el lugar de la instalación es en la Latacunga una ciudad que está a 2860m sobre el nivel del mar, por lo cual el valor de la presión atmosférica será de 7,05m. Anexo E-2.

Del libro mecánica de fluidos de Robert L. Mott se utiliza el valor de la presión de vapor será de 0.1253 m debido a que la temperatura del agua que se va a bombear es de 10 grados Celsius.

Con los datos recolectados hasta el apartado anterior se tendrá que realizar los cálculos pertinentes, los mismos se dan a conocer mediante las tablas (3.2) y (3.3).

Tabla 3.2. Pérdida en los accesorios

Accesorio	Diámetro en pulgadas	Pérdida en la succión (m)	Material del accesorio
Tubería	4	0,0182	PVC
Codo de 45 grados	5	0,107	PVC

Los señores de la junta administradora de agua potable y saneamiento Patután otorgaron el valor del caudal 14,43 m³/s o convertido 0,00402 m³/s puesto que con ese caudal trabaja la bomba, por ende, se trabajará con el valor otorgado.

Tabla 3.3. Datos del sistema hidráulico

DATOS		Unidad
Densidad del agua	999.68	kg/m ³
Temperatura H ₂ O	10	° C
Caudal	14.43	m ³ /h
Diámetro de succión	0.110	m
Longitud de la descarga	1500	m
Diámetro de descarga	0.063	m
Longitud de succión	7	m
H succión	3	m
Altura atmosférica	7,2830482	m

Para el cálculo de pérdidas en la succión se hará uso de la ecuación (3.3):

$$H_f = P_{long} + P_{acce} \quad (3.3)$$

Donde:

H_f = Pérdidas en la succión (m)

P_{long} = Pérdidas debido a la longitud de la tubería (m)

P_{acce} = Pérdidas debido a los accesorios codos de 45 grados (m)

Pero como en la tabla del Anexo B específica que ese valor es por cada 100 metros de tubería, se tendrá que realizar una regla de tres para llegar a la cifra real. A continuación, se realiza dicho cálculo.

$$P_{long} = \frac{7 \text{ m} * 0,3 \text{ m}}{100 \text{ m}} \quad (3.4)$$

$$P_{long} = 0,021 \text{ m}$$

Una vez realizado el cálculo anterior se debe multiplicar por el factor del material de cañería especificado en el apartado 3.4.6. En este caso se debe multiplicar por un factor de 0,65 ya que el material de la tubería es P.V.C.

$$P_{long} = 0,021 m * 0,65 \quad (3.5)$$

$$P_{long} = 0,0136m$$

Ahora se tendrá que calcular las pérdidas por los accesorios utilizados para ello se ocupa los datos de la tabla (3.5).

Este valor también hay que aplicarle la regla de tres porque la tabla indica que es por cada 100 metros de tubería. El cálculo queda de la siguiente manera.

$$P_{acce} = \frac{5 m * 2,14 m}{100 m} \quad (3.6)$$

$$P_{aces} = 0,107 m$$

Los datos obtenidos se los reemplaza en la ecuación 3.3.

$$H_f = 0,0136 m + 0,107 m$$

$$H_f = 0,1206 m$$

Ahora para el cálculo del NPSH total del sistema se necesitan los datos recolectados hasta ahora mediante las tablas y cálculos hechos anteriormente estos se detallan en la tabla (3.4).

Tabla 3.4. Datos para el NPSH disponible

Datos obtenidos	
Presión estática del fluido (m)(Hs)	7,28
Presión de vapor del agua (m)(Hvp)	0,1253
Pérdidas en la tubería de succión(m)(Hf)	0,1206
Altura de aspiración (m)(Ha)	3

Para el cálculo del NPSH disponible se hará uso de la ecuación (3.2).

$$NPSH_{Dis} = 7,28 m + 3 m - 0,1253 m - 0,1206 m$$

$$NPSH_{Dis} = 4,0341 m$$

Con el dato anterior se procede a hacer una comparación entre el NPSH disponible vs NPSH requerido con fórmula (3.1).

$$NPSH_{Dis} > 1,1 * NPSH_{requerido}$$

Despejando se obtiene la expresión (3.7).

$$\frac{NPSH_{Dis}}{1,1} > NPSH_{requerido} \quad (3.7)$$

Reemplazando los datos en (3.7).

$$\frac{4,0341}{1,1} > NPSH_{requerido}$$

$$NPSH_{requerido} < 3,66m$$

Con el resultado final se debe buscar en el mercado una bomba que sea menor que el NPSH disponible y que funcione al caudal del sistema que es de 0,00402 14,43 m³/h.

3.3 POTENCIA ELÉCTRICA TEÓRICA DE LA BOMBA

Una vez calculado el NPSH disponible de la bomba, también es necesario tener como dato la potencia del motor que se va a ocupar, para ellos se ocupará el método de Hazen Williams ya que es el recomendado para tuberías que tengan un diámetro mayor de 100 milímetros.

En el apartado anterior de cálculo del NPSH se realizó el cálculo de las pérdidas en la tubería de succión, pero hace falta el mismo dato esta vez en la parte de impulsión. La ecuación (3.8) servirá para calcular las pérdidas a causa de la fricción.

$$HF = \left(\frac{3,5908 * Q * L^{0,54}}{C * D^{2,63}} \right)^{1,85} \quad (3.8)$$

Donde:

HF = Pérdidas de fricción (m)

Q = Caudal del sistema (m³/s)

L = Longitud de la tubería (m)

C = Coeficiente de Hazen Williams (adimensional)

D = Diámetro de la tubería (m)

Los señores de la junta administradora de agua potable y saneamiento Patután otorgaron el valor del caudal 0,00402 m³/s puesto que con ese caudal trabaja la bomba, por ende, se trabajará con el valor otorgado.

La tabla (3.5) detalla los valores a reemplaza en la ecuación anterior:

Tabla 3.5. Datos para las pérdidas por fricción

Valores del sistema	
Caudal (m ³ /s)	0,00402
Longitud de la tubería (m)	1500
Coefficiente de Hazen Williams (adimensional)	150
Diámetro de la tubería (m)	0,110

Reemplazando en la ecuación (3.8):

$$HF = \left(\frac{3,5908 * (0,00402 \text{ m}^3/\text{s}) * (1500 \text{ m})^{0,54}}{150 * (0,110\text{m})^{2,63}} \right)^{1,85}$$

$$HF = 1,6216 \text{ m}$$

Para las pérdidas locales se hace uso de la ecuación (3.9)

$$HL = \frac{8 * K * Q^2}{g * \pi^2 * D^4} \quad (3.9)$$

Donde:

HL = Pérdidas locales

Q = Caudal del sistema (m³/s)

g = gravedad (m/s²)

K = Pérdidas totales por accesorios m/s²

D = Diámetro de la tubería (m)

La tabla (3.6) detalla los valores a reemplazar en la ecuación anterior:

Tabla 3.6. Datos para las pérdidas locales

Valores del sistema	
Caudal (m ³ /s)	0,00402
gravedad (m/s ²)	9,81
Pérdidas por accesorios (m)	1,80
Diámetro de la tubería (m)	0,110

Reemplazando en la ecuación (3.9):

$$HL = \frac{8 * (1,80) * (0,00402)^2}{(9,81 \text{ m/s}^2) * \pi^2 * (0,110 \text{ m})^4}$$

$$HL = 0,016 \text{ m}$$

Ahora se realiza una suma los valores antes calculados para reemplazarlos en la ecuación (3.11) que corresponde a la energía añadida del sistema.

$$EPS_B = HL + HF \quad (3.10)$$

$$EPS_B = 1,637 \text{ m}$$

La ecuación (3.11) se detalla a continuación

$$EA = ADT = (ZE - ZA) + (ZB - ZS) + (EPAE + EPSB) \quad (3.11)$$

Donde:

EA = ADT = Energía añadida del sistema (m)

ZE = Altura desde el piso del depósito con respecto a la bomba (m)

ZA = Altura desde el piso de la bomba con respecto al depósito de agua (m)

ZB = Altura desde el piso del tanque de recepción del agua (m)

ZS = Altura desde el piso de la bomba (m)

EPAE = Pérdidas en la succión (m)

EPSB = Pérdida en la impulsión (m)

La tabla (3.7) indica los valores a reemplazar para encontrar la energía añadida del sistema:

Tabla 3.7. Datos de pérdida en el sistema

Valores del sistema	
Altura desde el piso del del depósito con respecto a la bomba (m)	5
Altura desde el piso de la bomba con respecto al depósito de agua (m)	0
Altura desde el piso del tanque de recepción del agua (m)	50
Altura desde el piso de la bomba (m)	0
Pérdidas en la succión (m)	0,1206
Pérdida en la impulsión (m)	1,637

Haciendo uso de la ecuación (3.11) se obtiene que la energía añadida del sistema es de 450,748 m.

Ahora para calcular la potencia teórica de la bomba centrífuga se hará uso de la ecuación (3.12) que como parámetros tiene:

$$Potencia_{Teórica} = \gamma * Q * EA \quad (3.12)$$

γ = Peso específico del fluido (N/m³)

Q = Caudal del sistema (m³/s)

EA = Energía añadida del sistema (m)

Tabla 3.8. Datos para calcular la potencia teórica

Valores del sistema	
Peso específico del fluido (N/m ³)	9810
Caudal (m ³ /s)	0,0042
Energía añadida del sistema (m)	450,784

La potencia requerida por el sistema con base a los datos obtenidos es:

$$Potencia_{Teórica} = 9810 * 0,0042 * 450,84$$

$$Potencia_{Teórica} = 17746,29 W$$

3.4 ANÁLISIS Y RESULTADOS.

3.4.1 Dimensionamiento eléctrico del sistema

Para el dimensionamiento del sistema eléctrico es necesario conocer de ante mano los datos del fabricante de la bomba centrífuga los cuales son dados por la placa del fabricante como se observa en la tabla 3.9.

Tabla 3.9. Datos de la placa del motor.

Datos del Motor	
Corriente Nominal (A)	64.08
Voltaje (V)	220
Potencia (W)	18500
Factor de Servicio	1.15
Rendimiento (%)	0.908
Factor de Potencia (F.P)	0.80
Velocidad (RPM)	3600
Altura (m.s.n.m)	1000
Frecuencia (Hz)	60
Ambiente (°C)	40

3.4.2 Dimensionamiento del conductor

Para seleccionar el calibre del conductor a usar en la parte eléctrica se utilizará el dato de la corriente de placa del motor que viene dado en la tabla (3.9), este conductor debe tener las características para soportar la intensidad y tensión que se usará para el funcionamiento del sistema. Se aplica la siguiente ecuación (3.13):

$$I_{Conductor} = I_{NBomba} * F_{servicio} \quad (3.13)$$

$I_{Conductor}$ = Corriente de conductor (A)

I_{NBomba} = Corriente nominal de la bomba (A)

$F_{servicio}$ = Factor de servicio (Adimensional)

$$I_{Conductor} = 64,08 * 1,15$$

$$I_{Conductor} = 64,08 * 1,15$$

$$I_{Conductor} = 73,69 A$$

Con el resultado obtenido se procede a seleccionar un calibre que pueda conducir 73,69 Amperios.

3.4.3 Selección del calibre del conductor

Tabla 3.10. Calibres del conductor eléctrico.

Calibre AWG	Diámetro mm	Sección (mm) ²	Intensidad en Amperios			
			Aire libre		3 conductores en tubo	
			TW	Desnudo	TW	Asbesto
000	10.38	85.00	260	320	165	285
00	9.36	67.42	225	275	145	250
0	8.25	53.48	195	235	125	225
2	6.54	33.62	140	175	95	165
4	5.28	21.15	105	130	80	120
6	4.11	13.29	80	100	55	95
8	3.26	8.32	55	70	40	70
10	2.59	5.29	40	55	30	55
12	2.05	3.29	25	40	20	40
14	1.62	2.08	20	30	15	30
16	1.29	1.29	12	16	8	16

De igual manera se debe seleccionar al valor más cercano teniendo en cuenta los datos del fabricante, en la tabla 3.10 se observan los calibres del conductor y su corriente soportada. Como lo indica el apartado anterior optó por un cable cuya característica es la de soportar 80 amperios de intensidad.

3.4.4 Ecuación para el tiempo de arranque en el arrancador suave

Para la obtención del tiempo a ser ajustado en el arranque de un motor se usa la ecuación (3.14):

$$Ajuste\ de\ la\ corriente\ del\ motor = \frac{I_{motor}}{I_{arrancador\ SIRIUS-05\ plus}} \quad (3.14)$$

3.4.5 Dimensionamiento del interruptor termomagnético

El dimensionamiento del interruptor termomagnético es uno de los más importantes debido a la protección que este brinda al sistema, se ocupan los valores de la tabla 3.11 para escoger el equipo que cumpla con los requerimientos.

Tabla 3.11. Valor sugerido a usar en el interruptor termomagnético.

Interruptor Termomagnético	
Corriente Nominal (A)	64.08
Porcentaje (%)	1.15
Resultado(A)	73.69

El valor de 73,69 A no existe en el mercado, por lo cual se debe seleccionar un valor comercial de acuerdo al catálogo del fabricante, en este caso será de la marca Siemens con potenciómetro regulable de para la intensidad que va de 70A – 80A.

3.4.6 Selección del guardamotor

El guardamotor fabricado por Siemens es parte de la serie SIRIUS 3RV de arranques de motor y está diseñado para proteger los motores de corriente alterna de daños debidos a sobrecargas, cortocircuitos o fallas a tierra.

Con ayuda de la tabla 3.9 y la corriente nominal además del factor de servicio del motor, se optó por el modelo 3RV2031-4WA10 es una unidad compacta con funciones integradas de protección y es adecuado para usarse en aplicaciones industriales y comerciales. Puede ser fácilmente integrado en los sistemas de control y viene con una serie de características.

3.4.7 Determinación del arrancador suave a utilizar

Para el dimensionamiento del arrancador suave es necesario conocer la corriente de operación del motor, adicional del factor de servicio tal como se observa en la ecuación (3.15).

$$I_{Sirius} > I_{Motor} \cdot F_S \quad (3.15)$$

Donde:

I_{SSW-05} = Intensidad del arrancador suave. (A)

I_{Motor} = Intensidad del motor (A)

F_S = Factor de servicio (adimensional)

En la tabla 3.13 se puede visualizar los modelos de arrancadores suaves y su capacidad en intensidad de corriente.

Para la selección del arrancador suave se usa la ecuación (3.14), mediante la cual se conoce la corriente que debe ser usada en el arrancador suave.

Tabla 3.12. Corriente para la selección del arrancador suave.

Arrancador Sirius 3RW40	
Corriente Nominal Carga (A)	64.08
Corriente del Arrancador (A)	80
Potencia entregada a la salida (W)	18500

Este arrancador suave está para motores de hasta 80 amperios y con tensiones de alimentación comprendidas entre 200 y 460 voltios. También cuenta con funciones integradas de protección para garantizar una protección del motor.

Esta solución es especialmente útil en aplicaciones donde se requiere un arranque suave y protección adicional para el motor, como en maquinarias industriales, sistemas de climatización y otros tipos de aplicaciones similares.

Tabla 3.13. Tipos de arrancadores siemens serie 3RW40

Temperatura Ambiente de 40 C				
Intensidad asignada de empleo I_e (A)	Potencias asignadas de motores trifásicos con tensión asignada U_e			Modelo Referencial
	230 V	400 V	500 V	
	Kw	kW	kW	
45	11	22	-	3RW40 36-1BB14
63	18.5	30	-	3RW40 37-1BB14
80	22	37	-	3RW40 38-1BB14

Fuente: Manual soft starter sirius siemens

3.4.8 Bomba centrífuga de acuerdo al sistema

Como estableció en los cálculos efectuados para el dimensionamiento de la bomba se requiere que la bomba cumpla con los siguientes parámetros:

Tabla 3.14. Datos para selección de bomba

Datos del sistema hidráulico	
NPSH disponible	3.66
Altura de bombeo (m)	50
Caudal requerido(m ³ /h)	14.43

De acuerdo a la tabla 3.14 se realizó una búsqueda para seleccionar una bomba que cumpla con los requerimientos, en este caso el fabricante es la empresa EBARA con su modelo EVMS10 7N6Q1BEGE/5.5. Ya que sus curvas características son las siguientes:

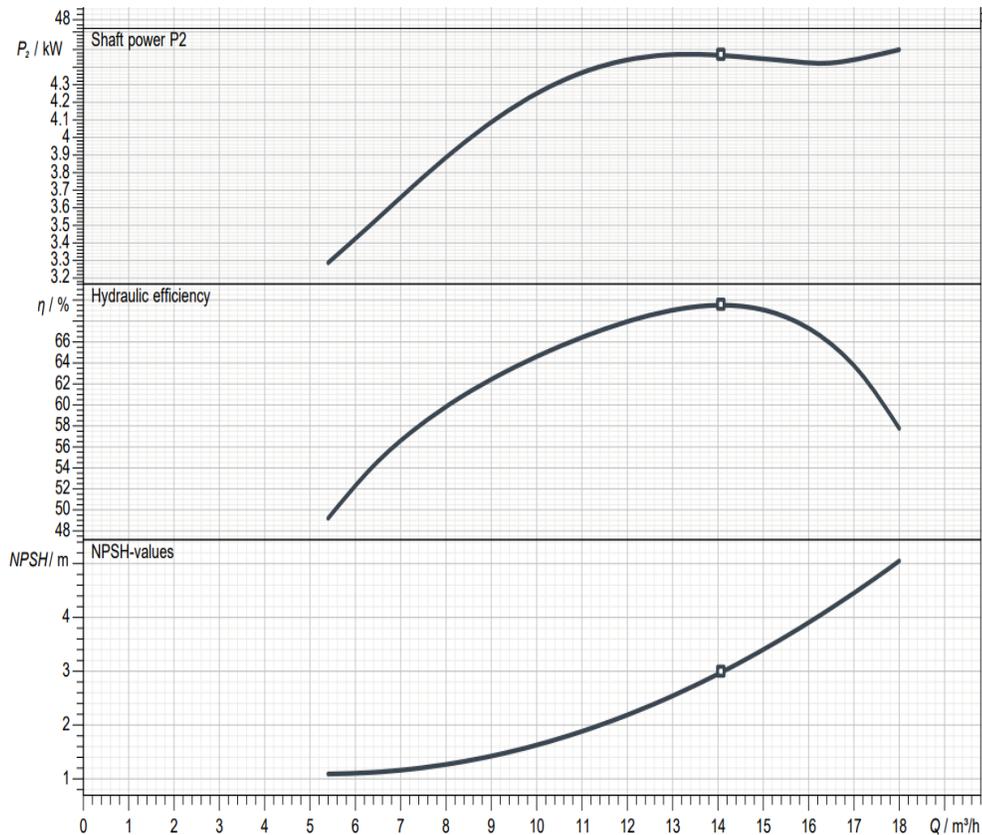


Figura 3.1. Curva NPSH y caudal

Fuente: EBARA pumps



Figura 3.2. Curva altura - caudal.

Fuente: EBARA pumps

3.4.9 Simulación de arranque de bomba en Etap

En el ámbito de la ingeniería existen software de simulación que ayudan en el análisis de los componentes que se han seleccionado, en este caso se realizará un estudio para establecer mediante un gráfico que las protecciones que se han calculado matemáticamente son las que requiere la carga para su protección, en este caso la bomba centrífuga de 25 hp.

Como paso inicial se debe realizar un diagrama unifilar donde se ubiquen los componentes que se utilizarán para la propuesta. Tal y como muestra la figura 3.3.

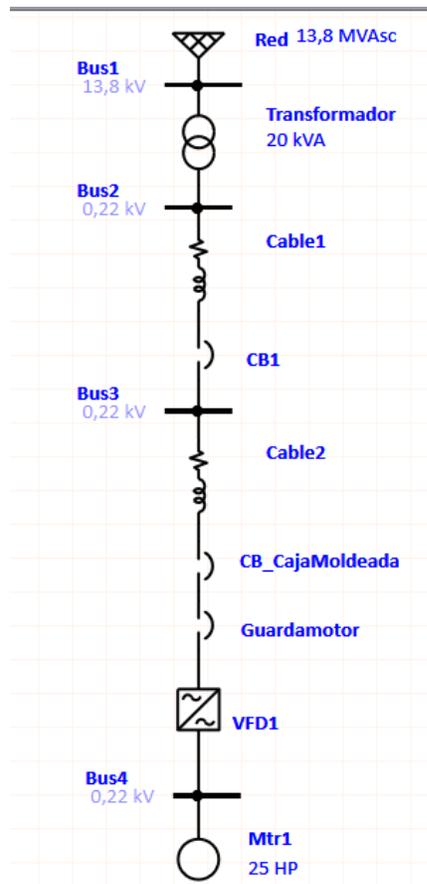


Figura 3.3. Diagrama de conexión

Como primer paso se debe conocer los datos de red que se va a ocupar y de esta manera configura el Bus principal del sistema.

Line-to-Neutral			Line-to-Line				
	% V	kV	Angle	% V	kV	Angle	
A	100	7,967	0	AB	100	13,8	30
B	100	7,967	-120	BC	100	13,8	-90
C	100	7,967	120	CA	100	13,8	150

Figura 3.4. Valores del bus principal

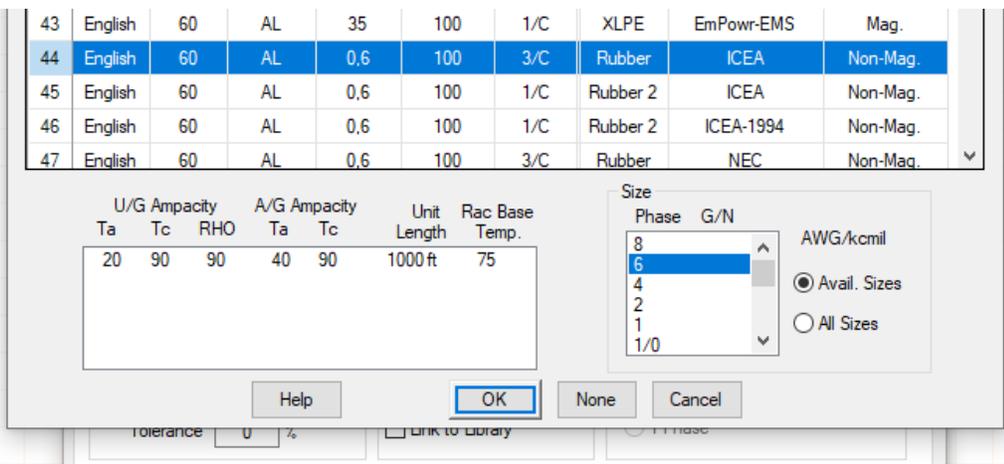


Figura 3.5. Selección de cable de acometida

El cable seleccionado en la figura 3.5 es el que corresponde a la acometida que conecta el transformador con el medidor, como se puede apreciar el cable es de aluminio y su calibre es el 6 AWG.

Para el resto de cables se utilizará un calibre 4 AWG y su material es de cobre, ya que este es el que será instalado en el sistema de conexión, esto se puede ver en la figura 3.6.

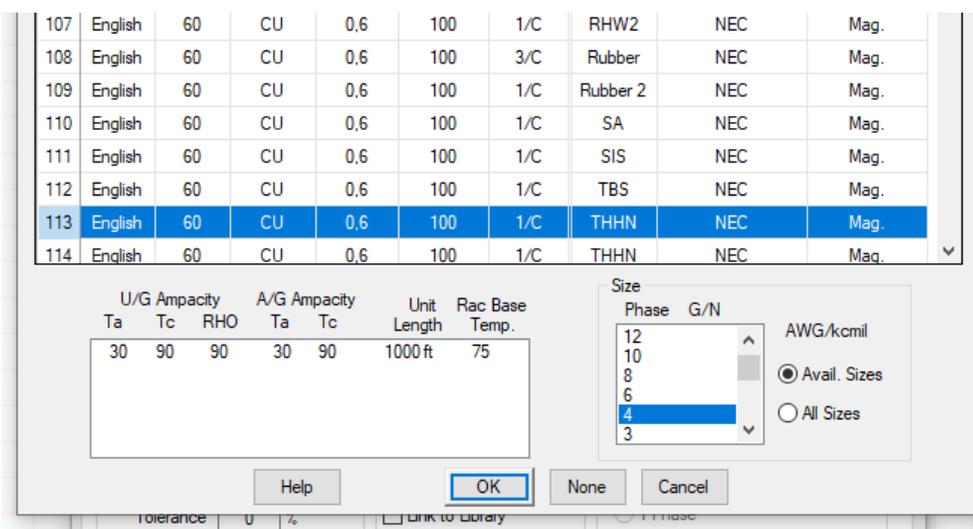


Figura 3.6. Selección de cable para el motor

Para fines de simulación se escoge una librería que esta incluida en el software, esto con el objetivo de realizar una estimación del comportamiento del motor.

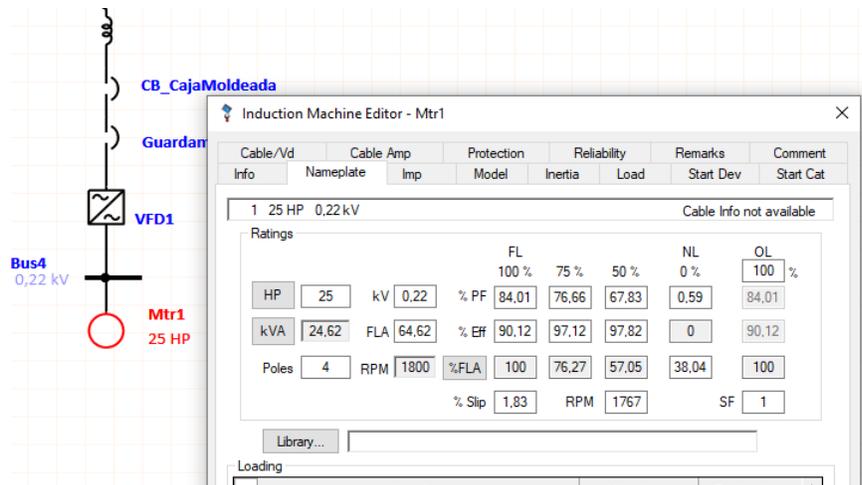


Figura 3.7. Datos ingresados del motor

En la figura 3.7 se aprecia que al momento de ingresar una potencia de 25 hp el programa realiza los cálculos pertinentes, ahora en la pestaña de 'Load' se seleccionará el tipo de carga que tiene el motor que en este caso es una bomba.

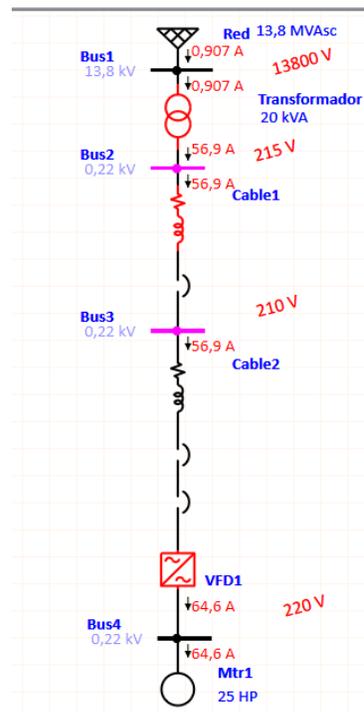


Figura 3.8. Flujo de carga en el sistema

Para el flujo de carga solo se consideraron las barras o buses 2 y 3 ya que son los que en este caso actuarán las protecciones calculadas en esta propuesta.

Con los datos que mostró la simulación en la figura 3.8 se escogerá las protecciones de las librerías disponibles en Etap, el mismo tiene información de varios fabricantes, en este caso se eligió al fabricante ‘Siemens’ ya que es la marca de los elementos que se compraron como lo son el guardamotor (62 a 73 Amp) y el breaker de caja moldeada (56 a 80 Amp).

Para el circuit breaker de caja moldeada se utilizará la librería que se indica en la figura 3.6, donde se puede observar que el modelo y su corriente nominal son lo más próximo al elemento físico que se dispone. En el caso del guardamotor también se puede escoger una librería que sea los más cercana a los valores en los cuales estará operando el componente del sistema y con lo cual protegerá a la bomba de sobrecargas, esto lo muestra la figura 3.8.

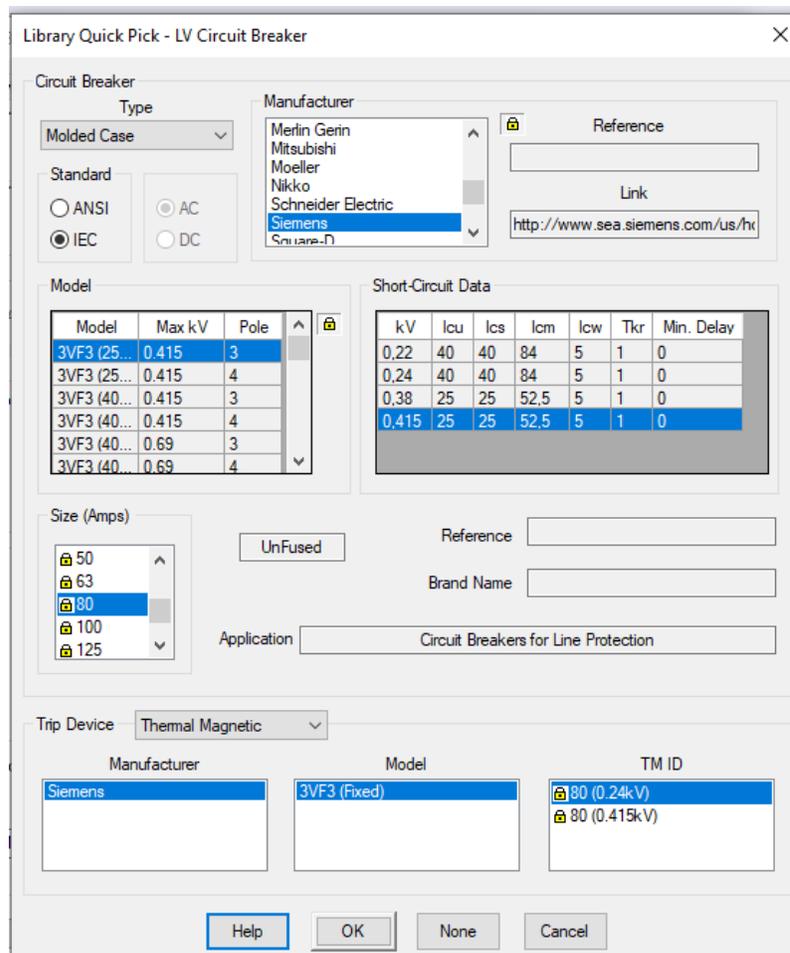


Figura 3.9. Librería del breaker caja moldeada

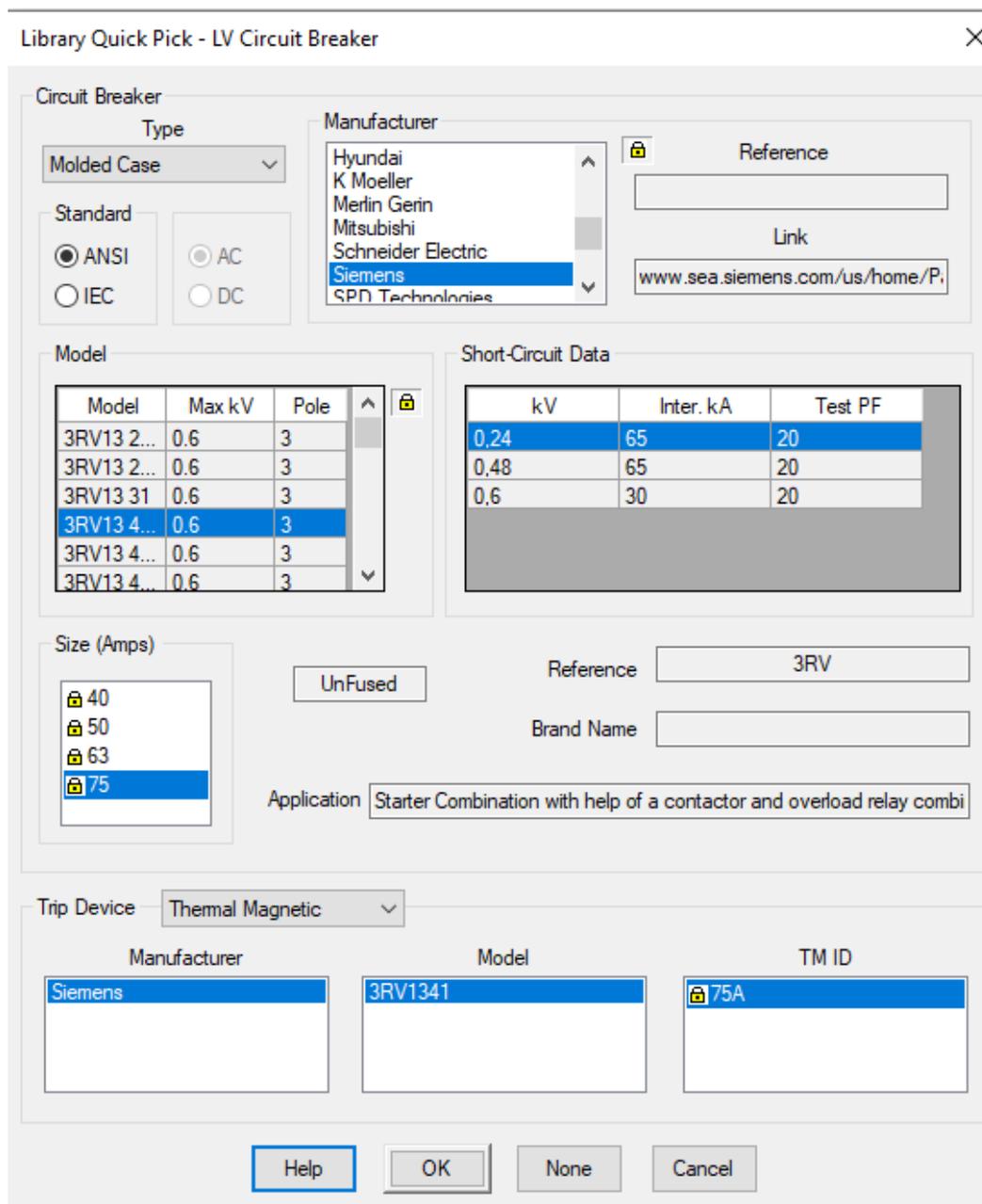


Figura 3.10. Librería del guardamotor

Una vez realizadas todas las configuraciones dentro del software para los componentes que van a interactuar dentro del sistema, se procederá a realizar los siguientes análisis:

- Arranque del motor.
- Obtención de las gráficas de las protecciones.

Etap permite simular el arranque del motor, además de controlar el tiempo con un slider esto con la finalidad de observar cómo interactúa la corriente al arranque cuando se encuentra en operación a plena carga.

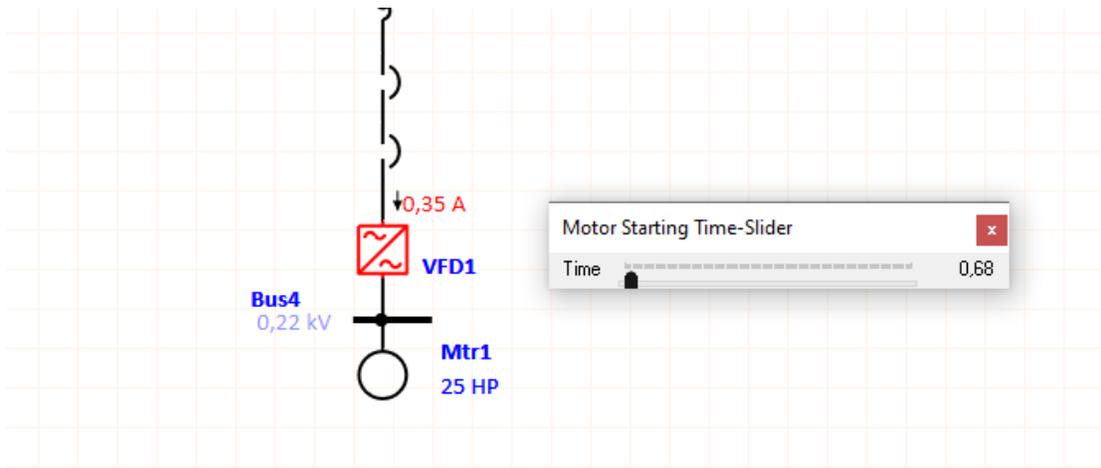


Figura 3.10. Corriente al arranque del motor con variador

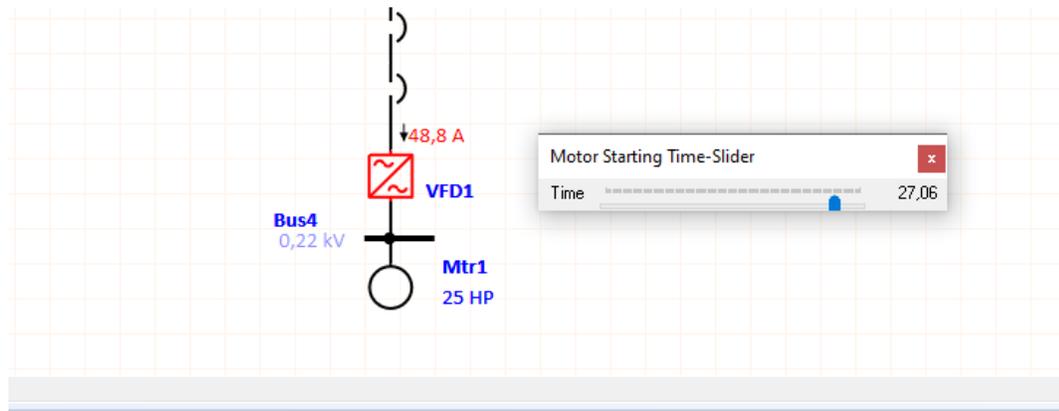


Figura 3.11. Corriente a plena carga

Con la figura 3.11. se puede hacer una comparación entre la corriente de arranque y la de operación, el slider está en 27 segundos y la intensidad es de 48,8 Amperios.

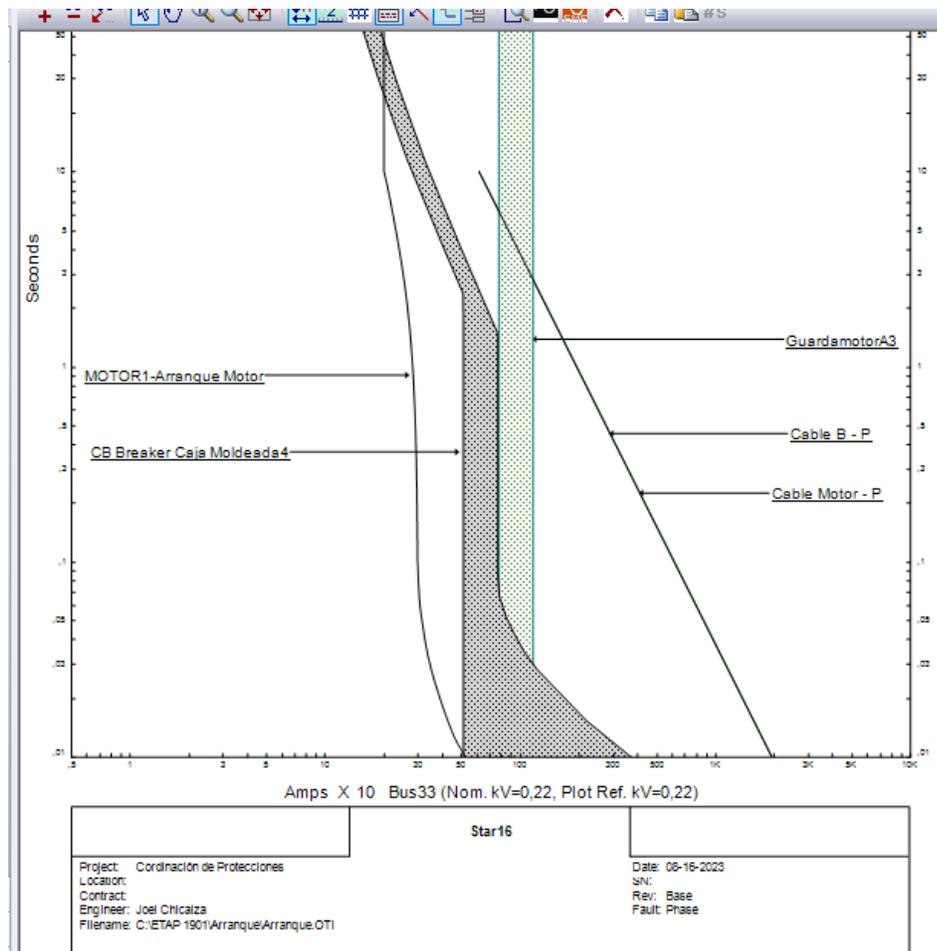


Figura 3.12. Curvas de las protecciones del sistema

3.4.10 Implementación de la propuesta

El sistema eléctrico se caracteriza por estar conformado por el circuito de fuerza o potencia y por el circuito de control.

1. El principal elemento del sistema es el motor eléctrico con una potencia de 25hp (18.5kW), a una tensión de 220V en conexión (Δ $_{\Delta}$), y una corriente de 64.08 A.
2. Para el montaje del sistema eléctrico se implementará un gabinete metálico de 60 · 80 cm.
3. En el circuito de potencia se empleará conductor de cobre calibre 4AWG, breaker de caja moldeada de (80A).
4. La protección que se ocupará para la bomba del sistema será un guardamotor de 60A a 73A.

5. Mediante la implementación de un arrancador suave se realizará un arranque gradual evitando una elevación brusca de tensión y picos excesivos de corriente, para lo cual se utilizará un arrancador marca Siemens (3RW4037-1BB14), la corriente de operación es de 63 A.
6. En el circuito de control está conformado por conductor calibre (14-16 AWG), borneras para la distribución de 110V AC.
7. Con la ayuda de relés y lógica cableada se pretende controlar el motor de manera automática o manual.
8. Por último, se realiza la selección de dispositivos para el accionamiento, indicadores y medición.
 - pulsadores
 - selector
 - luces pilotos
 - voltímetros
 - amperímetros

3.4.11 Componentes del sistema eléctrico

El sistema eléctrico cuenta de los siguientes componentes físicos:

- Bomba centrífuga de 25hp (18.5kW), 220V y 61.2 A
- Gabinete metálico de 60 · 80 *cm*
- Conductor eléctrico de cobre calibre 4(AWG)
- Conductor eléctrico de cobre calibre 14-16(AWG)
- Disyuntor (80 A)
- Arrancador Suave Sirius 3RW40 (80 A)
- Canaleta para Gabinete
- Borneras de distribución
- Pulsadores NA- Verde, NC Rojo, NA Tomate y NC Rojo (PE)
- Selector de 3 posiciones (Manual-Off- Automático)
- Luces indicadoras
- Relés de 14 pines

- Base para relés
- Voltímetros (V)
- Amperímetros (A)

3.4.12 Implementación del sistema

Obtenido los diferentes cálculos y simulaciones se procede a realizar los diferentes planos eléctricos y diseño del tablero.

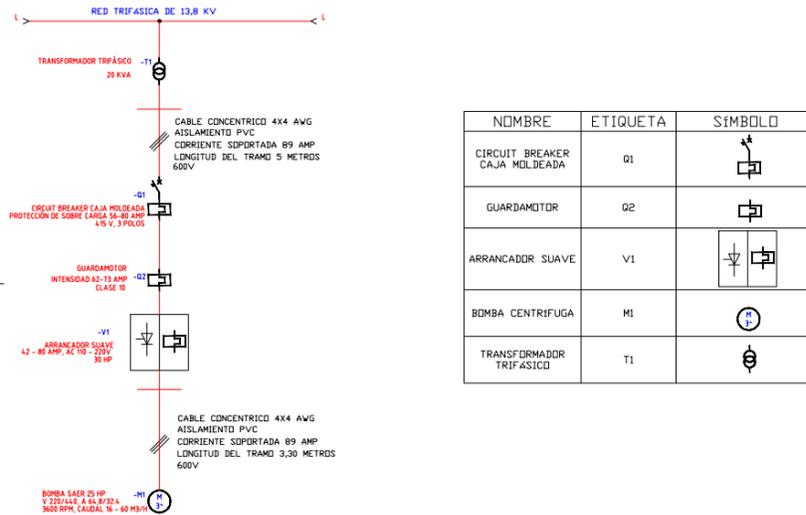


Figura 3.13. Diagrama unifilar

Se realiza un diagrama unifilar el cual nos ayuda para representar un sistema eléctrico de manera simplificada, en el que se representa una línea que representa el camino del flujo de la corriente eléctrica y que incluye los componentes eléctricos del sistema, como transformadores, interruptores, cables, protecciones y cargas, entre otro

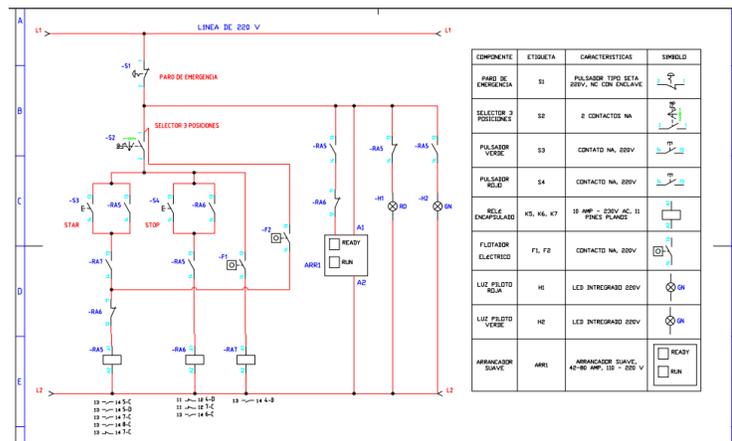


Figura 3.14. Circuito de control bomba 25 HP

En el plano eléctrico de control se aplica lógica cableada el cual nos sirve para conectar los diferentes elementos para luego seguir y conectar los elementos.

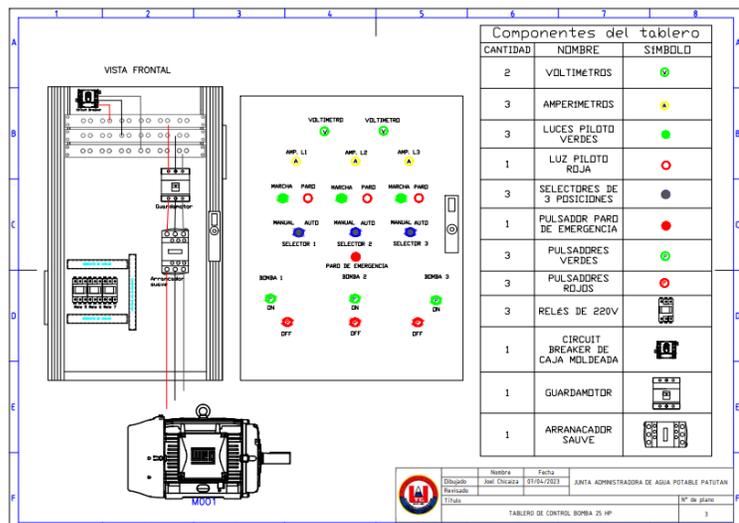


Figura 3.15. Diseño de tablero de control

En la figura 3.15. se visualiza como está diseñado la parte frontal del tablero el cual cuenta con indicadores de corriente, voltaje que sirven para poder observar los diferentes voltajes y corrientes del sistema. De igual manera existe diferentes pulsadores y seleccionadores los cuales sirven para poner en marcha a la bomba.

AUTOMATIZACION Y CONTROL
INGELCOM CIA. LTDA.

Dirección Matriz:
AV. 4 de Diciembre N°7-203 y Samuel Frits
QUITO, Píedra Blanca, Ecuador
ocommercel@ingelcom.com.ec, PBX (+593) 2414 994

Obligado a llevar contabilidad: SI
AGENTE DE RETENCIÓN NAC-DGERCC20-00000001

RUC: 1791852567001

Factura
No: 001-001-000077541

Ambiente
Producción

Tipo de emisión
Normal

Clave de acceso

210120220117918525670010001000077541001248611

Cliente: JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO PATUTIAN
RUC: 1091738631001
junta.patutian@gmail.com, +593 2-227-0486

Fecha de emisión: 25/01/2023
Fecha de vencimiento: 25/01/2023
Fuente: 5038881, 5038558

Código	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Desc. %	% IVA	Importe
520242	GUARDAMOTOR SIRIUS 40-75A 3RV2031-4KA10	1,000	306,63000	20,00	IVA 12%	\$ 245,30
856730	DETECTOR NIVEL CSC BOYA 10A 230V AZUL	2,000	17,75000	20,00	IVA 12%	\$ 28,40
543200	LUZ PILOTO ROJO C-LED 220VAC SIRIUS ACT PLAST. 3SU1104-6AA3D-1AA0	1,000	21,27000	20,00	IVA 12%	\$ 17,02
529080	BREAKER TRIFASICO 56-80A 440V 25KA 3VM180-3EE32-0AA0	1,000	118,92000	35,00	IVA 12%	\$ 77,30
511800	ARRANCADOR SAUVE 3RW4037-1BB14 63A 200-460V	1,000	973,02000	35,00	IVA 12%	\$ 632,46
510778	RELE INDENCLAFABLE 10A 3 CONH 230VAC (11 PINES PLANOS) LZK-PF370730	3,000	11,83000	35,00	IVA 12%	\$ 23,07
024413	BASE REL DIN P/RELE (11 PATAS PLANAS)	3,000	9,12667	20,00	IVA 12%	\$ 21,90
541936	LUZ PILOTO METALICO VERDE C-LED INTEGRADO 220 VAC 3SU1156-6AAA0-1AA0	3,000	27,53000	35,00	IVA 12%	\$ 53,68
540410	PULSADOR VERDE SIRIUS ACT METAL 1NA 3SU1150-0AB40-1BA0	3,000	18,20000	35,00	IVA 12%	\$ 35,49

Figura 3.16. Factura de compra elementos

Obtenido los cálculos y realizado las diferentes simulaciones se procede a elegir los elementos en el mercado y por ende compararlos.



Figura 3.17. Tablero de control

Se procede a instalar los diferentes elementos los cuales se verificar en los ANEXOS C1-C2, E1-E2.



Figura 3.18. Lecturas de arranque

En la figura 3.18. se observa el arranque de la bomba en el cual se obtiene las lecturas de voltaje e intensidad de corriente en sus respectivas líneas de igual manera se tomó lecturas con la pinza amperimétrica. Anexo D-1, por otra parte, se observó en el manómetro la presión en reposo y encendido de la bomba. Anexo D-2.

3.4.13 Mediciones obtenidas de los amperímetros

Tabla 3.15. Lecturas tomadas por operarios de las bombas en diferentes días y horarios

Lecturas anotadas por los operarios				
Fecha	Hora	Amp 1	Amp 2	Amp 3
11/7/2023	8:45	46,4	50,1	48,3
12/7/2023	8:37	54,1	61,3	56,3
15/7/2023	9:30	55	57,2	57
17/7/2023	8:30	51,3	60,6	55,2
19/7/2023	9:05	49,2	60	55,1
20/7/2023	14:30	48,4	54,3	52,3
24/7/2023	8:55	55	59,2	56,2

Tabla 3.16. Lecturas tomadas con pinza amperimétrica en diferentes tiempos.

Lecturas realizadas con pinza amperimétrica			
N	L1	L2	L3
1	52,2	55,4	46,1
2	54,9	58,9	49,3
3	55	60,8	51,8
4	58,2	57,4	50,9
5	52,3	55,8	52,9
6	51,5	56,2	49,6

Al comparar las tablas de las lecturas de los operarios con las nuestras se puede ver un grado de similitud, se llega a ver picos de corriente que no sobrepasan a la corriente nominal de la bomba esto también denota que la bomba esta sobredimensionada para la aplicación que se está utilizando.

4 CONCLUSIONES DEL PROYECTO

4.1 CONCLUSIONES

- Con la revisión de la bibliografía y datos técnicos la propuesta ha sido implementada con elementos eléctricos que están acorde a los requerimientos que la bomba, con los cálculos realizados se obtuvo que las protecciones deben soportar un mínimo de 64,8 Amperios, además se determinó que el conductor para la bomba de 25 hp es el 4 AWG, esto asegura el cable soportará el calor generado por la intensidad de corriente que consume la carga.
- Los cálculos obtenidos en la sección 3.3 se determinó que el NPSH del sistema es de 3,66 m y con la ayuda de la hoja de datos que dispone la junta de agua se estableció que el NPSH de la bomba cumple con los parámetros que requiere la instalación hidráulica ya el valor es de 3 m, cumpliendo así con la condición que el NPSH requerido sea menor que el NPSH disponible.
- La potencia teórica calculada es de 17,74 kW utilizando un rendimiento un rendimiento del 80%, en el sistema hidráulico está instalada una bomba de 18,5 kW que tiene un rendimiento del 90,5%. Esto quiere decir que la bomba seleccionada cumple con los parámetros para el abastecimiento de agua. La concordancia entre la potencia teórica y la potencia real destaca la fiabilidad de las técnicas de cálculo empleadas y demuestra una comprensión profunda de los factores influyentes en el rendimiento de la bomba. Esta consistencia también apunta a una correcta selección de componentes y un diseño efectivo del sistema, lo que contribuye a una operación eficiente y un rendimiento cercano a lo esperado.
- Las pruebas efectuadas en el sistema implementado han arrojado resultados satisfactorios en ambos aspectos: el funcionamiento general del sistema y la corriente de arranque. Estos resultados validan la efectividad de las soluciones adoptadas y la adecuada selección de componentes, asegurando un rendimiento óptimo del sistema en su conjunto. La consistencia en los resultados obtenidos reafirma la robustez de las decisiones tomadas durante el proceso de implementación y subraya la importancia de un enfoque metódico en la búsqueda de soluciones confiables y eficientes.

4.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda el mantenimiento regular cada 6 meses del tablero de control y bomba es esencial para asegurar su funcionamiento seguro y confiable. A continuación, se les detalla actividades que ayudan a la conservación del sistema:

- Inspeccionar visualmente el tablero de control y la bomba regularmente para detectar signos de daño, desgaste o corrosión. Cualquier problema debe ser reparado de inmediato para evitar fallos.
- Realizar pruebas eléctricas en el tablero de control para asegurarse de que los componentes eléctricos estén funcionando correctamente. Esto puede incluir la prueba de los interruptores, contactores, relés y otros componentes similares.
- Verificar la limpieza de los componentes y las conexiones eléctricas. La suciedad y la corrosión pueden afectar negativamente el rendimiento de los equipos y provocar fallos.
- Inspeccionar y limpiar los sistemas de ventilación para garantizar que el equipo no se sobrecaliente y reducir el riesgo de fallos. Esto es particularmente importante en las bombas, que pueden recalentarse fácilmente si no se ventilan adecuadamente.
- Revisar y ajustar las alarmas y sensores de seguridad para garantizar que los equipos se detengan automáticamente en caso de una situación de emergencia.
- Realizar pruebas de rendimiento para asegurarse de que el equipo esté funcionando de acuerdo con las especificaciones del fabricante y los requisitos del usuario.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. V. C. Sanjuanino, «La ingeniería y las tecnologías de la información,» *Mediterráneo económico*, pp. 215-238, 12 Octubre 2015.
- [2] T. Motor, «Serie A. normas e manuais tecnicos,» 2006.
- [3] F. S. H. A. a. G. D. K. Brown, «"Interactive simulation of power systems: ETAP applications and techniques",» Seattle, WA, USA, 1990, pp. 1930-1941.
- [4] E. ELECTRIC, «Arranque y Control De Motores Trifásicos Asíncronos,» 2019. [En línea]. Available: <http://www.moeller.es/descarga.php?file=soporte/12/IT-EE09.pdf>. [Último acceso: 2 Agosto 2023].
- [5] E. ELECTRIC, «EATON ELECTRIC,» 2019. [En línea]. Available: <http://www.moeller.es/descarga.php?file=soporte/12/IT-EE09.pdf>. [Último acceso: 2 Agosto 2023].
- [6] L. M. Barrionuevo Paredes y S. J. Villamaín German, «Diseño de un Modulo de entrenamiento para un sistema de bombeo de agua a presión constante para el centro de capacitación "CEPROIN" en la ciudad de Latacunga,» Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, 2021.
- [7] J. P. C. D. L. Rosa, «Prototipo de arranque suave para un motor monofasico de corriente alterna conectado a un sistema de bombeo,» Universidad Tecnológica de Puebla, Puebla, Mexico, 2021.
- [8] C. J. Ojeda Jiménez y R. Aguilera Vargas, «Reingeniería del sistema de bombeo e implementación de un SCADA para la supervisión y control automático del sistema contra incendio, en la planta industrial Petróleos Paraguayos PETROPAR,» Universidad del Cono Sur de las Américas, Asunción, Paraguay, 2021.
- [9] E. Blanco Marigorta, S. Velarde Suárez y J. Fernández Francos, *Sistemas de Bombeo*,

Gijón: Deposito Legal AS-880-94, 1994.

- [10] J. V. Belaño Rubio y C. O. Lascano Fiallos, «Diseño de un sistema SCADA para la adquisición de datos en medición de pérdidas primarias y secundarias en un sistema de flujo.,» Universidad Tecnica de Cotopaxi, Latacunga, 2022.
- [11] R. S. R. F. I. Martín, Mecanica de fluidos, California: Universitat DE'ALACANT, 2011.
- [12] Y. A. Cengel y J. M. Cimbala, Mecánica de fluidos Fundamentos y Aplicaciones, México: McGRAW- HILL/Interamericana, 2006.
- [13] J. L. Lara Salcedo y J. A. Velasquez Pineda, «Diseño y construcción de un banco de pruebas para la medición de caudal y caída de presión en tuberías paralelas,» Universidad Tecnologica de Bolívar, Cartagena de Indias, 2011.
- [14] R. Cruz Ibarra, R. S. Pacheco Velázquez y E. J. Rodríguez Amezcua, «Flujo másico y volumétrico,» CETI Centro de capacitación de enseñanza técnica Industrial, Mexico, 2016.
- [15] A. R. Budris, «Effects of entrained air, NPSH margin, and suction piping on cavitation in centrifugal pumps,» ITT/FTC Industrial pump group, New York, 1998.
- [16] A. A. Borrero Restrepo y C. A. Gil Leon, Bombas Centrifugas, Santiago de Cali: Corporación Universitaria Autonoma de Occodente, 1995.
- [17] A. R. Marchegiani, «Bombas Centrifugas,» Universidad Nacional del Comahue, Comahue, 2004.
- [18] M. C. Soto, «Calculo y diseño de instalación eléctrica, columnas, fundaciones y selección de luminarias para alumbrado exterior en hospital gobernador centeno.,» Universidad Nacional de la Pampa, General Pico, 2017.
- [19] A. L. Farina, «Motores eléctricos trifásicos: características constructivas y tipo de arranque,» Suplemento instaladores, Mendoza, 2018.
- [20] M. G. B. Luis, «Diseño e implementación de un tablero con arrancador estrella-triángulo para motores trifasicos para practicas en el laboratorio de control,» Universidad Catolica de

Santiago de Guayaquil, Guayaquil, 2018.

- [21] R. P. Panadero, «Aplicaciones prácticas básicas de variadores de frecuencia,» Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2015.
- [22] P. R. V. Felipe, J. R. Gomez sarduy, V. Sousa Santos, J. S. Ceballos y E. C. Quispe, «Recomendaciones sobre el Uso de Arranadores Suaves para Ahorrar Energia en Motores Asincronicos con Cargas Parciales,» Espacios, Quito, 2017.
- [23] C. J. Bolaños Lopez y A. J. Portilla Estevez, «Arrancador suave para motores trifasicos de inducción,» Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2002.
- [24] A. L. J. G. Gabriel Viteri, «Aplicacion de fusibles e interruptores termomagneticos,» Escuela superior politécnica del litoral, Guayaquil, 2015.
- [25] Siemens, «La opción inteligente para soluciones de automatización,» *Siemens*, vol. 5, n° 7, p. 10, 2009.
- [26] J. V. ., G. B. Ibarz A., Transporte de Alimentos Fluidos a Traves de Tuberías, Puebla: Universidad de las Americas, 2001.
- [27] D. A. Brihuega, Electricidad Básica, España: RA-MA, S.A, 2014.
- [28] R. L. Mott, Mecánica de fluidos, Mexico: Universidad de Dayton, 2006.
- [29] A. M. Varela Muñoz y M. F. S. Monroy Gonzáles, Cavitación en los sistemas de bombeo, Bogotá: Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, 2018.
- [30] R. Bosch, Tuberías, Accesorios, Bombas y Compresores, España: Universidad Autónoma de Barcelona, 2015-2016.
- [31] A. A. Cafaggi Félix, E. A. Rodal Canales y A. Sánchez Huerta, «Sistemas de Bombeo,» Universidad Nacional Autónoma de México , México , 2021.
- [32] D. J. Pérez, Introducción a los Sensores Remotos- Aplicaciones en Geología, Buenos Aires: U.B.A., 2007.

- [33] WEG, Manual del usuario arrancador suave SSW- 05, Jaraguá do sul: WEG, 2002.
- [34] O. A. O. Achata, «Variación del régimen de trabajo de una motobomba funcionando con combustible alternativos,» Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, 2017.
- [35] Aledgus, «Tipos de tesis. Clasificación de los trabajos de investigación,» Peru, (2020).
- [36] A. P. B. Cervan, «Sistema de detección de fallas para una bomba centrífuga,» Pontifica Universidad Católica del Peru, Lima, 2013.
- [37] J. C. Gómez, «Lo que usted debe conocer sobre fusibles de alta capacidad de ruptura,» Reproel, Buenos Aires, 2016.
- [38] D. P. Gualancañay Miñarcaja y H. D. Gauaco Quiña, «"Diseño de un sistema de bombeo para almacenamiento de agua de riego de los sectores de Chan Chico y Tiobamba de la parriquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi",» Universidad Tecnica de Cotopaxi, Latacunga, 2017.
- [39] J. D. C. Gutierrez, «Análisis de la repercusión del campo eléctrico en las pruebas de aislamiento a transformadores de corriente,» Universidad Nacional del centro del Peru, Huancayo, 2009.
- [40] F. M. López Guevara y J. C. Trejo Cuásquer, «"Diseño y contrucción de un sistema de bombeo con óptimo consumo eléctrico e hidrico para Hilsea Investments, Finca Florycampo",» Universidad Técnica del Norte, Ibarra, 2014.
- [41] R. G. Márquez, La Puesta a Tierra de Instalaciones Eléctricas, ALFAOMEGA Grupo Editor: Barcelona, 1999.
- [42] P. M. A. Rodrigues, «Arranque de Motores Asincronos,» Univerisidad de Cantabria, España, 2017.
- [43] J. D. Suárez Negrete y L. F. Tipán Vergara, «Implementación de un sistena de medición y control de nivel de agua en los pazos de un tren de laminación,» Escuela Politécnica

Nacional, Quito, 2007.

[44] A. Lomoschitz, «Pruebas de resistividad eléctrica con telurómetro en terrenos volcánicos.»
Geotemas, Madrid, 2008.

ANEXOS

TÍTULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL BOMBEO DE AGUA EN LA COMUNIDAD DE PATUTÁN, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”

Autores: Chicaiza Jami Joel Danilo, Simba Choro Santiago Nicolás.

ANEXO: A	Tema: Placa de la bomba y ficha técnica.	1 de 1
----------	--	--------



ANEXO I: Placa de bomba centrifuga.

6 BP
11 - 12 - 12N

HYDRAULIC TABLE FEATURES
TABELLA DELLE CARATTERISTICHE IDRAULICHE
TABLA DE LA CARACTERISTICAS HIDRAULICAS

≈ 3600 RPM

Type	Motor		In [A]			Is/In	Q	U.S.g.p.m.																
	kW	HP	230V	380V	460V			0	44	62	70	88	106	123	141	158	167	185	198	220	264			
								m³/h	0	10	14	16	20	24	28	32	36	38	42	45	50	60		
								l/min	0	167	233	267	333	400	467	533	600	633	700	750	834	1000		
6BP 11/137	3	4	12,4	7,5	6,2	7,6	H	[m]	33,5	33	32,5	32	31	30	28	26	22							
								[ft]	110	108	106,5	105	101,5	98,5	92	85,5	72							
6BP 11/145	4	5,5	15,6	9,4	7,8	8,4		[m]	39	38	37,5	37	36,5	35,5	34	32	29,5	28						
								[ft]	128	124,5	123	121,5	119,5	116,5	111,5	105	97	92						
6BP 11/156	5,5	7,5	23	13,3	11,5	8,6		[m]	47	46,5	46	45,5	45	43,5	41,5	40	38	37	33					
								[ft]	154	152,5	151	149	147,5	142,5	136	131	124,5	121,5	108					
6BP 11/163	7,5	10	24,6	14,9	12,3	8,3		[m]	51,5	51	50,5	50	49,5	48,5	47	45	43,5	43	41	40				
								[ft]	169	167,5	165,5	164	162,5	159	154	147,5	142,5	141	134,5	131				
6BP 11/168	9,2	12,5	33	20	16,5	8,6		[m]	55	54,5	54,5	54	53	52	51	49	48	47	44,5	43	40			
								[ft]	180,5	179	179	177	174	170,5	167,5	160,5	157,5	154	146	141	131			
6BP 12/160	4	5,5	15,6	9,4	7,8	8,4		[m]	43		42	41	40	38	33	29	24,5							
								[ft]	141		138	134,5	131	124,5	108	95	80,5							
6BP 12/172	5,5	7,5	23	13,3	11,5	8,6		[m]	53		52	51,5	49,5	47,5	45	40	35							
								[ft]	174		170,5	169	162,5	156	147,5	131	115							
6BP 12/184	7,5	10	24,6	14,9	12,3	8,3		[m]	64		63	62,5	61	59	56	52	46	41,5						
								[ft]	210		206,5	205	200	193,5	183,5	170,5	151	136						
6BP 12/196	9,2	12,5	33	20	16,5	8,6	[m]	75		74,5	74	72,5	71	68,5	63,5	57	53							
							[ft]	246		244,5	242,5	238	233	224,5	208,5	187	174							
6BP 12/210	11	15	42,6	25,8	21,3	6,3	[m]	89		88,5	88	87,5	86,5	83,5	80	72,5	69							
							[ft]	292		290,5	288,5	287	283,5	274	262,5	238	226,5							
6BP 12N/185	11	15	42,6	25,8	21,3	6,3	[m]	65			64	63,5	62	61	59	57	56	53,5	51,5	47				
							[ft]	213			210	206,5	203,5	200	193,5	187	183,5	175,5	169	154				
6BP 12N/190	15	20	52	31,5	26	6,6	[m]	77			76	75	74	73,5	72	70	69	66,5	65	62	54			
							[ft]	252,5			249,5	246	242,5	241	236	229,5	226,5	218	213	203,5	177			
6BP 12N/210	18,5	25	62	37,5	31	8,2	[m]	90,5			90	89,5	89	88	86	84	83	82	79	75	57			
							[ft]	297			295	293,5	292	288,5	282	275,5	272	269	259	246	187			

ANEXO II: Ficha técnica de bomba obtenida por el fabricante.



ANEXO III: Inspección del estado anterior del tablero.



ANEXO IV: Terminales de conexión quemados.



ANEXO V: Bomba en mal estado hilos de la bobina rotos.



ANEXO VI: Cables de conexión quemados de la bomba.



ANEXO VII: Conexión de elementos.



ANEXO VIII: Verificación de funcionamiento.



ANEXO IX: Instalación de flotadores eléctricos en tanque de agua.



ANEXO X: Instalación de bomba centrífuga.



ANEXO XI: Realización de medidas con equipo en diferentes líneas.



ANEXO XII: Manómetro y su lectura en estado de reposo.



ANEXO XIII: Lectura del manómetro en arranque de la bomba.

Caudal (m ³ /h)	Pérdidas (En metros por cada 100 metros)							
				1	2	3''	4''	
	3/4''	1''	1 1/4''	1/2''	2''	1/2''		
1,14	7,7	2,4	0,6	0,3	0,1			
2,27	27,8	8,6	2,3	1,1	0,4			
3,4	58,6	19	4,8	2,2	0,8	0,3		
4,55	99,5	31	8,1	3,8	1,3	0,5		
	5''							
11,4				21	7,3	2,5	1	0
13,6			44	29	10	3,4	1	0
15,9			62,3	38	14	4,5	2	0
17			82,8	44	15	5,1	2	1
18,2	0,2			50	17	5,8	2	1

TABLA I.1. Pérdidas de caudal en 100 metros.

Diámetro nominal de los cañerías.		Válvula esclusa abierta	Válvula globo Cerrada	Válvula ángulo abierta	Válvula de retención	Codo normal o Te de reduccion	Curva normal o Te normal
mm	Pulg						
19	03-abr	0,15	6,71	3,36	1,83	0,61	0,45
25	1	0,18	8,24	4,27	2,44	0,82	0,52
32	1 1/4	0,24	11	5,49	3,66	1,07	0,7
38	1 1/2	0,3	13,12	6,71	4,27	1,31	0,82
51	2	0,36	16,78	8,24	5,8	1,68	1,07
63	2 1/2	0,43	20,43	10,06	7,01	1,98	1,28
76	3	0,52	25,01	12,5	9,76	2,1	1,59
102	4	0,70	33,55	16,16	13,12	2,44	2,14
127	5	0,88	42,7	21,35	17,69	4,27	2,74
152	6	1,07	51,85	24,40	20,74	4,88	3,36

TABLA I.2. Pérdidas en accesorios por 100 m de tubería.

Altura sobre el nivel del mar		Presión atmosférica	
m	ft	m	Pa
0	0	10,33	14,69
250	820	10,03	14,26
500	1640	9,73	13,83
750	2640	9,43	13,41
1000	3280	9,13	12,98
2000	6561	8,00	11,38
2250	7381	7,75	11,02
2500	8202	7,57	10,68
2750	9022	7,28	10,35
3000	9842	7,05	10,02

TABLA I.3. Presión atmosférica.

ANEXO

INFORME

ANTIPLAGIO DE LA

PROPUESTA

TECNOLÓGICA

ANEXO

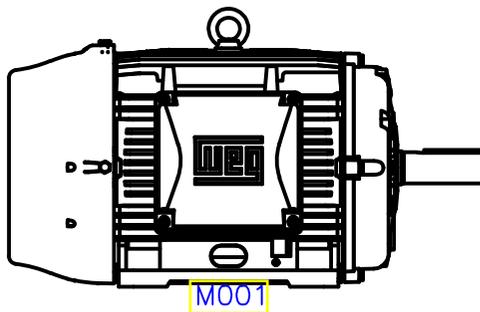
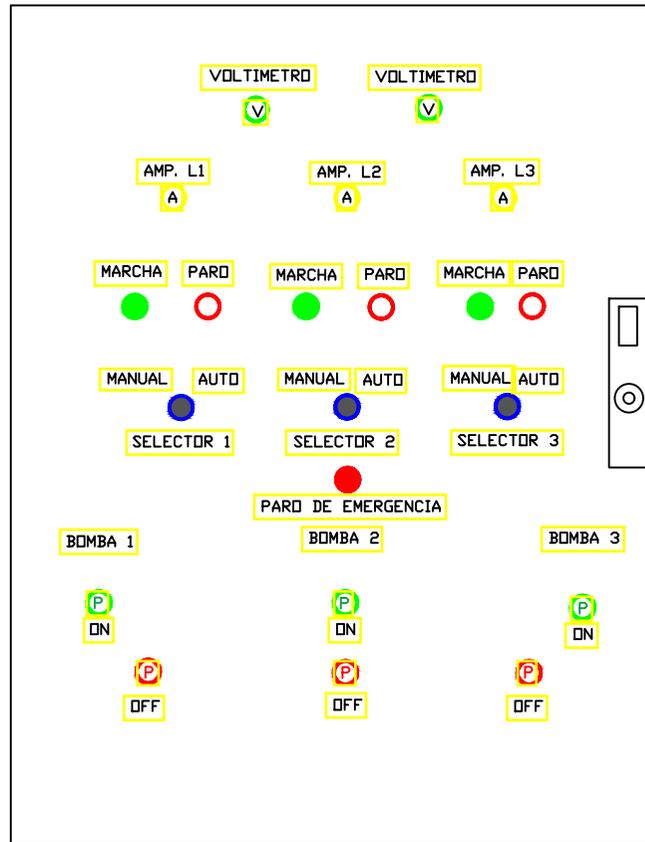
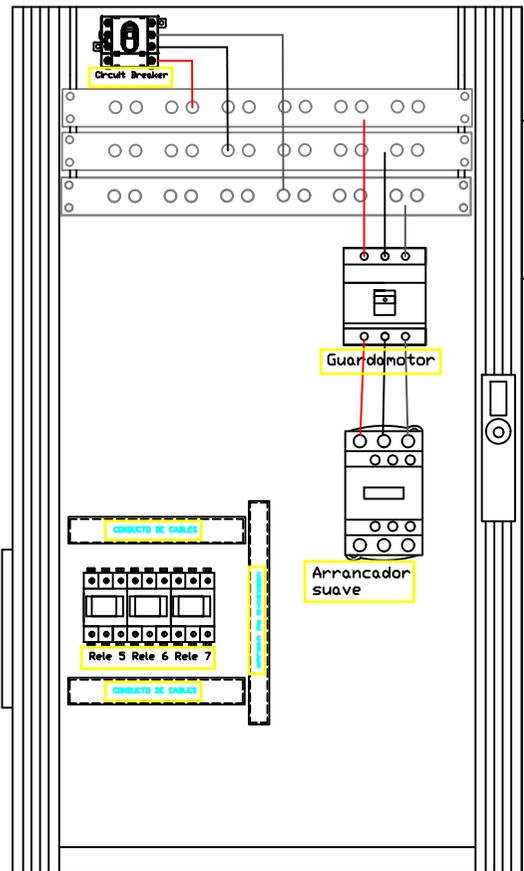
PLANOS

ELÉCTRICOS DE LA

PROPUESTA

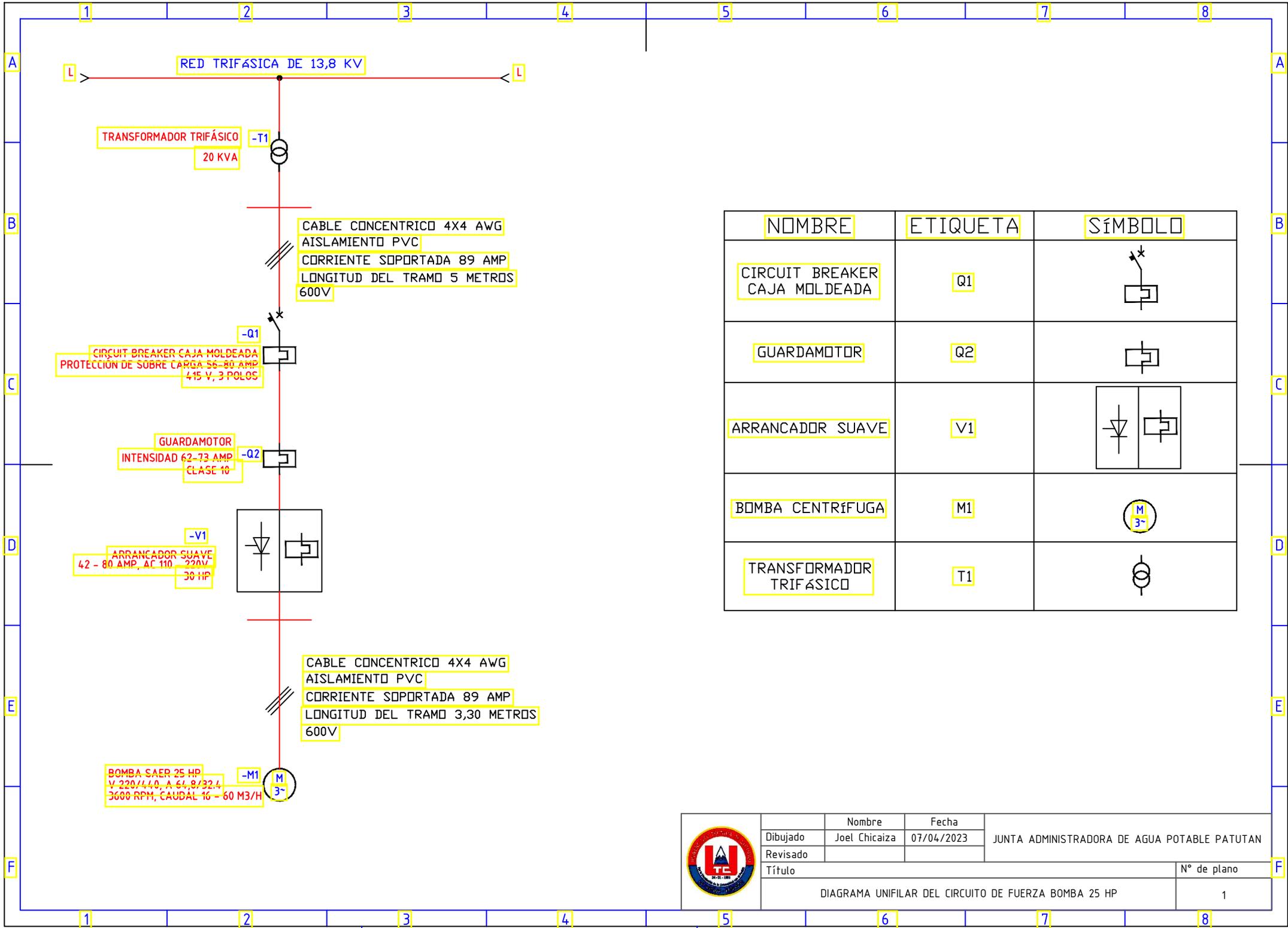
TECNOLÓGICA

VISTA FRONTAL



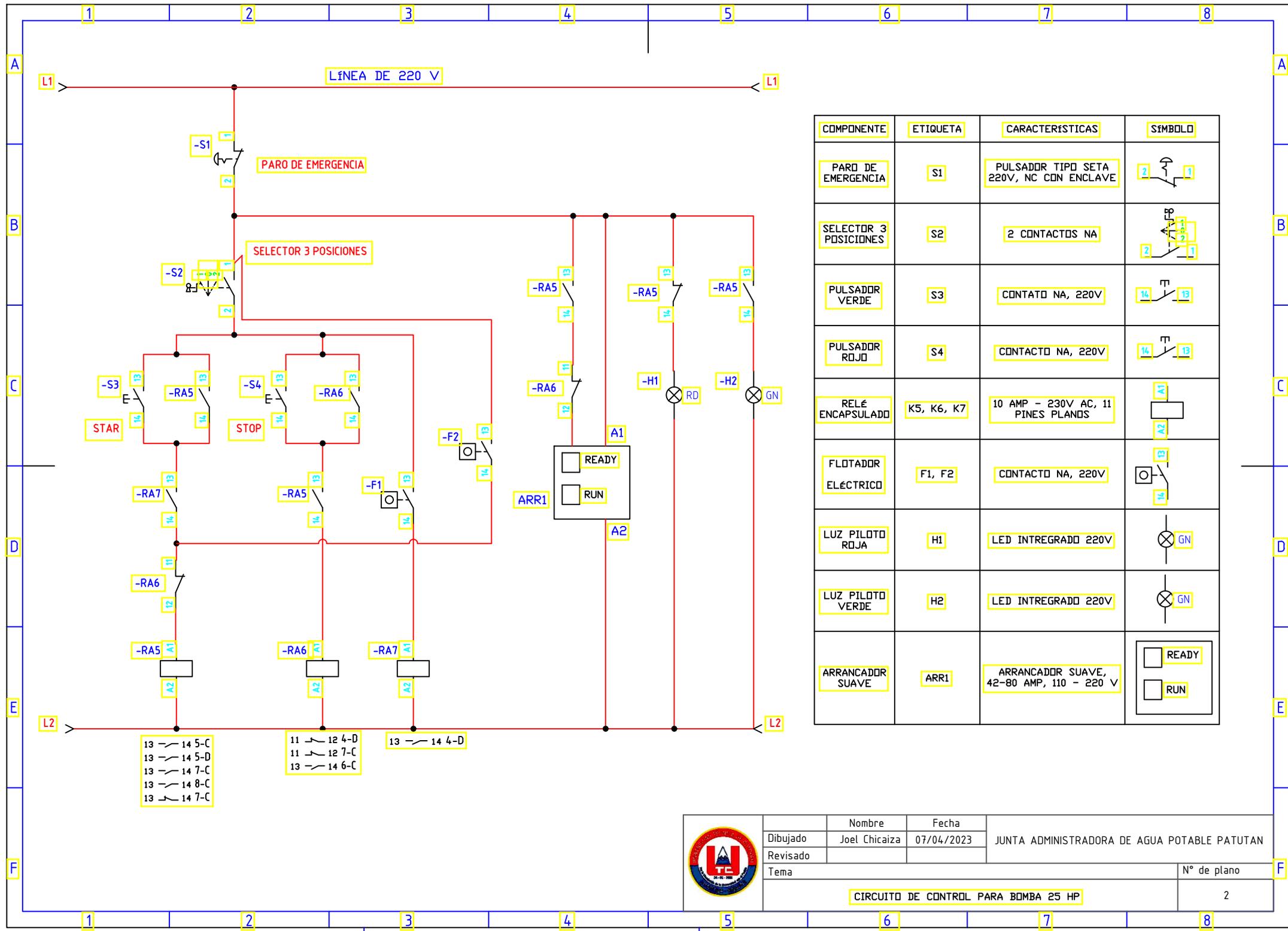
Componentes del tablero		
CANTIDAD	NOMBRE	SÍMBOLO
2	VOLTÍMETROS	V
3	AMPERÍMETROS	A
3	LUCES PILOTO VERDES	●
1	LUZ PILOTO ROJA	○
3	SELECTORES DE 3 POSICIONES	●
1	PULSADOR PARO DE EMERGENCIA	●
3	PULSADORES VERDES	P
3	PULSADORES ROJOS	P
3	RELÉS DE 220V	
1	CIRCUIT BREAKER DE CAJA MOLDEADA	
1	GUARDAMOTOR	
1	ARRANACADOR SAUVE	

	Nombre	Fecha	JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PATUTAN
	Dibujado	Joel Chicaiza	
	Revisado		
Título			N° de plano
TABLERO DE CONTROL BOMBA 25 HP			3



NOMBRE	ETIQUETA	SÍMBOLO
CIRCUIT BREAKER CAJA MOLDEADA	Q1	
GUARDAMOTOR	Q2	
ARRANCADOR SUAVE	V1	
BOMBA CENTRIFUGA	M1	
TRANSFORMADOR TRIFÁSICO	T1	

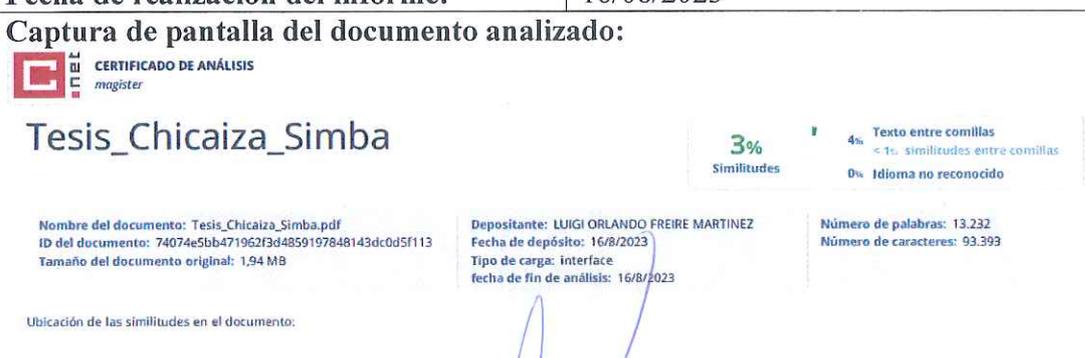
	Nombre	Fecha	JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PATUTAN
	Dibujado	Joel Chicaiza	
	Revisado		
Título			N° de plano
DIAGRAMA UNIFILAR DEL CIRCUITO DE FUERZA BOMBA 25 HP			1



COMPONENTE	ETIQUETA	CARACTERÍSTICAS	SÍMBOLO
PARO DE EMERGENCIA	S1	PULSADOR TIPO SETA 220V, NC CON ENCLAVE	
SELECTOR 3 POSICIONES	S2	2 CONTACTOS NA	
PULSADOR VERDE	S3	CONTACTO NA, 220V	
PULSADOR ROJO	S4	CONTACTO NA, 220V	
RELE ENCAPSULADO	K5, K6, K7	10 AMP - 230V AC, 11 PINES PLANOS	
FLOTADOR ELÉCTRICO	F1, F2	CONTACTO NA, 220V	
LUZ PILOTO ROJA	H1	LED INTREGRADO 220V	
LUZ PILOTO VERDE	H2	LED INTREGRADO 220V	
ARRANCADOR SUAVE	ARR1	ARRANCADOR SUAVE, 42-80 AMP, 110 - 220 V	

	Nombre	Fecha	JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE PATUTAN
	Dibujado	Joel Chicaiza	
	Revisado		
Tema			N° de plano
CIRCUITO DE CONTROL PARA BOMBA 25 HP			2

ANEXO 1. INFORME ANTIPLAGIO PROYECTO DE TITULACIÓN

Facultad:	Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas
Carrera:	Ingeniería en Electromecánica
Nombre del docente evaluador que emite el informe:	Ing. Luigi Orlando Freire Martinez
Documento evaluado:	Propuesta Tecnológica presentada previo a la obtención del Título de Ingeniero en Electricidad.
Autores del documento:	Joel Danilo Chicaiza Jami Santiago Nicolas Simba Choro
Programa de similitud utilizado:	Sistema COMPILATION
Porcentaje de Similitud según el programa utilizado.	<3 %
Observaciones: Calificación de originalidad atendiendo a los siguientes criterios: <ul style="list-style-type: none"> • El documento cumple criterios de originalidad, sin observaciones. • El documento cumple criterios de originalidad, con observaciones. • El documento no cumple criterios de originalidad. 	-X- --- ---
Fecha de realización del informe:	16/08/2023
Captura de pantalla del documento analizado:	
 <p>CERTIFICADO DE ANÁLISIS magister</p> <p>Tesis_Chicaiza_Simba</p> <p>3% Similitudes</p> <p>4% Texto entre comillas ≤ 1% similitudes entre comillas</p> <p>0% Idioma no reconocido</p> <p>Nombre del documento: Tesis_Chicaiza_Simba.pdf ID del documento: 74074e5bb471962f3d4859197848143dc0d5f113 Tamaño del documento original: 1,94 MB</p> <p>Depositante: LUIGI ORLANDO FREIRE MARTINEZ Fecha de depósito: 16/8/2023 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 16/8/2023</p> <p>Número de palabras: 13.232 Número de caracteres: 93.393</p> <p>Ubicación de las similitudes en el documento:</p>	
 <hr/> Ing. Luigi Orlando Freire Martinez Director de la Propuesta Tecnológica	