



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y
ELECTRICIDAD**

CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE:**

TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA

**TEMA: “ ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA
DE CONTROL AUTOMÁTICO CONTRA INCENDIOS
UTILIZANDO UNA BOMBA JOCKEY PARA EL CENTRO DE
SALUD N°1 DE INGAHURCO DE LA CIUDAD DE AMBATO.”**

AUTORES: CASTRO PARDO, MICHAEL OSWALDO

VILCA MONTA, GREGORY ALEXIS

DIRECTOR: ING. PARREÑO OLMOS JOSÉ ALFREDO, MGS

LATACUNGA

2018



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y
ELECTRICIDAD**

CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE:**

TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA

**TEMA: “ ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA
DE CONTROL AUTOMÁTICO CONTRA INCENDIOS
UTILIZANDO UNA BOMBA JOCKEY PARA EL CENTRO DE
SALUD N°1 DE INGAHURCO DE LA CIUDAD DE AMBATO.”**

AUTORES: CASTRO PARDO, MICHAEL OSWALDO

VILCA MONTA, GREGORY ALEXIS

DIRECTOR: ING. PARREÑO OLMOS JOSÉ ALFREDO, MGS

LATACUNGA

2018

CERTIFICADO

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. **CASTRO PARDO, MICHAEL OSWALDO**, como requerimiento parcial para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA**.

SR. ING. JOSÉ PARREÑO, MGS

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, Agosto del 2018

CERTIFICADO

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. **VILCA MONTA, GREGORY ALEXIS**, como requerimiento parcial para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA**.

SR. ING. JOSÉ PARREÑO, MGS

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, Agosto del 2018

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, CASTRO PARDO, MICHAEL OSWALDO

DECLARO QUE:

El trabajo de grado denominado “ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO CONTRA INCENDIOS UTILIZANDO UNA BOMBA JOCKEY PARA EL CENTRO DE SALUD N°1 DE INGAHURCO DE LA CIUDAD DE AMBATO”, ha sido desarrollado en base a una investigación científica exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente, este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de trabajo de grado en mención.

Latacunga, Agosto del 2018

CASTRO PARDO, MICHAEL OSWALDO
CI 1724453475

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, VILCA MONTA, GREGORY ALEXIS

DECLARO QUE:

El trabajo de grado denominado “ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO CONTRA INCENDIOS UTILIZANDO UNA BOMBA JOCKEY PARA EL CENTRO DE SALUD N°1 DE INGAHURCO DE LA CIUDAD DE AMBATO”, ha sido desarrollado en base a una investigación científica exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente, este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de trabajo de grado en mención.

Latacunga, Agosto del 2018

VILCA MONTA, GREGORY ALEXIS
CI 0504138587

DEDICATORIA

A mis hermanos y en especial a mis padres Irma y Marco que con su apoyo y motivación permanente, hicieron todo lo posible para culminar mi instrucción superior a nuestros queridos asesores que cumplen con el sagrado deber de entregar ciudadanos, cultos, dignos y responsables.

MICHAEL

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de titulación a dios por ser el inspirador, de cada uno de mis pasos dados en mi convivir diario; a mis padres por ser guía en mis senderos de cada acto que realizo hoy, mañana y siempre; a mis hermanos por ser el incentivo para seguir adelante con mis objetivos y a nuestro asesores por entregarme sus conocimientos para realizar los propósitos que tengo en mente.

GREGORY

AGRADECIMIENTO

Primeramente, le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza y acompañarme en los momentos de debilidad, por brindarme una vida llena de aprendizajes y junto con ella haber tenido experiencias y sobre todo felicidad en cada una de las cosas realizadas.

Doy gracias a mis padres Irma y Marco por apoyarme en todo momento y estar junto a mí a pesar de todo, por los valores que me han inculcado desde niño, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo, por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

MICHAEL

AGRADECIMIENTO

Quiero exaltar un agradecimiento a DIOS, por ser mi guía mostrándome el camino hacia el éxito. A mis queridos padres quienes a base de sacrificio y esfuerzo han logrado cumplir sus anhelos de verme graduado.

Además agradezco al ASESOR: ING. PARREÑO OLMOS JOSÉ ALFREDO, MGS. Quien nos abrió las puertas del conocimiento y nos brindó el respaldo para desarrollar el proyecto de titulación.

GREGORY

INDICE GENERAL

CERTIFICADO	ii
CERTIFICADO	iii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	iv
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	v
DEDICATORIA	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
AGRADECIMIENTO.....	ix
INDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
RESUMEN.....	xxi
ABSTRACT.....	xxii
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos	4
1.4.1 Objetivo General	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
1.5 Alcance.....	5

CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Sistema contra incendios.....	6
2.2 Tipos de sistema contra incendio	6
2.2.1 Sistema de tubería mojada	7
2.2.2 Sistema de preacción.....	7
2.2.3 Sistema de diluvio	8
2.2.4 Sistema de tubería seca	9
2.2.5 Sistema de espuma	10
2.3 Componentes de un sistema contra incendio	11
2.3.1 Gabinetes de incendios.....	11
2.3.2 Siamesas.....	12
2.3.3 Hidrantes	12
2.3.4 Bocas de fuego	13
2.4 Bombas.....	14
2.5 Tipos de bombas	14
2.5.1 Bomba principal.....	14
2.5.2 Bomba jockey.....	15
2.5.2.1 Funcionamiento	15
2.5.2.2 Dimensionamiento.....	16
2.6 Tubería	16
2.7 Cisterna o depósito.....	17
2.8 Rociadores.....	18

2.9 Tipos básicos de rociadores	18
2.9.1 Rociadores de enlace fusible	19
2.9.2 Rociadores de ampolla	19
2.10 Presostatos	20
2.11 Cuadros eléctricos de control	21
2.11.1 Cuadros eléctricos de la bomba jockey y bomba principal	21
2.12 Contactor	22
2.13 Relé	23
2.14 PLC DELTA DVP-EX	24
2.15 Pantalla HMI DELTA	24
2.16 Fuente DELTA de 220V AC – 24V DC	25
2.17 Disyuntor	25
2.18 Arrancador suave MCD500	26
CAPITULO III	27
DESARROLLO DEL TEMA	27
SECCIÓN 1: TÉRMINOS DE REFERENCIA	27
3.1 Referencias del centro de salud	27
3.2 Ubicación	27
3.3 Características de la construcción	28
3.4 Características del SCI	28
SECCIÓN 2: CÁLCULOS	29
3.5 Hidráulica	29

3.6 Determinación de una bomba por el método del peso específico.....	29
3.7 Cálculo de potencia de bombeo de la bomba jockey por el método del peso específico.....	31
3.8 Cálculo de la capacidad del tanque	33
3.9 Cálculos de presiones en el sistema contra incendios.....	34
SECCIÓN 3: FASES DE LA REPOTENCIACIÓN DEL SCI	50
PRIMERA FASE	50
3.10 Generación del concepto o ideas iniciales	50
SEGUNDA FASE.....	52
3.11 Adquisición los planos del centro de salud del SCI.....	52
3.12 Revisión de la tubería del SCI por piso.....	53
3.13 Mantenimiento de la cisterna	57
3.14 Esquemas eléctricos del SCI.....	58
3.15 Diseño y programación del sistema de control	59
3.16 Selección de los elementos eléctricos para los tableros SCI.....	68
3.17 Selección de los elementos para el cableado de fuerza.....	78
TERCERA FASE.....	81
3.18 Ubicación y pintado de la señalética en SCI.....	81
CUARTA FASE.....	82
SECCIÓN 4: MANUAL DE OPERACIÓN.....	84
3.19 Antecedentes	84

3.20 Esquema tablero de control.....	84
3.21 Operación HMI	86
3.22 Interpretación de fallas y operación	86
3.23 Funcionamiento del SCI.....	87
CAPÍTULO IV	88
CONCLUSIONES	88
RECOMENDACIONES	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
Bibliografía	89
ANEXOS.....	91
Anexo A Plano del Subsuelo.....	92
Anexo B Plano de Planta Baja	93
Anexo C Plano del Primer Piso.....	94
Anexo D Plano del Segundo Piso	95
Anexo E Plano del Cuarto de Bombas.....	96
Anexo F Plano Cisterna	97
Anexo G Plano Sprinkler	98
Anexo H Plano Mecánico SCI.....	99
Anexo I Plano Eléctrico de Control	100
Anexo J Plano Eléctrico de Fuerza	101
Anexo K Plano de Tableros de Control	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Temperatura de los rociadores	20
Tabla 2: Distribución de servicios.....	28
Tabla 3: Placa de datos de la bomba principal	31
Tabla 4: Placa de datos de la bomba jockey	32
Tabla 5: Cálculos de presión y caudal para el sistema de rociadores	36
Tabla 6: Desarrollo de idea	51
Tabla 7: Digital Inputs	61
Tabla 8: Digital Outpus	61
Tabla 9: Analog Input	61
Tabla 10: Human Machine Interface.....	62
Tabla 11: Tablero de la bomba principal	68
Tabla 12: Tablero de la bomba jockey	69
Tabla 13: Elementos para el cableado.....	78
Tabla 14: Indicadores	85
Tabla 15: Selector	85
Tabla 16: Interpretación de fallas y operación.....	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sistema de tubería mojada	7
Figura 2 Sistema de preacción	8
Figura 3 Sistema de diluvio.....	9
Figura 4 Sistema de tubería seca	10
Figura 5 Sistema de espuma.....	11
Figura 6 Gabinetes de incendios	12
Figura 7 Siamesas	12
Figura 8 Hidrante	13
Figura 9 Bocas de fuego.....	13
Figura 10 Esquema de instalación de accesorios de una bomba.....	14
Figura 11 Bomba principal.....	15
Figura 12 Bomba jockey	15
Figura 13 Funcionamiento de la bomba jockey	16
Figura 14 Tubería del sistema contra incendios.....	17
Figura 15 Cisterna o depósito	17
Figura 16 Componentes de un sistema de rociadores automáticos.....	18
Figura 17 Rociadores de enlace fusible	19
Figura 18 Rociadores de ampolla.....	20
Figura 19 Presostato.....	21

Figura 20 Cuadro eléctrico de control.....	22
Figura 21 Contactor.....	23
Figura 22 Relé.....	23
Figura 23 PLC delta DVP-EX.....	24
Figura 24 Pantalla HMI DELTA.....	24
Figura 25 Fuente delta.....	25
Figura 26 Disyuntor	26
Figura 27 Arrancador suave	26
Figura 28 Ubicación del Centro de Salud	27
Figura 29 Inspección visual del SCI	29
Figura 30 Idea inicial de levantamiento de información.....	51
Figura 31 Revisión de tubería por piso	53
Figura 32 Tubería subsuelo.....	53
Figura 33 Tubería primera planta.....	54
Figura 34 Tubería segunda planta	54
Figura 35 Tubería tercera planta	55
Figura 36 Válvula de bola 3"	55
Figura 37 Armado de estructura.....	56
Figura 38 Colocación de presostatos.....	56
Figura 39 Cambio de succión.....	57
Figura 40 Vaciado de la cisterna.....	57

Figura 41 Limpieza de la cisterna	58
Figura 42 Pintado y llenado	58
Figura 43 Esquema eléctrico de control.....	59
Figura 44 Esquema eléctrico de fuerza	59
Figura 45 Simulador del programa PLC DELTA CON WPLSOFT	60
Figura 46 Ladder Diagram Mode.....	60
Figura 47 Compilación del Diagrama Ladder.....	62
Figura 48 Simulación del Ladder Diagram Mode STOP.....	63
Figura 49 Simulación del Ladder Diagram Mode RUN	63
Figura 50 Bloque de paros	64
Figura 51 Selector en modo manual.....	64
Figura 52 Selector manual de la bomba jockey	65
Figura 53 Selector manual de la bomba principal.....	65
Figura 54 Selector en modo automático.....	66
Figura 55 Funcionamiento con el presostato de la bomba jockey	66
Figura 56 Funcionamiento del presostato de la bomba principal	67
Figura 57 Paro del SCI.....	67
Figura 58 Modo de prueba	68
Figura 59 Supervisor de tensión.....	69
Figura 60 Breaker doble.....	70
Figura 61 Fuente delta.....	70

Figura 62 Relé de voltaje	70
Figura 63 Relé del presostato de la bomba jockey.....	71
Figura 64 Relé del presostato de la bomba principal	71
Figura 65 Relé soft started start	71
Figura 66 Relé de nivel	72
Figura 67 PLC DELTA DVP 20EX.....	72
Figura 68 Pantalla HMI.....	72
Figura 69 Switch paro	73
Figura 70 Selector manual – automático.....	73
Figura 71 Breaker de 175A	73
Figura 72 Arrancador suave S.S.MCD500	74
Figura 73 Guardamotor	74
Figura 74 Contactor de 220v.....	74
Figura 75 selector manual	75
Figura 76 Indicador de falla térmica	75
Figura 77 Indicador de falla de fase	75
Figura 78 Indicador de nivel bajo	76
Figura 79 Indicador de bomba	76
Figura 80 Antigua conexión de los tableros de control del SCI	76
Figura 81 Conexiones con el alambre flexible N°18 AWG	77
Figura 82 Prueba de continuidad con el multímetro	77

Figura 83 Nuevas conexiones realizadas en los tableros de control SCI.....	78
Figura 84 Colocación de la bandeja portacables en el área exterior	79
Figura 85 Mecanizado de tol galvanizado	79
Figura 86 Colocación de la bandeja mecanizada	79
Figura 87 Perforación de la pared	80
Figura 88 Cableado	80
Figura 89 Rectificación de fallas.....	80
Figura 90 Sensor de nivel.....	81
Figura 91 Pintado	81
Figura 92 Señalética de los tableros.....	82
Figura 93 Señalética de seguridad.....	82
Figura 94 Transferencia del programa	83
Figura 95 Esquema tablero de control SIC-TBP.....	84
Figura 96 Esquema tablero de control SIC-TBP.....	85
Figura 97 Operación HMI.....	86

RESUMEN

El presente proyecto: “ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO CONTRA INCENDIOS UTILIZANDO UNA BOMBA JOCKEY PARA EL CENTRO DE SALUD N°1 DE INGAHURCO, CIUDAD DE AMBATO”, se llevó a cabo después de una exhaustivo análisis e inspección visual, lo cual se determinó la necesidad de elevar el nivel de protección y seguridad de sus ocupantes, equipos existentes, edificación, por esta razón que la presente investigación este desarrollada de la siguiente manera: En el Capítulo I se mencionan los antecedentes, planteamiento del problema, justificación, objetivos y alcance. En el Capítulo II se menciona la teoría referente al Sistema Contra Incendios, la bomba jockey, bomba principal, los tableros de control, presostatos, tubería, sprinkler, relé, contactor, PLC y HMI. En el Capítulo III se presenta la descripción de referencias del centro de salud, desarrollo del trabajo, planos, nuevos diseños de los esquemas eléctricos de control, programación, actividades realizadas en el SCI, actualizaciones del SCI, señalética y funcionamiento. Adicionalmente se utilizará el sensor de nivel (boya) como reemplazo del electronivel obsoleto con el que cuenta el sistema. En el Capítulo IV encierra las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y los anexos.

PALABRAS CLAVES:

- ✓ **Sistema Contra Incendios**
- ✓ **Bomba jockey**
- ✓ **Sprinkler**
- ✓ **Esquemas eléctricos**

ABSTRACT

The present project: "ANALYSIS AND IMPLEMENTATION OF AN AUTOMATIC FIRE CONTROL SYSTEM USING A JOCKEY PUMP FOR HEALTH CENTER N ° 1 OF INGAHURCO IN AMBATO CITY", was carried out after an exhaustive analysis and visual inspection, which determined the need to raise the level, of the protection and safety of its occupants, existing equipment, building, for this reason that present research was developed as follows: In Chapter I the antecedents, the problem statement, justification, objectives and scope are mentioned. Chapter II defines the theory regarding the Fire System, the jockey pump, main pump, control panels, pressure switches, pipe, sprinkler, relay, contactor, PLC and HMI. Chapter III presents the description of references of the health center, work development, plans, new designs of the electrical control schemes, programming, activities carried out in the SCI, updates of the SCI, signage and operation. Additionally, the level sensor (buoy) will be used as a replacement for the obsolete electron level which the system counts. Chapter IV contains the conclusions, recommendations, bibliography and annexes.

KEYWORDS:

- ✓ **Fire Protection System**
- ✓ **Jockey pump**
- ✓ **Sprinkler**
- ✓ **Electrical diagrams**

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

TEMA:

Análisis e implementación de un sistema de control automático contra incendios utilizando una bomba jockey para el centro de salud N°1 de Ingahurco de la ciudad de Ambato

1.1 Antecedentes

El centro de salud N°1 de la ciudad de Ambato fundado el 4 de junio de 1965, funcionaba en el sector de la Medalla Milagrosa según su infraestructura estuvo diseñada para 20 años de servicio. Con el paso del tiempo las instalaciones de la mencionada casa de salud, han cumplido su vida útil y necesitaba un cambio, actualmente las edificaciones fueron trasladadas al sector de Ingahurco ubicado en la calle Chile y Colombia donde opera actualmente. Dichas instalaciones fueron donadas por parte de la Universidad Técnica de Ambato (UTA) aproximadamente hace 5 años atrás.

Esta casa de salud dispone de un área de 790.9 m², con una construcción de 2.000 m², la estructura del edificio es mixta, es de estructura metálica y de hormigón armado, cuenta con diferentes plantas como son: subsuelo, primera planta, segunda planta, tercera planta, cada una de ellas cuentan con sus respectivas áreas de salud distribuidas de acuerdo a sus necesidades. Dicha institución posee sistemas como son: sistema eléctrico, sistema sanitario, sistema contra incendios, sistema hidráulico.

En la actualidad algunos de estos sistemas se encuentran deshabilitados por falta de un mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo. Debido a que esta casa de salud no cuenta con un técnico calificado para realizar las correspondientes inspecciones e mantenimientos de los sistemas mencionados con anterioridad, por lo cual se halla fuera de servicio.

1.2 Planteamiento del problema

En el centro de salud N°1 del sector Ingahurco de la ciudad de Ambato el mismo que en su interior se encuentran instalados varios sistemas como son: eléctrico, sanitario, hidráulico y contra incendios; los mismos que no poseen un correcto acabado en cada una de las instalaciones, lo que no permite que esta casa de salud trabaje en óptimas condiciones y brinde seguridad en su entorno.

Estas edificaciones no cuentan con un sistema contra incendios necesario para un eficiente y seguro funcionamiento, por lo cual los pacientes, personal administrativo, médico y visitantes están expuestos a incidentes y accidentes por algún tipo de anomalía que pueda suscitarse dentro del hospital, dichas instalaciones no cuentan con el presupuesto apropiado para realizar el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo en ellos.

La inconsistencia del sistema de protección contra incendios (SCI) se dio debido a que las instalaciones no están debidamente estructuradas, por lo cual existe en la tubería fugas de agua en el que es necesario el uso de pequeños materiales para su sellado e impermeabilizado, por otra parte se debe considerar que esta institución no tiene los permisos de operación y funcionamiento correspondientes.

La falta de mantenimiento permanente en el sistema contra incendios dificulta su correcta operación y funcionamiento, debido a que se encuentra inconcluso y con el paso del tiempo se ha deteriorado las instalaciones eléctricas y mecánicas de dicho sistema; la parte exterior del (SCI) se encuentra a la interperie la cual es afectada por aspectos climatológicos.

1.3 Justificación

El presente trabajo se justifica en medida que los sistemas de prevención y protección contra incendios contribuyan a minimizar y mitigar la acción del fuego, para de esta manera proteger tanto a las edificaciones como a los seres humanos y dar respuesta a cada situación de emergencias que se puedan presentar. Así mismo, que contribuya a mejorar las condiciones de trabajo, elevar el nivel de protección y seguridad tanto del personal médico, administrativo, de seguridad, pacientes, estudiantes y visitantes.

Por tal motivo es de vital importancia garantizar la correcta instalación, funcionamiento y cumplimiento de las normas NFPA exigidas, las personas que serán beneficiadas por la repotenciación de este sistema son los pacientes, el personal que labora dentro de estas instalaciones y también los equipos que son utilizados en el mismo.

El buen funcionamiento de un SCI en este tipo de edificaciones es una prioridad para el bienestar de cada una de las personas que laboran en el mismo. Basados en la respectiva información y selección del sistema para la mitigación y extinción de incendios y aportando el diseño de esquemas eléctricos que componen los tableros de control los mismos que intervienen en el sistema de bombeo el cual debe brindar confiabilidad y fiabilidad según el (REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Analizar e implementar un sistema de control automático contra incendios utilizando una bomba jockey en el centro de salud N°1 de Ingahurco de la ciudad de Ambato, para garantizar la protección e integridad de las personas y equipos.

1.4.2 Objetivos específicos

- Indagar las características que tiene el sistema de protección contra incendios mediante un estudio o levantamiento de información para su correcta repotenciación.
- Diseñar esquemas eléctricos de control del sistema de protección contra incendios para su correcta instalación mediante la aplicación de la normativa IEEE.
- Implementar el sistema de protección contra incendios de acuerdo a la normativa NFPA del centro de salud N°1 para garantizar la protección e integridad de las personas y equipos.

1.5 Alcance

El presente proyecto contempla la ejecución de las distintas fases del proceso mediante el estudio realizado en el CENTRO DE SALUD N°1 DE INGAHURCO DE LA CIUDAD DE AMBATO; donde se realizará un análisis describiendo la mejor solución para la adecuación del sistema contra incendios. El presupuesto con el que se cuenta, son recursos propios de los estudiantes ya que el centro de salud donde se ejecutara el proyecto no cuenta con un presupuesto propio. Después de una inspección visual previa de las instalaciones la limitante es la falta de una repotenciación del sistema de control automático, equipo de bombeo y redes de distribución, de acuerdo a las Normas Internacionales NFPA (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Sistema contra incendios

Un sistema de protección contra incendios es el conjunto de medidas que se disponen en edificaciones, fábricas, construcciones, y todo tipo de entidades para protegerlos contra la acción del fuego. Generalmente, con ellas se trata de conseguir tres fines:

- Salvar vidas humanas.
- Minimizar las pérdidas económicas producidas por el fuego.
- Conseguir que las actividades de las empresas puedan reanudarse en el plazo de tiempo más corto posible.

Para poder determinar las medidas de prevención y protección necesarias para controlar los riesgos de incendio en las instituciones, se debe evaluar el grado de riesgo, para así, tomar las medidas adecuadas según el caso. Para esto se debe considerar lo siguiente:

- El riesgo de que el incendio se inicie.
- El riesgo de que el incendio se propague. (Guerrero, 2009)

2.2 Tipos de sistema contra incendio

Sistemas diseñados en función a los riesgos a proteger, ya que la protección contra incendios requerido es distinto. Éste tipo de instalación asegura un enfriamiento y limita la formación de humos tóxicos en los incendios.

- Sistema de Tubería Mojada.
- Sistema de Preacción.
- Sistemas de Diluvio.
- Sistema de Tubería Seca.
- Sistema de Rociadores de Espuma. (VIKING Trusted above all, 2005)

Descripción del funcionamiento del sistema.- Cuando el fuego activa el detector, se envía una señal al panel de control. Éste manda las señales de alarma correspondientes y al mismo tiempo, activa la válvula de solenoide. La cámara de cebado de la válvula de diluvio pierde agua a mayor velocidad de la que entra por el orificio de restricción, permitiendo que la válvula se abra. El agua se distribuye por las tuberías pero no se descarga hasta que algún rociador se dispare.

La válvula de corte de cebado mantiene la cámara de cebado sin presión una vez disparado el sistema. Los sistemas de preacción pueden ser equipados con sistemas de detección eléctricos o neumáticos, y pueden ser configurados con interbloqueo simple o doble. (VIKING Trusted above all, 2005)



Figura 2 Sistema de preacción

Fuente: https://vikingiberica.com/sis_12.html

2.2.3 Sistema de diluvio

Ocupado para enfriamiento y control de incendios en tanque de almacenamiento de combustibles líquidos, hangares de aviones, plantas petroquímicas.

Descripción del funcionamiento del sistema.- Cuando se activa el elemento de disparo de temperatura fija a causa de un incendio, se libera la presión del sistema de actuación neumática de modo que disminuye la presión de la cámara de cebado

permitiendo la apertura de la válvula de diluvio. El flujo de agua activa un presostato que hace sonar una alarma eléctrica o pone en funcionamiento una alarma hidromecánica, o ambas simultáneamente. El agua llega a todos los rociadores abiertos y a las boquillas. La válvula de corte de cebado mantiene la cámara de cebado sin presión una vez disparado el sistema. (VIKING Trusted above all, 2005)

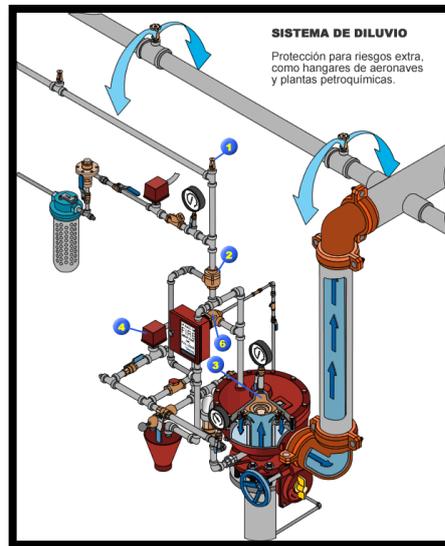


Figura 3 Sistema de diluvio

Fuente: https://vikingiberica.com/sis_12.html

2.2.4 Sistema de tubería seca

El sistema de tubería seca se instala con frecuencia en áreas sometidas a bajas temperaturas con riesgo de heladas, tales como almacenes sin calefacción, muelles de carga y estadios al aire libre.

Descripción del funcionamiento del sistema.- Cuando un rociador se activa, la pérdida de presión en el sistema permite la apertura de la clapeta de la válvula, llenando el sistema con agua. En sistemas grandes se puede incorporar un acelerador para aumentar la velocidad de apertura de la válvula. Un dispositivo integral anti-inundación evita los problemas de paso de agua al acelerador. El flujo de agua desde la cámara intermedia de la válvula activa un presostato que hace sonar la alarma eléctrica, o bien activa una alarma hidrodinámica, o ambas simultáneamente. (VIKING Trusted above all, 2005)

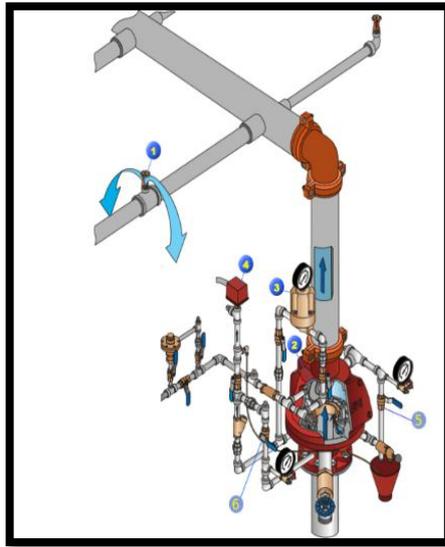


Figura 4 Sistema de tubería seca

Fuente: https://vikingiberica.com/sis_11.html

2.2.5 Sistema de espuma

Sistema ocupado en áreas de manejo de combustibles. La espuma sella el vapor que se genera sobre el incendio en combustibles, impide el ingreso del oxígeno sofocando el incendio, debido a la formación de película acuosa a base de aire, agua y solución de espuma.

Descripción del funcionamiento del sistema.- En el momento en el que se activa un detector, la válvula principal del sistema se abre debido a la pérdida de presión de la cámara de cebado. Esta pérdida de presión, es detectada también por la cámara de cebado de la válvula de control de espumógeno recubierta con Halar, permitiendo su apertura simultánea y haciendo que el espumógeno se introduzca en el sistema de rociadores. Al mismo tiempo, en el tanque de diafragma se presuriza la cavidad entre la pared interior del tanque y la membrana, lo que fuerza al espumógeno a que salga hacia el proporcionador.

El paso de agua por la zona venturi del proporcionador causa una caída de presión controlada que extrae el espumógeno y lo mezcla con el agua en la proporción establecida. A partir de ese momento, la solución espumante pasa al sistema

descargándose por las boquillas o rociadores abiertos. (VIKING Trusted above all, 2005)

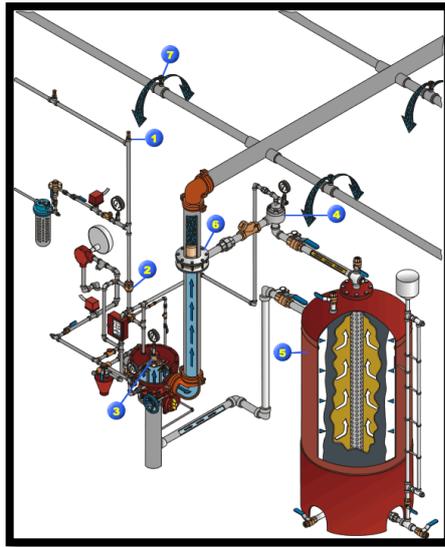


Figura 5 Sistema de espuma

Fuente: https://vikingiberica.com/sis_17.html

2.3 Componentes de un sistema contra incendio

Pese a la diversidad a los sistemas contra incendios es muy amplia, hay componentes generales que son comunes en la mayoría de los sistemas entre ellos se encuentran:

- Gabinetes contra incendio
- Siamesas
- Hidrantes
- Bocas de fuego

2.3.1 Gabinetes de incendios

Junto a los sistemas de rociadores es usual encontrar gabinetes o bocas de fuego equipados contra incendios al tratarse de sistemas mixtos, una breve descripción. Hay diferentes tipos de acuerdo al riesgo, constan de: llave de hidrante, manguera semirrígida, llave de sujeción, pistón de niebla, hacha y extintor, éste último de acuerdo a la clase de fuego. (Pérez, 2010)

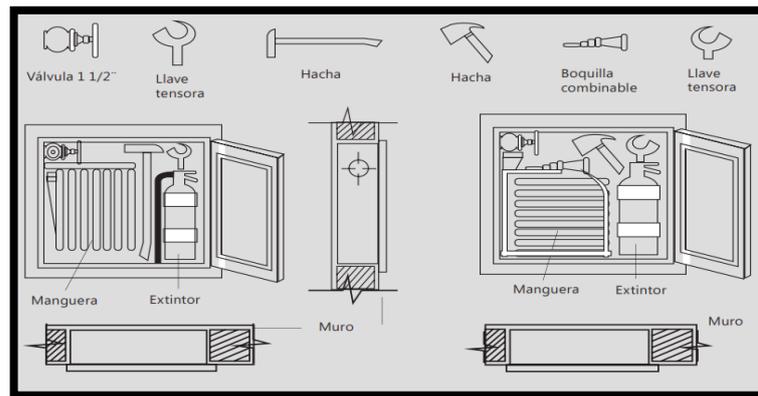


Figura 6 Gabinetes de incendios

Fuente: (Pérez, 2010, pág. 229)

2.3.2 Siamesas

Accesorio instalado en la fachada de la edificación, consta de dos entradas y válvula de retención conectadas al sistema de extinción de incendios. Estos aparatos son instalados para uso del cuerpo de bomberos en el suministro adicional de agua. (Pérez, 2010)

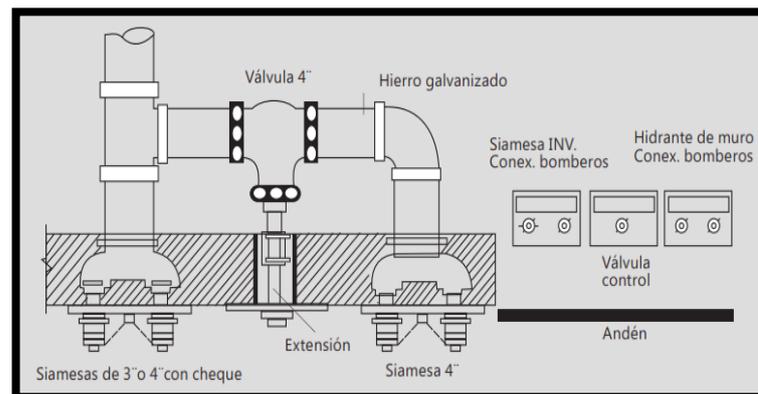


Figura 7 Siamesas

Fuente: (Pérez, 2010, pág. 228)

2.3.3 Hidrantes

Su función y conexión a la red de abastecimiento de agua es idéntica a la de las BIES, aunque a diferencia de éstas, se encuentran instalados en los exteriores de los edificios, para que acceda el personal de extinción y conecte en él las mangueras de extinción. (EBARA, 1996)



Figura 8 Hidrante

Fuente: <http://www.eic.cat/gfe/docs/11063.pdf>

2.3.4 Bocas de fuego

Se trata de un equipo de extinción y se encuentran destinadas y dispuestas para distribuir el agente extintor (agua) en un área limitada. Se disponen de manera fija a la pared y están conectadas directamente a la red de abastecimiento de agua. Consta de un armario metálico resistente y con frente de cristal con puerta que aloja en su interior una devanadera metálica y giratoria, en la que se enrolla una manguera conectada a la red de suministro mediante una válvula de paso, junto a un manómetro que nos indica la presión disponible en la red. La manguera lleva conectada a su extremo opuesto una lanza, cuya misión es proyectar el chorro de agua y en su caso pulverizarlo, realizándose la conexión por medio de racores metálicos. (EBARA, 1996)



Figura 9 Bocas de fuego

Fuente: <http://www.eic.cat/gfe/docs/11063.pdf>

2.4 Bombas

Las bombas para combatir incendios, deben ser diseñadas para cumplir con las especificaciones de caudal, presión, etc. Y pueden ser centrífugas rotatorias o de pistón. (Pérez, 2010)

2.5 Tipos de bombas

Existen diversos tipos de bombas y aplicaciones en los sistemas de agua. Las bombas que se utilizan para transportar agua a través del sistema están dentro de la categoría de desplazamiento variable o centrífugas. (Hidráulica alsina, s.a., 1978).

Esquema de instalación de accesorios según norma NFPA-20.

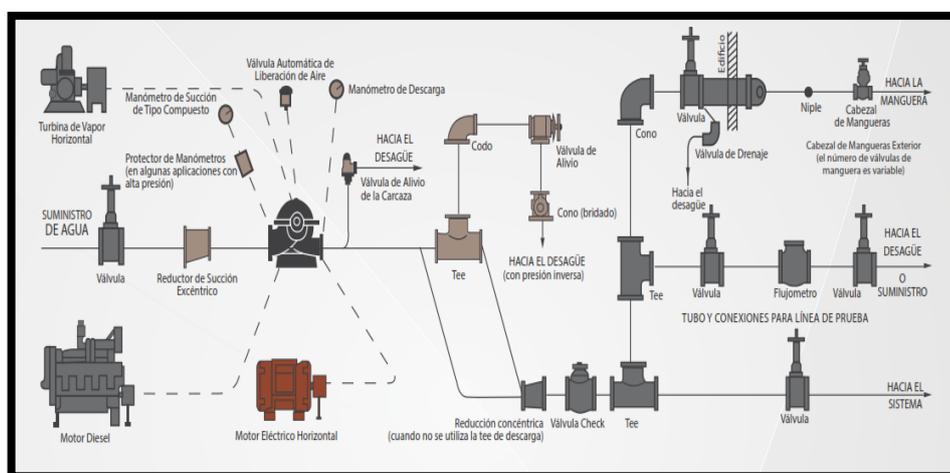


Figura 10 Esquema de instalación de accesorios de una bomba

Fuente: <http://www.vogt.cl/catalogos/Catalogo-SISTEMA-CONTRA-INCENDIO-vogt.pdf>

2.5.1 Bomba principal

Su función es suministrar el caudal de agua necesario a la presión suficiente que precise la instalación, en cada uno de los puntos de suministro (mangueras, hidrantes, Sprinklers, etc...). Una vez que la bomba principal está en marcha su parada ha de realizarse manualmente, aun cuando ya no sea necesario el suministro de agua.

Los grupos de bombeo principales arrancarán automáticamente (por caída de presión en la red o por demanda de flujo) y la parada será manual. (EBARA, 1996)

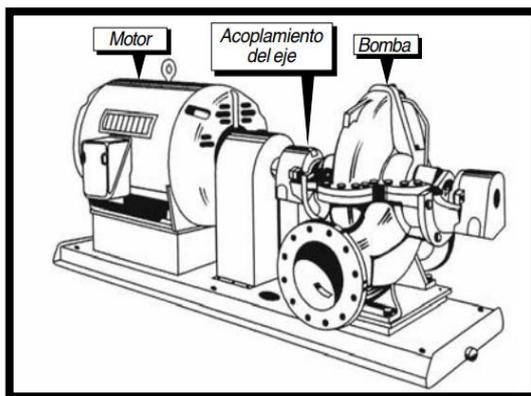


Figura 11 Bomba principal

Fuente: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/fulltext/inspecciones/lec4.pdf>

2.5.2 Bomba jockey

Se utiliza para compensar pérdidas de agua y mantener la presión de la red del sistema de protección contra incendios. Por eso su importancia, ya que las bombas principales no están diseñadas para estos menesteres.



Figura 12 Bomba jockey

Fuente: <https://www.prefire.es/qds/QDS-Bombajockey.pdf>

2.5.2.1 Funcionamiento

Se trata de una bomba con motor eléctrico y, al igual que las bombas principales, aspira agua del abastecimiento y la impulsa a la red de protección contra incendios. La puesta en marcha se lleva a cabo de forma automática al igual que las bombas principales, pero ésta es capaz de parar de funcionar de forma

automática una vez obtenida la presión de tarado de los presostatos de arranque/paro. La bomba jockey habitualmente comparte el cuadro de control eléctrico con una de las bombas eléctricas principales en el que se podrá seleccionar modo de funcionamiento automático o manual, consultar el número de arranques de la bomba, información importante que nos informará en caso de numerosos arranques de la posible existencia de fugas en la instalación. (Prefire S.L., 1999)



Figura 13 Funcionamiento de la bomba jockey

Fuente: <https://www.prefire.es/qds/QDS-Bombajockey.pdf>

2.5.2.2 Dimensionamiento

Según la norma UNE 23500:2012 la bomba jockey ha de empezar a funcionar cuando la presión de tarado (presión a caudal 0) haya disminuido al 90% y ha de parar de funcionar de forma automática a una presión comprendida entre 0,8 bars y 1,5 bars por encima de la presión de arranque. Según norma UNE EN 12845:2005+A2 el caudal a aportar por esta bomba debe ser inferior al caudal y presión para el funcionamiento de un rociador ya que impedirá la puesta en marcha de la bomba principal. En cambio, según otras normativas de carácter internacional establecen el caudal de la bomba entre 2% a 10% del caudal nominal de la bomba principal. (Prefire S.L., 1999)

2.6 Tubería

Es de vital importancia el diseño e instalación de tuberías horizontales y verticales contra incendios en edificios altos. El fuego, especialmente en este tipo de edificaciones, puede empezar en algún punto cerrado, que dada su ubicación no

pueda ser alcanzado por el agua bombeada por el equipo del cuerpo de bomberos. En estos casos la solución es instalar un tubo vertical perforado dentro del edificio. Estos tubos verticales con diseño apropiado proporcionan abastecimiento adecuado para dominar el fuego rápidamente. (Pérez, 2010)

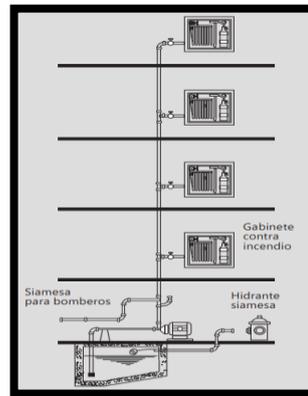


Figura 14 Tubería del sistema contra incendios

Fuente: (Pérez, 2010)

2.7 Cisterna o depósito

Es una reserva de agua a presión que controla que la bomba jockey no esté arrancando y parando continuamente en el caso de existir una fuga o pequeña demanda de agua, a la vez que hace la función de colchón amortiguador en la instalación evitando las variaciones bruscas de presión, facilitando la regulación de los presostatos y aminorando efectos indeseados como el “golpe de ariete”

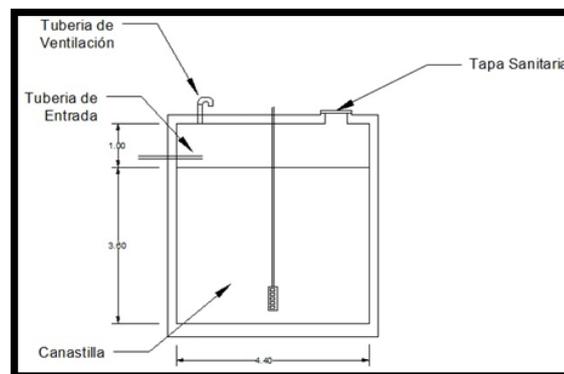


Figura 15 Cisterna o depósito

Fuente: <http://proyectopariachi.blogspot.com/2012/05/alternativa-de-solucion-i.html>

2.8 Rociadores

Los rociadores automáticos son dispositivos termosensibles diseñados para reaccionar a temperaturas predeterminadas produciendo en forma automática la liberación de un chorro de agua que distribuyen en formas y cantidades específicas sobre zonas designadas; los rociadores automáticos distribuyen agua automáticamente sobre un fuego para extinguirlo totalmente o para impedir su propagación en caso de que el foco inicial estuviera fuera de su alcance o si el fuego fuese de un tipo que no se pudiese extinguir por medio del agua descargada por los rociadores. El agua pasa a las boquillas de descarga de los rociadores a través de un sistema de tuberías, generalmente suspendido o elevado, estando los rociadores conectados a intervalos a lo largo de las tuberías. (Botta, 2011)

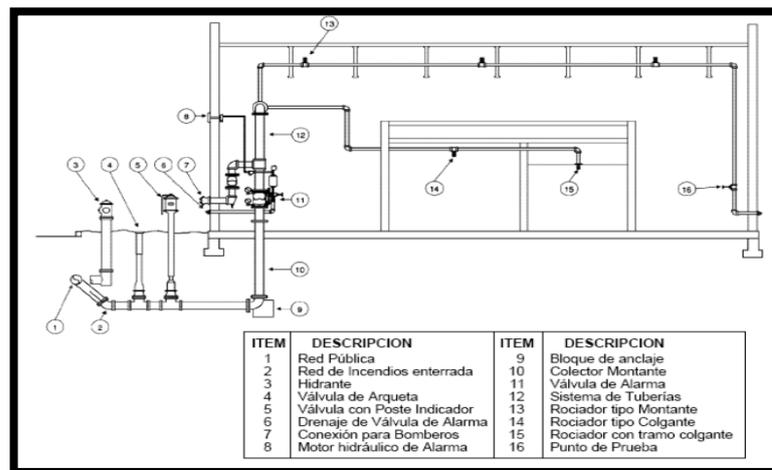


Figura 16 Componentes de un sistema de rociadores automáticos

Fuente: (Botta, 2011)

2.9 Tipos básicos de rociadores

En condiciones normales, la descarga de agua de los rociadores automáticos se impide por medio de una válvula que se mantiene rígidamente unida contra el orificio de descarga por medio de un sistema de palancas y de enlaces que la oprimen y la retienen firmemente por medio de varillas de sujeción. Existen dos modelos de rociadores en función de cómo es la apertura. (Botta, 2011)

2.9.1 Rociadores de enlace fusible

El rociador automático de enlace fusible común actúa al fundirse una aleación metálica cuyo punto de fusión está predeterminado. Diversas combinaciones de palancas, varillas y enlaces y otros miembros soldados sirven para producir la fuerza que actúa sobre la aleación fusible de modo que el rociador se mantenga cerrado por medio de la menor cantidad de metal que sea compatible con la seguridad. Así se reduce al mínimo el tiempo de actuación. (Botta, 2011)



Figura 17 Rociadores de enlace fusible

Fuente: (Botta, 2011)

2.9.2 Rociadores de ampolla

Otro tipo de rociador automático tiene como elemento funcional un bulbo frágil o ampolla de vidrio. El pequeño bulbo de vidrio contiene un líquido pero no está totalmente lleno, puesto que queda atrapada en su interior una pequeña burbuja de aire. Al expandirse el líquido a causa del calor, la burbuja se comprime y finalmente el líquido la absorbe.

La presión aumenta rápidamente y el bulbo se rompe, soltando la caperuza de la válvula. La temperatura exacta de activación se regula graduando la cantidad de líquido y el tamaño de la burbuja en el momento de sellarse el bulbo.



Figura 18 Rociadores de ampolla

Fuente: <https://news.thomasnet.com/fullstory/pendent-sprinkler-features-decorative-finishes-21190>

La norma UNE 12845 establece que se deben emplear rociadores avientes una temperatura de funcionamiento ligeramente superior a 30° C por encima de la temperatura ambiente más alta prevista. Además la norma UNE 12259 proporciona la siguiente tabla para la selección del rociador adecuado.

Tabla 1: Temperatura de los rociadores

Rociadores de ampolla		Rociadores de fusible	
Columna 1 Temperatura nominal de actuación °C	Columna 2 Código de color del líquido	Columna 3 Temperatura nominal de actuación en el rango °C	Columna 4 Código de color en el brazo
57	naranja	57 a 77	s/color
68	rojo	80 a 107	blanco
79	amarillo	121 a 149	azul
93	verde	163 a 191	rojo
100	verde	204 a 246	verde
121	azul	260 a 302	naranja
141	azul	320 a 343	negro
163	malva		
182	malva		
204	negro		
227	negro		
260	negro		
286	negro		
343	negro		

Fuente: <https://www.upct.es/~orientap/Protec%20CC2.pdf>

2.10 Presostatos

Son interruptores automáticos que actúan en función de la presión y ordenan la puesta en marcha de las bombas. Se regularán en función del punto de trabajo determinado para la instalación.

Están diseñados para ser utilizados en puntos donde es necesario realizar el control de presión y/o tener señal de alarma de la presión de proceso en donde se requiera un equipo estanco o bien en las más exigentes donde se requiera un equipo antiexplosivo. En cuanto a los materiales que estén en contacto con el proceso pueden ser de bronce para los casos en que el proceso lo permita o de acero inoxidable para condiciones de proceso más agresivas. (EcuRed, 2012)



Figura 19 Presostato

Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-631151985-presostato-para-agua-bomba-italtecnica-pt5-_JM

2.11 Cuadros eléctricos de control

Su función es el control, maniobra y protección de los distintos elementos que componen el grupo contraincendios. Dependiendo de las características del grupo el cuadro puede presentar diferentes componentes pero básicamente se compone de bornero de conexiones, fusibles de protección, Contactores, protectores magneto térmicos, transformador, batería, cargador de batería, sirena, etc. (EBARA, 1996)

2.11.1 Cuadros eléctricos de la bomba jockey y bomba principal

- Interruptor general: Conexionado directamente a la acometida, al desconectarlo quitamos corriente a todo el cuadro.
- Contactores de arranque: Para el circuito de fuerza permitiendo el arranque de las bombas, en directo o estrella-triángulo dependiendo de las potencias.
- Fusibles de protección

- Fusibles de fuerza: Protegiendo al motor principal.
- Fusibles de mando: Para protección de los elementos de mando y maniobra.
- Disyuntor regulable: Protección del motor de la bomba jockey contra cortocircuito y sobrecalentamiento por exceso de consumo.
- Amperímetro: Lectura de la intensidad absorbida por el motor principal.
- Voltímetro: Provisto de conmutador para medición de la tensión entre fases y entre fase y neutro.
- Relés de maniobra: Interruptores automáticos que controlan toda la maniobra del cuadro, de gran fiabilidad y fácilmente intercambiables.
- Selectores
- Bomba Principal: 3 posiciones manual-0-automático
- Bomba Jockey: 3 posiciones manual-0-automático
- Pulsador de prueba: Lámparas y silenciado de sirena.
- Cuenta impulsos: Totalizador de arranques efectuados por la bomba jockey.
- Sirena de alarmas: De alto nivel sonoro.
- Cuadros eléctricos de la bomba jockey y bomba principal (EBARA, 1996)



Figura 20 Cuadro eléctrico de control

Fuente: <https://www.bombashasa.com/imag/cat-especificos/catalogo2.pdf>

2.12 Contactor

El contactor es un aparato designado a cerrar o interrumpir la corriente en uno o más circuitos eléctricos. Si la forma de apagar o interrumpir los circuitos es por separación de elementos mecánicos, el contactor será de contactos mecánicos. Un contactor en el cual la fuerza para cerrar los contactos principales es provisto por un electroimán. Estos dispositivos tienen regreso propio cuando el electroimán es desactivado. (Célleri Pesantez, 1975)



Figura 21 Contactor

Fuente: <http://www.areatecnologia.com/electricidad/contactor.html>

2.13 Relé

Los relés son los dispositivos destinados a producir determinadas modificaciones, cuando se cumplen ciertas condiciones en un circuito eléctrico que influyen sobre él, en el mismo circuito o en otro distinto. El circuito sobre el que actúa el relé sirve de control o de señalización. Es el mundo de los automatismos industriales. Un relé electromagnético como aquél interruptor mandado a distancia, que vuelve a la posición de reposo cuando la fuerza de accionamiento deja de actuar sobre él.

El relé como el dispositivo destinado a producir determinadas modificaciones, cuando se cumplen ciertas condiciones en un circuito eléctrico que influyen sobre él, en el mismo circuito o en otro distinto. El circuito sobre el que actúa el relé sirve de control o de señalización. (París, 2003)



Figura 22 Relé

Fuente: <http://www.disai.net/producto/reles-electromecanicos-comat-releco/>

2.14 PLC DELTA DVP-EX

La serie EX es la MPU analógica. Además de admitir entradas y salidas digitales, la serie EX tiene incorporados múltiples canales de E / S analógicas e integra una variedad de protocolos de comunicación para construir una red de control completa. La serie EX es adecuada para todo tipo de aplicaciones PLC pequeñas. (Delta Electronics, Inc, 2018)



Figura 23 PLC delta DVP-EX

Fuente: (Delta Electronics, Inc, 2018)

2.15 Pantalla HMI DELTA

El sistema cuenta con una pantalla HMI (Human machine interface), en la cual se puede monitorear valores de presión en la línea, visualizar que se ejecute la prueba semanal del sistema, encender en modo manual la bomba principal y visualizar el comportamiento de los presostatos. (Vilca & Castro, 2018)



Figura 24 Pantalla HMI DELTA

Fuente: (Tesistas, 2018)

2.16 Fuente DELTA de 220V AC – 24V DC

Este producto proporciona una salida ajustable capaz de operar a partir de voltajes de entrada a 85-264 V CA, y un amplio rango de temperatura de -20°C a 75°C . Con un diseño de carcasa de plástico robusto y compacto que cumple con los requisitos de choque y vibración (en de conformidad con IEC60068-2-27 e IEC60068-2-6, respectivamente), y el ensamblaje de PCB con revestimiento de conformación, este diseño de vanguardia está bien adecuado para una amplia variedad de aplicaciones industriales en todo el mundo. (TECHNICAL DATASHEET, 2012)



Figura 25 Fuente delta

Fuente: (TECHNICAL DATASHEET, 2012)

2.17 Disyuntor

Los interruptores son los elementos cuya función es desconectar los circuitos bajo condiciones de corriente nominal, vacío o cortocircuito, es decir, con condiciones normales o anormales”. En el momento de operación de los disyuntores bajo condiciones de carga o por despejar una falla, al abrir sus contactos en ellos se produce un fenómeno de gran magnitud llamado arco eléctrico, fenómeno eléctrico que representa una condición desfavorable para los disyuntores. (ENRIQUEZ, 2011)



Figura 26 Disyuntor

Fuente: <https://luipermom.wordpress.com/2010/08/09/interruptores-magnetotermicos-y-diferenciales/>

2.18 Arrancador suave MCD500

Los arrancadores suaves limitan la corriente y el par de arranque permitiendo ejercer un control de la tensión desde 0 hasta la nominal para el arranque y al revés para la parada. Regula el voltaje de modo que el motor recibe primero una oleada de baja tensión, que va ascendiendo hasta que el motor empieza a girar, ahorrando en el desgaste y a menudo colaborando a que los componentes electrónicos duren más tiempo. Mediante el control progresivo de la tensión de alimentación, se logra la adaptación del motor al comportamiento de la carga de la máquina accionada. El arranque y parada suave cuida de los dispositivos. (Iguenes, 2015)



Figura 27 Arrancador suave

Fuente: <https://www.fluitronic.es/arrancador-suave-mcd500-200-575-v-3ph-110-kw-215-a-175g5536>

CAPITULO III

DESARROLLO DEL TEMA

SECCIÓN 1: TÉRMINOS DE REFERENCIA

3.1 Referencias del centro de salud

En los predios de Ingahurco, en el cantón Ambato, se llevó a cabo, la planificación de un Policlínico destinado a brindar servicios médicos, además consta con un área de Consultorios.

El Policlínico se divide en cuatro plantas.

El proyecto de instalaciones de Baja Tensión está formado por los sistemas eléctricos que comprenden alimentador principal y tablero de medida, alimentadores y tableros secundarios, iluminación interior, exterior, salidas de tomacorrientes normales y salidas especiales.

3.2 Ubicación

El centro de salud en referencia se encuentra ubicado en la calle Chile y Colombia, en el sector de Ingahurco, en la ciudad de Ambato.

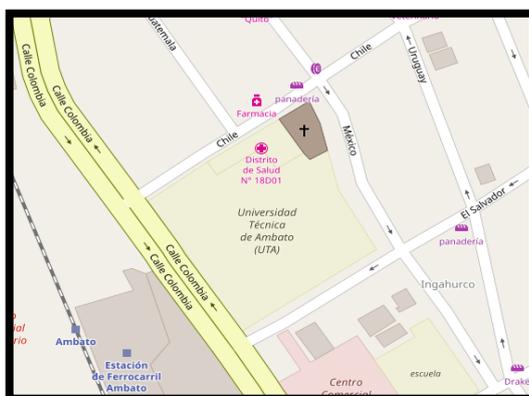


Figura 28 Ubicación del Centro de Salud

Fuente: <https://www.ubica.ec/info/CENTRO-DE-SALUD-INGAHURCO>

3.3 Características de la construcción

El centro de salud dispone de un área de 790.9 m². Con una construcción de 2.000 m². Aproximadamente, la estructura del edificio será mixta, es de estructura metálica y de hormigón armado.

Este centro de salud contará con servicios distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 2: Distribución de servicios

PLANTAS	UTILIZACIÓN
PLANTA SUBSUELO	Rayos x, quirófano, fisioterapia, bodega central, centro de cómputo, cuarto de ups, lavandería, sala de labor y recuperación, electrocardiograma y encefalograma
PLANTA BAJA N+0.20	Auditorio, aula didáctica, laboratorio, emergencia, farmacia, casa de máquinas, baños públicos.
PLANTA ALTA +3.34	Área administrativa, dirección, subdirección, archivo, biblioteca y hemeroteca, MED line internet, baños públicos
PLANTA ALTA +6.68	Área de consultorios, baños públicos

Fuente: (Tesis, 2018)

3.4 Características del SCI

Se procedió a la inspección visual del SCI en el lugar a realizar el proyecto de titulación donde se observaron varios inconvenientes, los cuales se mencionaran a continuación.

- El SCI no está en condiciones para su funcionamiento.
- La tubería de Acero inoxidable no está sellada en el patio del SCI.
- La cisterna está en una pésima condición, por el motivo de que no se realizaba mantenimiento.
- Los tableros del SCI no se encontraban en funcionamiento, por la razón que no está energizado y algunas de sus conexiones estaban desconectadas.

- El centro de salud no cuenta con los planos eléctricos, mecánicos, hidráulicos de la edificación los cuales eran necesarios para poder guiarnos con la tubería SCI.



Figura 29 Inspección visual del SCI

Fuente: (Tesis, 2018)

SECCIÓN 2: CÁLCULOS

3.5 Hidráulica

La hidráulica en la protección contra incendios se encarga de estudiar el flujo de agua que pasa por tuberías y orificios, tales como mangueras, rociadores. A continuación se describen los cálculos.

3.6 Determinación de una bomba por el método del peso específico

Formula de la potencia teórica:

$$P_{teorica} = Ha * p * g * Q$$

Dónde:

- Ha = altura de bombeo
- p = densidad de agua
- g = coeficiente de gravedad
- Q = caudal

Potencia real:

$$P_{real} = \frac{P_{teorica}}{(\%)}$$

Dónde:

- (%) eficiencia (85%)

Cálculo de potencia teórica:

- Digamos que tenemos una altura de bombeo a 12,3m
- El caudal será para un sistema clase I: 65 lts/seg llevarlo a m³/seg

$$65 \text{ lts/seg} * 1\text{m}^3/1000\text{lts} = 0,0065\text{m}^3/\text{seg}$$

$$g: 9,8 \text{ m/seg}^2$$

$$p: 1000\text{kg/m}^3$$

Por lo cual decimos que:

$$P_{teorica} = 12,3\text{m} * 1000\text{kg/m}^3 * 9,8 \text{ m/seg}^2 * 0,0065\text{m}^3/\text{seg}$$

$$P_{teorica} = 784\text{kg} * \text{m}^2/\text{seg}^3$$

Llevamos a hp teniendo en cuenta que en un hp hay 745w

$$784\text{w} * \frac{1\text{hp}}{745\text{w}} = 1,052\text{hp}$$

Determinamos la potencia real:

Eficiencia (85%)

$$P_{real} = \frac{P_{teorica}}{(\%)}$$

$$P_{real} = \frac{1,052}{0,85} = 1 \text{ hp}$$

Por lo cual se recomienda una bomba de 1 hp

Tabla 3: Placa de datos de la bomba principal

MODEL		FVL324TSTDP4010ADL						SER		C0002727-10/07-02		
PART NO.		U512						ENCL, DP		FRAME 324TS		
DES	B	IP	12	CODE	G	RISE	35 C	MTGF1		TYPE TDS		
INS	B3	IC	01	PH	3	AMB	40 C	DUTY		CONT		
MTH/YR MFG. 10/08							WT LBS/KG 425/191,25					
ALTITUDE		3300						BRGS DRIVE/OPP. 312/311				
HZ		60						HZ		50		
HP	50	KW			37,0			HP	40	KW	30,0	
RPM		3555		EFF			92,4		RPM	2960	EFF	91,7
VOLT		230/460						VOLT		190/380		
FLA		117/58,5						FLA		113/56,5		
SF	1,15	PF COS φ			86,5(0,865)			SF	1,15	PF COS φ	87(0,87)	
230 VOLT MOTORS OPERATIONAL ON 208 V NETWORKS @ 127 MAX AMPS.												
LISTED 62EL FIRE PUMP MOTOR UL FILE NO. EX5190 A-91885												

Fuente: (Tesis, 2018)

Nota: La bomba principal seleccionada está sobredimensionada por tal motivo, no será conectada hasta que se cambie a una adecuada.

3.7 Cálculo de potencia de bombeo de la bomba jockey por el método del peso específico

$$P = H_a * p * g * Q_t$$

Dónde:

- H_a = altura de bombeo
- p = densidad de agua
- g = coeficiente de gravedad

Datos:

- Q: 12,6 l/seg el 10%: 1,26 l/seg
- Ha: 68 según NFPA 20 se calcula el 10% de la presión original y luego se le suma a la misma presión original 74,8
- Q: caudal

Potencia real:

$$P = 74,8m * 1000kg/m^3 * 9,81m/s^2 * 1,26 * 10^3m^3/s$$

$$P = \frac{923,63kgm^2}{s^3} = 923,63W$$

Llevamos la potencia a hp:

W donde la potencia teórica de la bomba considerando es 1 HP=745

Por lo cual decimos:

$$P = 923,63/745 = 1,23hp$$

Determinamos potencia real:

$$P_{real} = \frac{P_{teorica}}{(\%)}$$

Dónde:

(%): *eficiencia (70%)*

Por lo cual:

$$P_{real} = \frac{1,23}{(0,70)} = 1,77hp$$

Por lo cual se recomienda una bomba de 2hp

Tabla 4: Placa de datos de la bomba jockey

CAT.NO.	VM3155
SPEC.	34F140-284

HP	2						
VOLTS	208-230/460						
AMP	6.2-5.8/2.9						
RPM	3450						
FRAME	56C		HZ	60		PH	3
SER.F.	1.15	CODE	H	DES	B	CLASS	B
NEMA-NOM-EFF	80	PF				80	
RATING	40C AMB-CONT						
CC		USABLE AT 208V			6.2		
DE	6203		ODE		6203		
ENCL	OPEN		SN		ENCL		
	SFA 6.8-6.4/3.2						
	NP1256L						
GOULDS PUMPS, ITT G&L SERIES SSV							
1SVA1G2G0							
GPM	FEET			RPM			
				3500			
2 HP	230 PSI MAX			250 °F MAX			

Fuente: (Tesistas, 2018)

3.8 Cálculo de la capacidad del tanque

Capacidad de tanque:

El dimensionamiento del tanque se efectúa tomando en cuenta los parámetros el caudal de bombeo (Q) los ciclos por segundos (T o seg)

Mediante la siguiente ecuación:

$$CAPACIDAD_{tanque} = V = Q * T$$

Dónde:

- V = volumen
- Q = caudal mínimo de la bomba

- T = tiempo mínimo requerido

La norma establece que se debe asegurar el suministro de agua durante una hora si ocurre cualquier eventualidad que es igual a unos 23.400 litros. Que en m^3 :

$$23.400 \text{ litros} * \frac{1m^3}{1000 \text{ lts}} = 23,4m^3$$

Para la construcción del tanque debe considerarse la altura máxima de succión, la cual es de 2,5 m esta altura es recomendada según el libro de cálculo hidráulico para evitar la cavitación de la bomba, esto quiere decir que se debe calcular ancho y largo del tanque para que disponga de $23,4m^3$ con tapa construido en concreto armado y caseta para bombeo ubicado sobre el tanque con las mismas dimensiones de largo por ancho y 2,5 m de altura.

Establecemos la ecuación:

$$2,5m * x * x = 23,4m^3$$

$$x^2 = \frac{23,4m^3}{2,5m}$$

$$x = \sqrt{9,36m^2}$$

$$x = 3,1m$$

Las medidas para la construcción del tanque son las siguientes:

- Profundidad = 2,5m
- Ancho = 3,1m
- Largo = 3,1m

3.9 Cálculos de presiones en el sistema contra incendios

Cálculos de pérdida de carga en el pozo mediante succión negativa

$$\Delta P = \rho x g x h + p_1$$

Dónde:

- ΔP : variación de presiones
- ρ : densidad del agua
- g : gravedad que es igual a $9,8 \text{ m/s}^2$
- h : altura de succión
- p_1 : presión de la bomba que es igual a 150 psi

Cálculo de presión a la salida de la bomba jockey

$$\Delta P = \rho x g x h + p_1$$

$$\Delta P = 9,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * -3,8\text{m} + p_1$$

$$\Delta P = -369 \text{ Pa} + 150 \text{ psi}$$

$$-369\text{Pa} * \frac{0,00014\text{psi}}{1\text{Pa}} = -0,05\text{psi}$$

$$\Delta P = -0,05 + 150 \text{ psi}$$

$$\Delta P = 149,95 \text{ psi}$$

Subsuelo

$$\Delta P = \rho x g x h + p_1$$

$$\Delta P = 9,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * -2,5\text{m} + p_1$$

$$\Delta P = 240,1 \text{ Pa} + 150 \text{ psi}$$

$$-240,1\text{Pa} * \frac{0,00014\text{psi}}{1\text{Pa}} = -0,34\text{psi}$$

$$\Delta P = -0,34\text{psi} + 150 \text{ psi}$$

$$\Delta P = 149,6 \text{ psi}$$

Cálculo del Caudal

$$Q = K * \sqrt{p_1}$$

$$Q = 5,6 * \sqrt{150psi}$$

$$Q = 68,5gpm$$

Longitud total de la tubería para 2 ½ pulgada de acuerdo a la tabla de Cálculos de Presión y Caudal para el Sistema de Rociadores.

$$LT = Lt + Lf$$

Dónde:

- LT: Longitud total
- Lt: longitud de tubería
- Lf: longitud de accesorios

$$LT = Lt + Lf$$

$$LT = 118,9ft + 10ft$$

$$LT = 128,9ft$$

Tabla 5: Cálculos de presión y caudal para el sistema de rociadores

TRAMO DE TUBERIA	FLUJO [GPM] Adicionado q TOTAL Q	Diámetro de Tubería [in] NPS		ACCESORIOS	Longitud [ft] Lt:Long. Tubería Lf:Long. equiv. accesorios LT:Long. Total		Pérdidas por fricción C=120 [psi/ft]	Resumen de Presión [psi]			NOTAS FactorK= 5,6 drociador=0, 20 GPM/ft ²		
		Diámetro real Øi			Lt	Lf		Pt	Pe	Pv		Pf	Pn
S12@R10	q		NPS	2	1 T	Lt	0	0,000	Pt	20,00	Pt	20,00	Q=Ar x drociador Pt=(Q/Krociador) ² Pt= 20 [psi] Según NFPA 13
	Q	25,04	Øi	2,067		Lf	0		Pe	0,00	Pv	0,039	
						LT	0		Pf	0,00	Pn	19,96	
S12-S11@R10	q	25,04	NPS	2	1 T	Lt	10,12	0,007	Pt	20,00	Pt	20,00	
	Q	25,04	Øi	2,067		Lf	10		Pe	0,00	Pv	0,039	
						LT	20,12		Pf	0,15	Pn	19,96	
S11-S10@R10	q	25,14	NPS	2	1 T	Lt	10,12	0,026	Pt	20,15	Pt	20,15	Pt=Pe +Pf q=Krociador *20,15^0,5
	Q	50,18	Øi	2,067		Lf	10		Pe	0,00	Pv	0,155	
						LT	20,12		Pf	0,53	Pn	19,99	
S10-S09@R10	q	25,46	NPS	2	1 T	Lt	10,12	0,056	Pt	20,67	Pt	20,67	Pt=Pe +Pf q=Krociador *20,67^0,5
	Q	75,64	Øi	2,067		Lf	10		Pe	0,00	Pv	0,352	
						LT	20,12		Pf	1,13	Pn	20,32	
S09-R10	q	26,15	NPS	2		Lt	65,81	0,097	Pt	21,80	Pt	21,80	Pt=Pe+Pf q=Krociador *21,8^0,5
	Q	101,79	Øi	2,067		Lf	0		Pe	0,00	Pv	0,637	
						LT	65,81		Pf	6,39	Pn	21,16	
R10-R9	q		NPS	4	1 T	Lt	10,83	0,004	Pt	28,19	Pt	28,19	q=es el mismo del tramo anterior
	Q	101,79	Øi	4,03		Lf	20		Pe	0,00	Pv	0,044	
						LT	30,83		Pf	0,12	Pn	28,15	
	q		NPS	2		Lt	65,81		Pt	28,31	Pt	28,31	

S08-R9@R09	Q	101,79	Øi	2,067	4 T	Lf	40	0,097	Pe	0,00	Pv	0,637	Q= Tramo S12 - R10
						LT	105,81		Pf	10,27	Pn	27,67	
R09-R08	q	101,79	NPS	4	1 T	Lt	10,83	0,014	Pt	38,58	Pt	38,58	Q=101,79+101,79
	Q	203,58	Øi	4,03		Lf	20		Pe	0,00	Pv	0,177	
S04-R08@R08	q		NPS	2	4 T	Lt	65,81	0,097	Pt	39,00	Pt	39,00	Q= Tramo S08 - R09
	Q	101,79	Øi	2,067		Lf	40		Pe	0,00	Pv	0,637	
R8-R1	q	203,58	NPS	4	3 C45°	Lt	100,07	0,029	Pt	39,00	Pt	39,00	Q=101,79+203,58
	Q	305,37	Øi	4,03		Lf	12		Pe	0,00	Pv	0,399	
R1-A	q	317,76	NPS	6	3 C90° 1 C45° 1 VCK 1 VC	Lt	38,72	0,004	Pt	42,23	Pt	42,23	K' = 305,37/39°0,5=
	Q	317,76	Øi	6,07		Lf	84		Pe	9,00	Pv	0,084	
A-B	q	351,75	NPS	6	2 C90° 3 VM	Lt	598,56	0,005	Pt	51,75	Pt	51,75	K' =317,76/42,23°0,5=
	Q	351,75	Øi	6,07		Lf	58		Pe	0,00	Pv	0,103	
B-C	q	362,94	NPS	6	1 T 4 C90°	Lt	54,79	0,005	Pt	55,09	Pt	55,09	K' =362,94/55,09°0,5
	Q	362,94	Øi	6,07		Lf	86		Pe	9,00	Pv	0,109	
C-D	q	397,52	NPS	6	1 T 3 C90° 1 VM 1 VCK	Lt	9,38	0,006	Pt	66,09	Pt	66,09	K' =362,94/55,09°0,5=
	Q	397,52	Øi	6,07		Lf	114		Pe	0,00	Pv	0,131	
		250,00							Pt	67,27	Pt	67,27	SE ADICIONA 250 GPM POR CONSUMO DE GABINETES.(NFPA 13)
		437,27											FACTOR SEG. 1,1*397,52=437,27
		687,27											CONSUMO TOTAL: 687,27 [GPM]@67[PSI]
NOMENCLATURA:													
T (Tee), C45 (Codo a 45), C90 (Codo a 90), VCK (Válvula Check), VC (Válvula de Compuerta) y VM (Válvula de Mariposa)													

Fuente: (Tesis, 2018)

Cálculo de pérdida por fricción mediante la ecuación de Hazen –Williams

$$P = \frac{4,52 * Q^{1,85}}{C^{1,85} * d^{4,87}}$$

Dónde:

- P: pérdida por fricción
- Q: caudal que fluye por la tubería de 2 1/2" en GPM
- C: coeficiente de fricción que es igual a 120 ya que la tubería es de acero al carbón
- d: diámetro de la tubería

$$P = \frac{4,52 * Q^{1,85}}{C^{1,85} * d^{4,87}}$$

$$P = \frac{4,52 * 68,5^{1,85}}{120^{1,85} * 2,5^{4,87}}$$

$$P = 0,018 \frac{psi}{ft}$$

Perdidas en la tubería

$$Pt = p * LT$$

$$Pt = 0,018 \frac{psi}{ft} * 128,9ft$$

$$Pt = 2,32psi$$

Presión de velocidad

$$Pv = \frac{0,0011 * Q^2}{d^4}$$

$$Pv = \frac{0,0011 * 68,5^2}{2,5^4}$$

$$Pv = 0,132psi$$

Presión Normal

$$Pn = p1 - pv$$

$$Pn = 150psi - 0,132psi$$

$$Pn = 149,86psi$$

Cálculo de la tubería de 1"

$$Q = K * \sqrt{p1}$$

$$Q = 5,6 * \sqrt{150psi}$$

$$Q = 68,5gpm$$

Longitud total de la tubería para 1 pulgada de acuerdo a la tabla de Cálculos de Presión y Caudal para el Sistema de Rociadores.

$$LT = Lt + Lf$$

$$LT = 65,61ft + 10ft$$

$$LT = 75,6 ft$$

Pérdida por fricción mediante la ecuación de Hazen –Williams

$$P = \frac{4,52 * Q^{1,85}}{C^{1,85} * d^{4,87}}$$

Dónde:

- P: pérdida por fricción
- Q: caudal que fluye por la tubería de 1" en GPM
- C: coeficiente de fricción que es igual a 120 ya que la tubería es de acero al carbón
- d: diámetro de la tubería

$$P = \frac{4,52 * Q^{1,85}}{C^{1,85} * d^{4,87}}$$

$$P = \frac{4,52 * 68,5^{1,85}}{120^{1,85} * 1^{4,87}}$$

$$P = 1,60 \frac{psi}{ft}$$

Presión de velocidad

$$Pv = \frac{0,0011 * Q^2}{d^4}$$

$$Pv = \frac{0,0011 * 68,5^2}{1^{4}}$$

$$Pv = 0,075psi$$

Presión Normal

$$Pn = p1 - pv$$

$$P_n = 150\text{psi} - 0,075\text{psi}$$

$$P_n = 149,9\text{psi}$$

Planta baja

$$\Delta P = \rho x g x h + p_1$$

$$\Delta P = 9,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 2,5\text{m} + p_1$$

$$\Delta P = 240,1 \text{ Pa} + 149,8 \text{ psi}$$

$$240,1\text{Pa} * \frac{0,00014\text{psi}}{1\text{Pa}} = 0,34\text{psi}$$

$$\Delta P = 0,34\text{psi} + 149,8 \text{ psi}$$

$$\Delta P = 150,1 \text{ psi}$$

Cálculo del Caudal

$$Q = K * \sqrt{p_1}$$

$$Q = 5,6 * \sqrt{149,8\text{psi}}$$

$$Q = 68,5\text{gpm}$$

Longitud total de la tubería para 2 ½ pulgada de acuerdo a la tabla de Cálculos de Presión y Caudal para el Sistema de Rociadores.

$$LT = Lt + Lf$$

Dónde:

- LT: Longitud total
- Lt: longitud de tubería
- Lf: longitud de accesorios

$$LT = Lt + Lf$$

$$LT = 86,4ft + 10ft$$

$$LT = 96,4ft$$

Pérdida por fricción mediante la ecuación de Hazen –Williams

$$P = \frac{4,52 * Q^{1,85}}{C^{1,85} * d^{4,87}}$$

Dónde:

- P: pérdida por fricción
- Q: caudal que fluye por la tubería de 2 1/2" en GPM
- C: coeficiente de fricción que es igual a 120 ya que la tubería es de acero al carbón
- d: diámetro de la tubería

$$P = \frac{4,52 * Q^{1,85}}{C^{1,85} * d^{4,87}}$$

$$P = \frac{4,52 * 68,5^{1,85}}{120^{1,85} * 2,5^{4,87}}$$

$$P = 0,018 \frac{psi}{ft}$$

Perdidas en la tubería

$$Pt = p * LT$$

$$Pt = 0,018 \frac{psi}{ft} * 96,49ft$$

$$Pt = 1,73psi$$

Presión de velocidad

$$Pv = \frac{0,0011 * Q^2}{d^4}$$

$$Pv = \frac{0,0011 * 68,5^2}{2,5^4}$$

$$Pv = 0,132psi$$

Presión Normal

$$Pn = p1 - pv$$

$$Pn = 149,8psi - 0,132psi$$

$$Pn = 149,6psi$$

Cálculo de la tubería de 1"

$$Q = K * \sqrt{p1}$$

$$Q = 5,6 * \sqrt{149,8psi}$$

$$Q = 68,5gpm$$

Longitud total de la tubería para 1 pulgada de acuerdo a la tabla de Cálculos de Presión y Caudal para el Sistema de Rociadores.

$$LT = Lt + Lf$$

$$LT = 81,9ft + 10ft$$

$$LT = 91,9 ft$$

Pérdida por fricción mediante la ecuación de Hazen –Williams

$$P = \frac{4,52 * Q^{1,85}}{C^{1,85} * d^{4,87}}$$

Dónde:

- P: pérdida por fricción
- Q: caudal que fluye por la tubería de 1" en GPM

- C: coeficiente de fricción que es igual a 120 ya que la tubería es de acero al carbón
- d: diámetro de la tubería

$$P = \frac{4,52 * Q^{1,85}}{C^{1,85} * d^{4,87}}$$

$$P = \frac{4,52 * 68,5^{1,85}}{120^{1,85} * 1^{4,87}}$$

$$P = 1,60 \frac{psi}{ft}$$

Presión de velocidad

$$Pv = \frac{0,0011 * Q^2}{d^4}$$

$$Pv = \frac{0,0011 * 68,5^2}{1^{4}}$$

$$Pv = 0,075psi$$

Presión Normal

$$Pn = p1 - pv$$

$$Pn = 149,8psi - 0,075psi$$

$$Pn = 149,75psi$$

Primer piso

$$\Delta P = \rho x g x h + p1$$

$$\Delta P = 9,8 \frac{kg}{m^3} * 9,8 \frac{m}{s^2} * 5m + p1$$

$$\Delta P = 480,2Pa + 149,6 psi$$

$$480,2Pa * \frac{0,00014psi}{1Pa} = 0,067psi$$

$$\Delta P = 0,067psi + 149.8 psi$$

$$\Delta P = 149,8 psi$$

Cálculo del Caudal

$$Q = K * \sqrt{p1}$$

$$Q = 5,6 * \sqrt{149,6psi}$$

$$Q = 68,4gpm$$

Longitud total de la tubería para 2 ½ pulgada de acuerdo a la tabla de Cálculos de Presión y Caudal para el Sistema de Rociadores.

$$LT = Lt + Lf$$

Dónde:

- LT: Longitud total
- Lt: longitud de tubería
- Lf: longitud de accesorios

$$LT = Lt + Lf$$

$$LT = 63,12ft + 10ft$$

$$LT = 73,12ft$$

Pérdida por fricción mediante la ecuación de Hazen –Williams

Dónde:

- P: pérdida por fricción
- Q: caudal que fluye por la tubería de 2 1/2" en GPM
- C: coeficiente de fricción que es igual a 120 ya que la tubería es de acero al carbón
- d: diámetro de la tubería

$$P = \frac{4,52 * Q^{1,85}}{C^{1,85} * d^{4,87}}$$

$$P = \frac{4,52 * 68,4^{1,85}}{120^{1,85} * 2,5^{4,87}}$$

$$P = 0,018 \frac{psi}{ft}$$

Perdidas en la tubería

$$Pt = p * LT$$

$$Pt = 0,018 \frac{psi}{ft} * 73,12ft$$

$$Pt = 1,31psi$$

Presión de velocidad

$$Pv = \frac{0,0011 * Q^2}{d^4}$$

$$Pv = \frac{0,0011 * 68,4^2}{2,5^4}$$

$$Pv = 0,131psi$$

Presión Normal

$$Pn = p1 - pv$$

$$Pn = 149,6psi - 0,131psi$$

$$Pn = 149,4psi$$

Cálculo de la tubería de 1"

$$Q = K * \sqrt{p1}$$

$$Q = 5,6 * \sqrt{149,6psi}$$

$$Q = 68,4gpm$$

Longitud total de la tubería para 1 pulgada de acuerdo a la tabla de Cálculos de Presión y Caudal para el Sistema de Rociadores

$$LT = Lt + Lf$$

$$LT = 86,2ft + 10ft$$

$$LT = 96,2 ft$$

Pérdida por fricción mediante la ecuación de Hazen –Williams

$$P = \frac{4,52 * Q^{1,85}}{C^{1,85} * d^{4,87}}$$

Dónde:

- P: pérdida por fricción
- Q: caudal que fluye por la tubería de 1" en GPM
- C: coeficiente de fricción que es igual a 120 ya que la tubería es de acero al carbón
- d: diámetro de la tubería

$$P = \frac{4,52 * Q^{1,85}}{C^{1,85} * d^{4,87}}$$

$$P = \frac{4,52 * 68,5^{1,85}}{120^{1,85} * 1^{4,87}}$$

$$P = 1,59 \frac{psi}{ft}$$

Presión de velocidad

$$Pv = \frac{0,0011 * Q^2}{d^4}$$

$$Pv = \frac{0,0011 * 68,4^2}{1''^4}$$

$$Pv = 0,075psi$$

Presión Normal

$$Pn = p1 - pv$$

$$Pn = 149.6psi - 0,075psi$$

$$Pn = 149,5psi$$

Segundo piso

$$\Delta P = \rho x g x h + p1$$

$$\Delta P = 9,8 \frac{kg}{m^3} * 9,8 \frac{m}{s^2} * 7,5m + p1$$

$$\Delta P = 720,3 Pa + 149,4 psi$$

$$720,3Pa * \frac{0,00014psi}{1Pa} = 0,100psi$$

$$\Delta P = 0,100psi + 149.4 psi$$

$$\Delta P = 149,5 psi$$

Cálculo del Caudal

$$Q = K * \sqrt{p1}$$

$$Q = 5,6 * \sqrt{149,4psi}$$

$$Q = 68,4gpm$$

Longitud total de la tubería para 2 ½ pulgada de acuerdo a la tabla de Cálculos de Presión y Caudal para el Sistema de Rociadores.

Dónde:

- LT: Longitud total
- Lt: longitud de tubería
- Lf: longitud de accesorios

$$LT = Lt + Lf$$

$$LT = 83,9ft + 10ft$$

$$LT = 93,9ft$$

Pérdida por fricción mediante la ecuación de Hazen –Williams

$$P = \frac{4,52 * Q^{1,85}}{C^{1,85} * d^{4,87}}$$

Dónde:

- P: pérdida por fricción
- Q: caudal que fluye por la tubería de 2 1/2" en GPM
- C: coeficiente de fricción que es igual a 120 ya que la tubería es de acero al carbón
- d: diámetro de la tubería

$$P = \frac{4,52 * Q^{1,85}}{C^{1,85} * d^{4,87}}$$

$$P = \frac{4,52 * 68,4^{1,85}}{120^{1,85} * 2,5^{4,87}}$$

$$P = 0,018 \frac{psi}{ft}$$

Perdidas en la tubería

$$Pt = p * LT$$

$$Pt = 0,018 \frac{psi}{ft} * 93,9ft$$

$$Pt = 1,69psi$$

Presión de velocidad

$$Pv = \frac{0,0011 * Q^2}{d^4}$$

$$Pv = \frac{0,0011 * 68,4^2}{2,5^4}$$

$$Pv = 0,132psi$$

Presión Normal

$$Pn = p1 - pv$$

$$Pn = 149,4psi - 0,132psi$$

$$Pn = 149,26psi$$

Cálculo de la tubería de 1"

$$Q = K * \sqrt{p1}$$

$$Q = 5,6 * \sqrt{149,4psi}$$

$$Q = 68,4gpm$$

Longitud total de la tubería para 1 pulgada de acuerdo a la tabla de Cálculos de Presión y Caudal para el Sistema de Rociadores.

$$LT = Lt + Lf$$

$$LT = 132,3ft + 10ft$$

$$LT = 142.3 ft$$

Pérdida por fricción mediante la ecuación de Hazen –Williams

$$P = \frac{4,52 * Q^{1,85}}{C^{1,85} * d^{4,87}}$$

Dónde:

- P: pérdida por fricción
- Q: caudal que fluye por la tubería de 1" en GPM

- C: coeficiente de fricción que es igual a 120 ya que la tubería es de acero al carbón
- d: diámetro de la tubería

$$P = \frac{4,52 * Q^{1,85}}{C^{1,85} * d^{4,87}}$$

$$P = \frac{4,52 * 68,4^{1,85}}{120^{1,85} * 1^{4,87}}$$

$$P = 1,60 \frac{psi}{ft}$$

Presión de velocidad

$$Pv = \frac{0,0011 * Q^2}{d^4}$$

$$Pv = \frac{0,0011 * 68,4^2}{1^{4}}$$

$$Pv = 0,075psi$$

Presión Normal

$$Pn = p1 - pv$$

$$Pn = 149,4psi - 0,075psi$$

$$Pn = 149,32psi$$

SECCIÓN 3: FASES DE LA REPOTENCIACIÓN DEL SCI

PRIMERA FASE

3.10 Generación del concepto o ideas iniciales

En la generación de ideas se realizó una visita a la ciudad de Ambato donde se procedió a realizar una inspección visual con la cual se plasmó un levantamiento de información.

Señores,
ESTUDIANTES
PROYECTO: PUÉSTA EN MARCHA: SISTEMAS CONTRA INCENDIOS
UBICACIÓN: INGAHURCO, CENTRO DE SALUD
FECHA: 19 DE ABRIL DEL 2018

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
02	PRESOSTATO DE ALTA Y BAJA PRESION	75.30	150.60
04	DISYUNTORES BIFASICOS DE 40 AMP	25.60	102.40
02	RADARAS DE NIVEL MAC 3 ELECTRONICOS	27.30	54.60
01	REDUCCION DE BRIDA ACERO NEGRO DE 4" A 2"	89.50	89.50
02	RELE DE 220 VOTIOS	25.60	51.20
01	CONTACTOR DE 30AMP 220V	59.60	59.60
01	RELE PARA BOMA DE 2HP	49.20	49.20
01	LLAVE DE BOLA DE 2"	55.00	55.00
01	RROLLO DE CABLE FLEXIBLE NUMERO 18	39.00	39.00
02	MANÓMETRO DE GLUSERINA	28.00	56.00
01	ACCESORIOS DE INSTALACION	100.00	100.00
01	PUÉSTRA EN FUNCIONAMIENTO Y PROGRAMACION DE BARIADOR DE FRECUENCIA DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS	700.00	700.00
10	METROS DE CABLE NUMERO 4 7 HILOS	4.50	45.00
	SUBTOTAL		1.507.10
	IVA 12%		180.85
	TOTAL		1.687.95

19/04/2018

Figura 30 Idea inicial de levantamiento de información

Fuente: (Tesis, 2018)

Desarrollo de la idea

Tabla 6: Desarrollo de idea

DESCRIPCIÓN
MECÁNICO
ADQUISICIÓN LOS PLANOS DEL CENTRO DE SALUD DEL SCI <ul style="list-style-type: none"> SOLICITUD A LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO (UTA)
REVISIÓN DE LA TUBERÍA DEL SCI POR PISO <ul style="list-style-type: none"> LEVANTAMIENTO DEL CIELO RAZO SELLADO DE LA TUBERÍA EN LAS ÁREAS ENCONTRADAS SIN TAPONES COLOCACIÓN DE UNA VÁLVULA DE BOLA DE 3" EN EL PATIO DE BOMBAS
COLOCACIÓN DE LOS PRESOSTATOS EN LA BOMBA PRINCIPAL Y BOMBA JOCKEY
MANTENIMIENTO DE LA CISTERNA <ul style="list-style-type: none"> VACIADO DE LA CISTERNA Y LAVADO PINTADO DE LA ESCALERA DE LA CISTERNA CAMBIO DE LA SUCCIÓN DE LA BOMBA JOCKEY
ELÉCTRICO
DISEÑO Y ELABORACIÓN DE LOS ESQUEMÁS ELÉCTRICOS DE CONTROL Y FUERZA (OFFICE-VISIO)

DISEÑO Y PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL <ul style="list-style-type: none"> • PLC (DVP-20EX) • HMI (DOP-AS35THTD) • SOFTWARE • DATASHEETS
INSTALACIÓN DEL CABLEADO <ul style="list-style-type: none"> • VISITA A LA CIUDAD DE AMBATO • CABLEADO y MARQUILLADO(18 AWG)
SENSOR DE NIVEL (BOYA) <ul style="list-style-type: none"> • SE UTILIZARÁ COMO REEMPLAZO DEL ELECTRONIVEL OBSOLETO CON EL QUE CUENTA EL SISTEMA
COLOCACIÓN DE UNA BANDEJA PORTACABLES EN LA PARTE EXTERIOR
CABLEADO POR LA BANDEJA PORTACABLES E INSTALACIÓN <ul style="list-style-type: none"> • CABLE SUCRE 3X4 N° 18 PRESOSTATOS • CABLE SUCRE 3X3 N° 18 SENSOR DE NIVEL • CABLE SUCRE 3X3 N° 10 BOMBA JOCKEY

Fuente: (Tesis, 2018)

SEGUNDA FASE

3.11 Adquisición los planos del centro de salud del SCI

1. Nos dirigimos a la Universidad Técnica de Ambato (UTA) a entregar una solicitud al rector, la secretaria nos dio la respuesta, en la cual nos dijo que el lunes 7 de Mayo del 2018 nos acerquemos nuevamente para ver si encontraron los planos.
2. Se tenía previsto la impresión de los planos de cada planta, los cuales se obtuvieron finalmente por parte de (UTA), que contiene la información del centro de salud, además los planos son un material que será usado durante la revisión de la tubería del SCI.
3. Los planos adquiridos no estaban acorde a la construcción, por lo cual nos dificultó la revisión de la tubería SCI, de tal manera que se realizó un rediseño de los planos adquiridos de acuerdo a la colocación actual de la tubería en el centro de salud por planta.

3.12 Revisión de la tubería del SCI por piso

4. Es importante mencionar que se levantó el cielo raso para la inspección de la tubería del SCI, así mismo se encontró inconvenientes en la tubería, los cuales fueron que no estaba sellada en áreas determinadas, que se mencionan a continuación.



Figura 31 Revisión de tubería por piso

Fuente: (Tesistas, 2018)

Subsuelo

5. Se encontró 5 lugares donde la tubería no había sido sellada. Procedimos a comprar el material necesario para su sellado, lo que compramos fue 5 topones machos de 1" y realizamos su colocación.



Figura 32 Tubería subsuelo

Fuente: (Tesistas, 2018)

Planta Baja

6. Se encontró 2 lugares donde la tubería no había sido sellada. Procedimos a comprar el material para el sellado, lo cual fue 1 tapón macho de 2½” y 1 tapón hembra de 1” y realizamos su colocación inmediata.



Figura 33 Tubería primera planta

Fuente: (Tesis, 2018)

Primer Piso

7. Se encontró 1 lugar donde la tubería no había sido sellada. Procedimos a comprar el material para el sellado, lo cual fue 1 tapón macho de 1” y realizamos su colocación.



Figura 34 Tubería segunda planta

Fuente: (Tesis, 2018)

Segundo Piso

8. La tubería estaba sellada pero 2 sprinklers no se encontraban bien ajustados, se procedió a su ajuste inmediato.

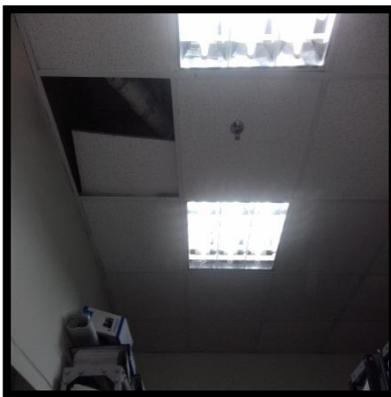


Figura 35 Tubería tercera planta

Fuente: (Tesis, 2018)

9. Colocación de la T de 4" mecanizada con una rosca exterior del lugar extraída con anterioridad, después de su colocación procedimos a su sellado mediante acoplamiento con reducciones, utilizando los siguientes materiales 1 Bushing H.G 4" 3, 1 unión 3" y 1 válvula de bola 3". Para lo cual se utilizó unas llaves de tubo, las que sujetaron a los Bushing para su ajuste, los cuales contenían teflón y permatrix en la rosca para evitar filtraciones de agua.



Figura 36 Válvula de bola 3"

Fuente: (Tesis, 2018)

10. Se procedió a un armado sobre puesto para guiarnos con los siguientes materiales 2 codos de 1/2" galvanizado, 2 T de 1/2" galvanizado, 4 uniones de

½”galvanizado. En cada uno de estos materiales se colocó teflón y permatex para su ensamblaje con las llaves de tubo.



Figura 37 Armado de estructura

Fuente: (Tesistas, 2018)

11. Una vez ensamblado estos materiales se instaló los presostatos, PBJ (presostato de la bomba jockey) y PBP (presostato de la bomba principal).



Figura 38 Colocación de presostatos

Fuente: (Tesistas, 2018)

12. Para el vaciado de la cisterna, se utilizó la bomba jockey en donde se vio necesario el cambio de la succión y la tubería que ingresa a la cisterna ya que se encontró en pésimas condiciones.

Por lo cual se vio la necesidad de picar el piso para facilitarnos el trabajo de la colocación de la una nueva tubería y succión para ser utilizado.



Figura 39 Cambio de succión

Fuente: (Tesis, 2018)

3.13 Mantenimiento de la cisterna

13. Verificación de los cables que alimentan a la bomba jockey para, de esta manera poder encenderla, comprobar el funcionamiento y que nos ayude con el vaciado de la cisterna.



Figura 40 Vaciado de la cisterna

Fuente: (Tesis, 2018)

14. Ya vaciada la cisterna procedemos con la limpieza de su parte interior con un trapeador, escoba y una mezcla de agua con acción la cual facilitara el desprendimiento de suciedad de la cerámica colocada en las paredes para ayudarnos con el mantenimiento de la cisterna.



Figura 41 Limpieza de la cisterna

Fuente: (Tesistas, 2018)

15. Se procedió a pintar la escalera de ingreso y salida de la cisterna para continuar con el llenado de la misma ya que tiene una llave de llenado la cual se dejó abierta ya que la boya la cierra cuando está llena.



Figura 42 Pintado y llenado

Fuente: (Tesistas, 2018)

3.14 Esquemas eléctricos del SCI

Diseño y elaboración de los esquemas eléctricos de control y fuerza (OFFICE-VISIO).

16. Para la obtención de estos esquemas se tomó en cuenta los elementos eléctricos que tenemos en los tableros de control del SCI.

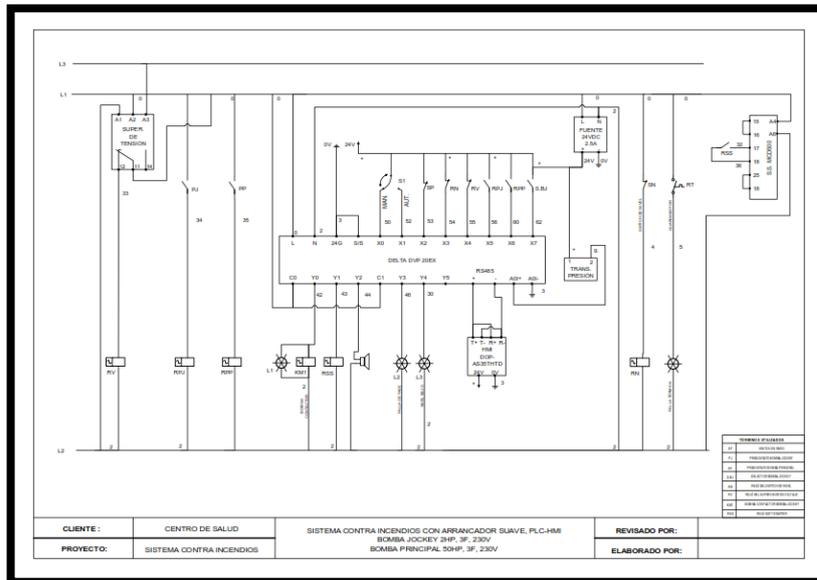


Figura 43 Esquema eléctrico de control

Fuente: (Tesistas, 2018)

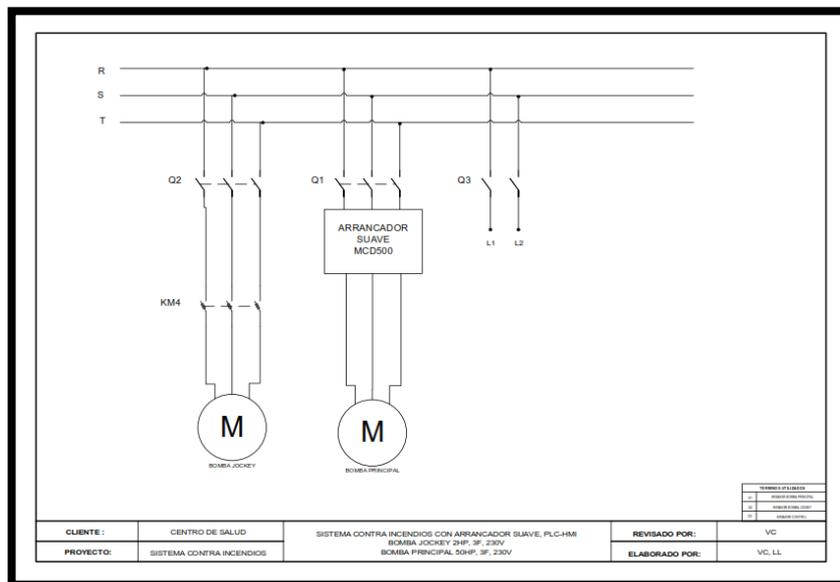


Figura 44 Esquema eléctrico de fuerza

Fuente: (Tesistas, 2018)

3.15 Diseño y programación del sistema de control

17. Vamos a trabajar con el programa PLC DELTA CON WPLSOFT; creamos un nuevo programa a primera vista lo que tenemos es son dos ventanas. Ladder Diagram Mode e Instruction List Mode

- Ladder Diagram Mode donde se va a realizar el diagrama con los diferentes componentes.
- Instruction List Mode es la secuencia de instrucciones que se va a ejecutar en nuestro PLC.

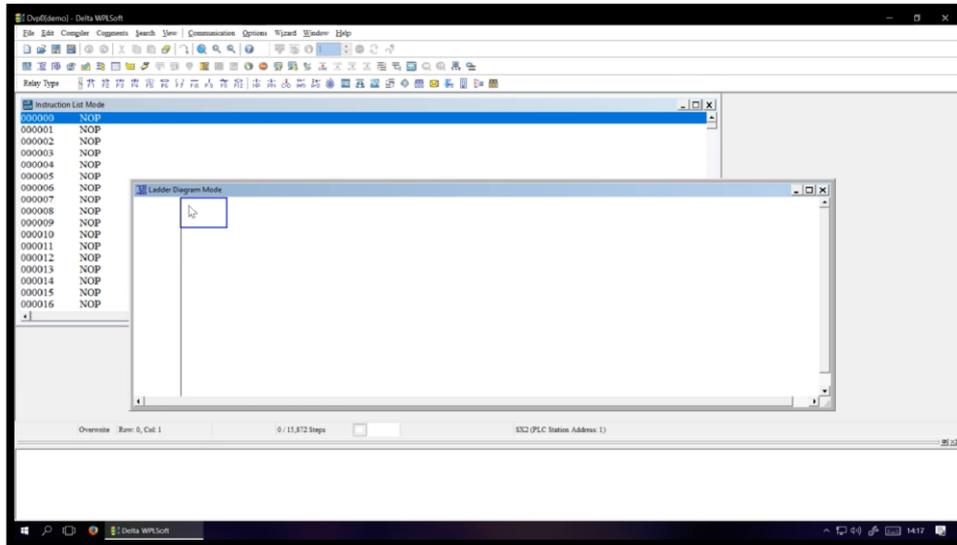


Figura 45 Simulador del programa PLC DELTA CON WPLSOFT

Fuente: (Tesistas, 2018)

18. Después vamos a realizar el diseño del Ladder Diagram Mode para un SCI utilizando los diversos componentes del simulador.

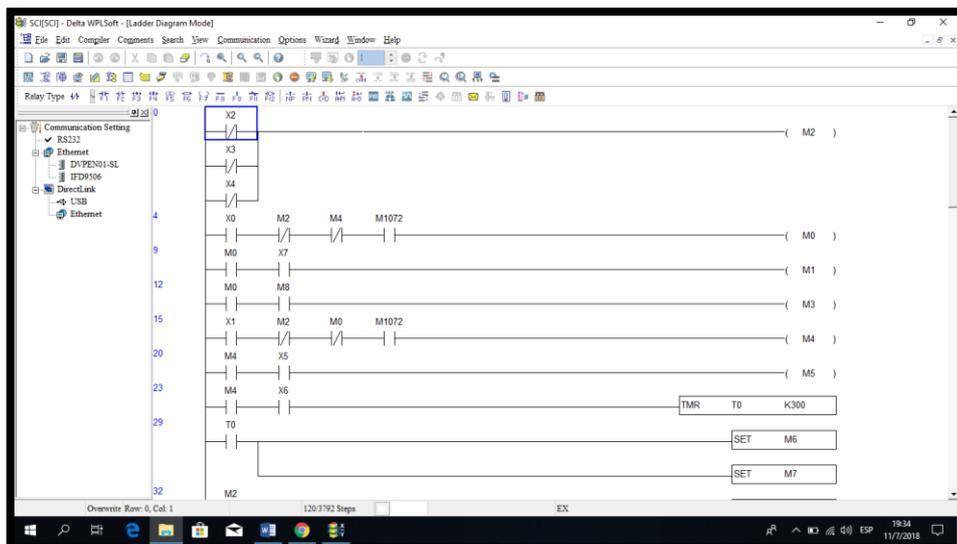


Figura 46 Ladder Diagram Mode

Fuente: (Tesistas, 2018)

19. Luego comenzamos a realizar una simulación con su respectiva explicación, pero antes de eso conoceremos las abreviaturas utilizadas para un mejor entendimiento del Ladder Diagram Mode.

Tabla 7: Digital Inputs

DIGITAL INPUTS	
Selector Manual	X0
Selector Automático	X1
Switch Paro	X2
Switch Nivel	X3
Supervisor Voltaje	X4
Presostato Bomba Jockey	X5
Presostato Bomba Principal	X6
Selector Bomba Jockey	X7

Fuente: (Tesis, 2018)

Tabla 8: Digital Output

DIGITAL OUTPUTS	
Contactador Bomba Jockey Indicador	Y0
Soft Starter Start	Y1
Sirena	Y2
Falla de Fase	Y3
Nivel Bajo	Y4

Fuente: (Tesis, 2018)

Tabla 9: Analog Input

ANALOG INPUT	
Transductor Presión	A01+ A0-
Lectura Raw Análoga	D0
Lectura en Bares*10	D3
Lectura en PSI	D5

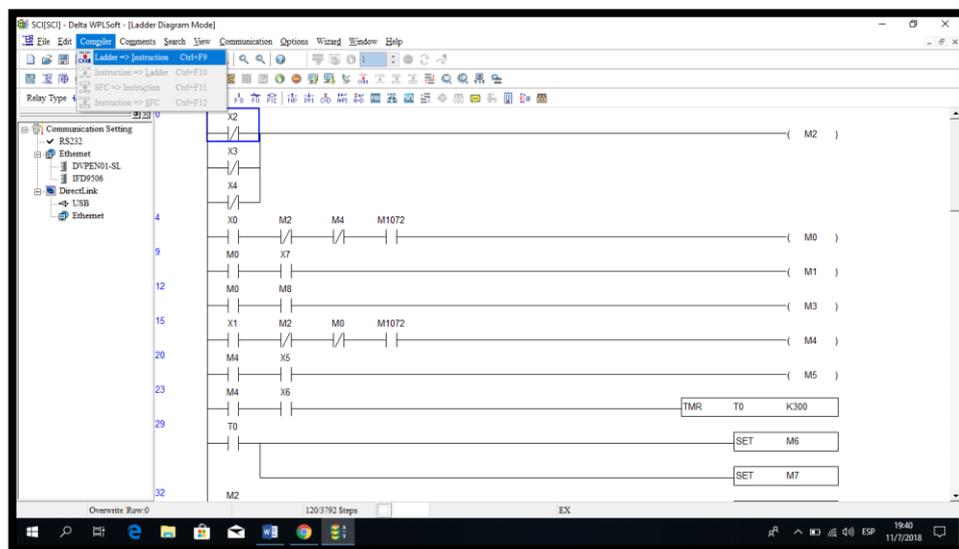
Fuente: (Tesis, 2018)

Tabla 10: Human Machine Interface

HUMAN MACHINE INTERFACE	
Selector Bomba Principal	M8
Presostato Bomba Principal	M60
Presostato Bomba Jockey	M61
Transductor de presión	D40
Modo Prueba	M80
MP Bomba Jockey	M81
MP Bomba Principal	M82

Fuente: (Tesis, 2018)

20. Para la simulación nos dirigimos a COMPILER se despliega más opciones y seleccionamos Ladder Instruction, compilamos el diagrama para afirmar que este correctamente diseñado luego aplastamos el icono de simulador.

**Figura 47 Compilación del Diagrama Ladder**

Fuente: (Tesis, 2018)

21. Debemos conectarnos al PLC en el icono ONLINE MODE el cual nos hace una pregunta en donde contestamos con si para continuar con la simulación, la cual se queda en STOP en la parte inferior de color rojo.

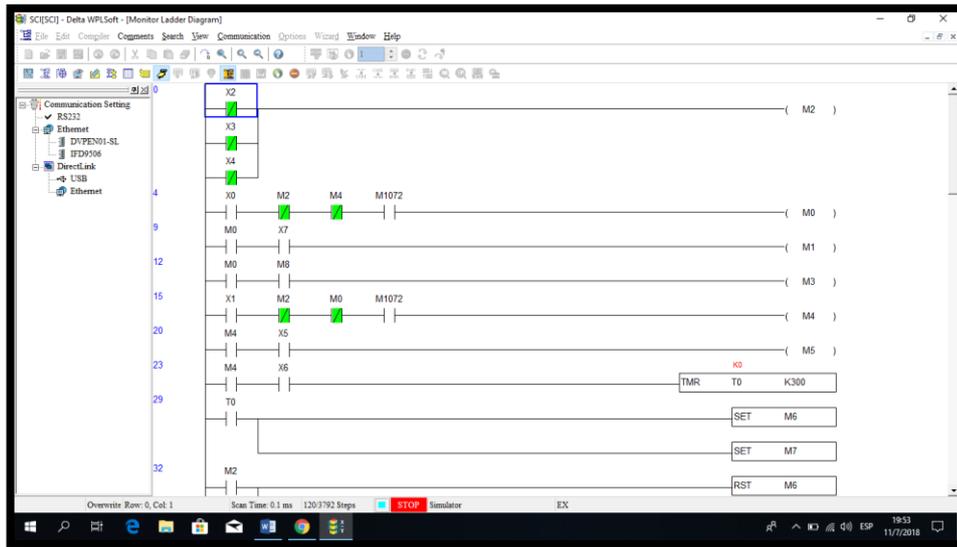


Figura 48 Simulación del Ladder Diagram Mode STOP

Fuente: (Tesistas, 2018)

22. Para poder continuar con la simulación procedemos a presionar el icono RUN con el cual podemos comenzar con la explicación de su funcionamiento.

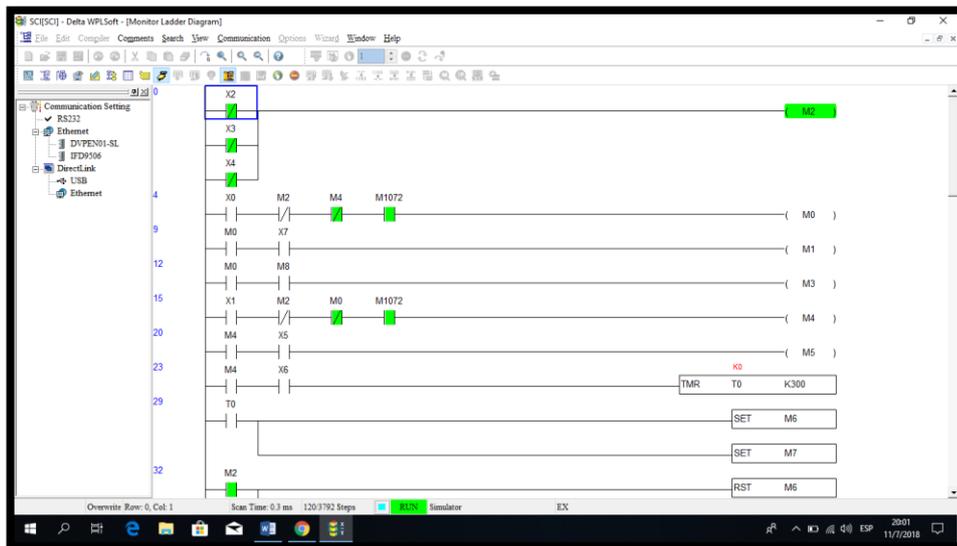


Figura 49 Simulación del Ladder Diagram Mode RUN

Fuente: (Tesistas, 2018)

23. El primer bloque es de los paros, el sistema no va a funcionar si el switch de paro está activado, si el switch de nivel se activa y si el supervisor de voltaje se activa.

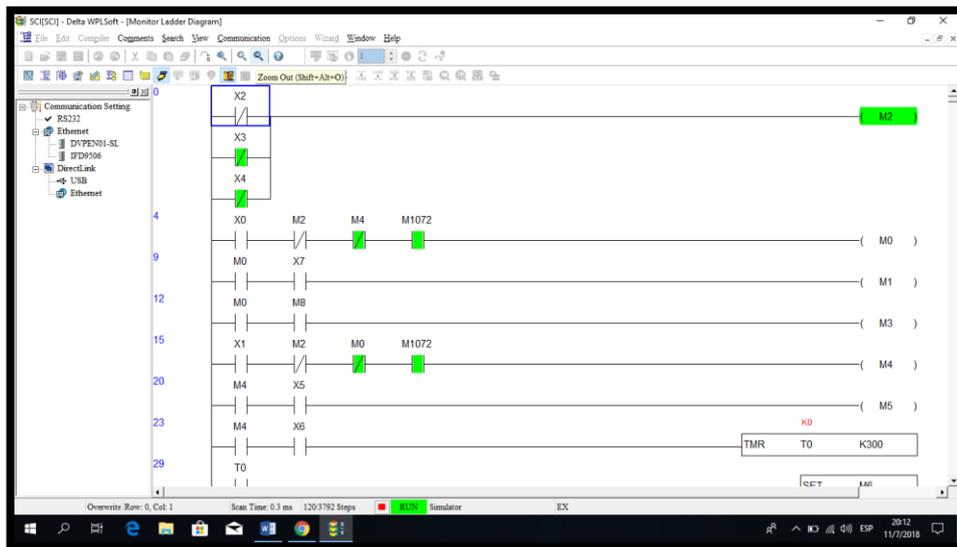


Figura 50 Bloque de paros

Fuente: (Tesis, 2018)

24. Si no tenemos ningún error seleccionamos con el selector el modo manual.

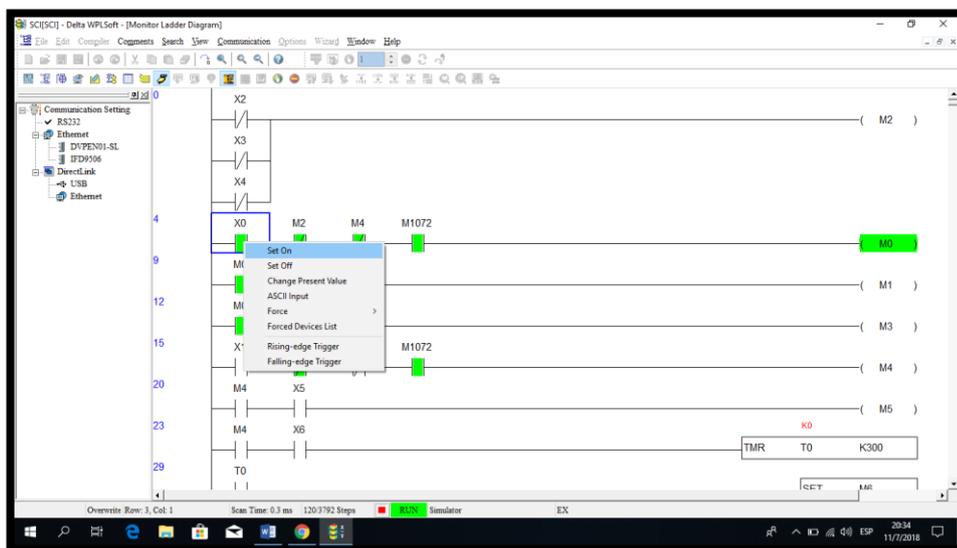


Figura 51 Selector en modo manual

Fuente: (Tesis, 2018)

25. Luego para probar el funcionamiento de la bomba jockey, utilizamos el selector para ver cómo funciona en modo manual.

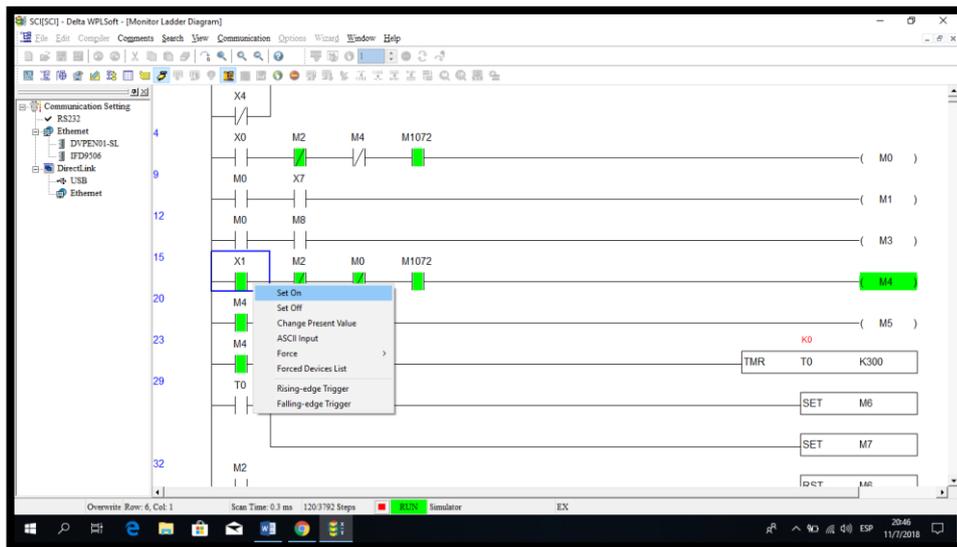


Figura 54 Selector en modo automático

Fuente: (Tesistas, 2018)

28. Comienza funcionando automáticamente si el presostato de la bomba jockey se activa es elemental que la bomba jockey comienza a funcionar.

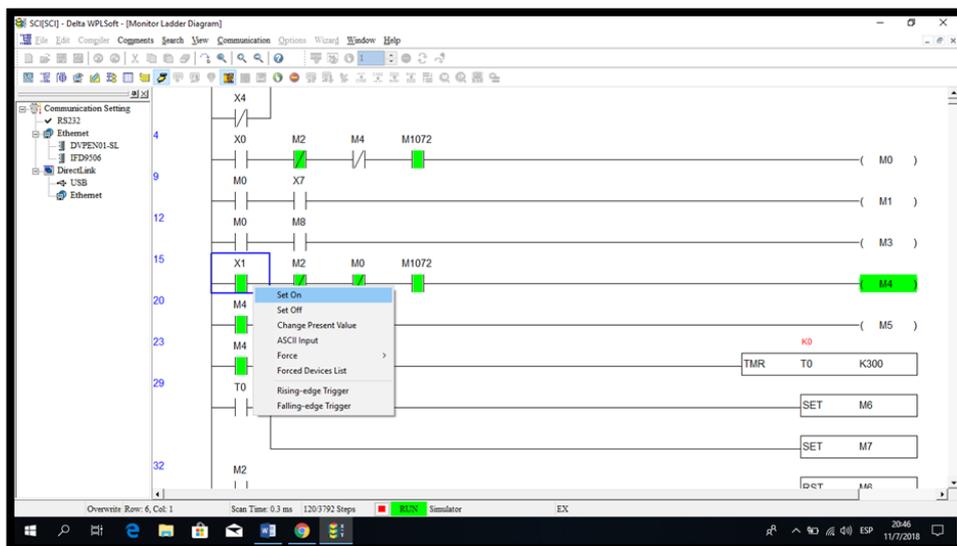


Figura 55 Funcionamiento con el presostato de la bomba jockey

Fuente: (Tesistas, 2018)

29. Si la bomba jockey no abastece con la presión se activa un TIMER el cual pone a funcionar el presostato de la bomba principal activando la bomba y la sirena.

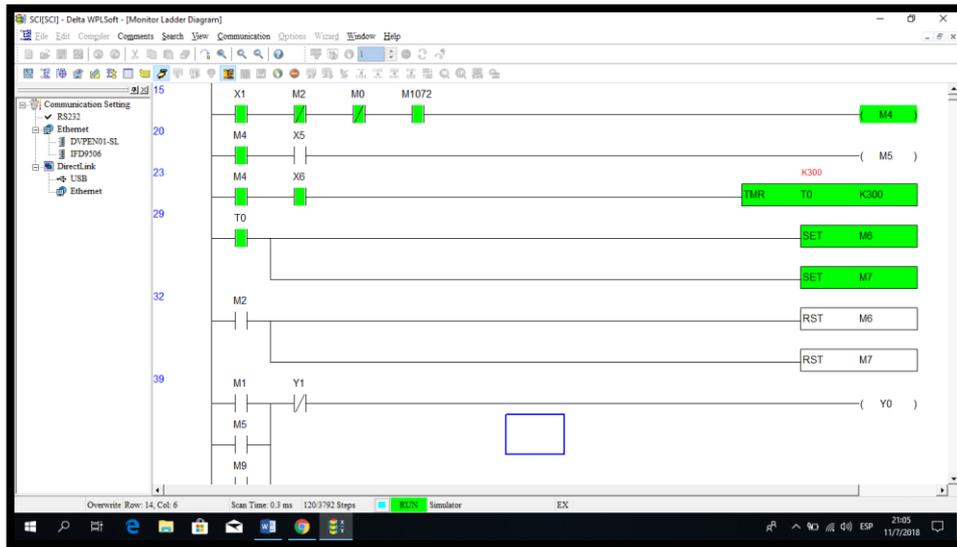


Figura 56 Funcionamiento del presostato de la bomba principal

Fuente: (Tesistas, 2018)

30. Para apagar el sistema el operario debe realizarlo manualmente presionando el switch de paro general.

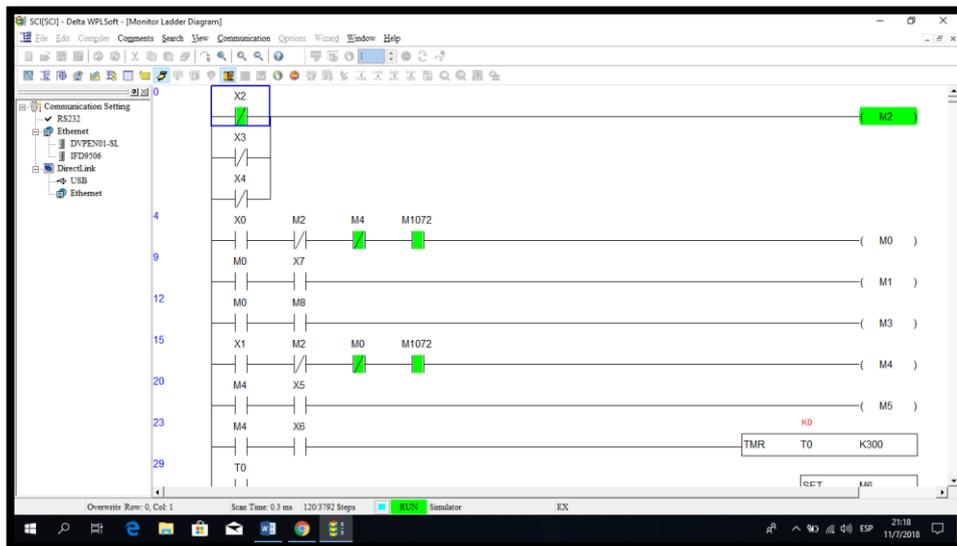


Figura 57 Paro del SCI

Fuente: (Tesistas, 2018)

31. El modo de prueba de las bombas se encuentra cada lunes a las 10 de la mañana por 3 minutos cada bomba, el operario debe acercarse a ver si están funcionando y solo tiene que verificar el funcionamiento ya que es automático.

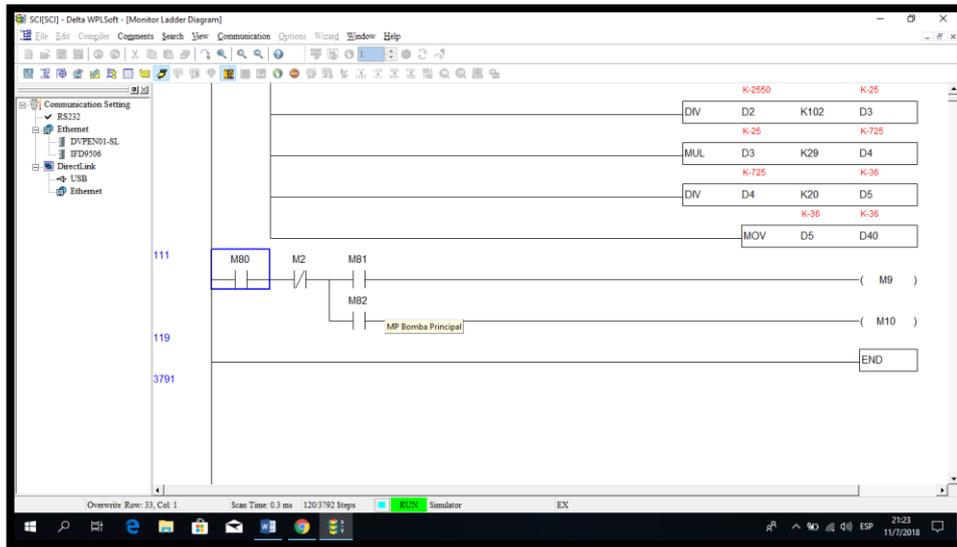


Figura 58 Modo de prueba

Fuente: (Tesis, 2018)

3.16 Selección de los elementos eléctricos para los tableros SCI

Los elementos fueron elegidos en base al análisis de requerimientos del SCI.

Tabla 11: Tablero de la bomba principal

TABLERO DE LA BOMBA PRINCIPAL	
Nº	ELEMENTOS ELÉCTRICOS
1	Supervisor de tensión
2	BREAKER de control de 2 fases
3	Fuente DELTA de 220V AC – 24V DC
4	Relé de voltaje
5	Relé del presostato de la bomba jockey
6	Relé del presostato de la bomba principal
7	Relé SOFT STARTED START
8	Relé de nivel
9	PLC DELTA DVP-20EX
10	Pantalla HMI
11	Switch paro
12	Selector Manual - Automático
13	BREAKER de fuerza principal 175 ^a

14	Arrancador suave S.S.MCD500
----	-----------------------------

Fuente: (Tesistas, 2018)

Tabla 12: Tablero de la bomba jockey

TABLERO DE LA BOMBA JOCKEY	
Nº	ELEMENTOS ELÉCTRICOS
15	Guardamotor
16	Contactador 220V
17	Selector Manual
18	Indicador de falla térmica
19	Indicador de falla de fase
20	Indicador de nivel
21	Indicador bomba

Fuente: (Tesistas, 2018)

Instalación del cableado

La disposición de los elementos fueron dados en función de lograr una fácil intervención y manipulación de los mismos, en caso de una falla o anomalía. Los dispositivos de conexión fueron seleccionados de tal manera que permitan una rápida instalación.

32. Instalación del supervisor de tensión en el panel de control del TBP.



Figura 59 Supervisor de tensión

Fuente: (Tesistas, 2018)

33. Ubicación del Breaker doble de control de 2 fases.

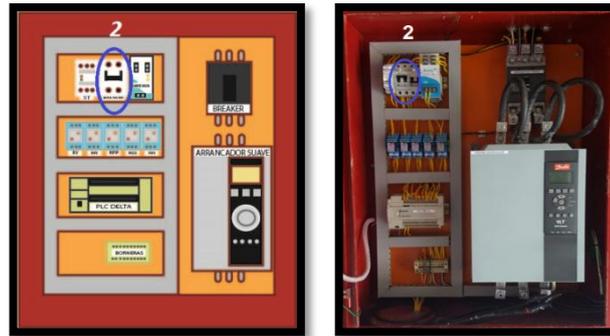


Figura 60 Breaker doble

Fuente: (Tesistas, 2018)

34. Montaje de la Fuente DELTA de 220V AC – 24V DC.



Figura 61 Fuente delta

Fuente: (Tesistas, 2018)

35. Instalación del relé de voltaje (RV).



Figura 62 Relé de voltaje

Fuente: (Tesistas, 2018)

36. Ubicación del relé del presostato de la bomba jockey (RPBJ).



Figura 63 Relé del presostato de la bomba jockey

Fuente: (Tesistas, 2018)

37. Montaje del relé del presostato de la bomba principal (RPBP).



Figura 64 Relé del presostato de la bomba principal

Fuente: (Tesistas, 2018)

38. Instalación del relé SOFT STARTED START (RSSS).



Figura 65 Relé soft started start

Fuente: (Tesistas, 2018)

39. Ubicación del relé de nivel (RN).

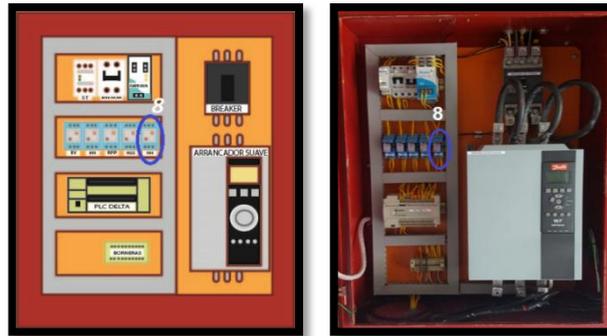


Figura 66 Relé de nivel

Fuente: (Tesistas, 2018)

40. Montaje del PLC DELTA DVP-20EX.



Figura 67 PLC DELTA DVP 20EX

Fuente: (Tesistas, 2018)

41. Instalación de la pantalla HMI (Human machine interface).



Figura 68 Pantalla HMI

Fuente: (Tesistas, 2018)

42. Ubicación del switch paro.



Figura 69 Switch paro

Fuente: (Tesistas, 2018)

43. Montaje selector Manual – Automático.

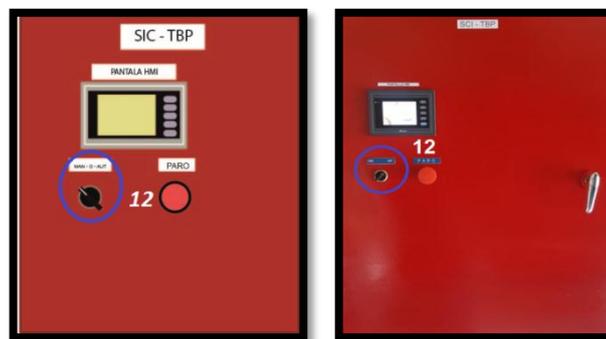


Figura 70 Selector manual – automático

Fuente: (Tesistas, 2018)

44. Instalación del breaker de fuerza principal 175A.



Figura 71 Breaker de 175A

Fuente: (Tesistas, 2018)

45. Ubicación de arrancador suave S.S.MCD500.



Figura 72 Arrancador suave S.S.MCD500

Fuente: (Tesistas, 2018)

46. Montaje del guardamotor en el panel de control del TBJ.

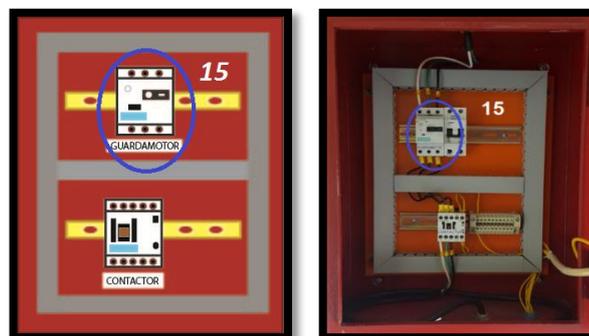


Figura 73 Guardamotor

Fuente: (Tesistas, 2018)

47. Instalación del contactor 220V.

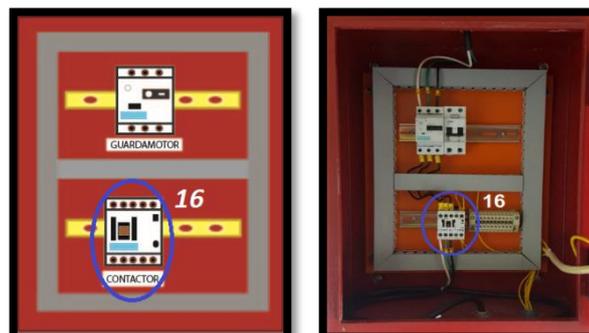


Figura 74 Contactor de 220v

Fuente: (Tesistas, 2018)

48. Ubicación del selector manual.



Figura 75 selector manual

Fuente: (Tesistas, 2018)

49. Montaje del indicador de falla térmica.



Figura 76 Indicador de falla térmica

Fuente: (Tesistas, 2018)

50. Instalación del indicador de falla de fase.

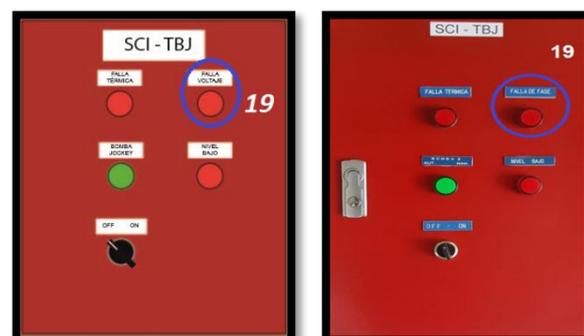


Figura 77 Indicador de falla de fase

Fuente: (Tesistas, 2018)

51. Ubicación del indicador de nivel.

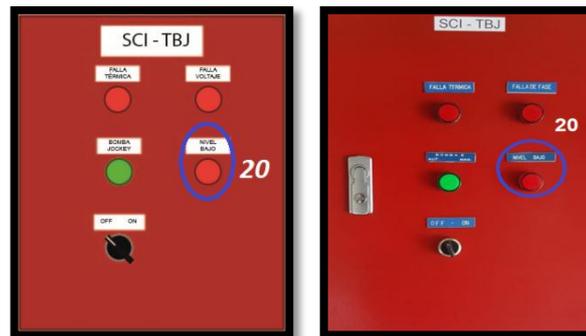


Figura 78 Indicador de nivel bajo

Fuente: (Tesis, 2018)

52. Montaje del indicador de bomba.

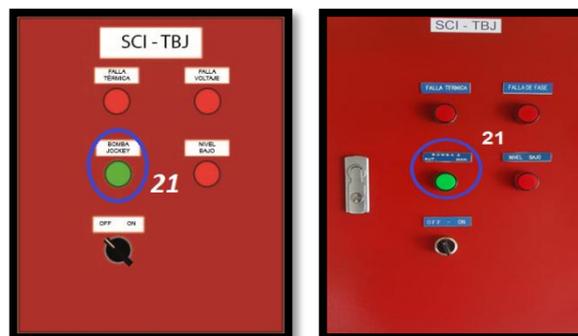


Figura 79 Indicador de bomba

Fuente: (Tesis, 2018)

53. En esta etapa se ejecutó la desconexión de los tableros de control del SCI.



Figura 80 Antigua conexión de los tableros de control del SCI

Fuente: (Tesis, 2018)

54. Instalación y conexiones eléctricas de los elementos en los tableros de control SCI. Utilizando el alambre N° 18 (AWG) el cual es el indicado para circuitos de control con su respectivo marquillado, siguiendo el diseño de los esquemas eléctricos de control y fuerza.



Figura 81 Conexiones con el alambre flexible N°18 AWG

Fuente: (Tesistas, 2018)

55. Para comprobar que en las conexiones no exista inconvenientes realizamos una prueba de continuidad con el multímetro en los dos tableros de control y revisamos nuevamente los esquemas.

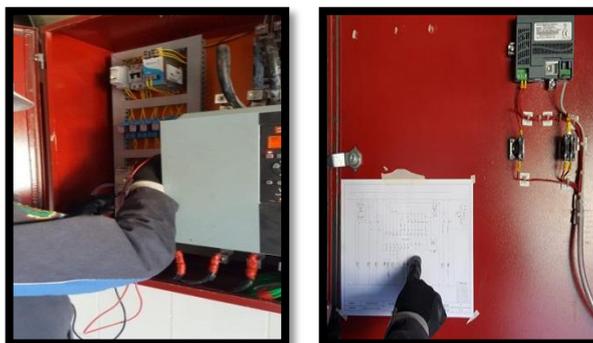


Figura 82 Prueba de continuidad con el multímetro

Fuente: (Tesistas, 2018)

56. En el nuevo cableado, se reorganizaran los diferentes componentes eléctricos para las nuevas conexiones buscando la comodidad y facilidad para ser conectados. La reorganización realizada es para tener una mejor estética del cableado.



Figura 83 Nuevas conexiones realizadas en los tableros de control SCI

Fuente: (Tesis, 2018)

3.17 Selección de los elementos para el cableado de fuerza

Los elementos fueron seleccionados en base al análisis de los requerimientos del para el cableado de fuerza del SCI.

Tabla 13: Elementos para el cableado

ELEMENTOS PARA EL CABLEADO	
CANTIDAD	ELEMENTOS
25m	Cable sucre flexible 3x18
28m	Cable sucre flexible 3x10
25m	Cable sucre flexible 4x18
3	Bandeja portacables 10x5 (2,40mts) galvanizada
3	Tapa de bandeja 10x5 galvanizada
1	Curva y tapa plana 90° 10x5 galvanizada
12	Tirafondos 14x2
12	Taco Fisher N°12

Fuente: (Tesis, 2018)

57. Comenzamos con la colocación de las bandeja portacables 10x5 (2,40mts) galvanizada en área exterior ya que en el cuarto de máquinas ya existe la bandeja portacables aérea, por donde se ingresara el cable para el sensor de nivel, bomba jockey y los presostatos.



Figura 84 Colocación de la bandeja portacables en el área exterior

Fuente: (Tesistas, 2018)

58. Se realizó un mecanizado con tol galvanizado para de las siguientes medidas 31cm de largo, 10cm de alto, con una perforación de 5 cm de diámetro.



Figura 85 Mecanizado de tol galvanizado

Fuente: (Tesistas, 2018)

59. Colocación del mecanizado en la parte superior con su correcta sujeción.



Figura 86 Colocación de la bandeja mecanizada

Fuente: (Tesistas, 2018)

60. Perforación de la pared comunicando la parte interior con la exterior.



Figura 87 Perforación de la pared

Fuente: (Tesistas, 2018)

61. Realizamos el cableado por la bandeja portacables para las conexiones.



Figura 88 Cableado

Fuente: (Tesistas, 2018)

62. Rectificación de las fallas realizadas con una mezcla de concreto.



Figura 89 Rectificación de fallas

Fuente: (Tesistas, 2018)

63. Para la colocación del sensor de nivel como reemplazo del electronivel obsoleto con el que cuenta el SCI se vació la mitad del agua de la cisterna.



Figura 90 Sensor de nivel

Fuente: (Tesistas, 2018)

TERCERA FASE

3.18 Ubicación y pintado de la señalética en SCI

64. Pintado del tablero de la bomba principal (SCI-TBP), tablero de la bomba jockey (SCI-TBJ) y el área exterior de la distribución de las bombas, utilizando un compresor de aire, una pistola de pintura.



Figura 91 Pintado

Fuente: (Tesistas, 2018)

Se procedió para el pintado la colocación del equipo de seguridad como se menciona a continuación mandil, guantes, mascarilla, casco; se realizó la mezcla de la pintura con thinner para su preparación y pintado.

Ubicación de la señalética en los tableros SCI-TBP y SCI-TBJ.



Figura 92 Señalética de los tableros

Fuente: (Tesistas, 2018)

Señalética de seguridad



Figura 93 Señalética de seguridad

Fuente: (Tesistas, 2018)

CUARTA FASE

65. Como se hizo mención, el presente SCI es complementado con transferencia del programa de control al tablero de la bomba principal (SCI-TBP) el cual está ubicado en el cuarto de máquinas, específicamente al PLC DELTA DVP 20EX y la pantalla HMI DOP-AS35THTD.



Figura 94 Transferencia del programa

Fuente: (Tesis, 2018)

SECCIÓN 4: MANUAL DE OPERACIÓN

3.19 Antecedentes

El control del sistema contra incendios está diseñado bajo el principio de mantener la presión constante de agua a un valor nominal, para tal efecto se utiliza una bomba auxiliar (Bomba Jockey) que se encarga de compensar la perdidas pequeñas de presión en un rango y una bomba principal que trabaja a la caída de presión inferior establecida y permanece encendida en caso de incendio.

El sistema de control de incendios presenta alarmas de:

- Nivel bajo de agua en la cisterna
- Falla de voltaje de alimentación (3F/60 Hz)
- Sobrecarga en la bomba auxiliar (Jockey) (Guardamotor).

Se tiene todas las protecciones de voltaje, corriente y nivel de agua, para el normal funcionamiento de la bomba jockey y de todo el sistema en general.

3.20 Esquema tablero de control

En los dos tableros del sistema contra incendios (SCI); los dispositivos ocupados en su interior, mediante una señalética están correctamente identificados.

- Sistema contra incendios - tablero bomba principal (SCI - TBP).
- Sistema contra incendios - tablero bomba jockey (SCI - TBJ).



Figura 95 Esquema tablero de control SIC-TBP

Fuente: (Tesistas, 2018)

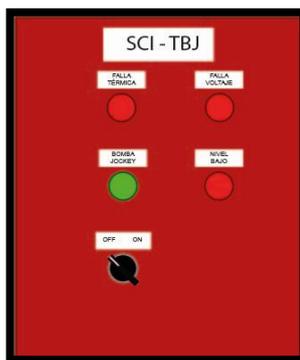


Figura 96 Esquema tablero de control SIC-TBP

Fuente: (Tesistas, 2018)

Tabla 14: Indicadores

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
<i>FALLA VOLTAJE</i>	Ocurren problemas en el suministro de tensión
<i>FALLA TÉRMICA</i>	La Bomba Jockey superó la corriente nominal de trabajo
<i>NIVEL BAJO</i>	El nivel de agua en la cisterna no es el suficiente o se encuentra vacía.
<i>BOMBA JOCKEY</i>	Bomba Jockey en funcionamiento adecuado

Fuente: (Tesistas, 2018)

Tabla 15: Selector

SELECTOR	DESCRIPCIÓN
<i>AUTO - O - MAN</i>	Selector que permite escoger entre funcionamiento automático o manual del sistema contra incendios. Para poder dar mantenimiento o hacer pruebas de las bombas, moverlo a MAN, caso contrario <u>Siempre dejarlo en AUTO.</u> De igual manera el sistema se puede apagar moviendo el selector a O (OFF).
<i>BOMBA J. AUTO - MAN</i>	Selector de dos posiciones para control de Bomba Jockey, para funcionamiento en automático, moverlo a AUTO, caso contrario para dar mantenimiento o hacer pruebas moverlo a MAN. (para que la bomba se encienda en MAN, el selector principal deberá estar en MAN) <u>Siempre dejarlo en AUTO</u>
<i>SWITCH DE PARO</i>	Normalmente dejarlo presionado, solo para apagar la bomba principal en caso que la misma entre en funcionamiento, halar el switch de paro.

Fuente: (Tesistas, 2018)

3.21 Operación HMI

El sistema cuenta con una pantalla HMI (Human machine interface), en la cual se puede monitorear valores de presión en la línea, visualizar que se ejecute la prueba semanal del sistema, encender en modo manual la bomba principal y visualizar el comportamiento de los presostatos.



Figura 97 Operación HMI

Fuente: (Tesis, 2018)

3.22 Interpretación de fallas y operación

Cuando se da el evento de una falla, la luz piloto correspondiente a la alarma permanecerá encendida, si la falla se mantiene la luz piloto no se apagará hasta que dicha falla sea eliminada. Una vez que la falla se corrige se apagará la luz piloto de la alarma correspondiente. La sirena se encenderá cuando la bomba principal se active, para silenciar la sirena y parar la bomba principal, activar el switch de PARO.

Tabla 16: Interpretación de fallas y operación

INDICADOR	SOLUCIÓN
<i>FALLA VOLTAJE</i>	Verificar inversión de fase, bajo voltaje, alto voltaje, pérdida de fase, desconexión de un cable. Contactarse con un técnico
<i>FALLA TÉRMICA</i>	Verificar que la bomba no tenga sonidos extraños, limpiar partículas de suciedad en la bomba, revisar la succión y la salida de la bomba. Contactarse con un técnico
<i>NIVEL BAJO</i>	Revisar cisterna, nivel bajo de agua, cisterna vacía.

Fuente: (Tesis, 2018)

3.23 Funcionamiento del SCI

La presión del sistema se controla automáticamente mediante dos presostatos (Presostato Bomba Principal y Presostato Bomba Jockey) calibrados en rangos diferentes.

La Bomba Jockey en modo automático es activada mediante el presostato correspondiente, ante la pérdida de presión en el rango determinado, dicha bomba continúa encendida hasta recuperar la caída de presión en la línea. En caso de no poder alcanzar la presión establecida debido a una gran demanda en la línea, entra en funcionamiento la Bomba Principal y no se apaga hasta que un operario se acerque a apagarla de forma manual desde el botón de PARO. En caso de incendio, la bomba principal permanece encendida a toda su capacidad.

Con el fin de verificar un adecuado funcionamiento del sistema, este se encenderá automáticamente en el horario y día programado para la prueba semanal. El día y la hora de prueba serán establecidos de acuerdo a los requerimientos del cliente. Cabe recalcar que es recomendable que un operario se encuentre presente en la prueba semanal para corroborar un funcionamiento adecuado del sistema.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

Para realizar la selección adecuada de los dispositivos se analizó el tipo de área de trabajo, como también los inconvenientes, deficiencias y desventajas del sistema contra incendios actual.

Con el diseño de esquemas eléctricos de control y el uso de dispositivos adecuados mediante un controlador lógico programable (PLC), permitirá un funcionamiento correcto y eficiente de los dispositivos que conforman el sistema de protección contra incendios.

La repotenciación del sistema contra incendios, contribuirá a elevar en un alto grado la seguridad de las personas y equipos existentes.

RECOMENDACIONES

Para mayor seguridad se debe colocar otro paro general del sistema contra incendios en un lugar visible y accesible dentro del centro de salud, ya que en caso de una emergencia se realice su desactivación.

En cuanto a los gabinetes del sistema contra incendios que están distribuidos por pisos deben contener los accesorios faltantes para la extinción y mitigación del fuego.

Es necesario tener un operario a cargo que realice inspecciones del SCI, rigiéndose a un cronograma de mantenimiento para garantizar la óptima funcionabilidad, por lo tanto el encargado debe ser instruido con la información de este sistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía

Botta, N. A. (2011). *Sistemas Fijos de Protección en Base a Rociadores*. Argentina: Red Proteger.

Célleri Pesantez, C. (1975). *Control de máquinas eléctricas por contactores y elementos estáticos*. Bachelor's thesis, QUITO/EPN/1975.

Delta Electronics, Inc. (2018). *DELTA*. Obtenido de <http://www.deltaww.com/Products/CategoryListT1.aspx?CID=060301&PID=154&hl=en-US&Name=DVP-EX+Series>

EBARA. (01 de Agosto de 1996). Obtenido de <http://www.eic.cat/gfe/docs/11063.pdf>

EcuRed. (2012). Obtenido de <https://www.ecured.cu/Presostato>

ENRIQUEZ, G. (2011). *Elementos de Protección de Sistemas Eléctricos*. México: Limusa.

Guerrero, L. F. (2009). *Registro Oficial - Estatuto orgánico 4 - Órgano del Gobierno de Ecuador*. Quito: Editora Nacional .

Hidráulica alsina, s.a. (1978). *Bombas shasa*. Obtenido de <https://www.bombashasa.com/imag/cat-especificos/catalogo2.pdf>

Igurenes. (02 de Marzo de 2015). Obtenido de <https://iguren.es/blog/como-funciona-un-arrancador-suave/>

París, A. P. (2003). *Relés electromagnéticos y electrónicos. Parte I: relés y contactores*. Vivat Academia, (50), 1-24.

Peñalba, L. &. (2003). *Gestión Energética de los motores eléctricos: mejora de la eficiencia de los accionamientos con el uso de variadores de velocidad*. . Santander, España: Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética, ETSII y T., Universidad de Cantabria, 8.

Pérez, R. (2010). *Instalaciones Hidrosanitarias Y De Gas Para Edificaciones*. Colombia : Gutiérrez.

Prefire S.L. (13 de Diciembre de 1999). Obtenido de <https://www.prefire.es/qds/QDS-Bombajockey.pdf>

TECHNICAL DATASHEET. (02 de Diciembre de 2012). Obtenido de http://www.automapperu.com/archivos/pdf/9164ff_DRP024V120W1AA_Rev.02.pdf

Tesistas. (12 de Julio de 2018). *Sistema Contra Incendios* . Latacunga, Cotopaxi, Ecuador.

VIKING Trusted above all. (13. de Febrero de 2005). Obtenido de Products Viking Fire Sprinklers: <http://www.vikingcorp.com>

Vilca, G., & Castro, M. (23 de Julio de 2018). Latacunga , Cotopaxi , Ecuador .

ANEXOS

Anexo A Plano del Subsuelo

Anexo B Plano de Planta Baja

Anexo C Plano del Primer Piso

Anexo D Plano del Segundo Piso

Anexo E Plano del Cuarto de Bombas

Anexo F Plano Cisterna

Anexo G Plano Sprinkler

Anexo H Plano Mecánico SCI

Anexo I Plano Eléctrico de Control

Anexo J Plano Eléctrico de Fuerza

Anexo K Plano de Tableros de Control