



# **UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

## **TEMA:**

**Propuesta de diseño de un Sistema sprinkler (Rociador de contra incendios)  
aplicado en una embarcación de turismo en la Provincia de  
Galápagos (M/N Santa Cruz II) y repotenciación del mismo.**

## **AUTOR:**

Soledispa Delgado, Stanley Edgar

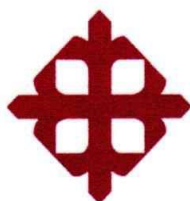
Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de  
**INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

## **TUTOR:**

Ing. Romero Rosero, Carlos Bolívar

Guayaquil, Ecuador

01 febrero del 2023



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **Soledispa Delgado, Stanley Edgar** como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO EN ELECTRICIDAD**.

Ing. Romero Rosero, Carlos Bolívar

DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo, MsC.

Guayaquil, al 01 día del mes de febrero del año 2023



## UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACION TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD

### DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Soledispa Delgado, Stanley Edgar

#### DECLARO QUE:

El Trabajo de Integración Curricular, **Propuesta de diseño de un Sistema sprinkler (Rociador de contra incendios) aplicado en una embarcación de turismo en la Provincia de Galápagos (M/N Santa Cruz II) y repotenciación del mismo**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Electricidad**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, al 01 día de febrero del año 2023

EL AUTOR

  
SOLEDISPA DELGADO, STANLEY EDGAR



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD DE EDUCACION TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD

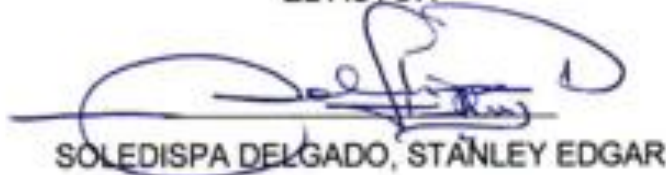
**AUTORIZACIÓN**

Yo, Soledispa Delgado, Stanley Edgar

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular, **Propuesta de diseño de un Sistema sprinkler (Rociador de contra incendios) aplicado en una embarcación de turismo en la Provincia de Galápagos (M/N Santa Cruz II) y repotenciación del mismo**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, al 01 día de febrero del año 2023

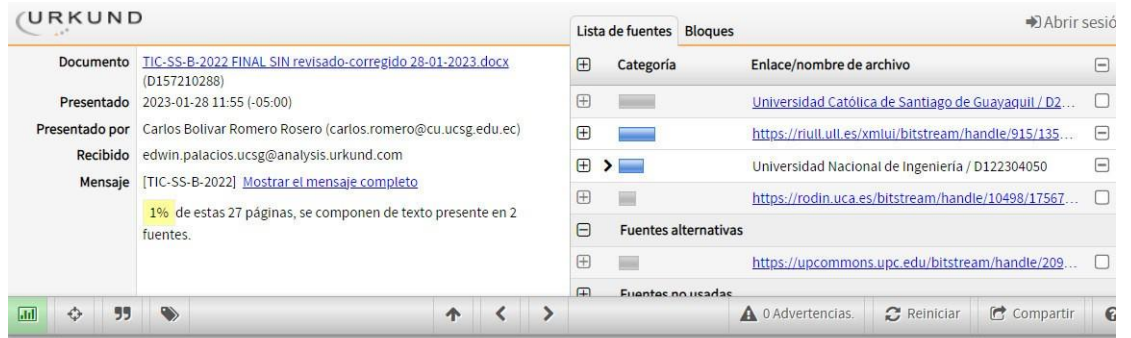
EL AUTOR



SOLEDISPA DELGADO, STANLEY EDGAR

## REPORTE DE URKUND

Informe antiplagio URKUND del Trabajo de Integración Curricular de la Carrera de Ingeniería en Electricidad, con 1 % de coincidencias perteneciente al estudiante SOLEDISPA DELGADO, STANLEY EDGAR.



The screenshot shows the URKUND interface. On the left, document details are listed: Documento (TIC-SS-B-2022 FINAL SIN revisado-correcto 28-01-2023.docx), Presentado (2023-01-28 11:55), Presentado por (Carlos Bolivar Romero Rosero), Recibido (edwin.palacios.ucsg@analysis.orkund.com), and Mensaje (1% de estas 27 páginas, se componen de texto presente en 2 fuentes). On the right, a 'Lista de fuentes' table is visible with columns for 'Categoría' and 'Enlace/nombre de archivo'. The table lists several sources, including 'Universidad Católica de Santiago de Guayaquil' and 'Universidad Nacional de Ingeniería'. At the bottom, there are navigation icons and a status bar showing '0 Advertencias'.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACION TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

TEMA: Propuesta de diseño de un Sistema

sprinkler (Rociador de contra incendios) aplicado en una embarcación de turismo en la Provincia de Galápagos (M/N Santa Cruz II) y repotenciación del mismo.

AUTOR: Soledispa Delgado, Stanley Edgar

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título De INGENIERO EN ELECTRICIDAD

TUTOR: Ing. Romero Rosero, Carlos Bolivar

Guayaquil, Ecuador

Atentamente,



**Ing. Carlos Romero Rosero.**

Profesor Titular Principal

TUTOR

## **DEDICATORIA**

Esta investigación de trabajo de integración curricular realizada esta dedicada a las personas que en su momento han sabido ganarse mi aprecio y mi cariño.

Mi madre es un punto y aparte ya que con su cariño su bondad y muchas veces en ocasiones estricta supo llegar a cada uno de nosotros sus hijos para que fuéramos personas de bien y unos excelentes profesionales como ella lo deseaba.

Mi padre que hoy no nos acompaña, pero sé que desde donde él se encuentra nos ilumina y nos bendice para seguir sus pasos como profesionales que somos y siempre guiarnos por el camino del bien, hoy más que nunca se sentiría muy orgulloso de ver a uno de sus hijos culminar con éxito esta carrera y darnos un aventón en largo trajín que acompaña esta profesión.

A mi esposa que estuvo en cada momento de mi preparación y que me dio una gran ayuda para sacar adelante esta profesión y me dirigió continuamente para culminar con éxito esta nueva etapa de mi vida profesional.

A mis hijos que con este logro conseguido he querido demostrarle que se puede salir adelante en los estudios sin tener ningún límite y que no desmayen en conseguir una profesión que les guste para que sean unas personas de bien y buenos profesionales.

**SOLEDISPA DELGADO, STANLEY EDGAR**

## **AGRADECIMIENTO**

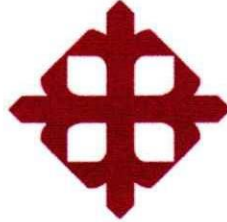
Antes de empezar este agradecimiento pongo de antemano a Dios que siempre estuvo presente en los momentos más complicados de mi trayectoria como estudiante.

Agradezco a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil por permitirme poder ingresar a sus aulas y tener este recorrido de enseñanzas con un sin número de profesores altamente calificado y de sus experiencias aprender y aportarnos ese granito de arena que es muy importante en el largo venir de esta profesión que esta por culminar.

A todas las personas amigos, amigas, hermanos, a mi familia, mi esposa e hijos, que creyeron en mi para poder llegar hasta este momento memorable de mi carrera, siempre estaré muy agradecido por ese aporte infinito y la paciencia que tuvieron por darme una mano y sacar adelante este proyecto con el cual hoy culmina mis estudios.

Este es y será un momento de regocijo muy especial para mí, espero que perdure en el tiempo y en la retina de todas esas personas que dieron ese aporte especial y que invirtieron su tiempo a esta tesis para sacarla adelante, y así demostrar que siempre va a ver una mano extendida para ayudarte a conseguir tus metas.

SOLEDISPA DELGADO, STANLEY EDGAR



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f.

  
\_\_\_\_\_  
ING. FRANCO RODRIGUEZ, JOHN ELOY PHD  
DECANO

f.

  
\_\_\_\_\_  
ING. BOHÓRQUEZ ESCOBAR, CELSO BAYARDO, MSC.  
DIRECTOR DE CARRERA

f.

  
\_\_\_\_\_  
ING. SUAREZ MURILLO, EFRAIN OSWALDO  
OPONENTE



## Índice General

Índice de Figuras .....	XII
Índice de Tablas.....	XVI
Índice de Anexos .....	XVII
Resumen .....	XVIII
Abstract.....	XIX
CAPÍTULO 1 .....	2
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR.....	2
1.1. Introducción.....	2
1.2. Antecedentes. ....	3
1.3. Definición del Problema.....	3
1.5. Objetivos del Problema de Investigación.....	4
1.5.1. Objetivo General.....	4
1.5.2. Objetivos Específicos. ....	5
1.6 Hipótesis de la investigación .....	5
1.7 Metodología de Investigación.....	5
CAPÍTULO 2.....	6
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	6
2.1. Historia de los sistemas contraincendios.....	6
2.2. Convenios que rigen para la seguridad contra incendio en embarcaciones y la vida humana .....	7
2.2.1. Código de seguridad ocupacional en buques.....	9
2.2.2. Triángulo de fuego.....	9
2.3. Sistemas de seguridad contra incendios en barcos .....	10
2.3.1. Detector de humo .....	10
2.3.2. Sistema Sprinkler .....	11

2.3.3. Sistema Banco CO <sub>2</sub> .....	14
2.3.4. Sistema Ansul (Cocina) .....	17
2.3.5. Detección y alarma contra incendio.....	19
2.3.6. Válvulas mariposas contra incendios .....	20
2.4. Bombas contra incendios .....	20
2.4.1. Bomba contra incendio principal.....	20
2.4.2. Bomba contra incendio de emergencia .....	21
2.4.3. Bomba de achique de sentina y contra incendios .....	21
2.5. Tipos de embarcaciones de turismo.....	22
2.6. Automatización de los sistemas contra incendios.....	28
CAPÍTULO 3.....	29
SISTEMA CONTRA INCENDIO PARA EMBARCACIONES DE TURISMO QUE LLEVAN MAS DE 100 PASAJEROS.....	29
3.1. Buque para pasajeros Santa Cruz II.....	29
3.2. Sistema Sprinkler Santa Cruz II.....	32
3.2.1. Elementos Sprinkler Sala de Máquinas.....	33
3.2.2. Elementos Sprinkler Puente de Gobierno.....	37
3.3. Sistema Contra incendios HI-FOG .....	39
CAPÍTULO 4.....	73
DESARROLLO Y SIMULACIÓN DE SISTEMA SPRINKLER .....	73
4.1 Secuencia de Programa .....	73
4.2 Inicio de Programa TiaPortal .....	74
4.3 Desarrollo de programa de PLC .....	78
4.4 Desarrollo de programa de HMI .....	83
4.5 Simulación de programa sistema sprinkler .....	87
CAPÍTULO 5.....	94
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	94

5.1. Conclusiones.....	94
5.2. Recomendaciones.....	95
FUENTES CONSULTADAS .....	96
ANEXOS.....	101

## Índice de Figuras

### Capítulo 2

Figura 2. 1 Rociadores automáticos Grinnell de 1897.....	6
Figura 2. 2 Incendio en buques de carga.....	8
Figura 2. 3 Triángulo de fuego.....	9
Figura 2. 4 Detector de humo Aqualarm.....	11
Figura 2. 5 Rociador automático.....	12
Figura 2. 6 Sistema de tubería húmeda.....	13
Figura 2. 7 Sistema de tubería seca.....	13
Figura 2. 8 Sistema de tubería de diluvio.....	14
Figura 2. 9 Sistema de acción previa.....	14
Figura 2. 10 Banco de CO <sub>2</sub> .....	15
Figura 2. 11 Sistema fijo de CO <sub>2</sub> .....	16
Figura 2. 12 Sistema contra incendio de campa Ansul.....	18
Figura 2. 13 Barco crucero convencional.....	23
Figura 2. 14 Mega barco crucero.....	24
Figura 2. 15 Barco crucero oceánico.....	24
Figura 2. 16 Barco crucero de lujo.....	25
Figura 2. 17 Barco crucero de pequeño tamaño.....	25
Figura 2. 18 Barco crucero de aventura.....	26
Figura 2. 19 Barco crucero expedicionario.....	26
Figura 2. 20 Barco crucero fluvial.....	27

### Capítulo 3

Figura 3 1 Dimensiones de la embarcación Santa Cruz II.....	30
Figura 3 2 Esquema del buque Santa Cruz II.....	33
Figura 3 3 Sala de máquinas auxiliar buque Santa Cruz II.....	33
Figura 3 4 Tanque Sprinkler buque Santa Cruz II.....	34
Figura 3 5 Elementos de Tanque Sprinkler.....	34
Figura 3 6 Bomba Sistema Sprinkler.....	35
Figura 3 7 Elementos de control y fuerza Sistema Sprinkler.....	35

Figura 3 8 Flujómetro POTTER VSR .....	36
Figura 3 9 Válvula de corte de seccionamiento .....	37
Figura 3 10 Puente de Gobierno.....	37
Figura 3 11 Sistema de visualización Sistema Sprinkler.....	38
Figura 3 12 Sistema de Control Sistema Sprinkler.....	38
Figura 3 13 Rociadores HI-FOG .....	39
Figura 3 14 Elementos de Cubierta 1 Popa .....	40
Figura 3 15 Elementos de Cubierta 1 Proa.....	41
Figura 3 16 Elementos de Cubierta 2 Popa .....	41
Figura 3 17 Elementos de Cubierta 2 Proa.....	42
Figura 3 18 Elementos de Cubierta 3 Popa .....	42
Figura 3 19 Elementos de Cubierta 3 Proa.....	43
Figura 3 20 Elementos de Cubierta 4 Popa .....	43
Figura 3 21 Elementos de Cubierta 4 Proa.....	44
Figura 3 22 Elementos de Cubierta 5 Popa .....	44
Figura 3 23 Elementos de Cubierta 5 Proa.....	45
Figura 3 24 Elementos de Cubierta 6 Popa .....	45
Figura 3 25 Elementos de Cubierta 6 Proa.....	46
Figura 3 26 Vista Interna y Externa del Tablero de Control y Fuerza.....	54
Figura 3 27 Alimentación de motores .....	55
Figura 3 28 Alimentación de transformadores .....	56
Figura 3 29 Alimentación de equipos de 24Vdc.....	57
Figura 3 30 Conexión PLC 1/4.....	58
Figura 3 31 Conexión PLC 2/4.....	59
Figura 3 32 Conexión PLC 3/4.....	60
Figura 3 33 Conexión PLC 4/4.....	61
Figura 3 34 Conexión Slot #2 1/4.....	62
Figura 3 35 Conexión Slot #2 2/4.....	63
Figura 3 36 Conexión Slot #2 3/4.....	64
Figura 3 37 Conexión Slot #2 4/4.....	65
Figura 3 38 Conexión Slot #3 1/2.....	66
Figura 3 39 Conexión Slot #3 2/2.....	67
Figura 3 40 Conexión Slot #4 1/2.....	68
Figura 3 41 Conexión Slot #4 2/2.....	69

Figura 3 42 Conexión de relés 1/2 .....	70
Figura 3 43 Conexión de relés 2/2 .....	71
Figura 3 44 Arquitectura de red .....	72

## **Capítulo 4**

Figura 4. 1 Programa TiaPortal V16 .....	74
Figura 4. 2 Inicio Programa TiaPortal V16 .....	74
Figura 4. 3 Crear Nuevo Proyecto .....	75
Figura 4. 4 Abrir Vista del Proyecto .....	75
Figura 4. 5 Árbol del Proyecto.....	76
Figura 4. 6 Agregar Dispositivo.....	76
Figura 4. 7 Selección de Dispositivo .....	77
Figura 4. 8 Equipos seleccionados para sistema Sprinkler.....	77
Figura 4. 9 Declaración de Entradas.....	78
Figura 4. 10 Declaración de Salidas .....	78
Figura 4. 11 Crear nuevo bloque FB.....	79
Figura 4. 12 Declaración de entradas en bloque FB.....	80
Figura 4. 13 Declaración de salidas en bloque FB.....	80
Figura 4. 14 Programación en Lenguaje Ladder .....	81
Figura 4. 15 Creación de bloque FC .....	81
Figura 4. 16 Programación de bloque FC .....	82
Figura 4. 17 Programación de bloque Main .....	82
Figura 4. 18 Selección HMI.....	83
Figura 4. 19 Equipos Seleccionado para Simulación.....	84
Figura 4. 20 Direcciones IP en equipos .....	84
Figura 4. 21 Declaración de variables en HMI .....	85
Figura 4. 22 Pantalla Inicio.....	85
Figura 4. 23 Pantalla Proceso Automático.....	86
Figura 4. 24 Pantalla Proceso Manual.....	86
Figura 4. 25 Pantalla Alarmas.....	86
Figura 4. 26 Simulación Pantalla Inicio .....	87
Figura 4. 27 Simulación Pantalla Modo Automático.....	87
Figura 4. 28 Simulación Menú de Navegación.....	88

Figura 4. 29 Simulación Modo Manual.....	88
Figura 4. 30 Simulación Modo Manual Seleccionado .....	89
Figura 4. 31 Simulación Modo Manual Control de Equipos .....	89
Figura 4. 32 Simulación Modo Manual – status en pantalla modo automático .....	90
Figura 4. 33 Simulación Modo Automático .....	90
Figura 4. 34 Simulación Modo Automático – Evento Cubierta 3 Sección Proa .....	91
Figura 4. 35 Simulación Alarmas .....	92
Figura 4. 36 Simulación Pulsar Botón Acusar.....	92
Figura 4. 37 Simulación Selección Bomba 1.....	93

## Índice de Tablas

### Capítulo 2

Tabla 2. 1 Bombas a instalar .....	21
------------------------------------	----

### Capítulo 3

Tabla 3 1 Capacidad de M/N Santa Cruz II.....	30
Tabla 3 2 Ficha técnica M/N Santa Cruz II.....	31
Tabla 3 3 Ficha técnica M/N Santa Cruz II.....	32
Tabla 3 4 Bomba Sistema Sprinkler Santa Cruz II .....	36
Tabla 3 5 Listado de conexión y programación de equipos 1/6.....	47
Tabla 3 6 Listado de conexión y programación de equipos 2/6.....	48
Tabla 3 7 Listado de conexión y programación de equipos 3/6.....	49
Tabla 3 8 Listado de conexión y programación de equipos 4/6.....	50
Tabla 3 9 Listado de conexión y programación de equipos 5/6.....	51
Tabla 3 10 Listado de conexión y programación de equipos 6/6.....	52
Tabla 3 11 Selección de Equipos de Automatización.....	53



## Índice de Anexos

Anexo 1 Inspección de tablero.....	101
Anexo 2 Reajuste de tablero.....	101
Anexo 3 Prueba del tablero del sistema sprinkler.....	102
Anexo 4 Revisión de los elementos del sistema sprinkler.....	102
Anexo 5 Funcionamiento del sistema sprinkler manual / automático .....	103
.....	103
Anexo 6 Revisión de manómetro del tanque contraincendios .....	103

## Resumen

El presente trabajo de integración curricular trata sobre una propuesta para diseñar un sistema sprinkler más eficiente donde permita controlar a través de una pantalla HMI un conato de incendio en la embarcación de turismo M/N Santa Cruz II, por medio de una simulación del programa TiaPortal. Para realizar los cambios necesarios se tuvo que investigar funcionamientos, características, fichas técnicas de los elementos y equipos que conforman el sistema sprinkler. Una vez investigada la información necesaria se determinó los cambios que se deben ejecutar para la mejora del sistema, empezando por cambiar el agua de mar por agua dulce debido a que la salinidad deteriora rápidamente los equipos, también el cambio de rociadores por rociadores que expulsen agua de forma nebulizada para resguardar los equipos. Se diseñó el diagrama unifilar del tablero del sistema sprinkler con los nuevos elementos y su respectivo sistema de seguridad. En base a la información recopilada y diseño, se procedió a elaborar la simulación en el cual se puede observar el funcionamiento de cada equipo al ponerlo en marcha.

**Palabras claves:** SISTEMA SPRINKLER, CONATO DE INCENDIO, ROCIADORES, AGUA, NEBULIZADA, TIAPORTAL, DIAGRAMA UNIFILAR

## **Abstract**

The present work of curricular integration deals with a proposal to design a more efficient sprinkler system to control through an HMI screen a fire outbreak in the tourism vessel M/N Santa Cruz II, by means of a simulation of the TiaPortal program. In order to make the necessary changes, it was necessary to investigate the operation, characteristics and technical data sheets of the elements and equipment that make up the sprinkler system. Once the necessary information had been researched, the changes to be made to improve the system were determined, starting with changing the sea water for fresh water because salinity quickly deteriorates the equipment, as well as changing the sprinklers for sprinklers that expel water in a nebulized form to protect the equipment. The single-line diagram of the sprinkler system panel was designed with the new elements and their respective safety system. Based on the information gathered and the design, we proceeded to develop the simulation in which the operation of each equipment can be observed when it is started up.

**Keywords:** SPRINKLER SYSTEM, START OF FIRE, SPRINKLERS, WATER, MIST, TIAPORTAL, ONE-LINE DIAGRA

# CAPÍTULO 1

## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

### 1.1. Introducción.

Para tener un sistema de seguridad que permita combatir un incendio tanto en instalaciones en tierra como en embarcaciones se han implementado sistemas rociadores contraincendios automáticos, los cuales son capaces de extinguir el fuego por si solos sin tener la necesidad que personas ingresen al área afectada para combatirlo, de esta forma se salvaguarda la integridad tanto del personal como del inmueble.

Inicialmente estos sistemas se instalaban únicamente en edificios comerciales, a medida que han transcurrido los años se han convertido en sistemas principales de seguridad obligatorios que exigen que se instalen en hospitales, escuelas, embarcaciones, hoteles y otros edificios públicos.

Es importante entender que los sistemas rociadores contraincendios fueron diseñados para contener un incendio, sin embargo, en algunos casos estos sistemas han podido extinguir por completo el fuego.

A medida que ha pasado el tiempo estos sistemas han ido evolucionando para ofrecer una mejor protección y tiempo de respuesta antes estos eventos. Uno de los primeros diseños estaba conformado por unas tuberías perforadas, cuerdas y tapones, estas tuberías estaban conectadas a un gran recipiente de agua. El tapón estaba colocado en el tanque para evitar que el agua pasara por la tubería sino era requerido, al producirse un incendio se liberaba el tapón del tanque lo que permitía que el agua fluya por las tuberías y de esta forma podía apagar el incendio.

Actualmente los sistemas contraincendios siguen manteniendo el mismo principio de funcionamiento, aunque han tenido varios cambios significativos los cuales se han desarrollado junto con el avance de la tecnología.

## **1.2. Antecedentes.**

Los sistemas de sprinkler anteriormente utilizaban agua salada para sofocar el fuego que se producían en las embarcaciones, a pesar de aquello no era muy beneficioso, puesto que al momento en que se dispara el sistema para sofocar el fuego la salinidad deterioraba más rápido los equipos debido a la agresividad del agua de mar para los materiales delicados que se encuentran ubicados en las diferentes áreas de la nave.

Cabe mencionar que este equipamiento ha sido utilizado durante décadas dando un resultado idóneo, pero, debido al daño que provocan en la infraestructura y equipos que se encuentran a bordo se necesitará una repotenciación del mismo para aumentar la eficiencia de su trabajo.

Se considera que con el avance tecnológico se irán desarrollando nuevos métodos para optimizar este procedimiento, por esta razón se pretende cambiar el tipo de agua a utilizar, reemplazar los difusores y optimizar la presión de salida de agua, así como también elaborar un diagrama de la distribución de las tuberías en áreas, donde señale la ubicación exacta de cada uno de los difusores, ya que resultaría más rápido encontrar donde se estaría produciendo el conato de incendio.

## **1.3. Definición del Problema.**

El funcionamiento normal del sistema sprinkler consiste en apagar el incendio que se llegue a producir, pero como se mencionó en el numeral anterior, éste contiene agua de mar, el cual resulta perjudicial para los equipos y materiales que se encuentran a bordo de la embarcación Santa Cruz II, el fallo de estos equipos es nocivo y en caso de producirse un conato de incendio durante la navegación su deber como barco turístico es preservar la seguridad de los pasajeros y tripulación.

## **1.4. Justificación del Problema.**

Esta investigación es muy conveniente, ya que brindaría a la embarcación M/N Santa Cruz II un sistema contraincendios más eficiente y generaría un impacto menos agresivo con los equipos e inmuebles que se verían afectados al momento de producirse un conato de incendio,

promoviendo un monitoreo constante para reaccionar de manera inmediata ante estos eventos.

La relevancia del trabajo de titulación es demostrar que en el área naval se pueden obtener mejores beneficios al repotenciar el sistema contraincendios actual, con el avance de la tecnología se pueden mejorar estos sistemas de control y monitoreo utilizando de manera más eficiente los equipos existentes.

Los beneficios de esta investigación favorecerán directamente a los propietarios, compañías, socios que poseen embarcaciones como son barcos, buques, yates las cuales utilizan agua de mar para su sistema contra incendios, con esta repotenciación pueden brindar un mejor servicio a los usuarios finales y ofrecer una mayor seguridad al presentarse un flagelo en la motonave.

El desarrollo de esta propuesta técnica de estudio ayudará a definir un sistema contraincendios más optimizado en donde se plantea el uso de agua dulce para sofocar flagelos que se presenten durante la navegación.

A través de su implementación mejorará su aporte con la comunidad brindando sistemas seguros a sus usuarios y evitando contaminaciones al mar en caso de presentarse un flagelo.

Este trabajo de titulación permitirá que los estudiantes puedan acceder al funcionamiento eléctrico, mecánico y de automatización del sistema contraincendios al momento que necesiten información.

## **1.5. Objetivos del Problema de Investigación.**

### **1.5.1. Objetivo General.**

Proponer un sistema más eficiente para controlar el impacto de un conato de incendio en la M/N Santa Cruz II, mediante un diseño y simulación de un sistema sprinkler para sofocar flagelos que se presenten a bordo actualmente.

### **1.5.2. Objetivos Específicos.**

1. Realizar una inspección de sistema sprinkler instalado para determinar los cambios que se necesitarán hacer para la repotenciación del sistema.
2. Determinar la mejora que se ejecutará en el sistema sprinkler instalado en la M/N Santa Cruz II.
3. Diseñar un nuevo diagrama unifilar de todo el sistema para su repotenciación.
4. Desarrollar una simulación a través del software TiaPortal indicando el funcionamiento del sistema sprinkler de forma automática y manual.

### **1.6 Hipótesis de la investigación.**

Esta propuesta permitirá la disminución del tiempo de reacción al momento de presentarse un conato de incendio debido a que el sistema que se va a implementar actuará de forma inmediata al detectar las elevadas temperaturas y de este modo evitar cualquier peligro para los pasajeros o daños en los equipos que estén a bordo de estas embarcaciones de índole turístico como son cruceros, yates, o embarcaciones más pequeñas que trasladen pasajeros de isla a isla.

Con la implementación de este estudio técnico se espera reducir los conatos de incendio en buques de carga que causan gran contaminación al mar cuando se produce un flagelo.

### **1.7 Metodología de Investigación.**

El presente trabajo se realizó con el método de investigación de análisis y síntesis, el cual va a permitir realizar procedimientos para llevar a cabo la simulación que se propone y alcanzar los objetivos que se están planteando en este presente trabajo de integración curricular. También se utilizará el método deductivo el cual permitirá deducir conclusiones a partir de una serie de análisis.

## CAPÍTULO 2

### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 2.1. Historia de los sistemas contraincendios

El primer sistema contraincendios conocido data del siglo XIX, pues en 1812 un inventor británico llamado Sir William Congreve fue quien patentó este sistema, el mismo que comprendía rociadores manuales conectados a tuberías perforadas que se encontraban instaladas en el techo. Su funcionamiento era sencillo, este consistía en abrir una válvula que se encontraba en la parte exterior del edificio, al abrirla, se enviaba agua a través de las tuberías, entonces a momento de presentarse un incendio, la persona que lo percata solo tenía que abrir la válvula. Tiempo después tras el incendio de una fábrica de muebles Hiram Stevens Maxim investigó como prevenir incendios a gran magnitud, es así como inventó el primer rociador automático. Este sistema fue diseñado para apagar las llamas y adicional a eso mandaba señales de aviso a la estación de bomberos. A pesar de ello la idea no se pudo vender en otros lugares y su patente terminó expirando, en la Figura 2.1 se puede apreciar cómo era el rociador automático. (CANUTE, 2022)



**Figura 2. 1** Rociadores automáticos Grinnell de 1897

**Fuente:** (CANUTE, 2022)



Los sistemas de seguridad contra incendios en barcos se implementaron a partir del lamentable hundimiento del transatlántico Titanic a inicios del siglo XX en el año de 1912 por medio del convenio SOLAS.

El primer convenio SOLAS apareció en 1914 tras el desastre del Titanic, aquello permitió conocer las falencias que existían en las embarcaciones y los llevó a constituir una regulación marítima internacional que les ayudaría a mejorar la seguridad humana en el mar. A pesar de haber sido aprobada no pudo entrar en vigor por la irrupción de la Primera Guerra Mundial, pero es considerado el promotor de los convenios que se presentaron posteriormente. (OMI Organización Marítima Internacional, 2020)

## **2.2. Convenios que rigen para la seguridad contra incendio en embarcaciones y la vida humana**

De acuerdo a las estadísticas de los incendios provocados a bordo de las embarcaciones se puede determinar desde que se comenzaron a construir, siempre ha habido el riesgo de tener accidentes, es por eso que a nivel mundial existes un ente regulador, es el indicador por lo cual se mantiene ciertos convenios que rigen para todo tipo de embarcación. Es por eso que hay una organización internacional llamada IMO *International maritime organization*, y que en español significa organización marítima internacional (OMI), de esta parte el convenio SOLAS, llamado así por su nombre en ingles *Safety Of Life At Sea*, es considerado uno de los convenios más importantes de la seguridad marítima. (Herrera, 2016).

Con el tiempo se fueron adoptando nuevas versiones del Convenio SOLAS, debido a los avances tecnológicos que iban adquiriendo las embarcaciones, modificando reglamentos tanto en materiales y seguridad al navegar. En el año 1974 en Londres con la presencia de 71 países (Albania, Argelia, Chipre, Croacia, Egipto, Eslovenia, España, Francia, Grecia, Italia, Líbano, Malta, Marruecos, Mónaco, Montenegro, Túnez, entre otros) se convocó una conferencia en la cual se adoptó el Convenio SOLAS definitivo entrando en vigor en mayo de 1980. (Godoy, 2020)

El convenio SOLAS se divide en 14 capítulos, pero para la seguridad contra incendios de las embarcaciones se debe regir por el capítulo II –

Prevención, detección y extinción de incendios. Se pretende ejecutar medidas de seguridad para buques de cargas y pasajeros, estableciendo zonas específicas como mamparos, zonas donde haya restricción de materiales inflamables, detector de incendios, zonas de evacuación protegidas, disponibilidad de extintores, entre otros. (OMI, Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974 (Convenio SOLAS), 2020)

De acuerdo con el capítulo II – Regla 9 del convenio SOLAS para el control de incendios se deben cumplir los requisitos para los sistemas de ventilación. El material de los conductos de ventilación debe ser de acero porque tiene que ser un material incombustible, en la parte interior como exterior los conductos son revestidos por membranas que limiten la propagación de las llamas. En los conductos se deben instalar unas válvulas mariposas contra incendios, siendo colocadas en la parte interior de los conductos situados en los fogones de las cocinas. (OMI, 2015)

En la Figura 2.2 se muestra el incendio en un buque de carga, uno de los reglamentos del Convenio SOLAS se trata de que, en una situación de socorro, el capitán de la embarcación está en la obligación de receptor cualquier tipo de información donde se indique la existencia de un siniestro en el mar donde haya personas corriendo peligro, para correr a su auxilio de inmediato. Estos convenios determinan todos los sistemas de seguridad que se necesita que tengan abordo todos los barcos.



**Figura 2. 2** Incendio en buques de carga

**Fuente:** (Herrera, 2016)

### 2.2.1. Código de seguridad ocupacional en buques

El objetivo principal del Código Internacional de Gestión de la Seguridad (IGS) es prever la seguridad en el mar y evitar pérdidas humanas, también pretende evitar la contaminación ambiental en el mundo marino. Para el cumplimiento de estos objetivos se establecieron ciertos parámetros que se deben seguir:

- Los tripulantes reciben capacitaciones de seguridad que se deben seguir en el buque,
- Realizar simulacros de seguridad
- Señalizaciones de los posibles riesgos para que las personas tomen las debidas precauciones.
- Cumplir con todas las normas de seguridad establecidas.

Otro objetivo importante del IGS es respectivo mantenimiento que deben recibir las embarcaciones, para ello se realizan inspecciones periódicas a los equipos para evaluar su funcionamiento y efectividad. (Universidad Pontificia Comillas , 2022)

### 2.2.2. Triángulo de fuego

El triángulo de fuego lo determinan tres elementos que existen en nuestro medio, los cuales pueden provocar desde cualquier punto de vista un incendio. Estos tres elementos son: Oxígeno, combustible, llama o ignición.



**Figura 2. 3** Triángulo de fuego

**Fuente:** (Presman, 2022)

La forma idónea de combatir un incendio es quitándole cualquiera de los tres elementos descritos en la Figura 2.3, por esta razón lo que se hace

normalmente es quitar el oxígeno mediante los medios necesarios y así sofocar el conato o el incendio generado.

### **2.3. Sistemas de seguridad contra incendios en barcos**

En caso de existir un incendio en un barco sería catastrófico principalmente para las personas a bordo, llegando al punto de tener que evacuarlas; y si el buque lleva carga inflamable aumenta el riesgo de los tripulantes, por esta razón los barcos tienen instalados sistemas de seguridad para controlar un conato de incendio si se llega a presentar, disminuyendo el peligro que corre la tripulación y los equipos del mismo.

#### **2.3.1. Detector de humo**

Están diseñados concretamente para detectar la presencia de humo en los conductos de ventilación mediante los cuales el humo se expande por toda la estructura. El D2E utiliza tecnología fotoeléctrica para la detección de humo. Este método de detección, combinado con un diseño de carcasa eficiente, toma muestras del aire que circula por el conducto y permite detectar condiciones de riesgo incipiente. (Sensor, 2010)

Este Detector de Humo de cableado directo y duro es un tipo fotoeléctrico que funciona con la batería del barco. Es un detector UL, homologado ULC que utiliza características inteligentes de última generación. Un Diodo Emisor de Luz (LED) verde y rojo en el detector proporciona una indicación local del estado del detector.

Base desmontable para una fácil instalación. Botón de prueba incorporado.

Ideal para añadir a los sistemas de alarma de barco existentes o independiente con un Aqualarm audible o el *Aqualarm Warning Panel (20275)*. Funciona con Alerta de Teléfono Celular de Emergencia, en la Figura 2.4 se puede apreciar un modelo de los detectores de humo que se instalan en barcos.



**Figura 2. 4** Detector de humo Aqualarm

**Fuente:** (Sensor, 2010)

Los detectores son dispositivos de seguridad pensados para sensar el humo de un incendio, el humo es el principio de presencia de fuego. Se conocen varios tipos de detectores de humo, los detectores convencionales son sencillos, permiten detectar humo, fuego y calor, si pasan los parámetros establecidos indican por medio de una alarma a las diferentes zonas de detección.

Existen varios tipos de detectores de humo contra incendios utilizados en buques:

- Detector de humo tipo APOLLO serie 60: Para la instalación de este detector es importante tener presente la ventilación para determinar los lugares donde pueda evacuar el humo.
- Detectores de llama 800/24VST-K-NT: Estos detectores son instalados cerca de los equipos para aumentar la detección de incendios, también son sensibles a la radiación UV aproximadamente a una longitud de onda de 200 y 280 nm. (García, 2011)

### **2.3.2. Sistema Sprinkler**

Los rociadores o sprinklers son un sistema automático de extinción de incendios, que se activan a causa de un aumento de temperatura producido por un incendio. Son controlados por un puesto de alarma y control, que además es el encargado de activar la alarma de incendios. Rango de temperatura y color (del bulbo): Rojo: 68 °C Amarillo: 79 °C Verde: 93 °C

Azul: 141 °C Negro: 260 °C. En la Figura 2.5 se muestra el rociador automático utilizado en los sistemas sprinkler. (COFEM, 2020).



**Figura 2. 5** Rociador automático

**Fuente:** (COFEM, 2020)

Estos sistemas rociadores de agua se activan automáticamente sin necesidad de tener supervisión, están instalados en los techos y se conectan al suministro de agua del sistema mediante una red de tuberías.

Existen dos métodos de activación para estos sistemas, los que tienen elementos termosensibles y aquellos que tienen detectores de incendios. Los sistemas sprinkler que tienen elementos termosensibles se activan cuando se alcanza cierta temperatura, mientras que los sistemas sprinkler que tienen detectores de incendios se activan con otros sistemas de detección.

Cuando se detecta un incendio el rociador se activa y permite la descarga de agua, la cual cae en forma de lluvia en la zona donde está el flagelo. Una vez se activa un rociador inmediatamente se genera una alarma, la apertura de cada rociador es individual ya que depende de la temperatura del área en donde está instalado.

Los tipos de sistemas de sprinkler se detallan a continuación:

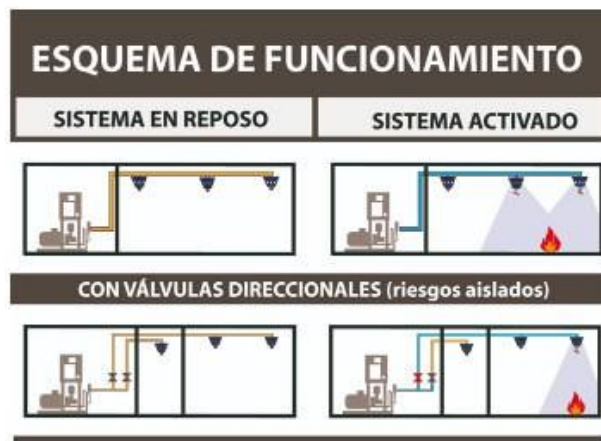
- Sistema de tubería húmeda: En este método los rociadores se conectan a un sistema de tuberías en el cual el agua fluye constantemente, por lo que cuando se activan los rociadores el agua se drena inmediatamente sobre el área, así como se muestra en la Figura 2.6.



**Figura 2. 6** Sistema de tubería húmeda

**Fuente:** (SYSTEMS, 2017)

- Sistema de tubería seca: En la Figura 2.7 se puede apreciar que en este método los rociadores se instalan en tuberías que contienen aire comprimido o gas. Cuando se activa el rociador se libera el gas, se abre la válvula y permite que el agua fluya a través de la tubería.



**Figura 2. 7** Sistema de tubería seca

**Fuente:** (SYSTEM, 2017)

- Sistema de diluvio: En este método los rociadores abiertos se conectan a una tubería la cual está conectada al suministro de agua, el paso del agua va a estar controlado por una válvula que se abre automáticamente mediante el sistema de detección del rociador. Es decir que en este método la apertura de la válvula y el drenaje del agua suceden al mismo tiempo, así como se muestra en la Figura 2.8.



**Figura 2. 8** Sistema de tubería de diluvio  
**Fuente:** (SYSTEMS, 2017)

- **Sistemas de acción previa:** En este método los rociadores están conectados a un sistema de línea de aire la cual puede estar presurizado o no presurizado, adicionalmente cuentan con un sistema de detección ubicados junto al rociador, tal como se muestra en la Figura 2.9. Es decir, para que se produzca el drenaje del agua deben activarse ambas líneas de detección.



**Figura 2. 9** Sistema de acción previa  
**Fuente:** (SYSTEMS, 2017)

### 2.3.3. Sistema Banco CO<sub>2</sub>

El buque dispone de un sistema fijo de CO<sub>2</sub>. En la Figura 2.10 se puede observar un banco de CO<sub>2</sub> que es utilizado para la extinción de incendios en salas de máquinas. Dicho sistema consiste en descargar un gas más pesado que el aire y que requiere el cierre de todos los accesos y entradas de aire a



la sala de máquina de forma previa. Esto conseguirá desplazar el oxígeno del triángulo del fuego consiguiendo la extinción por sofocación. (Barroso, 2019)



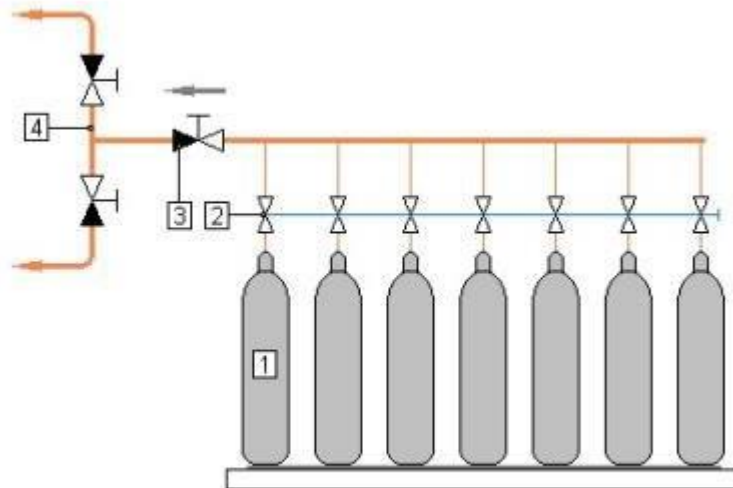
**Figura 2. 10** Banco de CO<sub>2</sub>

**Fuente:** (Barroso, 2019)

Este tipo de sistemas se encuentran compuestos en varios envases de reservas de CO<sub>2</sub>, permitiendo distribuirla por medio de los orificios y boquillas a lugares específicos para la protección de máquinas como: motores principales, auxiliares, generador de emergencia, cocina entre otros.

En caso de que se produzca un incendio en el cuarto de máquinas la persona responsable de accionar este sistema es el jefe de máquinas, antes de disparar el CO<sub>2</sub> debe verificar que las válvulas y bombas de combustibles se encuentren cerradas y paradas, también debe cerciorarse de que el espacio este totalmente despejado y las puertas deben estar cerradas para que el CO<sub>2</sub> no tenga por donde escapar y pueda consumir las llamas. Después de verificar que todo esté en orden el capitán de la embarcación debe autorizar la maniobra para la extinción del incendio. (Martín, 2020)

Básicamente estos pasos se deben repetir en caso de incendio en cualquier parte del buque que se mencionó anteriormente, siempre verificando que la ventilación sea obstruida y bajo la autorización del capitán.



**Figura 2. 11** Sistema fijo de CO<sub>2</sub>

**Fuente:** (Vallori, 2011)

En la Figura 2.11 se muestra un conjunto de bombonas, en ellas se mantiene el gas (CO<sub>2</sub>) a presión, los recipientes están firmemente ancladas en un espacio determinado. Al momento de accionar el CO<sub>2</sub>, este sale disparado por las tuberías (la línea azul de la figura) repartíéndose a las diferentes ramificaciones, las cuales se dirigen a los compartimientos de toda la embarcación para protegerla. El gas es disparado a una presión tal que permita una distribución uniforme para conseguir un óptimo resultado a momento de extinguir un incendio. (Vallori, 2011)

Los sistemas contraincendios de CO<sub>2</sub> se pueden clasificar en:

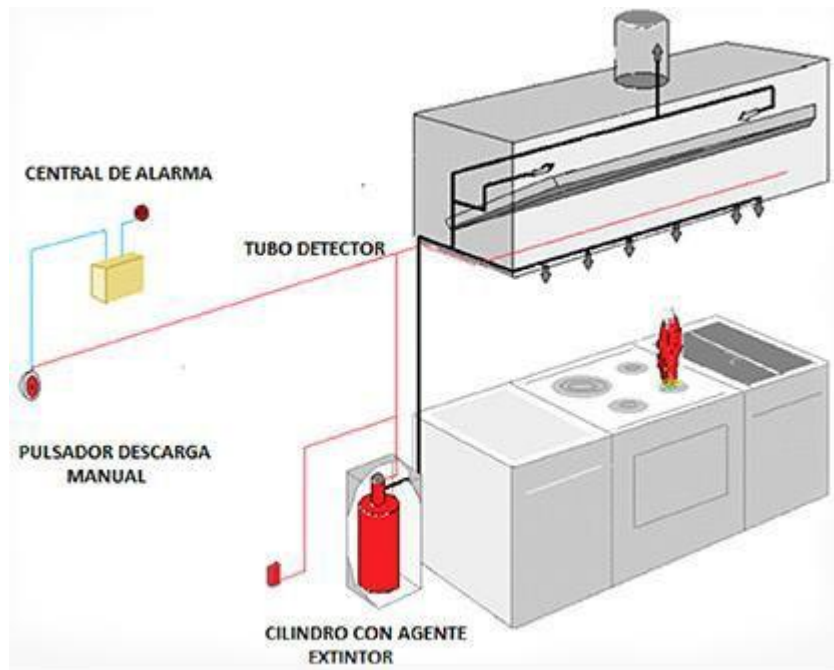
- **Sistema de Baja Presión:** En este sistema el CO<sub>2</sub> es almacenado en estado líquido con una presión mínima y una refrigeración constante. El recipiente de almacenamiento posee un aislamiento térmico, dentro circula un líquido criogénico a -18 °C condensando la a una presión de 21kg/cm<sup>2</sup>. Solo se utiliza en caso de tener que almacenar grandes cantidades de CO<sub>2</sub> debido a que coste del sistema es alto. (Carrasco, 2013)
- **Sistema de Alta Presión:** Como la presión es elevada el CO<sub>2</sub> se mantiene a temperatura ambiente, se almacenan en los recipientes mostrados en la Figura 2.11 conectándose en sí. Su temperatura

normal es 21 °C con una presión de 60 kg/cm<sup>2</sup>, la ubicación de este conjunto de recipientes debe mantener una temperatura ambiente porque en caso de aumentar la temperatura su presión también aumentará y puede resultar peligroso. (Carrasco, 2013)

- Sistema de Inundación Total: Este sistema es utilizado en caso de que existan lugares cerrados o con poca ventilación, comúnmente son utilizados para combatir incendios en equipos eléctricos. Compreendido en depósitos de baja presión, poseen un colector y una boquilla de aplicación con un sistema de mando y control. Para determinar la cantidad de CO<sub>2</sub> utilizar se debe calcular el volumen del lugar en cuestión. (Carrasco, 2013)
- Sistema de Aplicación Local: Este sistema es para espacios no confinados, cubriendo toda la superficie para extinguir en su totalidad el fuego, siendo arrojado directamente al equipo en llamas por medio de boteras las cuales están diseñadas para dicho empleo. La duración de descarga es aproximadamente de 30 segundos. A diferencia de las boquillas de descarga de los sistemas anteriores, las boquillas de este sistema son a baja presión y su distribución es tipo difusor. (Carrasco, 2013)

#### **2.3.4. Sistema Ansul (Cocina)**

El sistema Ansul es un equipo que se utiliza en las campanas de extracción de la cocina, este tipo de campana son regularmente atrapa grasa cada vez que se está cocinando los alimentos, el sistema Ansul está compuesto de una botella a alta presión como se puede observar en la Figura 2.12, la cual tiene como particularidad que al ser disparado inyecte este químico para inundar toda la campana y así controlar y extinguir el fuego provocado por las grasas acumuladas. El sistema puede detectar fuego y habilitarse automáticamente, aunque también permite realizarlo de manera manual o remota. (SISTECOIN, 2015)



**Figura 2. 12** Sistema contra incendio de campana Ansul

**Fuente:** (SISTECOIN, 2015)

Los componentes que conforman el sistema Ansul se detallan a continuación:

- **Agente químico húmedo:** El agente extintor es una unión de sales orgánicas las cuales permiten sofocar con rapidez los flagelos causados por grasa. Se los puede encontrar en recipientes plásticos en donde están estas impresas las instrucciones para su correcto uso. (ANSUL, 2017)
- **Tanque de agente:** Este tanque es de acero inoxidable al igual que el armazón en donde es instalado.
- **Mecanismo de liberación regulada:** Este mecanismo es de tipo mecánico/neumático, tiene la capacidad de suministrar gas a uno o hasta tres tanques de agente. Puede tener respuesta de accionamiento automático mediante un sistema de detección de eslabón fusible o respuesta de accionamiento manual mediante una estación de disparo mecánica. (ANSUL, 2017)
- **Conjunto de accionador regulado:** Este conjunto de accionadores es utilizado para suministrar gas a tanques adicionales, su accionamiento es automático mediante la presión del cartucho de liberación regulada.

- Boquilla de descarga: Cada boquilla de descarga ha sido probada y certificada de acuerdo a la aplicación que está diseñada, en cada boquilla tiene impreso el número de flujo que puede proporcionar.
- Manguera de distribución de agente: Todos los artefactos de cocina deben incluir una manguera de distribución de agente como un componente del sistema de supresión, esto permitirá mover los artefactos para realizar limpiezas sin tener la necesidad de desconectarlos del sistema protector de supresión. (ANSUL, 2017)
- Conducto flexible: estos conductos permiten realizar instalaciones más rápidas, pueden ser utilizados como reemplazo del conducto estándar EMT.
- Conjunto de estación de disparo: Esta estación está fabricada de material compuesto rojo moldeado, este color permite identificar rápidamente la estación de disparo. (ANSUL, 2017)

### **2.3.5. Detección y alarma contra incendio**

Un sistema de detección contra incendio se considera un conjunto de equipos que ayudan a prevenir incendios en caso de una emergencia incontrolable. Las embarcaciones deben disponer de un sistema de detección de incendio, alarma contra incendios y un sistema de detección de humo. A continuación, se detallan las protecciones que deben tener en cada área:

- Salas de máquinas: La propulsión y los auxiliares, incluida la fuente de energía primaria, deben estar equipados con controles automáticos o remotos y sujetos a un monitoreo constante por parte de las cámaras de control instaladas. Se proporcionarán advertencias visuales y acústicas que puedan ser vistas y oídas en el puente de navegación y el oficial de máquinas de turno.
- Alojamiento, servicios y puestos de control: Todas las escaleras deben estar equipadas con detectores de humo, todos los pasillos y rutas de escape dentro de los espacios de alojamiento. Se instalarán en todos estos lugares, alojamientos, servicios y puestos de control un sistema fijo de incendio y de alarmas que permita detectar humo, no es necesario colocarlos en baños ni cocinas. Se

deben instalar avisadores de accionamiento manual, los cuales estarán ubicados en cada salida y pasillos de cada cubierta. (GSD, 2022)

### **2.3.6. Válvulas mariposas contra incendios**

La función de estas válvulas es cortar el aire y romper el triángulo de fuego. Están ubicadas en los ventiladores de la sala de máquinas, a continuación, se describen los modelos en los que se les puede encontrar:

- Rejilla retráctil en el interior del ventilador y es operado de forma manual.
- Rejilla retráctil con múltiples paneles plegables sobre las tomas de aire.
- Tapa abatible manualmente con tapón de cierre y tornillo de apriete.

## **2.4. Bombas contraincendios**

En los buques se deben instalar al menos 2 bombas que trabajen de forma independiente, siendo su operación principal suministrar agua en caso de presentarse un incendio.

### **2.4.1. Bomba contra incendio principal**

Las bombas contra incendios son bombas centrifugas accionadas por turbinas de vapor, motores eléctricos o motores diesel. Las bombas están situadas en los niveles inferiores de los buques, es decir en el cuarto de máquinas y están dimensionadas para suministrar el caudal y la presión necesaria a los equipos o sistemas de las cubiertas superiores. El tamaño de las bombas varía entre 50 y 250 galones por minuto en buques pequeños y 2 000 gpm en buques grandes. (Environmental Protection Agency, 1999)

Las bombas contra incendios que se instalan dependen de los buques, en la Tabla 2.1 se muestra la cantidad de bombas que se deben instalar de acuerdo a las toneladas de la embarcación.

**Tabla 2. 1** Bombas a instalar

<b>Toneladas</b>	<b>Bombas requeridas</b>	<b>Mangueras e Hidrantes (in)</b>
<b>T≤100</b>	1	$1\frac{1}{2}$
<b>100&lt;T≤250</b>	1	$1\frac{1}{2}$
<b>500&lt;T≤1500</b>	2	$1\frac{1}{2}$
<b>1500&lt;T≤4000</b>	2	$2\frac{1}{2}$
<b>4000&lt;T</b>	3	$2\frac{1}{2}$

**Fuente:** (Robuck, 2018)

#### **2.4.2. Bomba contra incendio de emergencia**

Es una bomba estacionaria de emergencia contra incendios impulsada de forma independiente por un motor de encendido por compresión auto enfriado o un motor eléctrico alimentado por un generador de emergencia. Cuando todas las bombas contra incendios fallan, la bomba contra incendios de emergencia aún se puede usar, ya sea desactivando la bomba o su fuente de alimentación. (Ingeniería Marina, 2015)

De acuerdo con el Convenio SOLAS *Safety Of Life At Sea* las bombas contra incendio de emergencia deben cumplir ciertos requisitos para poder instalarse en las embarcaciones:

- La capacidad no debe ser inferior al 40 % de la totalidad de las bombas contra incendios.
- Debe tener la capacidad de proporcionar 2 chorros de agua a una presión mínima de 2.5 bares aproximadamente.
- No hay acceso directo entre la sala de máquinas y la bomba de emergencia contra incendios. (Marine Gyaan, 2020)

#### **2.4.3. Bomba de achique de sentina y contra incendios**

Las bombas de achique de sentina y de contra incendio son diseñada para que cumplan dos funciones diferentes a las bombas que son exclusivamente para una sola función o sea contra incendios, la particularidad

de esta bomba que a través de un juego de válvulas (manifold) realiza una función de absorber el agua de la parte más baja del barco (sentina) que normalmente se acumula cuando existe alguna fuga ya sea esta de agua de mar, agua dulce, aceites, aguas negras. Todas estas áreas ubicado en la parte más baja del barco desde la proa hasta la popa se llama sentina, es así que a través de líneas de tuberías y válvulas que llegan a cada compartimento existen unos recolectores donde se acumula el aguas, normalmente estos compartimentos son sellados con tapas de registro lo que visualmente no se puede apreciar si se ha llenado o no, pero que a través de una alarma de alto nivel de agua se determina que se encuentra lleno y se procede al achique o vaciado de esta área para evitar que este inundado.

Cuando normalmente en un incendio se utilizan los equipos y accesorios para combatir el conato o el incendio en sí, se va a inundar la embarcación a tal punto que ingresa más agua de la que el barco puede soportar, es así que todo este contenido de agua se escurre por diferentes tuberías que llegaran a las sentinas y es peligros demasiada inundación ya que no existen un control de ese ingreso, es por eso tener la necesidad de utilizar las bombas de achiques para evitar que el barco pierda estabilidad y provoque su hundimiento, siempre estas bombas son sobredimensionada por la misma razón de que hay más agua ingresando que saliendo del buque y al ser de mayor capacidad estas bomba ayudan a un desalojo más rápido del mismo.

La otra particularidad de esta bomba que a través de este (manifold) también en el caso que fallen las bombas de contraincendios se la utilizara como una auxiliar para que cumplan esa función ya que también posee una succión de agua desde la toma de mar para su distribución en todo el barco.

## **2.5. Tipos de embarcaciones de turismo**

Los barcos tipos cruceros son embarcaciones utilizadas para viajes recreativos y de ocio. En la actualidad, todos los continentes y regiones del mundo, incluidos los destinos más exóticos, remotos y apartados, se pueden visitar en estas embarcaciones.

Existen varios tipos de embarcaciones utilizadas para el turismo, a continuación, se detallan:



- Barco crucero convencional: Este es el tipo de crucero más común y conocido comercializado por la mayoría de las empresas de la industria como complejos hoteleros flotantes, diseñados y equipados para satisfacer las necesidades de la mayoría de los pasajeros. Estos barcos tienen una capacidad de 850 a 3 000 personas y ofrecen todo tipo de prestaciones y facilidades propias de los resorts, tales como restaurantes, bares, pubs, clubes nocturnos, discotecas, áreas comerciales, teatros, cines, galerías, museos y bibliotecas. En la Figura 2.13 se puede observar este tipo de embarcación. (Network, 2022)



**Figura 2. 13** Barco crucero convencional

**Fuente:** (Network, 2022)

- Mega barco crucero: Las compañías de cruceros están diseñando y construyendo cruceros cada vez más grandes que pueden acomodar hasta 5 000 personas en respuesta a la creciente demanda mundial de este tipo de servicio. En la Figura 2.14 se puede observar un mega crucero, actualmente estas embarcaciones son las más grandes y modernas del mundo. (Network, 2022)



**Figura 2. 14** Mega barco crucero

**Fuente:** (Network, 2022)

- Barco crucero oceánico: Este tipo de crucero es construido con estándares más altos que los barcos convencionales, cuentan con un diseño y una construcción significativamente mejorada para soportar los rigores de las condiciones de circunnavegación y de larga distancia. En la Figura 2.15 se puede observar un modelo de este tipo de crucero. (Network, 2022)



**Figura 2. 15** Barco crucero oceánico

**Fuente:** (Network, 2022)

- Barco crucero de lujo: Son cruceros a motor o a vela, cuentan con sistemas más sofisticados y tecnológicamente avanzados, en la Figura 2.16 se pueden observar las características de calidad y comodidades de lujo están especialmente diseñados para aquellos

que buscan itinerarios más largos y destinos más exóticos en todo el mundo para satisfacer las necesidades únicas de los clientes. (Network, 2022)



**Figura 2. 16** Barco crucero de lujo

**Fuente:** (Network, 2022)

- Barco crucero de pequeño tamaño: Estos cruceros van desde embarcaciones tipo yate a motor o velas hasta los clásicos pequeños cruceros que pueden albergar hasta cientos de pasajeros, ofrecen una experiencia mucho más íntima y relajada que los barcos más grandes y son menos conocidos y destinados al consumo masivo en los lugares. Un ejemplo de este tipo de cruceros se puede observar en la Figura 2.17 (Network, 2022)



**Figura 2. 17** Barco crucero de pequeño tamaño

**Fuente:** (Network, 2022)

- Barco crucero de aventura: Es un crucero diseñado y equipado para brindar servicios que incluyen visitas a áreas remotas que normalmente están fuera de ruta o son inaccesibles para barcos más grandes. Como ejemplo es el barco que se muestra en la Figura 2.18 (Network, 2022)



**Figura 2. 18** Barco crucero de aventura

**Fuente:** (Network, 2022)

- Barco crucero expedicionario: Son embarcaciones de investigación especialmente diseñados para misiones especiales en áreas remotas como el ártico y la Antártida como se observa en la Figura 2.19, o áreas costeras en reservas ambientales. (Network, 2022)



**Figura 2. 19** Barco crucero expedicionario

**Fuente:** (Network, 2022)



- Barco crucero fluvial: Son más pequeños que los cruceros oceánicos y son capaces de transportar pocos pasajeros, estos barcos están especialmente diseñados para navegar por ríos y vías navegables interiores como se puede observar en la Figura 2.20. (Network, 2022)



**Figura 2. 20** Barco crucero fluvial

**Fuente:** (Network, 2022)

Las embarcaciones descritas deben tener un sistema de detección de incendios para poder brindar a sus pasajeros tranquilidad al momento de estar a bordo.

Como principio básico el equipamiento del sistema contra incendio consta de una bomba que suministra presión de agua de mar de 6.5 bares (95 psi), adicional se tiene un tanque de presión que almacena cerca de 1 000 litros de agua presurizada, un sistema de válvulas por cubiertas (pisos que hay en la embarcación), un sistema de presostatos tanto de alarma cuando la presión cae, un presostato para hacer trabajar automáticamente el sistema, boyas de niveles de agua, ampollas (elemento parecido a una ampolla de inyección que se encuentra ubicada en cada salida de la tubería del tumbado de las cabinas y áreas sociales) distribuidas en las diferentes áreas sociales, áreas de tripulación y tuberías que recorren la embarcación para distribución.

El principio fundamental del sistema sprinkler es sofocar un conato de incendio o un incendio en sí, a través de la inundación del área afectada, la forma de actuar de este equipo se describe a continuación: la ampolla que se

encuentra ubicada en la parte del tumbado al llegar a cierta temperatura de 45 °C se revienta y el agua presurizada sale en forma de lluvia provocando de a poco la inundación del área y sofocando el incendio, este es el principio de funcionamiento. Cabe resaltar que atrás de este proceso existe varios equipos eléctricos y electrónicos tanto de control y fuerza que indican cuando alguna de estas ampollas se reventó.

Los elementos que conforman este sistema contra incendio se detallan en los siguientes ítems.

## **2.6. Automatización de los sistemas contra incendios**

La automatización de los sistemas contra incendios se basa en los elementos que permiten detectar las señales que pueden indicar que existe un evento de emergencia, estos sistemas indican alarmas que permiten tener una respuesta adecuada para este tipo de eventos.

Para realizar el control de estos sistemas se puede utilizar un PLC *Programable Logic Controller* el cual va a permitir configurar las diferentes tareas que debe realizar el proceso ante un evento. Estas tareas se pueden visualizar en un sistema Scada o en un HMI en donde el usuario va a poder tener acceso a la información del sistema contra incendios de la embarcación.

## **CAPÍTULO 3**

### **SISTEMA CONTRAINCENDIO PARA EMBARCACIONES DE TURISMO QUE LLEVAN MAS DE 100 PASAJEROS**

Este capítulo tiene como objetivo detallar los elementos que conforman el actual sistema sprinkler de la embarcación M/N Santa Cruz II, esta información ha sido levantada en la inspección que se realizó lo cual es el objetivo número uno planteado en el capítulo 1 de este trabajo de integración curricular.

Durante la inspección realizada se conocieron detalles de la construcción de la motonave, las cuales se expondrán en el desarrollo de este capítulo. Una vez se identifiquen las condiciones del sistema sprinkler actual se podrá determinar las mejoras para la repotenciación del sistema esto va a permitir cumplir con el objetivo específico número 2 planteado en el capítulo 1.

Al determinar las mejoras para el sistema sprinkler se desarrollará los diagramas unifilares de fuerza y control para la implementación del trabajo propuesto.

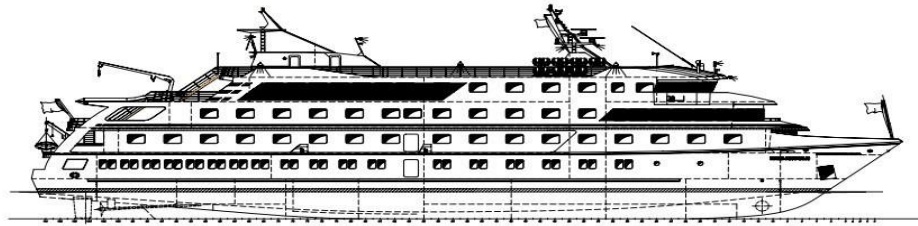
#### **3.1. Buque para pasajeros Santa Cruz II**

El buque crucero de expedición Santa Cruz II fue construido por el astillero "ASENAV" en Valdivia, Chile en el año 2002. Esta construcción se la realizó para la empresa Cruceros Australis, mientras la motonave perteneció a esta embarcación su nombre originalmente era Mare Australis. (Cruceros, 2015)

En el año 2015 la empresa Metropolitan Touring compra la embarcación y cambian el nombre de la motonave a lo que actualmente se conoce como M/N Santa Cruz II. Este buque cuenta con 50 cabinas las cuales brindará a sus usuarios una experiencia cómoda y con estilo mientras exploran las Islas Galápagos. (Cruceros, 2015)

En la Figura 3.1 se observan las características principales de esta motonave. Cuenta con una eslora total de 71.8 metros, 13.4 metros de manga moldeada, calado de diseño de 3.20 metros.

PROYECTO: N°132  
 PLANO N° 011-013  
 FECHA 04.11.2002



Características principales:

Eslora total	=	71.80 m
Eslora perp.	=	56.40 m
Manga moldeada	=	13.40 m
Puntal a Deck 1	=	4.26 m
Calado de diseño	=	3.20 m

**Figura 3 1** Dimensiones de la embarcación Santa Cruz II

**Fuente:** (Metropolitan Touring, 2022)

En la Tabla 3.1 se detallan la capacidad de pasajeros y tripulantes que puede ser admitida en la embarcación, así como también la velocidad máxima que puede alcanzar.

**Tabla 3 1** Capacidad de M/N Santa Cruz II

Puesta en Servicio	2 002
N° de pasajeros	131
N° de tripulantes	42
Peso Neto	22 664 T
Velocidad	12 nudos

**Fuente:** (Australis, 2002)

Para poder conocer más detalles de la ficha técnica de la embarcación se recomienda revisar la Tabla 3.2 en la cual se describen todos estos datos.



**Tabla 3 2** Ficha técnica M/N Santa Cruz II

<b>Nombre del Buque</b>	<b>M/N Santa Cruz II</b>
Bandera	ECUATORIANA
Puerto y N° Matrícula	GUAYAQUIL
Año de construcción	2002 Valdivia Chile
Fecha colocación quilla	01 octubre 2001
Astillero	Astilleros y Servicios Navales (ASENAV) S.A
Número de Casco	132
Clasificación	ABS A1 Passenger Vessel (E) AMS
ABSID (Class Number)	02112993
Distintivo de Llamada	HC5781
N° IMO	9265677
N° ISMM	735059355
N° INMARSAT	C472500013
Eslora de Arqueo	63.5 m
Eslora Total	71.83 m
Manga	13.4 m
Puntal	4.26 m
Calado	3.20 m
Calado Aéreo	17.30 m
Altura cubierta más baja sobre nivel del mar	1.06 m
<b>Capacidades y Consumos</b>	
Combustible	135 m <sup>3</sup> (MDO HF)
Agua Potable	167 m <sup>3</sup>
Agua Lastre	107 m <sup>3</sup>
Velocidad Máxima	12.0 nudos
Velocidad Crucero	11.5 nudos
Consumo x hr. Máxima Velocidad	230 litros
Consumo x hr. Generador	60 litros

**Fuente:** (Metropolitan Touring, 2022)

En la Tabla 3.3 se detallan los sistemas de generación y distribución eléctrica de la embarcación.

**Tabla 3 3** Ficha técnica M/N Santa Cruz II

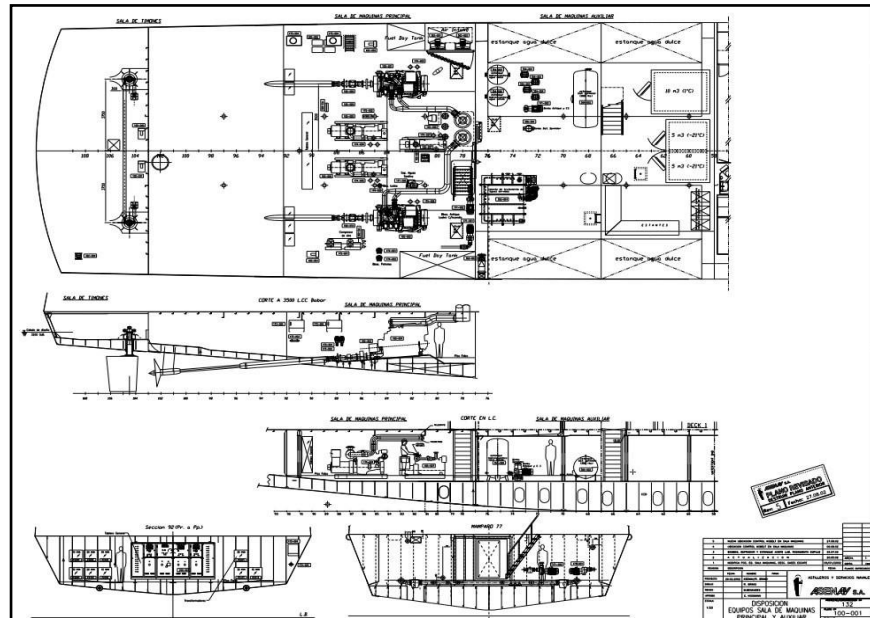
Sistema	Equipo	Descripción
Generador Principal Estribor	Motor	CAT MODELO: C18 / N: GPT05177 / Cylinders: 6 / Bore: 112 mm / KW: 465 / RPM: 1800 / Certificado ABS: 114091- 2935223-001 /
	Generador	Leroy Somer Serie No. 8HG03616 ESO No. MQQTX CAT Part No. 342-0543 Shaft Heat No. J2577QT
Generador Principal Babor	Motor	CAT MODELO: C18 / N: GPT05178 / Cylinders: 6 / Bore: 112 mm / KW: 465 / RPM: 1800 / Certificado ABS: 114091- 2935223-002
	Generador	Leroy Somer Serie No. 8HG03615 ESO No. MQQTW CAT Part No. 342-0543 Shaft Heat No. J6884QT
Generador de Puerto	Motor	CAT MODELO: C9 / N: C9Z05090 / Cylinders: 6 / Bore: 112 mm / KW: 269 / RPM: 1800 / Certificado ABS: 114091- 2962959-001
	Generador	Leroy Somer Modelo 46.2 L9, Serie No. 322756/1
Generador de Emergencia	Motor	CUMMINS MODELO:6CT8.3- D(M)/N:21502217/CPL2873 HP/KW (188/140)/FAMILY:YCEXM08.3ACCA Bomba Inyectora marca Bosch 1890995 F002 A0Z 004 PES 6ª 100D120RS3513
	Generador	ONAN: 120MODELO:119MXDGEA SERIE:CO2AO 11191 SPEC 7355A.
Tablero de distribución principal		ASENAV 460 V/ 220 V AC ancho 4 000 mm alto 1900 mm x 500 mm
Tablero de distribución Generador de Emergencia		ASENAV 460V/ 220V AC ancho 1 200 mm alto 1 900 mm x 500 mm
Tablero de Transferencia		ASENAV 460 V/ 220 V AC ancho 700 mm alto 800 mm x 300 mm
Tablero de Bow Thuster		ZOLER 460 V ancho 1 000 mm alto 1 200 mm x 300 mm

**Fuente:** (Metropolitan Touring, 2022)

### 3.2. Sistema Sprinkler Santa Cruz II

En la Figura 3.2 se encuentra un diagrama esquemático de la ubicación del sistema sprinkler en el departamento de máquinas, tanque de presión, bombas, tableros de arranque de control y fuerza del sistema en general.

En el diagrama se tiene un corte transversal donde se puede apreciar las ubicaciones de lo antes mencionado incluido la toma de fondo donde succiona la bomba principal para mantener la presión constante de hasta 120 psi con agua de mar.

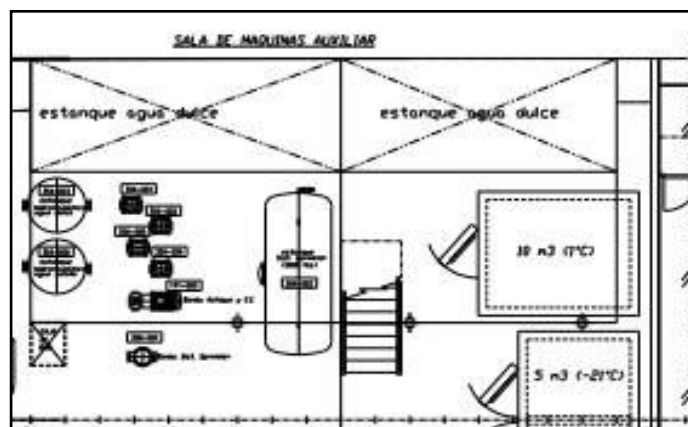


**Figura 3 2** Esquema del buque Santa Cruz II

Fuente: (Metropolitan Touring, 2022)

### 3.2.1. Elementos Sprinkler Sala de Máquinas

Durante la inspección realizada se pudo identificar los elementos que conforman el sistema sprinkler ubicados en la sala de máquinas auxiliar, como se puede observar en la Figura 3.3.



**Figura 3 3** Sala de máquinas auxiliar buque Santa Cruz II

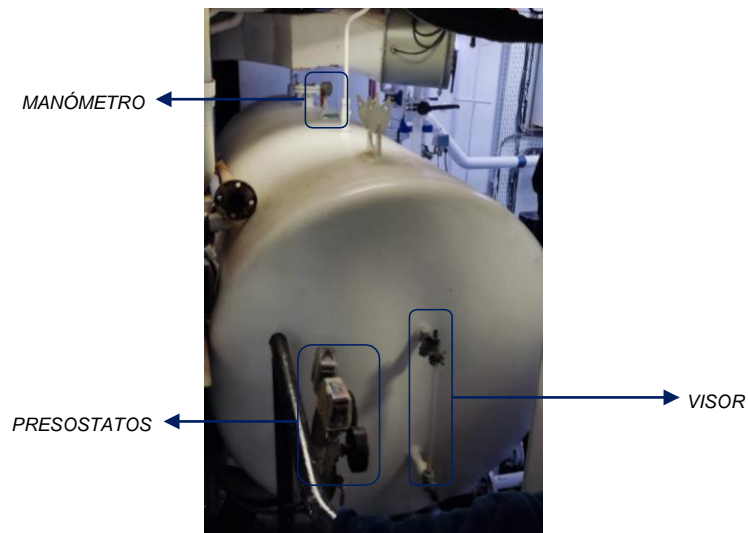
Fuente: (Metropolitan Touring, 2022)

El tanque sprinkler como se puede observar en la Figura 3.4 cuenta con sus elementos como son visores, presostatos, manómetros, los cuales permite visualizar la presión que se encuentra dentro del tanque como se detallan en la Figura 3.5.



**Figura 3 4** Tanque Sprinkler buque Santa Cruz II

**Fuente:** (M/N Santa Cruz II, 2022 – El Autor)



**Figura 3 5** Elementos de Tanque Sprinkler

**Fuente:** (M/N Santa Cruz II, 2022 – El Autor)

Se localizó la bomba y el tablero de la bomba del sistema sprinkler como se puede observar en la Figura 3.6.



**Figura 3 6** Bomba Sistema Sprinkler

**Fuente:** (M/N Santa Cruz II, 2022 – El Autor)

Internamente este tablero cuenta con los elementos de protección de la bomba y el respectivo arranque del sistema sprinkler como se puede observar en la Figura 3.7. Permite seleccionar si trabajará con fuente de poder principal o fuente de poder de emergencia.



**Figura 3 7** Elementos de control y fuerza Sistema Sprinkler

**Fuente:** (M/N Santa Cruz II, 2022 – El Autor)

En la Tabla 3.4 se detallan las características de la bomba del sistema sprinkler actual.

**Tabla 3 4** Bomba Sistema Sprinkler Santa Cruz II

Sistema	Equipo	Descripción
Sistema Sprinkler	Bomba	Marca: PRINZ PUMPEN; N.º Serie: 45905-1-1; Modelo: IN LINE 8020BBLG.
	Estanque	Marca MINIMAX; Modelo VP-1045; Capacidad: 3000 Lts.; Presión de Trabajo: 6 bar; Capacidad bomba 84 M3/Hr- 60MCW.

**Fuente:** (Metropolitan Touring, 2022)

El flujómetro POTTER VSR que se observa en la Figura 3.8 es un interruptor tipo paleta el cual está conectado en las tuberías principales que se conectan con las diferentes cubiertas, es un elemento de seguridad dentro del sistema sprinkler ya que está midiendo el flujo que está dentro de las tuberías y al detectar un bajo flujo indica que una de las ampollas se ha reventado y habilita automáticamente el encendido de la bomba del sistema.



**Figura 3 8** Flujómetro POTTER VSR

**Fuente:** (M/N Santa Cruz II, 2022 – El Autor)

La válvula de corte de seccionamiento también se encuentra conectado en las tuberías principales de cada cubierta, esta válvula cuenta con un final de carrera en el volante como se puede observar en la Figura 3.9, el cual indica que la válvula ha sido cerrada ya sea por mantenimiento o para liberar presión en el área. Cuando esta válvula se encuentra cerrada se activará una

alarma en el sistema para que sea advertencia que el área no se encuentra presurizada ante un evento y el usuario no olvidé abrirla luego de terminar la maniobra que este ejecutando.

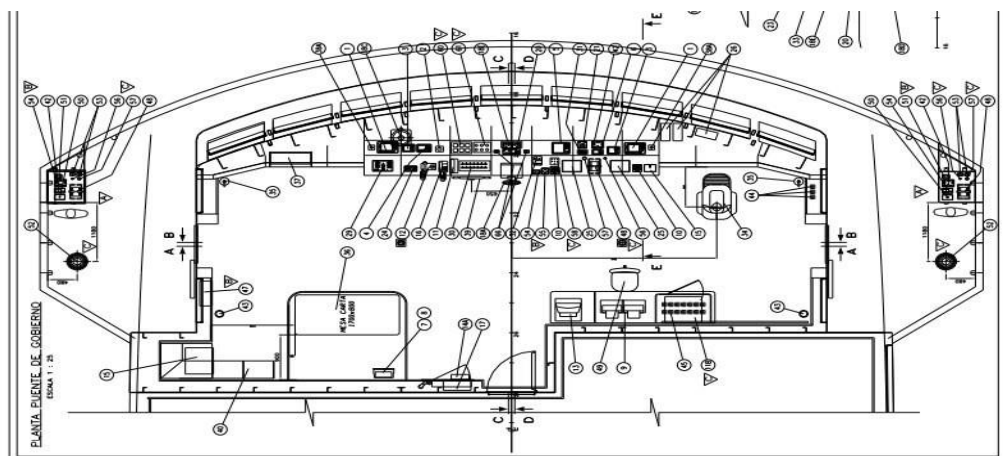


**Figura 3 9** Válvula de corte de seccionamiento

Fuente: (M/N Santa Cruz II, 2022 – El Autor)

### 3.2.2. Elementos Sprinkler Puente de Gobierno

En el puente de gobierno de la embarcación se encuentra ubicado el tablero de visualización del sistema sprinkler, la ubicación del tablero es en la sección número 17 que se observa en la Figura 3.10.



**Figura 3 10** Puente de Gobierno

Fuente: (Metropolitan Touring, 2022)



En la parte externa del tablero se puede visualizar las diferentes secciones donde están ubicadas las válvulas del sistema como se puede observar en la Figura 3.11, cuando cae la presión en una de las áreas se encenderá el LED *Diodo Emisor de Luz* indicando el evento, cabe recalcar que el sistema no indica el lugar específico donde se está presentando el evento.



**Figura 3 11** Sistema de visualización Sistema Sprinkler

**Fuente:** (M/N Santa Cruz II, 2022 – El Autor)

En la parte interna del tablero se encuentra el controlador del sistema sprinkler como se puede observar en la Figura 3.12.



**Figura 3 12** Sistema de Control Sistema Sprinkler

**Fuente:** (M/N Santa Cruz II, 2022 – El Autor)



### 3.3. Sistema Contra incendios HI-FOG

Se propone mejorar el sistema sprinkler instalado en la embarcación M/N Santa Cruz II por un sistema contra incendios HI-FOG, el cual es un sistema de agua nebulizada. Estos sistemas trabajan con bombas de alta presión lo cual permite generar gotas de agua de pequeño tamaño a una alta presión que en conjunto con la boquilla rociadora adecuada pulverizará el agua de esta forma se aumenta la humedad en el ambiente y permite combatir el incendio minimizando los daños por afectación de agua como sucede con el sistema actual.

De acuerdo a la inspección realizada previamente se pudo determinar que se debe reemplazar la bomba del sistema sprinkler, las boquillas rociadoras, los demás elementos que conforman el sistema como son válvulas y ducterías se reutilizarían en el diseño de la propuesta.

Los rociadores HI-FOG de Marioff cumplen con las necesidades del sistema propuesto, cada aspersor cuenta de cuerpo principal, una válvula deslizante, un bulbo de vidrio sensible al calor y un filtro anti obstrucción. En caso de presentarse un incendio el bulbo de vidrio sensible al calor se rompe, cuando esto sucede la válvula deslizante cae dentro del rociador. Esto permite que el agua se distribuya a través de los orificios del aspersor como una fina neblina de agua debido a la alta presión del sistema, en la Figura 3.13 se puede apreciar los nuevos rociadores considerados en la propuesta. (Marioff, 2022)



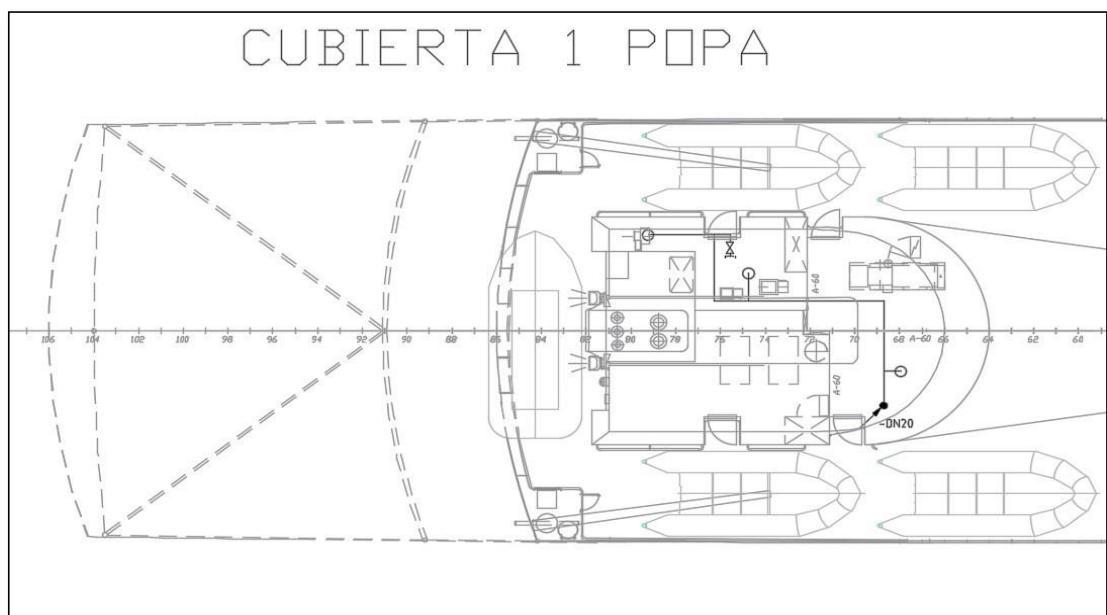
**Figura 3 13** Rociadores HI-FOG

**Fuente:** (Marioff, 2022)

Para la repotenciación propuesta se plantea reemplazar el control existente por un control automatizado mediante un PLC de la marca Siemens modelo 1214C/DC/DC. Se realiza un análisis de las entradas y salidas que intervienen en el sistema para poder dimensionar los equipos de control y previamente poder realizar el diseño de la distribución interna del tablero con sus diagramas eléctricos.

La embarcación M/N Santa Cruz II cuenta con 6 cubiertas, cada cubierta se va a seccionar en dos, teniendo de esta forma la cubierta seccionada de proa y de popa. Cada sección estará conformada por su válvula, presostato, flujómetros y los rociadores. Al momento de romperse el bulbo de uno de los rociadores la sección afectada detectará una caída de presión e inmediatamente se activará la bomba para poder suministrar el agua necesaria para combatir el incendio. Se activará una alarma visual y sonora indicando el evento, esta información será visible en el HMI que se encontrará en el cuarto de máquinas y en el puente de gobierno, en estos equipos se encontrará el status de cada sección para servir de guía al usuario y poder controlar los elementos de acuerdo a la necesidad.

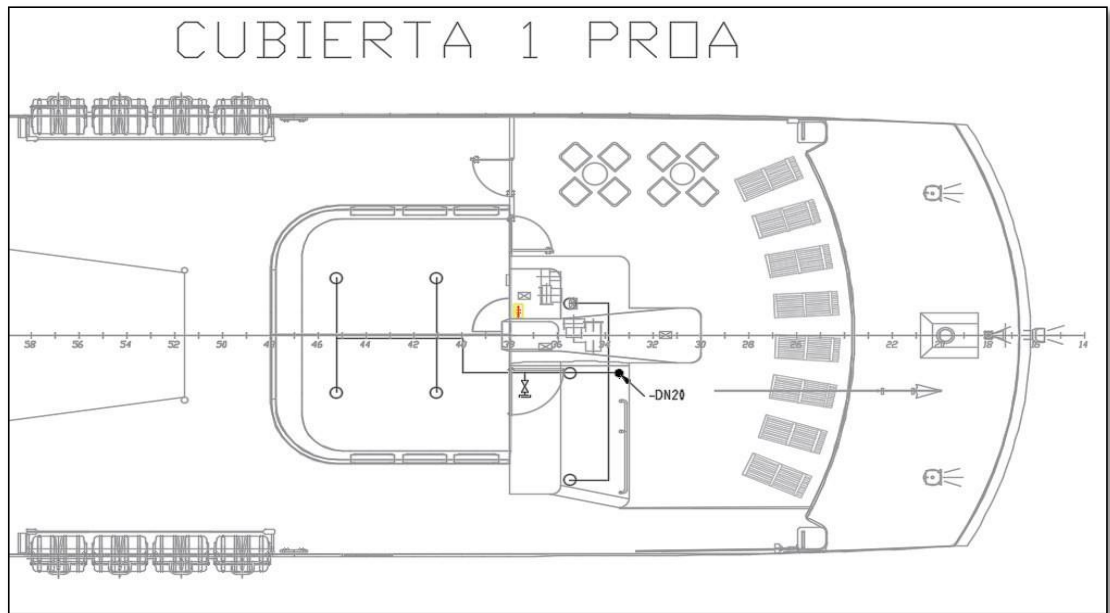
A continuación, se podrá visualizar cada sección con su respectiva ductarías, ubicación de rociadores. En la Figura 3.14 se observan las ubicaciones de los rociadores de la sección popa de Cubierta 1.



**Figura 3 14** Elementos de Cubierta 1 Popa

**Fuente:** (M/N Santa Cruz II, 2022 – El Autor)

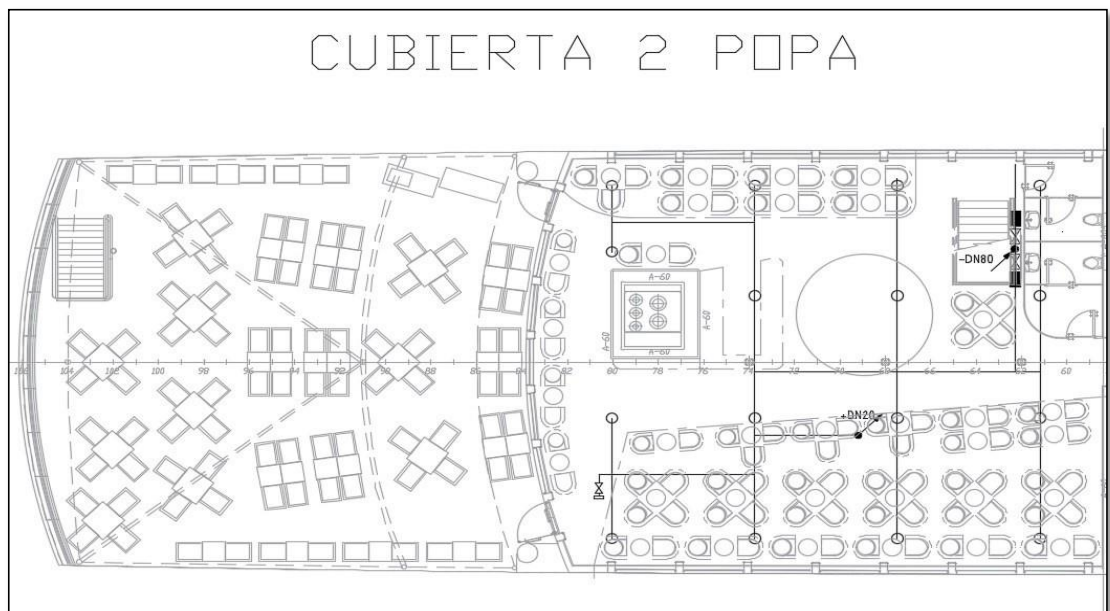
En la Figura 3.15 se observan las ubicaciones de los rociadores de la sección proa de Cubierta 1.



**Figura 3 15** Elementos de Cubierta 1 Proa

**Fuente:** (M/N Santa Cruz II, 2022 – El Autor)

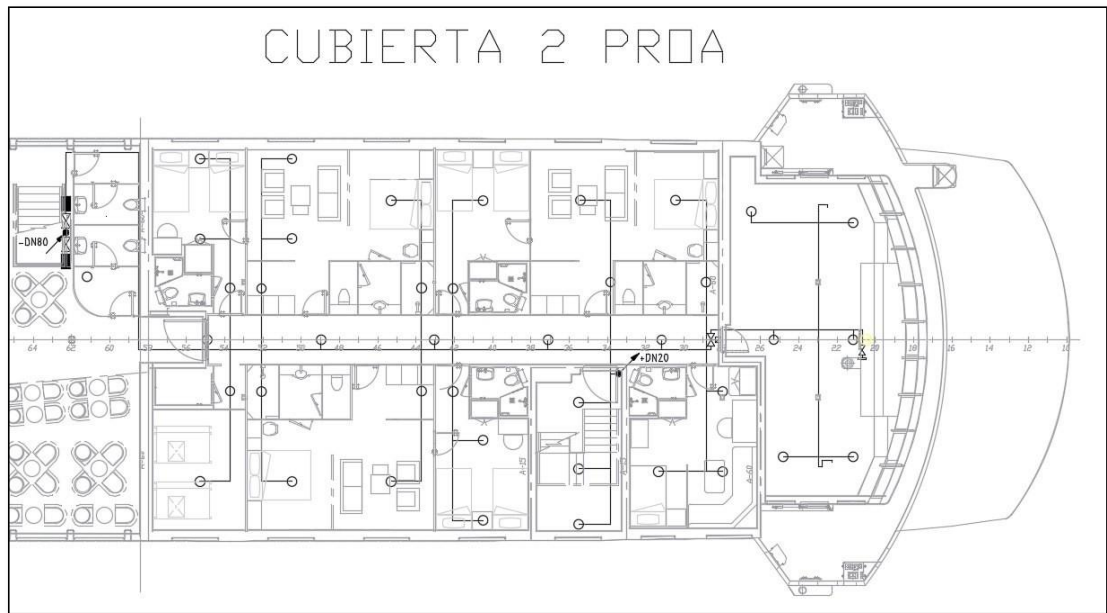
En la Figura 3.16 se observan las ubicaciones de los rociadores de la sección popa de Cubierta 2.



**Figura 3 16** Elementos de Cubierta 2 Popa

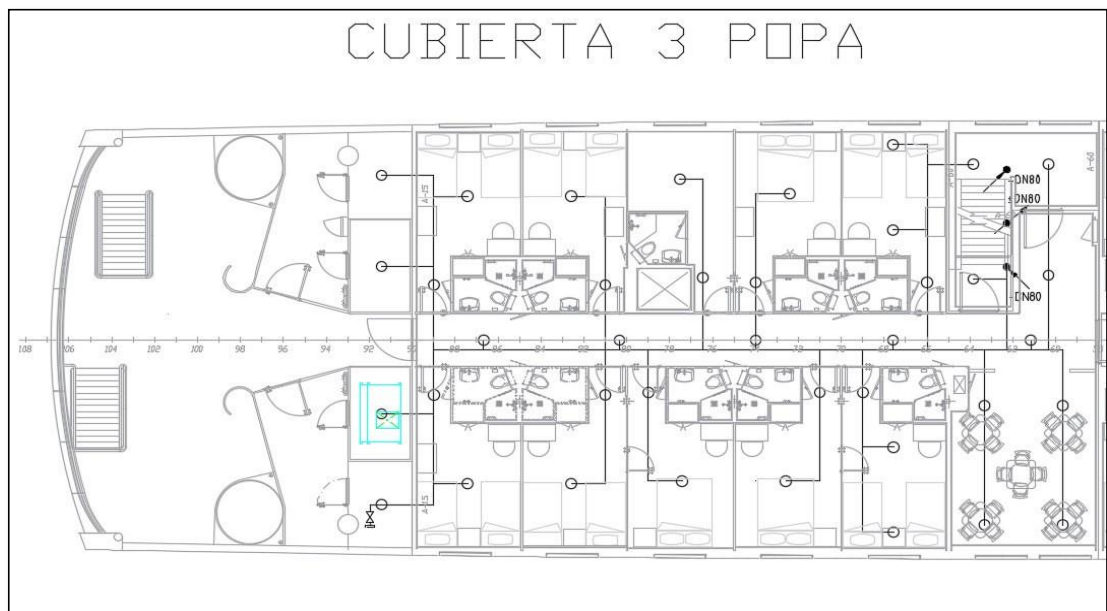
**Fuente:** (M/N Santa Cruz II, 2022 – El Autor)

En la Figura 3.17 se observan las ubicaciones de los rociadores de la sección proa de Cubierta 2.



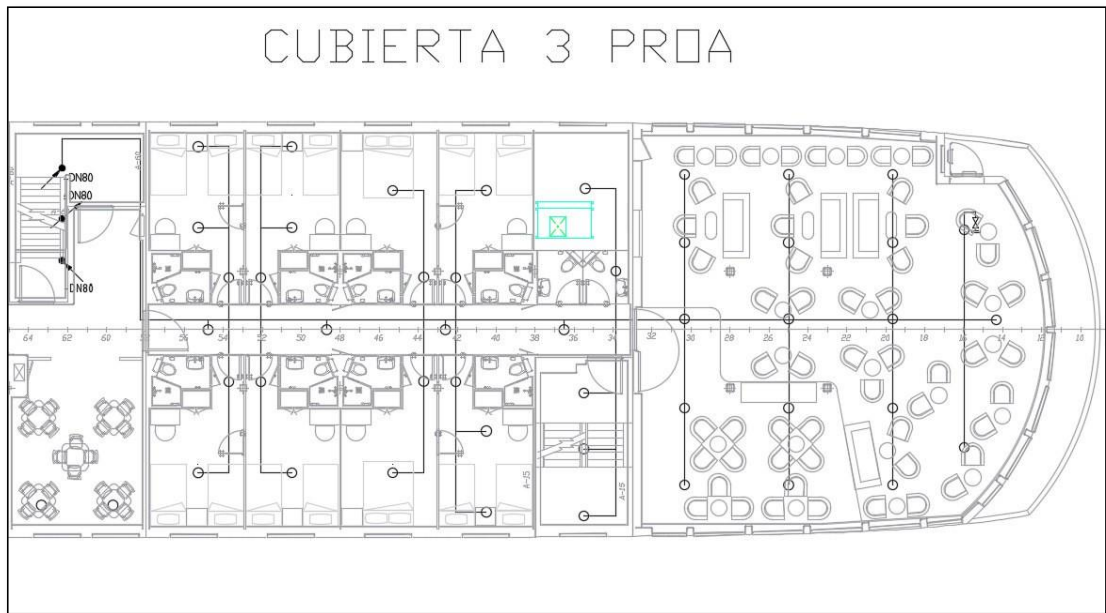
**Figura 3 17** Elementos de Cubierta 2 Proa  
**Fuente:** (M/N Santa Cruz II, 2022 – El Autor)

En la Figura 3.18 se observan las ubicaciones de los rociadores de la sección popa de Cubierta 3.



**Figura 3 18** Elementos de Cubierta 3 Popa  
**Fuente:** (M/N Santa Cruz II, 2022 – El Autor)

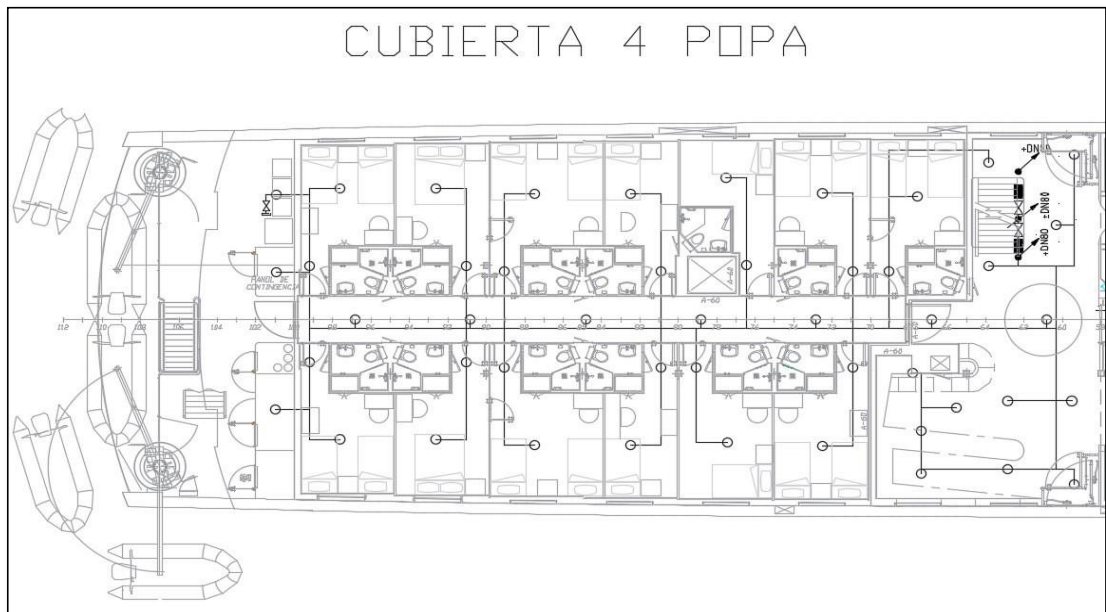
En la Figura 3.19 se observan las ubicaciones de los rociadores de la sección proa de Cubierta 3.



**Figura 3 19** Elementos de Cubierta 3 Proa

**Fuente:** (M/N Santa Cruz II, 2022 – El Autor)

En la Figura 3.20 se observan las ubicaciones de los rociadores de la sección popa de Cubierta 4.

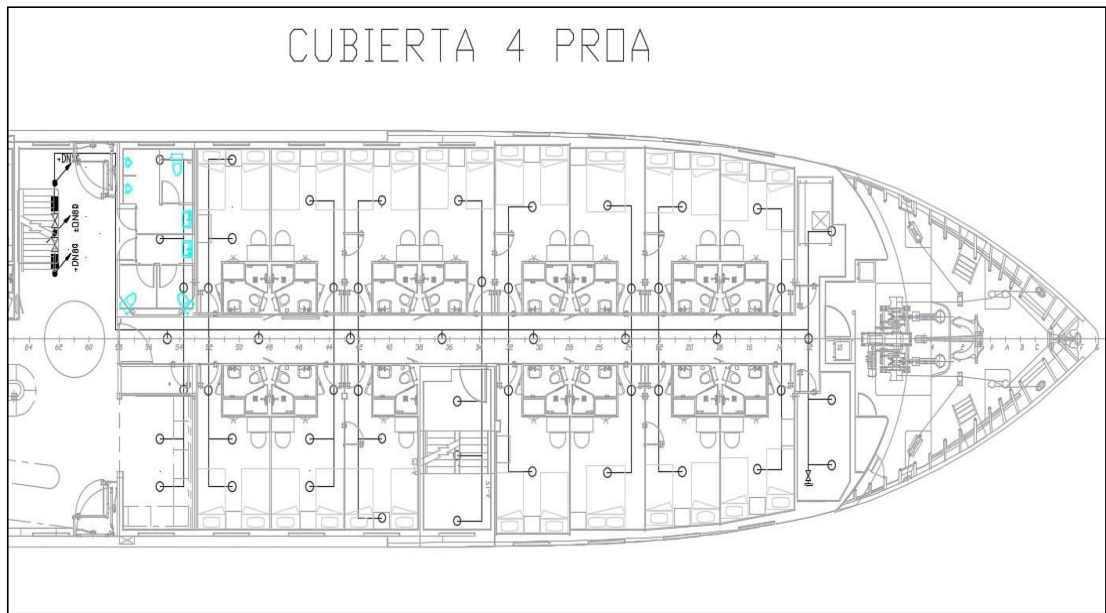


**Figura 3 20** Elementos de Cubierta 4 Popa

**Fuente:** (M/N Santa Cruz II, 2022 – El Autor)



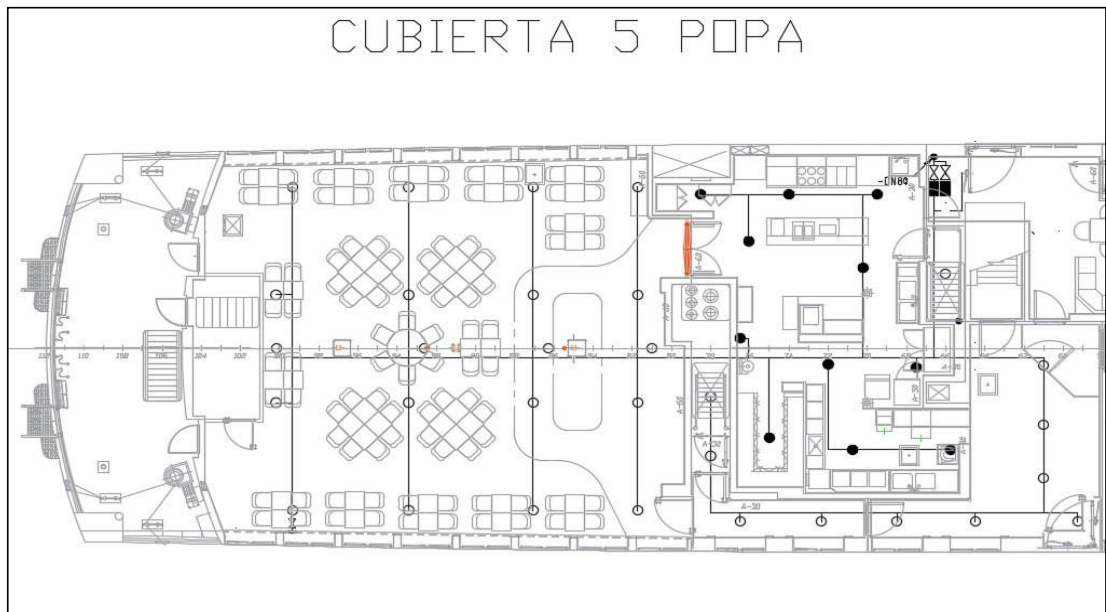
En la Figura 3.21 se observan las ubicaciones de los rociadores de la sección proa de Cubierta 4.



**Figura 3 21** Elementos de Cubierta 4 Proa

**Fuente:** (M/N Santa Cruz II, 2022 – El Autor)

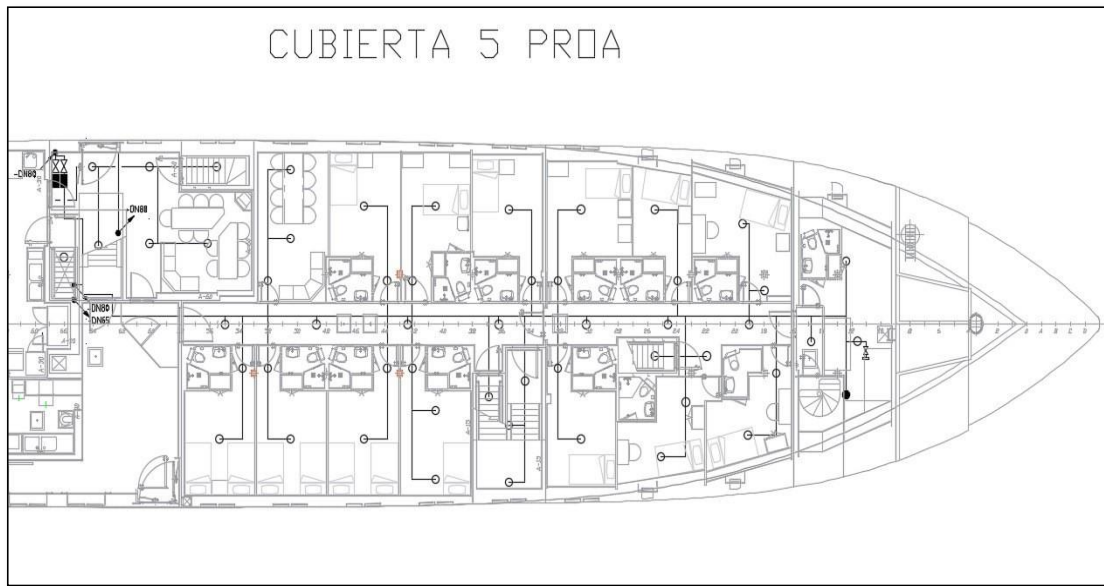
En la Figura 3.22 se observan las ubicaciones de los rociadores de la sección popa de Cubierta 5.



**Figura 3 22** Elementos de Cubierta 5 Popa

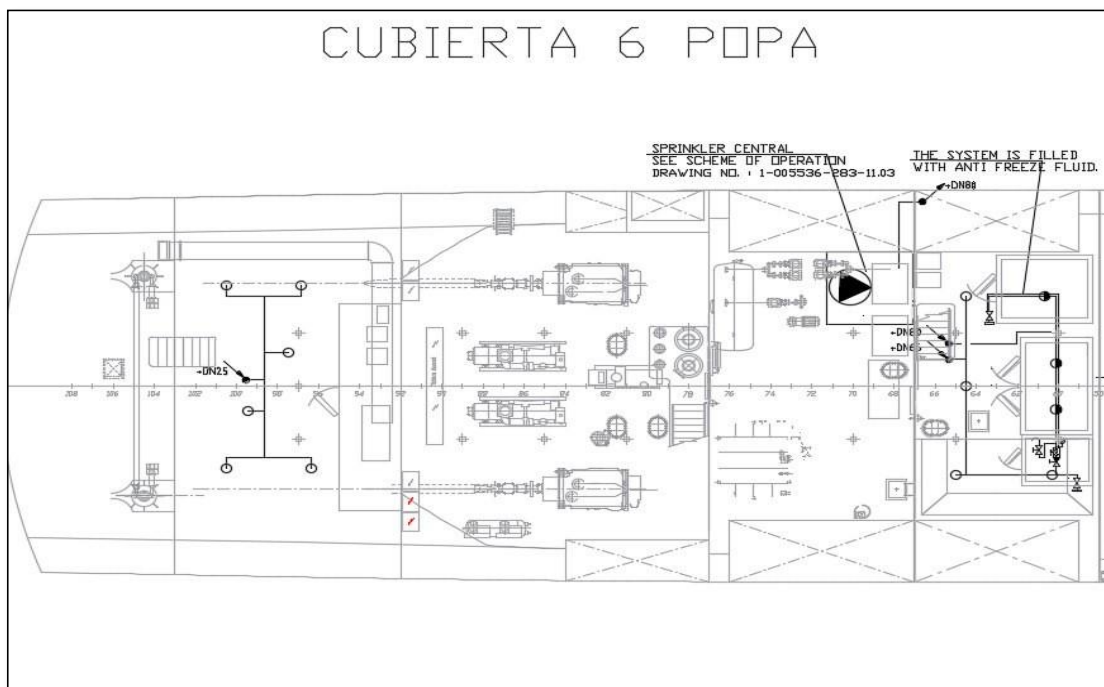
**Fuente:** (M/N Santa Cruz II, 2022 – El Autor)

En la Figura 3.23 se observan las ubicaciones de los rociadores de la sección proa de Cubierta 5.



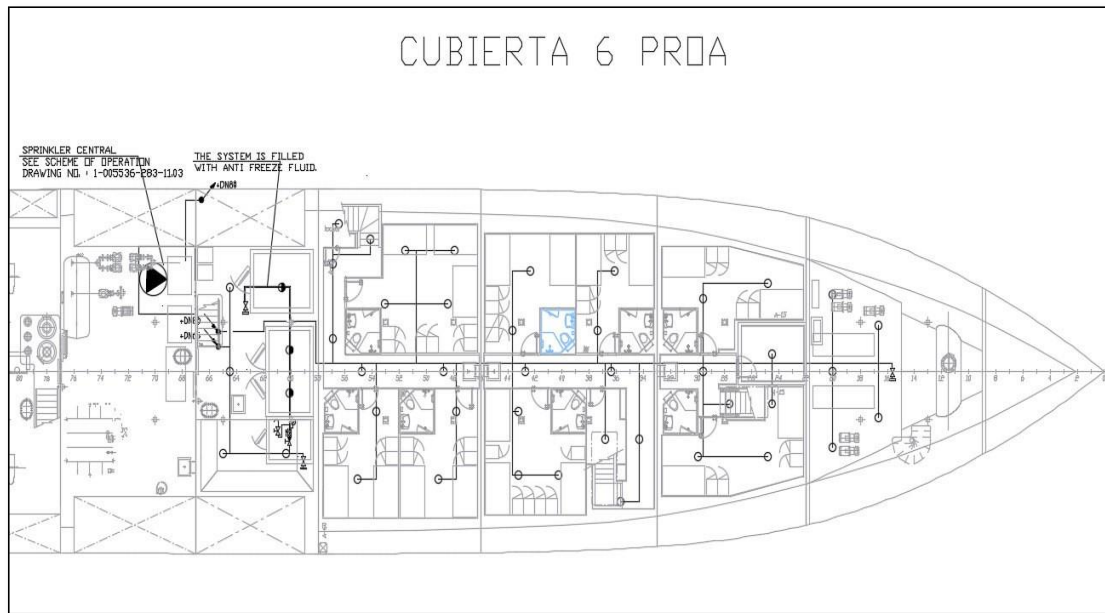
**Figura 3 23** Elementos de Cubierta 5 Proa  
**Fuente:** (M/N Santa Cruz II, 2022 – El Autor)

En la Figura 3.24 se observan las ubicaciones de los rociadores de la sección popa de Cubierta 6.



**Figura 3 24** Elementos de Cubierta 6 Popa  
**Fuente:** (M/N Santa Cruz II, 2022 – El Autor)

En la Figura 3.25 se observan las ubicaciones de los rociadores de la sección proa de Cubierta 6.



**Figura 3 25** Elementos de Cubierta 6 Proa

**Fuente:** (M/N Santa Cruz II, 2022 – El Autor)

Una vez identificados todos los elementos del sistema se procede a elaborar el listado de entradas y salidas, el cual se lo puede revisar a detalle en las Tablas 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9 y 3.10 – Listado E/S. Se define que para el funcionamiento automatizado del sistema contra incendios se necesitan 56 entradas digitales en las cuales se tiene sensores de presión, flujómetros, sensores de posición, confirmaciones de equipos. Como salidas digitales el sistema necesita 18 salidas las cuales están designadas para el control de las válvulas de cada sección de la embarcación y control de las bombas mediante un arrancador suave.



**Tabla 3 5** Listado de conexión y programación de equipos 1/6

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA SPRINKLER (ROCIADOR DE CONTRA INCENDIOS) APLICADO EN UNA EMBARCACIÓN DE TURISMO EN LA PROVINCIA DE GALÁPAGOS (M/N SANTA CRUZ II) Y REPOTENCIACIÓN DEL MISMO							Elaborado por: S. SOLEDISPA		Revisión: 0	
									Fecha: 24-feb-23	
LISTADO DE CONEXIÓN Y PROGRAMACIÓN DE EQUIPOS										
ITEM	EQUIPO	TAG	MÓDULO	TIPO DE SEÑAL		ENTRADA / SALIDA		ESPECIFICACIÓN	OBSERVACIONES	
				DIGITAL	ANÁLOGA	IN	OUT			
1	Presostato Cubierta 1 Proa	PSC1PR	0	x		0.0		24 VDC	CPU 1214	
2	Presostato Cubierta 1 Popa	PSC1PO	0	x		0.1		24 VDC	CPU 1214	
3	Presostato Cubierta 2 Proa	PSC2PR	0	x		0.2		24 VDC	CPU 1214	
4	Presostato Cubierta 2 Popa	PSC2PO	0	x		0.3		24 VDC	CPU 1214	
5	Presostato Cubierta 3 Proa	PSC3PR	0	x		0.4		24 VDC	CPU 1214	
6	Presostato Cubierta 3 Popa	PSC3PO	0	x		0.5		24 VDC	CPU 1214	
7	Presostato Cubierta 4 Proa	PSC4PR	0	x		0.6		24 VDC	CPU 1214	
8	Presostato Cubierta 4 Popa	PSC4PO	0	x		0.7		24 VDC	CPU 1214	
9	Presostato Cubierta 5 Proa	PSC5PR	0	x		1.0		24 VDC	CPU 1214	
10	Presostato Cubierta 5 Popa	PSC5PO	0	x		1.1		24 VDC	CPU 1214	
11	Presostato Cubierta 6 Proa	PSC6PR	0	x		1.2		24 VDC	CPU 1214	
12	Presostato Cubierta 6 Popa	PSC6PO	0	x		1.3		24 VDC	CPU 1214	
13	Flujómetro Cubierta 1 Proa	FSC1PR	0	x		1.4		24 VDC	CPU 1214	
14	Flujómetro Cubierta 1 Popa	FSC1PO	0	x		1.5		24 VDC	CPU 1214	
15	Flujómetro Cubierta 2 Proa	FSC2PR	1	x		2.0		24 VDC	SM1223	

**Fuente:** Autor

Continuación Tabla 3.6

**Tabla 3 6** Listado de conexión y programación de equipos 2/6

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA SPRINKLER (ROCIADOR DE CONTRA INCENDIOS) APLICADO EN UNA EMBARCACIÓN DE TURISMO EN LA PROVINCIA DE GALÁPAGOS (M/N SANTA CRUZ II) Y REPOTENCIACIÓN DEL MISMO							Elaborado por:	Revisión:	0
							S. SOLEDISPA	Fecha:	24-feb-23
LISTADO DE CONEXIÓN Y PROGRAMACIÓN DE EQUIPOS									
16	Flujómetro Cubierta 2 Popa	FSC2PO	1	x		2.1		24 VDC	SM1223
17	Flujómetro Cubierta 3 Proa	FSC3PR	1	x		2.2		24 VDC	SM1223
18	Flujómetro Cubierta 3 Popa	FSC3PO	1	x		2.3		24 VDC	SM1223
19	Flujómetro Cubierta 4 Proa	FSC4PR	1	x		2.4		24 VDC	SM1223
20	Flujómetro Cubierta 4 Popa	FSC4PO	1	x		2.5		24 VDC	SM1223
21	Flujómetro Cubierta 5 Proa	FSC5PR	1	x		2.6		24 VDC	SM1223
22	Flujómetro Cubierta 5 Popa	FSC5PO	1	x		2.7		24 VDC	SM1223
23	Flujómetro Cubierta 6 Proa	FSC6PR	1	x		3.0		24 VDC	SM1223
24	Flujómetro Cubierta 6 Popa	FSC6PO	1	x		3.1		24 VDC	SM1223
25	Presostato Tanque Agua Dulce	PS01	1	x		3.2		24 VDC	SM1223
26	Posición Abierta Válvula Cubierta 1 Proa	POS1C1PR	1	x		3.3		24 VDC	SM1223
27	Posición Abierta Válvula Cubierta 1 Popa	POS1C1PO	1	x		3.4		24 VDC	SM1223
28	Posición Abierta Válvula Cubierta 2 Proa	POS1C2PR	1	x		3.5		24 VDC	SM1223
29	Posición Abierta Válvula Cubierta 2 Popa	POS1C2PO	1	x		3.6		24 VDC	SM1223
30	Posición Abierta Válvula Cubierta 3 Proa	POS1C3PR	1	x		3.7		24 VDC	SM1223

Fuente: Autor

Continuación Tabla 3.7

**Tabla 3 7** Listado de conexión y programación de equipos 3/6

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA SPRINKLER (ROCIADOR DE CONTRA INCENDIOS) APLICADO EN UNA EMBARCACIÓN DE TURISMO EN LA PROVINCIA DE GALÁPAGOS (M/N SANTA CRUZ II) Y REPOTENCIACIÓN DEL MISMO							Elaborado por:	Revisión:
							S. SOLEDISPA	0
							Fecha:	24-feb-23
LISTADO DE CONEXIÓN Y PROGRAMACIÓN DE EQUIPOS								
31	Posición Abierta Válvula Cubierta 3 Popa	POS1C3PO	2	x		4.0	24 VDC	SM1221-1
32	Posición Abierta Válvula Cubierta 4 Proa	POS1C4PR	2	x		4.1	24 VDC	SM1221-1
33	Posición Abierta Válvula Cubierta 4 Popa	POS1C4PO	2	x		4.2	24 VDC	SM1221-1
34	Posición Abierta Válvula Cubierta 5 Proa	POS1C5PR	2	x		4.3	24 VDC	SM1221-1
35	Posición Abierta Válvula Cubierta 5 Popa	POS1C5PO	2	x		4.4	24 VDC	SM1221-1
36	Posición Abierta Válvula Cubierta 6 Proa	POS1C6PR	2	x		4.5	24 VDC	SM1221-1
37	Posición Abierta Válvula Cubierta 6 Popa	POS1C6PO	2	x		4.6	24 VDC	SM1221-1
38	Posición Cerrada Válvula Cubierta 1 Proa	POS2C1PR	2	x		4.7	24 VDC	SM1221-1
39	Posición Cerrada Válvula Cubierta 1 Popa	POS2C1PO	2	x		5.0	24 VDC	SM1221-1
40	Posición Cerrada Válvula Cubierta 2 Proa	POS2C2PR	2	x		5.1	24 VDC	SM1221-1
41	Posición Cerrada Válvula Cubierta 2 Popa	POS2C2PO	2	x		5.2	24 VDC	SM1221-1
42	Posición Cerrada Válvula Cubierta 3 Proa	POS2C3PR	2	x		5.3	24 VDC	SM1221-1
43	Posición Cerrada Válvula Cubierta 3 Popa	POS2C3PO	2	x		5.4	24 VDC	SM1221-1
44	Posición Cerrada Válvula Cubierta 4 Proa	POS2C4PR	2	x		5.5	24 VDC	SM1221-1
45	Posición Cerrada Válvula Cubierta 4 Popa	POS2C4PO	2	x		5.6	24 VDC	SM1221-1

**Fuente:** Autor

Continuación Tabla 3.8

**Tabla 3 8** Listado de conexión y programación de equipos 4/6

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA SPRINKLER (ROCIADOR DE CONTRA INCENDIOS) APLICADO EN UNA EMBARCACIÓN DE TURISMO EN LA PROVINCIA DE GALÁPAGOS (M/N SANTA CRUZ II) Y REPOTENCIACIÓN DEL MISMO							Elaborado por:	Revisión:	0
							S. SOLEDISPA	Fecha:	24-feb-23
LISTADO DE CONEXIÓN Y PROGRAMACIÓN DE EQUIPOS									
46	Posición Cerrada Válvula Cubierta 5 Proa	POS2C5PR	2	x		5.7		24 VDC	SM1221-1
47	Posición Cerrada Válvula Cubierta 5 Popa	POS2C5PO	3	x		6.0		24 VDC	SM1221-2
48	Posición Cerrada Válvula Cubierta 6 Proa	POS2C6PR	3	x		6.1		24 VDC	SM1221-2
49	Posición Cerrada Válvula Cubierta 6 Popa	POS2C6PO	3	x		6.2		24 VDC	SM1221-2
50	Confirmación de Running Arrancador Suave 1	RUNNING-AS1	3	x		6.3		24 VDC	SM1221-2
51	Confirmación de Falla Arrancador Suave 1	FAULT-AS1	3	x		6.4		24 VDC	SM1221-2
52	Confirmación de Running Arrancador Suave 2	RUNNING-AS2	3	x		6.5		24 VDC	SM1221-2
53	Confirmación de Falla Arrancador Suave 2	FAULT-AS2	3	x		6.6		24 VDC	SM1221-2
54	Confirmación de Guardamotor Arrancador Suave 1	QF-AS1	3	x		6.7		24 VDC	SM1221-2
55	Confirmación de Guardamotor Arrancador Suave 2	QF-AS2	3	x		7.0		24 VDC	SM1221-2
56	Paro de Emergencia	PE	3	x		7.1		24 VDC	SM1221-2
57	RESERVA		3	x		7.2		24 VDC	SM1221-2
58	RESERVA		3	x		7.3		24 VDC	SM1221-2
59	RESERVA		3	x		7.4		24 VDC	SM1221-2
60	RESERVA		3	x		7.5		24 VDC	SM1221-2

**Fuente:** Autor

Continuación Tabla 3.9

**Tabla 3 9** Listado de conexión y programación de equipos 5/6

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA SPRINKLER (ROCIADOR DE CONTRA INCENDIOS) APLICADO EN UNA EMBARCACIÓN DE TURISMO EN LA PROVINCIA DE GALÁPAGOS (M/N SANTA CRUZ II) Y REPOTENCIACIÓN DEL MISMO							Elaborado por: S. SOLEDISPA		Revisión: 0 Fecha: 24-feb-23	
LISTADO DE CONEXIÓN Y PROGRAMACIÓN DE EQUIPOS										
61	RESERVA		3	x		7.6		24 VDC	SM1221-2	
62	RESERVA		3	x		7.7		24 VDC	SM1221-2	
63	Run Arrancador Suave 1	RUN-AS1	0	x			0.0	24 VDC	CPU 1214	
64	Reset Arrancador Suave 1	RST-AS1	0	x			0.1	24 VDC	CPU 1214	
65	Paro Arrancador Suave 1	STOP-AS1	0	x			0.2	24 VDC	CPU 1214	
66	Run Arrancador Suave 2	RUN-AS2	0	x			0.3	24 VDC	CPU 1214	
67	Reset Arrancador Suave 2	RST-AS2	0	x			0.4	24 VDC	CPU 1214	
68	Paro Arrancador Suave 2	STOP-AS2	0	x			0.5	24 VDC	CPU 1214	
69	Válvula Cubierta 1 Proa	VC1PR	0	x			0.6	24 VDC	CPU 1214	
70	Válvula Cubierta 1 Popa	VC1PO	0	x			0.7	24 VDC	CPU 1214	
71	Válvula Cubierta 2 Proa	VC2PR	0	x			1.0	24 VDC	CPU 1214	
72	Válvula Cubierta 2 Popa	VC2PO	0	x			1.1	24 VDC	CPU 1214	
73	Válvula Cubierta 3 Proa	VC3PR	1	x			2.0	24 VDC	SM1223	
74	Válvula Cubierta 3 Popa	VC3PO	1	x			2.1	24 VDC	SM1223	
75	Válvula Cubierta 4 Proa	VC4PR	1	x			2.2	24 VDC	SM1223	

**Fuente:** Autor

Continuación Tabla 3.10

**Tabla 3 10** Listado de conexión y programación de equipos 6/6

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA SPRINKLER (ROCIADOR DE CONTRA INCENDIOS) APLICADO EN UNA EMBARCACIÓN DE TURISMO EN LA PROVINCIA DE GALÁPAGOS (M/N SANTA CRUZ II) Y REPOTENCIACIÓN DEL MISMO							Elaborado por:	Revisión:	
							S. SOLEDISPA	0	
							Fecha:	24-feb-23	
LISTADO DE CONEXIÓN Y PROGRAMACIÓN DE EQUIPOS									
76	Válvula Cubierta 4 Popa	VC4PO	1	x			2.3	24 VDC	SM1223
77	Válvula Cubierta 5 Proa	VC5PR	1	x			2.4	24 VDC	SM1223
78	Válvula Cubierta 5 Popa	VC5PO	1	x			2.5	24 VDC	SM1223
79	Válvula Cubierta 6 Proa	VC6PR	1	x			2.6	24 VDC	SM1223
80	Válvula Cubierta 6 Popa	VC6PO	1	x			2.7	24 VDC	SM1223
81	RESERVA		1	x			3.0	24 VDC	SM1223
82	RESERVA		1	x			3.1	24 VDC	SM1223
83	RESERVA		1	x			3.2	24 VDC	SM1223
84	RESERVA		1	x			3.3	24 VDC	SM1223
85	RESERVA		1	x			3.4	24 VDC	SM1223
86	RESERVA		1	x			3.5	24 VDC	SM1223
87	RESERVA		1	x			3.6	24 VDC	SM1223
88	RESERVA		1	x			3.7	24 VDC	SM1223

Fuente: Autor

Con estos datos se puede realizar la selección de los equipos de automatización, en la Tabla 3.11 se detallan los modelos de los módulos.

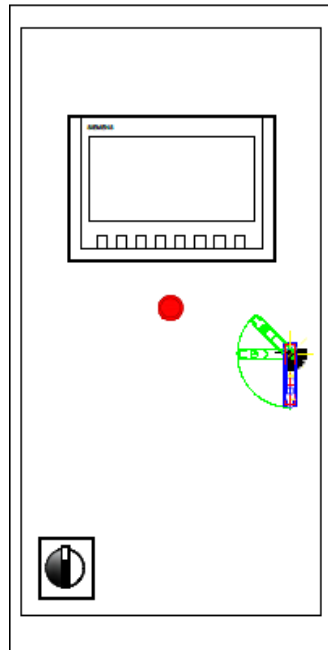
**Tabla 3 11** Selección de Equipos de Automatización

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>
<b>PLC S7-1200</b>	1	6ES7214-1AG40-0XB0 CPU 1214C DC/DC/DC, alimentación 24VDC. Incorpora 14 DI a 24 VDC, 10 DO a 24VDC, 2 AI (0-10VDC), memoria 100KB. Con puerto de comunicación Profinet / Industrial Ethernet RJ45 10/100Mbps. Capacidad de ampliación hasta 1 Signal Board (SB), 8 módulos de señal (SM) y 3 módulos de comunicación (CM).
<b>Módulo de Entradas/Salidas</b>	1	6ES7223-1PL32-0XB0 SM1223 Módulo de señal de 16DI a 24VDC + 16DO tipo relé
<b>Módulo de Entradas</b>	2	6ES7221-1BH32-0XB0 SM1221 Módulo de señal de 16DI a 24VDC
<b>HMI</b>	2	6AV2123-2MB03-0AX0 SIMATIC Basic Panel KTP1200 PN a color, con pantalla de 12" táctil y 10 teclas de función. Display TFT de alta resolución, 64.000 colores, formato widescreen. Con interfaz PROFINET / Industrial Ethernet y USB. Configurable con software TIA PORTAL WinCC V13 Basic o superior.
<b>SWITCH ETHERNET</b>	1	6GK5005-0BA10-1AA3 SCALANCE X005, switch Industrial Ethernet no administrable, con 5 puertos RJ45 10/100Mbps. Alimentación 24VDC. Con LED de diagnóstico.

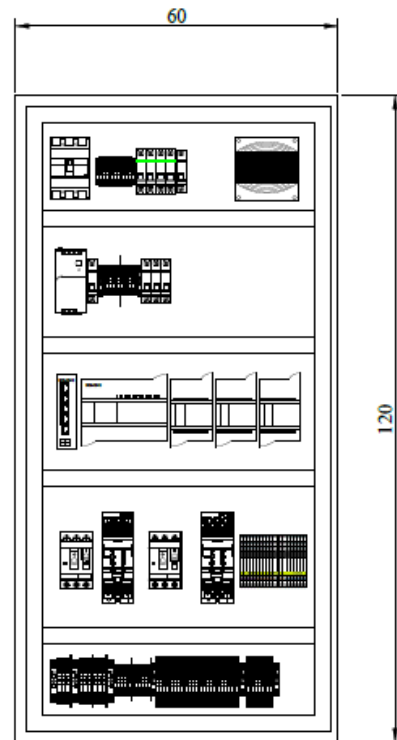
**Fuente:** (Siemens, 2022)

Al tener seleccionado los elementos los equipos de automatización y definida la cantidad de señales se procede a realizar el diseño interno del tablero de fuerza y control, como se observa en la Figura 3.26.

## VISTA EXTERNA



## VISTA INTERNA



**Figura 3 26** Vista Interna y Externa del Tablero de Control y Fuerza

**Fuente:** Autor

Se realiza el diseño de los diagramas unifilares del sistema, esta información se puede revisar en las siguientes Figuras – Diagrama Unifilar.

- Figura 3.27 Alimentación de motores
- Figura 3.28 Alimentación de transformadores
- Figura 3.29 Alimentación de equipos de 24Vdc
- En las Figuras 3.30, 3.31, 3.32 y 3.33 Conexión PLC
- En las Figuras 3.34, 3.35, 3.36 y 3.37 Conexión de SLOT 2
- En las Figuras 3.38 y 3.39 Conexión de SLOT 3
- En las Figuras 3.40 y 3.41 Conexión de SLOT 4
- En las Figuras 3.42 y 3.43 Conexión de relés
- Figura 3.44 Arquitectura de red



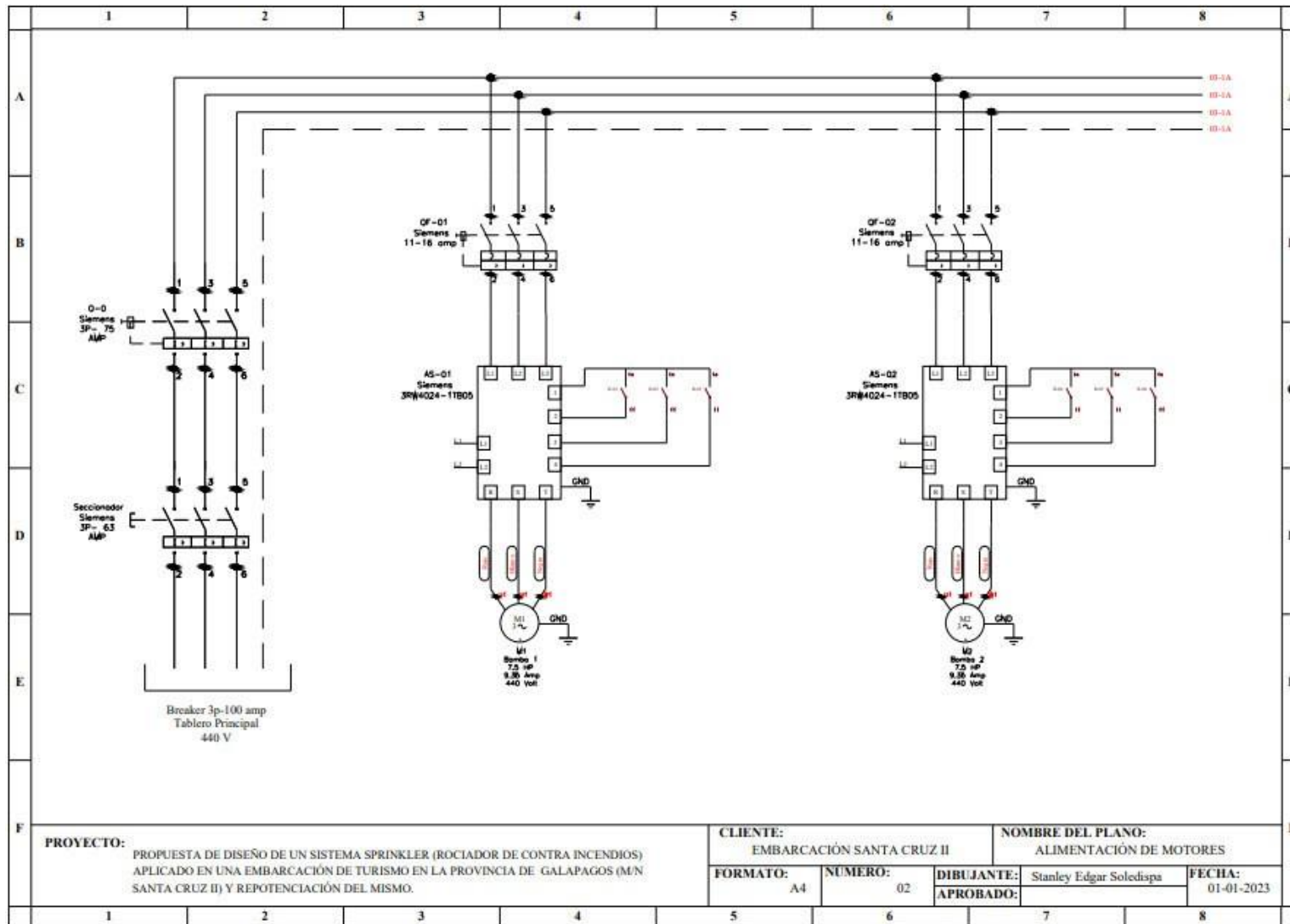
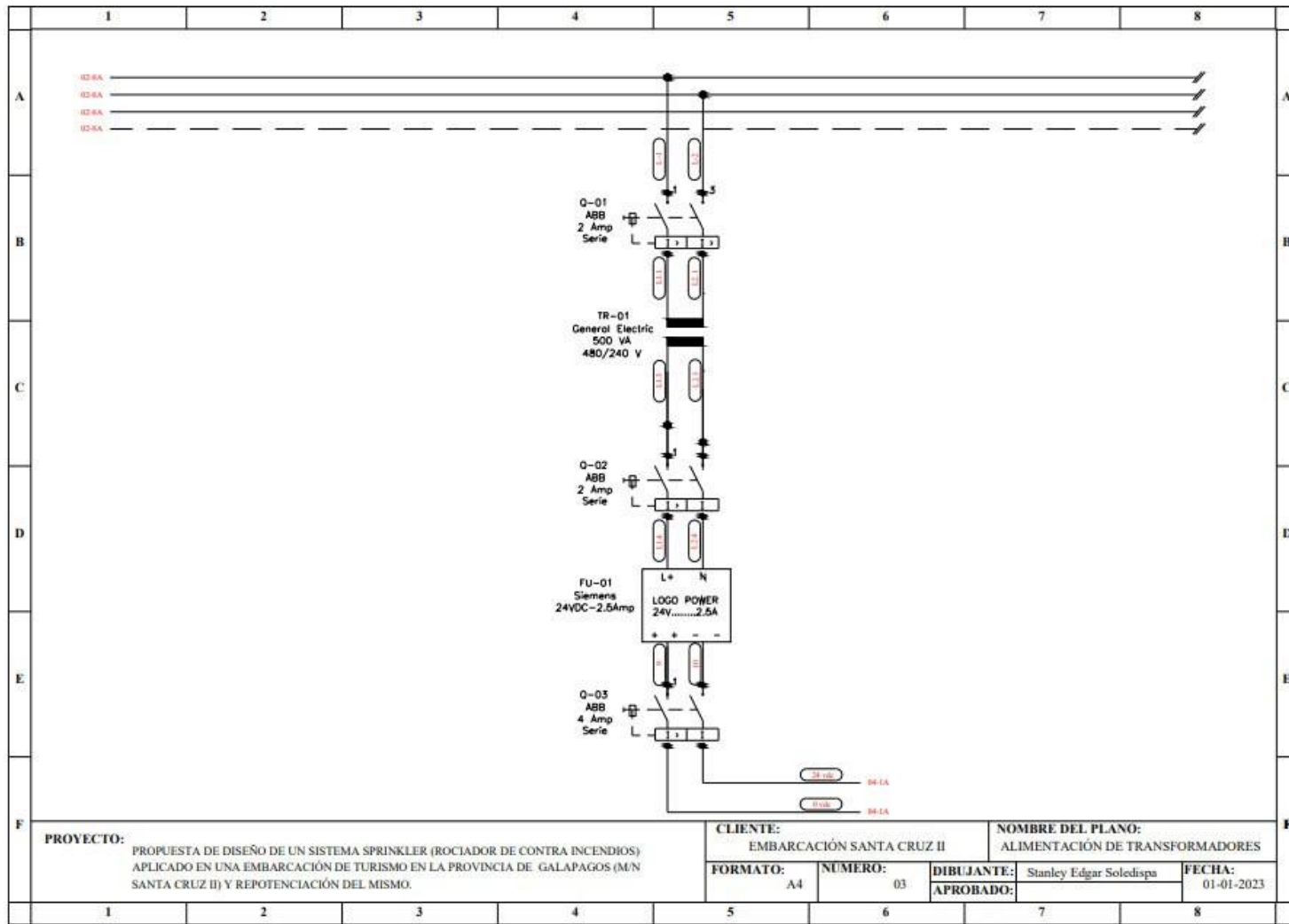


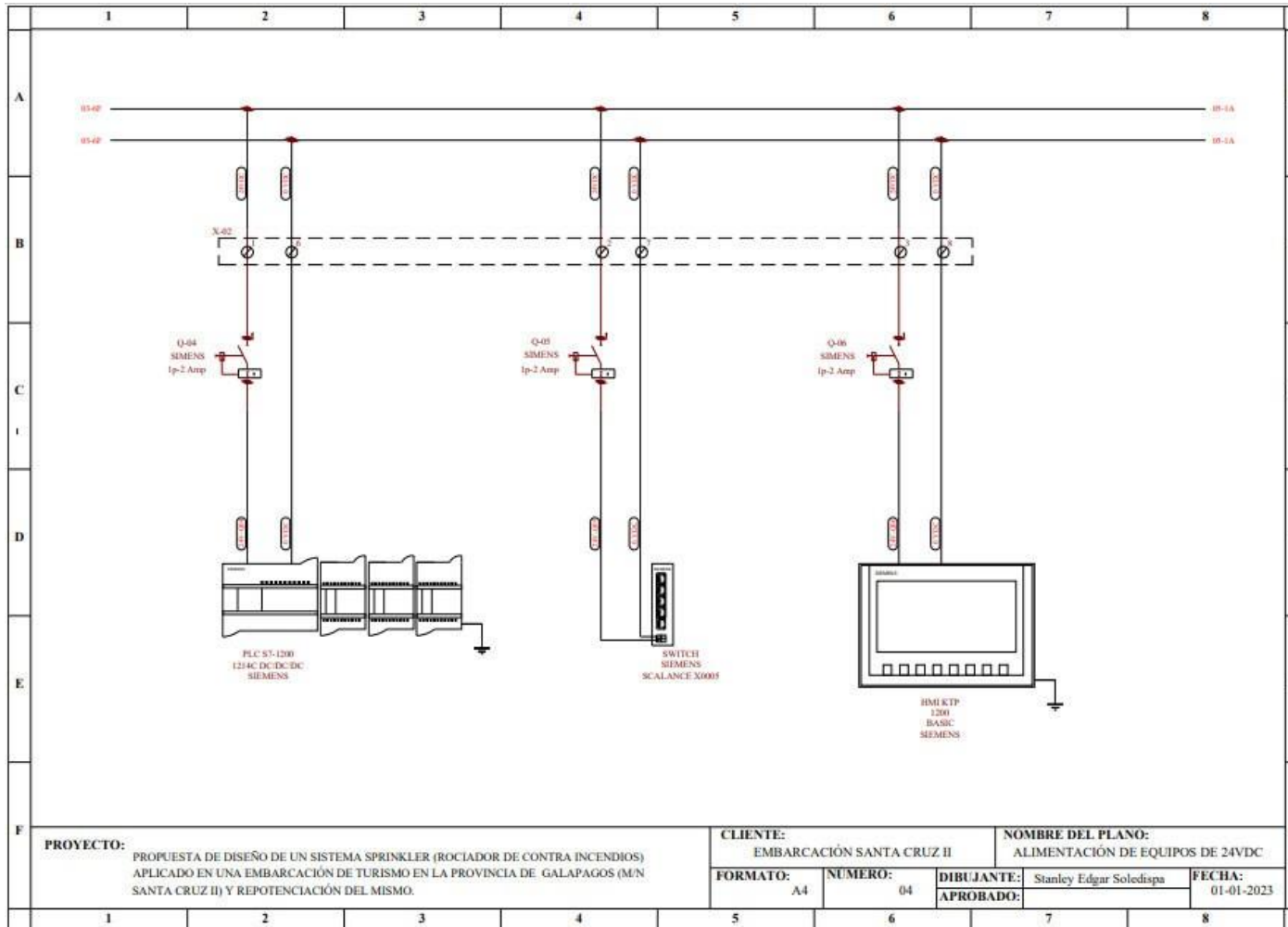
Figura 3 27 Alimentación de motores

Fuente: Autor



**Figura 3 28** Alimentación de transformadores

**Fuente:** Autor



**Figura 3 29** Alimentación de equipos de 24Vdc

**Fuente:** Autor

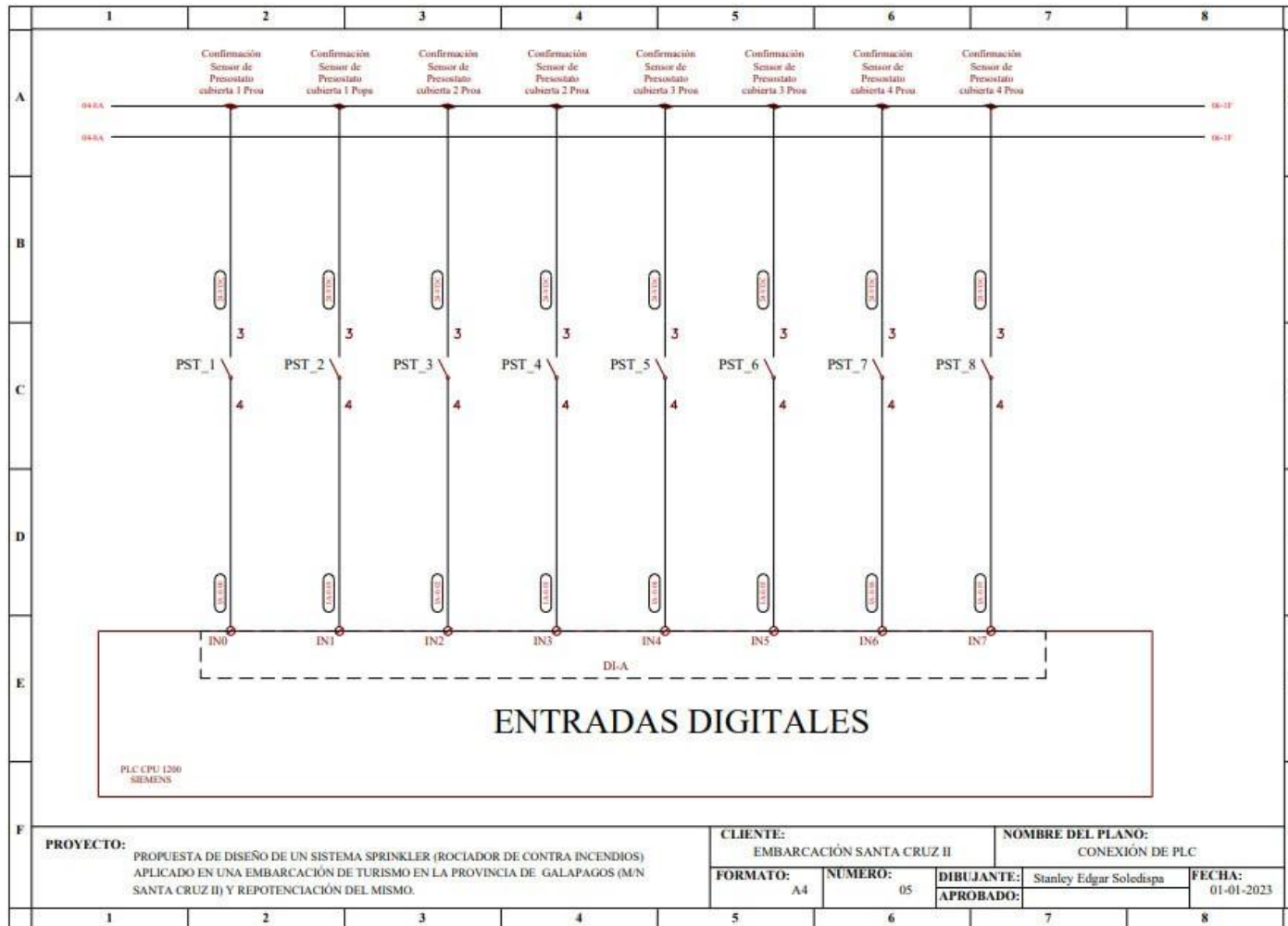


Figura 3 30 Conexión PLC 1/4

Fuente: Autor

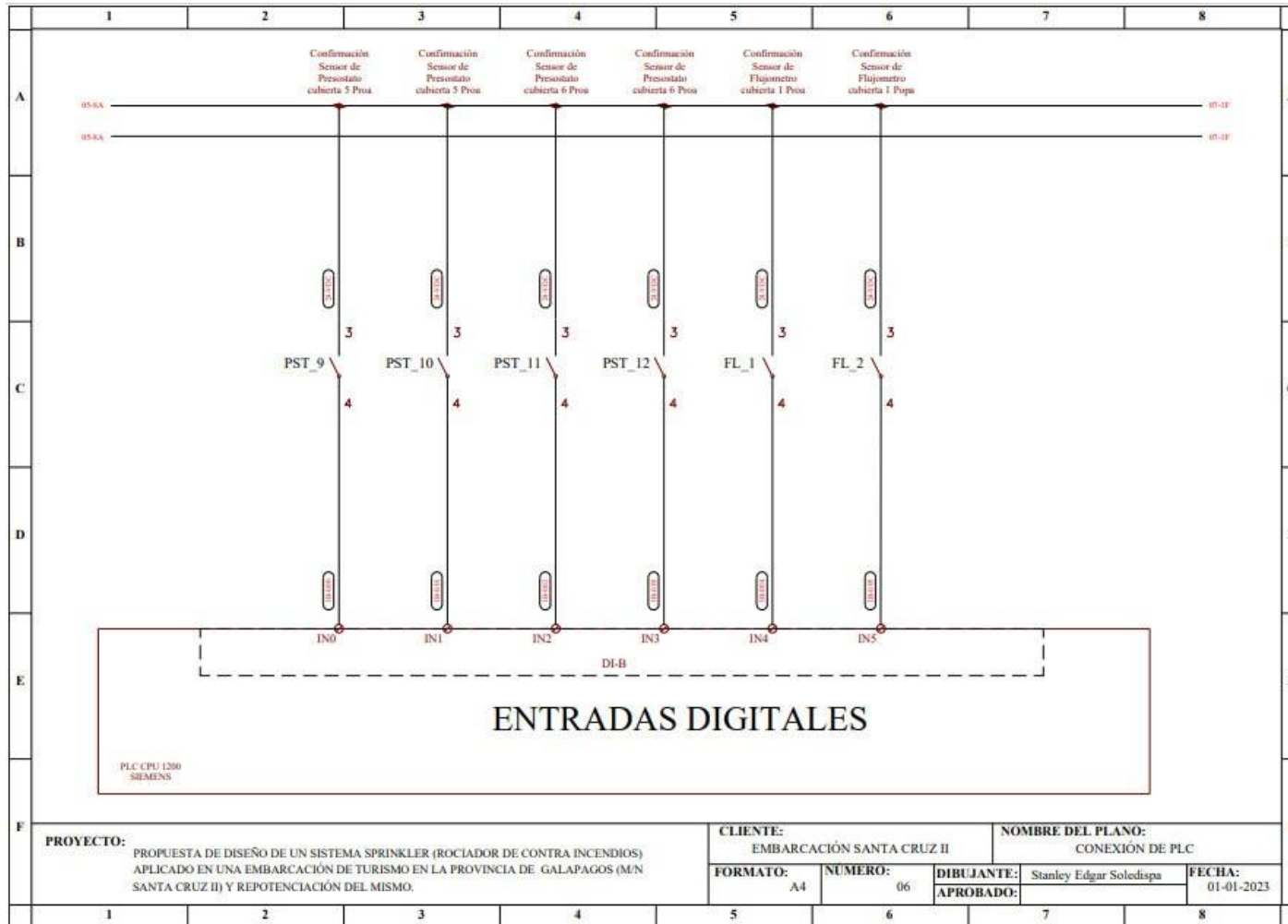
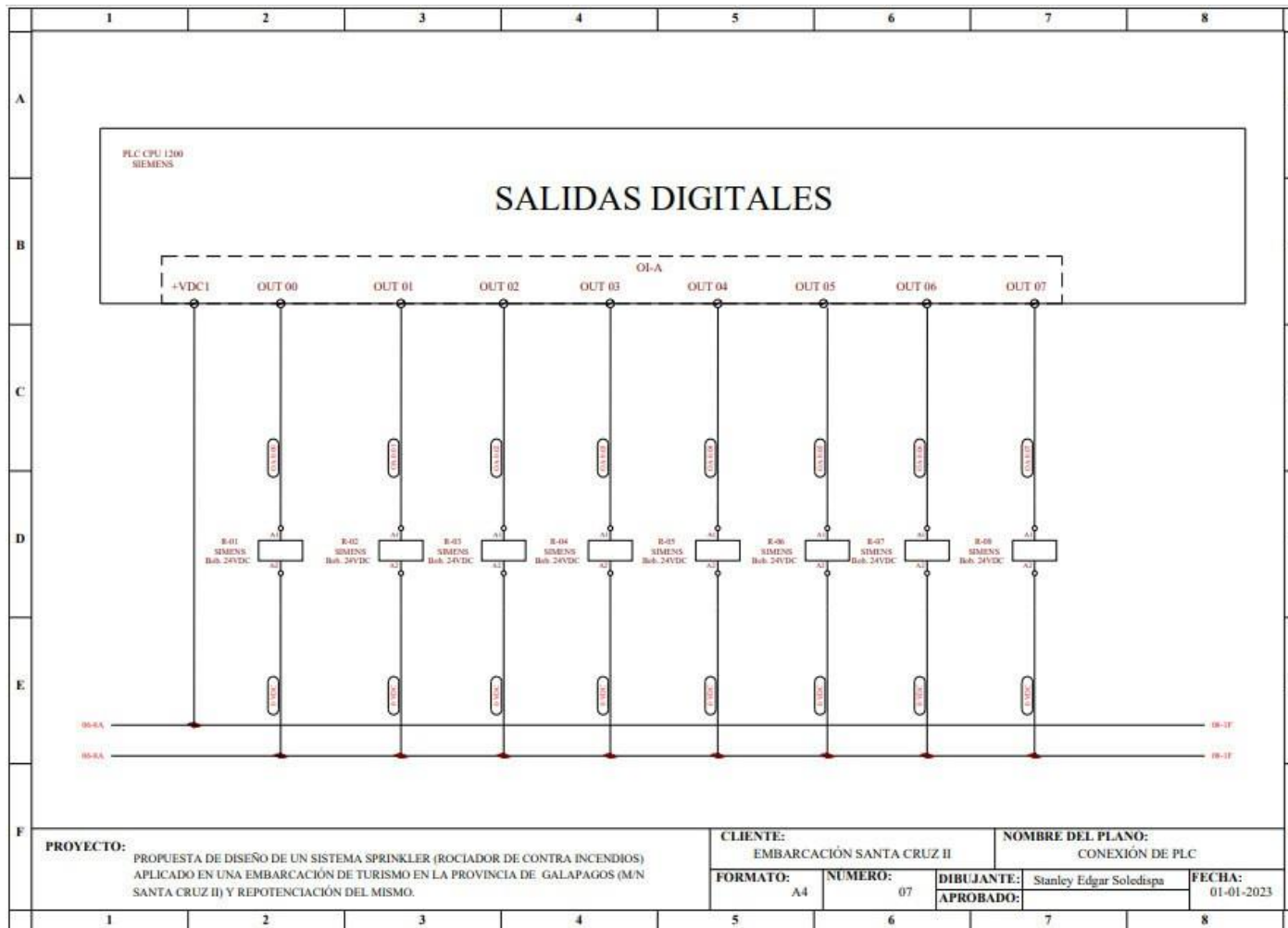


Figura 3 31 Conexión PLC 2/4

Fuente: Autor



**Figura 3 32** Conexión PLC 3/4

**Fuente:** Autor

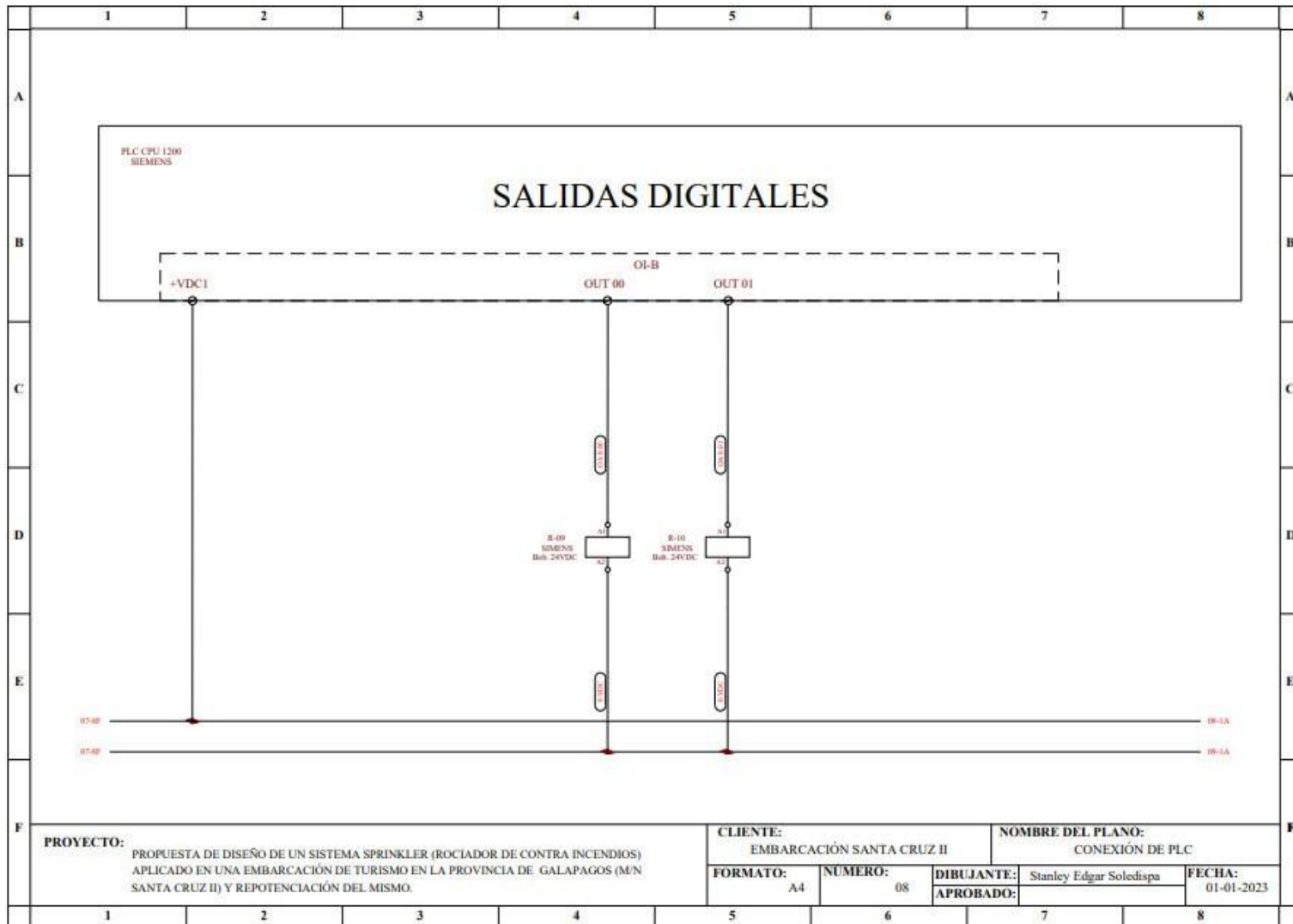


Figura 3 33 Conexión PLC 4/4

Fuente: Autor

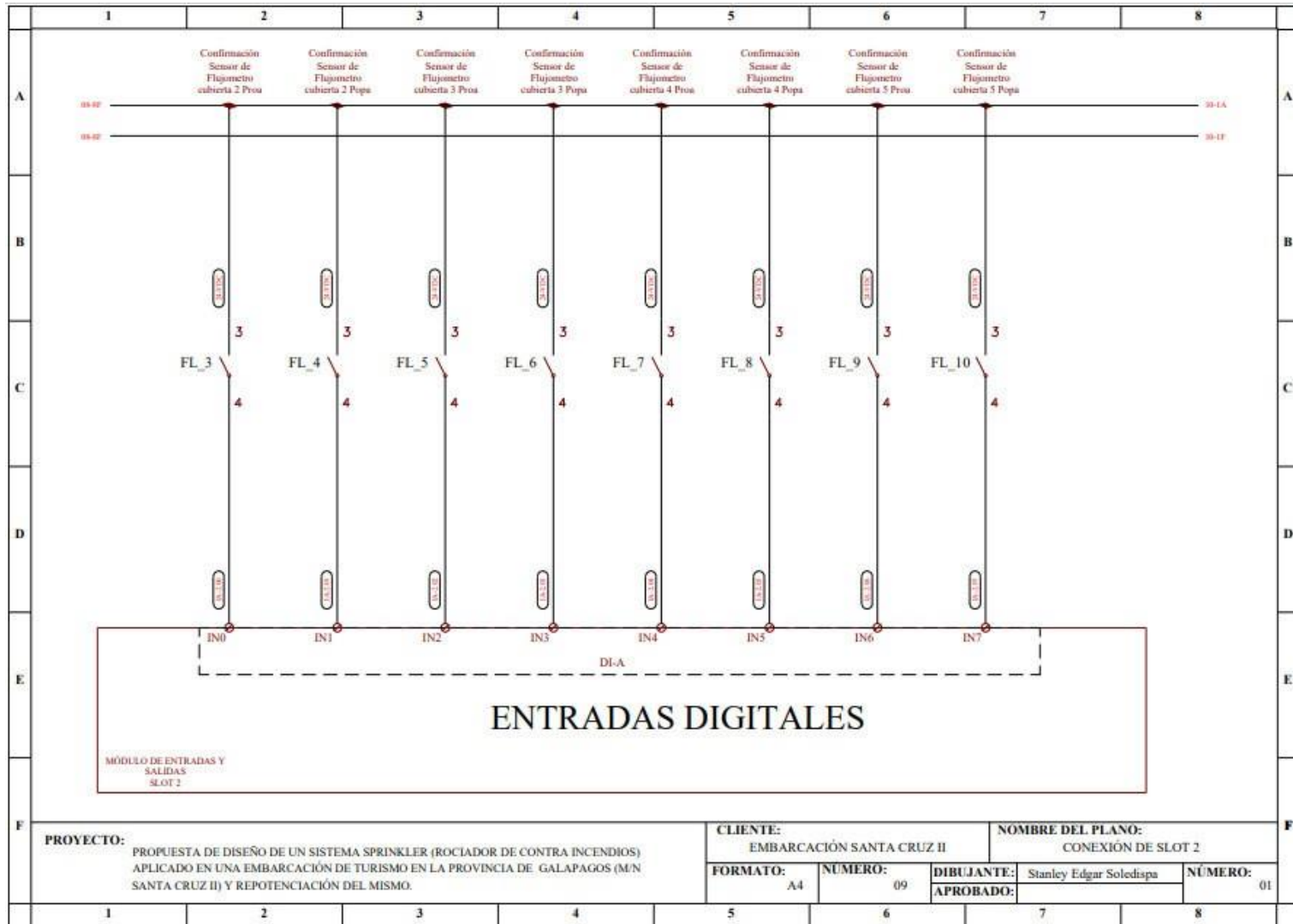


Figura 3 34 Conexión Slot #2 1/4

Fuente: Autor



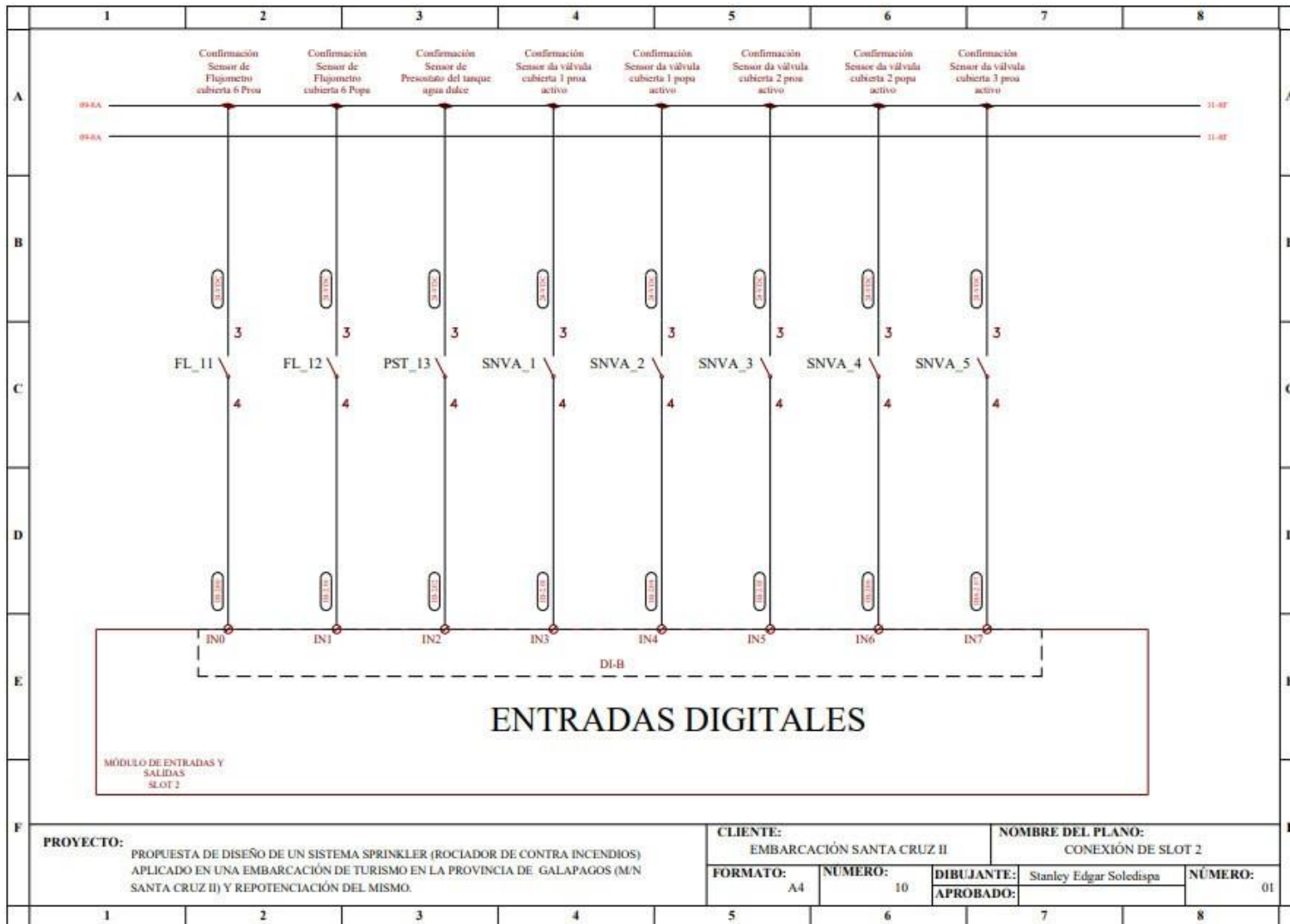


Figura 3 35 Conexión Slot #2 2/4

Fuente: Autor

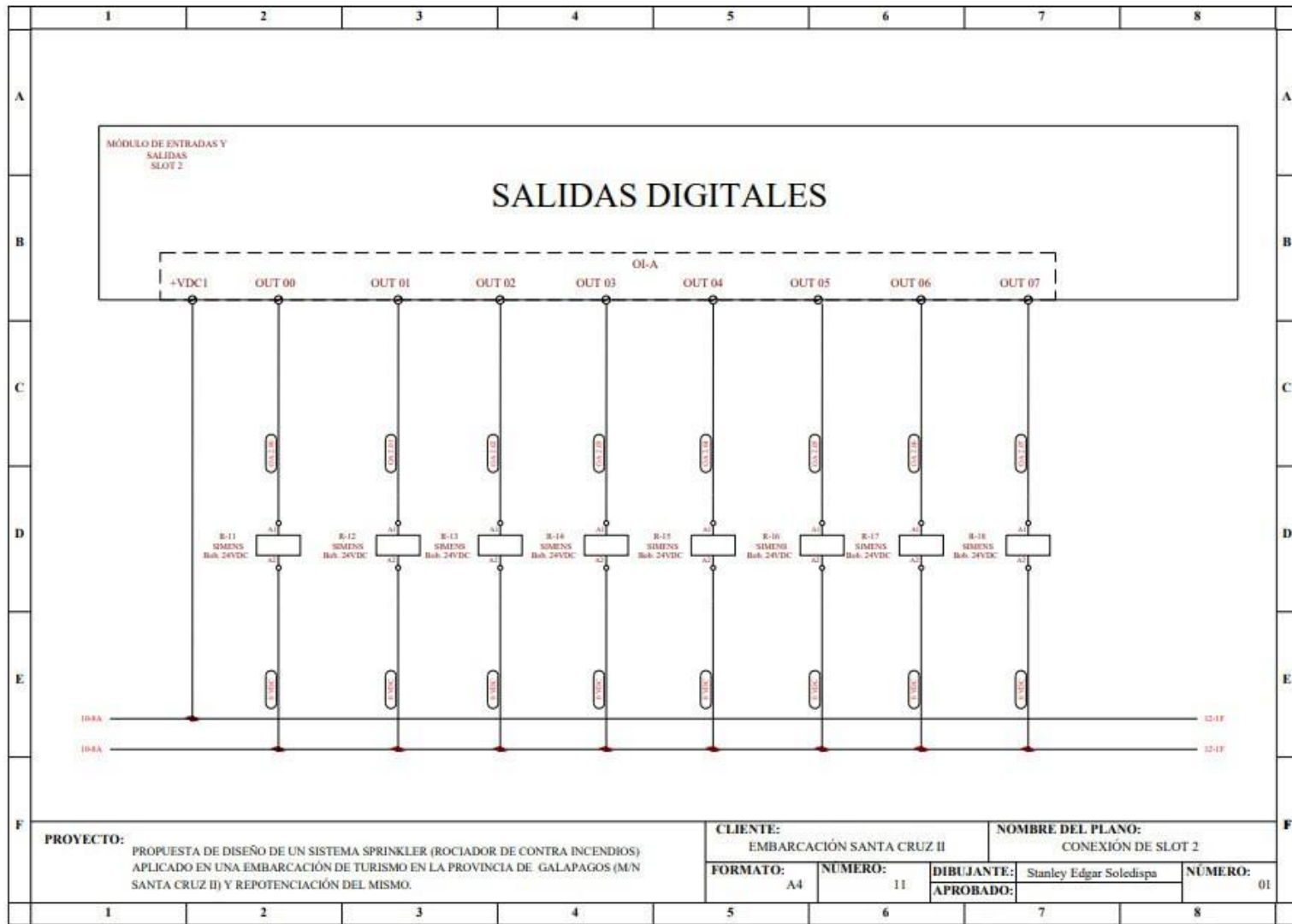


Figura 3 36 Conexión Slot #2 3/4

Fuente: Autor



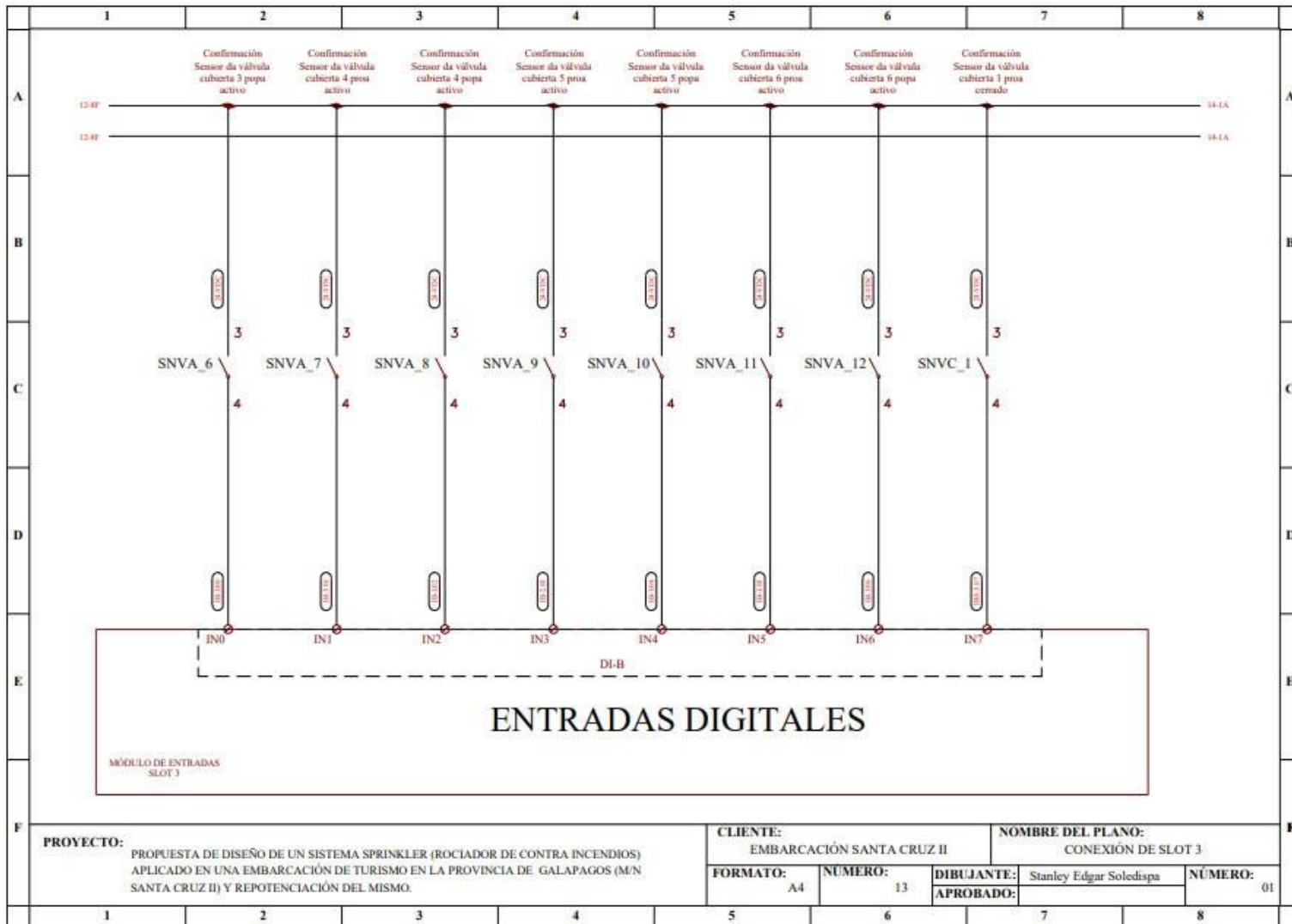


Figura 3 38 Conexión Slot #3 1/2

Fuente: Autor

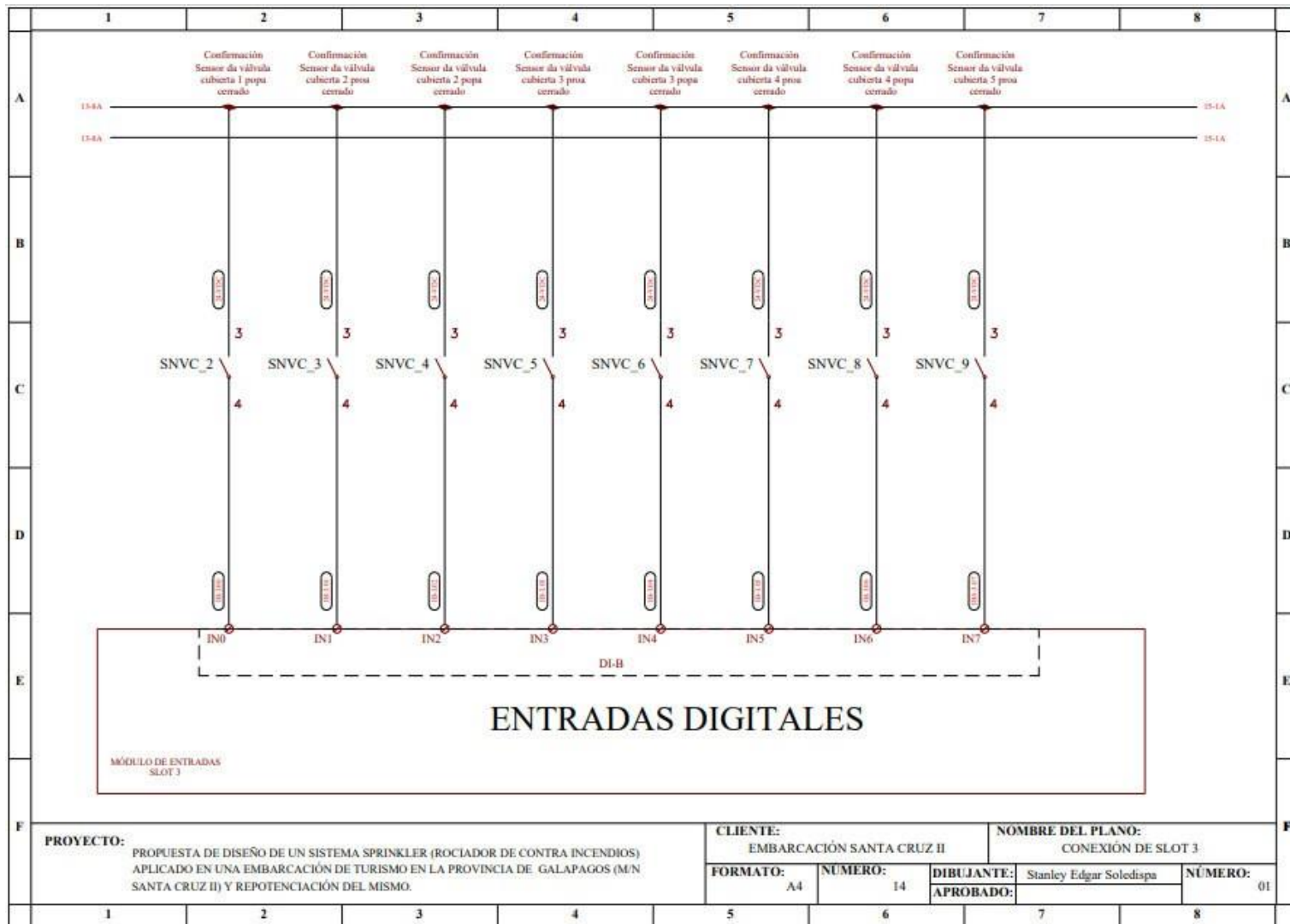


Figura 3 39 Conexión Slot #3 2/2

Fuente: Autor

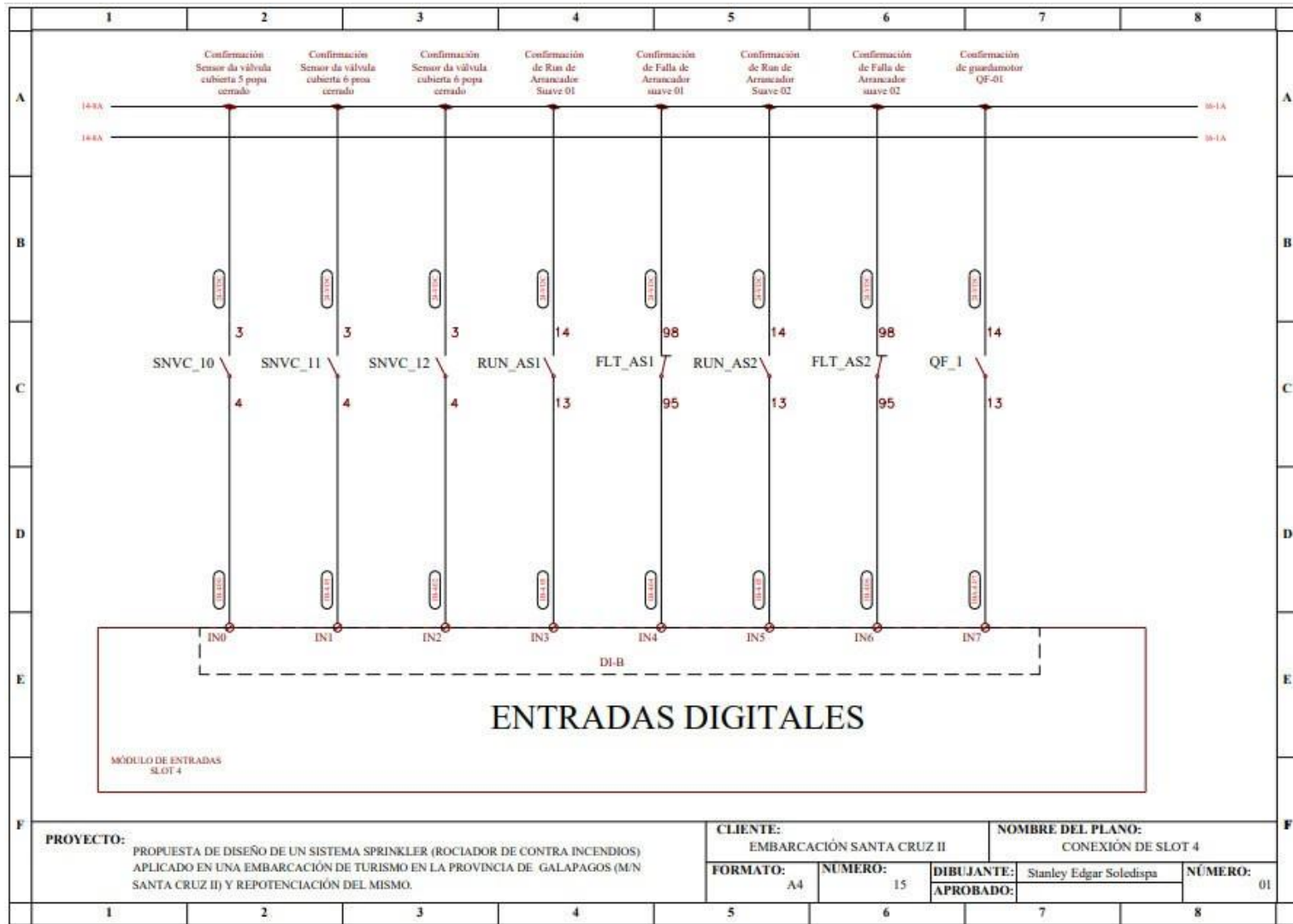


Figura 3 40 Conexión Slot #4 1/2

Fuente: Autor

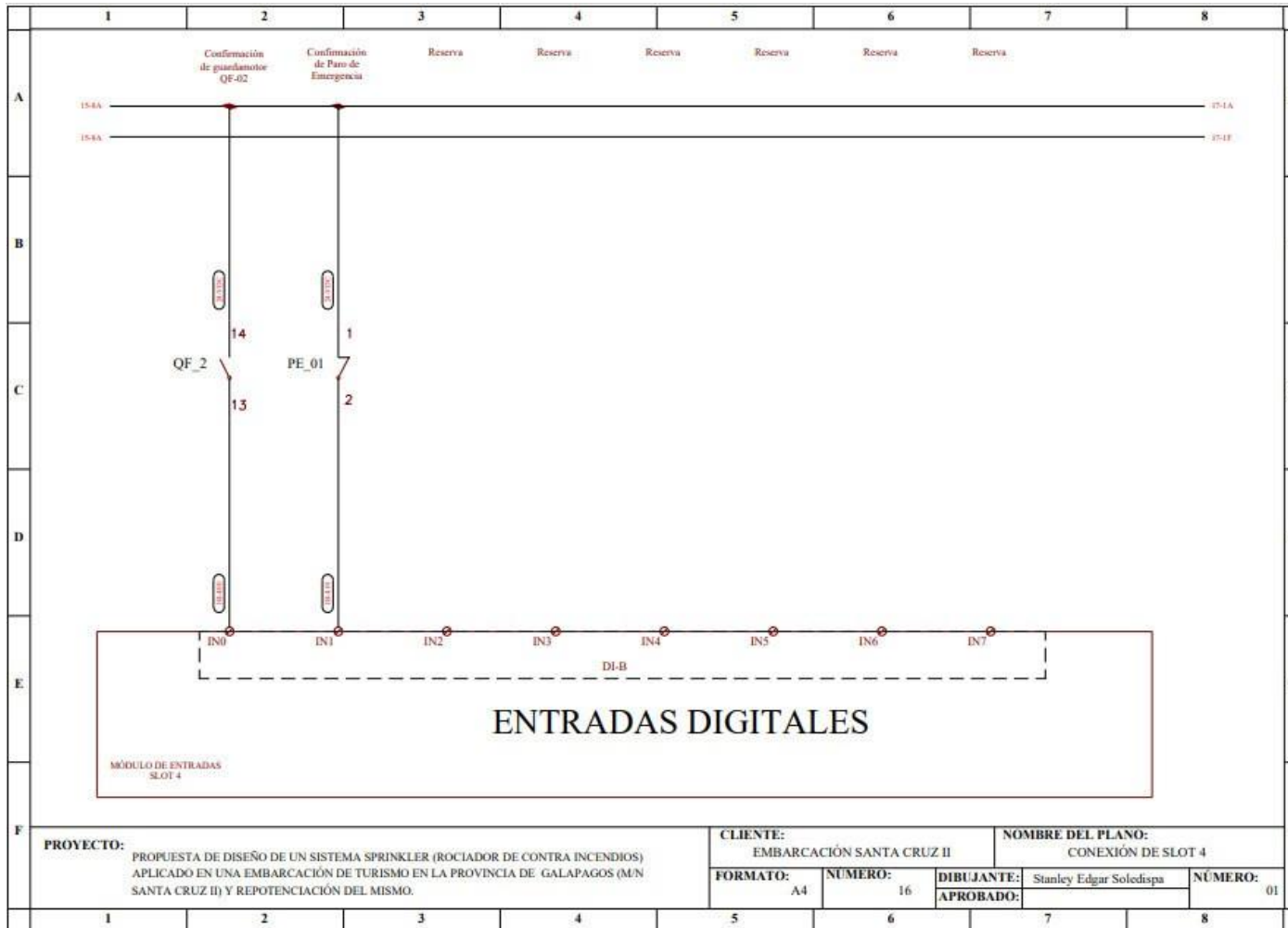
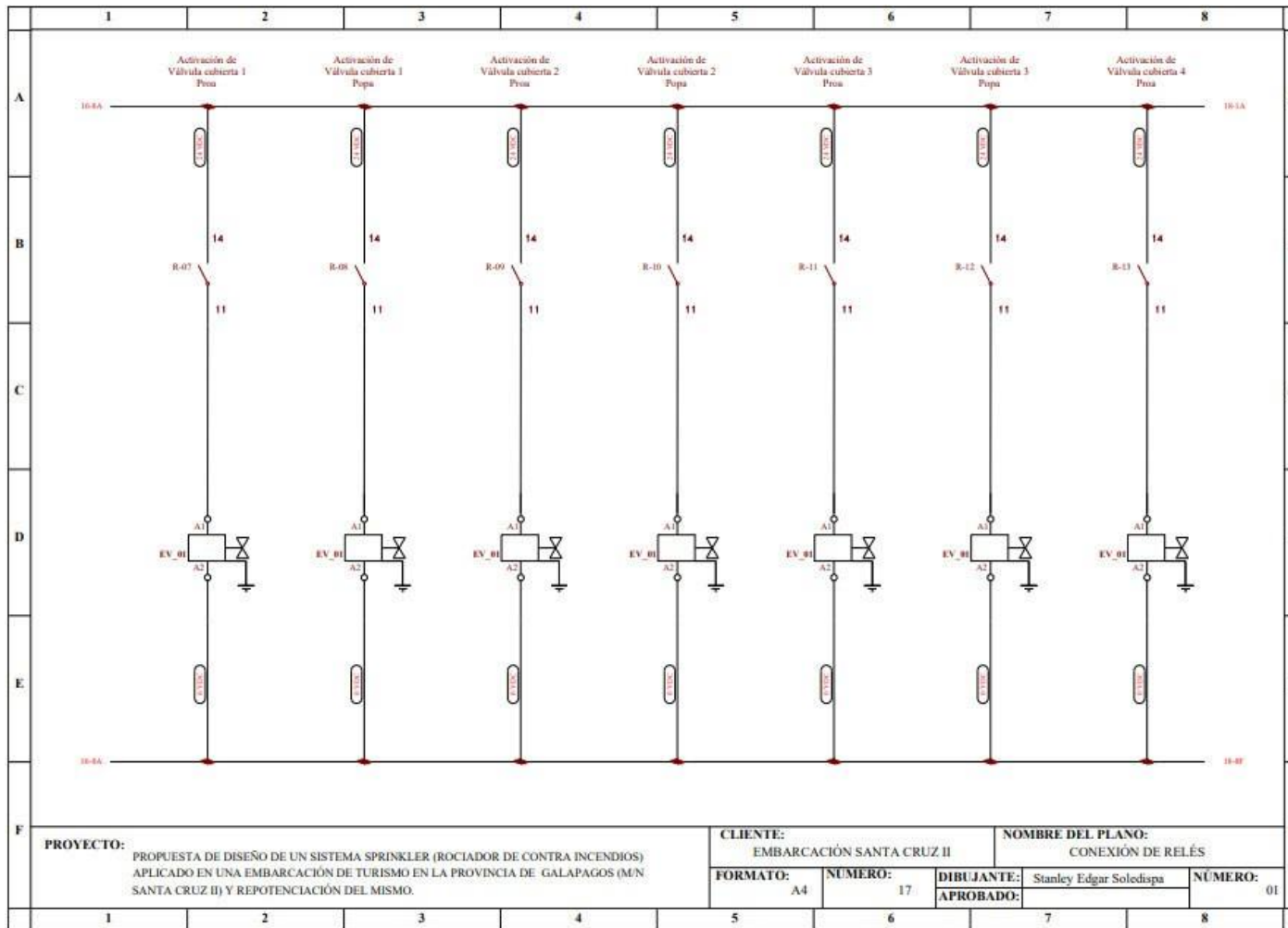


Figura 3 41 Conexión Slot #4 2/2

Fuente: Autor



**Figura 3 42** Conexión de relés 1/2

**Fuente:** Autor



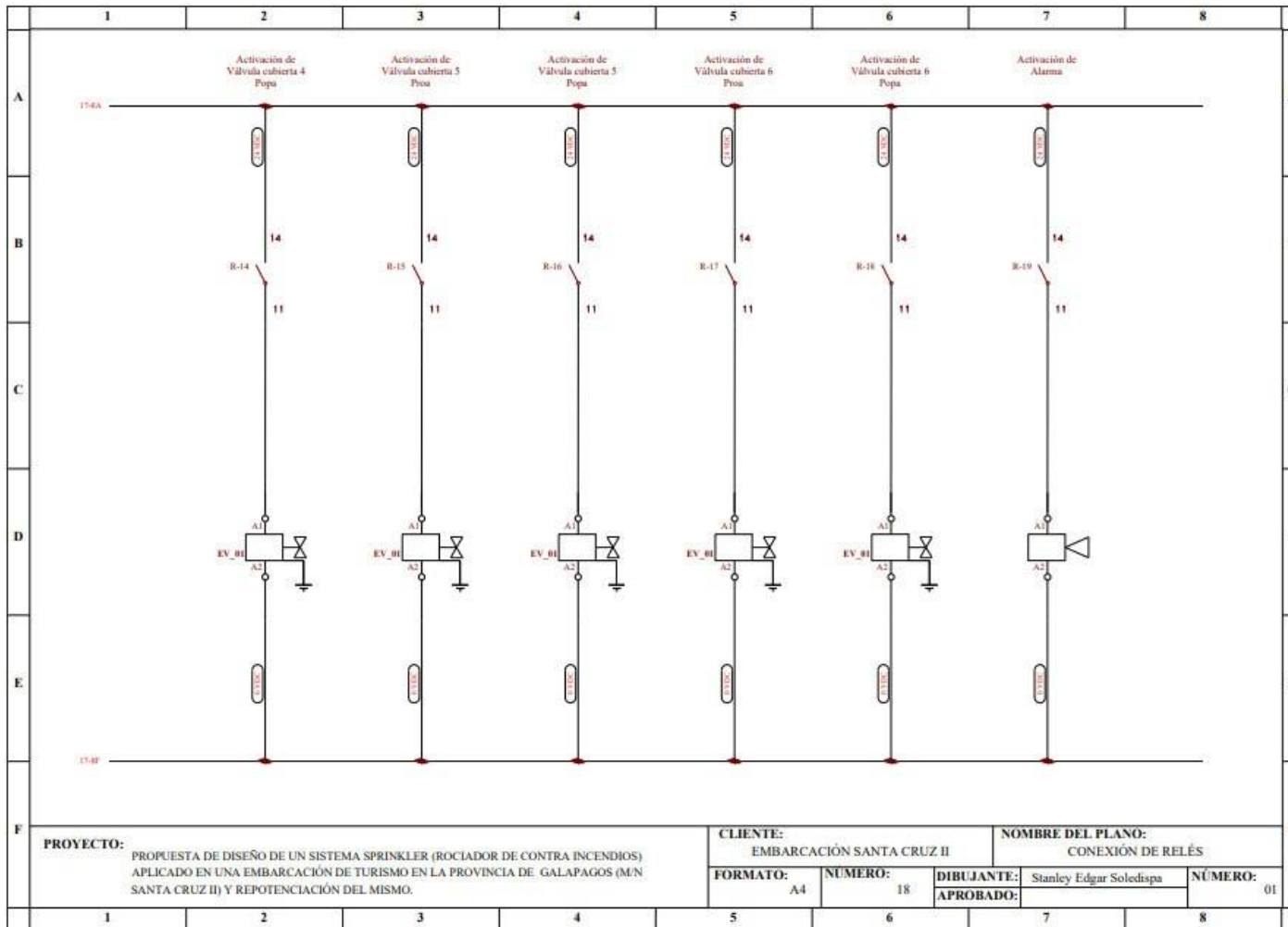


Figura 3 43 Conexión de relés 2/2

Fuente: Autor

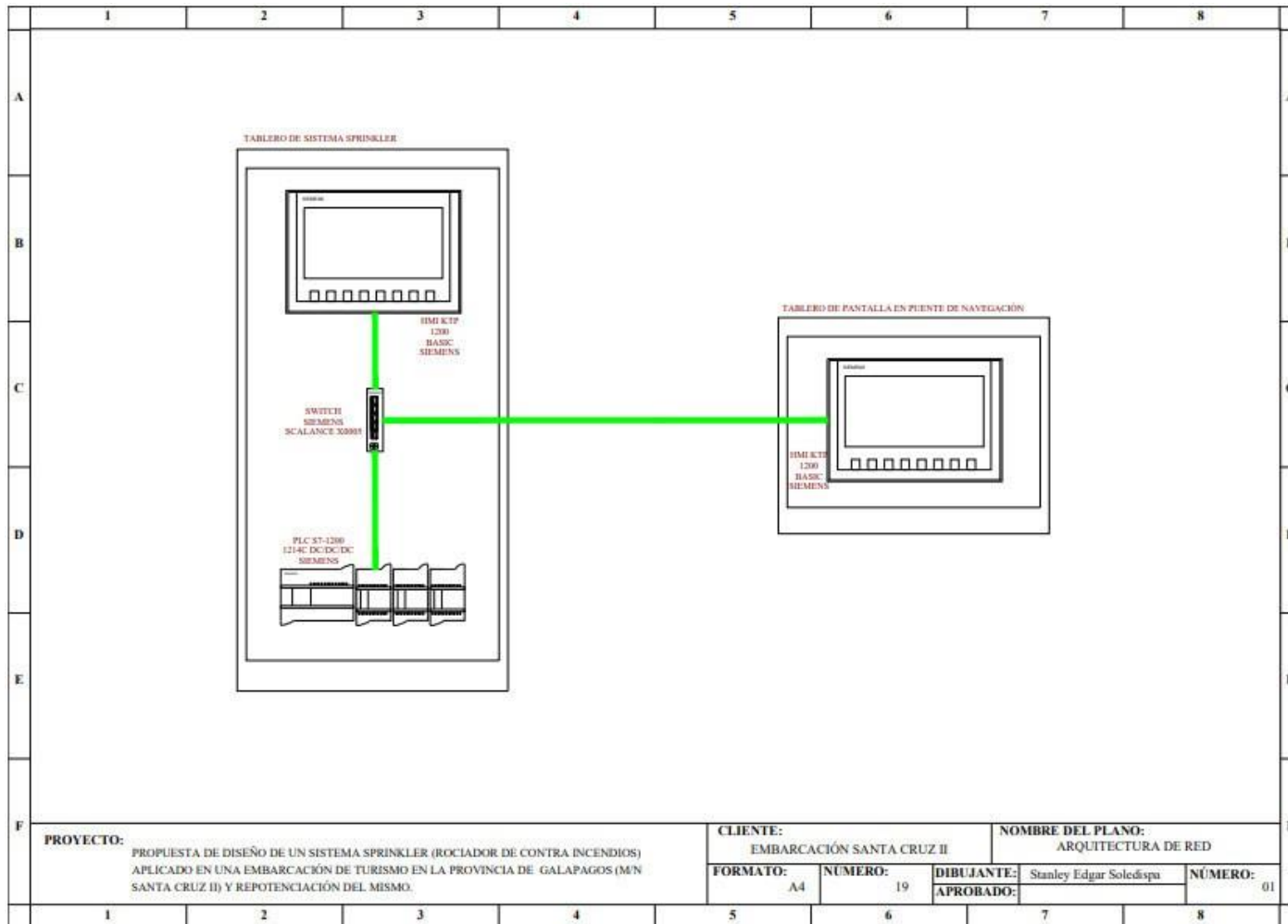


Figura 3 44 Arquitectura de red

Fuente: Autor

## **CAPÍTULO 4**

### **DESARROLLO Y SIMULACIÓN DE SISTEMA SPRINKLER**

Este capítulo tiene como objetivo desarrollar la aplicación en el software TiaPortal V16, tanto para PLC como para HMI que cumpla con las condiciones y seguridades para el correcto funcionamiento del sistema sprinkler propuesto. Posterior al desarrollo se realizará la simulación del sistema y sus respectivas alarmas.

#### **4.1 Secuencia de Programa**

Para el correcto funcionamiento del sistema sprinkler se definió la siguiente secuencia de trabajo.

1. El sistema tendrá dos modos de trabajo manual-automático.

##### Modo Manual

2. Cuando este seleccionado modo manual los elementos se podrán activar o desactivar desde los comandos del HMI.
3. Cuando este seleccionado en modo automático respetará la secuencia que se indica a continuación.

##### Modo Automático

4. Una vez que se da inicio se apertura las válvulas de cada sección de las cubiertas del barco.
5. Transcurre 5 segundos y se prende la bomba para presurizar el sistema.
6. Cuando cada uno de los indicadores (presostatos-switch de flujo) indiquen que ya están en su punto de operación la bomba se apagará.
7. En caso de existir un evento y se rompa alguna de las ampollas se perderá presión en la sección afectada y el presostato de esa sección cambiará su estado lo cual accionará inmediatamente la bomba para poder combatir el incendio.

8. La bomba permanecerá encendida, se mostrará el área afectada en el HMI y se activará la alarma para alertar al personal encargado.
9. Para apagar la bomba se debe verificar que ya no existe peligro y se accionará un Reset (Acusar) en el HMI lo cual enviará apagar la bomba.
10. Para volver a dejar habilitado el sistema el usuario debe colocar en modo automático para que pueda responder a un nuevo evento.

## 4.2 Inicio de Programa TiaPortal

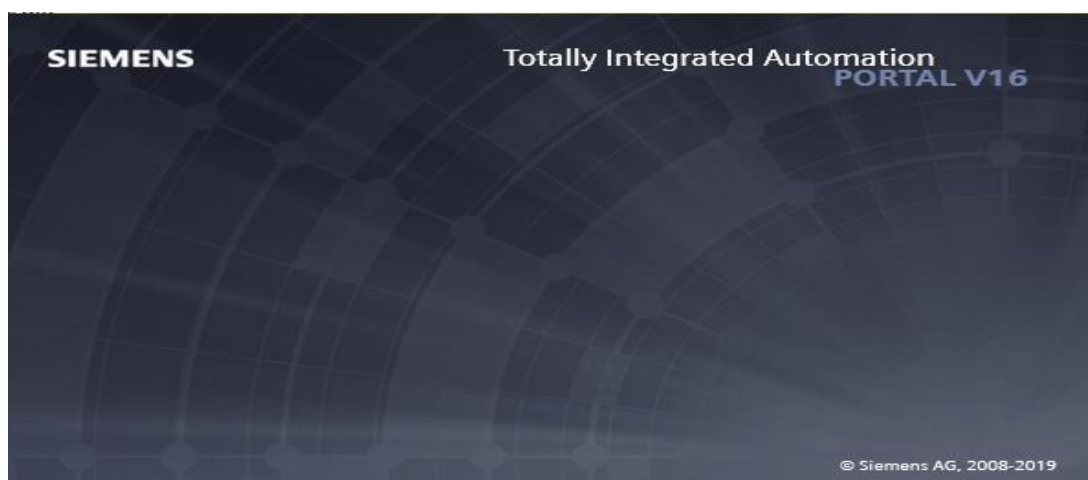
Para iniciar un nuevo proyecto se debe buscar en la barra de inicio el programa TiaPortal, como se muestra en la Figura 4.1.



**Figura 4. 1** Programa TiaPortal V16

**Fuente:** Autor

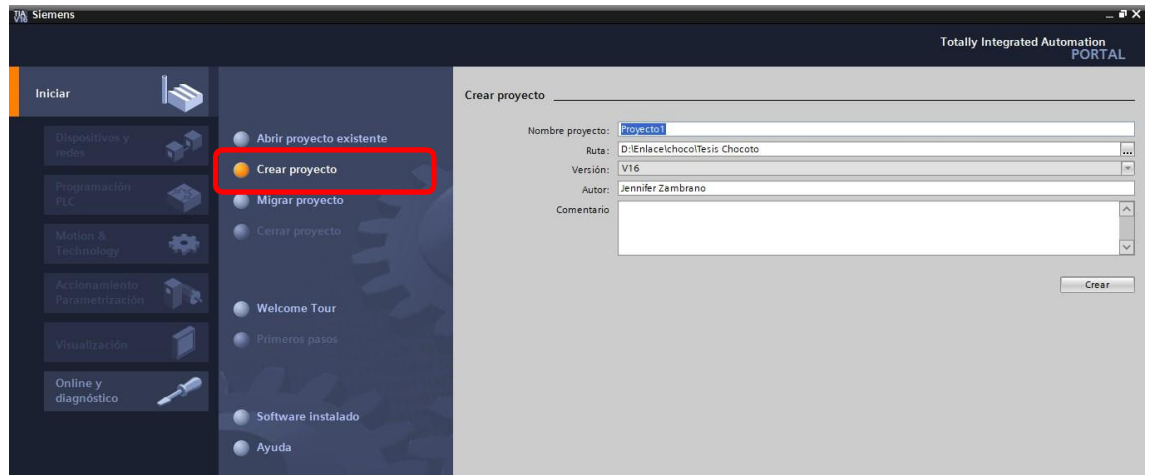
Al dar click izquierdo se abrirá el programa, como se muestra en la Figura 4.2.



**Figura 4. 2** Inicio Programa TiaPortal V16

**Fuente:** Autor

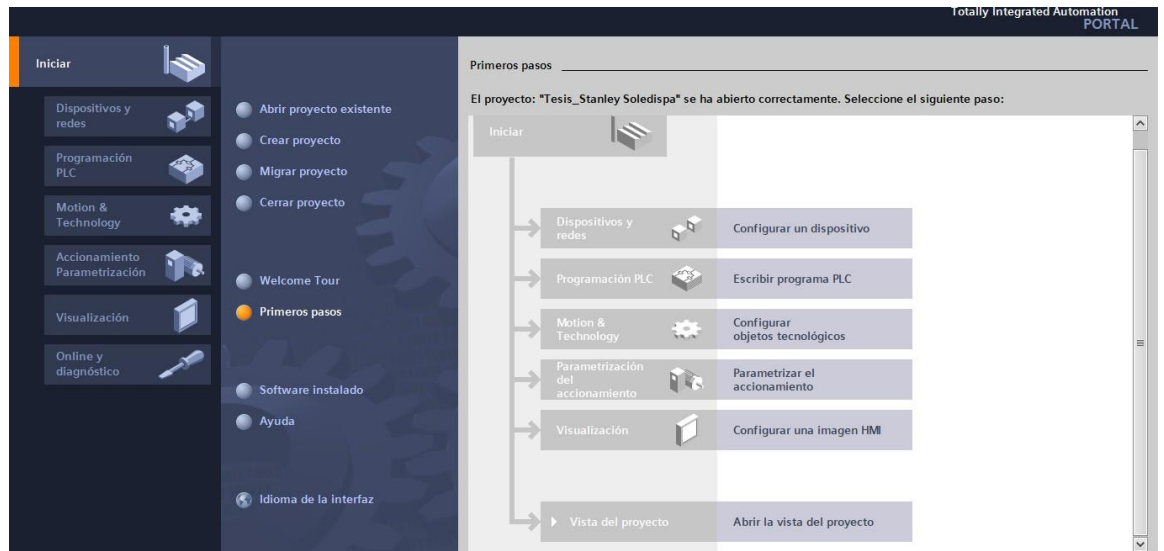
El primer paso es crear un nuevo proyecto, para esto se debe seleccionar la opción que se indica en la Figura 4.3.



**Figura 4. 3** Crear Nuevo Proyecto

**Fuente:** Autor

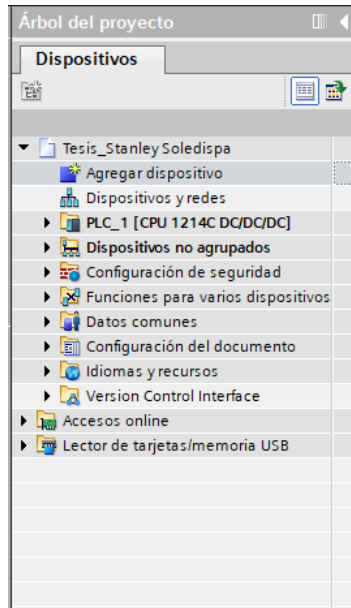
Luego de crear, se mostrará la siguiente pantalla en donde se podrá visualizar el proyecto pulsando el botón Abrir la Vista del Proyecto, tal como se muestra en la Figura 4.4.



**Figura 4. 4** Abrir Vista del Proyecto

**Fuente:** Autor

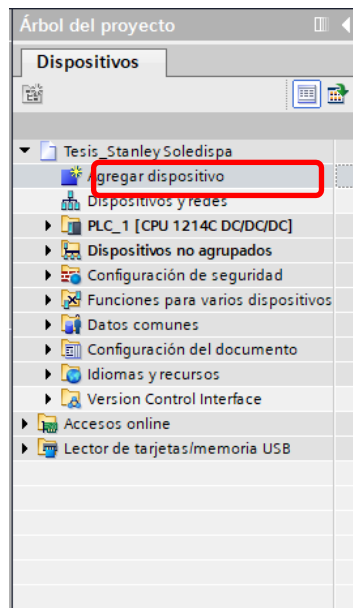
Inmediatamente se mostrará el árbol del proyecto tal como se visualiza en la Figura 4.5.



**Figura 4. 5** Árbol del Proyecto

**Fuente:** Autor

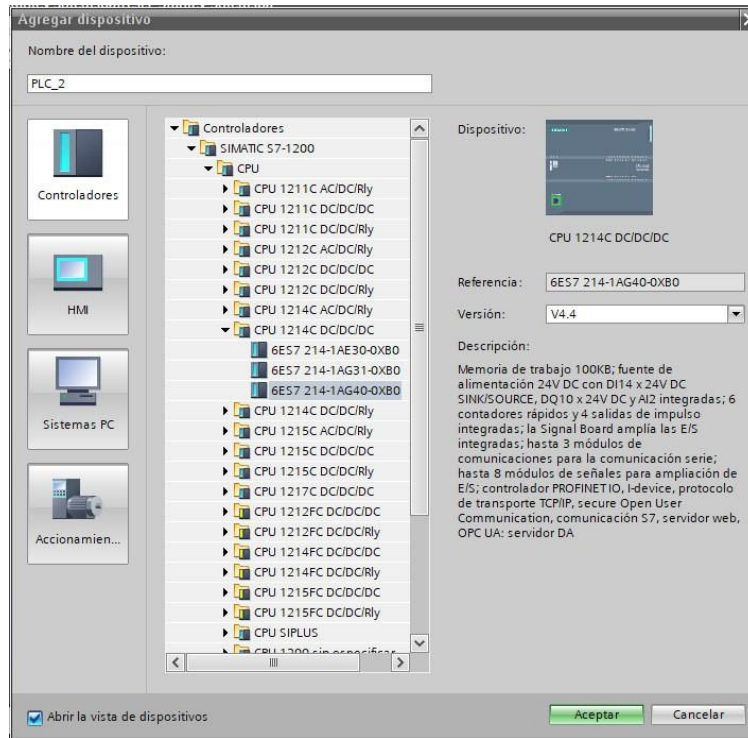
Para empezar con la configuración de los equipos se debe escoger la opción Agregar Dispositivo que se muestra en la Figura 4.6.



**Figura 4. 6** Agregar Dispositivo

**Fuente:** Autor

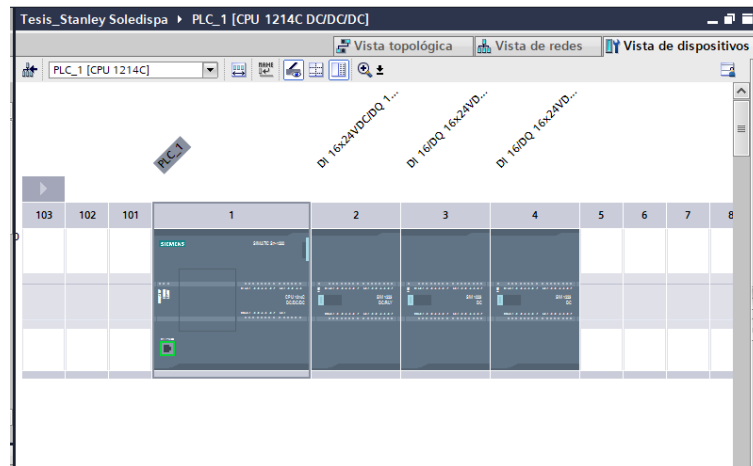
Se mostrará la pantalla que se muestra en la Figura 4.7 en donde se podrá realizar la selección de los equipos.



**Figura 4. 7** Selección de Dispositivo

**Fuente:** Autor

Se repite el paso anterior hasta tener seleccionado todos los módulos que requiera el proyecto, en la Figura 4.8 se visualiza la selección realizada para el desarrollo de esta aplicación.



**Figura 4. 8** Equipos seleccionados para sistema Sprinkler

**Fuente:** Autor

### 4.3 Desarrollo de programa de PLC

Lo primero que se debe realizar es la declaración de las variables (entradas y salidas) del proceso, para esto sirve de guía el listado de entradas y salidas realizados en el capítulo anterior.

En la Figura 4.9 se puede visualizar las entradas registradas para el desarrollo de este proyecto.

Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Comentario
PSC1PR	Bool	%I0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presostato Cubierta 1 Proa
PSC1PO	Bool	%I0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presostato Cubierta 1 Proa
PSC2PR	Bool	%I0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presostato Cubierta 2 Proa
PSC2PO	Bool	%I0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presostato Cubierta 2 Proa
PSC3PR	Bool	%I0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presostato Cubierta 3 Proa
PSC3PO	Bool	%I0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presostato Cubierta 3 Proa
PSC4PR	Bool	%I0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presostato Cubierta 4 Proa
PSC4PO	Bool	%I0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presostato Cubierta 4 Proa
PSC5PR	Bool	%I1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presostato Cubierta 5 Proa
PSC5PO	Bool	%I1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presostato Cubierta 5 Proa
PSC6PR	Bool	%I1.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presostato Cubierta 6 Proa
PSC6PO	Bool	%I1.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presostato Cubierta 6 Proa
FSC1PR	Bool	%I1.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Flujómetro Cubierta 1 Proa
FSC1PO	Bool	%I1.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Flujómetro Cubierta 1 Proa
FSC2PR	Bool	%I2.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Flujómetro Cubierta 2 Proa
FSC2PO	Bool	%I2.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Flujómetro Cubierta 2 Proa
FSC3PR	Bool	%I2.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Flujómetro Cubierta 3 Proa
FSC3PO	Bool	%I2.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Flujómetro Cubierta 3 Proa
FSC4PR	Bool	%I2.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Flujómetro Cubierta 4 Proa
FSC4PO	Bool	%I2.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Flujómetro Cubierta 4 Proa
FSC5PR	Bool	%I2.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Flujómetro Cubierta 5 Proa
FSC5PO	Bool	%I2.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Flujómetro Cubierta 5 Proa
FSC6PR	Bool	%I3.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Flujómetro Cubierta 6 Proa
FSC6PO	Bool	%I3.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Flujómetro Cubierta 6 Proa
PS01	Bool	%I3.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presostato Tanque Agua Dulce

Figura 4. 9 Declaración de Entradas

Fuente: Autor

En la Figura 4.10 se puede visualizar las salidas registradas para el desarrollo de este proyecto.

Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Comentario
RST-A52	Bool	%Q0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Reset Arrancador Suave 2
STOP-A52	Bool	%Q0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Pero Arrancador Suave 2
VC1PR	Bool	%Q0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Válvula Cubierta 1 Proa
VC1PO	Bool	%Q0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Válvula Cubierta 1 Proa
VC2PR	Bool	%Q1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Válvula Cubierta 2 Proa
VC2PO	Bool	%Q1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Válvula Cubierta 2 Proa
VC3PR	Bool	%Q2.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Válvula Cubierta 3 Proa
VC3PO	Bool	%Q2.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Válvula Cubierta 3 Proa
VC4PR	Bool	%Q2.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Válvula Cubierta 4 Proa
VC4PO	Bool	%Q2.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Válvula Cubierta 4 Proa
VC5PR	Bool	%Q2.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Válvula Cubierta 5 Proa
VC5PO	Bool	%Q2.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Válvula Cubierta 5 Proa
VC6PR	Bool	%Q2.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Válvula Cubierta 6 Proa
VC6PO	Bool	%Q2.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Válvula Cubierta 6 Proa
<Agregar>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

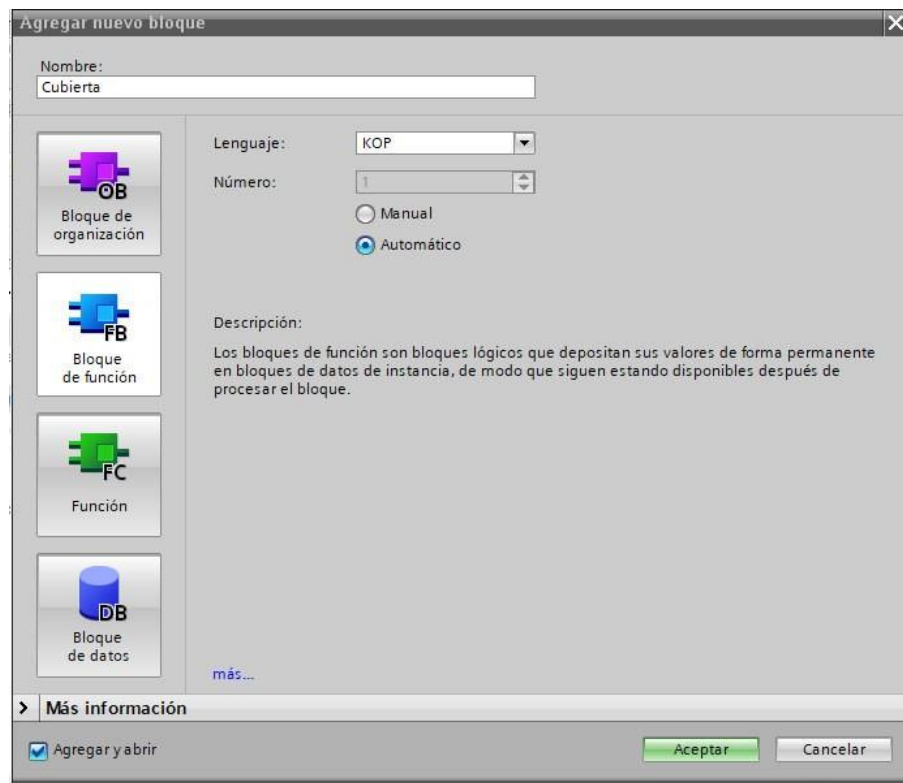
Figura 4. 10 Declaración de Salidas

Fuente: Autor



Luego de tener registradas todas las variables asociadas al proyecto se debe realizar la programación, para esto se van a empezar a desarrollar rutinas para poder seccionar el programa y de esta manera obtener una estructura más organizada.

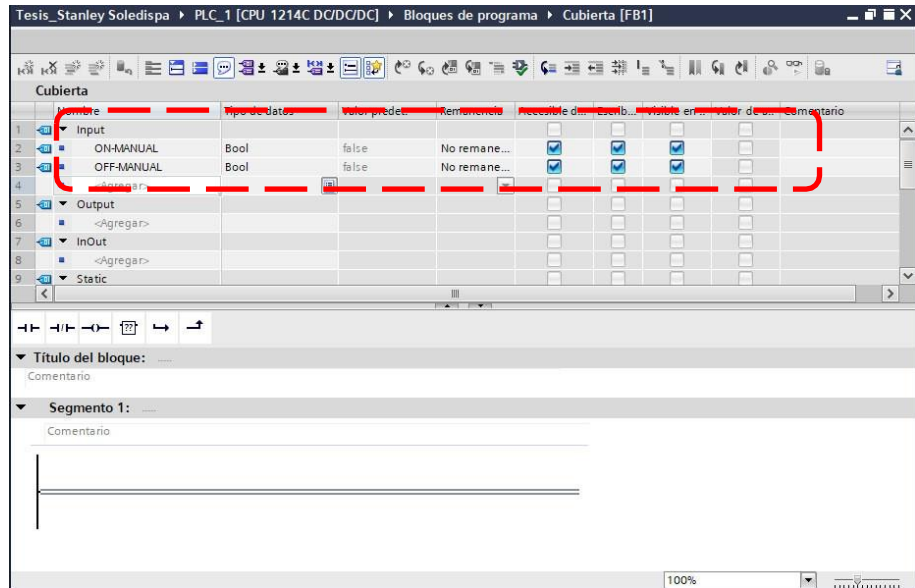
Se agrega una nueva rutina llamada Cubierta con estructura FB tal como se puede visualizar en la Figura 4.11.



**Figura 4. 11** Crear nuevo bloque FB

**Fuente:** Autor

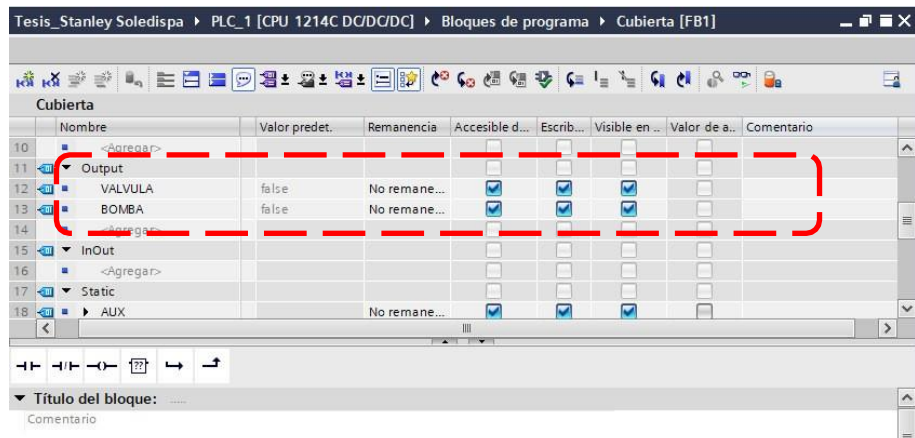
Dentro de este bloque se realiza la declaración de entradas tal como se puede visualizar en la Figura 4.12, estas entradas luego se van a direccionar a las entradas físicas que ya están declaradas en el programa.



**Figura 4. 12** Declaración de entradas en bloque FB

**Fuente:** Autor

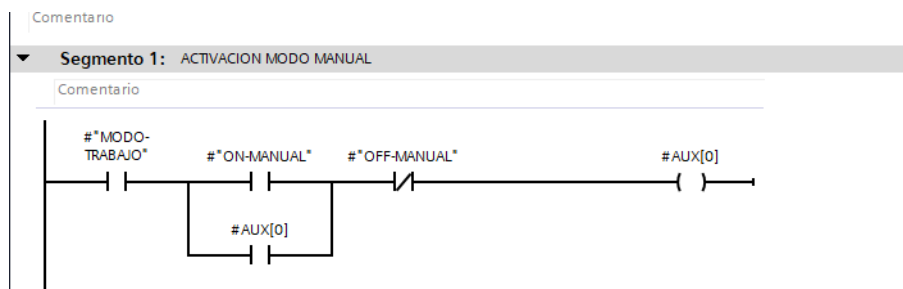
Se repite el proceso ahora con las salidas tal como se visualiza en la Figura 4.13.



**Figura 4. 13** Declaración de salidas en bloque FB

**Fuente:** Autor

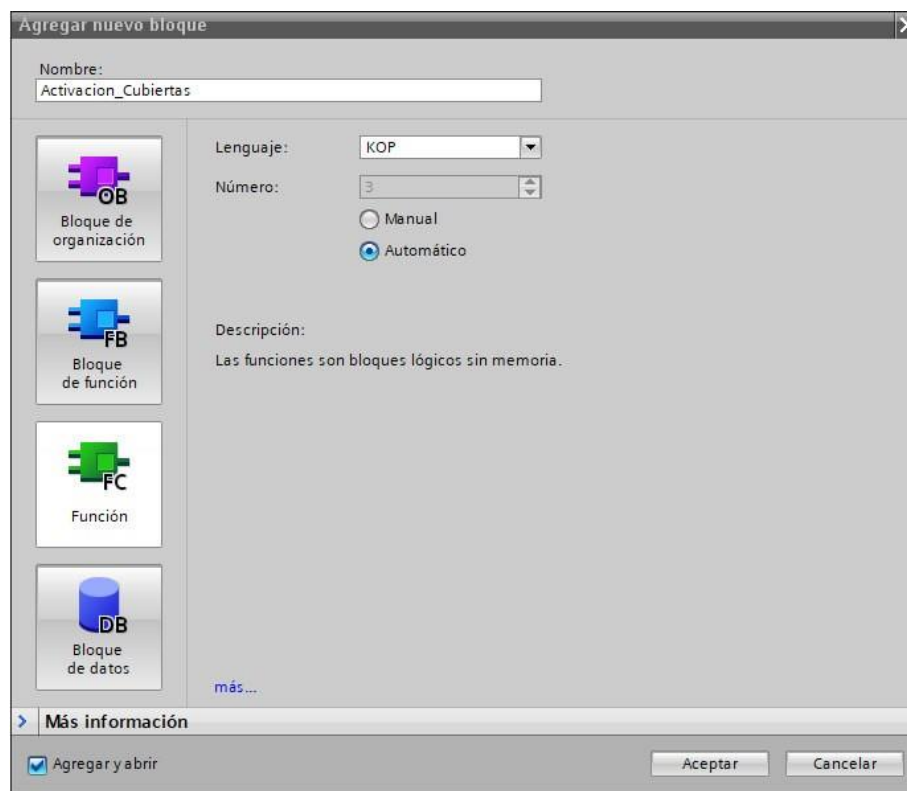
Una vez se tienen realizadas todas las declaraciones de tags se empieza con el desarrollo del programa, en este caso hemos escogido trabajar con lenguaje de programación Ladder, así como se puede ver en la Figura 4.14.



**Figura 4. 14** Programación en Lenguaje Ladder

**Fuente:** Autor

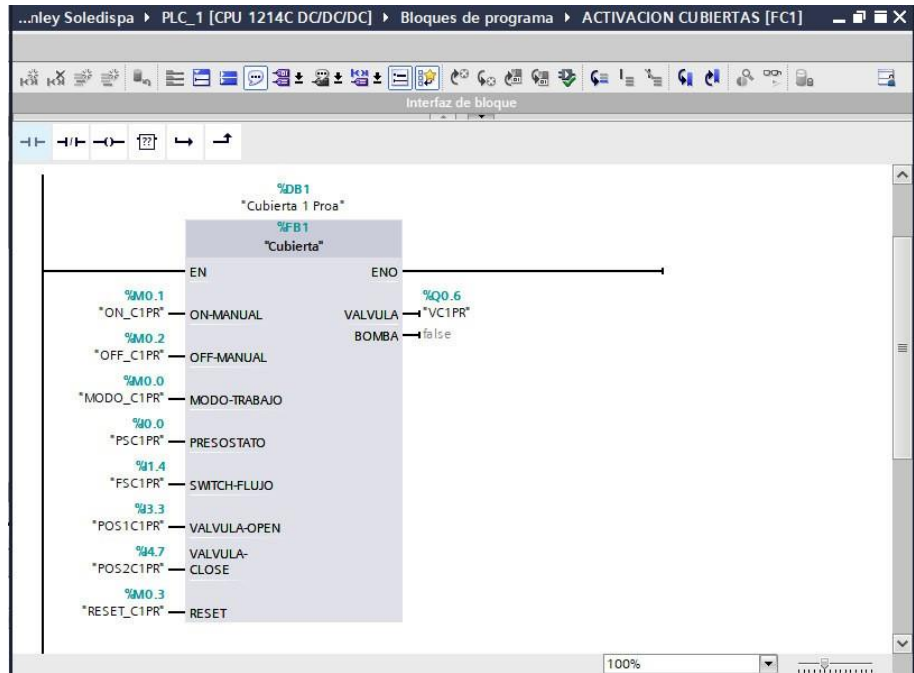
Una vez se desarrolla todo el proceso en el bloque FB, se procede a crear una nueva rutina con estructura FC en donde se llamará al bloque FB creado previamente y se lo aplicará para cada una de las necesidades del proyecto, en la Figura 4.15 se puede visualizar a creación del bloque FC.



**Figura 4. 15** Creación de bloque FC

**Fuente:** Autor

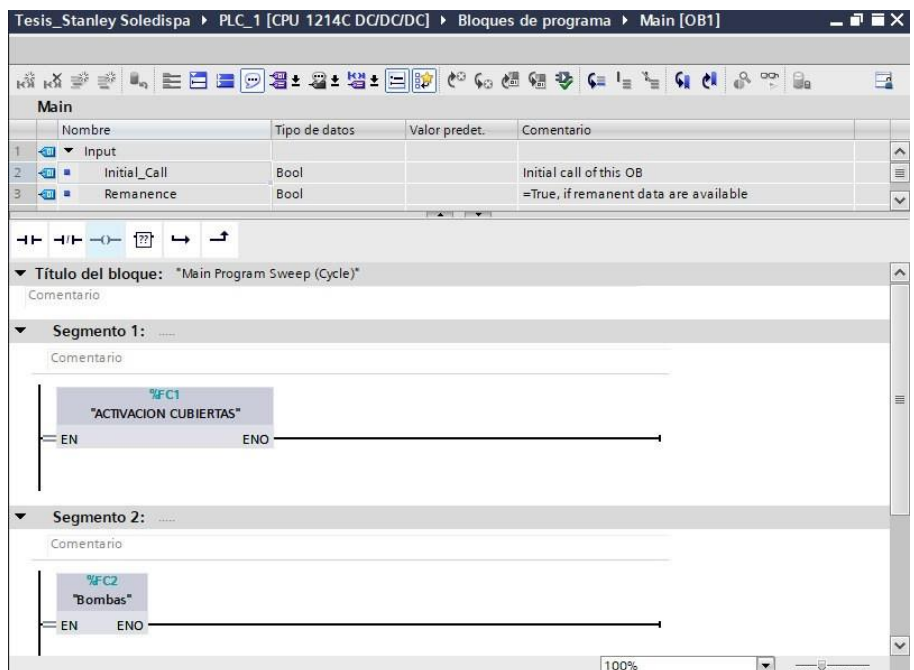
Para el desarrollo de este proyecto de titulación se utilizó dos bloques FB por cada cubierta, para la proa y popa. En la Figura 4.16 se puede visualizar como se ve el bloque FB cuando es llamado a utilizarse en el bloque FC.



**Figura 4. 16** Programación de bloque FC

**Fuente:** Autor

Para que este programa pueda ejecutarse sin problema es necesario llamar las rutinas al bloque principal MAIN, en la Figura 4.17 se puede visualizar la programación de este bloque.



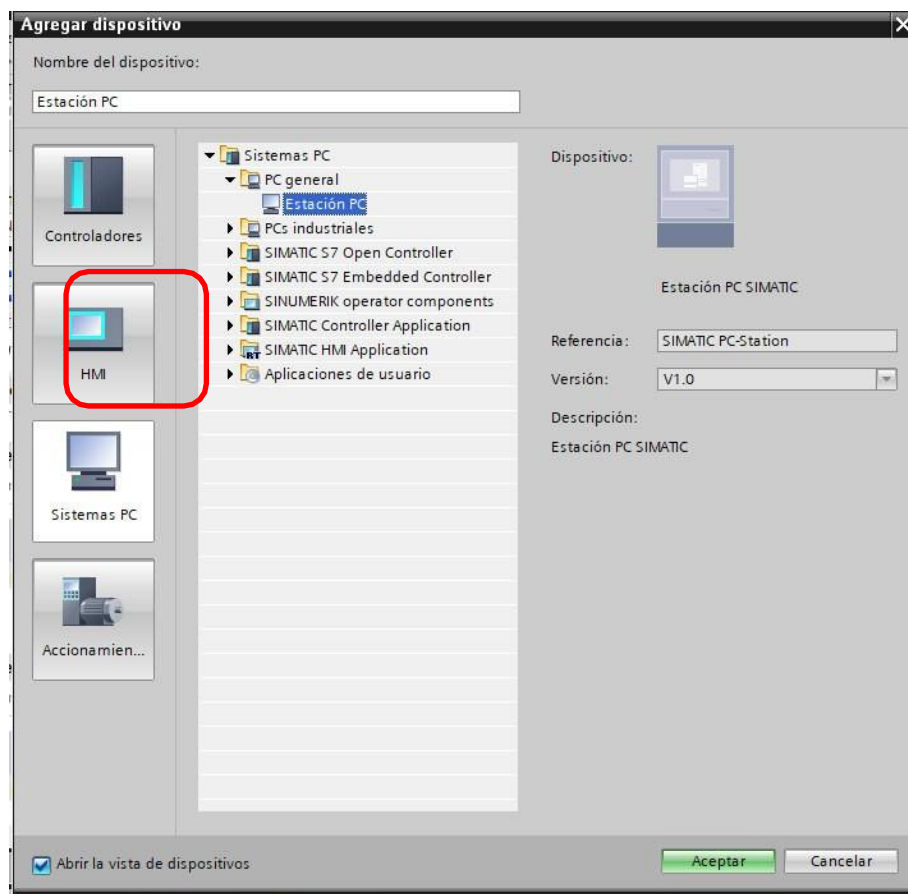
**Figura 4. 17** Programación de bloque Main

**Fuente:** Autor

Para una revisión a detalle de la secuencia y condiciones del programa se recomienda revisar el ANEXO: PROGRAMA PLC, en el cual se muestra a detalle cada uno de los pasos descritos.

#### 4.4 Desarrollo de programa de HMI

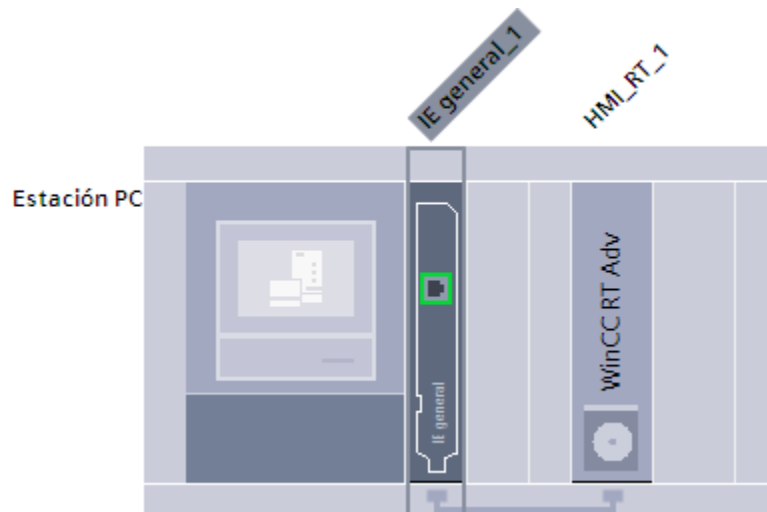
Para el inicio del desarrollo del HMI lo primero es realizar la selección del equipo, para esto se debe escoger la opción Agregar Dispositivo y colocarse en HMI para visualizar las diferentes opciones que brinda el programa, tal como se muestra en la Figura 4.18.



**Figura 4. 18** Selección HMI

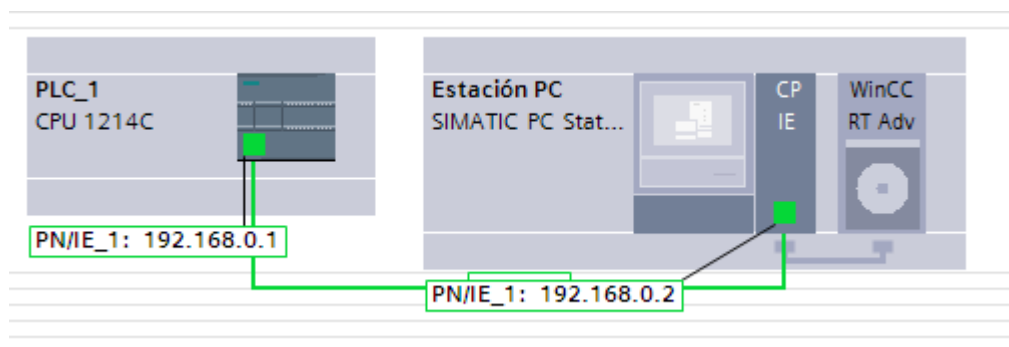
**Fuente:** Autor

Para el desarrollo de esta simulación se va a utilizar una estación PC para poder ejecutar el runtime, en la Figura 4.19 se visualiza la estación PC con su tarjeta profinet y WinCC Runtime que va a permitir realizar el enlace con el PLC.



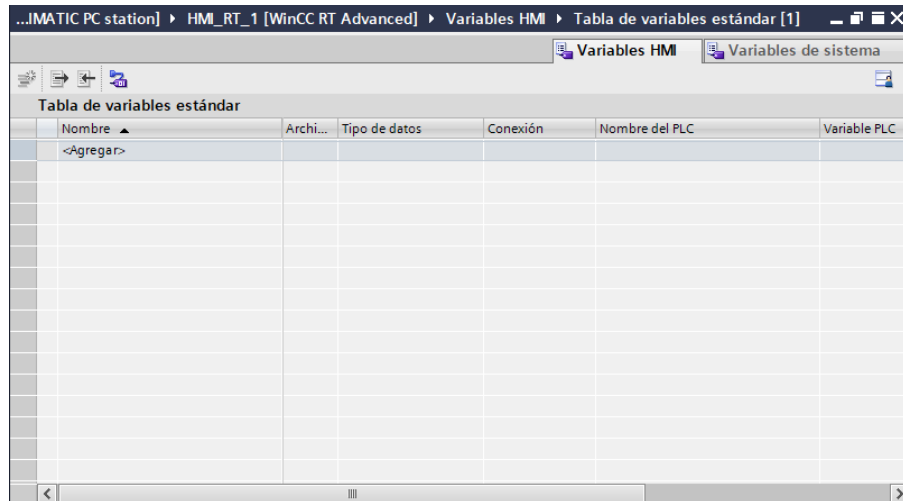
**Figura 4. 19** Equipos Seleccionado para Simulación  
**Fuente:** Autor

Se asignan las direcciones IP a los equipos para que se encuentren dentro de la misma red y se efectúa la conexión entre ambos, tal como se puede visualizar en la Figura 4.20.



**Figura 4. 20** Direcciones IP en equipos  
**Fuente:** Autor

Cuando ya se haya realizado el enlace entre los equipos, el siguiente paso es declarar las variables en la parte del HMI para poder enlazar las dinimizaciones, en la Figura 4.21 se puede observar el ambiente donde se realizar la declaración de variables.



**Figura 4. 21** Declaración de variables en HMI

**Fuente:** Autor

Luego ya se puede empezar a crear la parte gráfica de la aplicación, para este proceso se han creado 4 pantallas, la pantalla de inicio, la de proceso automático, proceso manual y la pantalla de alarmas. A continuación, se puede visualizar cada una en las Figuras 4.22, Figura 4.23, Figura 4.24, Figura 4.25.



**Figura 4. 22** Pantalla Inicio

**Fuente:** Autor



Figura 4. 23 Pantalla Proceso Automático

Fuente: Autor

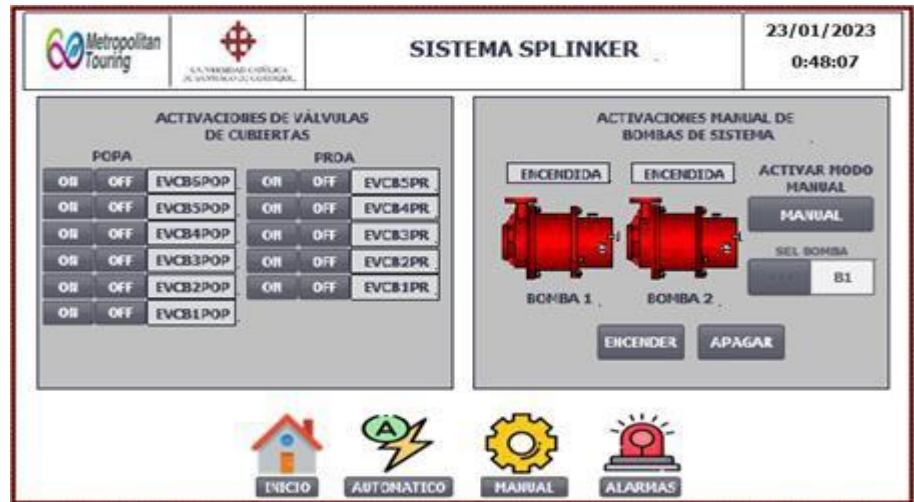


Figura 4. 24 Pantalla Proceso Manual

Fuente: Autor



Figura 4. 25 Pantalla Alarmas

Fuente: Autor



#### 4.5 Simulación de programa sistema sprinkler

A continuación, se desarrollará la simulación del sistema sprinkler propuesto, siguiendo la secuencia explicada previamente.

Al iniciar la aplicación se visualizará la pantalla de inicio como se muestra en la Figura 4.26.



Figura 4. 26 Simulación Pantalla Inicio

Fuente: Autor

Al pulsar sobre el botón PROCESO, direccionará a la siguiente pantalla donde se visualiza el proceso en modo automático tal como se muestra en la Figura 4.27.



Figura 4. 27 Simulación Pantalla Modo Automático

Fuente: Autor

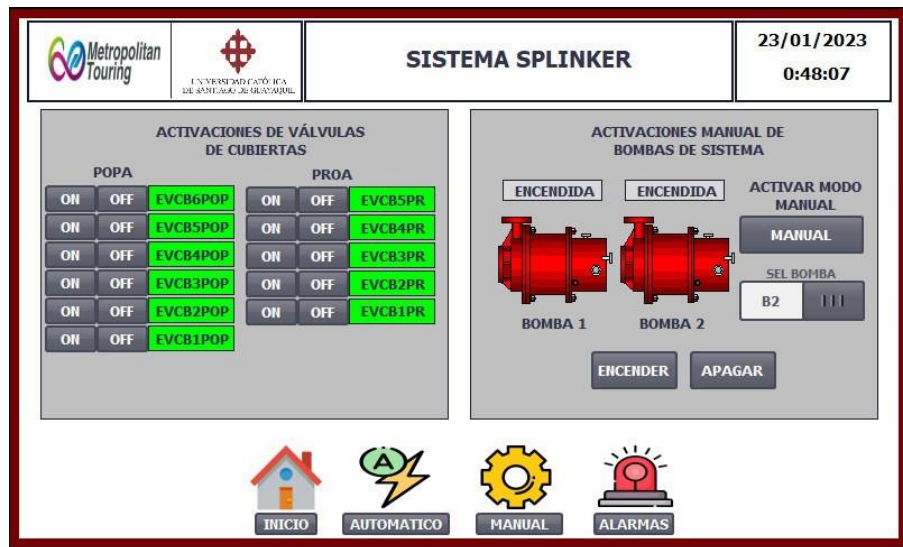
En la parte inferior de la pantalla AUTOMÁTICO se puede visualizar un menú de navegación que permite intercambiar de pantalla de acuerdo a la necesidad del usuario. Este menú se lo puede visualizar en la Figura 4.28.



**Figura 4. 28** Simulación Menú de Navegación

**Fuente:** Autor

Para activar el modo manual del sistema hay que seleccionar la opción MANUAL del menú de navegación, direccionará a esta pantalla que se puede visualizar en la Figura 4.29.



**Figura 4. 29** Simulación Modo Manual

**Fuente:** Autor

Si el usuario necesita desactivar alguna válvula del sistema o encender una bomba de forma manual, debe seleccionar el modo manual tal como se muestra en la Figura 4.30.

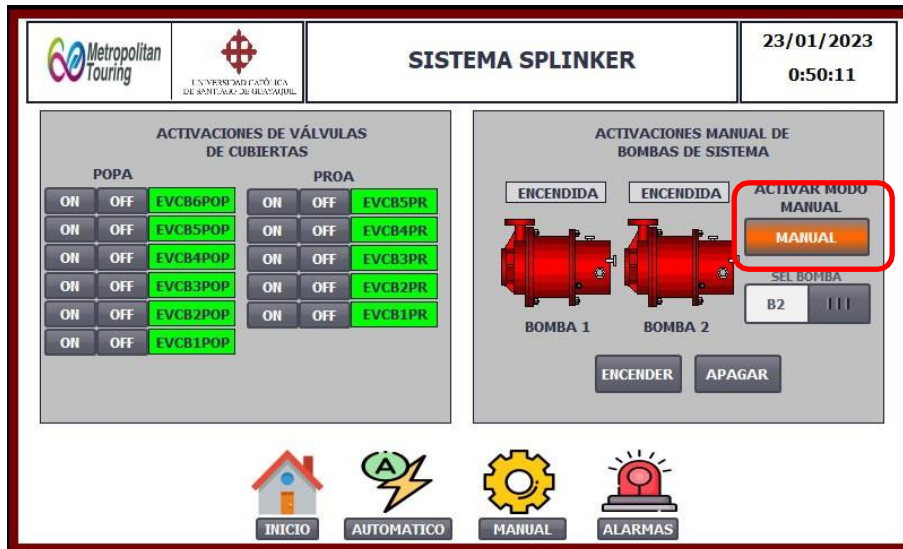


Figura 4. 30 Simulación Modo Manual Seleccionado

Fuente: Autor

Cuando ya se encuentre habilitado el modo manual el usuario podrá controlar cada una de las válvulas o el encendido y apagado de las bombas, a continuación, se podrá visualizar en la Figura 4.31 como las válvulas de la sección popa son cerradas y como se activa la bomba 2 que este seleccionada.

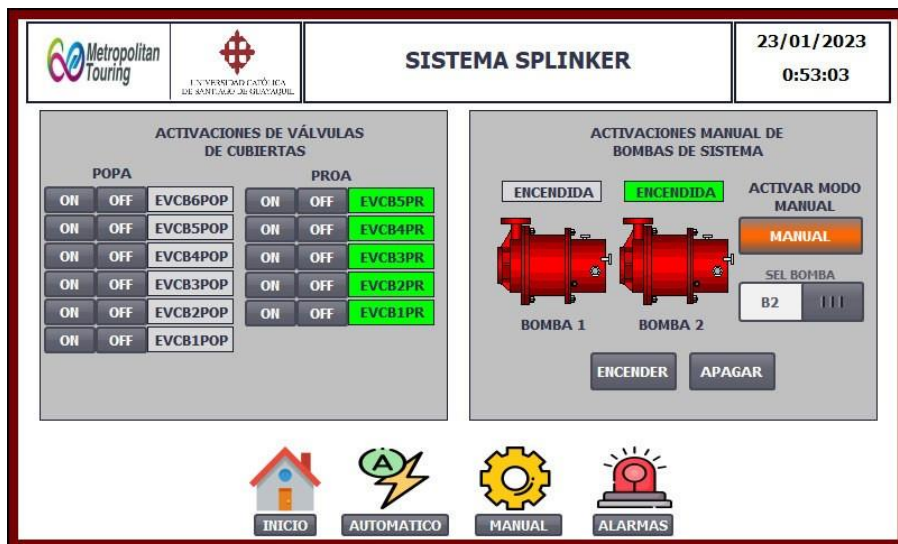


Figura 4. 31 Simulación Modo Manual Control de Equipos

Fuente: Autor

Los cambios realizados en modo manual también se pueden visualizar el estatus de cada equipo en la pantalla de modo automático, en la Figura 4.32 se pueden ver los status reflejados en la pantalla de modo automático.

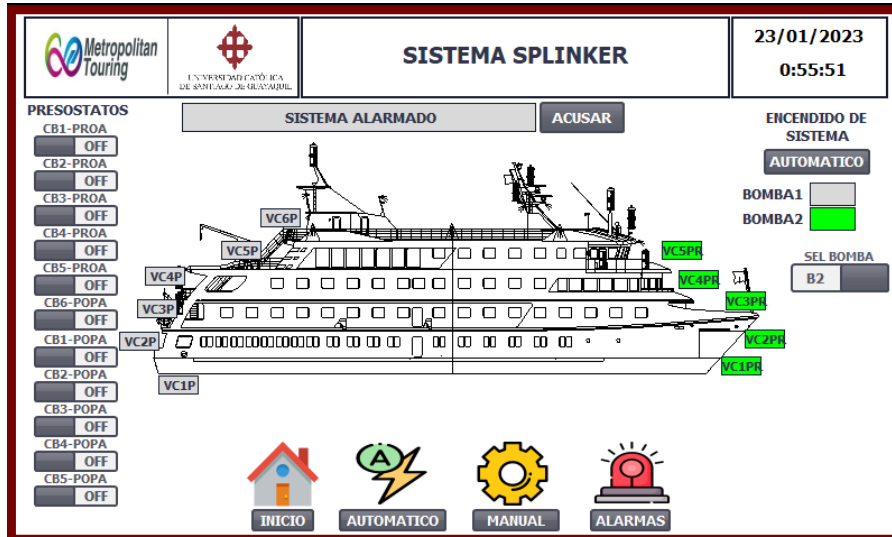


Figura 4. 32 Simulación Modo Manual – status en pantalla modo automático

Fuente: Autor

Cuando el usuario ya no necesite mantener el modo manual activado debe colocar el sistema en modo automático para que pueda responder a cualquier evento presentado en la embarcación. En la figura 4.33 se puede visualizar que al seleccionar el modo automático las válvulas de todas las secciones se abren y mantiene el sistema presurizado.

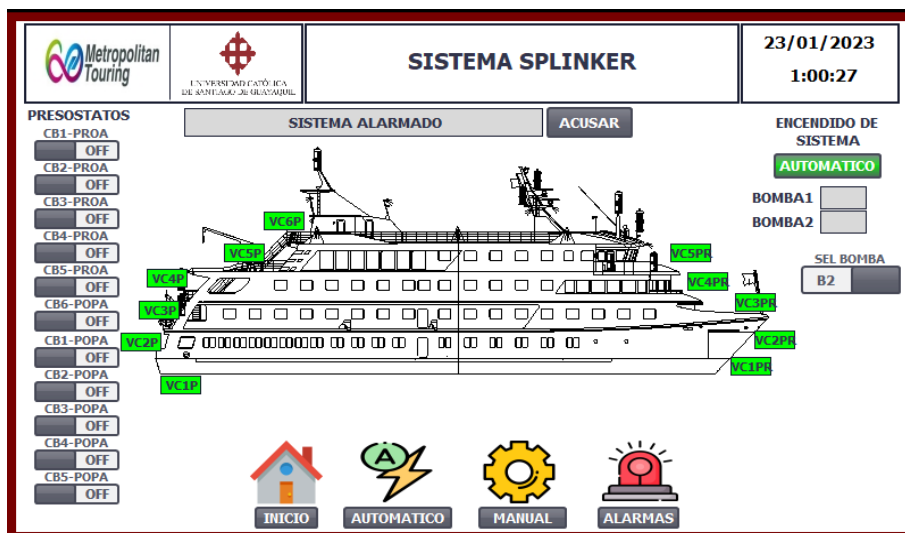
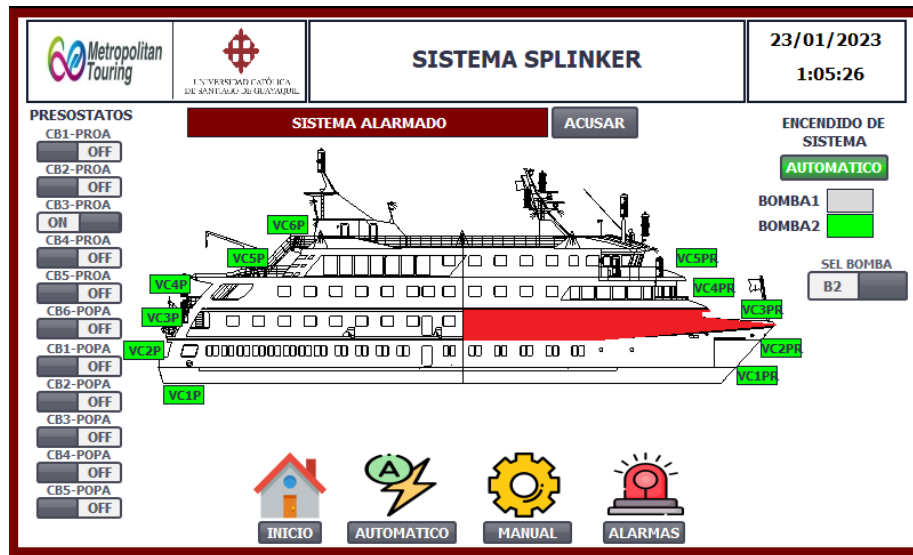


Figura 4. 33 Simulación Modo Automático

Fuente: Autor

En la parte izquierda de la pantalla de modo automático se encuentran detallados cada uno de los presostatos correspondientes a cada sección de la embarcación, cuando el sistema detecta una pérdida de presión en la sección afectada significa que una de las membranas se rompió por altas temperaturas. En la Figura 4.34 se puede visualizar que el presostato de la cubierta 3 sección proa detecta baja presión y la sección afectada se sombreadá de color rojo para indicar que en esta sección está ocurriendo el evento. La bomba seleccionada se activará para poder seguir suministrando agua hasta poder combatir el incendio.



**Figura 4. 34** Simulación Modo Automático – Evento Cubierta 3 Sección Proa  
**Fuente:** Autor

Al momento de activarse la alarma el usuario podrá verificar en el HMI la sección afectada, al mismo tiempo se activará la alarma sonora y el evento quedará respaldado en la pantalla de Alarmas la como se muestra en la Figura 4.35.

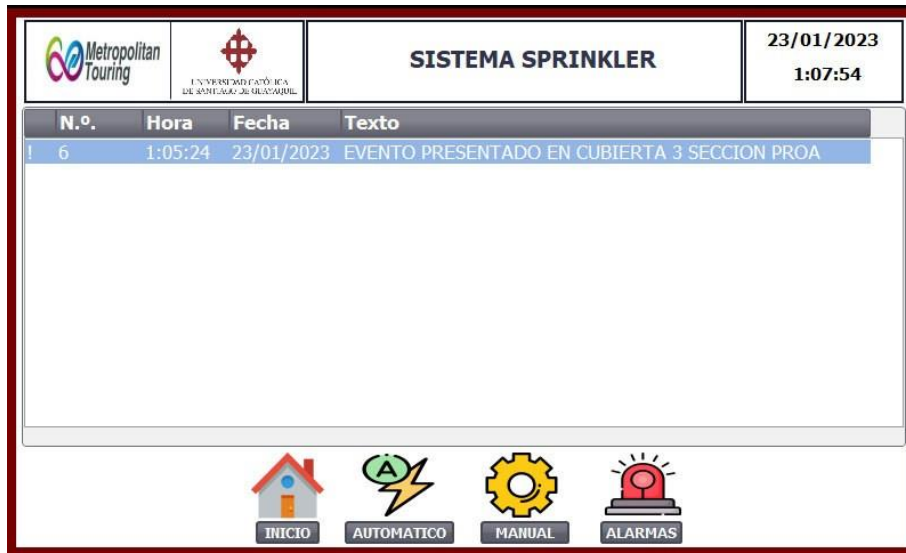


Figura 4. 35 Simulación Alarmas

Fuente: Autor

Cuando ya se haya resuelto el evento el usuario debe pulsar el botón ACUSAR de la pantalla automático tal como se muestra en la Figura 4.36.

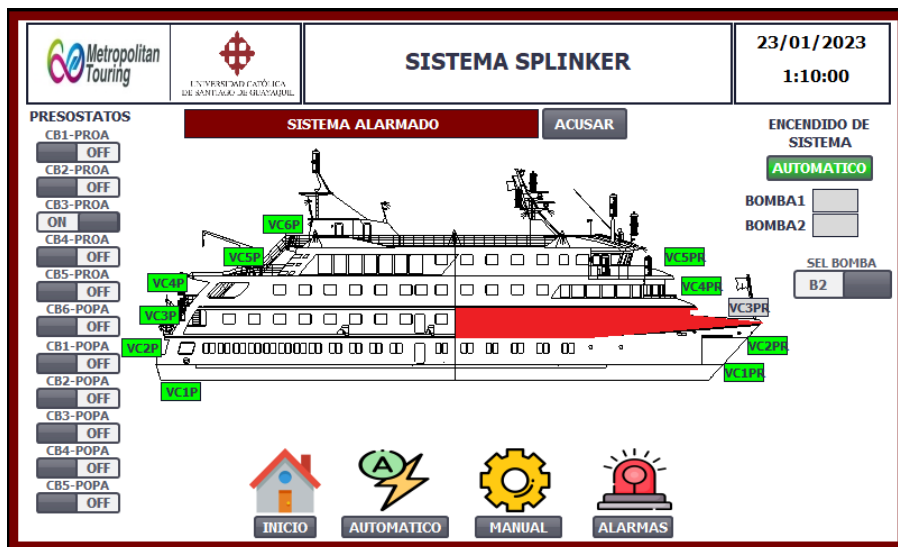


Figura 4. 36 Simulación Pulsar Botón Acusar

Fuente: Autor

Al pulsar este botón la bomba se apagará y la válvula de la sección afectada se cerrará para evitar que siga fluyendo agua en esa sección tal como se muestra en la Figura 4.36. el sistema puede seguir trabajando en modo automático en las demás secciones de la embarcación, cuando se desee habilitar nuevamente la sección afectada el usuario debe colocar el

sistema en modo manual abrir la válvula y colocar nuevamente el sistema en modo automático de esta manera la detectar baja presión se activará la bomba, presurizará el sistema y una vez alcance la presión seteadada se apagará la bomba y el sistema se encuentra listo para responder a cualquier otro evento.

En la simulación detallada se trabajó con la bomba 2, el sistema permite seleccionar la bomba con la cual se desea trabajar. Para esto el usuario debe pulsar el botón SEL BOMBA que se encuentra en la pantalla de automático, en la Figura 4.37 se puede visualizar la selección de la bomba1. Una vez se seleccione la bomba el sistema se comportará de la manera ya detallada.

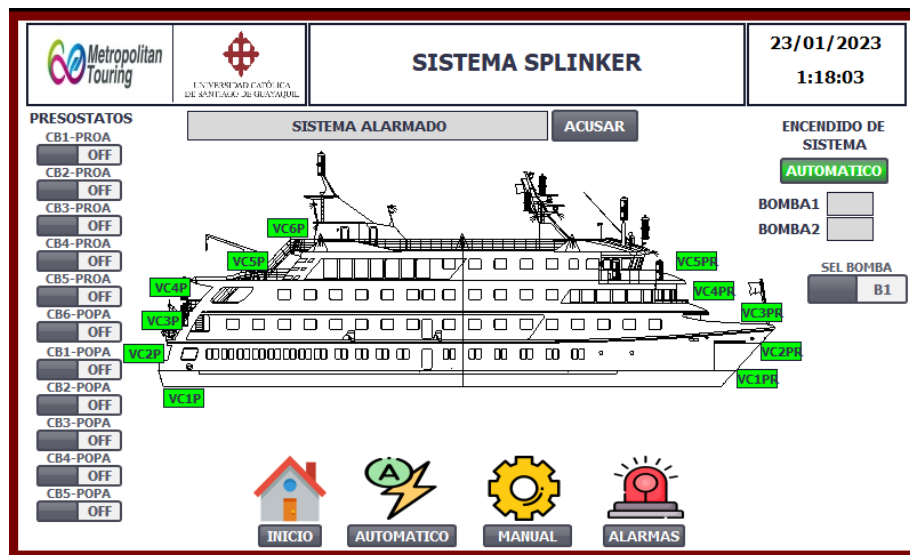


Figura 4. 37 Simulación Selección Bomba 1

Fuente: Autor

Con las mejoras planteadas para la repotenciación del sistema sprinkler de la embarcación M/N Santa Cruz II se garantiza un control eficiente ante eventos de incendios y minimiza las pérdidas materiales ocasionadas ante estos eventos.

## **CAPÍTULO 5**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

1. La primera actividad que se planteó para el desarrollo de este proyecto fue realizar la inspección del sistema contra incendios en el departamento de máquinas de la embarcación, entre la información recopilada se pudieron levantar datos de los sensores, bombas, elementos del tablero de fuerza y control, con estos datos se pudo conocer las características técnicas de cada uno de ellos.
2. Para la repotenciación propuesta se planteó implementar el sistema Hi-Fog para esto se debe reemplazar el control existente por un control automatizado mediante un PLC de la marca Siemens modelo 1214C/DC/DC. Con los datos técnicos de cada uno de los elementos se realiza un análisis de las entradas y salidas que intervienen en el funcionamiento del sistema, se dimensionan los equipos a utilizarse y se deja establecida la documentación para que sirva de guía al momento de ejecutar el proyecto.
3. Se elaboraron los diagramas eléctricos correspondientes al sistema de fuerza y control con sus respectivas seguridades, estos diagramas servirán de guía al momento de implementar el control eléctrico del sistema sprinkler propuesto.
4. Se desarrolló el programa para ejecutar la respectiva simulación y evidenciar su funcionamiento respetando las secuencias y seguridades de cada sección del sistema sprinkler propuesto que garantice un correcto funcionamiento y permita tener control y visualización del status actual de cada uno de los equipos, se pudo evidenciar que ante cualquier evento el sistema proporciona alarmas visuales y sonoras para alertar al personal de la embarcación y puedan actuar de acuerdo al plan de emergencia que tienen a bordo.



## **5.2. Recomendaciones**

1. Incluir las bombas al sistema de mantenimiento predictivo que mantiene la embarcación para realizar limpieza, cambios de rodamientos o lo que amerite según el cronograma.
2. Realizar inducción al personal que opera el sistema para que conozca las condiciones de operación y puedan reaccionar antes los eventos que se puedan presentar, socializar la información proporcionada como planos eléctricos para una mejor identificación de cada uno de los elementos que confirman el sistema.
3. Realizar mantenimiento al tablero de control y fuerza dos veces al año en donde se realicen reajustes y limpieza en general para mantener en óptimas condiciones los elementos del sistema sprinkler propuesto.
4. Ejecutar chequeos mensuales de las condiciones de los sensores de las válvulas para evitar falsas lecturas que alteren el funcionamiento del sistema.

## REFERENCIAS

- ANSUL. (2017). *Sistemas de supresión de Incendios*. Obtenido de [https://www.ansul.com/en/us/DocMedia/F-2004004\\_LAS.pdf](https://www.ansul.com/en/us/DocMedia/F-2004004_LAS.pdf)
- Australis, C. M. (2002). Obtenido de <https://www.cruceros.com.ec/b-1071-mn-mare-australis>
- Barroso, M. R. (2019). *Sistema contra incendios del buque F/F Bonanza Express*. Obtenido de <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/13568/Sistema%20contra%20incendios%20del%20buque%20FF%20Bonanza%20Express.pdf?sequence=1>
- CANUTE. (2022). *Early history of fire sprinklers and their development*. Obtenido de <https://canutesoft.com/information-and-resources/history-of-fire-sprinkler-systems>
- Carrasco, A. (2013). *Diseño y Calculo del sistema de extinción de incendios por CO2 en un buque RO-RO de 210 plataformas*. Obtenido de <https://rodin.uca.es/bitstream/handle/10498/17567/b37294143.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- COFEM. (2020). *Sistema de extinción*. Obtenido de <https://www.cofem.com/wp-content/uploads/2020/10/Ficha-SPRINKLERS.pdf>
- Cruceros, N. d. (2015). Obtenido de <https://noticiasdecruceros.com/2015/10/08/nuevo-barco-en-las-islas-galapagos/>
- Environmental Protection Agency, U. (1999). *Fire Main Systems*. Obtenido de <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015->

08/documents/2007\_07\_10\_oceans\_regulatory\_unds\_tddddocuments\_appafire.pdf

García, J. (2011). *Análisis Descriptiva y Comparativa del Sistema Contra incendios en un Buque RO-PAX*. Obtenido de file:///C:/Users/Suly/Downloads/An%C3%A1lisis%20y%20comparativa%20sistema%20Cl.pdf

Godoy, A. (2020). *La Protección Internacional de la Vida Humana en el Mar Mediterraneo*. Obtenido de [https://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/12992/1/TFG\\_Ana\\_Cristina\\_Godoy.pdf](https://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/12992/1/TFG_Ana_Cristina_Godoy.pdf)

GSD. (2022). *Sistemas contra incendios para barcos*. Obtenido de <https://gsd.com.co/sin-categoria/sistemas-contra-incendios-para-barcos/>

Herrera, P. G. (2016). *Diseño del sistema contra incendio en un buque RO - PAX*. Obtenido de file:///Users/andreinaramos/Downloads/SISTEMA%20SPRINKLER%20NAVAL.pdf

<https://noticiasdecruceiros.com/2015/10/08/nuevo-barco-en-las-islas-galapagos/>. (2015). *Noticias de Cruceros*.

Ingeniería Marina. (2015). *Reglamento de Bombas Contra incendios de Emergencia*. Obtenido de <https://marineengineeringonline.com/regulations-on-emergency-fire-pump/>

Marine Gyaan. (2020). *Marine Gyaan*. Obtenido de <https://marinegyaan.com/what-is-solas-requirement-for-emergency-fire-pump-on-board/>

Marioff. (2022). *Rociadores eficientes HI-FOG de Marioff*. Recuperado el 05 de Enero de 2023, de <https://www.marioff.com/es/agua-nebulizada/componentes-del-sistema/rociadores/>

Martín, M. (2020). *Sistema Contraincendios de buque Ciudad Autónoma Melilla*. Obtenido de <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/21672/Sistemas%20Contra%20incendios%20Ciudad%20Autonoma%20Melilla.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Metropolitan Touring. (2022). Obtenido de <https://www.metropolitantouring.com/santacruzii/>

Network, W. R. (2022). Obtenido de <https://www.windrosenetwork.com/Barco-Crucero-Convencional>

Network, W. R. (2022). Obtenido de <https://www.windrosenetwork.com/Mega-Barco-Crucero>

Network, W. R. (2022). Obtenido de <https://www.windrosenetwork.com/Barco-Crucero-Oceanico>

Network, W. R. (2022). Obtenido de <https://www.windrosenetwork.com/Barco-Crucero-de-Lujo>

Network, W. R. (2022). Obtenido de <https://www.windrosenetwork.com/Barco-Crucero-de-Pequeno-Tamano>

Network, W. R. (2022). Obtenido de <https://www.windrosenetwork.com/Barco-Crucero-de-Aventura>

Network, W. R. (2022). Obtenido de <https://www.windrosenetwork.com/Barco-Crucero-Expedicionario>

Network, W. R. (2022). Obtenido de <https://www.windrosenetwork.com/Barco-Crucero-Fluvial>

OMI. (2015). Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1269091/CONVENIO%20SOLAS.pdf>

OMI. (2020). *Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974 (Convenio SOLAS)*. Obtenido de [https://www.imo.org/es/About/Conventions/Paginas/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-\(SOLAS\),-1974.aspx](https://www.imo.org/es/About/Conventions/Paginas/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-(SOLAS),-1974.aspx)

OMI Organización Marítima Internacional. (2020). *History of SOLAS fire protection requirements*. Obtenido de <https://www.imo.org/es/OurWork/Safety/Paginas/History-of-fire-protection-requirements.aspx>

Presman. (2022). *Triángulo del fuego*. Obtenido de <https://www.extintorespresman.es/triangulo-del-fuego/>

Robuck. (2018). *MSC Guidelines for Fire Main Systems*. Obtenido de [https://www.dco.uscg.mil/Portals/9/MS/PRG/PRG.E1-09.2018.04.16.Fire\\_Main\\_Systems.pdf](https://www.dco.uscg.mil/Portals/9/MS/PRG/PRG.E1-09.2018.04.16.Fire_Main_Systems.pdf)

Sensor, S. (2010). *INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO*. Obtenido de [https://www.notifier.es/documentacion/notifier/manuales/I56-3536-003R%20D2E\\_SP.pdf](https://www.notifier.es/documentacion/notifier/manuales/I56-3536-003R%20D2E_SP.pdf)

Siemens. (2022). *Lista de Precios 2022*. Obtenido de <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:52992f13-3654-4300-8600-bea9d2d7f0fc/lista-de-precios-siemens-2022-b-1-.pdf>

SISTECOIN. (2015). *STC-KITCHEN*. Obtenido de <https://www.sistecoin.com/es/productos/cocinas>

SYSTEM, R. (2017). *Sistema de Tubería Seca*. Obtenido de <https://www.rg-systems.com/es/content/sistemas-de-tuberia-seca>

SYSTEMS, R. (2017). Obtenido de <https://www.rg-systems.com/es/content/sistemas-de-tuber%C3%AD-h%C3%BAmeda>

SYSTEMS, R. (2017). Obtenido de <https://www.rg-systems.com/es/content/sistemas-de-diluvio>

SYSTEMS, R. (2017). Obtenido de <https://www.rg-systems.com/es/content/sistemas-de-preacci%C3%B3n>

Universidad Pontificia Comillas . (2022). *Código Internacional de Gestión de la Seguridad Operacional del Buque y la Prevención de la Contaminación*. Obtenido de [https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/LOTAIP2015\\_codigo-ism.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/LOTAIP2015_codigo-ism.pdf)

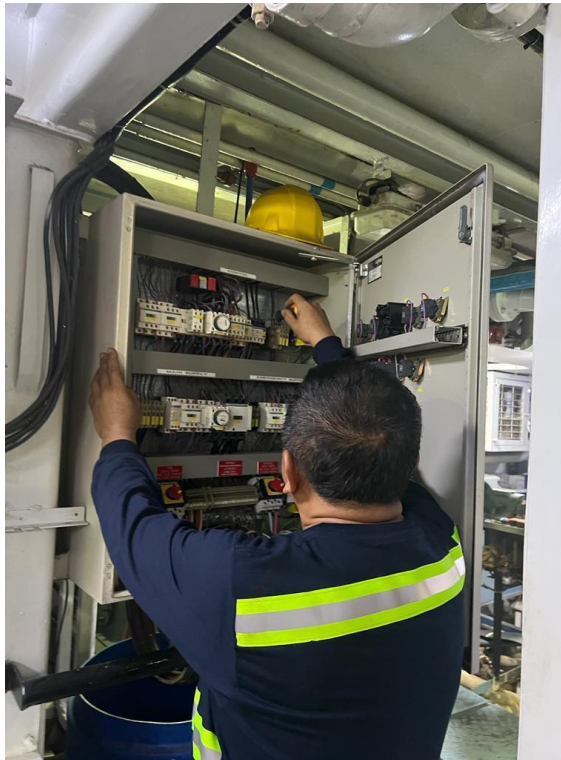
Vallori, B. (2011). *Análisis y Dimensionado de los Sistemas Contra incendio, Seguridad y Salvamento de un buque tipo carga general*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13883/PFC-41516605H.pdf>

## ANEXOS



**Anexo 1** Inspección de tablero

**Fuente:** Autor.



**Anexo 2** Reajuste de tablero

**Fuente:** Autor



**Anexo 3** Prueba del tablero del sistema sprinkler

**Fuente:** Autor



**Anexo 4** Revisión de los elementos del sistema sprinkler

**Fuente:** Autor





**Anexo 5** Funcionamiento del sistema sprinkler manual / automático

**Fuente:** Autor



**Anexo 6** Revisión de manómetro del tanque contraincendios

**Fuente:** Auto

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Soledispa Delgado, Stanley Edgar** con C.C: # 090977135-4 autor del Trabajo de Titulación: **“Propuesta de diseño de un Sistema sprinkler (Rociador de contra incendios) aplicado en una embarcación de turismo en la Provincia de Galápagos (M/N Santa Cruz II) y repotenciación del mismo”** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN ELECTRICIDAD** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 01 de febrero del 2023



SOLEDISPA DELGADO, STANLEY EDGAR

C.C: 090977135-4

## **REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN**

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Propuesta de diseño de un Sistema sprinkler (Rociador de contra incendios) aplicado en una embarcación de turismo en la Provincia de Galápagos (M/N Santa Cruz II) y repotenciación del mismo.		
<b>AUTOR(ES)</b>	Soledispa Delgado, Stanley Edgar		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Ing. Romero Rosero, Carlos Bolívar		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería en Electricidad		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Electricidad		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	1 de febrero del 2023	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	102
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Diseño eléctrico, Sistema contraincendios		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Sistema Sprinkler, Conato de Incendio, Rociadores, Agua, Nebulizada, TiaPortal, Diagrama Unifilar		
<b>RESUMEN/ABSTRACT:</b>	<p>El presente trabajo de integración curricular trata sobre una propuesta para diseñar un sistema sprinkler más eficiente donde permita controlar a través de una pantalla HMI un conato de incendio en la embarcación de turismo M/N Santa Cruz II, por medio de una simulación del programa TiaPortal. Para realizar los cambios necesarios se tuvo que investigar funcionamientos, características, fichas técnicas de los elementos y equipos que conforman el sistema sprinkler. Una vez investigada la información necesaria se determinó los cambios que se deben ejecutar para la mejora del sistema, empezando por cambiar el agua de mar por agua dulce debido a que la salinidad deteriora rápidamente los equipos, también el cambio de rociadores por rociadores que expulsen agua de forma nebulizada para resguardar los equipos. Se diseñó el diagrama unifilar del tablero del sistema sprinkler con los nuevos elementos y su respectivo sistema de seguridad. En base a la información recopilada y diseño, se procedió a elaborar la simulación en el cual se puede observar el funcionamiento de cada equipo al ponerlo en marcha.</p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593985109804	<b>E-mail:</b> stanley.soledispa@cu.ucsg.edu.ec	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:</b>	<b>Nombre:</b> Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo, MsC.		
<b>COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE</b>	<b>Teléfono:</b> +593995147293		
	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:celso.bohorquez@cu.ucsg.edu.ec">celso.bohorquez@cu.ucsg.edu.ec</a>		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			