



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN  
CONTROL Y REDES INDUSTRIALES**

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN  
DE FUEGO EN LAS UNIDADES POWER OIL MEDIANTE PLC  
PARA LA ESTACIÓN SANSAHUARI”

**TESIS DE GRADO**

**Previo a la obtención del título de:**

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA CONTROL Y REDES  
INDUSTRIALES**

**Presentado por:**

**ALEXANDRA PATRICIA ESCOBAR BORJA  
RUTH VERÓNICA GUAMÁN GUARACA**

Riobamba – Ecuador

2012

Quiero agradecer a Dios por haberme dado la vida, dado las fuerzas necesarias para culminar mi carrera, por haberme cuidado y que seguirá cuidándome para cumplir mi propósito.

A mis padres, quienes cada día me brindan su apoyo y motivación para seguir adelante en mi vida personal y profesional.

A todo el equipo de trabajo de PETROPRODUCCIÓN, en especial al departamento de Automatización y Control, a sus Supervisores el Ing. Franklin Calderón y el Ing. Fabián Viera, al Ing. Javier Vargas y a todas

Aquellas personas que se encuentran en el campo que siempre estuvieron dispuestos a brindarnos su ayuda.

A todos mis amigos quienes estuvieron en los buenos y malos momentos.

RUTH GUAMÁN

Agradezco a Dios por permitirme culminar esta etapa, acompañándome siempre en mi camino.

A mis padres por ser mi fortaleza e inspiración, a mis hermanos que han luchado junto a mí y me han apoyado.

Al Ing. Javier Vargas, por ser guía en el desarrollo de este proyecto, por brindarnos su confianza y tiempo.

A todo el equipo de trabajo que conforma Petroproducción, en especial al Departamento de Mantenimiento, a sus supervisores Ing. Eduardo Posso, Ing. Franklin Calderón, Ing. Fabián Viera y a todas aquellas personas que siempre estuvieron dispuestos a brindarme su ayuda.

ALEXANDRA ESCOBAR

Esta tesis va dedicada a mis padres Bertha Guaraca y Luis Guamán, a mis hermanos, a mi tío Oliber Huaraca y a todas las personas que me incentivaron y motivaron a la culminación de esta carrera profesional.

RUTH GUAMÁN

Dedico este trabajo a quienes han sido mi fuente de inspiración, a mis Padres Ángel E. y Grecia B. por el sacrificio realizado y confiar en mí siempre.

A mis hermanos Geovanna, Vanessa, Darwin, Gino y Pablo, por su apoyo incondicional y por ser mi ejemplo de superación.

A todos mis amigos, quienes me ayudaron y estuvieron presentes.

ALEXANDRA ESCOBAR

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Ing. Iván Menes  
DECANO DE LA FACULTAD DE  
INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ing. Paúl Romero  
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE  
INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN  
CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ing. Paúl Romero  
DIRECTOR DE TESIS

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ing. Jhony Vizuete  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Lcdo. Carlos Rodríguez  
DIRECTOR DEL DPTO  
DOCUMENTACIÓN

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

NOTA DE LA TESIS

\_\_\_\_\_

“Nosotras, ALEXANDRA PATRICIA ESCOBAR BORJA Y RUTH VERÓNICA GUAMÁN GUARACA, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis y el patrimonio intelectual de la misma pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”

---

Alexandra Patricia Escobar B.

---

Ruth Verónica Guamán Guaraca.

AUTORES

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ACAF	Análisis mediante árboles de fallos
ACAS	Análisis mediante árboles de sucesos
ACCC	Análisis de causas y consecuencias
AHR	Análisis histórico de riesgos
ALC	Análisis mediante listas de comprobación
AMFEC	Análisis de los modos de fallos, efectos y criticidad
AMFE	Análisis de los modos de fallos y sus efectos
APR	Análisis preliminar de riesgos
BES	Bombeo Electro sumergible
BFPD	Barriles de fluido por día
BPD	Barriles por día
BPPD	Barriles de petróleo por día
BSW	Sedimentos básicos y agua
GPM	Galones por minuto
HAZOP	Análisis de riesgos y operatividad
HP	Horse power (Caballos de fuerza)
ICI	Índice de Mond
IFEÍ	Índice de fuego y Explosión
PSI	Libras por pulgada cuadrada
QPS	Análisis ¿Qué pasa sí?
SSH	Sansahuari
PLC	Controlador Lógico Programable
TTD	Deshabilitador Total Temporal
TCP	Protocolo Control Transporte
PC	Computador Personal
NFPA	National Fire Protection Area
IP	Índice de Protección
VDC	Voltaje de Corriente Directa
UV	Ultravioleta
IR	Infrarrojo



## ÍNDICE GENERAL

### CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL .....	20
1.1. INTRODUCCIÓN.....	20
1.2. ANTECEDENTES .....	21
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	21
1.4. OBJETIVOS .....	22
1.4.1. Objetivo General .....	22
1.4.2. Objetivos Específicos.....	22
1.5. HIPÓTESIS.....	23

### CAPÍTULO II

2. NORMALIZACIÓN .....	24
2.1. NORMA PE-SHI-018, SISTEMAS DE AGUA CONTRA INCENDIOS PARA INSTALACIONES PETROLERAS .....	24
2.1.1. Sistemas de arranque .....	24
2.2. NORMAS PETROECUADOR SHI-021, CLASIFICACIÓN ELÉCTRICA DE ÁREAS 2.2.1. Método de Clasificación Eléctrica de Áreas .....	25
2.2.2. Determinación de Áreas .....	25
2.2.3. Clase .....	26
2.2.4. División .....	26
2.2.5. Grupo .....	27
2.2.6. Límites de inflamabilidad y explosividad .....	27
2.2.6.1. Rango de inflamabilidad .....	27
2.3. NORMA PETROECUADOR SHI-022 SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS .....	28
2.3.1. Componentes del Sistema .....	28
2.3.1.1. Tablero Central de Control .....	29

2.3.1.2. Fuentes de Alimentación Eléctrica .....	29
2.3.2. Detectores de Incendio .....	29
2.3.2.1. Detectores de Calor .....	29
2.3.2.2. Detectores de Humo .....	31
2.3.2.3. Detectores de llama .....	31
2.3.2.3.1. Aplicaciones .....	32
2.3.2.3.2. Localización y Espaciamiento .....	32
2.3.3. Sistemas de Alarma de Incendio .....	33
2.3.4. Estaciones Manuales de Alarma .....	33
2.3.5. Ubicación y Distribución .....	33
2.4. NORMA PETROECUADOR SI – 025, SISTEMAS DE PARADA DE EMERGENCIA, BLOQUEO, DESPRESURIZACIÓN Y VENDEO DE EQUIPOS .....	34
2.4.1. Sistemas de parada de emergencia .....	34
2.4.2. Aplicaciones .....	34
2.5. NORMA PETROECUADOR SH-030, INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE BOMBAS DE CONTROL DE INCENDIOS .....	35
2.5.1. Descripción General De Equipos .....	35
2.6. NORMA PETROECUADOR SI-004, PLANES DE EMERGENCIA .....	36
2.6.1. Sistema de Alarma .....	36
2.6.2. Causas y efectos de incendios en instalaciones petroleras .....	36
2.6.3. Riesgos de incendio por fuentes de ignición .....	37
2.7. NORMA NFPA .....	39
2.8. NORMA API .....	39

### CAPÍTULO III

3. DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN SANSAHUARI .....	40
3.1. ANTECEDENTES .....	41
3.2. ESTADO ACTUAL DE LOS POZOS Y SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EXISTENTES EN LA ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN SANSAHUARI .....	41
3.3. DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN SANSAHUARI .....	42
3.4. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DEL ÁREA .....	43

3.5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN .....	44
3.5.1. Área de Manifolds .....	44
3.5.2. Área de separadores.....	45
3.5.3. Bota de gas .....	46
3.5.4. Sistemas de almacenamiento .....	47
3.5.4.1. Tanque de lavado .....	47
3.5.4.2. Tanque de Surgencia .....	48
3.5.5. SISTEMA DE REINYECCIÓN DE AGUA .....	48
3.5.6. Sistema de Bombas BOOSTER para transferencia de crudo e inyección de Power Oil .....	50
3.5.7. Sistema de Inyección De Power Oil .....	51
3.5.8. Inyección de químicos .....	52
3.5.9. Facilidades para Levantamiento Artificial (Gas Lift / Power Oil) .....	53
3.5.10. Calentador .....	54
3.5.11. Mecheros .....	54
3.5.12. Generación y distribución de electricidad .....	55
3.6. SISTEMA CONTRA INCENDIOS .....	55
3.6.1. Descripción del sistema actual .....	56
3.6.2. Estación de producción Sansahuari .....	57
3.6.2.1. Suministro de Agua .....	57
3.6.2.2. Tanque de espuma .....	58
3.6.2.3. Tanque de Diesel .....	59
3.6.2.4. Red de distribución .....	59
3.6.2.5. Sistema de bombeo .....	61
3.6.2.6. Sistema Móvil Contra Incendios .....	62
3.7. SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA .....	64
3.8. ANÁLISIS DE LOS RIESGOS DE DESASTRES EN CASO DE UN INCENDIO DE LA ESTACIÓN SANSAHUARI .....	64
3.8.1. Tipos de amenazas .....	64
3.9. MÉTODO DOWN DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN .....	66
3.9.1. Factor Material (FM) .....	67
3.9.2. Riesgos generales del proceso (F1) .....	68

3.9.3. Riesgos especiales del proceso (F2) .....	69
3.9.4. APLICACIÓN DEL MÉTODO DOW ÁREA DE LAS POWER OIL .....	70

## CAPÍTULO IV

4. DISEÑO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE FUEGO .....	72
4.1. DESCRIPCIÓN DEL ALCANCE DEL SISTEMA A IMPLEMENTAR .....	72
4.2. CLASIFICACIÓN ELÉCTRICA DEL ÁREA DE PROTECCIÓN .....	75
4.3. ESPECIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS DEL SISTEMA .....	75
4.3.1. Selección de Elementos de Control .....	76
4.3.1.1. Especificaciones del PLC .....	76
4.3.1.1.1. Composición de los esquemas de control .....	76
4.3.1.1.2. Entradas Digitales (Dig) .....	77
4.3.1.1.3. Salidas Digitales (Dig) .....	77
4.3.1.1.4. Temporizadores .....	78
4.3.1.1.5. Utilización de bobinas .....	79
4.3.1.1.6. Características técnicas del PLC Zelio Logic SR3B261BD .....	79
4.3.1.1.7. Módulos de comunicación .....	79
4.3.1.1.8. Software de Programación Zelio Soft 2 .....	80
4.3.1.1.9. Comunicación .....	81
4.3.1.2. Especificaciones del Controlador Murphy .....	82
4.3.1.2.1. Controlador Murphy TTD .....	82
4.3.1.2.1.1. Pantalla Principal (TTD) .....	83
4.3.1.2.2. Selección de entradas de shutdown .....	83
4.3.1.2.3. Controlador Murphy Modelo TTDJ .....	84
4.3.1.2.4. Características TTDJ .....	85
4.3.1.2.5. Selección de entradas de shutdown .....	85
4.3.2. Selección de Instrumentos de Detección de Flama .....	86
4.3.2.1. Características técnicas de selección de detectores con sensores de energía radiante .....	86

4.3.2.2. Detector de Flama Det-Tronics x5200A .....	88
4.3.2.2.1. Salidas de Relés .....	89
4.3.2.2.2. Salida de 0 a 20 mA .....	90
4.3.2.2.3. Oi Magnética/Oi Manual .....	90
4.3.2.2.4. Indicadores de estado del detector .....	91
4.3.2.2.5. Comunicación .....	92
4.3.2.2.6. Registro de Datos/Supervisión de Eventos .....	92
4.3.2.2.7. Compartimento de cableado integral .....	92
4.3.2.2.8. Factores que inhiben la respuesta del detector .....	92
4.3.2.2.9. Fuentes de Falsa Alarma .....	93
4.3.3. DIMENSIONAMIENTO DE PROTECCIONES, CONTROLES Y ACCESORIOS .....	94
4.3.3.1. PROTECCIÓN DE CORTO CIRCUITO PARA EL PANEL DECONTROL .....	94
4.3.3.2. CONTROLES .....	94
4.3.3.2.1. Selector de 4 posiciones .....	94
4.3.3.2.2. Pulsadores verde y negro .....	95
4.3.3.2.3. Pulsador parada de emergencia .....	95
4.3.3.3. Accesorios .....	95
4.3.4. SELECCIÓN DEL TABLERO DE CONTROL .....	96
4.3.4.1. Ubicación y dimensionamiento del tablero .....	97
4.3.5. ESPECIFICACIONES DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN Y BATERÍAS .....	98
4.3.5.1. Carga Eléctrica del Sistema .....	99
4.3.5.2. Características Cargador de Baterías .....	99
4.3.6. ESPECIFICACIONES DEL CABLEADO .....	100
4.3.6.1. Dimensionamiento del conductor para la conexión de instrumentos .....	100

## CAPÍTULO V

5. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE FUEGO .....	103
5.1. DIMENSIONES DE MONTAJE Y DISTANCIAS DE INSTALACIÓN .....	104
5.2. INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA PARA CONEXIÓN DEL CABLEADO ELÉCTRICO	
5.2.1. Zanja .....	104
5.2.2. Montaje de tubería rígida conduit .....	105
5.3. TENDIDO DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS .....	107
5.4. MONTAJE Y CONEXIONADO DE LOS DETECTORES DE FLAMA UV/IR .....	110
5.4.1. Montaje del soporte del detector .....	110
5.4.2. Ubicación del detector .....	111
5.4.3. Conexión eléctrica de los detectores UV/IR .....	112
5.5. MONTAJE DEL TABLERO DE CONTROL .....	113
5.5.1. Implementación del diseño externo .....	113
5.5.2. Implementación de diseño interno .....	113
5.5.3. Instalación del tablero de control en el SCI .....	115
5.5.4. Modificación del tablero del SCI .....	116
5.6. CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LOS TABLEROS MURPHY .....	116
5.6.1. Power Oil uno, Controlador Murphy TTD .....	117
5.6.2. Power Oil dos, Controlador Murphy TTD .....	117
5.6.3. Power Oil tres, Sistema de control mediante PLC .....	118
5.6.4. Programación del PLC Zelio Soft 2 .....	118
5.6.4.1. Configuración inicial .....	118
5.6.4.2. Simulación del programa .....	121
5.6.4.3. Descarga del programa al PLC .....	121
5.7. INSTALACIÓN DE PAROS DE EMERGENCIA .....	122
5.7.1. Parada de emergencia sala de control del operador .....	122
5.7.2. Parada de emergencia caseta de las unidades de bombeo .....	122

## CAPÍTULO VI

6. PRUEBAS Y RESULTADOS .....	124
6.1. PRUEBAS DE CONEXIÓN DEL TABLERO DE CONTROL .....	124
6.3. PRUEBAS DE ALIMENTACIÓN .....	125
6.4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS DETECTORES UV/IR .....	125
6.5. PRUEBAS DEL PROGRAMA DE CONTROL .....	125
6.6. PRUEBAS EN MODO MANUAL .....	125
6.6.1. Bombas mecánicas del SCI .....	125
6.7. PRUEBAS EN MODO AUTOMÁTICO .....	126
6.7.1. Bombas mecánicas del SCI .....	126
6.7.2. Bombas Power Oil .....	126
6.8. PRUEBA FINAL DEL SISTEMA .....	127
6.8.1. Pruebas y resultados de la puesta en marcha del sistema.....	128
6.9. RESULTADOS DE LA ENTREVISTA.....	130
6.10. ANÁLISIS FINAL.....	131

CONCLUSIONES

RESUMEN

SUMARY

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

- Fig. III.1. Ubicación de la Estación Sansahuari
- Fig. III. 2. Producción mensual Estación Sansahuari
- Fig. III. 3. Pozos existentes en la estación de producción Sansahuari
- Fig. III. 4. Estación de producción Sansahuari
- Fig. III. 5. Separadores
- Fig. III. 6. Manifolds
- Fig. III. 7. Bota de Gas
- Fig. III. 8. Tanque de lavado
- Fig. III. 9. Tanque de reposo
- Fig. III. 10. Bomba Horizontal Sistema de Reinyección, Campo Sansahuari
- Fig. II. 11. Sistemas Bombas BOOSTER
- Fig. III. 12. Sistema de bombeo, Campo Sansahuari
- Fig. III. 13. Inyección de Químicos, Campo Sansahuari
- Fig. III. 14. Gas Lift , Campo Sansahuari
- Fig. III. 15. Calentador, Campo Sansahuari
- Fig. III. 16. Mecheros, Campo Sansahuari
- Fig. III. 17. Central de Generación
- Fig. III. 18. Tablero del Sistema contraincendios actual del Campo Sansahuari
- Fig. III. 19. Tanque de agua SCI del Campo Sansahuari
- Fig. III. 20. Tanque de espuma SCI del Campo Sansahuari
- Fig. III. 21. Tanque de diesel, Campo Sansahuari
- Fig. III. 22. Monitores en el campo Sansahuari
- Fig. III. 23. Red de distribución del SCI del campo Sansahuari
- Fig. III. 24. Sistema de bombeo del SCI del Campo Sansahuari
- Fig. III. 25. PQS-20 LBS-CÁPSULA
- Fig. III. 26. PQS-30 LBS-CAPSU
- Fig. III. 27 Extintor móvil con ruedas
- Fig. III. 28. Procedimiento método Dow
- Fig. IV. 1. Diagrama de Bloques Automatizado del SCI



Fig. IV. 2. PLC Zelio Logic

Fig. IV. 3. Módulos de comunicación

Fig. IV. 4. Cable USB

Fig. IV. 5. Pantalla Principal Murphy TTD

Fig. IV. 6. Tablero de Entradas y Salidas Murphy TTD

Fig. IV. 7. Entradas Murphy

Fig. IV. 8. Pantalla Murphy TTDJ

Fig. IV. 9. Controlador Murphy TTDJ

Fig. IV. 10. Detector Det-Tronic UV/IR

Fig. IV. 11. Selector cuatro posiciones

Fig. IV. 12. Pulsadores

Fig. IV. 13. Paro de emergencia

Fig. IV. 14. Diseño Tablero Control

Fig. IV. 15. Caja Antiexplosiva

Fig. IV. 16. Cargador de baterías

Fig. IV. 17. Cable 3hilos 14AWG

Fig. V. 1. Diagrama de dimensiones de tubería

Fig. V. 2. Zanja para la tubería

Fig. V. 3. Zanja terminada

Fig. V. 4. Tubería Paro de emergencia.

Fig. V. 5. Tubería área Power Oil

Fig. V. 6. Tubería para cada tablero

Fig. V. 7. Tubería dirigida a los detectores

Fig. V. 8. Manguera anti explosión

Fig. V. 9. Cable 16 AWG

Fig. V. 10. Tendido de cables

Fig. V. 11. Conductores UV/IR

Fig. V. 12. Llegada de conductores al área de las Unidades Power Oil.

Fig. V. 13. Unidad Power Oil uno

Fig. V. 14. Unidad Power Oil dos

Fig. V. 15. Paro de emergencia

Fig. V. 16. Limpieza de la zona

Fig. V. 17. Base metálica.

Fig. V. 18. Soporte giratorio.

Fig. V. 19. Ubicación del detector.

Fig. V. 20. Conexión UV/IR.

Fig. V. 21. Identificación de terminales de cableado

Fig. V. 22. Vista frontal tablero de control.

Fig. V. 23. Elementos de control instalados.

Fig. V. 24. Diagrama eléctrico de control.

Fig. V. 25. Conexiones externas.

Fig. V. 26. Tablero instalado.

Fig. V. 27. Modificación tablero SCI.

Fig. V. 28. Conexión de las señales.

Fig. V. 29. Conexión de señales.

Fig. V. 30. Conexión de señales.

Fig. V. 31. Conexión de señales.

Fig. V. 32. Conexión de señales.

Fig. V. 33. Conexión de señales.

Fig. V. 34. Entradas.

Fig. V. 35. Memorias.

Fig. V. 36. Bobinas.

Fig. V. 37. Temporizadores.

Fig. V. 38. Temporizadores.

Fig. V. 39. Ícono Simulación.

Fig. V. 40. Ícono RUN.

Fig. V. 41. Configuración del puerto COM.

Fig. V. 42. Transferencia del programa al PLC.

Fig. V. 43. Parada de emergencia instala.

Fig. V. 44. Parada de emergencia caseta Power Oil.

Fig. VI. 1. Tableros Energizados.

Fig. VI. 2. Relé Solenoide.

Fig. VI. 3. Falla Sistema de detección.

Fig. VI. 4. Departamentos de seguridad y automatización.

## ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla. III. I. Condiciones ambientales del campo Sansahuari
- Tabla. III. II. Extintores en el Campo Sansahuari
- Tabla. III. III. Factor de material para el cálculo del Índice Dow
- Tabla. III. IV. Factor de riesgo
- Tabla. IV .V. Unidad de tiempo para los temporizadores
- Tabla IV.VI. Características alimentación
- Tabla IV. VII. Características Det-tronic
- Tabla IV.VIII. Requerimientos de Corriente

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO REFERENCIAL

### 1.2. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de detección de flama constituyen una herramienta eficaz a la hora de minimizar pérdidas de vidas, ambientales y materiales en instalaciones industriales, donde los procesos y sustancias generan altos niveles de riesgos por explosiones e incendios.

Las características que deben valorar cualquier sistema de detección en su conjunto son la rapidez y la fiabilidad en la detección. De la rapidez dependerá la demora en la puesta en marcha del plan de emergencia y por tanto sus posibilidades de éxito; la fiabilidad es imprescindible para evitar que las falsas alarmas quiten credibilidad y confianza al sistema.

Los criterios fundamentales para el diseño de un sistema de detección deben basarse bajo recomendaciones de normativas como SHI, NFPA, API, entre otras, y las condiciones físicas

descritas en planos de las instalaciones. Para garantizar la operatividad del Sistema de detección con los parámetros de diseño, es necesario la continua inspección de dichos sistemas y la corrección de cualquier desviación que se presente en el funcionamiento de los equipos.

## **1.2. ANTECEDENTES**

La empresa Estatal "PETROECUADOR" a través de su filial Petroproducción cuenta en la actualidad con estaciones de producción y bombeo de crudo, en donde localizamos facilidades de producción tales como: Líneas de flujo, Manifolds, Separadores, Tanques, Botas de Gas, Bombas de Transferencia, Unidades de Medición, Generadores, Ductos secundarios, Obras Civiles, Sistemas de Tratamiento Químico, Sistema de Inyección de Agua, Sistemas Contra Incendios, las mismas que fueron instaladas en la década de los 70 y parte de la década del 80.

La estación de Producción Sansahuari se localiza en la región Amazónica Ecuatoriana, al Noreste de la provincia de Sucumbíos, cantón Nueva Loja.

Esta provista de un Sistema Contra Incendios (fijo y portátil), su diseño y construcción ha cumplido entre los 25 y 36 años de servicio, en los cuales no se ha realizado ningún diagnóstico, por lo que una parte de los equipos del mismo están deteriorados, llegando a la obsolescencia técnica y logística.

La prevención de incendios engloba todo un conjunto de acciones a seguir para evitar la ocurrencia de un incendio, aplicando normas, técnicas y estrategias, que puedan minimizar la probabilidad de ocurrencia del mismo.

## **1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS**

La Estación de Producción "Sansahuari", al igual que todas las estaciones de producción de petróleo, esta expuesta potencialmente a riesgos de incendios por el tipo de operaciones con líquidos inflamables (petróleo crudo) que existen en éstas.

Las nuevas tecnologías de control automático han abierto un vasto panorama a todas las ciencias y en igual proporción a las aplicaciones que tengan relación con el campo industrial,

posibilitando diseñar y complementar un sistema de detección de fuego en las Unidades Power Oil, mediante la utilización de sensores UV/IR aptos para áreas de trabajo con Hidrocarburos que son un componente muy combustible y procesos que desprenden mucho calor.

La estación Sansahuari para su normal funcionamiento requiere un Sistema de Detección de fuego en las Unidades Power Oil, actualmente el funcionamiento del sistema contra incendios es manual esto implica que el operador tiene que ir a activar el SCI (Sistema Contra Incendios) poniendo en peligro su vida y pérdida de tiempo que en este tipo de incidentes puede ser muy perjudicial.

El motivo de la implementación del nuevo sistema es realizar acciones automáticas de apagado de las bombas de fuerza del sistema Power Oil, encendido de bombas contra incendios y activación de alarmas, luego del evento emergente reset del sistema y puesta en funcionamiento normal.

El fin del proyecto será minimizar los riesgos de desastre en caso de existir una contingencia de incendios.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo general**

Diseñar e implementar un Sistema de Detección de fuego en las unidades Power Oil mediante PLC en la estación Sansahuari para la ejecución de acciones de control automático.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Elaborar un diagrama de ubicación de los equipos y mapas según normas de la Clasificación Eléctrica de áreas industriales del SCI.
- Diseñar el sistema de detección de fuego basándose en los requisitos de las certificaciones de construcción de los dispositivos de trabajo.
- Configurar y programar el PLC para lectura de los detectores de fuego y realizar acciones de control.

- Implementar el Sistema de Detección de fuego y verificar las funciones que debe realizar el mismo.
- Elaborar documentación técnica del sistema implementado.

### **1.5. HIPOTESIS**

Con la implementación del Sistema de Detección de fuego se aportará a la seguridad de la EP Petroecuador protegiendo tanto al recurso humano como material.

# **CAPÍTULO II**

## **2. NORMALIZACIÓN**

La presente investigación se basa en el manejo de las normas vigentes en el sector petrolero ecuatoriano y mundial. Así contamos con un marco legal amplio el cual se compone por las siguientes normativas:

Compendio de Normas de Seguridad e Higiene Industrial de Petroecuador (SHI).

Este compendio de normas cuenta con diversos tipos de capítulos clasificados de acuerdo a la similitud de los sistemas, procesos y equipos dentro del área petrolera.

### **2.1. NORMA PE-SHI-018, SISTEMAS DE AGUA CONTRA INCENDIOS PARA INSTALACIONES PETROLERAS.**

#### **2.1.1. SISTEMAS DE ARRANQUE**

Los métodos básicos para el arranque de bombas contra incendio son:

- a) Arranque automático
- b) Arranque manual remoto



c) Arranque manual local

La selección del sistema de arranque en una determinada instalación, se basará en un análisis de riesgos, en particular se deberá disponer de arranque automático de una bomba como mínimo, en instalaciones de alto riesgo, o donde no pueda garantizarse la actuación inmediata del personal encargado de la operación del sistema de bombeo. La activación de las bombas por cualquiera de los métodos de arranque mencionados, deberá ser señalada en un lugar permanente atendido por personal (Estación de Bomberos, Sala de Control, centro de vigilancia, etc), mediante luces que indiquen: bomba en operación y bomba parada.

La parada de todas las bombas contra incendio se realizará en forma manual local.

## **2.2. NORMAS PETROECUADOR SHI-021, CLASIFICACIÓN ELÉCTRICA DE ÁREAS**

### **2.2.1. Método de Clasificación Eléctrica de Áreas:**

Con el propósito de selección y ubicación de equipos eléctricos a ser usado en áreas donde pueden existir atmósferas de gases o vapores inflamables, es necesario definir la clasificación de las mismas, basándose en los siguientes criterios:

- a) La naturaleza del producto que escapa a la atmósfera, el cual identifica la CLASE.
- b) La frecuencia y extensión con las que las mezclas inflamables estarán presentes, las cuales definen la DIVISIÓN.
- c) La facilidad con la cual la mezcla inflamables tiende a incendiarse, al cual define el GRUPO.
- d) La temperatura de auto ignición del material presente en el área, la cual especifica la temperatura externa máxima de operación de un equipo eléctrico.

### **2.2.2. Determinación de Áreas (VER ANEXO 12)**

Para definir las áreas, es necesario recolectar toda la información básica acerca de la instalación. Debe incluir;

- Diagramas de flujo del proceso.
- Diagrama de tubería e instrumentación.
- Planos de ubicación de instrumentos incluyendo válvulas de alivio y ventea.

- Lista de productos que se manejan con sus características físico - químicas: puntos de inflamación, ebullición, etc.
- Plano de planta (Plot Plant) con todos los equipos, drenajes y venteos a la atmósfera.

### **2.2.3. Clase**

De acuerdo con el Código Nacional Eléctrico Norteamericano (NEC) las áreas peligrosas se consideran divididas en las 3 clases siguientes:

Clase I, Aquellas áreas donde hay o puede haber gases o vapores en cantidad suficiente para producir mezclas inflamables.

Clase II, Áreas en los que están presentes polvos combustibles.

Clase III, Áreas en los que están presentes fibras o materiales que floten en el aire y que son fácilmente inflamables; pero en las que no es probable que se encuentren en suspensión en el aire en cantidad suficiente para producir mezclas inflamables.

### **2.2.4. División**

La división indica el nivel de riesgo existente en el área a clasificar. Cuando se evalúa la división, es necesario tomar en cuenta el nivel de ventilación del área bajo estudio.

Se contemplan dos tipos de divisiones:

#### **División 1**

Se considera como División 1, aquellas áreas donde:

- a) Bajo condiciones normales de operación, o debido a labores frecuentes de reparación y mantenimiento, existen fugas de gases o vapores en concentraciones inflamables.
- b) Debido a rotura o funcionamiento anormal del equipo de proceso, puedan liberarse gases o vapores en concentraciones inflamables y simultáneamente pueda ocurrir una falla en el equipo eléctrico.

En general bajo las condiciones de operación establecidas previamente, tanto el escape continuo como el frecuente, clasifican un área como División 1.

## **División 2**

Se considera como División 2 aquellas áreas donde:

- a) Se manejan, procesan o almacenan productos inflamables pero en la que normalmente no existen concentraciones peligrosas, ya que tales productos se encuentran en recipientes o sistemas cerrados de los cuales solo pueden escapar en caso de rotura o funcionamiento anormal de los equipos de proceso.
- b) Las concentraciones inflamables de gases o vapores son impedidas mediante sistemas de ventilación positiva y por lo tanto, únicamente la falla de dichos sistemas de ventilación pueden dar lugar a la presencia de una atmósfera inflamable.
- c) Contiguas a lugares Clase I, División 1 a las que puedan llegar ocasionalmente concentraciones inflamables de gases o vapores, a menos que tal comunicación sea evitada por sistemas de ventilación adecuados y se hayan previsto dispositivos para evitar la falla de dichos sistemas.

### **2.2.5. Grupo**

Las características de explosividad de las mezclas inflamables de gases y vapores, varían dependiendo del tipo de material. Así la Clase I se divide en los grupos A, B, C Y D, dependiendo de la máxima intensidad de explosión y de la mínima temperatura de ignición de la mezcla considerada.

También se considera como factor importante para clasificar un material en un Grupo determinado, facilidad de atenuación de una explosión en un espacio cerrado, con el fin de que no inicie una explosión en cualquier mezcla inflamable circundante.

### **2.2.6. Límites de inflamabilidad y explosividad.**

#### **2.2.6.1. Rango de inflamabilidad**

Es la gama de concentraciones, expresada en porcentaje por volumen en aire, en la que un gas o vapor permite la propagación de la llama en presencia de una fuente de ignición. Esta gama se encuentra entre los límites inferior (LI) y superior de inflamabilidad (LSI).

**a) Límite inferior de inflamabilidad (LII)**

Es la concentración más baja de un vapor o gas inflamable en aire, expresada en porcentaje por volumen, por debajo de la cual, la mezcla gas - aire, es demasiado pobre para permitir la propagación de la llama.

**b) Límite Superior de Inflamabilidad (LSI)**

Es la concentración más alta de un vapor o gas inflamable en aire, expresada en porcentaje por volumen, por encima de la cual, la mezcla gas - aire, es demasiado rica para permitir la propagación de la llama.

**c) Punto de inflamación**

Es la temperatura mínima a la cual un líquido desprende vapores en concentración suficiente para formar con el aire una mezcla inflamable, cerca de la superficie del líquido.

### **2.3. NORMA PETROECUADOR SHI-022 SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS**

La instalación de sistemas automáticos de detección de incendios en una determinada área operativa, se fundamentará en un análisis de riesgos previo, que justifique su instalación.

La instalación de sistemas automáticos de detección y alarma de incendios, será obligatoria cuando así se establezca en normas oficiales vigentes.

#### **2.3.1. Componentes del Sistema**

Un sistema automático de dirección y alarma de incendios está constituido fundamentalmente por: un tablero central de control, fuentes de alimentación eléctrica, detectores de incendio, estaciones manuales de alarma, difusores de sonido y circuitos de señalización.

Los sistemas de detección y alarma de incendios, pueden adicionalmente, activar sistemas de prevención y extinción de incendios, como son:

- Sistema de alarma de emergencia
- Sistema de agua contra incendio

- Sistema de espuma contra incendio
- Sistemas Especiales de Extinción de Incendio

#### **2.3.1.1. Tablero Central de Control**

Es el componente del sistema, el cual controla todos los dispositivos y circuitos de detección y alarma; recibe y convierte las señales en alarma audible v visible.

De acuerdo al diseño, desde el tablero podrán iniciarse acciones preestablecidas, tales como: actuación de sistemas de prevención y extinción de incendio y parada de equipos.

#### **2.3.1.2. Fuentes de Alimentación Eléctrica**

El suministro de energía eléctrica para el tablero central de control y los demás componentes del sistema, debe provenir de dos fuentes de alimentación independientes.

La fuente principal proveniente de la red general de energía eléctrica deberá ser de capacidad adecuada, y su conexión al tablero de centro, se realizará mediante circuitos exclusivos debidamente identificados.

La fuente secundaria podrá provenir de un generador eléctrico de emergencia o de un banco de baterías capaz de alimentar al sistema durante un mínimo de 24 horas de funcionamiento continuo. La fuente secundaria debe intervenir automáticamente en caso de interrupción de la principal.

#### **2.3.2. Detectores de Incendio**

En función del efecto físico-químico en que se basa su activación, los detectores de incendio se clasifican en:

##### **2.3.2.1. Detectores de Calor**

###### **a.- De Temperatura Aja**

La activación se produce cuando su elemento sensor alcanza un nivel predeterminado de temperatura. A este fenómeno se le denomina inercia térmica.

El elemento sensor de estos detectores puede ser de varios tipos:

**Biometálico:** Se compone de dos metales con diferentes coeficientes de expansión térmica, cuyo efecto combinado produce la elongación en una determinada dirección al aumentar la temperatura y en dirección contraria al disminuir la temperatura.

**Conductividad Eléctrica:** El elemento sensor varía su resistencia eléctrica en función de la temperatura.

**Aleación Fundible.** El sensor tiene una aleación de metales auténtico que se funden rápidamente al alcanzar determinada temperatura.

**Cable Sensible al Calor:** Es un detector del tipo lineal, cuyo elemento sensor está constituido por un cable de dos hilos separados por un aislamiento sensible al calor, el cual funde al alcanzar cierta temperatura, provocando el contacto entre ellos y cerrando un circuito.

**Expansión de un Líquido:** El elemento sensor consiste en un bulbo que contiene un líquido de alto coeficiente de expansión térmica.

#### **b.- Por Velocidad de Incremento de Temperatura**

La activación se produce en respuesta a un determinado valor del incremento de temperatura.

Algunos ejemplos típicos son:

- **Tubo Neumático:** Es un detector lineal conformado por un tubo de pequeño diámetro (cobre, plástico), que se instala sobre el área a proteger. El aumento, o disminución brusca, de la presión del aire dentro del tubo, debido a la variación de temperatura, es detectado por un presóstato calibrado para actuar a un determinado nivel de presión.
- **Efecto Termoeléctrico:** El elemento sensor consiste en un termopar, cuyo potencial eléctrico varía en respuesta un aumento de temperatura. Al aumentar dicho potencial a una velocidad anormal, se inicia una alarma.

### **2.3.2.2. Detectores de Humo**

Son sensibles a las partículas visibles o invisibles de la combustión. Los tipos más comunes son:

#### **a.- Detectores iónicos**

Son detectores puntuales que consisten en una cámara con un elemento radioactivo, que produce la ionización del aire en la cámara, y permite la formación de una corriente eléctrica entre dos electrodos, a través del aire ionizado. Cuando las partículas de humo ingresan a la cámara de ionización, originan un cambio en la conductividad eléctrica, activando el detector.

#### **b.- Detectores Fotoeléctricos**

El principio de detección se basa en la interrupción de un haz de luz que incide sobre un elemento fotosensible, debido a la interposición de las partículas de humo.

### **2.3.2.3. Detectores de llama**

#### **a) Detectores Ultravioleta**

Los detectores de llama ultravioleta (UV) responden a radiaciones de longitud de onda menor de 4.000 Angstrom. Su velocidad de respuesta es prácticamente instantánea, sin embargo, son también sensibles a otras fuentes de radiación ultravioleta tales como: tormentas eléctricas, Radiaciones Gamma y X, arcos de soldadura.

Son poco afectados por condiciones ambientales, tales como, corrientes de aire, Lluvia o temperaturas extremas.

Los detectores ultravioleta, deben disponer de dispositivos para auto-supervisión automática. Este requerimiento se debe a la posible disminución de la sensibilidad por ensuciamiento del lente.

#### **b) Detectores Infrarrojos**

Los detectores infrarrojos (IR) responden a radiaciones con longitud de onda por encima de 7.700 Angstroms. En general se limita la sensibilidad del detector a una estrecha banda de

alrededor de 4,3 micrones (longitud de onda de emisión del CO<sub>2</sub>), a fin de evitar la respuesta a la radiación solar.

Además, suelen incorporar dispositivos que permiten únicamente la respuesta del detector cuando la fuente de radiación no es estática, sino que "parpadea", tal como ocurre con la llama de un incendio.

Estos detectores son propensos a falsas alarmas generadas por destellos reflejos de luces, o equipos calientes.

### **c) Detectores combinados Ultravioleta e Infrarrojo**

El detector de llama combinado de UV-IR es muy confiable, debido a que posee alta velocidad de detección y es menos propenso a falsas alarmas, como las provenientes de descargas atmosféricas (rayos), o equipos calientes.

Para aumentar su confiabilidad, deben disponer de dispositivos de auto supervisión automática.

#### **2.3.2.3.1. Aplicaciones**

Los detectores de llama (UV), se usarán en instalaciones de alto riesgo donde existe la posibilidad de que ocurran incendios de rápida propagación.

Los detectores de llama infrarrojos (IR) se podrán utilizar cuando no existan fuentes de radiación ultravioleta en el área protegida, y cuando el material incendiado no produzca humos densos que absorban la radiación dentro del espectro infrarrojo, al cual es sensible el detector.

#### **2.3.2.3.2. Localización y Espaciamento.**

Los detectores de llama UV deberán ser orientados hacia abajo, para cubrir el área de riesgo a proteger y reducir la probabilidad de detectar radiaciones UV provenientes de la luz solar.

- Igualmente deben colocarse en forma accesible para permitir la limpieza periódica del lente.
- Cuando se instalen detectores de llama IR, se deberán apantallar adecuadamente para evitar de interferencias provenientes de fuentes externas, tales como: destellos y reflejos de luces o radiaciones de equipos calientes.



- Es necesario utilizar cable blindado para conectar los detectores al tablero central de control, a fin de minimizar las interferencias eléctricas que puedan estar presentes en los ambientes industriales. La reducción de las distancias de interconexión, permite también reducir las interferencias eléctricas cuando se tienen señales de bajo nivel.
- Los detectores deberán disponer de montajes ajustables para facilitar la graduación y ajuste del campo de visión y deberán ser orientados de forma que, su cono de visión no resulte obstaculizado por elementos estructurales, u otros objetos opacos.
- Los detectores de llama no deberán ser instalados a menos de 60 centímetros del techo cuando se encuentren en áreas cerradas, para evitar que la acumulación de humo denso proveniente de un incendio pueda obstruir su visión.

### **2.3.3. Sistemas de Alarma de Incendio**

Los sistemas de alarma de incendios permiten notificar los incendios producidos en una instalación, alertando al personal encargado del combate.

El sistema deberá ser lo más sencillo posible, a fin de evitar confusiones el momento de la emergencia. El diseño usualmente consiste en un sistema codificado de señales, con indicación en un lugar de presencia permanente de personal (sala de control, estación de bomberos), que permite activar uno o más difusores de sonido.

### **2.3.4. Estaciones Manuales de Alarma**

Las estaciones manuales de alarma son dispositivos que permiten transmitir una situación de emergencia en una instalación y se instalan en las áreas de mayor riesgo potencial, como: Unidades de procesos, áreas de almacenamiento, estaciones de bombas, laboratorios, islas de carga, etc. Su uso debe estar restringido a lo dispuesto en los planes de emergencia.

### **2.3.5. Ubicación y Distribución**

Se colocarán en las vías normales de salida del área protegida, de acuerdo a los siguientes criterios:

- a) Deberá colocarse una estación manual de alarma en locales cuya área sea igualo mayor de 900 m<sup>2</sup>.
- b) En las vías de escape, cercanas a las salidas de la instalación.
- c) En las áreas de procesos al aire libre, se ubicarán en la periferia de la instalación, junto a las vías normales de paso y en el exterior de las salidas del edificio de control.
- d) En edificaciones y locales cerrados, en sitios visibles y de fácil acceso.
- e) La distribución de las estaciones manuales, se realizará de forma que la distancia máxima de recorrer para su accionamiento sea de 40 metros en áreas de proceso y de almacenamiento.

## **2.4. NORMA PETROECUADOR SI – 025, SISTEMAS DE PARADA DE EMERGENCIA, BLOQUEO, DESPRESURIZACIÓN Y VENDEO DE EQUIPOS**

### **2.4.1. Sistemas de parada de emergencia**

Los sistemas de parada de emergencia permiten detener la operación de equipos y plantas, en forma inmediata y segura por medio de funciones llevadas a cabo remota y/o automáticamente. Los sistemas de parada de emergencia, una vez activados, deben parar el funcionamiento de los equipos, suspendiendo el proceso industrial.

Los dispositivos de disparo manual estarán provistos de resguardos adecuados para prevenir operaciones accidentales.

Los sistemas de control de parada de emergencia, deben tener un diseño tal que puedan probarse sin detener la operación de los equipos.

### **2.4.2. Aplicaciones**

Los sistemas de parada de emergencia, se deberán instalar en los siguientes equipos y líneas de proceso:

## **Compresores, turbinas y motores**

- a) En compresores mayores de 150 HW (200HP), operados desde la sala de control.
- b) Los compresores reciprocantes y centrífugos, motores eléctricos y de combustión interna y turbinas a vapor y a gas, deberán disponer de seguridad, parada y alarma.
- c) Los dispositivos de disparo del sistema de parada de emergencia para las estaciones compresoras, deberán ubicarse en dos sitios diferentes separados como mínimo 75 metros entre sí, de manera que se pueda accionar el sistema desde un sitio cuando el otro está inaccesible. Un dispositivo de disparo deberá instalarse adyacente a la entrada principal y el otro fuera de la estación compresora.
- d) Cuando el sistema de parada se active, deberán parar máquinas, cerrar líneas de gas de entrada y salida, abrir válvulas de purga, cerrar la alimentación de combustible a los motores, turbinas y desactivar la alimentación a motores eléctricos, excepto los de las bombas de agua contra incendio, agua de enfriamiento, los de compresores de aire de instrumentos y/o aire comprimido para sistemas de protección respiratoria, las bombas de aceite lubricante para cojines y otras válvulas y motores indispensables para las operaciones de emergencia de acuerdo al tipo de instalaciones.

## **2.5. NORMA PETROECUADOR SH-030, INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE BOMBAS DE CONTROL DE INCENDIOS.**

### **2.5.1. Descripción General de Equipos**

Una bomba de contra incendios esta provista de tuberías de succión y descarga, capaz de suministrar agua en los volúmenes y presiones requeridos. La bomba puede ser arrancada en forma manual o automática, el arranque automático requiere un regulador. Los motores para impulsar las bombas pueden ser eléctricos, de combustión interna, diesel, o incendios con chispa. De acuerdo al caudal entregado se tiene rangos que van desde 25 hasta 5000 galones por minuto (GPM).

Las bombas de contra incendio son requeridas cuando las necesidades de un sistema de aspergeo automático o sistema de líneas de agua exceden la disponibilidad de suministro normal de agua. Dos tipos de **bombas** son típicamente utilizadas como bombas de contra

incendio; **bomba centrífuga**, cuando la succión es positiva y **bombas verticales**, de turbina cuando la succión es negativa, tal es el caso de succión desde piscinas, estanques o reservorio.

## **2.6. NORMA PETROECUADOR SI-004, PLANES DE EMERGENCIA**

### **2.6.1. Sistema de Alarma**

Se deberá contar con un sistema de alarma cuya señal pueda escucharse o verse en toda el área ocupada por las instalaciones. El sistema que se utilice, la ubicación de la central, distribución estaciones de aviso, etc., dependerán del tamaño y complejidad de las instalaciones y deberá cumplir los siguientes requisitos:

- El sonido deberá ser audible en todos los lugares de trabajo con una tonalidad que difiera sustancialmente de cualquier otra que se utilice para otros fines.
- El suministro de energía del sistema de alarma provendrá de dos fuentes independientes entre sí.

### **2.6.2. Causas y efectos de incendios en instalaciones petroleras**

Debido a que la industria Petrolera tiene que manejar grandes cantidades de materiales inflamables, los incendios en sus plantas y tanques son casi inevitables.

Una buena prevención y control de incendios involucra una capacitación de los trabajadores e implementación de todas las medidas de prevención y control que se exigen para que los incendios no ocasionen grandes pérdidas ya sean a las personas, materiales y equipos existentes.

Para cumplir con el objetivo de la prevención es preciso conocer cómo y dónde se origina un incendio para tratar en lo posible de eliminar sus causas y posibles efectos tanto sobre el medio ambiente como en las personas.

#### **a) Causas de los incendios**

Tomando en cuenta que los incendios son causados por la acción de una fuente de calor lo suficientemente para iniciar una combustión, es imprescindible mencionar los

principales factores considerados de riesgo en las actividades que manejan líquidos inflamables.

**b) Efectos de los incendios**

Las labores de la industria petrolera, producen efectos preocupantes que destruyen recursos naturales de valor y de gran importancia, además de ser generadoras de problemas que contribuyen con el desequilibrio ecológico.

**c) Efectos sobre el suelo**

El suelo quedará inerte en su micro flora y micro fauna a consecuencia de un incendio o de una explosión, por lo que el tiempo de recuperación será a largo plazo.

**d) Efectos sobre el agua**

El agua luego de un incendio o de una explosión no será apta para el consumo humano y para otros usos debido a que contará con materiales en suspensión.

**e) Efectos sobre flora y fauna**

El mayor problema de contaminación se debe ante la presencia de cursos de agua, en tal sentido sería conveniente el desarrollo de soluciones para la identificación de la dispersión y arrastre de sustancias peligrosas en los cursos de agua.

**f) Efectos sobre la vida humana**

Los efectos sobre las personas son básicamente a consecuencia de los gases vapores, humos generados en incendios o explosiones y del incremento de temperatura.

El grado de afectación estará determinado por las características de los gases vapores, tiempo de exposición a estos gases, vía de exposición y del tipo de órgano afectado.

### **2.6.3. Riesgos de incendio por fuentes de ignición**

Para minimizar las causas de los incendios, es importante saber cómo y dónde estos empiezan. Las causas han sido dispuestas por orden de frecuencias en toda la industria, aunque este

ordenamiento no es, necesariamente una medida de su importancia relativa en una planta o propiedad en particular.

**Electricidad 23%**, es la causa principal de incendios industriales. La mayor empieza en las instalaciones eléctricas y en los motores. Es necesario prestar una atención especial a los equipos que realizan los procesos peligrosos.

**El fumar 18%**, es una causa potencial de incendios casi en todas partes. Es cuestión de educación y control. Se debe prohibir estrictamente fumar en zonas peligrosas, como son los lugares donde hay líquidos inflamables, polvos y fibras combustibles.

**Fricción 10%**, en cojinetes calientes, componentes de máquinas desalineadas o rotas, atascamiento o apiñamientos de materiales y ajustes deficientes de propulsores de energía y transportadores.

**Recalentamiento de materiales 8%**, por temperaturas anormales en procesos, especialmente en aquellos que están vinculados con líquidos inflamables calientes y materiales en secadores. Se evitan mediante una supervisión cuidadosa y cumpliendo los actos y condiciones seguras.

**Superficies calientes 7%**, por el calor proveniente de calderas, hornos, escapes y conductos de escapes calientes, lámparas eléctricas y planchas, como también metales de procesos calientes que encienden líquidos inflamables y materiales combustibles. Se evitan mediante un diseño seguro y un buen mantenimiento de las cañerías de líquido inflamables, como también dando amplitud de espacio de aislación y circulación de aire entre las superficies calientes y los combustibles.

**Chispas de la combustión 5%**, por chispas y brasas que desprenden los incineradores, las cúpulas de fundiciones, los hornos, las cámaras de combustión, distintos equipos de procesos y vehículos industriales. Emplear equipos bien diseñados y cámaras de combustión bien cerradas, de ser necesario con arrestallamas.

## **2.7. NORMA NFPA**

La norma NFPA es reconocida alrededor del mundo como la fuente autoritativa principal de conocimientos técnicos, datos, y consejos para el consumidor sobre la problemática del fuego y la protección y prevención. La inspección y prueba al sistema contra incendios es establecida en las Normas NFPA 11 "*Standard for Low-Expansion Foam*", NFPA 14 "*Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems*", NFPA 20 "*Standard for the Installation of Centrifugal Fire Pumps*" y NFPA 25 "*Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based FIRE Protection Systems*". Estas normas están implícitas en el *COMPENDIO DE NORMAS DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL (SHI)* y proponen como objetivo primordial el detectar las desviaciones de caudal y presión nominal, condiciones del concentrado de espuma y de la estructura general, de los sistemas de bombeo de agua y de aplicación de espuma para el combate de incendios, a fin de implantar acciones correctivas.

## **2.8. NORMA API**

(American Petroleum Institute) Organización no lucrativa que regula los estándares industriales para la industria de petróleo y gas natural.

# CAPÍTULO III

## 3. DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN SANSAHUARI

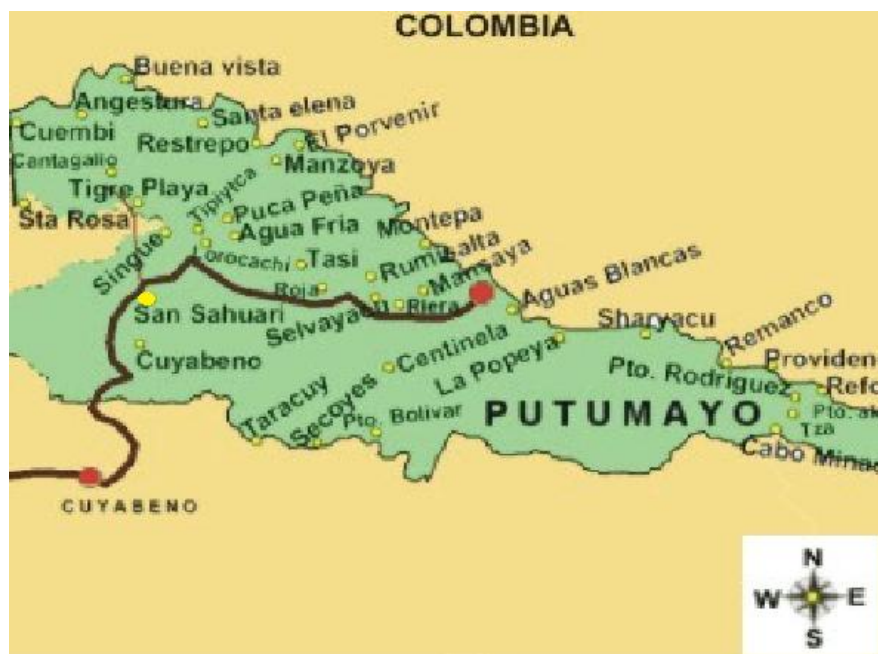


Fig. III.1 Ubicación de la Estación Sansahuari



### 3.1. ANTECEDENTES

La producción de la estación Sansahuari alcanzó durante el año 2011 un total de 41.798,62 BPPD mensuales, con un 83,73 % de BSW (Fuente: Departamento de Producción).

La estación Sansahuari está integrada por los pozos de producción activos: SSH (01, 03, 04, 06, 07, 08, 09, 10, 10-12D).

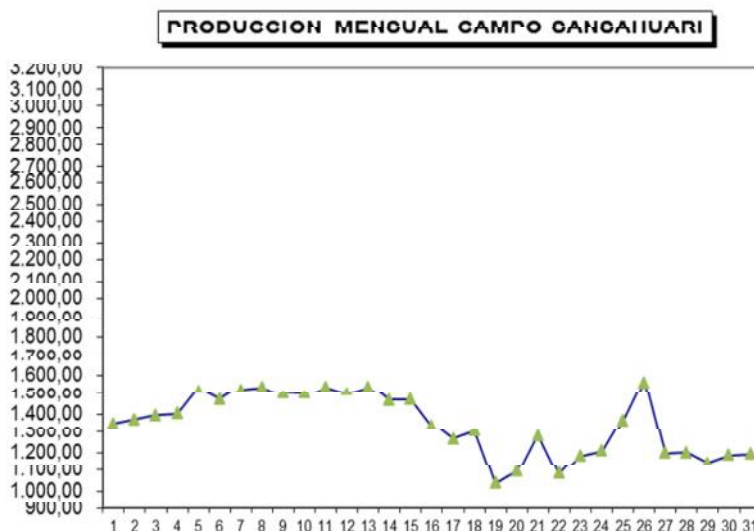


Fig. III.2 Producción mensual Estación Sansahuari

Fuente: Departamento de producción

### 3.2. ESTADO ACTUAL DE LOS POZOS Y SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EXISTENTES EN LA ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN SANSAHUARI

En la Estación Sansahuari se procesa todo el crudo, agua y gas que se producen en los 9 pozos productores activos, de los cuales 8 pozos producen por bombeo hidráulico (Power Oil), uno por bombeo electro sumergible (BES), 2 pozos inyectores y 4 pozos se encuentran cerrados, como se muestra en la Fig. III. 3.

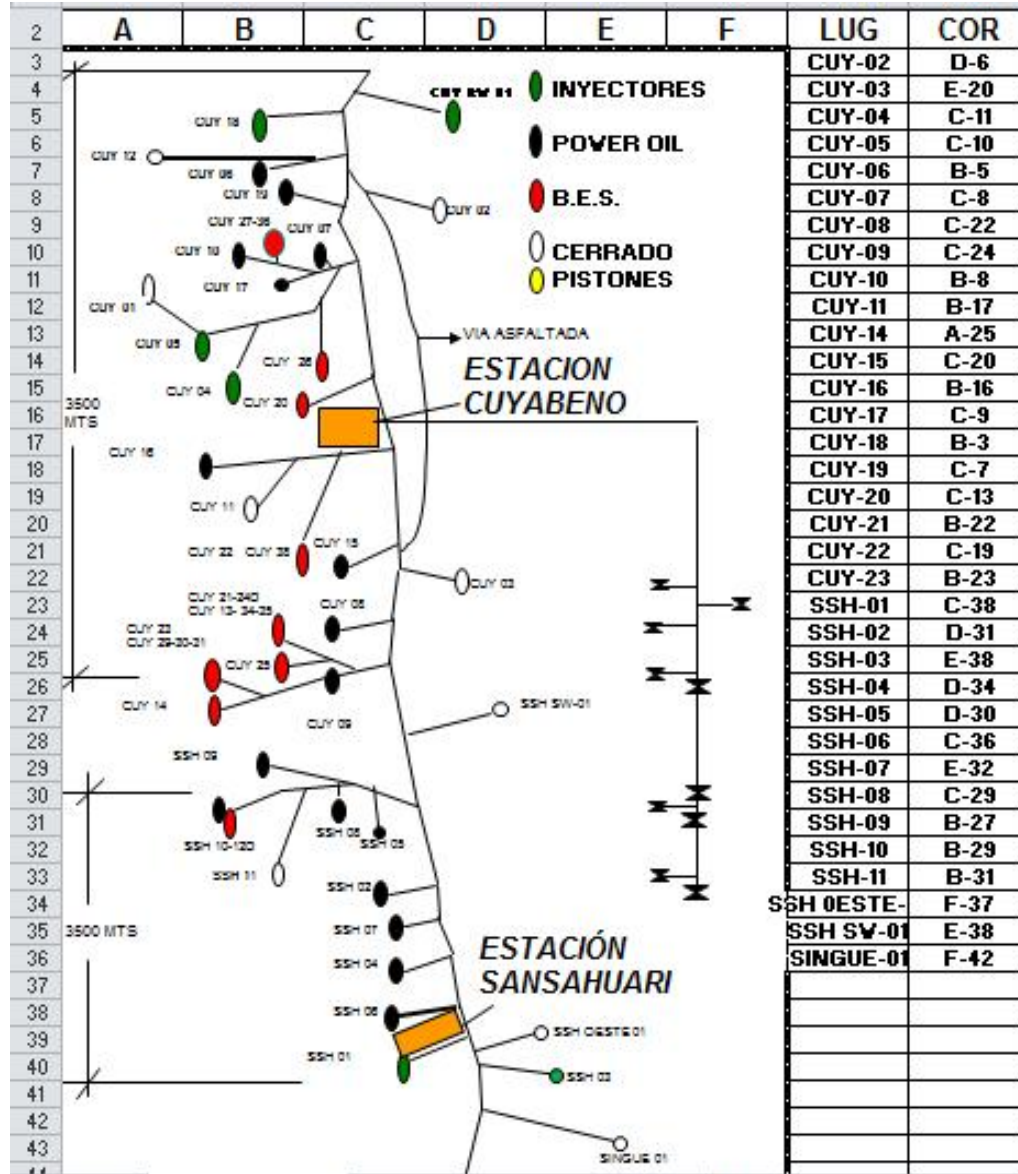


Fig. III. 3 Pozos existentes en la estación de producción Sansahuari

Fuente: Departamento de producción

### 3.3. DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN SANSAHUARI

La Estación Sansahuari pertenece a la empresa estatal Petroecuador y administrativamente controlado por su filial Petroproducción, se encuentra ubicado en la provincia de Sucumbios.

Limita: al Norte Tipishca, al Sur y Este con el Cantón Cuyabeno, al Oeste con la parroquia Cantagallo.

A los Manifolds de la estación llegan los 9 pozos productores, de allí continúa hacia el Sistema de Separación, conformada por un Separador de Prueba y dos Separadores de Producción, uno de los cuales no presentan ningún tipo de instrumentación asociada para la medición de las variables y el tercer separador, esta instrumentado con medidores de Crudo, Gas y Agua del tipo Turbina. Esta información llega a un panel, desde donde el operador toma, en forma manual, la información de los respectivos flujos (crudo, gas y agua) asociados a los pozos.

En la etapa de separación se separa el crudo del gas, el crudo va a la Bota desgasificadora, donde se extrae el remanente de gas que pudiera quedar en el flujo, que es quemado en la Tea; y el crudo es enviado al tanque de lavado, donde es separado del agua. Aquí, existe un subproceso de recirculación de agua, a través de un calentador, que agiliza el proceso de separación.

Una vez separada el agua del crudo, éste es transferido al Tanque de Surgencia, donde es almacenado, para luego ser transferido y medido (Fiscalizado) en la unidad LACT Lago Terminal, antes de entrar al oleoducto. Por su parte, el agua es enviada al Tanque de agua y desde allí es transferido a un pozo inyector. Una porción del gas total producido, desde la etapa de separación, es utilizado como gas combustible en las facilidades de la estación, el resto del gas es transferido a las Teas.

Con la finalidad de mejorar el proceso de separación, el Campo cuenta con tres puntos de inyección de química, los cuales están ubicados a la entrada del Sistema de Separación, a la salida del Tanque de Surgencia y a la salida del tanque de Agua.

### **3.4. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DEL ÁREA**

La zona donde se encuentran las instalaciones del campo Sansahuari, presenta un clima tropical húmedo, como se puede apreciar en la siguiente Tabla. III. 1.

Condiciones ambientales del área Sansahuari

CONDICIÓN AMBIENTAL	UNIDADES
Elevación sobre el nivel del mar	200-300 m.s.n.m
Temperatura (min/máx.)	20° C a 32° C
Velocidad del viento	40km/h
Presión Atmosférica	29.68 30 mmHg

**Tabla. III. I Condiciones ambientales del campo Sansahuari**

Fuente: [www.viajandox.com/sucumbios/el-carmen-putumayo-canton.htm](http://www.viajandox.com/sucumbios/el-carmen-putumayo-canton.htm)

### 3.5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN



**Fig. III. 4. Estación de producción Sansahuari**

La Estación Sansahuari actualmente cuenta con los siguientes equipos usados para realizar el proceso de producción de petróleo.

#### 3.5.1. Área de Manifolds

Está constituido por válvulas interconectadas a través de líneas y accesorios, recibe la línea de flujo de cada uno de los pozos; su operatividad es reducir la presión de llegada a la estación y direccionar el flujo al separador de prueba, a los separadores de producción y a la bota de gas.

El fluido multifásico proveniente de los 9 Pozos de producción llega a los múltiples y desde allí pasa a los separadores de producción donde se produce la separación liquido-gas.

La inyección de químicos se realiza a la entrada de los separadores.



**Fig. III. 6. Manifolds**

**Fuente: Estación Sansahuari**

### **3.5.2. Área de separadores**

El sistema de separación está conformado por 3 separadores: un separador liberador de agua libre trifásico de 20000 BFPD (Free Water); un separador de producción bifásico de 8000 BFPD de capacidad y un separador Bifásico de prueba de 5000 BFPD. El caudal total recibido en el separador de prueba se asume la entrada del pozo cuya sumatoria de producción más fluido motriz sea más alta (1422 BFPD).

Están ubicados después de los puntos de inyección de químicos y sirven para separar las fases crudo (agua + petróleo + gas en disolución) y gas libre; aquí se inicia el proceso de deshidratación y desgasificación; desde el separador se descarga gas libre, el mismo que es quemado en el mechero, también se produce independientemente agua, petróleo y gas disuelto que se direcciona a la bota. Cuando se realiza la prueba de producción de pozos se alinea el pozo a probar por un periodo de 12 a 24 horas, dependiendo de la mínima variación de flujo de producción en el tiempo.



**Fig. III. 5. Separadores**

**Fuente: Estación Sansahuari**

**EQUIPOS:**

**Denominación del equipo:** F.W.K.O

**Capacidad:** 20000 BFPD

**Sistema de control:** PLC (AMOT)

**Tipo:** Trifásico

**Denominación del equipo:** Separador producción

**Capacidad:** 10000 BPD

**Sistema de control:** Neumático KIMRAY 12 PL PILOT

**Tipo:** Bifásico

**Denominación del equipo:** Separador prueba

**Capacidad:** 5000 BPD

**Sistema de control:** Neumático KIMRAY 12 PL PILOT

**Tipo:** Bifásico

**3.5.3. Bota de gas**

En cuanto a la bota, la actual esta diseñada para manejar unos 15000 BFPD. La bota de gas recibe la descarga de los separadores de prueba y producción, su operación es, por medio de la despresurización extraer el gas disuelto presente en el crudo, continuando con el proceso de

desgasificación iniciado en los separadores, el gas separado es conducido al mechero donde se lo combustiona; luego se direcciona el fluido (petróleo + agua + remanente de gas disuelto) al tanque de lavado.

La fase líquida (crudo + agua) ingresa a la Bota de Gas en la cual se separa el remanente de gas existente en la corriente líquida.



**Fig. III. 7. Bota de Gas**

**Fuente: Estación Sansahuari**

### **3.5.4. Sistemas de almacenamiento**

#### **3.5.4.1 Tanque de lavado**

**Tipo de tanque:** Cónico Fijo

**Capacidad:** 12590 Barriles

Recibe la descarga de la bota de gas, este no es más que un separador de reposo gravitacional donde se culmina el proceso de deshidratación por el alto tiempo de residencia y desgasificación por despresurización (venteo), quedando a la salida del tanque de lavado, petróleo en especificaciones para ser trasvasado por gravedad desde la parte superior de este tanque al de surgencia.

A este tanque llega el crudo con agua y gas en suspensión que no pudieron separarse totalmente en los separadores de producción; en el tanque de lavado se hace una nueva separación, siendo el agua depositada en el fondo controlada manualmente por válvula o mediante la pierna hidrostática, el tanque tiene bota de gas para separar la fase gaseosa, en caso de emergencia de la bota de gas, tiene conexiones de descarga auxiliares.



**Fig. III. 8. Tanque de lavado**  
**Fuente: Estación Sansahuari**

#### **3.5.4.2 Tanque de Surgencia**

**Tipo de tanque:** Cónico Fijo

**Capacidad:** 18130 Barriles

Desde este tanque se succiona el petróleo tanto para transferencia como para el sistema de inyección Power Oil.



**Fig. III. 9. Tanque de reposo**  
**Fuente: Estación Sansahuari**

#### **3.5.5. SISTEMA DE REINYECCIÓN DE AGUA**

La estación Sansahuari tiene una producción diaria de agua de formación de 4804 BWPd, el sistema consta de un tanque de 3000 barriles de capacidad nominal y un pulmón con dos bombas BOOSTER tipo centrifugas, marca DURCO modelo Mark III (una 3x2-13 y otra 6x4-10).



Estas bombas transfieren el agua de formación a las dos bombas de reinyección marca REDA modelos (66CRCT-AFL-INC) y es reinyectada al pozo: SSH 10-12D.

El agua proveniente de la deshidratación de tanque de lavado es succionada por las bombas BOOSTER de agua que empacan la succión de las bombas horizontales Multietapa que finalmente reinyectan el agua los pozos.



**Fig. III. 10. Bomba Horizontal Sistema de Reinyección**  
**Fuente: Estación Sansahuari**

**EQUIPOS:**

**Sistema de deshidratación:** mecánico - químico

**Volumen de agua producida:** 4950

**# de pozos:** 1

**UNIDADES BOOSTER (Succión)**

**Sistema de deshidratación:** B. BOOSTER REINYECCIÓN AGUA No 1

**Tipo de bomba:** Durco centrífuga 6x4-10

**Motor:** Eléctrico Reda

**Control:** Arrancador

**Capacidad:** GPM

**Potencia:** 75 HP

**Sistema de deshidratación:** B. BOOSTER REINYECCIÓN AGUA No 2

**Tipo de bomba:** Durco centrífuga 3x2-13

**Motor:** Eléctrico Reda

**Control:** Arrancador

**Capacidad:** GPM

**Potencia:** 75 HP

**UNIDADES DE ALTA PRESIÓN (Reinyección)**

**Denominación de la bomba:** Bomba RYA Horizontal No. 1

**Tipo de bomba:** Centrífuga multietapa

**Motor:** Eléctrico

**Control:** Variador 390 KVA

**Capacidad:** 7000 BPD

**Potencia:** 250 HP

**Denominación de la bomba:** Bomba RYA Horizontal No. 2

**Tipo de bomba:** Centrífuga multietapa

**Motor:** Eléctrico

**Control:** Variador 390 KVA

**Capacidad:** 7000 BPD

**Potencia:** 250 HP

**3.5.6. Sistema de Bombas BOOSTER para transferencia de crudo e inyección Power Oil.**

El sistema de transferencia de crudo consta de un pulmón con tres bombas BOOSTER tipo centrífuga marca DURCO modelos (dos bombas Mark II 4x3-10 y Mark III 4x3-13) con dos medidores de desplazamiento positivos marca Smith meter F4-S1 de 600 GPM de capacidad, con su respectivo toma muestra. No existen bombas transferencias de crudo sino que el petróleo es enviado con las bombas BOOSTER a los tanques de la estación Cuyabeno, a través de un oleoducto 6 5/8" de 11.30 km. de longitud. Y con respecto al sistema Power Oil, el sistema consta de una bomba BOOSTER tipo centrífuga marca DURCO modelo Mark III 4x3-10 y transfiere el petróleo motriz al sistema Power Oil centralizado.



**Fig. II. 11. Sistemas Bombas BOOSTER**

**Fuente: Estación Sansahuari**

### **3.5.7. Sistema de Inyección Power Oil**

Es un sistema centralizado de bombeo y consta de tres bombas de quintuples 120 GPM de capacidad de 4115 BIPD, marca NATIONAL OIL WELL, Modelo 300Q-5H, los cuales manejan una presión de inyección de 3855 PSI, y envían el fluido motriz (petróleo) a los ocho (8) pozos que producen por levantamiento artificial por bombeo hidráulico (SSH-02, 04, 05, 06, 07, 08, 09). La inyección actual asciende a 7280 Bls/día.



**Fig. III. 12. Sistema de bombeo**

**Fuente: Estación Sansahuari**

#### **EQUIPOS:**

##### **Unidades Booster**

**Definición de la bomba:** B.BOOSTER TRANSF. CRUDO No 1

**Tipo de bomba:** Centrífuga 4x3x10 H/83

**Motor:** Eléctrico

**Control:** Arrancador

**Capacidad:** 900 GPM

**Potencia:** 60 HP

#### **Unidades Booster**

**Definición de la bomba:** B.BOOSTER TRANSF. CRUDO No 2

**Tipo de bomba:** Centrífuga 4x3x10

**Motor:** Eléctrico

**Control:** Arrancador

**Capacidad:** 900 GPM

**Potencia:** 60 HP

#### **Unidades Booster**

**Definición de la bomba:** B.BOOSTER TRANSF. CRUDO No 3

**Tipo de bomba:** Centrífuga 2K4x3-13/130

**Motor:** Combustión Diesel

**Control:** Arrancaor

**Capacidad:** 550 GPM

**Potencia:** 79.3 HP

### **3.5.8. Inyección de químicos**

Consta de tanques de almacenamiento de químicos, que están conectados a la mirilla que registra el nivel del tanque de almacenamiento, se conecta a un regulador de volumen donde se controla la cantidad de galones inyectados por día, luego va a la bomba por medio de una línea y da la presión necesaria para la inyección del químico a las líneas que van desde el Manifold a los separadores. Los químicos que se inyectan a las líneas de flujo son por lo menos de tres tipos: Desmulsificantes que desestabilizan la emulsión agua – petróleo; antiespumante, que captura la fase líquida de arrastre en el gas; inhibidor de corrosión, que protege contra la corrosión todas las líneas y equipos, mediante la formación de una película filmica.



**Fig. III. 13. Inyección de Químicos**

**Fuente: Estación Sansahuari**

### **3.5.9. Facilidades para Levantamiento Artificial (Gas Lift / Power Oil)**

Este tipo de levantamiento consiste en inyectar gas a alta presión dentro del tubing hacia el fondo del pozo, con la finalidad de aliviar la columna de fluido, para de esta manera ayudar a trasladar el fluido a la superficie. Los principales componentes en este tipo de levantamiento son compresores para el gas, válvulas reguladoras, líneas de inyección a alta presión, válvulas gas lift, mandriles y packers de mandriles.



**Fig. III. 14. Gas Lift**

**Fuente: Estación Sansahuari**

#### **EQUIPOS:**

**Tipo de levantamiento:** Power Oil

**# de Pozos:** 3

**# de Unidades:** 2

**Volumen de fluido motriz:** 3060 Barriles

**Tipo de bomba/compresor:** De SP. POSIT. Quíntuplex 01

**Capacidad:** 120 GPM

**Potencia:** 475 HP

**Motor:** Caterpillar 3408

**Tipo de bomba/compresor:** De SP. POSIT. Quíntuplex 02

**Capacidad:** 120 GPM

**Potencia:** 475 HP

### 3.5.10. Calentador

El calentador está constituido de tubos concéntricos los cuales incrementan la temperatura del agua de formación, quemando gas natural en el tubo interno, mientras que por el espacio anular en contracorriente ingresa el agua del tanque de lavado, incrementándose la temperatura entre 10-25°F.



**Fig. III. 15. Calentador**

**Fuente: Estación Sansahuari**

### 3.5.11. Mecheros

El gas del depurador y de la bota de gas que no se emplea como combustible es enviado a los quemadores (mecheros).



**Fig. III. 16. Mecheros**

**Fuente: Estación Sansahuari**

### **3.5.12. Generación y distribución de electricidad**

El campo Sansahuari tiene una central de generación de 640 KW a 480 voltios para suministrar energía a los motores del sistema ACT, y otra central de generación 550 KW a 480 voltios para suministrar energía a los motores de reinyección de agua. La carga aproximada de la estación es de 900 KW.



**Fig. III. 17. Central de Generación**

**Fuente: Estación Sansahuari**

### **3.6. SISTEMA CONTRA INCENDIOS**

A nivel industrial un sistema contra incendios es de vital importancia principalmente para resguardar la vida de sus trabajadores y evitar catástrofes mayores que perjudiquen económicamente a la empresa, por estas razones el sistema debe funcionar y poseer los equipos adecuados para combatir cualquier conato de incendio.

### 3.6.1. Descripción del sistema actual

Una vez descrito el proceso de producción, se observa que existen riesgos altos de producirse un incendio, de ahí la importancia de contar con un sistema contra incendios que garantice la protección y seguridad del personal y de las instalaciones de la planta.

El Sistema Contra Incendios actual del campo Sansahuari está constituido por un sistema de espuma y un sistema de agua, dos bombas a diesel, monitores y extinguidores fijos y portátiles.

El funcionamiento del Sistema Contra Incendios es manualmente, esto implica que al darse un conato el tiempo de acción va a ser retardado y pone en riesgo al personal y a los equipos provocando pérdidas.

El mantenimiento se realiza una vez al mes por el departamento de Seguridad y Salud Ambiental para verificar el correcto funcionamiento de las bombas pudiendo visualizar en el tablero del SCI si existe alguna falla.

El encendido de las bombas se realiza mediante el tablero instalado en el sistema, para que arranque una bomba correctamente se está utilizando las siguientes variables de control; presión del aceite del motor, velocidad del motor y temperatura.



**Fig. III. 18. Tablero del Sistema contraincendios actual**

**Fuente: Estación Sansahuari**

El sistema no cuenta con la automatización y el control que garantice el correcto funcionamiento del Sistema Contra Incendios. Por esta razón el presente proyecto tiene como objetivo detectar, automatizar el sistema contra incendios, para esto se procederá a realizar.

- ✓ Desarrollo de la ingeniería de detalle para la automatización y control del sistema.



- ✓ Determinación de parámetros y variables de control para el funcionamiento del sistema contra incendios según normas.
- ✓ Diseñar el circuito de control y programarlo en el PLC.
- ✓ Instalar y realizar pruebas de funcionamiento de los detectores de fuego UV/IR.
- ✓ Diseñar e implementar un tablero de operación para los detectores UV/IR.
- ✓ Implementar el todo el sistema de detección y realizar pruebas de funcionamiento.
- ✓ Entregar el sistema contra incendios automatizado al 100%.

Antes de describir el Sistema Contra Incendios cabe recalcarla normativa de colores que rigen cuanto a tuberías:

- Amarillo: Circulación de gas (agente espumante)
- Rojo: Circulación de agua no potable
- Verde: circulación de agua potable
- Azul: Circulación de aire
- Naranja: Aire comprimido

### **3.6.2. Estación de producción Sansahuari**

A continuación se enlistan las observaciones efectuadas en los diferentes componentes del Sistema Contra Incendios, detectados en la Estación Sansahuari.

#### **3.6.2.1. Suministro de Agua**

Son las instalaciones que abarcan cualquier masa de agua disponible como fuente de suministro, tanto si está contenida por una barrera artificial como natural.

TQ. 02-880054460

**Capacidad:** 252 m<sup>3</sup>



**Figura. III. 19. Tanque de agua SCI**  
**Fuente: Estación Sansahuari**

### 3.6.2.2. Tanque de espuma

**ESPUMA XL3**

**CAP: 1700 GLS**

La espuma es un secuestrador de oxígeno, elemento indispensable para controlar la combustión, evitando la propagación del incendio o su prolongación.

Un ramal de la tubería del agua del sistema contra incendios pasa a través del tanque de concentrado de espuma que en su parte superior tiene un dosificador y, mediante un sistema de compensación de presiones, se genera la mezcla (agua- espuma) formando un líquido espumógeno que es bombeado hacia un dispensador (flauta) que se encuentra ubicado internamente en la parte superior del tanque donde se forma un colchón de espuma química que aísla el oxígeno y ahoga las llamas.



**Figura. III. 20. Tanque de espuma SCI**  
**Fuente: Estación Sansahuari**

### 3.6.2.3. TANQUE DE DIESEL

**PPR:** 17464

**CAP:** 9622 GLS



**Fig. III. 21. Tanque de diesel**

**Fuente: Estación Sansahuari**

### 3.6.2.4. Red de distribución

Está constituida por las tuberías, y permite transportar el agua desde la fuente de suministro hasta los puntos donde debe emplearse. La red está integrada por:

- **Tubería de succión:** Es el tramo de tubería que va desde el suministro de agua, hasta la bomba o sistema de impulsión.
- **Tubería matriz:** Es la tubería, que parte del medio de impulsión y conduce el caudal de ésta hasta la primera derivación.
- **Tubería principal:** Es una tubería continua, horizontal o vertical, conectada a la tubería matriz y que alimenta los ramales.
- **Ramal:** Es un tramo de tubería conectado a la tubería principal y que alimenta a las bocas de agua y/o rociadores.
- **Hidrantes:** Son dispositivos terminales y puntuales para el suministro de agua en volumen, con conexiones para camiones o carros bomba y/o líneas de manguera para combatir incendios. Están conectados a la red de distribución.

• **Monitores:** Son dispositivos fijos de accionamiento manual, remoto o automático, diseñados para descargar un caudal de agua o espuma en forma de chorro directo o neblina, conectados a la red de distribución.



**Fig. III. 22. Monitores en el campo Sansahuari**

**Fuente: Campo Sansahuari**

• **Rociadores:** Son dispositivos conectados a un ramal de la red de suministro, por medio de los cuales se logra la aspersión de agua y/o espuma. Se les reconoce en inglés como “Sprinklers”.

• **Válvulas:** Son dispositivos incorporados a las bombas, la red de distribución, los hidrantes, los monitores y los rociadores. Permiten bloquear, sectorizar y/o derivar los caudales de agua en el sistema.

• **Bocas de agua o bocas de incendio:** Son los puntos que sirven para conectar las mangueras.

• **Tramos de manguera:** Son conductos flexibles que permiten adaptar en sus extremos los elementos o accesorios necesarios para conectarse a las bocas de agua y las bocas de descarga.

• **Toberas o bocas de descarga:** Son dispositivos que permiten regular el patrón y la descarga de agua. Estos pueden ubicarse fijos en los monitores o móviles en los extremos de los tramos de manguera.



**Fig. III. 23. Red de distribución del SCI**

**Fuente: Estación Sansahuari**

### **3.6.2.5. Sistema de bombeo**

El agua dulce proviene del río más cercano al campo. Es almacenada en el tanque emperrado de agua del S.C.I, mediante bombas captadoras de agua, en caso de existir un conato se procede de la siguiente manera

Del tanque de almacenamiento de 252m<sup>3</sup>, el agua es succionada mediante las bombas accionadas. Cabe indicar que el sistema actualmente no funciona de manera automática como sería lo óptimo.

Las bombas del sistema de agua tienen las siguientes características:

#### **Bomba 1:**

Motor de Combustión 302 HP

Serie: 6A436939

Modelo: DDFPT6AT 7005

Fabricante: GMDD

#### **Bomba 2:**

Bomba centrífuga

Serie: 84-66732

Modelo: 6-481-20

Fabricante: AUROR

1750 RPM

2000 GPM

Una vez accionada la bomba, el agua ingresa al cabezal de descarga del cual salen dos derivaciones hacia la red de tuberías del Sistema Contra Incendios, una de las tomas de agua sirve como agua de enfriamiento de las instalaciones llegando hasta los monitores e hidratantes, mientras que la segunda toma sirve para para alimentar la formación de espuma.



**Fig. III. 24. Sistema de bombeo del SCI**

**Fuente: Estación Sansahuari**

### **3.6.2.6. Sistema Móvil Contra Incendios**

Es sistema móvil de la estación Sansahuari está constituido por:

**Mangueras.-** Pesan aproximadamente 9 Lbs. Cuya longitud son de 50 metros localizadas en las casetas.

**Extintores.-** Existen extintores de polvo químico seco de 150 Lbs. Y los extintores de polvo químico seco presurizados operados por una cápsula de CO<sub>2</sub> de alta presión ( de 20 y 30 Lbs.), el cual es el agente expulsor.

### Extintores en la estación SANSAHUARI

Nº	UBICACIÓN	MARCA	Nº SERIE	PP	MODELO	TIPO	CLASE	ESTADO
1	MANIFOLDS	ANSUL	PN819439	24328		PQS-150 lbs	BC	MB
2	RYA HSH	BADGER	AA-332268	35936	B-20-V	Co2-30 LBS- PRESURIZADO	BC	MB
3	GENERADOR RYA	ANSUL	S/N	S/N	S/N	PQS-30 LBS- CAPSULA	BC	MB
4	GENERADOR- ACT	ANSUL	YV670672	17592	IK206	PQS-30 LBS- CAPSULA	BC	MB
5	POWER OIL	BADGER	H-32111	35727	B-20-PK- H-F	PQS-20 LBS- CAPSULA	BC	MB
6	SEPARADORES	ANSUL	11			PQS-150 LBS	BC	MB
7	SUMIDERO-SCI	ANSUL	YV670886	17582		PQS-30 LBS- CAPSULA	BC	MB
8	OFICINAS LABORATORIO	BADGER	PU605997	35724	B-20-PK- H-F	PQS-30 LBS- CAPSULA	BC	MB
9	TK SURGENCIA	ANSUL	S/N	S/N	S/N	PQS-125 LBS	BC	MB

**Tabla. III. II. Extintores**

**Fuente: Departamento de Producción**



**Fig. III. 25. PQS-20 LBS-CAPSULA**

**Fuente: Estación Sansahuari**



**Fig. III. 26. PQS-30 LBS-CAPSULA**

**Fuente: Estación Sansahuari**



**Fig. III. 27. Extintor móvil con ruedas**

### **3.7. SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA**

La estación Sansahuari no cuenta con un sistema de detección en los equipos del área de bombeo, siendo vulnerables a incendios, el operador de la estación es el encargado de detectar mediante vigilancia continua y del mismo modo reaccionar si ha detectado alguna amenaza.

En la revisión de los equipos e instalaciones contra incendio de la estación se pudo observar que estos tienen un promedio de 15 a 20 años.

### **3.8. ANÁLISIS DE LOS RIESGOS DE DESASTRES EN CASO DE UN INCENDIO EN LA ESTACIÓN SANSAHUARI**

En el caso de incendios, si no se controla a tiempo, es decir en los primeros segundos o minutos de iniciado el incendio o producido el conato, la amenaza puede pasar de niveles bajos a altos o incluso críticos en muy poco tiempo. En caso de una explosión las condiciones son mucho más críticas y lo que se debe procurar es controlar el incendio para que no se provoquen explosiones, siendo así impredecible contar con un sistema de detección de fuego.

En la estación por la presencia y manejo de materiales inflamables se hace imprescindible la clasificación en zonas de las diferentes áreas que se desean proteger considerando su alto riesgo de explosión.

La actualización del Sistema Contra Incendio implica la implementación de un sistema moderno de detección y alarma, suplantando de esta manera al precario sistema de monitoreo (vigilancia humana).

#### **3.8.1. Tipos de amenazas**

**Derrames.-** La manipulación de combustible y otros compuestos químicos, genera la posibilidad de fugas, por otro lado la existencia de tanques de almacenamiento y piscina de crudo puede provocar desbordes o fugas. El eventual derrame puede extenderse produciendo riesgos al ambiente.



**Incendios.-** La presencia de combustible, químicos, gas natural, crudo y otras sustancias de alta inflamabilidad, que existen dentro de los procesos productivos del campo, pueden producir combustión y provocar incendios que afecten a los diferentes recursos ambientales.

**Explosiones.-** Las características de inflamabilidad y alta presión, tanto en superficie como al interior de los pozos, genera atmósferas explosivas que ligadas a la combustión puede causar explosiones.

Es necesario usar un método para identificación y análisis de riesgos de incendios y dentro de estos existen algunos métodos.

- Métodos Cuantitativos:
  - Análisis mediante árboles de fallos (ACAF).
  - Análisis mediante árboles de sucesos (ACAS).
  - Análisis de causas y consecuencias (ACCC).
- Métodos Semicuantitativos:
  - Son métodos de análisis crítico, que emplean índices globales del potencial de riesgo estimado a partir de las estadísticas, entre los cuales se encuentran.
    - Índice de fuego y Explosión (IFE).
    - Índice de Mond (ICI).
    - Análisis de los modos de fallos, efectos y criticidad (AMFEC).
    - Análisis de riesgos con evaluación del riesgo intrínseco.
- Métodos Cuantitativos:
  - Análisis histórico de riesgos (AHR).
  - Análisis preliminar de riesgos (APR).
  - Análisis mediante listas de comprobación (ALC).
  - Análisis de los modos de fallos y sus efectos (AMFE).
  - Análisis ¿Qué pasa sí? (QPS).
  - Análisis de riesgos y operatividad (HAZOP).

Para el análisis de riesgos en la Estación Sansahuari se utilizará el método semicuantitativo de índice Dow de incendio y explosión.

### 3.9. MÉTODO DOW DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN

El Índice de Fuego y Explosión (F&EI), creado por Dow Chemical, es una herramienta para la evaluación objetiva paso a paso de la posibilidad real de un incendio, explosión y reactividad de equipos de proceso, su propósito es servir como guía para seleccionar el método de protección contra incendios adecuado y ofrecer información para ayudar a evaluar el riesgo general en la industria.

Para llevar a cabo este tipo de análisis es necesario contar mínimo con la siguiente información. Las principales contribuciones del índice Dow se indican a continuación:

- Cuantificar el daño esperado, proveniente de posibles fuentes de incendio y explosión en términos reales.
- Identificar el equipo o equipos que puedan contribuir a la creación o aumento de un incidente.
- Comunicar el potencial de fuego y explosión a la gerencia.

El método se desarrolla siguiendo una serie de etapas;

1. Dividir la planta en estudio de áreas de procesos.
2. Determinar un factor material (FM) para cada área de proceso.
3. Evaluar los factores de riesgo, denominados F1 (riesgos generales del proceso) y F2 (los riesgos especiales del proceso).
4. Determinar F3 (Factor de riesgos de la zona de proceso).
5. Finalmente se obtiene el índice de incendio y explosión, (IFE).

En el paso 4 para el cálculo de F3, pueden existir varios factores generales como especiales, lo cual conlleva a realizar una suma individual de cada uno para obtener un total de F1 y F2.

El factor de riesgos de la zona de proceso (F3) equivale al producto de los riesgos generales y especiales:

$$F3 = F1 \times F2$$

El índice Dow de incendio y explosión (IFE) es el resultado del producto del factor de riesgos de la zona del proceso (F3) y el factor de material (FM):

$$IFE = F3 \times FM$$

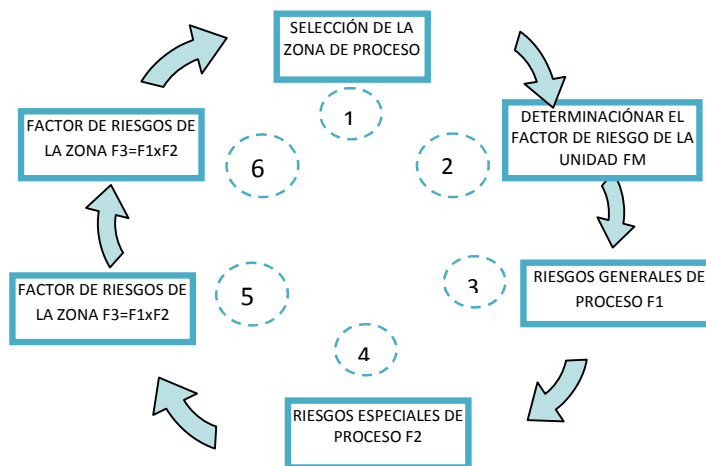


Fig. III. 28. Procedimiento método Dow

El análisis Dow debe aplicarse a todas aquellas unidades en donde exista un gran impacto en el riesgo de incendio o explosión según el material utilizado en la unidad.

### 3.9.1. Factor Material (FM)

El factor material es el valor más importante en el índice de Dow ya que este es una medida de la intensidad de energía liberada por un compuesto químico, mezcla o sustancia y es el punto de partida para el cálculo del índice de fuego y explosión. El factor material se obtiene a través de la reactividad y flamabilidad de las sustancias.

Los valores que puede adquirir el Factor Material varían entre 1 y 40 y existen listas de materiales ya especificadas para el índice Dow.

La Tabla. III. 4 ilustra algunos valores de factores de materiales (FM) para compuestos típicos: El Índice Dow se calcula para todas las unidades pertinentes, a partir de factores que reflejan las características de los materiales utilizados y de las condiciones del proceso: el factor material y el factor de riesgo:

COMPUESTO	FM	COMPUESTO	FM	COMPUESTO	FM
Aceite lubricante	4	Diesel	10	Monóxido de carbono	16
Acetato de etilo	16	Estireno	24	Nitrato de amonio	16
Acetato de vinilo	24	Etilenglicol	16	Nitroglicerina	29
Acetona	16	Fenol	4	Óxido de propileno	40
Acrilonitrilo	24	Flúor	4	Peróxido de hidrógeno	24
Amoniaco	4	Fuelóleo	29	Petróleo crudo	16
Benceno	16	Gasóleo	10	Poliestireno	10
Bióxido Sulfuroso	1	Gasolina	10	Poliestireno (espuma)	16
Butadieno	24	Heptano	16	Polietileno	18
Butano	21	Hexano	16	Piridina	24
Cianuro de Hidrógeno	29	Hidrógeno	16	Propano	21
Ciclohexano	16	Isopropanol	21	Tolueno	16
Cloro	1	Metano	16	Sodio	24
Cloruro de vinilo	21	Metanol	21	Sulfuro de hidrógeno	21

**La Tabla. III. III. Factor de material para el cálculo del Índice Dow**  
**Fuente: Índice DOW de incendio y explosión (6ª Edición)**

El factor de riesgo de la unidad: Es un número entre 1 y 8, calculado como el producto de los factores de riesgo:

### 3.9.2. Riesgos generales del proceso (F1)

Evalúan la potencial peligrosidad de las operaciones normales del proceso. Si un factor no es considerado, se aplicará el coeficiente 0. Los mínimos valores atribuidos en la Tabla. III. 5 son los propuestos por el método como penalización más suaves en caso de considerar un factor de riesgo determinado.

Se considera como factores de riesgos a la presencia de reacciones exotérmicas o la realización de carga y descarga de líquidos, equipos que procesan líquidos combustibles, accesos inadecuados para el equipo de emergencia, control de drenajes y fugas.

### 3.9.3. Riesgos especiales del proceso (F2)

Evalúan aquellas condiciones de proceso especialmente agravantes del riesgo de explosión y/o incendio. El método considera un valor relativo a la toxicidad que no pretende evaluar el riesgo de contaminación del medio ambiente o la salud, sino que pretende considerar el factor agravante para la intervención es caso de emergencia que ello supone, al igual que los demás factores considerados en la Tabla. III. 5. Se opta como valor máximo de F2 15,43.

Se consideran los siguientes factores como riesgos especiales del proceso:

- a) Sustancias tóxicas
- b) Presión por debajo de la atmosférica
- c) Operación en, o cerca del ámbito de inflamabilidad
- d) Explosión de polvo.
- e) Presión
- f) Temperatura muy baja
- g) Cantidad de material inflamable: líquidos o gases en almacenamiento.
- h) Corrosión y erosión
- i) Empleo de equipo con fuego directo
- j) Sistema de transmisión de calor por aceite térmico
- k) Equipo rotativo: Unidad de proceso con bomba, unidad de proceso con compresor.

Estos factores son iguales como penalidades, de acuerdo a los criterios señalados en la guía Dow. Algunos de ellos son resumidos en la Tabla. III. 5.

CÁLCULO DEL FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD	PENALIZACIÓN
Riesgos Generales de Proceso(F1): <b>• Factor Básico</b> • Reacciones químicas exotérmicas • Procesos endotérmicos • Manejo y conducción de productos • Unidades encerradas o cubiertas • Drenajes y control de derrames	1,00 0,30 – 1,25 0,20 – 0,40 0,25 – 1,05 0,25 – 0,90 0,25 – 0,50
Riesgos especiales del proceso (F2): <b>• Factor Básico</b> • Materiales tóxicos • Presión por debajo de la atmosférica. • Operación cerca del límite de inflamabilidad: Tanques de almacenamiento de líquidos inflamables Descontrol del proceso o fallo de purga Siempre dentro del ámbito de inflamabilidad • Explosión de polvo • Presión • Baja temperatura • Cantidad de productos inflamables: Sólidos, líquidos, gases y productos reactivos en proceso, o en almacenamiento. • Corrosión y erosión • Fugas, juntas y cierres • Sistema de transmisión de calor por aceite térmico • Equipo rotativo	1,0 0,20 – 0,80 0,50 0,50 0,30 0,80 0,25 – 0,80 0,20 a 0,30 0,10 – 0,75 0,10 – 1,50 0,15 a 1,15 0,50

**Tabla. III. IV. Factor de riesgo**

**Fuente: Lista de comprobación para la aplicación del índice DOW de incendio y explosión (6ª Edición)**

El IFE es un valor entre 1 y 320 permite estimar el área de exposición y el máximo daño probable a la propiedad debido al incendio o explosión. El área de exposición es un círculo ideal, en cuyo interior se manifestarían los efectos destructivos de una explosión o un incendio de la unidad de proceso evaluada. El radio de este círculo se calcula como:  $\text{Radio (m)} = 0.256 \times \text{IFE}$

### 3.9.4. APLICACIÓN DEL MÉTODO DOW ÁREA DE LAS POWER OIL (VER ANEXO 11)

Factor de material para petróleo crudo = 16

- **Riesgos Generales = 3.20**

Valor de base (1,0)

Reacciones químicas exotérmicas (1)

Manejo y conducción de productos (0.5)

Unidad cubierta (penalización 0,50)

Se considera que no hay problemas de acceso

Se tiene control de derrames (penalización 0,20)

- **Riesgos Especiales del Proceso = 2.9**

Valor base (1,0)

Materiales tóxicos (0)

Operación cerca del límite de inflamabilidad (0,3)

Siempre dentro del ámbito de inflamabilidad (0.3)

No procede penalizar por explosión de polvo.

Para presión atmosférica (0)

Baja temperatura (0.2)

Corrosión y erosión (0.5)

Fugas, juntas y cierres (0.10)

Equipo rotativo (0.5)

Factor de Riesgo de la Unidad =  $3,20 \times 2,9 = 9,3$

Índice de Fuego y Explosión =  $16 \times 9,3 = 148,8$

Radio del área de exposición =  $148,8 \times 0,256 = 38$  metros

Después de haber realizado el análisis Down para el área de bombeo Power Oil se a determinado que es una zona de riesgo alto, debido IFE es de 148.8.

# **CAPÍTULO IV**

## **4. DISEÑO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE FUEGO**

Este capítulo presenta los criterios de diseño y especificaciones del sistema, de acuerdo a la información presentada hasta este momento. El sistema a elegir deberá cumplir con requisitos de las certificaciones de construcción de los dispositivos de trabajo destinados para este tipo de instalaciones.

### **4.1. DESCRIPCIÓN DEL ALCANCE DEL SISTEMA A IMPLEMENTAR**

Es necesario indicar cómo debe funcionar el sistema de detección de fuego, antes de empezar con el diseño del mismo, pues su óptimo funcionamiento permitirá alcanzar el objetivo planteado. El sistema contra incendios funcionará en modo manual y en modo automático, este sistema está compuesto por: 2 bombas mecánicas, sensor de presión aceite, sensor de temperatura, sensor de velocidad, tanque de agua, detectores de fuego, tablero de control, tuberías, monitores, paros de emergencia, sirena.



Para el funcionamiento en **modo manual** el operador al observar algún indicio de incendio en la estación se podrá activar los paros de emergencia de las unidades Power Oil, arrancar o parar las bombas del SCI y activar la sirena en el momento que crea conveniente; mientras que los paros de emergencia estarán ubicados en la caseta del operador y a 2 metros de la caseta de las unidades de bombeo para mayor facilidad de operación.

Mientras que el funcionamiento en **modo automático** se tiene un buen tiempo de respuesta en la detección; al recibir el PLC una señal de alarma de los detectores de fuego instalados se activará el arranque de las bombas del sistema contra incendio, activación de una señal de anunciación sonora y lo más importante el operador ya no intervendrá en el apagado de las unidades de bombeo Power Oil ya que se lo realizará automáticamente a través de los módulos de control Murphy.

Se usarán detectores de fuego UV/IR por cada bomba para cumplir con la norma que exige redundancia en los sensores y para mejor cobertura.

Para esto se implementará un tablero de control en la caseta del SCI con selectores, pulsadores, luces de indicación del estado de los detectores de fuego y actuadores del sistema. También se incluirá un modo Test, para realizar pruebas de funcionamiento de los detectores UV/IR, para garantizar el funcionamiento correcto.

Para los dos casos manual o automático, el sistema de control estará basado en un PLC como elemento principal, su programación contemplará todas las acciones de control, dando seguridad y confiabilidad al proceso.

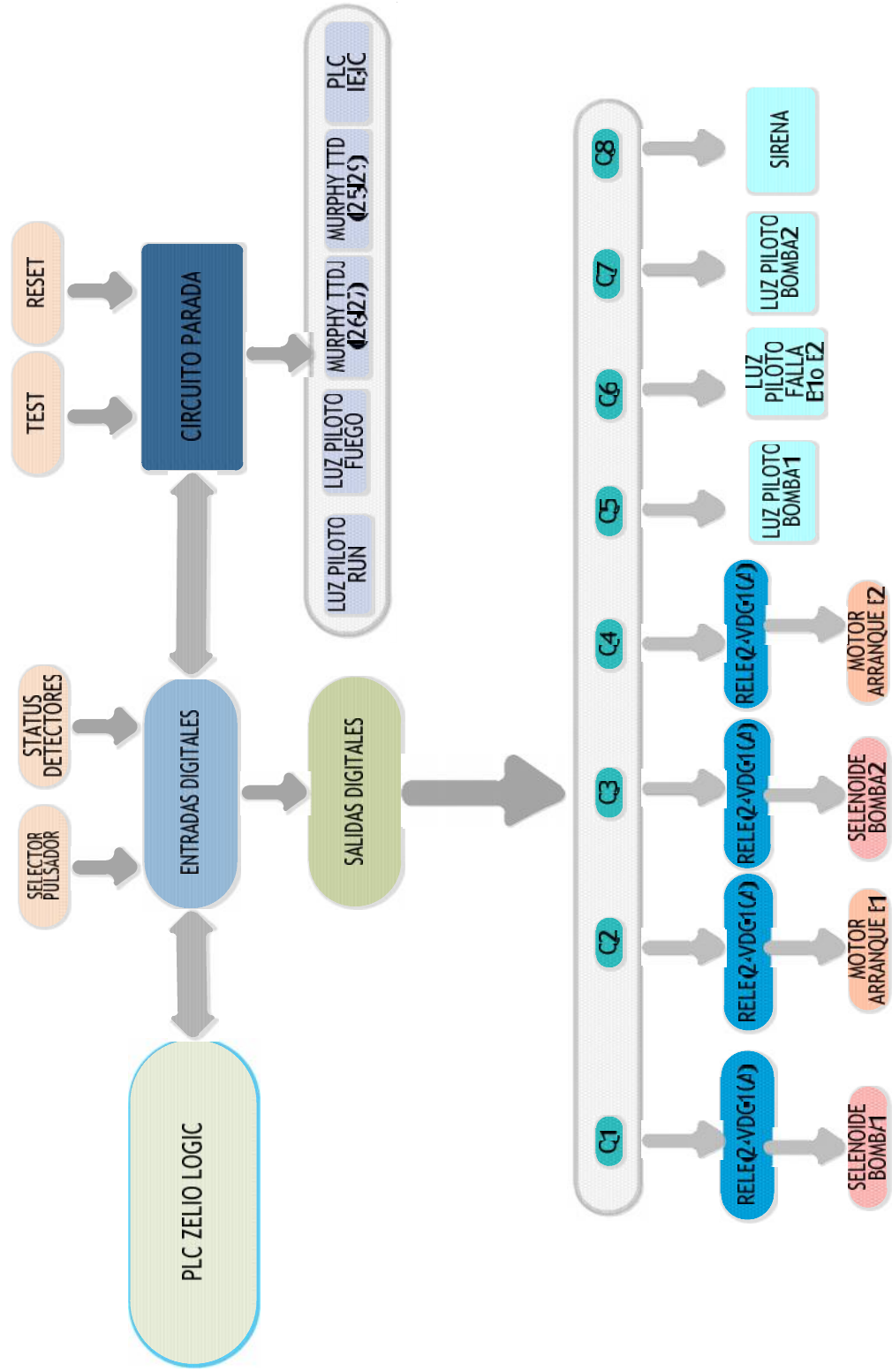


Fig. IV.1 Diagrama de Bloques Automatizado del SCI

## 4.2. CLASIFICACIÓN ELÉCTRICA DEL ÁREA DE PROTECCIÓN

En los procesos industriales un ambiente de trabajo seguro es de trascendental importancia. Para garantizar la seguridad se definen áreas peligrosas usando estándares desarrollados por organizaciones internacionales. El clasificar un área de trabajo dentro de una categoría considerada como peligrosa significa que el equipo utilizado debe estar certificado para operar de forma segura bajo condiciones de peligro.

*Zona peligrosa:* De acuerdo al código eléctrico nacional (NEC), se define como aquella en la parte que pueden producirse deterioro en las instalaciones debido a una explosión o ignición de vapores, líquidos, gases y polvos, debido a ataques de productos químicos o a la propagación de fuego, de mezclas de elementos contenidos en la atmósfera.

De acuerdo a las normas ya expuestas el área de implementación del proyecto se encuentra dentro de la **Clase I, División I y II.**

### **Clase I, División I, Grupo D**

La zona de bombeo Power Oil se encuentra en esta clase debido a que en esta se encuentran concentraciones peligrosas de gases, crudo y combustible derramado. Por lo tanto los equipos y accesorios que sean montados en la sala de bombeo deben cumplir las características requeridas para este tipo de áreas.

El área donde se encuentra el tablero de control no está clasificada como zona peligrosa debido a que no se encuentra expuesta significativamente gases en suspensión o crudo derramado. En el Anexo 11.

El sistema de detección de fuego debe cumplir ciertos requerimientos que la norma NFPA ha designado para sistemas de detección, a continuación se describen los criterios de diseño para cada equipo que conforma el sistema que se va a controlar.

## 4.3. ESPECIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS DEL SISTEMA

El sistema de detección de fuego, cuenta con tres grupos de componentes principales: el controlador del sistema, los dispositivos inteligentes (sensores) y los equipos de actuación (bombas), permitiendo una respuesta confiable e inmediata ante un conato de incendio.

#### 4.3.1. Selección de Elementos de Control

El sistema de detección estará compuesto básicamente por un sistema de detección de flama marca Det-Tronics, un PLC, el tablero de control y equipos de campo.

##### 4.3.1.1. Especificaciones del PLC

Para esta aplicación se usará el **PLC Zelio Logic SR3B261BD**, cumple con requisitos elementales técnicos eléctricos y de operación para el sistema a implementar.

El PLC Zelio Logic se encuentra ya instalado controlando el funcionamiento manual del SCI y cuenta con entradas y salidas digitales necesarias para la implementación del proyecto. Para lo cual se le va a modificar y complementar el programa para la ejecución de todas las secuencias lógicas seguras necesarias para garantizar la integridad de las unidades y operadores.



**Fig. IV. 2. PLC Zelio Logic**

Fuente: [www.global-download.schneider-electric.com](http://www.global-download.schneider-electric.com)

##### 4.3.1.1.1. Composición de los esquemas de control

- Los módulos lógicos admiten esquemas de 120 líneas.
- Cada línea se compone de cinco contactos como máximo.
- Los contactos se conectan obligatoriamente a una bobina como mínimo sin que ésta tenga que estar en la misma línea.

#### 4.3.1.1.2. Entradas Digitales (Dig)

Las entradas digitales (DIG) se utilizan exclusivamente como contacto en el programa. Este contacto representa el estado de la entrada del módulo lógico conectado a un captador (botón pulsador, interruptor, detector, etc.). El número del contacto corresponde al número de límites de la entrada asociada: 1 a 9 y A a R (excepto las letras I, M y O) en función del módulo lógico y de la posible extensión.

- **Utilización del contacto:** Este contacto puede utilizar el estado directo de la entrada (modo normalmente abierto) o el estado inverso (modo normalmente cerrado).

Modo normalmente abierto: Símbolo de un contacto normalmente abierto: Un contacto normalmente abierto corresponde a la utilización del estado directo de la entrada. Si la entrada recibe alimentación

- **Relés Auxiliares**

Los Relés auxiliares marcados con una M se comportan exactamente igual que las salidas digitales (DIG) Q pero no poseen contacto eléctrico de salida. Se pueden utilizar como variables internas. Son 31 y están numerados de 1 a 9 y de A a Y, excepto las letras I, M y O. Cualquier relé auxiliar se puede utilizar en el programa de forma indistinta como bobina o como contacto. Permiten memorizar un estado que se utilizará como el contacto asociado.

#### 4.3.1.1.3. Salidas Digitales (Dig)

Las salidas digitales (DIG) corresponden a las bobinas de los relés de las salidas del módulo lógico (conectadas a los actuadores). Estas salidas están numeradas de 1 a 9 y de A a R en función del módulo lógico y de la posible extensión.

Cualquier salida DIG se puede utilizar en el programa, independientemente como bobina o como contacto.

#### 4.3.1.1.4. Temporizadores

La función temporizadores permite retardar, prolongar y activar acciones durante un tiempo determinado. Las duraciones se pueden configurar mediante uno o dos valores de preselección en función de los tipos de temporizador. Existen 11 tipos de temporizador:

- Trabajo, función mantenida.
- Trabajo, salida/parada por impulso.
- Reposo.
- Cambio; activación función: impulso calibrado en flanco ascendente de la entrada de función.
- Cambio, desactivación función: calibrado en el flanco descendente de la entrada de función.
- Luz intermitente; función mantenida, síncrono.
- Luz intermitente; salida/parada por impulsos, síncrono.
- Totalizador de trabajo.
- Combinación del tipo de función mantenida y reposo.
- Luz intermitente; función mantenida, asíncrono.
- Luz intermitente, salida/parada por impulsos, asíncrono.

#### Unidad de tiempo:

- Es la unidad de tiempo del valor de preselección. Existen cinco casos:

Unidad	Símbolo	Forma	Valor máximo
1/100 de segunda	<input type="text" value="s"/>	00.00 s	99.99 s
1/10 de segunda:	<input type="text" value="S"/>	000.0 s	999.9 s
minutas: segunda	<input type="text" value="M : S"/>	00 : 00	99 : 99
hora: minuto	<input type="text" value="H : M"/>	00 : 00	99 : 99
horas Únicamente para el tipo T.	<input type="text" value="H"/>	0000 h	9999 h

Tabla. IV .V. Unidad de tiempo para los temporizadores

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/26530960/Manual-Zelio-Logic>

#### 4.3.1.1.5. Utilización de bobinas

Se asocian dos bobinas a cada temporizador:

Bobina **TT**: Entrada de función

Bobina **RC**: Entrada de puesta a cero.

#### 4.3.1.1.6. Características técnicas del PLC Zelio Logic SR3B261BD

PARÁMETROS	VALORES
Alimentaciones:	24 V
Tensión nominal	24 V
Límite de tensión	19,2...30 V
Corriente nominal de entrada	190 mA
Potencia disipada	6 WA
Potencia disipada máxima	10W
Protección	Contra la inversión de polaridad

Tabla IV.VI. Características alimentación

Fuente: [www.detrronics.com/utcfs/Templates/Pages/Template](http://www.detrronics.com/utcfs/Templates/Pages/Template)

#### 4.3.1.1.7. Módulos de comunicación

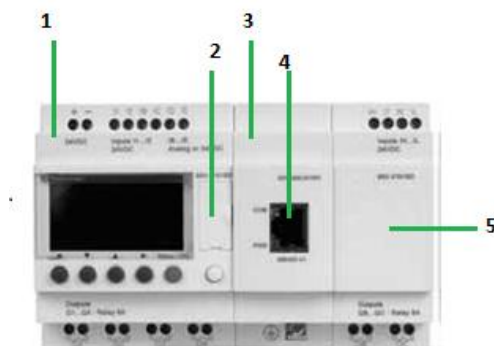
Para comunicarse con un entorno inteligente, los módulos Zelio Logic y sus ampliaciones están equipados con diferentes puertos de comunicación. Los módulos compactos y modulares ofrecen: 1 puerto de enlace serie RS-232 para la conexión del PC, del interface de comunicación por módem o un emplazamiento del cartucho de memoria.

Las extensiones de los relés programables modulares Zelio Logic ofrecen:

- ✓ 1 puerto Modbus RS-485 en la extensión SR3 MBU01BD,
- ✓ 1 puerto Ethernet 10/100 base T con protocolo Modbus TCP en la extensión SR3 NET01BD.

Estos tres puertos permiten que los controladores Zelio Logic compactos puedan ser utilizados en diferentes redes de comunicación:

- Modbus.
- Ethernet.
- GSM o RTC.
- Enlace serie.



**Fig. IV. 3. Módulos de comunicación**

**Fuente: [www.global-download.schneider-electric.com](http://www.global-download.schneider-electric.com)**

1. Relé programable modular.
2. Puerto de enlace serie RS 232, conector tipo Zelio Logic.
3. Módulo de extensión de comunicación: Modbus esclavo o servidor Ethernet.
4. Conector RJ45 para conexión de red Modbus o Ethernet.
5. Extensión de entradas/salidas TON (6, 10 o 14 E/S) o analógicas (4 E/S).

#### **4.3.1.1.8. Software de Programación Zelio Soft 2**

Para la programación de PLC se utilizará el software “Zelio Soft 2”, que es propiedad de Schneider Electric Group, fabricante del PLC, posee las siguientes herramientas:

- La programación en lenguaje de contactos (LADDER) o en lenguaje de bloques de Función (FBD)
- Simular, controlar y supervisar.



- Cargar y descargar programas.
- Editar informes personalizados.
- Compilar programas automáticamente.
- Utilizar la ayuda en línea.

## TEST DE PROGRAMAS

- El modo de simulación de “Zelio Soft 2” permite probar un programa sin necesidad de tener un relé programable Zelio Logic.
- Se visualiza el estado de las salidas.
- Variar la tensión de las entradas analógicas.
- Se activa las teclas de programación.
- Simular el programa de la aplicación en tiempo real o mediante simulación rápida.
- Visualizar en dinámica y en rojo los distintos elementos activos del programa.

### 4.3.1.1.9. Comunicación

La comunicación se realiza mediante la herramienta de programación por cables, que permiten conectar el módulo Zelio Logic al PC equipado con el software “Zelio Soft 2”:

*Conexión por cables:*

- Cable SR2 CBL01 en puerto serie de 9 contactos.
- Cable SR2 USB01 en puerto USB.



**Fig. IV. 4. Cable USB**

**Fuente:**<http://es.scribd.com/doc/26530960/Manual-Zelio-Logic>

#### 4.3.1.2. Especificaciones del Controlador Murphy

El bloqueo de las Unidades Power Oil será mediante la utilización de controladores Murphy que se encuentran instalados para dos unidades en dos modelos diferentes, siendo necesario conocer su configuración de las entradas del anunciador de fallas para poder utilizarlas en el bloqueo cuando se dé señal de alarma del sistema de detección:

Mientras que para la tercera Power Oil se utiliza el sistema de control implementado mediante PLC Zelio Logic para activar las señales de alarma.

##### 4.3.1.2.1. Controlador Murphy TTD

El controlador Murphy modelo TTD es un sistema anunciador, comprende de dos componentes separados, la unidad de Pantalla Principal y el Control de Entradas/Salidas montada en un conector de suministro de corriente.



**Fig. IV. 5. Pantalla Principal Murphy TTD**  
**Fuente: Estación Sansahuari**

El TTD es un sistema semiconductor anunciador de fallas y de cierre de control diseñado para proteger motores, compresores y su equipo asociado.



**Fig. IV. 6. Tablero de Entradas y Salidas Murphy TTD**  
**Fuente: Estación Sansahuari**

El modelo TTD aceptará 48 entradas de sensores, normalmente abiertos o normalmente cerrados. Cada una de las entradas pueden estar configuradas para “Paro” o “Alarma Únicamente”. Cualquier entrada puede ser bloqueada por uno de los dos tiempos de bloqueo de arranque/operación, o configurarse como Clase A, ESD o Ignorarse. El anunciador suministra para ambos el cierre de una válvula de combustible y aterrizar la ignición después de un tiempo de retraso.

#### **4.3.1.2.1.1. Pantalla Principal (TTD)**

La pantalla principal despliega información operacional y de configuración. Los Parámetros de Configuración se introducen por el teclado o descargados del MConfig software. El operador interface acepta entradas digitales directamente en la parte posterior de la unidad. El voltaje es suministrado a la pantalla principal vía directa de un conector Phoenix ó un cable conectando a un suministro remoto de voltaje montado. La pantalla principal contiene un micro procesador, una pantalla de cristal líquido (LCD), las claves membranas para configurar los sensores de salida y los sensores de bloques terminales.

La pantalla de cristal líquido del TTD anuncia cualquier falla desde las salidas de los sensores, despliega la velocidad del motor, y el transcurso del tiempo. Se encuentra incorporado en el anunciador TTD las siguientes funciones:

- Horas de operación/Medidor del tiempo transcurrido
- Últimos 10 paros asociados con las horas de operación
- Últimas 4 Alarmas asociadas con las horas de operación
- Selección del puerto de comunicación RS232/RS485
- Seleccionar el baudio de la tarifa de horas de operación

#### **4.3.1.2.2. Selección de entradas de shutdown**

El controlador Murphy poseen tipos de entradas, las cuales deben ser configuradas según como se desee que actúen, en nuestro caso las señales de shutdown de las unidades de bombeo se enviarán a las entradas Clase A, esta clase cuando detecta una condición de Alarma el controlador envía la señal de Paro a las terminales de la válvula de combustible (solenoid)

cambiando de estado conduciendo a tierra o abierto a tierra. Esta salida se abrirá cuando la tecla RESET es presionada o la condición regresa a su estado normal. El mensaje de alarma permanecerá en la pantalla hasta que la tecla RESET sea presionada, reconociendo la alarma.

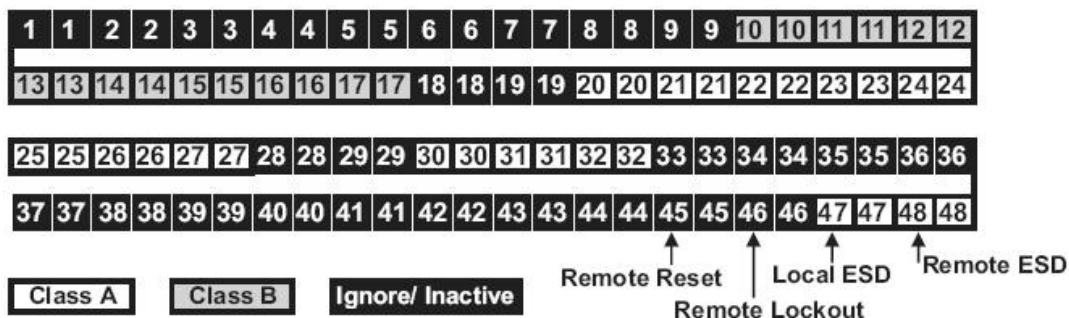


Fig. IV. 7. Entradas Murphy

Fuente: [www.fae.co.za/fwmurphy/pdf/00-02-0329.pdf](http://www.fae.co.za/fwmurphy/pdf/00-02-0329.pdf)

#### 4.3.1.2.3. Controlador Murphy Modelo TTDJ

TTDJ es un anunciador único configurable con fuente de poder incluida. Un nuevo diseño modular para una fácil modificación retroactiva para la mayoría de los sistemas existentes, caracterizado por tener una Pantalla de Cristal Líquido alfanumérica. Despliega cualquier falla desde las entradas de sensores, el tiempo de marcha transcurrido del motor y la velocidad del motor. Altamente confiable y versátil, el TTDJ acepta 32 entradas de sensores suministradas por sensores normalmente abiertos y normalmente cerrados.



Fig. IV. 8. Pantalla Murphy TTDJ

Fuente: <http://www.fwmurphy.co.uk/pdf/obsolete/00-02-0412.pdf>

Las primeras 16 entradas pueden ser fácilmente configuradas para paro o alarma antes del paro, pueden cerrarse por uno de los dos timers de arranque-marcha o configuradas como un cierre de Clase C. Los timers de Arranque-Marcha son ajustables desde: 0 a 5 minutos (B1); 0 a 9 minutos y 59 segundos (B2).

#### 4.3.1.2.4. Características TTDJ

- Completamente configurable, con Fuente de Energía interna.
- Puerto Serial de Comunicaciones RS485 para PLC's, PC's, controladores o sistemas
- Diseño Modular para una Fácil Modificación
- Acepta 32 Entradas Sensores N.A. o N.C.
- Opciones de Restablecimiento y Cierre Remotos
- Medidor de Tiempo Transcurrido Incluido
- Retardo de Tiempo para permitir el Cierre de la Válvula de Combustible antes de aterrizar la Ignición.
- Certificado CSA, para Clase I, División 2, Áreas Peligrosas

#### 4.3.1.2.5. Selección de entradas de shutdown

En esta serie las entradas de sensores del 17 al 28 del TTDJ están dedicadas como Paro únicamente Clase "A", y la entrada del sensor 29 puede ser configurada como entrada Clase "A".

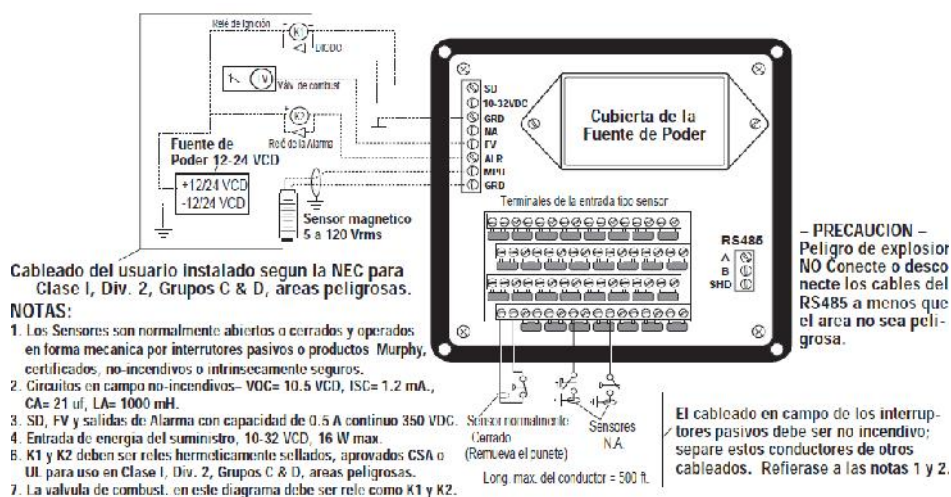


Fig. IV. 9. Controlador Murphy TTDJ  
Fuente: [www.fwmurphy.co.uk/pdf/obsolete/00-02-0412.pdf](http://www.fwmurphy.co.uk/pdf/obsolete/00-02-0412.pdf)

#### **4.3.2. Selección de Instrumentos de Detección de Flama**

Los detectores de fuego son sensores encargados de monitorear el sistema y dar señal de alarma al controlador en caso de detectar un posible incendio.

##### **4.3.2.1. Características técnicas de selección de detectores con sensores de energía radiante**

En la selección de los detectores de flama nos basamos en las siguientes características:

- a) La respuesta espectral del detector y las emisiones espectrales del incendio o de los incendios que se detecten.
- b) Minimizar la posibilidad de falsas alarmas de falla provocadas por fuentes que no sean de incendio (tales como soldadura eléctrica, rayos X, descargas eléctricas atmosféricas o luz solar, así como fuentes de luz infrarroja ó luz incandescente) inherentes al área de riesgo y debe contar con el respaldo documental que deba cumplir con las características de operación para la aplicación requerida. (Vibración, temperatura, IEM, humedad, viento, entre otros).
- c) El detector debe supervisar las áreas a proteger donde el tiempo de respuesta es una característica vital y en caso de incendio debe enviar señales al sistema de y fuego.
- d) Utiliza las ondas de luz ultravioleta e infrarroja que generan las flamas, para detectar la presencia del fuego, sólo al detectar ambos espectros de luz se enviará la señal de alarma, puede detectar toda clase de incendio.
- e) Debe ser un dispositivo integrado en una sola pieza y contener:
  - 1) Un sensor (UV) para detectar la onda de luz ultravioleta del fuego.
  - 2) Un sensor (IR) para detectar la onda de luz infrarroja del fuego.

- 3) Un procesador de señal para identificar la presencia y/o problema en el dispositivo.
  - 4) Un control de tiempo para confirmar si la señal instantánea de fuego es real.
- f)** Debe operar a 24 V c.c. y alarmar cuando ambos sensores (UV/IR) indiquen la presencia de la flama dentro del rango de 0,185 a 0,245 micrones de UV y de 4,45 micrones para IR, y debe tener un cono de visión de 90 grados mínimo, para detectar un fuego de 0,093 m<sup>2</sup> (un pie cuadrado), a una distancia de 15,24 m (50 pies) como mínimo, considerando como referencia el fuego producido por la gasolina, respondiendo el detector con una alarma en 10s y hasta que no se confirme la señal se activará la alarma de fuego detectado, para verificación de incendio. Debe tener un sistema de autodiagnóstico el cual le permita verificar de forma constante la visibilidad de la lente del detector contra suciedad, así como la sensibilidad del mismo y el funcionamiento electrónico.
- g)** Debe identificar condiciones de operación normal, falla, lente sucio, sólo UV detectado, sólo IR detectado y alarma por fuego detectado, debiendo enviar al sistema de control de gas y fuego un valor específico para cada uno de ellos.
- h)** Debe ser de diseño modular para permitir un fácil reemplazo del módulo de IR y/o UV sin el uso de herramientas especiales. Todas las superficies ópticas deben ser fácilmente accesibles para limpieza contando con auto verificación óptica para ambos módulos (UV/IR), siendo ajustables en campo para los modos manual o automático.
- i)** El material del detector debe contar con una entrada para tubería conduit roscada de 19 mm (<sup>3</sup>/<sub>4</sub> pulgada). La caja donde esté contenido debe ser para instalarse en áreas clasificadas de acuerdo a las bases de licitación.
- j)** Debe operar en un rango de -40 a 60 °C y de 0 a 95 por ciento de humedad relativa, salvo que Pemex indique lo contrario en las bases de licitación, operando cuando se presenten concentraciones anormales de productos generados de la combustión durante un incendio.

- k) Debe tener salida analógica de 0-20 mA, para determinar: falla general, falla de suministro de energía, falla de integridad óptica, operación normal y alarma por fuego. Cuando Pemex solicite la indicación de operación a través de señales discretas estas deben indicar como mínimo dos estados (alarma y falla).
- l) El cableado debe ser independiente y no paralelo a líneas eléctricas con alta intensidad de corriente que puedan causar interferencia.
- m) El diseño del detector debe servir para su operación en áreas clasificadas, así mismo debe ser a prueba de explosión, base independiente.

Realizando un análisis de los requerimientos que deben cumplir los sensores según los puntos anotados anteriormente, se ha seleccionado los **Detectores de Flama** con tecnología **UV/IR** de marca **Det-Tronics**, al cumplir con las características necesarias de detección e instalación en este tipo de ambientes industriales.

#### 4.3.2.2. Detector de Flama Det-Tronics x5200A

Dentro de la marca Det-Tronics existe gran variedad de equipos para la detección de flama, para esta aplicación se ha decidido por la serie X5200 Detector de flama ultravioleta infrarrojo UV/IR, este representa en la actualidad el estándar mundial en detección de llama por desempeño y tecnología en cualquier tipo de ambiente.



**Fig. IV. 10. Detector Det-Tronic UV/IR**

**Fuente: [www.dettronics.com/utcfs/Templates/Pages/Template](http://www.dettronics.com/utcfs/Templates/Pages/Template)**

El modelo X5200 cumple con los más estrictos requisitos de todo el mundo y ofrece funciones de detección avanzadas e inmunidad a fuentes externas en combinación con un diseño mecánico



superior. La disposición de montaje permite a los sensores UV e IR supervisar el mismo lugar peligroso con un cono de visión de 90 grados. Cuando ambos sensores detectan la presencia de una llama al mismo tiempo, se genera una señal de alarma. El detector ofrece calificaciones a prueba de explosiones por divisiones y zonas y es apto para el uso en interiores y exteriores.

La configuración de salida estándar incluye relés auxiliares, de fuego y de fallas. Las opciones de salida incluyen:

- Salida de 0 a 20 mA (además de los tres relés)
- Salida de impulsos para la compatibilidad con los sistemas de controlador ya existentes (con relés de fuego y fallas)
- Modelo compatible con el sistema Eagle Quantum
- El indicador LED multicolor situado en la cara frontal del detector permite conocer su estado.
- La óptica con calor controlada por microprocesador aumenta la resistencia a la humedad y el hielo.
- La carcasa del modelo X5200 puede ser de aluminio sin cobre o acero inoxidable, con calificación IP66 y NEMA 4X.

#### **4.3.2.2.1. Salidas de Relés**

El detector estándar ofrece relés auxiliares, de fuego y de fallas. Los tres relés tienen capacidad de 5 amperes a 30 V CC.

- El relé de alarma de incendio cuenta con terminales redundantes y contactos abiertos/cerrados en estado normal, operación sin energía en estado normal y operaciones de bloqueo y desbloqueo.
- El relé de fallas cuenta con terminales redundantes y contactos abiertos en estado normal, operación con energía en estado normal y operaciones de bloqueo y desbloqueo.
- El relé auxiliar ofrece contactos abiertos/cerrados en estado normal y puede configurarse para operación con y sin energía y operaciones de bloqueo y desbloqueo.

#### **4.3.2.2.2. Salida de 0 a 20 mA**

Se encuentra disponible de forma opcional una salida de 0 a 20 mA (además de los tres relés). Esta opción ofrece una salida de corriente CC de 0 a 20 mA para transmitir información sobre el estado del detector a otros dispositivos. El circuito puede conectarse en una configuración aislada o no y puede generar una resistencia máxima de bucle de 500 ohmios a partir de 18 a 19,9 V CC y de 600 ohmios a partir de 20 a 30 V CC.

#### **4.3.2.2.3. Oi Magnética/Oi Manual**

El detector también incorpora las funciones de oi magnética y oi manual, que ofrecen la misma prueba calibrada de la función oi automática y además activan el relé de alarma a fin de verificar la operación de salida para los requisitos de mantenimiento preventivo. Estas funciones pueden ejecutarse en cualquier momento y eliminan la necesidad de realizar pruebas con una lámpara externa sin calibrar.

**4.3.2.2.4. Indicadores de estado del detector**

<b>ESTADO DEL DETECTOR</b>	<b>INDICADOR LED</b>
Puesta en marcha automática normal (sin falla ni alarma de incendio)	Verde
Falla	Amarillo
Sólo alarma UV	Rojo, encendido de forma intermitente por 500ms y apagado por 500ms
Sólo alarma IR	Rojo, encendido de forma intermitente por 250ms y apagado por 250ms
Alarma previa	Rojo, encendido de forma intermitente por 1 seg. y apagado por 1 seg.
Fuego (alarma)	Rojo de forma permanente
Durante el encendido, el indicador LED se enciende de forma intermitente con la secuencia que se muestra a continuación, lo que indica un estado de procesamiento de señal y sensibilidad.	
Sensibilidad UV baja	Un parpadeo en color rojo
Sensibilidad UV media	Dos parpadeos en color rojo
Sensibilidad UV alta	Tres parpadeos en color rojo
Sensibilidad UV muy alta	Cuatro parpadeos en color rojo
Procesamiento de señal UV con rechazo de arco	Un parpadeo en color amarillo
Procesamiento de señal UV con rechazo de arco	Dos parpadeos en color amarillo
Sensibilidad IR baja	Un parpadeo en color verde
Sensibilidad IR media	Dos parpadeos en color verde
Sensibilidad IR alta	Tres parpadeos en color verde
Sensibilidad IR muy alta	Cuatro parpadeos en color verde

**Tabla IV. VII. Características Det-tronic**

**Fuente:** <http://www.detronics.com/utcfs/Templates/Pages/Template-5>

#### **4.3.2.2.5. Comunicación**

El equipo X5200 presenta una interfaz RS-485 para comunicar su estado u otra información a dispositivos externos. La interfaz RS-485 utiliza el protocolo MODBUS, con el detector configurado como dispositivo esclavo.

#### **4.3.2.2.6. Registro de Datos/Supervisión de Eventos**

También se ofrece la función de registro de datos para la supervisión de eventos. El detector puede registrar hasta 1500 eventos (hasta 1000 eventos generales y 500 de alarmas). Se registran estados tales como normal, apagado, fallas generales y de oi, alarma previa, alarma de incendio, hora y temperatura. Cada evento lleva la marca de la fecha y la hora, junto con la temperatura y la tensión de entrada. Los datos de los eventos se almacenan en una memoria no volátil cuando el evento se activa, y nuevamente cuando cambia el estado. Para acceder a los datos puede utilizarse el puerto RS- 485 o el controlador EQP.

#### **4.3.2.2.7. Compartimento de cableado integral**

Todo el cableado externo al dispositivo se conecta dentro de la caja de conexiones integral. Los bornes de tornillos admiten cables AWG 14 a 24. El detector presenta cuatro entradas de conductos, con roscas NPT de  $\frac{3}{4}$  de pulgada o 25 mm.

#### **4.3.2.2.8. Factores que inhiben la respuesta del detector**

- **Ventanas**

Las ventanas de vidrio y Plexiglas atenúan considerablemente la radiación y no deben situarse entre el detector y una fuente de llama potencial.

- **Obstrucciones**

La radiación debe llegar al detector para generar su respuesta. En la medida de lo posible, las obstrucciones físicas deben mantenerse fuera de la línea de visión del detector. Además, no debe permitirse que se acumulen vapores o gases que absorben los rayos UV o IR entre el detector y el área de riesgo protegida. Consulte la tabla 3 para obtener una lista de estas sustancias.

- **Humo**

El humo absorberá la radiación. Si se estima que se acumulará humo denso antes de la presencia de una llama, los detectores que se utilizan en áreas cerradas deben montarse en la pared a aproximadamente 3 pies (1 metro) del techo, donde la acumulación de humo se reduce.

#### **4.3.2.2.9. Fuentes de Falsa Alarma**

**UV:** Aunque el sensor UV tiene un filtro contra el componente ultravioleta de la radiación solar, responde a otras fuentes de radiación UV además del fuego, como soldadura por arco eléctrico, rayos, coronas de alto voltaje, rayos X y radiación gamma.

**IR:** El detector ha sido diseñado para ignorar fuentes infrarrojas estables que no presentan una frecuencia de parpadeo típica de un incendio; sin embargo, cabe señalar que si estas fuentes no están lo suficientemente calientes como para emitir cantidades de radiación infrarroja que se encuentren en el rango de respuesta del sensor IR y si esta radiación se ve interrumpida desde la vista del detector en un patrón característico de una llama centelleante, es posible que el sensor IR responda. Todos los objetos con una temperatura superior a 0° Kelvin (-273 °C) emiten radiación infrarroja. Cuánto más alta sea la temperatura del objeto, mayor será la intensidad de la radiación emitida. Cuanto más cerca del detector se encuentre la fuente infrarroja, mayores probabilidades habrá de que se produzca una falsa alarma. El sensor IR puede responder la fuentes de radiación IR que cumplan con los requisitos de amplitud y parpadeo del detector tales como objetos calientes vibratorios.

Si bien el detector está diseñado para reducir falsas activaciones, es preciso evitar ciertas combinaciones de radiación ambiental. Por ejemplo, si el detector recibe simultáneamente una señal de soldadura por arco eléctrico y radiación IR con una intensidad superior al umbral de nivel de fuego del sensor IR como una señal parpadeante, se generará una salida de alarma.

### 4.3.3. DIMENSIONAMIENTO DE PROTECCIONES, CONTROLES Y ACCESORIOS

#### 4.3.3.1. PROTECCIÓN DE CORTO CIRCUITO PARA EL PANEL DE CONTROL

El fusible dimensionado para proteger al sistema de control es de **6A** que será la corriente que se maneje dentro del panel de control en condiciones de alarma del sistema de detección.

##### Especificaciones del fusible

Tipo de fusible	de cristal, de cartucho, rápido
Tamaño de fusible	5x25mm
Corriente de trabajo	6A
Tensión de trabajo	25VDC
Breaking capacity	80A

#### 4.3.3.2. CONTROLES

Los controles que se usará para implementar el tablero de control deben permitir el manejo en modo automático y manual, para lo cual se debe colocar la señalización para visualizar el estado del sistema.

Para seleccionar el modo de funcionamiento se utilizará un **selector de 4 posiciones** que permitirá también elegir de entre las 2 bombas la que se desea activar, **pulsadores** para realizar la **prueba de test** y para **resetear** al sistema, **paros de emergencia**, y será necesario **luces piloto** para la señalización.

##### 4.3.3.2.1. Selector de 4 posiciones

Interruptor de maniobra sin retorno, semi – independiente, de 4 contactos normalmente abiertos (NO), material metal. Son capaces de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condición normal de funcionamiento. En la figura se muestra el selector que se va a usar.



**Fig. IV. 11. Selector cuatro posiciones**

**Fuente: Estación Sansahuari**

#### **4.3.3.2.2. Pulsadores verde y negro**

Pulsador metálico al ras, 22mm de diámetro, color verde y negro, contactos 1 normalmente cerrado (NC) y 1 normalmente abierto (NO) son IP66. En la figura se muestra los pulsadores que se usarán.



**Fig. IV. 12. Pulsadores**

**Fuente: Estación Sansahuari**

#### **4.3.3.2.3. Pulsador parada de emergencia**

Pulsador paro de emergencia, tipo hongo push-pull, 40mm de diámetro, contacto 1 normalmente cerrado (NC), cromado, medidas IEC estándar. En la figura se muestra el elemento.



**Fig. IV. 13. Paro de emergencia**

**Fuente: Estación Sansahuari**

#### 4.3.3.3. Accesorios

Para el montaje del tablero de control se utilizará elementos que permitan el correcto desarrollo de las acciones de control, y que la presentación física de los controles sea ordenada y uniforme. Por lo que será necesario utilizar los siguientes accesorios.

✓ **Cajas para estaciones de Control de Alarma contra incendios**

Se utilizarán cajas para los paros de emergencia, cumplen con las normas de clasificación eléctrica de áreas dentro de la Clase I, División 2, Grupos B, C, D y NEMA 3 para zonas de riesgo. Son aptas para instalarse en el interior o al aire libre en la división 2 áreas de refinerías de petróleo, plantas químicas y otras instalaciones de la industria de procesos donde peligros similares existen. Las cajas están hechas con material de fibra de vidrio, poliéster reforzado, que tiene una resistencia excelente a la corrosión y la estabilidad al calor y la luz solar. Muy visible moldeado en color rojo para su rápida identificación.



**Fig. IV. 12. Caja Sistemas de Alarma**

**Fuente: Estación Sansahuari**

#### 4.3.4. SELECCIÓN DEL TABLERO DE CONTROL

El tablero del sistema de detección es el componente que controla todos los dispositivos y circuitos de detección; recibe y convierte las señales en alarma audible y visible.

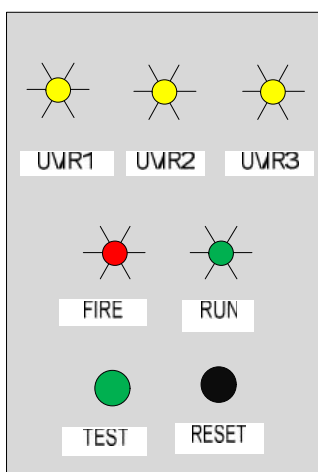


Su diseño está basado en la norma NFPA 20, tomando en cuenta estos requerimientos se implementará e instalará todos los elementos que comprenden el control del sistema de detección cumpliendo así las siguientes funciones:

- Controlar y supervisar sus circuitos internos y las conexiones externas de los dispositivos de detección, alarma y control.
- Recibir las señales de los detectores y generar las alarmas en forma audible y visual, activación y parada de equipos respectivamente.
- Verificar el funcionamiento correcto de los detectores del sistema.
- Indicar la condición normal de operación por unidad, fallo o avería.
- Contendrá borneras, iluminación interna, fusibles, canaletas.

#### 4.3.4.1. Ubicación y dimensionamiento del tablero

El tablero estará ubicado en el área del sistema contra incendios en la parte lateral derecha de las bombas, a lado del tablero del SCI. Esta ubicación del tablero permite la conexión con el tablero SCI en donde se encuentra el controlador del sistema de detección y la alimentación evitando así caídas de voltaje por la longitud de los cables que lleven las señales.



**Fig. IV.1. Diseño Tablero Control**

El ingreso y salida de los cables es por el lado inferior del tablero, ingresarán tres tuberías de conexión de los detectores, paros de emergencia y alimentación.

El tablero estará compuesto por tres luces piloto de color amarillo que corresponde a cada detector instalado, una luz piloto roja de alarma, una luz piloto verde que indica que el sistema está habilitado y dos pulsadores de TEST y RESET. Por lo que se ha seleccionado un tablero de marca Schneider con las siguientes características:

#### **Características técnicas:**

Tablero monobloc de acero inoxidable, fabricado en una sola pieza de chapa metálica, plegada y soldada en las esquinas Material: acero inoxidable AISI 304L o AISI 316L.

Puerta ciega (en acero inoxidable AISI 304L y AISI 316L)

Dimensiones: 400mm de alto, 300mm de ancho y 250mm de profundidad.

Grados de protección:

-IP66 (IEC 60529)

-IK10 - puerta ciega (IEC 62262)

- IK08 - puerta con cristal (IEC 62262)

Resistencia a los impactos mecánicos externos



**Fig. IV. 15. Caja Antiexplosion**

**Fuente: Estación Sansahuari**

#### 4.3.5. ESPECIFICACIONES DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN Y BATERÍAS

El sistema de detección de fuego debe funcionar en cualquier condición, es decir se debe asegurar que este activo aunque en la estación se haya perdido la energía eléctrica.

La fuente de alimentación y las baterías proporcionan la energía principal y de reserva al sistema. Para lo cual se debe tomar en cuenta la capacidad de corriente que manejen los equipos considerando la cantidad y el tipo específico de dispositivos que se instalarán.

##### 4.3.5.1 Carga Eléctrica del Sistema

REQUERIMIENTOS DE CORRIENTES DEL SISTEMA DETECCIÓN DE FUEGO					
DISPOSITIVOS	CANTIDAD DISPOSITIVOS	CORRIENTE DE STANDBY	CORRIENTE STANDBY TOTAL	CORRIENTE DE ALARMA	CORRIENTE DE ALARMA TOTAL
PLC ZELIO	1	0.19	0.19	0.19	0.19
Detector UV/IR x5200A	3	0.116	0.350	0.2	0.6
Relés Telemecanique	2	0.15	0.30	0.30	0.30
Luces piloto	5	0.018	0,054	0,018	0,09
Sirena	1			0,550	0,550
		<b>Máxima corriente total Standby</b>	0.894	<b>Máxima corriente de Alarma</b>	1.73

**Tabla IV.VIII. Requerimientos de Corriente**

Con el valor de corriente calculado se dimensiona para las peores condiciones, es decir con el consumo de corriente máxima cuando el sistema se encuentre en alarma, dando como resultado que se puede hacer uso de las baterías y cargador instalados en el tablero del SCI. Están alimentando al sistema 2 módulos de 6 baterías, cada módulo es de 12 VDC y 8 AH.

##### 4.3.5.2. Características Cargador de Baterías:

**Marca:** MASTER CONTROL SYSTEMS, INC

**Modelo:** MBC6T

**Voltaje output:** 24 VDC

**Corriente:** 15 Amp



**Fig. IV. 16. Cargador de baterías**

**Fuente: Estación Sansahuari SCI**

#### **4.3.6. ESPECIFICACIONES DEL CABLEADO**

Con el diseño del tablero de control ya desarrollado se procede a realizar la selección del calibre, rutas y conexiones de los cables que permitirán recibir y enviar señales desde el área de detección hacia el tablero para realizar las acciones de control automático.

Las conexiones deberán ser accesibles para los mantenimientos y se tendrá en los gabinetes de control los diagramas eléctricos e instrucciones respecto al funcionamiento del controlador. El dimensionamiento del conductor se basa en la norma NFPA 70.

##### **4.3.6.1. Dimensionamiento del conductor para la conexión de instrumentos**

Para el dimensionamiento de la sección de los conductores se emplea la siguiente ecuación:

$$S = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I}{V_p}$$

Dónde:

**S:** Sección del conductor en milímetros cuadrados.

**$\rho$ :** Resistividad específica del conductor ( $Cu=0,018\Omega\cdot mm^2/m$ )

**L:** Longitud en metros.

**I:** Corrientes

**V<sub>p</sub>**: Pérdida de voltaje en voltios ( $V_p \leq 5\%$  V nominal)

Según los cálculos realizados en el capítulo anterior los detectores de flama consumen 0.6 Amperios en estado de alarma, con este dato realizamos el siguiente cálculo:

$$S = \frac{2 * \rho * L * I}{V_p} = \frac{2 * 0.018 * 56 * 0.6}{24 * 0.05} = 1,008 \text{ mm}^2$$

Con el área calculada, la sección más cercana en las tablas de conductores es 1.31mm<sup>2</sup> para el conductor 16 AWG. Cabe indicar que el manual de los detectores de flama exige utilizar conductores calibre 16 AWG con lo que se esta cumpliendo.

El número de señales de shut down y alarma que se va a llevar desde el tablero de control al área de las unidades de bombeo y detectores son:

- Tres señales de habilitación de detectores.
- Cuatro señales de alimentación de los detectores.
- Tres señales de fuego en las bombas power oil.
- Tres señales de Test para los detectores.
- Señal común (Tierra, -) de power oil.
- Señal común (Tierra,-) paros de emergencia.
- Señal de shutdown del sistema de detección.
- Señal de shutdown del paro de emergencia.

Siendo un total de diecisiete señales, quedando tres en espera. Por lo que se utilizará conductor calibre 16AWG de marca GENERAL CABLE. El tendido de este cable se realiza por el piso, usando zanjas con tubería conduit de 2" y también se instalará por el aire.

Adicionalmente se utilizará *cable de control de 3 hilos calibre 14 AWG*, para la instalación de la parada de emergencia en la caseta del operador, el cableado se realizará a través de la canaleta de fibra óptica instalada estando el cableado expuesto al ambiente. El cable empleado es GENERAL ELECTRIC, de la serie de cables SEGURFOC ALARMAS, está constituida por cables flexibles multipolares de 300/500 V. El diseño, construcción cumplen con la norma **UNE-EN 50200**, soportando temperaturas de 840 °C durante 90 minutos, por lo que son capaces de mantener el servicio aún en las condiciones más extremas de incendio. De ahí que sean

conocidos como cables resistentes al fuego. La pantalla de aluminio/polyester garantiza la integridad de las señales transmitidas frente a las perturbaciones electromagnéticas. Imprescindibles en circuitos de detección y alarma.



**Fig. IV. 17. Cable 3hilos 14AWG**

**Fuente: Estación Sansahuari**

# **CAPÍTULO V**

## **5. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE FUEGO**

En este capítulo se describe todo el proceso de implementación del panel de operaciones, instalación de instrumentos y la distribución de señales hacia los distintos equipos que se controlan.

## 5.1. DIMENSIONES DE MONTAJE Y DISTANCIAS DE INSTALACIÓN

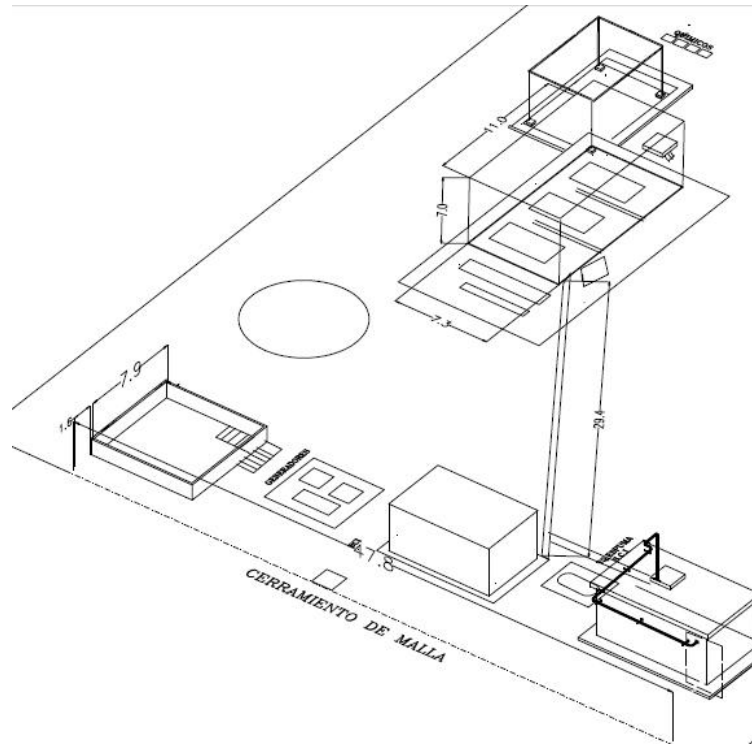


Fig. V. 1. Diagrama dimensiones tubería

## 5.2. INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA PARA CONEXIÓN DEL CABLEADO ELÉCTRICO

### 5.2.1. Zanja

Para llevar el cableado eléctrico por medio de tubería conduit desde el tablero Sistema Contra Incendios hacia las Unidades de Power Oil, fue necesario hacer una zanja, para lo cual se requirió la ayuda del departamento de Facilidades.





**Fig. V. 2. Zanja para la tubería**  
**Fuente: Estación Sansahuari**



**Fig. V. 3. Zanja terminada**  
**Fuente: Estación Sansahuari**

### 5.2.2. Montaje de tubería rígida conduit

Con la zanja terminada y bajo la colaboración del departamento Eléctrico se realizó el tendido de los tubos conduit de 2", en las siguientes zonas:

- Desde la caseta del operador hasta el tablero del SCI.



**Fig. V. 4. Tubería Paro de emergencia.**  
**Fuente: Estación Sansahuari**

- Desde el tablero del SCI hasta el área de las Unidades Power Oil.



**Fig. V. 5. Tubería área Power Oil**

**Fuente: Estación Sansahuari**

- Tubería dirigida a cada tablero de las Unidades Power Oil.



**Fig. V. 6. Tubería para cada tablero**

**Fuente: Estación Sansahuari**

- Tubería instalada en la estructura de las Unidades de bombeo.



**Fig. V. 7. Tubería dirigida a los detectores**

**Fuente: Estación Sansahuari**

- Instalación de mangueras anti explosión conectadas desde las cajas Gual hacia los detectores de flama.



**Fig. V. 8. Manguera anti explosión**

**Fuente: Estación Sansahuari**

### **5.3 TENDIDO DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS**

En el diseño del cableado del sistema se estableció 20 cables calibre 16AWG, que llevan señales de shut down y alarma desde el tablero de control hacia el área de detección, como se indica a continuación.

- Distribución y etiquetado de cables.



**Fig. V. 9. Cable 16 AWG**

**Fuente: Estación Sansahuari**

- Tendido de 20 conductores para el sistema.



**Fig. V. 10. Tendido de cables**  
**Fuente: Estación Sansahuari**

- Distribución de 13 conductores hacia los detectores UV/IR.



**Fig. V. 11. Conductores hacia detectores UV/IR**  
**Fuente: Estación Sansahuari**

- Conductores que llevan las señales de Shutdown a cada tablero de las Unidades de Bombeo. Ver ANEXO 10.



**Fig. V. 12. Llegada de conductores al área de las Unidades Power Oil.**

**Fuente: Estación Sansahuari**



**Fig. V. 13. Unidad Power Oil uno.**



**Fig. V. 14. Unidad Power Oil dos.**

**Fuente: Estación Sansahuari**

- Conductores que llevan las señales de los paros de emergencia.



**Fig. V. 15. Paro de emergencia**

**Fuente: Estación Sansahuari**

## 5.4. MONTAJE Y CONEXIONADO DE LOS DETECTORES DE FLAMA UV/IR

Para la instalación de los detectores en la caseta de las unidades de bombeo se tomó en consideración las especificaciones del catálogo de los detectores de flama UV/IR X5200A.

### 5.4.1. Montaje del soporte del detector

Para la instalación del soporte del detector fue necesario soldar una placa metálica por cada detector en la estructura de la caseta de las bombas, para lo cual fue necesario gestionar ante el área de Seguridad y Salud Ambiental el “Permiso de trabajo en Caliente” correspondiente, y se atendieron a todas las indicaciones emitidas por el Encargado de Seguridad del Área.

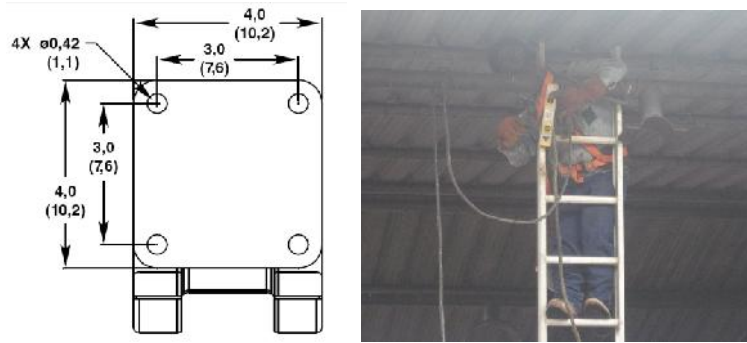
- Limpieza del área por departamento de Contingencias, puesto que los trabajos de soldadura pueden provocar incendios, debido a que los drenajes están llenos de aceite, crudo y las cañerías se encuentran a altas temperatura.



**Fig. V. 16. Limpieza de la zona.**

**Fuente: Estación Sansahuari**

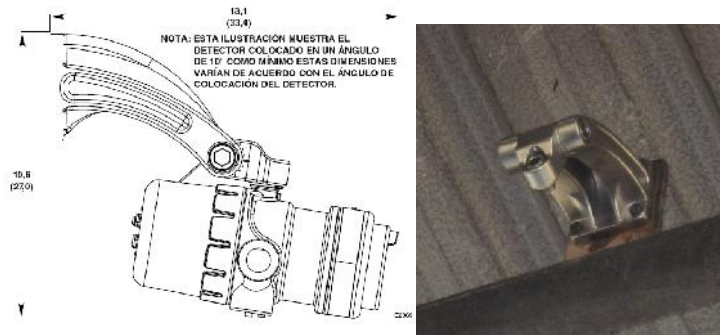
- Se soldaron tres bases metálicas con suficiente capacidad para sostener el peso del detector y el soporte, con la ayuda del departamento de Facilidades.



**Fig. V. 17. Base metálica.**

**Fuente: Manual de X5200A**

- Se instaló el soporte giratorio con las siguientes especificaciones.

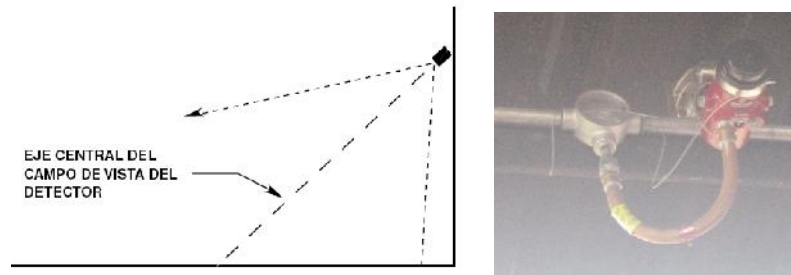


**Fig. V. 18. Soporte giratorio.**

**Fuente: Manual de X5200A**

#### 5.4.2. Ubicación del detector

Los detectores se colocaron de tal forma que los riesgos de incendio queden dentro del campo de visualización y el rango de detección del dispositivo.



**Fig. V. 19. Ubicación del detector.**

**Fuente: Manual de X5200A**

### **5.4.3. Conexión eléctrica de los detectores UV/IR**

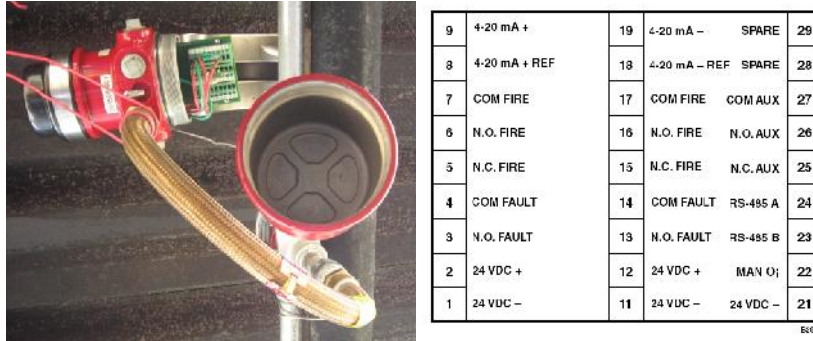
El cable utilizado para la conexión de los detectores se obtuvo mediante el cálculo del calibre del conductor según el consumo del sistema, y tomando en cuenta las recomendaciones del catálogo de los detectores UV/IR X5200A. Ver Anexo 8.



**Fig. V. 20. Conexión UV/IR.**

- Los pines que se utilizaron fueron:
  - Pin 1 y 2: Alimentación
  - Pin 3: Relé de falla (En condiciones de funcionamiento normal y sin fallas, la bobina del relé de fallas tiene energía y los contactos NO y comunes están cerrados).
  - Pin 4: Común (24 VDC)
  - Pin 6: Relé de alarma
  - Pin 7: Común (24VDC)
  - Pin 22: Test





**Fig. V. 21. Identificación de terminales de cableado**

**Fuente: Manual de X5200A**

## 5.5. MONTAJE DEL TABLERO DE CONTROL

### 5.5.1. Implementación del diseño externo.

Con el tablero de control especificado en el diseño se procede a realizar los orificios en la parte frontal.



**Fig. V. 22. Vista frontal tablero de control.**

### 5.5.2. Implementación de diseño interno

El tablero de control que fue seleccionado posee una lámina interna en la cual se procedió a realizar la distribución de los elementos de control. En la lámina se colocaron los rieles DIN y las canaletas. Se procede a instalar pulsadores y luces piloto que forman el panel de operación. Ver Anexo 7.



Fig. V. 23. Elementos de control instalados.

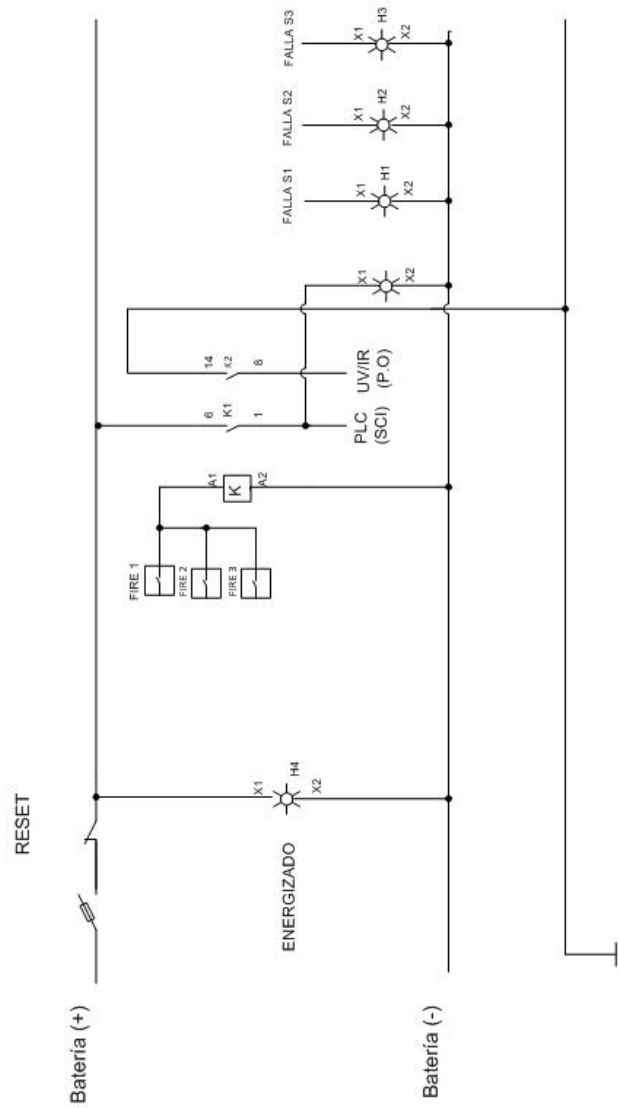
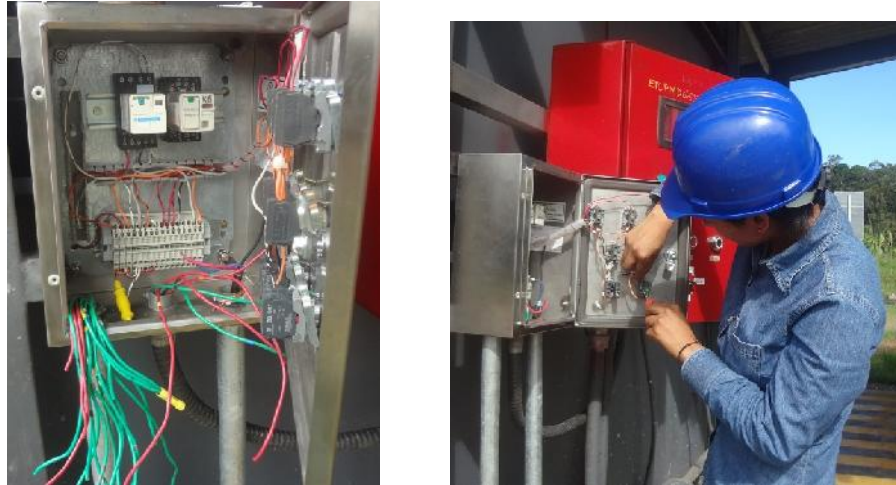


Fig. V. 24. Diagrama eléctrico de control.

### 5.5.3. Instalación del tablero de control en el SCI.

Al terminar con el conexionado interno se procede a instalar el tablero, al cual ingresan las señales provenientes de los detectores, alimentación y paros de emergencia. Ver ANEXO 9.



**Fig. V. 25. Conexiones externas.**



**Fig. V. 26. Tablero instalado.**

#### 5.5.4. Modificación del tablero del SCI.

Al PLC del tablero del SCI que se encontraba ya instalado se adicionó tres entradas, una señal proveniente de los detectores de flama y dos señales del selector de 4 posiciones instalado para las operaciones en modo automático. El diagrama modificado se muestra en el Anexo 3.



**Fig. V. 27 Modificación tablero SCI.**

#### 5.6. CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LOS TABLEROS MURPHY

Las unidades Power Oil cuentan con un anunciador de fallas Murphy el cual al activarse un contacto de las entradas del controlador enviando a ejecutar el shutdown de las unidades. Para cada controlador de las unidades ingresan dos señales de alarma una proveniente del sistema de detección de fuego y otra señal de los paros de emergencia.

Se instaló un sistema de puesta a tierra en las carcasas de cada una de las unidades para obtener una señal común para las tres unidades.

**Señal de control.-** La señal de control que se utilizó para las señales de Shutdown fue tierra debido a que el común de los controladores Murphy era tierra.

Fue necesario conectar un diodo para cada señal de shutdown para aislar las señales del sistema de control que estaba instalado en la tercera power oil ya que se tenía un voltaje positivo que ingresaba en las dos entradas de alarma y al conectar el diodo se bloqueó el paso de voltaje permitiendo que se activen las señales.

Para lo cual fue necesario conocer la configuración de las entradas del controlador Murphy TTD y TTDJ.

### 5.6.1. Power Oil uno, Controlador Murphy TTD

Se conectó la señal de tierra (Común) a la carcasa del controlador, al contacto 25 llega la señal de Detección de fuego y al contacto 29 llega la alarma del paro de emergencia. . En el ANEXO 5 se muestra el diagrama de conexión.



Fig. V. 28. Conexión de las señales.

### 5.6.2. Power Oil dos, Controlador Murphy TTD

Se conectó la señal de tierra (Común) a la carcasa del controlador, al contacto 26 llega la señal de Detección de fuego y al contacto 27 llega la alarma del paro de emergencia. En el ANEXO 6 se muestra el diagrama de conexión.



Fig. V. 29. Conexión de señales.

### 5.6.3. Power Oil tres, Sistema de control mediante PLC

Se conectó la señal de tierra (Común) a la carcasa del tablero y las señales de shutdown a los contactos del relé y sus salidas ingresan a las entradas del PLC. En el ANEXO 4 se muestra el diagrama de conexión.



**Fig. V. 30. Conexión de señales.**

### 5.6.4. Programación del PLC Zelio Soft 2

La programación del PLC fue desarrollada usando el software Zelio Soft 2. El programa de control fue realizado en el lenguaje de contactos (LADDER). Ver ANEXO 12. A continuación se describe la programación.

#### 5.6.4.1. Configuración inicial.

- Durante el arranque del software Zelio Soft 2, se abrirá la siguiente ventana de presentación, y se debe hacer click en crear un nuevo programa.

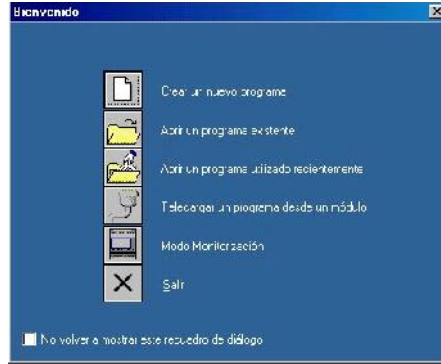


Fig. V. 31. Ventana de presentación.

- Seleccionamos la categoría del módulo a utilizar, eligiendo el modelo SR3261BD. Hacemos click en siguiente.



Fig. V. 32. Categoría del módulo.

- Elegimos el tipo de programación, seleccionando el lenguaje de contactos.

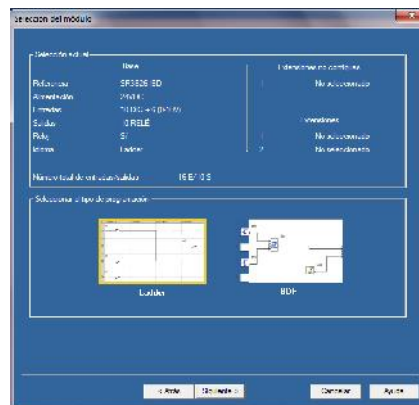


Fig. V. 33. Tipo de programación.



- Una vez seleccionado el modelo, proseguimos a configurar las entradas digitales, memorias y las bobinas, y se despliegan las siguientes ventanas.

No	Comentario
01	AUTO_B1
02	AUTO_B2
03	START
04	STOP
05	RESET
06	PSL_B1
07	PSL_B2
08	TSH_B1
09	TSH_B2
10	SSL_B1
11	SSL_B2
12	UV/IR
13	MANUAL_B1
14	MANUAL_B2
15	F
16	IG

Fig. V. 34. Entradas.

No	Comentario	No	Comentario
01	M1	15	MF
02	M2	16	MG
03	M3	17	MH
04	M4	18	MJ
05	M5	19	MK
06	M6	20	ML
07	M7	21	MN
08	M8	22	MP
09	M9	23	MQ
10	MA	24	MR
11	MB	25	MS
12	MC	26	MT
13	MD	27	MU
14	ME	28	MV

Fig. V. 35. Memorias.

No	Comentario
01	Q1
02	Q2
03	Q3
04	Q4
05	Q5
06	Q6
07	Q7
08	Q8
09	Q9
10	QA

Fig. V. 36. Bobinas.

No	Comentario	No	Comentario
01	T1	01	TX1
02	T2	02	TX2
03	T3	03	TX3
04	T4	04	TX4
05	T5	05	TX5
06	T6	06	TX6
07	T7	07	TX7
08	T8	08	TX8
09	T9	09	TX9
10	TA	10	TXA
11	TB	11	TXB
12	TC	12	TXC
13	TD	13	TXD
14	TE	14	TXE
15	TF	15	TXF
16	TC	16	TXG

Fig. V. 37. Temporizadores.

- Se realizan las rutinas para el funcionamiento del sistema de detección de fuego, recurriendo a los íconos de los contactos, bobinas y temporizadores.

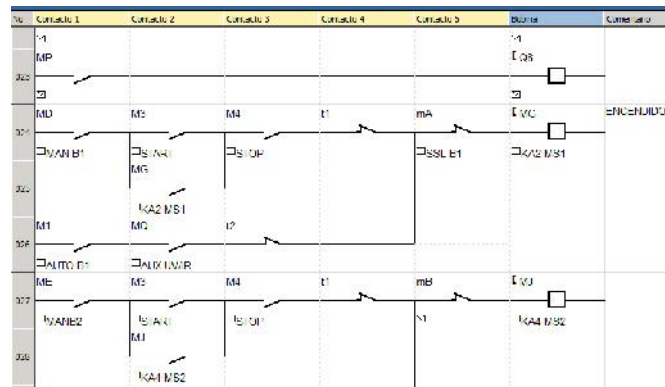


Fig. V. 38. Temporizadores



### 5.6.4.2. Simulación del programa.

Simulamos el programa mediante un click en el ícono de Simulación, y a continuación damos un click en el ícono RUN para la ejecución del módulo. Y verificamos las acciones de control.

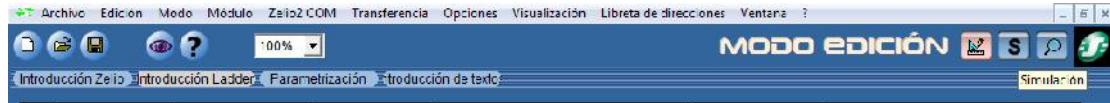


Fig. V. 39. Ícono Simulación.

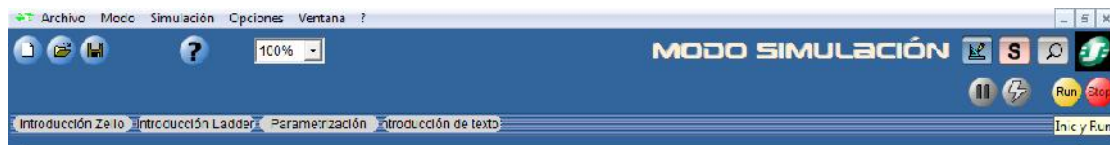


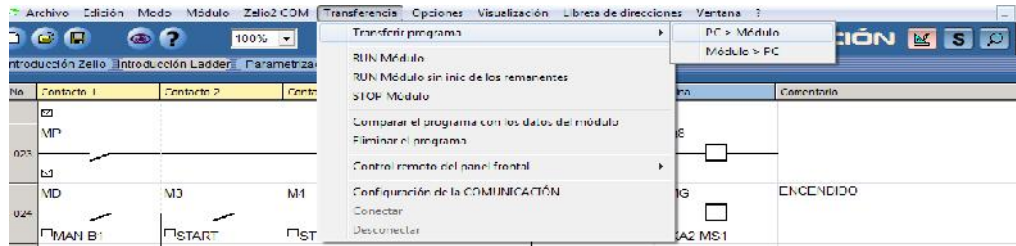
Fig. V. 40. Ícono RUN.

### 5.6.4.3. Descarga del programa al PLC.

Para transferir el programa al PLC primero se debe configurar el puerto de comunicación abriendo la pestaña Transferencia y elegimos el puerto y poner en modo STOP al PLC. Como siguiente paso se debe descargar el programa en el PLC usando el ícono que se muestra en la siguiente figura.



Fig. V. 41. Configuración del puerto COM.



**Fig. V. 42. Transferencia del programa al PLC.**

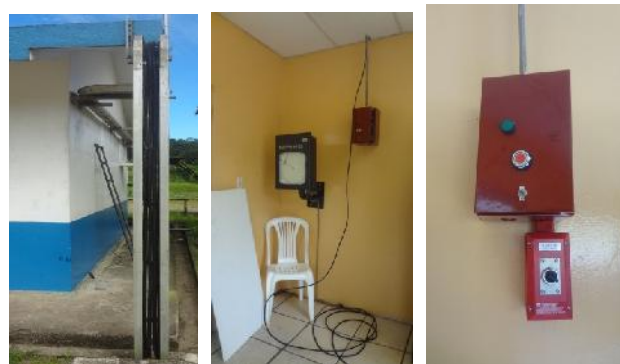
Cuando el programa ha sido descargado al PLC se debe colocar en modo RUN. De esta forma quedando el sistema listo para realizar las pruebas necesarias del Sistema.

## 5.7 INSTALACIÓN DE PAROS DE EMERGENCIA

Se instaló una parada de emergencia en la sala de control del operador y otro en la caseta de las unidades de bombeo.

### 5.7.1. Parada de emergencia sala de control del operador.

Para la instalación de esta parada de emergencia fue necesario utilizar cable de tres hilos, el tendido de este cable se realizó sobre la canaleta de Fibra óptica que se encontraba instalada, la cual llega hasta la sala de control.



**Fig. V. 43. Parada de emergencia instala.**

### 5.7.2. Parada de emergencia caseta de las unidades de bombeo.

Para la instalación se utilizó la tubería instalada de un paro de emergencia que se encontraba fuera de servicio.



Fig. V. 44. Parada de emergencia caseta Power Oil.

# CAPITULO VI

## 6. PRUEBAS Y RESULTADOS

Concluidas la instalación y conexión eléctrica, en este capítulo se detallan pruebas realizadas al tablero de control, conexión a cada uno de los equipos instalados, con las cuales se verificó la continuidad en el cableado y se eliminó posibles problemas eléctricos. Las pruebas siguientes fueron las de alimentación donde se verificó que los niveles de voltaje en cada dispositivo sean los correctos.

### 6.1. PRUEBAS DE CONEXIÓN DEL TABLERO DE CONTROL

Se verificó que cada señal que ingresan a la regleta del tablero estén correctamente conexas de acuerdo al diagrama eléctrico diseñado, para evitar tener problemas de corto circuitos o electrificación de estructuras metálicas por error.

### 6.2. PRUEBAS DE ARMADO Y CABLEADO DEL SISTEMA

Se realizaron pruebas de continuidad de las conexiones de los diferentes equipos de acuerdo a los planos que fueron elaborados previos a la implementación. También se verificó si existía continuidad entre el cableado y la tubería instalada debido a que al pasar el cable por la tubería,

podría averiarse el aislamiento del conductor provocando falla en el sistema. Esta prueba fue realizada utilizando un multímetro.

### **6.3. PRUEBAS DE ALIMENTACIÓN**

En esta prueba se procedió a energizar el panel de control para comprobar la apropiada alimentación de los diferentes equipos instalados.

Una vez realizadas estas pruebas se coloca el breaker del tablero SCI en modo ON

Se trabajó en conjunto con los planos de conexionado para evitar activar de forma incorrecta los equipos.

### **6.4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS DETECTORES UV/IR**

En esta prueba se verificó que cada uno de los detectores de flama cierren sus contactos de alarma y falla. Se reajustó del ángulo de visión del detector para mejorar la cobertura de detección de cada unidad.

### **6.5. PRUEBAS DEL PROGRAMA DE CONTROL**

Culminada la verificación de la parte física del sistema se procede a realizar las pruebas del programa de control a los cambios realizados en modo manual y en modo automático.

### **6.6. PRUEBAS EN MODO MANUAL**

#### **6.6.1. Bombas mecánicas del SCI**

El sistema lee el cambio de estado al pulsar el botón de START o el botón STOP mediante la activación o desactivación de los relés que controlan la solenoide y el motor de arranque. Y se visualizó el arranque de las bombas mediante las luces piloto del tablero del SCI. De esta forma se observa la respuesta de los relés conectados a las salidas del PLC.

## 6.7. PRUEBAS EN MODO AUTOMÁTICO



**Fig. VI. 1. Tableros Energizados.**

### 6.7.1. Bombas mecánicas del SCI

La posición del selector se ubicó en AUTO B2, y al momento de simular presencia de fuego pulsando el botón Test, se envía la señal de alarma al PLC del tablero del SCI y este a su vez activa la bobina del relé y se envía la señal al motor de arranque para encender la bomba seleccionada. Dando como resultados una prueba exitosa.

### 6.7.2. Bombas Power Oil

Antes de realizar la prueba de detección se desconectó el relé que activa la solenoide que activa al motor de cada una de las unidades de bombeo. Después se procede a simular presencia de fuego pulsando el botón Test y el sistema activa el relé que se encuentra en el tablero de detección cerrando sus contactos, enviando así la señal de shutdown a los controladores Murphy y al PLC de la tercera unidad visualizándose la señal de alarma de fuego en sus pantallas.



Fig. VI. 2. Relé Solenoide.



Fig. VI. 3. Falla Sistema de detección.

## 6.8. PRUEBA FINAL DEL SISTEMA

Después de haber realizado las pruebas en cada uno de los equipos instalados, se coordinó con el departamento de Producción para obtener permiso de apagado de las unidades Power Oil, con el departamento de Seguridad y Salud Ambiental para verificar que no haya una concentración gas fuera del rango permitido en el ambiente ya que se va a provocar fuego para que sea detectado, y con el departamento de Automatización y Control para supervisión de operación del sistema.

En la prueba final y puesta en marcha del sistema de detección de Fuego contamos con la presencia del departamento de Automatización y Control, el departamento de Seguridad y Salud Ambiental y el operador de la Estación Sansahuari.



Fig. VI. 4. Departamentos de seguridad y automatización.

### 6.8.1. Pruebas y resultados de la puesta en marcha del sistema

Se realizó la prueba final explicando a los presentes el alcance del sistema desarrollado y las acciones a ejecutar al momento de detectar fuego.

Las acciones ejecutadas fueron las siguientes:

- Se energizaron los tableros al accionar el breaker del tablero del SCI.
- En el tablero de control se verificó las luces piloto de energizado y habilitación de los tres detectores, se visualizó también el cambio de color del LED en el encendido de los detectores de acuerdo a la Tabla. IV. 3. del capítulo IV, obteniéndose una alta sensibilidad Ultravioleta e infrarroja en zona de bombeo.
- Se provocó fuego en un recipiente y se colocó cerca de las unidades de bombeo.
- Los detectores de fuego enviaron una señal de alarma al tablero de control, en los detectores se pudo visualizar el cambio de color del LED de Verde a Rojo.
- En el tablero de control se visualizó la luz piloto Roja energizada, se apagaron las unidades Power Oil, arrancaron las bombas de agua del SCI y se activó la sirena.



**Fig. VI. 5. Power Oil.**





**Fig. VI. 6. Bombas de agua SCI.**



**Fig. VI. 7. Sirena.**

- Se realizó también la prueba de los paros de emergencia y sus señales se enviaron correctamente a los tableros Murphy como se muestra en la Fig. VI. 6.



**Fig. VI. 8. Señal de alarma del paro de emergencia, controladores Murphy**

Al concluir con las pruebas se resetearon los tableros Murphy y los tableros del SCI, de esta manera el SCI se encuentra operativo al 100 % .

## **6.9. RESULTADOS DE LA ENTREVISTA**

La entrevista realizada con el objetivo de conocer las necesidades de la Estación de producción Sansahuari, arrojó resultados que se muestran a continuación. La entrevista se la realizó después de la demostración de prueba del sistema de detección de fuego a un total de 10 personas de los departamentos de Automatización y Control, Seguridad y Salud Ambiental y Operadores de la Estación Sansahuari.

**Pregunta 1.- ¿Luego de ver operando el Sistema de Detección, considera que el sistema ayuda a complementar el Sistema Contra Incendio de la Estación Sansahuari?**

De las 10 personas entrevistadas, el 100% de los trabajadores dieron una opinión satisfactoria que aseguran que el sistema de detección ayuda a complementar las acciones de alarma del Sistema Contra Incendio.

**Pregunta 2.- ¿Considera que el sistema implementado es confiable en cuanto al tiempo de respuesta para alarmar al personal y tomar las medidas necesarias en caso de producirse un conato?**

De las 10 personas entrevistadas, el 100% de los trabajadores consideran que el sistema es confiable y rápido en el tiempo de respuesta.

**Pregunta 3.- Cree usted que el Sistema de detección protege la integridad física del personal de la estación al no tener que actuar directamente sobre el tablero de control de las bombas para la activación el shutdown.**

De las 10 personas entrevistadas, el 100% de los trabajadores dieron una opinión positiva y se sienten más seguros en su lugar de trabajo.

### Resultado en porcentaje



**Fig. VI. 9. Resultados**

Al realizar la entrevista acerca de las pruebas de operación del sistema, el 100% de los trabajadores entrevistados dieron una opinión satisfactoria del funcionamiento del sistema.

### **6.10. ANALISIS FINAL**

Al haber realizado las pruebas del sistema implementado, comprobado así su funcionamiento, alcance y considerando la entrevista realizada al personal de la Estación Sansahuari se puede comprobar que el Sistema de Detección de Flama aporta a la seguridad de la estación protegiendo tanto al recurso humano como material, brindando mayor seguridad al personal en su lugar de trabajo.

## CONCLUSIONES

- La aplicación de normas y estándares internacionales de Clasificación Eléctrica de áreas permiten la correcta instalación y selección de dispositivos para la zona de riesgo, garantizando el desempeño del sistema.
- Los equipos de trabajo instalados en el sistema cumplen con las certificaciones de construcción requeridas para ambientes explosivos, esto permite que su rendimiento sea elevado.
- Mediante la programación y configuración en el PLC se pudo ejecutar las acciones de control planteadas en el diseño del sistema dando como resultado su operatividad inmediata.
- Al implementar el sistema de detección se pudo verificar las conexiones eléctricas y la distribución de las señales de control a cada equipo, para evitar fallas en la operación del sistema.
- El controlador Zelio Logic facilita la supervisión y control del sistema de detección de fuego y puede integrarse a sistemas de monitoreo como SCADA mediante la utilización de módulos de comunicación.
- El fuego es controlable en su fase inicial por ello es indispensable contar con un sistema de detección que permita alarmar de forma inmediata, ya que una vez que toma volumen el incendio puede alcanzar niveles incontrolables.
- Al realizar el análisis de riesgos usando el método Dow de incendio y explosión se determinó el índice de riesgo que posee el área de las unidades Power Oil, que debido a las altas presiones pueden provocar fugas en todos los sellos del sistema de Power Oil, estas a su vez producir un incendio.

- Seleccionamos un detector de flama Det-Tronics ultravioleta e infrarrojo ya que representa en la actualidad el estándar mundial en detección de llama por desempeño y tecnología en cualquier tipo de ambiente.
- La instalación de dos paradas de emergencia beneficia a los operadores de la estación, pues ahora cuentan con un sistema de shutdown para proteger su integridad física en caso de un accidente.
- El manual de operación elaborado ayuda al personal técnico en la operación y pruebas de funcionamiento del sistema de detección.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda instalar sensores de nivel en el tanque de Agua del sistema de bombeo para garantizar el abastecimiento necesario en caso de presentarse un conato de incendio.
- Se recomienda la instalación de un sistema de duchas de agua en el área de bombeo, para complementar el sistema contra incendios de la estación Sansahuari.
- Se deben realizar las pruebas al sistema de detección de fuego según las instrucciones desarrolladas en el manual de operación del sistema para garantizar su encendido.
- Realizar el mantenimiento de las bombas contra incendios y probar por separado el arranque de cada una de ellas, sin olvidar que al finalizar las pruebas se debe dejar el sistema en modo automático.
- Hacer uso correcto del manual de operaciones ya que toda desviación de las recomendaciones puede perjudicar el rendimiento del sistema y acarrear riesgos de seguridad.

## RESUMEN

Se diseñó e implementó un Sistema de Detección de Fuego en las Unidades Power Oil mediante PLC para la Estación Sansahuari, ubicada en el cantón Putumayo, provincia Sucumbíos, para la empresa Petroecuador.

El presente trabajo está fundamentado en una investigación bibliográfica, de campo basadas en el método analítico, haciendo un análisis para determinar el nivel de riesgo en la zona de bombeo y los equipos que se van a utilizar. Para la implementación del sistema, se tomó en cuenta las certificaciones de construcción que deben cumplir los dispositivos; se instaló detectores Det-tronic UV/IR, el control de proceso se realizó mediante el PLC Zelio Logic, el panel de control integran un pulsador color verde para realizar el Test de los detectores, un pulsador color negro para el Reset del sistema, y cinco luces piloto que indican el funcionamiento del sistema. Las operaciones de control se accionan mediante relés que envían señales de arranque a las bombas del SCI y señales de parada a de las unidades Power Oil. Para las conexiones eléctricas se utilizó tubería conduit, cable 16AWG y cable armado. Adicionalmente se instalaron dos paros de emergencia.

Al realizar las pruebas de operación del sistema, el 100% de los trabajadores entrevistados dieron una opinión satisfactoria del funcionamiento del sistema.

Concluimos que la implementación de este sistema, ayuda a proteger la integridad física del personal, bienes materiales y minimiza el impacto ambiental en caso de incendios.

Recomendamos a los operadores hacer uso del manual de operación y seguir paso a paso las acciones descritas en el mismo, para su correcto funcionamiento.

## SUMMARY

It was designed and implementation a system of fire detection in the units Oil PLC Power Station for Sansahuari, located in Putumayo, Sucumbios province, for the company PETROECUADOR.

This study is based on a literature research, field-based analytical method, with analysis to establish the level of irrigation pumping in the area and equipment to be used.

For, we took into account the construction certifications to be required by devices, Det-tronics detectors were installed UV/IR, process control was performed using the Zelio Logic PLC, the control panel is formed by a green button for testing detectors, a black button to reset the system, and five pilot lights which indicate the system work.

The operations control is activated through relays that send signals to start pumps and stop signals SCI unit to Power Oil. For the wiring conduit was used 16 AWG wire and cable assembly. When testing operating system, 100% of the interviewed workers gave a satisfactory performance review.

We conclude that the implementation of this system helps protecting physical integrity of the staff, goods and minimizes environmental impact in case of fire.

We recommend to the operators to use a Manual Operating and follow step by step the described actions in it, for its right work.



## **BIBLIOGRAFÍA**

- 1. NEIDER., J.,** Protección Contra Incendios., Madrid-España., Gráficas Marcar., 2008., Pp. 228-338.
- 2. RUBIO., J.,** Métodos de Evaluación de Riesgos laborales., Madrid-España., Días de Santos., 2004., Pp. 118-122.
- 3. STORCH., J., Y GARCIA., T.,** Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Energéticas., 2ª.ed., España., 2008., Pp. 471- 485
- 4. TRUJILLO., R.,** Hidrocarburos Manejo Seguro., Bogotá-Colombia., Ecoe., 2006., Pp. 334-340.
- 5. ECUADOR INSTITUTO DE NORMALIZACIÓN EP**  
**PETROECUADOR.,** Norma SHI– 018., Sistemas de Agua Contra incendios para instalaciones petroleras., Quito–Ecuador., 1992., Sección 3 y 5. Pp., 1-4 y 18-24.

## **6. ECUADOR INSTITUTO DE NORMALIZACIÓN EP**

**PETROECUADOR.**, Normas SHI-021., Clasificación Eléctrica de áreas., Quito –Ecuador., 1992., Sección 4., Pp. 4-19.

## **7. ECUADOR INSTITUTO DE NORMALIZACIÓN EP**

**PETROECUADOR.**, Normas SHI-022., Sistemas Automáticos de detección y alarma para incendios., Quito–Ecuador., 1992., Sección 6 y 7., Pp. 3-17.

## **8. ECUADOR INSTITUTO DE NORMALIZACIÓN EP**

**PETROECUADOR.**, Normas SI-025., Sistemas de Parada de emergencia, bloqueo, despresurización y Venteo de equipos., Quito–Ecuador., 1993., Sección5., Pp. 2-6.

## **9. ECUADOR INSTITUTO DE NORMALIZACIÓN EP**

**PETROECUADOR.**, Normas SHI-030., Inspección y Mantenimiento de Bombas de control de incendios., Quito-Ecuador., 2000., Sección 5., Pp. 2-8.

## **10. ECUADOR INSTITUTO DE NORMALIZACIÓN EP**

**PETROECUADOR.**, Normas SI-004., Quito – Ecuador., 1990. Sección 4.1.3., Pp. 3.

## **11. QUISPE., D.** Diseño e Implementación de un Sistema

Automatizado para el control y monitoreo del Sistema  
Contra Incendios para el proceso de extracción  
almacenamiento y medición de crudo en la estación  
Paraíso de ENAP Sipetrol Ecuador., TESIS., Quito-  
Ecuador., 2011., Pp. 51-61.

## **12. CALLE., J.** Implementación del Sistema de Detección de

fuego en la Estación de Bombeo Beaterio del Poliducto  
Quito- Ambato-Riobamba de Petrocomercial.,  
Sangolqui-Ecuador., TESIS., 2010., Pp. 120-123.

## **BIBLIOGRAFÍA INTERNET**

### **13. ANALISIS DE RIESGO**

<http://www.interempresas.net/Quimica/Articulos/8603>  
12/11/2012

#### **14. BOMBAS POWER OIL**

<http://repositorio.eppetroecuador.ec/handle/20000/112>

25/10/2011

#### **15. CONTROLES ELÉCTRICOS**

<http://www.schneiderelectric.com.mx/documents/product>

15/03/2012

<http://www.directindustry.es/prod/schmersal/dispositivos-de-mando-de-paro-de-emergencia-787-38326.html>

15/03/2012

<http://www.construnario.com/diccionario/swf/27151>

25/03/2012

#### **16. MANUAL DEL DETECTOR DE FUEGO UV/IR DET-TRONIC**

<http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=detector%2>

17/10/2011

<http://www.detrronics.com/utcfs/Templates/Pages/Template-5 3/0>

7/10/2011

**17. MANUAL DEL PLC ZELIO LOGIC SR3B261BD**

<http://danielcastelao.org/apuntes/carlos/zelio/Reles%20Zelio%20Logic%20R2-SR3.pdf>

6/01/2012

[http://www.schneiderelectric.co.cr/documents/local/follet\\_o\\_zelio.pdf](http://www.schneiderelectric.co.cr/documents/local/follet_o_zelio.pdf)

10/01/2012

**18. MANUAL CONTROLADOR MURPHY TTD**

<http://www.fae.co.za/fwmurphy/pdf/00-02-0329.pdf>

5/02/2012

**19. MANUAL CONTROL ADOR MURPHY TTDJ**

<http://www.fwmurphy.co.uk/pdf/obsolete/00-02-0412.pdf>

11/02/2012

# ANEXOS

## **ANEXO 1**

Manual de operaciones

## **ANEXO 2**

Lista de comprobación para la aplicación del índice DOW de incendio y explosión (6ª Edición)

## **ANEXO 3**

Conexiones eléctricas del PLC SCI

## **ANEXO 4**

Conexiones eléctricas del PLC Tercera Unidad Power Oil

## **ANEXO 5**

Terminales de entrada Murphy TTD

## **ANEXO 6**

Terminales de entrada Murphy TTDJ

## **ANEXO 7**

Conexiones eléctricas Tablero de control

## **ANEXO 8**

Diagrama de conexiones detectores UV/IR

## **ANEXO 9**

Regleta Tablero de control

## **ANEXO 10**

Distribución de señales

## **ANEXO 11**

Clasificación eléctrica

## **ANEXO 12**

Código de clasificación

## **ANEXO 12**

Programación del PLC Zelio Soft 2

## **ANEXO 13**

Entrevista

## **ANEXO 14**

Programación

# **ANEXO 1**

Manual de operaciones



## **CONTENIDO**

1. DESCRIPCIÓN BREVE DETECTORES UV/IR DET-TRONIC.
2. DESCRIPCIÓN DEL MODO DE OPERACIÓN.
3. MANTENIMIENTO

## **INTRODUCCIÓN**

El Sistema Contra Incendios de la estación Sansahuari está constituido por dos bombas mecánicas para presurizar la línea del sistema de agua en caso de una contingencia de incendio, su accionamiento es manual y el tablero de control instalado se limita al control de las bombas del SCI por lo que se decide realizar el diseño e implementación de un Sistema de Detección de Fuego en las unidades Power Oil, este contará con un tablero de control con sus respectivos dispositivos y detectores para el proceso.

También se instaló dos paros de emergencia para las bombas Power Oil, mejorando así las condiciones de seguridad de la estación.

## **ANTECEDENTES**

En vista de las necesidades presentadas en la estación Sansahuari. Fue necesario modernizar y complementar el Sistema contra incendio, enfocándonos en el área de las unidades Power Oil, para lo cual se implemento un sistema basado en detectores de fuego DET-TRONIC UV/IR, que presentan una alta funcionalidad. Por ser tecnología moderna y robusta al cumplir con los requisitos de certificación de seguridad.

### **1. DETECTORES UV/IR**



**Fig. 1. 1. Detector UV/IR**

La disposición del montaje permite a los detectores UV e IR supervisar el mismo lugar peligroso con un cono de visión de 90 grados. Cuando ambos sensores detectan la presencia de una llama al mismo tiempo, se genera una señal de alarma. El detector ofrece calificaciones a prueba de explosiones por divisiones y zonas y es apto para el uso en interiores y exteriores.

### INDICADOR DEL ESTADO DEL DETECTOR

ESTADO DEL DETECTOR	INDICADOR LED
Puesta en marcha automática normal (sin falla ni alarma de incendio)	Verde
Falla	Amarillo
Sólo alarma UV	Rojo, encendido de forma intermitente por 500ms y apagado por 500ms
Sólo alarma IR	Rojo, encendido de forma intermitente por 250ms y apagado por 250ms
Alarma previa	Rojo, encendido de forma intermitente por 1 seg. y apagado por 1 seg.
Fuego (alarma)	Rojo de forma permanente
Durante el encendido, el indicador LED se enciende de forma intermitente con la secuencia que se muestra a continuación, lo que indica un estado de procesamiento de señal y sensibilidad.	
Sensibilidad UV baja	Un parpadeo en color rojo
Sensibilidad UV media	Dos parpadeos en color rojo
Sensibilidad UV alta	Tres parpadeos en color rojo
Sensibilidad UV muy alta	Cuatro parpadeos en color rojo
Procesamiento de señal UV con rechazo de arco	Un parpadeo en color amarillo
Procesamiento de señal UV con rechazo de arco	Dos parpadeos en color amarillo

**Fig. I. 2. Estados del detector**

## INDICADOR DEL ESTADO DEL DETECTOR

(Continuación)

Sensibilidad IR baja	Un parpadeo en color verde
Sensibilidad IR media	Dos parpadeos en color verde
Sensibilidad IR alta	Tres parpadeos en color verde
Sensibilidad IR muy alta	Cuatro parpadeos en color verde

Fig. I. 2. Estados del detector

### 2. DESCRIPCIÓN DEL MODO DE OPERACIÓN.

**MODO AUTOMÁTICO** el cual se encuentra en espera de una señal digital que envían los detectores de flama localizados en la sala de máquinas donde se encuentran operando las unidades Power Oil y de esta manera se procederá a su desactivación y arranque de las bombas del sistema contra incendio.

**MODO MANUAL** en el cual el PLC esta a ordenes de una señal manual procedente del operador a través del accionamiento del pulsante START que se encuentra en el panel de control para arrancar el motor mecánico de la bomba seleccionada.

La operación del panel de control del Sistema de Detección de Fuego se debe realizar siguiendo los siguientes pasos.



**Fig. II. 1. Panel de Control**

## **2.1.PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE DETECCIÓN**

1. El operador debe energizar el sistema total (Sistema Contra Incendio SCI y Sistema de Detección de Fuego) accionando el breaker del tablero del SCI , el PLC mostrará la siguiente pantalla.



**Fig. II. 2. Breaker**



**Fig. II. 3. Pantalla PLC**

2. En el tablero del sistema de detección se verificará que el sistema está energizado al visualizar la luz piloto verde encendida.



**Fig. II. 4. Luz piloto Run**

3. El operador deberá escoger la bomba que va a estar activa, mediante el selector de cuatro posiciones del tablero principal SCI en Modo Automático seleccionando AUTO B1 o AUTO B2.



**Fig. II. 5. Selector 4 posiciones**

4. Para verificar el correcto funcionamiento de los detectores de fuego el operador debe acercarse a la caseta de las Unidades Power Oil y ver que el indicador led de cada uno de los detectores se encuentra en color verde.



**Fig. II. 6. LED's**

En condiciones de funcionamiento normal y sin fallas de los detectores UV/IR, las luces piloto respectivas de cada detector en el panel de control deben estar encendidas. En caso de no estar encendidas el operador debe verificar si el indicador led de los detectores instalados se encuentra en color amarillo; de ser así se debe solicitar ayuda del Área de Instrumentación.



**Fig. II. 7. Funcionamiento normal de los detectores**

## **2.2. DETECCIÓN DE FUEGO UV/IR**

1. Al originarse un incendio si el nivel de energía radiante del fuego es superior al nivel del umbral de alarma ya configurado en el detector UV/IR, se activará la salida de alarma de incendio enviando la señal de la siguiente forma:
  - a. Se pondrá en marcha la bomba que haya sido seleccionada AUTO B1 o AUTO B2.



**Fig. II. 8. Seleccionado AUTO B1**

- b. Se encenderá la luz piloto de color rojo del panel de control del sistema de detección.



**Fig. II. 9. Luz roja, Fuego**

- c. El indicador led de los detectores se pondrá en color rojo.



**Fig. II. 10. LED Alarma de fuego**

- d. Las unidades de bombeo Power Oil se apagarán automáticamente y se mostrará en sus tableros de control el siguiente mensaje:

POWER OIL 1: FALLA 29

POWER OIL 2: FALLA 27

POWER OIL 3: DETECTORES UV/IR

- e. Se encenderá la sirena del Sistema Contra Incendio para lo cual el operador debe dejar activado el interruptor del tablero de la sirena (ON).





**Fig. II. 11. Sirena**

El operador debe dirigirse a los extintores y monitores para direccionarlos hacia el área donde se originó el fuego.



**Fig. II. 12. Monitor**

2. Después de haber extinguido el fuego el operador debe realizar los siguientes pasos:
  - a. Apagar las bombas del sistema contra incendio.



**Fig. II. Pulsador STOP**

- b. Primero se debe pulsar el RESET del panel de control del Sistema de Detección de fuego para desenergizar las bobinas accionadas.



**Fig. II. 12. Pulsador RESET**

- c. Pulsar el RESET del tablero del sistema de detección de fuego de manera que los dispositivos accionados regresen a la posición de funcionamiento normal para una nueva contingencia de incendio.



**Fig. II. 13. Pulsador RESET**

- d. Encender las unidades de Power Oil, para lo cual el operador debe resetear los tableros de control Murphy y visualizar que no se presente ninguna falla. Al igual en el tablero de control de la power oil 3 se debe verificar que no estece encendida la luz piloto amarilla que indica falla, al momento de encender la unidad.

### 2.3. PRUEBA DE ALARMA DE INCENDIO

Para activar el TEST del Sistema de Detección de fuego es necesario la presencia de dos operadores y un técnico instrumentista; que deberán seguir los siguientes pasos:

1. El operador debe solicitar la presencia de un técnico instrumentista para desactivar la solenoide de las unidades Power Oil encendidas, mediante la desconexión del rele que se encuentra en el tablero Murphy de dos power oil; y en la tercera power oil controlada por un plc también se deberá desconectar la señal de los UV/IR.



**Fig. II. 14. RELE**

2. Seleccionar el funcionamiento del sistema en modo manual es decir el selector del tablero del sistema contra incendio obligatoriamente debe encontrarse en MAN B1 O MAN B2, ya que al estar en modo automático el sistema ejecutará todas las acciones indicadas en el literal de DETECCIÓN DE FUEGO, acciones que no pueden pasar.



**Fig. II. 15. Seleccionado MAN B1**

3. El operador debe mantener pulsado el botón verde del panel de Detección de fuego durante 30 segundos.



**Fig. II. 16. Pulsador TEST**

4. Después haber transcurrido 10 segundos se encenderá la luz piloto roja del tablero del Sistema de Detección.



**Fig. II. 17. Luz piloto, fuego**

5. Con la presencia del otro operador se puede verificar que los indicadores leds de los detectores UV/IR instalados en la caseta de las unidades Power Oil están en color rojo, comprobando así que los detectores se encuentran en perfectas condiciones.



**Fig. II. 18. LED indicando fuego**

6. Se podrán verificar las fallas en los tableros Murphy y en el PLC, comprobando el sistema.
7. Se debe pulsar el botón RESET de los dos tableros para iniciar nuevamente el sistema.

8. El operador deberá seleccionar AUTO B1 O AUTO B2 para activar el sistema de detección de fuego.

#### **2.4. OPERACIÓN EN MODO MANUAL**

1. Se debe seleccionar MAN B1 o MAN B2.



**Fig. II. 19. MAN B1**

2. El operador deberá presionar el botón START para arrancar la bomba del SCI seleccionada.



**Fig. II. 20. Botón START**

3. El tablero del SCI cuenta con una luz piloto de color amarilla y solo se encenderá al darse una FALLA por baja presión de aceite, alta temperatura del refrigerante o sobrevelocidad del motor. Si se activase la falla el operador deberá informar al departamento de Automatización para su correspondiente tratamiento.



Fig. II. 21. Botón FALLA

## 2.5. PARO DE EMERGENCIA

Los paros de emergencia instalados enviarán a desactivar las unidades Power Oil, es necesario accionarlo sólo en caso de **emergencia**.

En cada tablero se mostrará el siguiente mensaje:

POWER OIL 1: FALLA 25

POWER OIL 2: FALLA 26

POWER OIL 3: PARO DE EMERGENCIA



Fig. II. 22. Paros de Emergencia

## **IMPORTANTE**

### **FUENTES DE FALSA ALARMA**

**UV:** Aunque el sensor UV tiene un filtro contra el componente ultravioleta de la radiación solar, responde a otras fuentes de radiación UV además del fuego, como soldadura por arco eléctrico, rayos, coronas de alto voltaje, rayos X y radiación gamma.

**IR:** El detector ha sido diseñado para ignorar fuentes infrarrojas estables que no presentan una frecuencia de parpadeo típica de un incendio; sin embargo, cabe señalar que si estas fuentes no están lo suficientemente calientes como para emitir cantidades de radiación infrarroja que se encuentren en el rango de respuesta del sensor IR y si esta radiación se ve interrumpida desde la vista del detector en un patrón característico de una llama centelleante, es posible que el sensor IR responda.

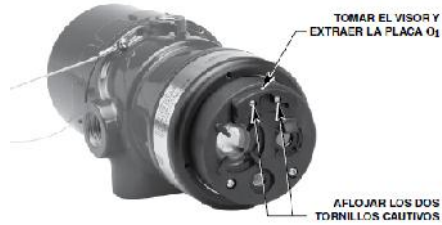
Todos los objetos con una temperatura superior a 0° Kelvin (−273 °C) emiten radiación infrarroja. Cuánto más alta sea la temperatura del objeto, mayor será la intensidad de la radiación emitida. Cuanto más cerca del detector se encuentre la fuente infrarroja, mayores probabilidades habrá de que se produzca una falsa alarma. El sensor IR puede responder a fuentes de radiación IR que cumplan con los requisitos de amplitud y parpadeo del detector tales como objetos calientes vibratorios.

Es preciso evitar ciertas combinaciones de radiación ambiental. Por ejemplo, si el detector recibe simultáneamente una señal de soldadura por arco eléctrico y radiación IR como una señal parpadeante, se generará una salida de alarma.

### **3. MANTENIMIENTO TÉCNICO**

Para mantener un máximo nivel de sensibilidad y resistencia a falsas alarmas, las ventanillas de visualización del equipo X5200 deben permanecer relativamente limpias.

## Procedimiento de limpieza



**Fig. II. 23. Detector UV/IR**

Para limpiar las ventanillas y la placa oi, utilice el limpiador de ventanillas Det-Tronics (número de pieza 001680-001) y un paño suave, hisopos o pañuelos de papel, y aplique el procedimiento que se describe a continuación.

1. Desactive todos los equipos que estén conectados al sistema de detección de fuego.
2. Desconecte el detector cuando limpie las ventanillas. El movimiento de fricción en la superficie de las ventanillas durante la limpieza puede crear electricidad estática y generar activaciones no deseadas.
3. Para limpiar las superficies ópticas, extraiga la placa oi según el procedimiento que se describe a continuación.

### **Extracción de la placa oi**

- a) Afloje los dos tornillos imperdibles, tome la placa oi por la parte del visor y extráigala del detector.
- b) Limpie exhaustivamente las superficies de reflejo de la placa oi. Para ello, tómelas por los bordes para no dejar marcas de huellas digitales en la superficie interna.
- c) Vuelva a colocar la placa oi. Asegúrese de que la placa quede en forma plana en la superficie del detector.
- d) Asegure firmemente los tornillos de la placa oi (40 oz/ pulgadas - 2,8 kg/cm).



- e) Asegúrese de volver a colocar la placa original. Las placas oi no son intercambiables. Si los contaminantes corrosivos de la atmósfera deterioran la superficie de la placa oi de forma que ya no puede restablecerse su estado original, será necesario reemplazarla.

## **RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

Al ponerse en FALLA el detector el indicador led del detector se pondrá en color amarillo se deberá realizar lo siguiente:

1. Desactive todos los equipos que estén conectados al tablero del Sistema de Detección de fuego.
2. Inspeccione las ventanillas de visualización para observar si hay contaminantes y limpie de ser necesario. (revise el ítem de "Mantenimiento" para obtener información).
3. Controle la potencia de entrada de la unidad.
4. Controle todos los cables para verificar la continuidad.
5. Es muy importante desconectar los cables del detector antes de controlar el cableado del sistema para verificar la continuidad.
2. Si todos los controles de cables y la limpieza de la placa oi o las ventanillas no corrigen el problema, cubra el dispositivo con la cubierta suministrada o una hoja de aluminio para comprobar si existen altos niveles de radiación UV o IR en el entorno. Si el estado de falla desaparece, existe un grado extremo de radiación UV o IR. Reajuste la vista del detector para alejarla de la fuente UV o IR o cambie de lugar el detector.

## **RECOMENDACIONES**

- El módulo del sensor (en la mitad delantera del detector) no contiene componentes que puedan ser reparados por el usuario y no debe abrirse. La única parte del gabinete que puede ser abierta por el usuario en el campo es el compartimento de terminales.
- Para mantener un máximo nivel de sensibilidad y resistencia a falsas alarmas, las ventanillas de visualización del equipo X5200 deben permanecer relativamente limpias.

- Debe realizarse un control del sistema por medio de la función o manual (TEST) de acuerdo con un cronograma periódico, para garantizar el correcto funcionamiento del sistema.
- El reloj de tiempo real del detector cuenta con una batería de reserva que permite su funcionamiento sin conexión eléctrica durante 10 años (nominalmente). Se recomienda reemplazar la batería cada 7 años. Devuelva el dispositivo a la fábrica para el reemplazo de la batería.
- No pruebe los cables conectados al detector con un megaohmímetro. desconecte los cables del detector antes de controlar el cableado del sistema para verificar la continuidad.

# **ANEXO 2**

Lista de comprobación para la aplicación del  
índice DOW de incendio y explosión (6<sup>a</sup>  
Edición)

-----DATOS NECESARIOS PARA EL CÁLCULO  
**FACTORES GENERALES DE RIESGO**

**A. Reacciones químicas exotérmicas:**

- Hidrogenación..... 0,30
- Hidrólisis..... 0,30
- Isomerización..... 0,30
- Sulfonación (ArH + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = RSO<sub>3</sub>H + H<sub>2</sub>O)..... 0,30
- Neutralización (ácido + base)..... 0,30
- Alquilación (R + grupo alquilo)..... 0,50
- Esterificación (ácido orgánico + alcohol)..... 0,50
- Adición (ácido inorgánico + R insaturado):

  - Moderada..... 0,50
  - Fuerte..... 0,75

- Oxidación:

  - Proceso de combustión..... 1,00
  - Combinación con O<sub>2</sub>..... 0,50
  - Combinación con un agente vigoroso..... 1,00
  - Polimerización..... 0,50
  - Condensación (R<sub>1</sub> + R<sub>2</sub> = R<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O, HCl, etc.)..... 0,50
  - Halogenación (R + halógeno)..... 1,00
  - Nitración (RH + HNO<sub>3</sub> = RNO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O)..... 1,25

**B. Procesos endotérmicos (aplicar sólo a reactores):**

  - Energía con fuego directo (calcinación, pirólisis)..... 0,40
  - Energía sin fuego directo (incluido electrolisis)..... 0,20
  - Pirólisis o cráquing..... 0,20

**C. Manejo y transferencia de material:**

  - Carga y descarga de líquidos con FP <= 37.8 C que implica co (desco) nexión de líneas (ej. mangueras)..... 0,50
  - Uso de centrifugas, reactores o tanques agitados semiabiertos con materiales inflam. a la temp. de proceso..... 0,50
  - Almacenamientos (al exterior o a cubierto):

    - Gases inflamables (botellas, Nf= 3 ó 4)..... 0,85
    - Líquidos (bidones, garrafas):

      - Con FP <= 37.8 C (Nf = 3 ó 4)..... 0,85
      - Con FP entre 37.8 - 60 C..... 0,25

    - Sólidos (cajas, sacos, pilas):

      - Gránulos <= 40 mm (Nf = 2)..... 0,40
      - Espumas, fibras, polvo (Nf=3)..... 0,65

    - Factor adicional por ausencia de rociadores..... 0,20

**D. Unidades de proceso en zonas cerradas (3 ó más lados cerrados sin aberturas en las bases):**

    - Filtros y colectores de polvo combustible..... 0,50
    - Equipos que procesan líquidos combustibles:

      - Entre FP - BP..... \*\*\*\*
      - A temp. >= BP..... \*\*\*\*

    - Factor de reducción por ventilación mecánica adecuada..... 0,50

**E. Accesos inadecuados para el equipo de emergencia:**

    - Área de proceso >= 930 m<sup>2</sup> con un sólo acceso..... 0,35
    - Almacén >= 2312 m<sup>2</sup> con un sólo acceso..... 0,35

**F. Drenaje:**

    - Corrosión < 0.5 mm/año, picaduras o erosión local..... 0,10
    - Corrosión entre 0.5 - 1 mm/ año..... 0,20
    - Corrosión > 1 mm/año..... 0,50
    - Riesgo de rotura por fatiga del material..... 0,75
    - Uso de revestimientos para prevenir la corrosión..... 0,20

**J. Pérdidas de fluido combustible por cierres y juntas:**

    - Pérdidas menores en sellos equipos rotativos y juntas..... 0,10
    - Pérdida regular en sellos equipos rotativos y juntas..... 0,30
    - Procesos con ciclos de presión o temperatura..... 0,30
    - Pérdidas de fluidos penetrantes o abrasivos..... 0,40
    - Presencia de mirillas o juntas de expansión..... 1,50

**K. Presencia de hornos próximos a la unidad de**

- Cubeto sin drenaje..... 0,50
- Terreno plano o sin capacidad de drenaje..... 0,50
- El drenaje afecta a otras unidades o servicios..... 0,50
- Cubeto con drenaje sólo parcialmente adecuado..... 0,25

(El drenaje es plenamente adecuado si:

- i. Pendiente > 2% (tierra) o 1 % (solera)
- ii. Balsa a > 8 m o un diámetro de tanque
- iii. Capacidad balsa > 75% capacidad unidad + agua contra incendios durante 30 min)

**FACTORES ESPECIALES DE RIESGO**

**A. Toxicidad del material..... \*\*\*\***

**B. Operación a vacío (no utilizar C y D):0, 300,00**

- Material sensible a la humedad o el O<sub>2</sub>..... 0,50
- Riesgo de formación de mezclas inflamables..... 0,50

**C. Operación en condiciones de inflamabilidad o próximas:**

- En tanques de almacenamiento con pulmonación al aire que contienen líquidos con FP <= 37.8 C (Nf = 3 ó 4)..... 0,50
- En caso de fallo de instrumentos, equipo o purga..... 0,30
- En procesos u operaciones de forma permanente..... 0,80
- Descarga de sistemas (con líquidos inflamables a la temp. de operación) en circuito cerrado o inertizado..... 0,30

**D. Explosión de polvo (partículas <= 420 micras según NFPA)..... \*\*\*\***

- Factor de reducción por uso de atmósfera de inerte..... 0,50

**E. Presión de alivio (válvula seguridad, disco ruptura):**

**Material:**

- Líquido inflamable/combustible con FP <= 60 C..... \*\*\*\*
- Muy viscoso (breas, lubricantes, asfaltos)..... \*\*\*\*
- Gas comprimido..... \*\*\*\*
- Gas licuado (presión de vapor >= 2.8 bar 37.8 C)..... \*\*\*\*

**F. Baja temperatura:**

- Acero al carbono T < temperatura de transición..... 0,30
- Otros materiales a T < temperatura transición..... 0,20

**G. Cantidad de material combustible:**

- Líquidos o gases en proceso:

  - MATERIAL ESTABLE de FP <= 60C o procesado a temp. >= FP..... \*\*\*\*
  - MATERIAL INESTABLE (Nr = 2, 3, ó 4)..... \*\*\*\*

- Líquidos o gases en almacenamiento:

  - MATERIAL ESTABLE:

    - Gas licuado o gas..... \*\*\*\*
    - Líquido con FP <= 37.8 C..... \*\*\*\*
    - Líquido con FP entre 37.8 - 60 C..... \*\*\*\*

  - MATERIAL INESTABLE..... \*\*\*\*
  - Sólidos en almacenamiento:

    - MATERIAL ESTABLE:

      - Anexo I 331
      - Densidad >= 160 kg/m<sup>3</sup>..... \*\*\*\*
      - Densidad < 160 kg/m<sup>3</sup>..... \*\*\*\*

    - MATERIAL INESTABLE (Nr >= 2)..... \*\*\*\*

**H. Corrosión y erosión:**

**proceso:**

- Quemador estándar (cámara a depresión):

  - Material a temp. entre FP - BP..... \*\*\*\*
  - Material a temp. >= BP..... \*\*\*\*

- Quemador a sobrepresión. Toma de aire elevada (>3 m):

  - Material a temp. entre FP - BP..... \*\*\*\*
  - Material a temp. >= BP..... \*\*\*\*

**L. Uso de equipos de intercambio con aceite térmico:**

- Temp. operación entre FP - BP del aceite..... \*\*\*\*
- Temp. operación > BP del aceite..... \*\*\*\*

**M. Equipos en rotación de gran potencia:**

- Unidad de proceso con bomba >= 75 HP (56 kW)..... 0,50
- Unidad de proceso con compresor >= 600 HP (447kW)..... 0,50



-Agitadores y bombas de circulación cuyo fallo puede desarrollar un proceso exotérmico.....	0,50	-Altura <= 5 m.....	0,98
-Equipos problemáticos con gran velocidad de giro (centrífugas, etc.).....	0,50	-Altura entre 5 - 10 m.....	0,97
<b>FACTORES DE BONIFICACION POR CONTROL DE PROCESO</b>		-Altura > 10 m.....	0,95
a. Energía de emergencia (con conmutación automática) para los servicios esenciales de la unidad.....	0,98	-Con refrigeración por agua:	
b. Refrigeración durante 10 min. de condiciones anormales:		-Sistema de inundación ("deluge").....	0,98
-Capaz de evacuar el 100 % del calor previsto.....	0,99	-Sistema de pulverización ("sprinklers").....	0,97
-Capaz de evacuar el 150 % del calor previsto.....	0,97	c. Tanques:	
c. Sistemas de alivio de:		-Con doble pared.....	0,91
-Explosiones (de vapores o polvo).....	0,84	-Enterrados.....	0,84
-Sobrepresiones por condiciones anormales.....	0,98	d. Agua contra incendio (autonomía >= 4 h, >=50 % con bombas diesel):	
d. Parada de emergencia:		-Presión <= 7 bar.....	0,97
-Automática activada por un sistema redundante.....	0,98	-Presión > 7 bar.....	0,94
-De equipos rotativ. críticos (compresores,turbinas):		e. Sistemas especiales: halón,CO2,detectores humo y llama.....	0,91
MANUAL por alarma de detectores de vibración.....	0,99	f. Rociadores:	
AUTOMÁTICA por alarma de detectores de vibración.....	0,96	-Sistemas de inundación ("deluge").....	0,97
e. Control por computador:		-Sistemas de pulverización:	
-Sólo para asistencia del operador.....	0,99	-Tubería húmeda:	
-Con lógica "fallo seguro" ("fail safe").....	0,97	Riesgo ligero. Capacidad <= 8.5 l/(min m2).....	0,87
-Puntos críticos con entradas ("inputs") redundantes.....	0,93	Riesgo ordinario. Capacidad 8.5 - 15 l/(min m2).....	0,81
-Impide salidas o señales de mando críticas.....	0,93	Riesgo extra. Capacidad >15 l/(min m2).....	0,74
-Con posibilidad de mando directo por el operador.....	0,93	-Tubería seca:	
f. Gas inerte:		Riesgo ligero. Capacidad <= 8.5 l/(min m2).....	0,87
-Para "blanketing" o "padding".....	0,96	Riesgo ordinario. Capacidad 8.5 - 15 l/(min m2).....	0,84
-Para inertización total rápida en caso de emergencia.....	0,94	Riesgo extra. Capacidad >15 l/(min m2).....	0,81
g. Instrucciones de operación escritas para:		-Factor multiplicador para área > 930 m2:	
-Puesta en marcha.....	0,50	930 - 1860 m2.....	1,06
-Parada rutinaria.....	0,50	1860 - 2790 m2.....	1,09
-Condiciones normales.....	0,50	>2790 m2.....	1,12
-Operación a baja capacidad.....	0,50	g. Cortinas de agua (distanciadas a >= 23 m):	
-Operación a reciclo total ("standby").....	0,56	-1 cortina de altura <= 5 m.....	0,98
-Operación por encima de la capacidad de diseño.....	1,00	-2 cortinas:1a. de altura H<=5 m, 2a. de altura<=H+2 m.....	0,97
-Puesta en marcha después de una breve parada.....	1,00	h. Espuma:	
-Puesta en marcha tras parada por mantenimiento.....	1,00	-Por rociadores ("sprinklers") de funcionamiento:	
-Procedimientos de mantenimiento.....	1,50	-MANUAL.....	0,94
		-AUTOMÁTICO.....	0,92
		-En juntas techos flotantes de depósitos con disparo:	
		332 <i>Análisis del riesgo en instalaciones industriales</i>	
		-MANUAL.....	0,97
d. Sistema de bloqueo que impide flujo incorrecto que podría dar reacciones indeseables.....	0,98	-AUTOMÁTICO (activado por detectores de llama).....	0,94
-Parada de emergencia.....	1,50	-En depósitos:	
-Modificación o adiciones al equipo o tuberías.....	2,00	-Dentro de la cámara de aire.....	0,95
-Condiciones anormales previsible.....	3,00	-AUTOMÁTICO sobre la carcasa (monitores, etc.).....	0,97
-BONIFICACION TOTAL CALCULADA (1-X/150).....	1,00	-MANUAL sobre la carcasa (mangueras, etc.).....	0,94
h. Revisión bibliográfica sobre procesos y reactividad:		j. Extintores portátiles - monitores:	
-Ocasional.....	0,98	-Extintores portátiles.....	0,98
-Periódica y al día.....	0,91	-Extintores portátiles y monitores manuales.....	0,97
		-Extintores portátiles y monitores telecomandados.....	0,95
<b>FACTORES DE BONIFICACION POR AISLAMIENTO DEL MATERIAL</b>		k. Protección de cables:	
<b>FACTORES DE BONIFICACION POR PROTECCION CONTRA EL FUEGO</b>		-Bandejas con sistemas de agua pulverizada.....	0,98
a. Detectores de fugas:		-Bandejas enterradas.....	0,94
-Que activan una alarma e identifican la zona.....	0,98		
-Sin revisión anual.....	0,98		
b. Depósito trasvase para emergencia ó venteos conducidos:			
-Depósito en el área de la unidad.....	0,98		
-Depósito fuera del área de la unidad.....	0,96		
-Venteos conducidos a antorcha o tanque cerrado.....	0,96		
c. Drenajes:			
-Suelo con drenaje capaz de evacuar:			
-El 75 % del contenido (pendiente >= 2 %).....	0,91		
-El 30 % del contenido.....	0,95		
-Cubeto con drenaje a balsa (a distancia>diám. tanque).....	0,95		
-Que activan un sistema de protección.....	0,94		
b. Acero estructural:			
-Con recubrimiento ignífugo hasta:			

# **ANEXO 3**

Conexiones eléctricas del PLC SCI

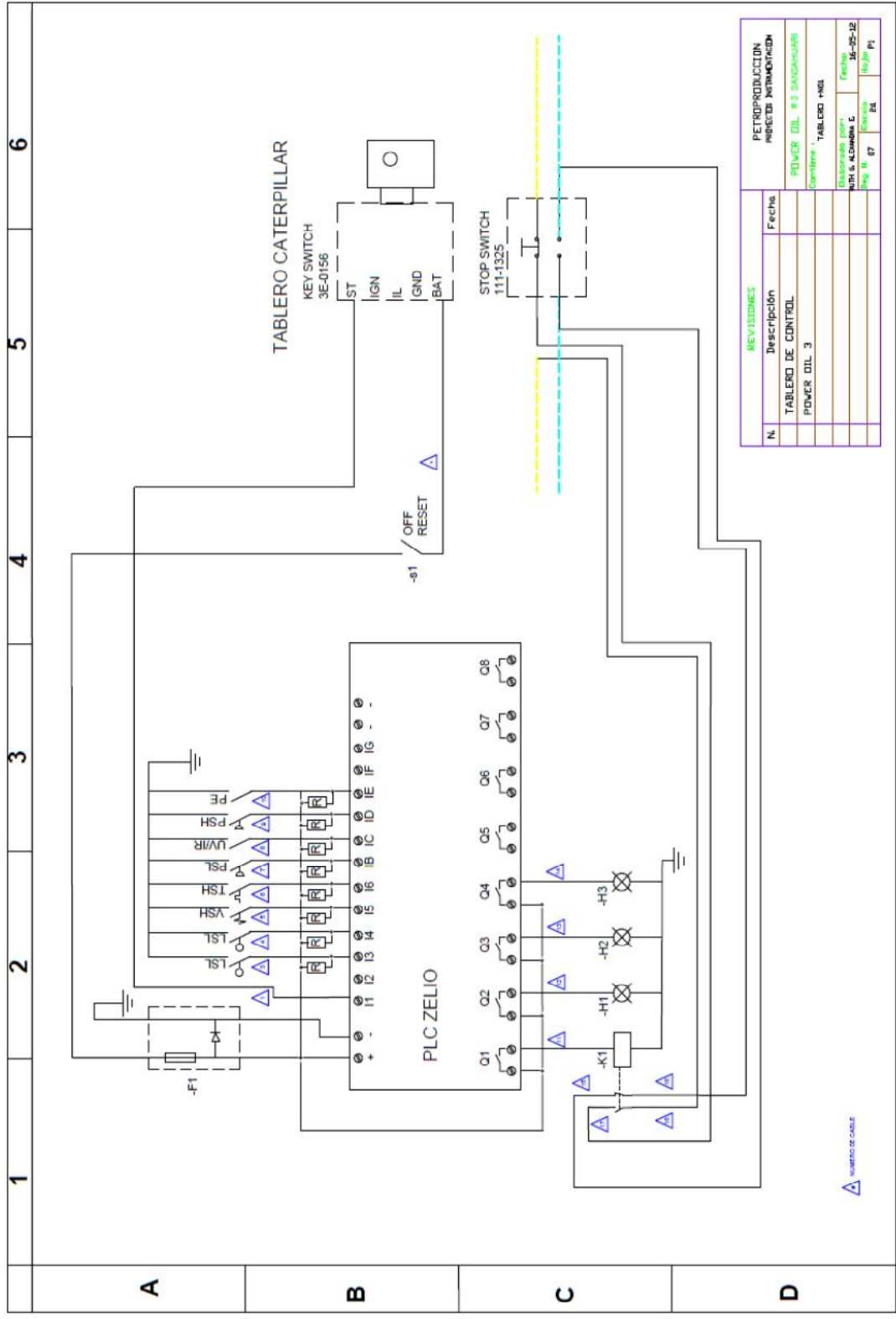


# **ANEXO 4**

Conexiones eléctricas del PLC Tercera

Unidad Power Oil



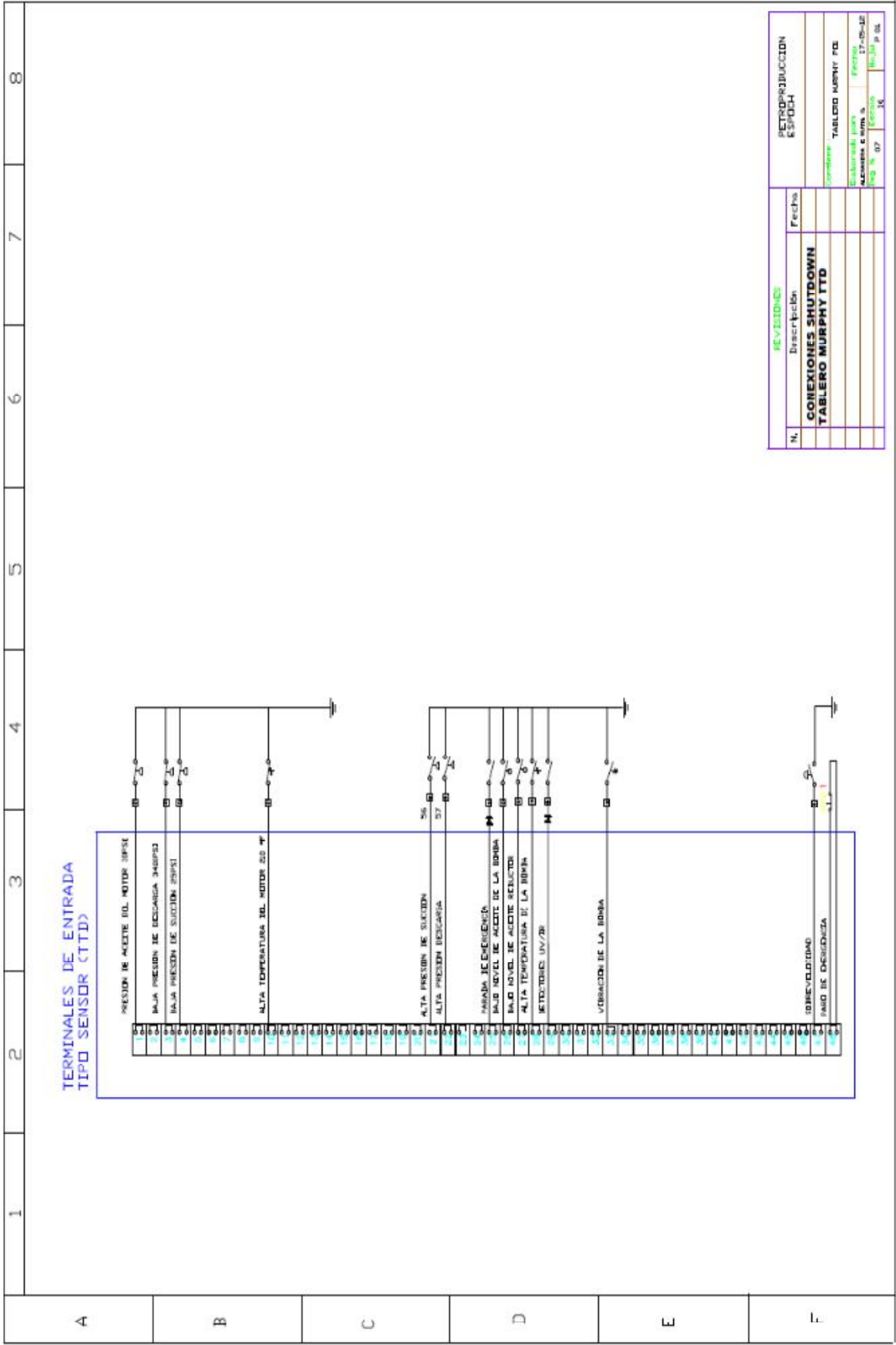


REVISIONES		PETROPRODUCCION	
N.	Descripcion	Fecha	INGENIERO INSTRUMENTACION
	TABLERO DE CONTROL		
	POWER DIL 3		POWER DIL # 3 SANCHEZARI
			Continente 1
			TABLERO NEG
			INGENIERO INSTRUMENTACION
			INDA S. ALZARRAGA C.
			Fecha: 16-05-12
			Hoja: 67
			Ed: P1

NUMERO DE CABLE

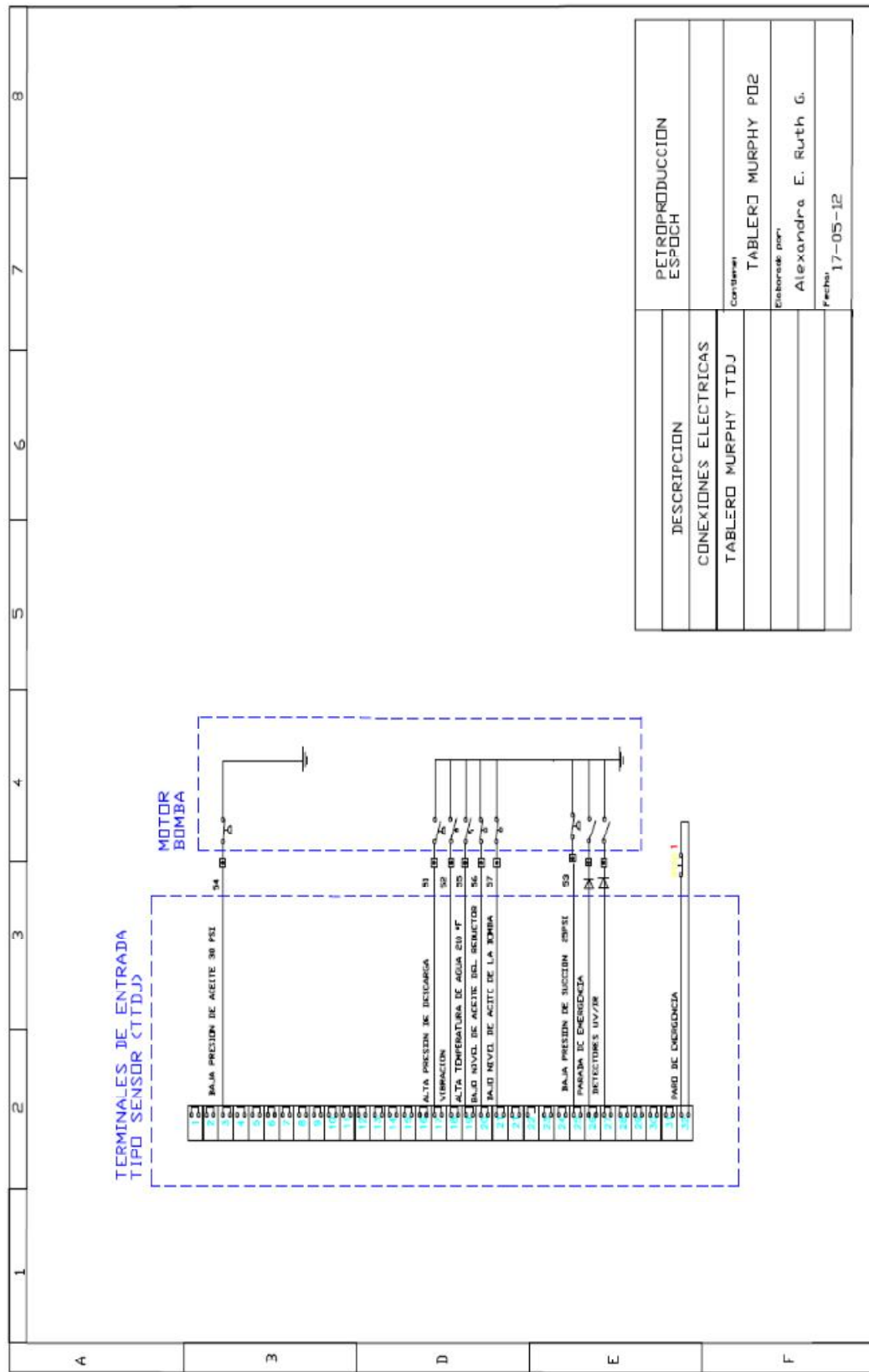
# **ANEXO 5**

Terminales de entrada Murphy TTD



# **ANEXO 6**

Terminales de entrada Murphy TTDJ



1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

DESCRIPCION	PETROPRODUCCION
CONEXIONES ELECTRICAS	ESPOCH
TABLERO MURPHY TTDJ	Controles
	TABLERO MURPHY P02
	Electros de pan
	Alexandra E. Ruth G.
	Fecha: 17-05-12

# **ANEXO 7**

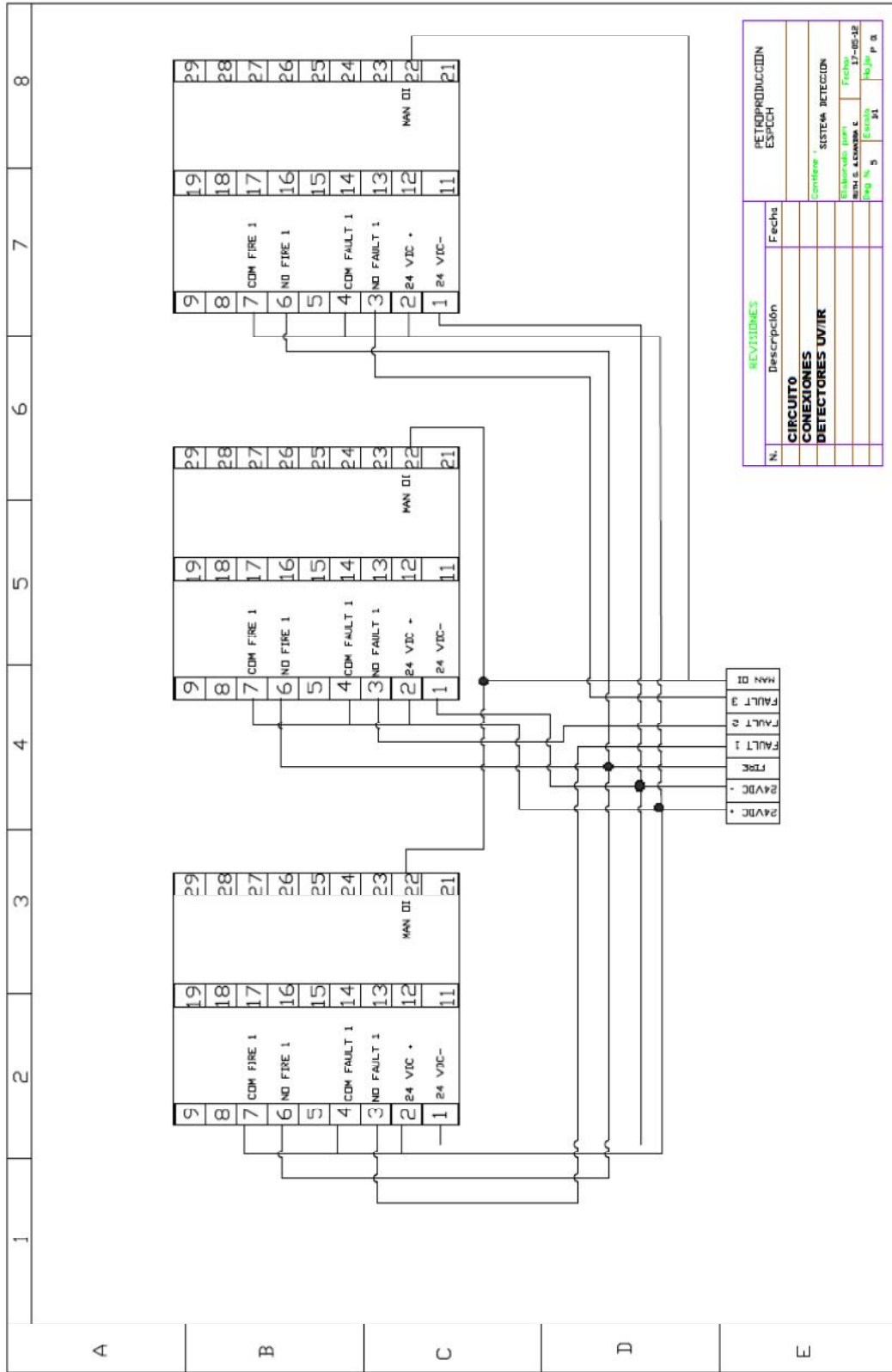
Conexiones eléctricas Tablero de control



# **ANEXO 8**

Diagrama de conexiones detectores UV/IR





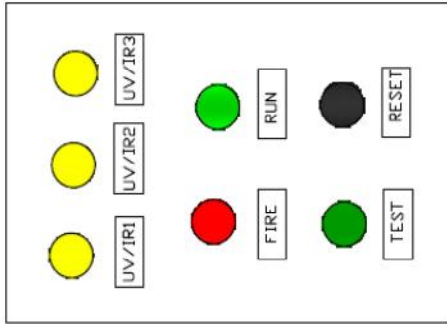
REVISIONES		PETROPRODUCCION ESPICH	
N.	Descripción	Fecha	
<b>CIRCUITO CONEXIONES DETECTORES UV/IR</b>			
Comisión SISTEMA DETECCION			
Elaborado por: Fecha			
Revisado por: Fecha			
Dib. N. 5			
Escala: 1:1			
Hoja: 1 de 1			

# **ANEXO 9**

Regleta Tablero de control

	1	2	3	4	5	6
A						
B	24 (+)	24 (+) UV/IR	RESET	24 (-)	24 (-) UV/IR	24 (-) FIRE
C			FUEGO S1	PLC	FAULT 1	FAULT 2
D			FUEGO S1-S2	FAULT 3	MAN OI	UV/IR (P.OIL)
					TERRA	TERRA (P2)
					PARO 1	TERRA (P1)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20



REVISIONES		RETROPRODUCCION	
N.	Descripcion	Fecha	RETROPRODUCCION
	PETROPRODUCCION		ESPOCH
	RECICLETA SISTEMA DETECCION		
CONTIENE		RECICLETA TABLERO	
Elaborado por:	Fecha:	17-05-20	
JOA & ALDAMES C.			
Pag. 04	Contorno	04	
		04	

# **ANEXO 10**

Distribución de señales



# **ANEXO 11**

Clasificación eléctrica



# **ANEXO 12**

Código de clasificación



#### 4.3.1. Código de Clasificación

Para la clasificación de esta norma, se utilizará el código de clasificación mostrado en la Figura No. 1.

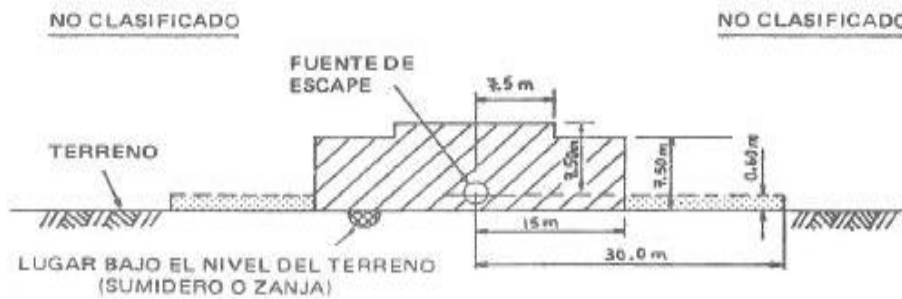


FIGURA No. 1 CÓDIGO DE CLASIFICACIÓN

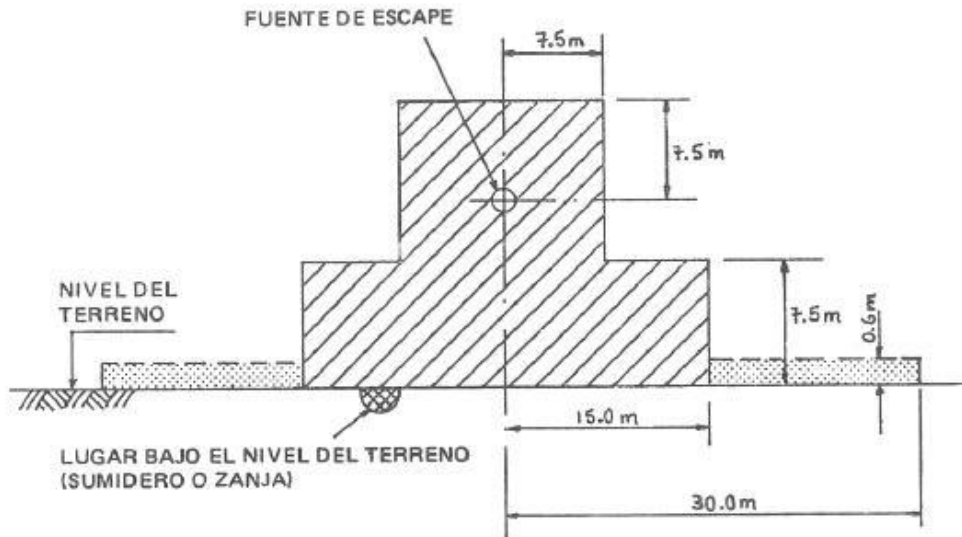
#### 4.3.2. Diagramas de clasificación

A continuación se presenta a modo de ejemplos, una serie de diagramas que ilustran la extensión de la clasificación recomendada para áreas alrededor de fuentes típicas de gases o vapores inflamables.

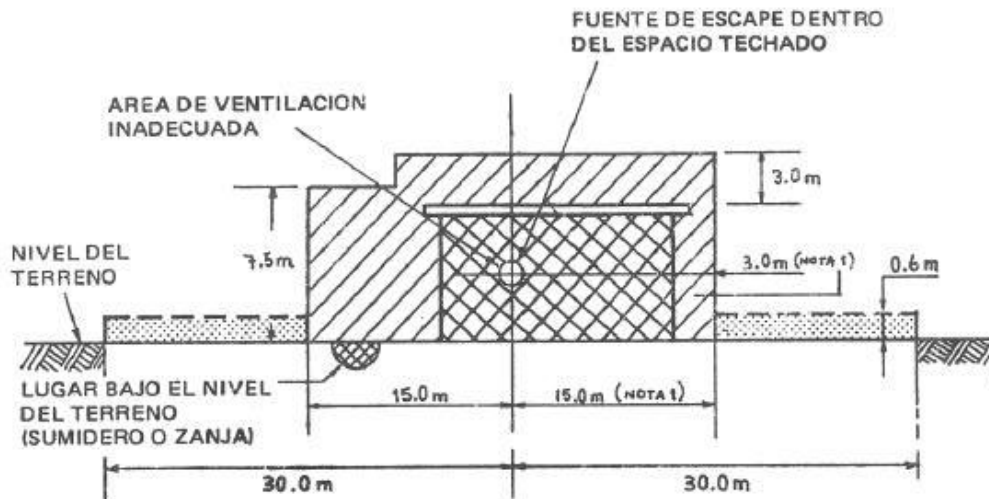
DIAGRAMA 1. AREAS DE PROCESO ADECUADAMENTE VENTILADAS, CON PUENTE DE ESCAPE A NIVEL DEL PISO.



**DIAGRAMA 2. AREA PROCESO ADECUAMENTE VENTILADA CON PUENTE DE ESCAPE UBICADA ENCIMA DEL NIVEL DEL PISO.**



**DIAGRAMA 3. AREAS DE PROCESO INADECUADAMENTE VENTILADA**



**NOTA 1. DISTANCIA DE 15.0 MTS. DESDE LA FUENTE, O 3.0 MTS. DESDE LA PARED. SE ESCOGE LA MAYOR.**

# **ANEXO 13**

Entrevista

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES**  
**INDUSTRIALES**

Esta entrevista se la realiza con el objetivo de conocer la opinión del personal de la estación Sansahuari, acerca del sistema de Detección de Flama implementado.

**ENTREVISTA**

**Pregunta 1.- ¿Luego de ver operando el Sistema de Detección, considera que el sistema ayuda a complementar el Sistema Contra Incendio de la Estación Sansahuari?**

**Pregunta 2.- ¿Considera que el sistema implementado es confiable en cuanto al tiempo de respuesta para alarmar al personal y tomar las medidas necesarias en caso de producirse un conato?**

**Pregunta 3.- Cree usted que el Sistema de detección protege la integridad física del personal de la estación al no tener que actuar directamente sobre el tablero de control de las bombas para la activación el shutdown.**

# **ANEXO 14**

Programación



