



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

**“ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA INTEGRAL DE CONTROL CONTRA INCENDIO EN LA
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO 18 DE MARZO”.**

**TESIS COLECTIVA
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO EN CONTROL Y
AUTOMATIZACIÓN.**

PRESENTAN:

**CARLOS ALBERTO DIAZ FLORES
MIGUEL HERNÁNDEZ CASTAÑÓN
NANCY VRINIESKA MORALES GRADOS**

ASESORES:

**ING. JOSÉ ERICK ACOSTA GARCÍA
M. EN C. RUBÉN VELÁZQUEZ CUEVAS**

MÉXICO D.F.

MAYO, 2013.

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTRICA
UNIDAD PROFESIONAL “ADOLFO LÓPEZ MATEOS”

TEMA DE TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO EN CONTROL Y AUTOMATIZACION
POR LA OPCIÓN DE TITULACIÓN TESIS COLECTIVA Y EXAMEN ORAL INDIVIDUAL
DEBERA(N) DESARROLLAR**

**C. CARLOS ALBERTO DÍAZ FLORES
C. MIGUEL HERNÁNDEZ CASTAÑÓN
C. NANCY VRINIESKA MORALES GRADOS**

**“ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA INTEGRAL DE CONTROL CONTRA INCENDIO EN LA
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO 18 DE MARZO”**

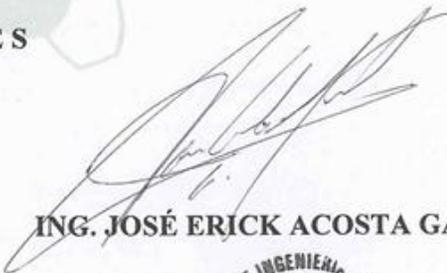
PROPONER LA ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA INTEGRAL DE CONTROL CONTRA INCENDIO PARA PREVENIR ACCIDENTES EN CASO DE CUALQUIER CONTINGENCIA POR DERRAME O FUEGO, MEDIANTE UN SISTEMA DE MONITOREO EN TIEMPO REAL DE LAS CONDICIONES EN TIEMPO REAL DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES.

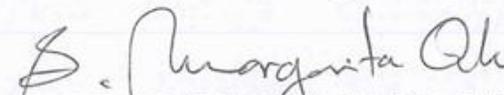
- ✓ DESCRIPCIÓN DEL PROCESO EN LA TAR Y DEL SICCI.
- ✓ INSTRUMENTACIÓN Y OPERACIÓN ACTUAL DEL SICCI.
- ✓ PROPUESTA DE INSTRUMENTACIÓN DEL SICCI.
- ✓ PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DEL SICCI.
- ✓ COSTOS.
- ✓ CONCLUSIONES.

MÉXICO D. F., A 22 DE FEBRERO DE 2013.

ASESORES


M. EN C. RUBÉN VELÁZQUEZ CUEVAS


ING. JOSÉ ERICK ACOSTA GARCÍA


DRA. BLANCA MARGARITA OCHOA GALVÁN
JEFA DEL DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE
INGENIERÍA EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN



Índice

Índice.....	ii
Relación de figuras.....	vi
Relación de Tablas	ix
Lista de Siglas	xi
Objetivo.....	xiii
Justificación.....	xiv
Antecedentes.	xv
Estructura de la tesis.....	xvii
Capítulo I.....	1
“Descripción del proceso en la TAR y del SICCI”	1
1.1 Descripción de la Terminal 18 de Marzo.	2
1.2 Descripción del sistema SICCI.	5
1.3 Descripción del sistema SIMCOT.	6
1.4 Nivel de Seguridad Integra.....	8
Capítulo II.	10
“Instrumentación y Operación actual del SICCI”	10
2.1 Operación actual.....	11
2.2 Subsistema de detección de humo.....	12
2.2.1 Propósito.	12
2.2.2 Operación actual.....	12
2.3 Detectores de mezclas explosivas (DME).....	13
2.3.1 Propósito.	13
2.3.2 Operación actual.....	13
2.4 Subsistema de detección de fuego UV/IR.....	14
2.4.1 Propósito.	14
2.4.2 Operación actual.....	14
2.5 Subsistema de Detección de Fuego en Tanques de Almacenamiento.	16
2.5.1 Propósito.	16
2.5.2 Operación actual.....	16
2.5.3 Equipos que lo conforman.	17
2.6 Alarmas sonoras, visuales y botoneras.....	18
2.6.1 Propósito.	18
2.6.2 Operación actual.....	18

2.7 Subsistema de Ataque Contraincendio.....	20
2.7.1 Propósito	20
2.7.2 Operación actual.....	20
2.7.3 Red contraincendio.....	20
2.7.4 Red de agua espuma.....	24
2.9 PLC Actual.....	28
2.10 Thin Client	28
2.11 Servidor.....	29
Capítulo III.....	31
“Propuesta de Instrumentación del SICCI”	31
3.1 Propuesta para la actualización del SICCI.....	32
3.2 Subsistema de detección de humo	32
3.2.1 Calibración.....	33
3.2.2 Instalación	33
3.2.3 Mantenimiento	35
3.2.4 Localización.....	36
3.2.5 Tablero de control de los detectores de humo.....	37
3.2.6 Localización.....	37
3.3 Subsistema de detección de mezclas explosivas.....	38
3.3.1 Calibración.....	39
3.3.2 Instalación.....	41
3.3.3 Mantenimiento.....	44
3.3.4 Localización.....	45
3.4 Subsistema de detección de fuego (UV/IR).....	45
3.4.1 Instalación	46
3.4.2 Mantenimiento	49
3.4.3 Localización.....	50
3.5 Subsistema de Detección de Fuego en Tanques de Almacenamiento	51
3.5.1 Instalación	51
3.5.2 Mantenimiento	52
3.5.3 Localización.....	52
3.6 Subsistema de Alarmas Visuales, Sonoras y Botoneras.....	52
3.6.1 Instalación.....	54
3.6.2 Mantenimiento.....	55

3.6.3 Localización	55
3.7 Subsistema de Ataque Contraincendio y Agua-Espuma.....	56
3.7.1 Instalación	58
3.7.2 Mantenimiento	60
3.7.3 Localización	61
3.8 Controlador principal o PLC.....	62
3.8.1 Mantenimiento.....	64
3.8.2 Gabinete.....	64
3.8.3 Ubicación.....	64
Capítulo IV.....	65
“Propuesta de Automatización del SICCI”	65
4.1 PLC	66
4.2 Dimensionamiento del PLC.....	66
4.3 Subsistema de Detectores de Humo.....	70
4.3.1 Simulación en LabView	71
4.4 Subsistema de Detectores de Mezclas Explosivas.....	72
4.4.1 Simulación en LabView	73
4.5 Subsistema de Detectores de Fuego.....	75
4.5.1 Simulación en LabView	76
4.6 Subsistema de Detección de Fuego en Tanques de Almacenamiento.....	78
4.6.1 Simulación en LabView	79
4.7 Subsistema de Botoneras.....	80
4.7.1 Simulación en LabView	82
4.8 Arranque de Bombas del SICCI.....	83
4.8.1 Bombas Contraincendio.....	83
4.8.1.1 Simulación en LabView	84
4.8.2 Bombas Paquete de Presión Balanceada (PPB).....	87
4.8.2.1 Simulación en LabView	88
Capítulo V.....	95
“Costos”	95
Capítulo VI.....	103
“Conclusiones”	103
ANEXOS.....	106
ANEXO A TABLAS COMPARATIVAS DE LOS EQUIPOS	107

ANEXO B UBICACIONES DE LOS EQUIPOS EN LA TAR.....126
Referencias.....134

Relación de figuras

Figura 1.2	Arquitectura del SIMCOT	7
Figura 2.1	Detector de Humo.....	13
Figura 2.2	Detector de Mezclas Explosivas de tipo catalítico.	14
Figura 2.3	Detector de fuego UV/IR en área de patines	15
Figura 2.4	Sistema tapón fusible.....	17
Figura 2.5	TRIM	18
Figura 2.6	Alarmas Visuales Sonoras y Botoneras.....	19
Figura 2.8	Sistema de aspersion para protección a bombas.....	22
Figura 2.10	Sistema de aspersion para protección a llenaderas de Autotanque.....	23
Figura 2.12	Válvulas manuales.....	24
Figura 2.13	Paquete de presión balanceada.	25
Figura 2.14	Inyección de espuma.....	26
Figura 2.15	Distribución de Agua-Espuma.....	26
Figura 2.16	Válvula Operada Eléctricamente.	27
Figura 2.17	PLC FANUC 90-70	28
Figura 2.18	THIN CLIENT.....	29
Figura 2.19	SERVIDOR	30
Figura 3.1	Detector de Humo marca FENWAL.	32
Figura 3.2	Kit de calibración para detectores de humo.....	33
Figura 3.3	Ubicación Detector de Humo.	34
Figura 3.4	Detector de humo en falso plafón.....	35
Figura 3.5	Detector de humo sin plafón.....	35
Figura 3.6	Desmontaje del detector de humo.....	36
Figura 3.7	Tablero de detectores de humo marca KIDDIE FIRE SYSTEMS.....	37
Figura 3.8	Detector de mezclas explosivas marca MSA.....	38
Figura 3.9	Controlador de DME.	39
Figura 3.10	Calibrador de DME.....	39
Figura 3.11	Gas patrón para calibración.	40
Figura 3.12	Sensor del DME.....	40
Figura 3.13	Indicador de % LEL.....	41
Figura 3.14	Indicador de calibración.	41
Figura 3.15	Indicador de término de calibración.	41
Figura 3.16	Diseño para llenaderas de Autotanque y Patines de Medición.....	42

Figura 3.17	Diseño en áreas de Casa de bombas y tanques.	43
Figura 3.18	Diseño en Tanques.....	44
Figura 3.19	Detector de fuego UV/IR propuesto.....	46
Figura 3.20	Detector de fuego en muro o viga existente.	47
Figura 3.21	Detectores de humo en casa de bombas.	48
Figura 3.22	Detectores de fuego en llenaderas	48
Figura 3.23	Extracción de la placa Oi.....	50
Figura 3.24	Instalación del TRIM.....	51
Figura 3.25	Instalación de Alarmas Visuales, Sonoras y Botoneras.....	55
Figura 3.26	Válvula Operada por Solenoide.....	57
Figura 3.27	Funcionamiento de la Válvula Operada por Solenoides.....	58
Figura 3.28	Instalación de Válvula Operada por Solenoide.	59
Figura 3.29	Mantenimiento a la VOS.	60
Figura 3.30	PLC marca Allen Bradley.....	62
Figura 4.1	Diagrama de bloques del subsistema de detectores de humo.	70
Figura 4.2	Interfaz gráfica del subsistema de detección de humo.	71
Figura 4.3	Diagrama lógico del subsistema de detección de humo.	71
Figura 4.4	Diagrama de bloques del subsistema de detectores de mezclas explosivas. ..	72
Figura 4.5	Interfaz gráfica del sistema de detección de mezclas explosivas.	74
Figura 4.7.	Interfaz gráfica del subsistema de detección de fuego UV/IR.	76
Figura 4.8	Diagrama Lógico del subsistema de detección de fuego UV/IR.....	77
Figura 4.9	Diagrama de bloques del subsistema de detección de fuego en tanques de almacenamiento.....	78
Figura 4.10	Interfaz gráfica del subsistema de detección de fuego en tanques de almacenamiento.....	80
Figura 4.11	Diagrama lógico del subsistema de detección de fuego en tanques de almacenamiento.....	80
Figura 4.12	Diagrama de bloques del subsistema de botoneras.....	80
Figura 4.13	Interfaz del subsistema de botoneras y alarmas visuales y sonoras.....	82
Figura 4.14	Diagrama lógico del subsistema de botoneras y alarmas visuales y sonoras.	83
Figura 4.15	Diagrama de bloques de las bombas contraincendio.....	83
Figura 4.16	Interfaz gráfica de arranque de bombas.....	85
Figura 4.17	Diagrama lógico del arranque bombas.	86
Figura 4.18	Complemento del diagrama lógico del arranque de bombas.....	86

Figura 4.19	Diagrama de bloques de las bombas del paquete de presión balanceada	87
Figura 4.20	Interfaz gráfica del paquete de presión balanceada.	88
Figura 4.21	Diagrama lógico del paquete de presión balanceada.	89
Figura 4.22	Detectores de humo instalados en áreas de oficinas.	90
Figura 4.23	Tablero Inteligente para detectores de humo.	90
Figura 4.24	Detectores de humo instalados en CCM.	91
Figura 4.24	Detectores de fuego instalados en casa de bombas.	91
Figura 4.25	Detectores de fuego instalados en el área de llenaderas.	92
Figura 4.26	TRIM instalado a pie de dique de cada TV.	92
Figura 4.27	Detectores de mezclas explosivas en el área de llenaderas.	93
Figura 4.28	Alarmas sonoras y visuales instaladas en el área de llenaderas.	93
Figura 4.29	VOS instaladas para la red de agua contraincendio.	94
Figura B.1	Ubicación de detectores de humo y tableros de los detectores de humo.	126
Figura B.2	Ubicación de tableros de control de los detectores de humo.	127
Figura B.3	Ubicación de detectores de mezclas explosivas.	128
Figura B.4	Ubicación de detectores de fuego.	129
Figura B.5	Ubicación de alarmas visuales, sonoras y botoneras.	130
Figura B.6	Ubicación de Controlador Lógico Programable.	131
Figura B.7	Ubicación de los TRIMS.	132
Figura B.8	Ubicación de las VOS.	133

Relación de Tablas

Tabla 1.1 Ductos de Recibo de Producto.....	3
Tabla 1.2 Ductos de Envió de Producto.....	3
Tabla 1.3 Distribución de Tanques de Almacenamiento.	4
Tabla 1.4 Medidas del SIL.....	8
Tabla 3.1 Cantidad y ubicación de detectores de humo.....	36
Tabla 3.2 Ubicación Tableros de Control Inteligente Detectores de Humo	37
Tabla 3.3 Cantidad y Ubicación de Detectores de Mezclas Explosivas.	45
Tabla 3.4 Cantidad y Ubicación de Detectores de Fuego.	50
Tabla 3.5 Tonos de Alarmas Sonoras.	53
Tabla 3.6 Códigos de funcionamiento de Alarmas Visuales.	53
Tabla 3.7 Funcionamiento de Botoneras.....	54
Tabla 3.8 Ubicación de Alarmas Visuales Sonoras y Botoneras.	56
Tabla 4.1 Cantidad de Señales de los Equipos.....	67
Tabla 4.2 Entradas y Salidas del PLC.....	68
Tabla 5.1 Presupuesto de obra	96
Tabla. A.1 Características del detector de humo requeridas por la NRF-210-PEMEX-2011.....	107
Tabla. A.2 Características del detector de humo marca SYSTEM SENSOR.....	107
Tabla. A.3 Características del detector de humo marca FENWAL.	108
Tabla A.4 Características del tablero de control inteligente requeridas por la NRF-210-PEMEX-2011.....	109
Tabla A.5 Características tablero de control inteligente KIDDE FIRE SYSTEMS.	109
Tabla A.6 Características tablero de control inteligente HONEYWELL.	110
Tabla A.7 Características del detector de mezclas explosivas requeridas por la NRF-210-PEMEX-2011.....	111
Tabla A.8 Características del detector de mezclas explosivas marca MSA.	111
Tabla A.9 Características del detector de mezclas explosivas marca HONEYWELL.	112
Tabla A.10 Características del detector de fuego requeridas por la NRF-210-PEMEX-2011.....	112
Tabla A.11 Detector de fuego UV/IR marca DET-TRONICS	113
Tabla A.12 Detector de fuego marca MSA.....	114
Tabla A.13 de Requerimientos del TRIM de acuerdo con la NRF-210-PEMEX-2011.....	115
Tabla A.14 Primer propuesta de equipos del TRIM	116
Tabla A.15 Segunda propuesta de equipos del TRIM	117

Tabla A.16 Características del generador de tonos requeridas por la NRF-210-PEMEX-2011.....	118
Tabla A.17 Características del generador de tonos marca SIEMENS.	118
Tabla A.18 Características del generador de tonos marca FEDERAL SIGNAL.	118
Tabla A.19 Características de la alarma sonora requeridas por la NRF-210-PEMEX-2011.....	118
Tabla A.20 Características de la alarma sonora marca FEDERAL SIGNAL.....	118
Tabla A.21 Características de la alarma sonora marca HONEYWELL.	119
Tabla A.22 Características de la alarma visual requeridas por la NRF-210-PEMEX-2011.....	119
Tabla A.23 Características de la alarma visual marca FEDERAL SIGNAL.....	119
Tabla A.24 Características de la alarma visual marca HONEYWELL.	120
Tabla A.25 Características de la botonera requeridas por la NRF-210-PEMEX-2011.....	120
Tabla A.26 Características de la botonera marca RMS.	120
Tabla A.27 Características de la botonera marca FIRE LITE.	121
Tabla A.28 Requerimientos de la válvula operada por solenoide por la NRF-245-PEMEX.2010.	121
Tabla A.29 Características válvula operada por solenoide marca BERMAD.	122
Tabla A.30 Características válvula operada por solenoide marca DOROT.....	123
Tabla A.31 Especificaciones del PLC de acuerdo con las especificaciones de PEMEX.	124
Tabla A.32 Controlador Lógico Programable marca Allen Bradley.	124
Tabla A.33 Controlador Lógico Programable marca SIEMENS.....	125

Lista de Siglas

TAR: Terminal de Almacenamiento y Reparto
SICCI: Sistema Integral de Control Contraincendio
DME: Detector de Mezclas Explosivas
DH: Detector de Humo
TDH: Tablero de Detectores de Humo
DF: Detector de Fuego
AVSB: Alarmas Visuales Sonoras y Botoneras
PEMEX: Petróleos Mexicanos
SIMCOT: Sistema Integral de Medición, Control y Operación de Terminales
TV: Tanque de Almacenamiento
UV/IR: Ultravioleta/ Infrarrojo
PLC: Controlador Lógico Programable
VOE: Válvula Operada Eléctricamente
VOS: Válvula Operada por Solenoide
SIL: Nivel de Seguridad Integra
SITE:
PPB: Paquete de Presión Balanceada
TRIM:
ITP: Transmisor Indicador de Presión
ITPD: Transmisor Indicador de Presión Diferencial
AFFF: Película Acuosa que Forma la Espuma (Aqueous Film Forming Foams)
CPU: Unidad Central de Procesamiento
LED: Diodo Emisor de Luz
NFPA: Asociación Nacional de Protección Contraincendio (National Fire Protection Association)
CCM: Cuarto de Control de Motores
NRF: Norma de Referencia
TCP/IP: Protocolo de Control de Transmisión/ Protocolo de Internet
A: Ampere
VDC: Voltaje de Corriente Continua
AVS: Alarmas Visuales y Sonoras
NEMA: Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (National Electrical Manufacturers Association)
IP: Índice de Protección
LCD: Pantalla de Cristal Liquido
LP: Licuado del Petroleo
LEL: Limite Inferior de Explosividad
UEP: Limite Superior de Explosividad
IP: Interruptor de Presión
NYC MEA: Certificado de Materiales y Equipos de aceptación de New York City
CE: Conformidad Europea
FM: Factory Mutual
CSA: Asociación de estándares canadienses

**ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA INTEGRAL DE CONTROL CONTRA INCENDIO EN LA
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO 18 DE MARZO**

Objetivo

Proponer la actualización del Sistema Integral de Control Contraincendio para prevenir accidentes en caso de cualquier contingencia por derrame o fuego, mediante un sistema de monitoreo en tiempo real de las condiciones de operación de las instalaciones.

Justificación.

En la actualidad los niveles de seguridad de la industria se han incrementado considerablemente, esto se debe al avance tecnológico que se está teniendo de manera global y debido a que PEMEX es una de las empresas más importantes de nuestro país es necesario que se mantenga a la vanguardia para brindar seguridad a la población y a los trabajadores de la misma.

Debido a que la TAR 18 de Marzo se encarga del manejo de hidrocarburos, es de vital importancia que su Sistema Integral de Control Contraincendio se encuentre funcionando en óptimas condiciones y con una alta confiabilidad, lo que implica que los equipos que lo conforman reciban el mantenimiento necesario para su funcionamiento. En la TAR se programan los mantenimientos cada determinado tiempo pero debido a que la terminal tiene 20 años en operación gran parte del SICCI funciona de forma manual lo que incrementa el tiempo de reacción ante una contingencia y pone en riesgo la integridad física de los trabajadores. Por otra parte los equipos actuales del SICCI son obsoletos o se encuentran fuera de operación los cuales no cumplen con los lineamientos actuales de seguridad.

Se propone la actualización del SICCI integrando equipos de monitoreo, control y alarma para aumentar la seguridad en la TAR, de igual manera los equipos obsoletos serán remplazados por equipos que cumplan con las normas actuales de seguridad.

Cabe señalar que por “actualización” se entiende como la automatización del SICCI, lo cual conlleva el remplazo de válvulas y la implementación de dispositivos de monitoreo; teniendo como beneficio evitar que el personal entre en riesgo en caso de una contingencia y reducir el tiempo de acción de ataque contraincendio. Por otro lado se propone actualizar el sistema de alarmas sonoro-visuales con la finalidad de alertar al personal de cualquier contingencia ya sea por accidente, derrame y fuego en las instalaciones. Como beneficio se tiene un ambiente de trabajo confiable y con mayor seguridad para el personal que se encuentra laborando y a la sociedad.

Antecedentes.

El Petróleo es el recurso natural más importante en nuestro país, porque satisface la demanda de energéticos y de petroquímicos básicos y contribuye al desarrollo industrial de nuestro país, después de la refinación del petróleo se obtienen diversos derivados como es el caso de las gasolinas, gases LP, petroquímicos o turbosina. Para satisfacer las necesidades de la población PEMEX cuenta con instalaciones diseñadas únicamente para el almacenamiento de las gasolinas, gases y turbosina, en cada una de estas instalaciones se cuentan con numerosos sistemas para controlar la venta de los productos, el monitoreo de los niveles, recibo y envío de productos y los sistemas de seguridad, los cuales son los más importantes ya siempre es primordial mantener la seguridad. Entre los principales sistemas de seguridad se encuentran los sistemas contraincendio, los cuales con ayuda de personal y equipo especializado monitorean y actúan en caso de que se presente algún incidente. El objetivo principal de estos sistemas es el evitar accidentes y daños a la integridad física de los trabajadores o incluso a personas que habiten cerca de las instalaciones de almacenamiento.

En México se tiene registro de accidentes ocasionados por fallas en los sistemas de seguridad, la tragedia más lamentable ha sido la ocurrida el 19 de Noviembre de 1984 en la terminal de almacenamiento y distribución en San Juan Ixhuatepec en el estado de México, en donde se almacenaba gas LP. La causa del desastre fue la ruptura de una tubería de 20cm de diámetro que suministraban el gas LP proveniente de una refinería, la razón de la ruptura fue una sobre presión en la tubería, causada por un fallo en la válvula de alivio, lo que ocasiono que se formara una gran nube de gas LP la cual hizo ignición al entrar en contacto con algún punto de ignición provocando un gran incendio que afecto los tanques de almacenamiento de gas sobrecalentándolos y provocando nuevas explosiones, debido a la cantidad de tanques con que contaba la terminal, la magnitud del desastre fue enorme, destruyendo casas e incluso colonias que se encontraban cerca de las instalaciones. En el caso de este incidente el sistema contraincendio no logro evitar el desastre debido a que no contaba con los dispositivos necesarios ya que si se hubiera contado con elementos detectores de mezclas explosivas

probablemente se pudo haber hecho algo para contener la fuga y evitar que la nube de gas hiciera ignición o incluso se pudo haber evitado la ruptura de la tubería al monitorear la presión de la tubería [1].

Actualmente también se han reportado incidentes de este tipo incluso en la terminal de almacenamiento y reparto 18 de Marzo se registró un incidente, causado por un rayo que cayó sobre uno de los tanques de almacenamiento de producto, provocando que el tanque se incendiara, afortunadamente la TAR ya contaba con un sistema contraincendio y al detectar el fuego se logró controlar en un tiempo no mayor a 15 minutos, evitando que el incidente pasara a mayores y teniendo solo pérdidas económicas. Podríamos mencionar otros ejemplos como es el caso muy reciente en la refinería Francisco I. Madero en el estado de Tamaulipas y en 2011 en la refinería Miguel Hidalgo en el estado de Hidalgo, en ambos casos no fue posible evitar el fuego y desafortunadamente tuvieron pérdidas humanas y es por eso que se debe tener muy en cuenta la importancia de contar con un sistema contraincendio capaz de reducir al máximo los riesgos de fuego y en el caso de que se presente fuego poder actuar de manera rápida evitando pérdidas humanas.

Estructura de la tesis.

Capítulo I. Descripción del proceso en la TAR y del SICCI.

En este capítulo se describe la operación de la terminal de almacenamiento y reparto 18 de Marzo así como el Sistema Integral de Control Contraincendio para tener un mayor conocimiento de los procesos que se llevan a cabo en la TAR haciendo énfasis en el SICCI.

Capítulo II. “Instrumentación y Operación actual del SICCI”

En este capítulo se describe la operación actual del SICCI así como los equipos que se encuentran instalados y las condiciones en las cuales están operando.

Capítulo III. “Propuesta de Instrumentación del SICCI”.

En este capítulo se describe la instrumentación propuesta para la actualización del SICCI cuyas características cumplen con los requerimientos del proyecto. Las características de la instrumentación cumplen con las normas internas de PEMEX.

Capítulo IV. “Propuesta de automatización del SICCI”

En este capítulo se realiza una propuesta de automatización y el dimensionamiento del PLC así como la filosofía de operación de los sistemas que se controlaran.

Capítulo V. “Costos”

En este capítulo se muestran los costos de todos los equipos, así como los costos del montaje e instalación.

Capítulo VI. “Conclusiones”.

En este capítulo se incluyen las conclusiones finales.

Capítulo I.

“Descripción del proceso en la TAR y del SICCI”.

1.1 Descripción de la Terminal 18 de Marzo.

La Refinería 18 de Marzo, ubicada en la jurisdicción de la Delegación Azcapotzalco, concluyó sus actividades industriales el 18 de marzo de 1991 por decreto del Gobierno Federal, teniendo como premisa la preservación del medio ambiente y su interrelación con los habitantes de su entorno.

De esta manera, Petróleos Mexicanos, consciente de su compromiso de servicio con la comunidad, crea un nuevo concepto de desarrollo que amalgama el bienestar social con la modernidad industrial denominado “Proyecto Integral Azcapotzalco”, el cual integra:

- Terminal de Almacenamiento y Reparto 18 de Marzo
- Parque Recreativo
- Parque Ecológico

La Terminal de Almacenamiento y Reparto 18 de Marzo, Azcapotzalco, fue inaugurada el 29 de noviembre de 1994, como parte del Proyecto Integral Azcapotzalco, dentro del esquema de modernización establecido por el Gobierno Federal en el sector energético, a fin de garantizar la distribución de combustibles en el área metropolitana de la Ciudad de México con una visión única en su género en América Latina. Las instalaciones entraron en operación el 16 de septiembre de 1996 y cuentan con una capacidad de almacenamiento de 1.5 millones de barriles, cabe mencionar que 1 barril de petróleo es igual a 159 litros, misma que cubre la demanda del Valle de México por espacio de 10 días.

La Terminal recibe, a través de poliductos, los productos que comercializa en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, como son: Pemex Magna, Pemex Premium, Pemex Diésel, Turbosina y Combustible Industrial, siendo sus centros abastecedores las Refinerías Miguel Hidalgo en Tula y Lázaro Cárdenas en Minatitlán, así como la Terminal Marítima de Tuxpan. A través de poliductos, la Terminal en Azcapotzalco abastece de Pemex Magna, Pemex Premium y Pemex Diésel a las Terminales de

Almacenamiento y Distribución de Añil y Barranca del Muerto, en el Distrito Federal; a la Terminal de San Juan Ixhuatepec, en el Estado de México, y de turbosina a Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA) [2].

La Terminal de Almacenamiento y Reparto 18 de Marzo cuenta con 10 ductos, de los cuales 4 son de recibo y 6 de envío. En la tabla 1.1 se muestran los ductos de recibo de producto mientras que en la tabla 1.2 se muestran los ductos de envío del producto

Tabla 1.1 Ductos de Recibo de Producto.

NO.	DIAMETRO	ORIGEN	PRODUCTO
1	16"	Refinería Tula	Premium, Magna y Diésel
2	12"	Refinería Tula	Turbosina
3	14"	Refinería Tuxpan	Premium, Magna y Diésel
4	16"	Refinería Minatitlán	Diésel

Tabla 1.2 Ductos de Envío de Producto.

NO.	DIAMETRO	DESTINO	PRODUCTO
5	8"	ASA	Turbosina
6	12"	T.A.R. San Juan Ixhuatepec	Premium, Magna y Diésel
7	12"	T.A.R. Barranca del Muerto	Premium y Magna
8	8"	T.A.R. Barranca del Muerto	Diésel
10	8"	T.A.R. Añil	Diésel
9	12"	T.A.R. Añil	Premium y Magna

Como se observa en la tabla 1.1 existen ductos por los cuales se reciben distintos productos lo que implica que exista una parte donde se mezclan los productos, para evitar que la mezcla contamine el producto almacenado en los tanques se secciona la línea de descarga y el producto contaminado se envía a una tanque especial para producto contaminado, de esta manera se evita la contaminación de los tanques de almacenamiento.

Una vez que se recibe el producto se realizar diversas pruebas químicas tales como Peso Específico, Punto de Inflamación, Destilación, Cantidad de Azufre, Presión de Vapor, Pruebas de Octanaje y Punto de Congelación de la Turbosina, todo esto con la finalidad

de asegurar que los productos recibidos cumplan con las especificaciones requeridas por PEMEX.

El producto aprobado por el laboratorio se almacena en los distintos tanques con los que cuenta la terminal dependiendo el tipo de producto que se recibe, en la tabla 1.3 Se muestran los tanques con la capacidad de cada tanque y el tipo de producto que almacena.

Tabla 1.3 Distribución de Tanques de Almacenamiento.

NO. DE TANQUE	PRODUCTO	VOLUMEN EN BARRILES
1	MAGNA	100000
2	TURBOSINA	100000
3	MAGNA	100000
4	MAGNA	100000
5	PRENIUM	100000
6	MAGNA	100000
7	TURBOSINA	100000
8	MAGNA	100000
9	MAGNA	100000
10	MAGNA	100000
11	TURBOSINA	100000
12	DIESEL	100000
13	DIESEL	100000
14	DIESEL	100000
15	PRENIUM	30000
16	PRENIUM	30000
17	PRENIUM	20000
18	PRENIUM	20000
19	RECUPERADOS	10000

Una vez almacenado el producto en los tanques se realizan las mismas pruebas realizadas en el recibo del producto para poder autorizar la venta del producto.

La última etapa del proceso es la venta de los distintos productos almacenados, la cual es posible realizarla de dos maneras, a través de los ductos de envío como se muestra en la tabla 1.2 y por medio de autotanques.

Para la venta por medio de autotanques el producto es bombeado desde los tanques de almacenamiento hasta el área de llenaderas, en esta área se realiza la carga del producto al autotanque.

1.2 Descripción del sistema SICCI.

El SICCI es el encargado de monitorear las condiciones de seguridad de la TAR y responder a incidentes por fuego.

El SICCI se conforma de los siguientes subsistemas:

- Subsistema de Detección de Mezclas Explosivas.
- Subsistema de Detección de Fuego UV/IR.
- Subsistema de Detección de Fuego en Tanques de Almacenamiento.
- Subsistema de Detección de Humo.
- Subsistema de Alarmas Visuales, Sonoras y Botoneras.
- Subsistema de Ataque Contra incendio.

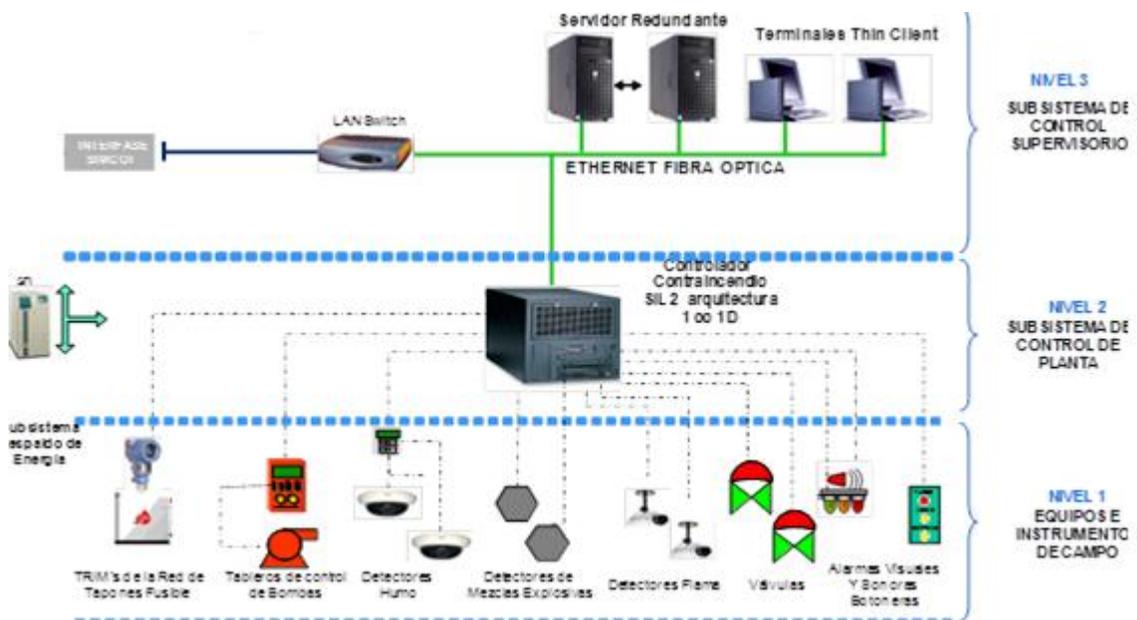


Figura 1.1 Arquitectura del SICCI

La arquitectura planteada para el SICCI, en cuanto a la automatización de la infraestructura contraincendio de la TAR, se compone de tres niveles como se muestra en la Figura 1.1 descrito a continuación.

El *Nivel 1*, considera los elementos de detección de humo, mezclas explosivas, detectores de fuego, alarmas sectoriales sonoro-luminosas, válvulas electrohidráulicas operadas por solenoide para la red de agua contraincendio y de agua espuma, así como tableros de control para arranque de las motobombas contraincendio.

El *Nivel 2* incluye el PLC, se establece que la conexión entre el PLC y los elementos de campo, debe ser punto a punto, con excepción del subsistema de detección de humo, el cual se integra a un tablero de control mediante un lazo de comunicación.

El *Nivel 3*, cuenta con el servidor y los *Thin Client*, para monitorear las condiciones del sistema, por el operador SICCI y el jefe de área de seguridad. A través de la red de comunicación Ethernet, los Sistemas SICCI/SIMCOT intercambian información referente a las condiciones de operación.

1.3 Descripción del sistema SIMCOT.

El SIMCOT es un conjunto de subsistemas de operación y medición que interactúan entre sí para proporcionar el control de las operaciones en las terminales de almacenamiento y reparto.

Por medio de este sistema, se registran y controlan todas las transacciones de entradas y salidas de producto, así como el registro de volúmenes en tanques, para obtener el balance de productos diario.

La tecnología de punta utilizada en el SIMCOT garantiza mediciones más confiables, con menor incertidumbre y bajo normas certificadas internacionalmente.

El SIMCOT se conforma de los siguientes subsistemas:

- Subsistema de Telemedición de Tanques.
- Subsistema de VOE's.
- Subsistema de Bombeo.
- Subsistema de Control de acceso vehicular.
- Subsistema de Carga y descarga de producto.

En la Figura 1.1 se muestran los distintos niveles con que cuenta el SIMCOT.

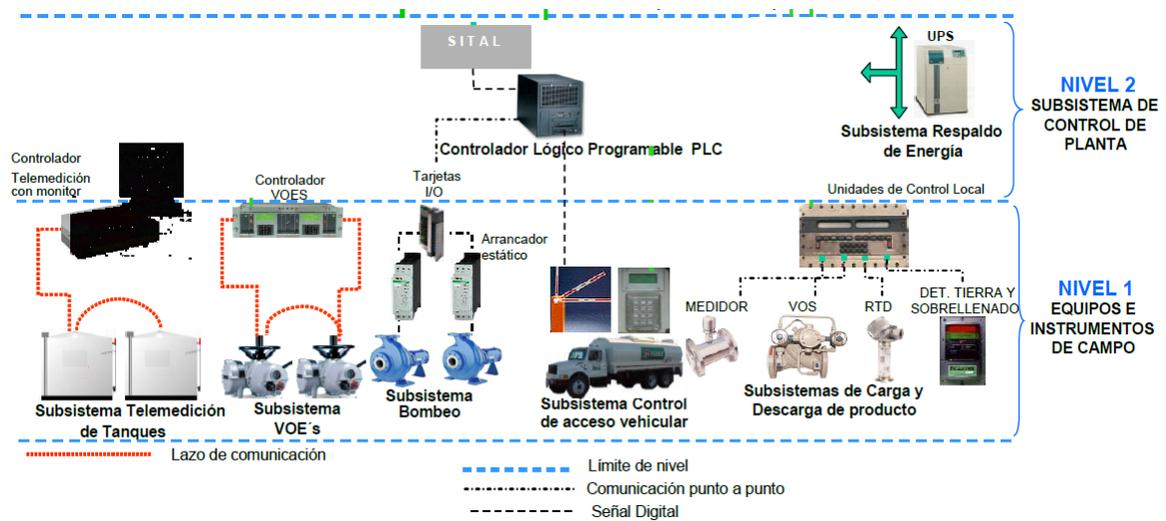


Figura 1.2 Arquitectura del SIMCOT

El **Nivel 1**, está conformado por todos los instrumentos, equipos y Unidades de Control Local que se desempeñan como elementos primarios en la arquitectura del sistema. En este Nivel se adquieren las señales directamente de campo.

Estos instrumentos y equipos pueden estar aislados con conexión punto a punto o agrupados en un lazo de comunicación; sus señales son enviadas al siguiente nivel de la arquitectura del sistema.

El **Nivel 2**, está conformado por un PLC y el subsistema de respaldo de energía, en este nivel se adquiere las señales provenientes del Nivel 1 del control de accesos, bombas de proceso y dependiendo del tipo de subsistema de Telemedición se envían señales al Sistema Inalámbrico de Transmisión de Alarmas.

La función de este nivel es adquirir e interpretar algunas de las señales provenientes del Nivel 1, para procesarlas de acuerdo a una lógica programada.

1.4 Nivel de Seguridad Integra.

El objetivo del SIL es saber hasta qué punto un proceso puede operar de manera segura y en el caso de un fallo, en qué medida puede el proceso fallar de manera segura. Técnicamente, es preciso decir que un dispositivo es adecuado para su uso en un entorno determinado SIL.

Históricamente, el pensamiento de la seguridad de un proceso se categorizaba como segura o insegura. Sin embargo, la seguridad no se considera un atributo binario, sino que es estratificada en cuatro niveles discretos de seguridad. Cada nivel representa un orden de magnitud de la reducción de riesgos. Cuanto mayor sea el nivel SIL, mayor será el impacto de un fallo y menor la tasa de fallos que es aceptable.

El SIL es una manera de indicar la tasa de fracaso tolerable en función de la seguridad en particular. La asignación del SIL objetivo es una decisión que requiere la ampliación del análisis de riesgos. La asignación SIL se basa en la cantidad de reducción de riesgo que es necesario para mantener el riesgo en un nivel aceptable.

A continuación en la tabla 1.4 se muestran los niveles del SIL.

Tabla 1.4 Medidas del SIL

SIL	Disponibilidad	PFDavg	Reducción de Riesgos	Consecuencia cualitativa
4	>99.99%	$10^{-5} a$ < 10^{-4}	100,000 a 10,000	Riesgo potencial de accidentes mortales en la comunidad.
3	99.9%	$10^{-4} a$ < 10^{-3}	10,000 a 1,000	Riesgo potencial de múltiples fatalidades en el lugar.
2	99 to 99.9%	$10^{-3} a$ < 10^{-2}	1,000 a 100	Mayor riesgo potencial de lesiones o fatalidades en el sitio.
1	90 to 99%	$10^{-2} a$ < 10^{-1}	100 a 10	Menor riesgo potencial de lesiones en el lugar.

Los términos de la tabla 1.4 se describen a continuación para su mayor entendimiento.

Disponibilidad: La probabilidad de que el equipo llevará a cabo su tarea.

PFDavg: El promedio PFD utilizado en el cálculo de la fiabilidad del sistema de seguridad.

PFD: La Probabilidad de Fallo a Demanda es la probabilidad de que un sistema que no responde a una demanda de acción que surja de una situación potencialmente peligrosa.

Capítulo II.

“Instrumentación y Operación actual del SICCI”.

2.1 Operación actual.

Actualmente el PLC se encarga de monitorear en tiempo real los subsistemas de Detectores de Mezclas Explosivas, Detectores de Humo, Detectores de Fuego UV/IR, Detección de Fuego en Tanques de Almacenamiento y Botoneras, los cuales tienen la función de detectar cualquier contingencia por derrame, fuego o accidente laboral y así garantizar la seguridad en la TAR.

El PLC está programado para realizar distintas acciones de control dependiendo del subsistema del cual reciba una alerta, las cuales se describen a continuación:

- Detectores de Mezclas Explosivas. Al detectar una alta explosividad en el área envía la señal al PLC, el cual activa las Alarmas Visuales y Sonoras de la sección de la alarma.
- Detectores de Fuego. Al detectar presencia de fuego en el área se envía la señal al PLC el cual manda abrir las válvulas de los aspersores donde se detectó la alarma, a su vez también se activan las alarmas visuales y sonoras de la sección de la alarma.
- Detectores de Fuego en Tanques de Almacenamiento. Al detectar presencia de fuego se envía una señal al PLC el cual activa los actuadores eléctricos de las válvulas de agua espuma del tanque en el cual se registró la alarma y manda cerrar las válvulas seccionadoras del área, esto para mantener la presión de la línea, de igual manera se activan las alarmas visuales y sonoras. En este caso en específico el personal contraincendio se encarga de abrir las válvulas manuales de anillos de enfriamiento.
- Detectores de Humo. Al detectar presencia de humo se activan las alarmas visuales y sonoras de la sección de la alarma.

2.2 Subsistema de detección de humo.

2.2.1 Propósito.

Monitorear y detectar cualquier emisión de humo provocada por fuegos del tipo A, ocasionados por materiales sólidos combustibles como papel, trapo o madera y del tipo C ocasionados por sobrecalentamiento, cortos circuitos, sobretensiones en equipo eléctrico o electrónico.

2.2.2 Operación actual.

Al detectar la presencia de humo, el sensor transmite una señal digital al PLC y este toma la acción de control correspondiente. Los DH que se encuentran instalados son de tipo ionizantes como se muestra en la figura 2.1, los cuales están conectados punto a punto en las áreas de almacén, Telecom, laboratorios y oficinas de mantenimiento.

Por consiguiente se propone la instalación de DH de tipo infrarrojo, integrados a un tablero de control inteligente conectados en lazo todos los DH, en las áreas con espacios cerrados que albergan equipo eléctrico, electrónico o materiales combustibles estas áreas son: oficinas administrativas, almacén de materiales, archivo muerto, subestación eléctrica, cuarto de control de motores, casas de bombas, torre de control, laboratorio, cobertizo contraincendio y oficinas en general.

Por otro lado se propone el remplazo de los DH porque son de tipo ionizante, lo cual es dañino para la salud ya que cuentan con una pastilla radioactiva, debido al tiempo que llevan instalados en la terminal se ha reducido su confiabilidad y es necesario estandarizar los equipos de la TAR.



Figura 2.1 Detector de Humo

2.3 Detectores de mezclas explosivas (DME).

2.3.1 Propósito.

La función de los detectores de mezclas explosivas es el prevenir que ocurra un incidente por fuego ya que detectan los vapores que se encuentran en el ambiente y envían la señal de alarma, existen parámetros de explosividad llamados Limite Inferior de Explosividad (LEL) y Limite Superior de Explosividad (UEP), los detectores de mezclas explosivas se programan con el LEL como parámetro máximo esto con la finalidad de disminuir las posibilidades de un incidente.

2.3.2 Operación actual.

Actualmente el sistema de DME's de la TAR cuenta dispositivos instalados en el área de patines de medición, trampas de diablos y llenaderas, los cuales se conectan al PLC en topología punto a punto.

Todos los DME's son catalíticos y manejan una señal de 4-20mA. La señal de 4-20mA indica el nivel de explosividad del área monitoreada como ya se mencionó se calibran para trabajar con un 60% del LEL como parámetro máximo, esto con la finalidad de tener un mayor rango de protección en caso de una emergencia.

Una vez que el DME detecta la presencia de gases de hidrocarburos envía la señal al PLC para que este realice la acción de control que ya tiene establecida.

Existen áreas de la TAR deberían ser cubiertas por los DME's ya que presentan un riesgo potencial como es el caso de casa de bombas, donde puede existir un derrame ya que la bomba está en contacto directo con el producto y de igual manera se debería contar con DME's en los tanques de almacenamiento, este es uno de los motivos por los cuales se propone la actualización del SICCI, otro de los principales motivos es que la gran mayoría de los DME's instalados ya son obsoletos y es necesario remplazarlos para mejorar la confiabilidad del SICCI.



Figura 2.2 Detector de Mezclas Explosivas de tipo catalítico.

2.4 Subsistema de detección de fuego UV/IR.

2.4.1 Propósito.

Monitorear, detectar e iniciar una secuencia de ataque contra incendio por presencia de flamas en las áreas operativas.

2.4.2 Operación actual.

Al presentarse un incidente por fuego en un área que cuenta con detectores de fuego UV/IR donde; el sensor UV detecta fuego y el sensor IR detecta calor, cuando alguno de estos detecta la señal es interrumpida y éstos se activan transmitiendo una señal analógica de 4 a 20 mA al PLC y este toma una acción de control ya establecida.

Los detectores de fuego de tipo UV/IR, se programan para que active automáticamente el sistema contraincendio, es decir, abrir las válvulas del PPB, arranque de los motores del PPB y arranque de las bombas de la de la red de agua contraincendio.

Actualmente el subsistema de detectores de fuego cuenta con detectores de fuego de tipo UV/IR como se muestra en la figura 2.3 conectados punto a punto en las áreas de casa de bombas I,II y III, llenaderas , patines de medición y trampas de diablos de la TAR.

Por consiguiente se propone el remplazo de los detectores de fuego UV/ IR en las áreas de llenaderas, casa de bombas I, II y III, patines de medición y trampas de diablos de la TAR, ya que los que se encuentran instalados actualmente ya son obsoletos y lo que se pretende con esto es que los equipos sean confiables.

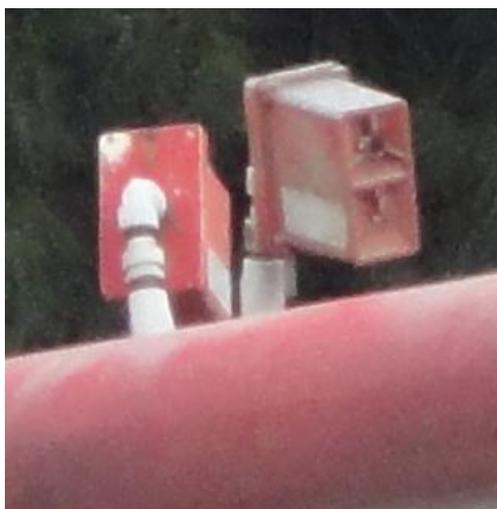


Figura 2.3 Detector de fuego UV/IR en área de patines

2.5 Subsistema de Detección de Fuego en Tanques de Almacenamiento.

2.5.1 Propósito.

Monitorear las condiciones de operación de los tanques de almacenamiento de hidrocarburos y detectar la presencia de fuego en el interior de los mismos.

2.5.2 Operación actual.

El funcionamiento actual de subsistema de detección de fuego se acciona al presentarse fuego en el interior del tanque, se eleva la temperatura súbitamente y al alcanzar entre 70° y 80° Celsius, funde los dispositivos térmicos, provocando la caída de presión de aire en la tubería de acero inoxidable presionado a 4 Kg/cm², mismos que se encuentran ubicados en el interior del tanque. Esta situación es registrada por un dispositivo electrónico Interruptor de Presión (IP) instalado en un “TRIM”. Cuando ocurre una caída de presión, esta señal neumática es registrada por el IP y retransmitida en forma eléctrica al PLC de contraincendio, generando las secuencias siguientes:

Se envía una señal por baja presión en la línea y se activan las alarmas sonoras de toda la planta en tono continuo y todas las alarmas visuales destellan en color rojo paralelamente se inicia el ataque contraincendio. En la figura 2.4 se muestra el sistema tapón fusible.

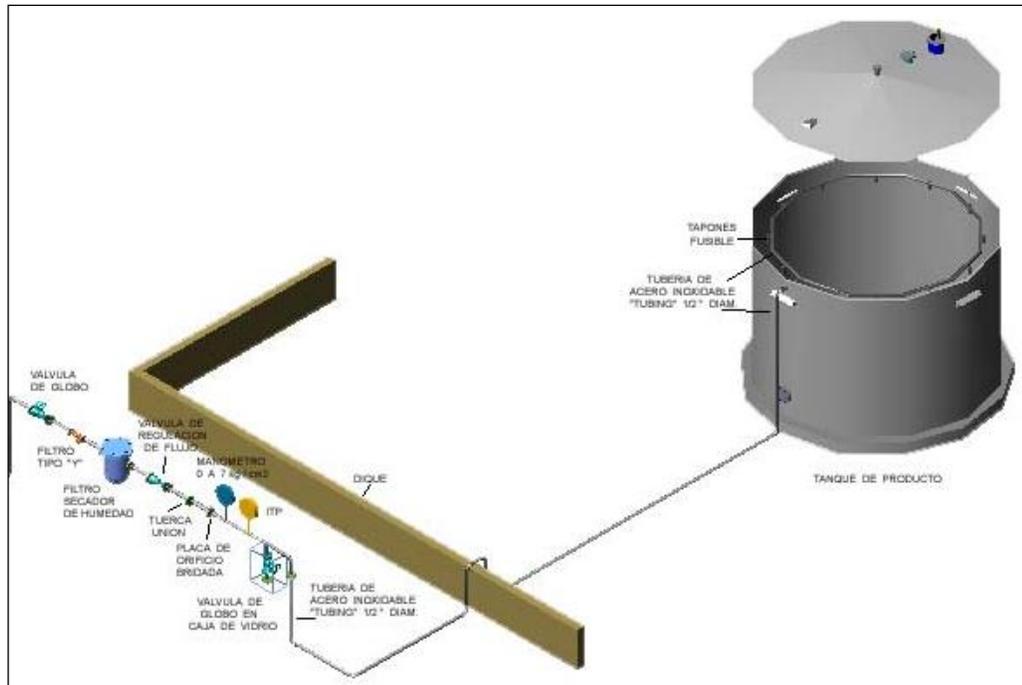


Figura 2.4 Sistema tapón fusible

2.5.3 Equipos que lo conforman.

El TRIM de conexiones está conformado por los siguientes accesorios y conexiones.

- Válvula de globo.
- Manómetro con intervalo de operación de 0-7 kg/cm².
- Filtro secador de humedad, tipo vaso.
- Filtro tipo “y”
- Válvula reguladora calibrada al 10% sobre la presión de operación del sistema.
- Interruptor depresión (IT)

En la figura 2.5 se muestra el TRIM actual.



Figura 2.5 TRIM

Actualmente el TRIM cuenta solamente con una válvula check que impide la caída de presión una vez accionada el tapón fusible, sin embargo no garantiza la caída de presión en la línea de aire. Motivo por el cual es necesario contar con una válvula activada remotamente la cual cierre la línea de aire para evitar tener una caída de presión. Cabe mencionar que el tiempo de la vida útil de los TRIM's es de 10 años motivo por el cual se necesita el remplazo.

2.6 Alarmas sonoras, visuales y botoneras.

2.6.1 Propósito.

El sistema de alarmas se encarga de alertar a todo el personal de la TAR en caso de que ocurra un evento fuera de los parámetros establecidos en los procedimientos de trabajo, a fin de que se tomen las acciones pertinentes según sea el caso y permitir que se informe de alguna contingencia que sea detectada por algún trabajador de la TAR y que no sea detectado por los elementos de monitoreo.

2.6.2 Operación actual.

Actualmente en la TAR se cuenta con un sistema de alarmas visuales, las cuales constan de dos lámparas una verde que indica que la TAR se encuentra en condiciones normales y una roja la cual indica que hay alguna contingencia. El sistema de alarmas visuales se complementa con una alarma sonora, la cual es una bocina que emite distintos tonos

dependiendo de la contingencia que se presente, para un derrame de hidrocarburos el tono es intermitente y para una situación de fuego el tono es continuo.

Para alertar al PLC de una contingencia la TAR cuenta con botoneras, colocadas junto con las alarmas visuales y sonoras, que son accionadas por el personal de la TAR en caso de un derrame o de fuego en un área que no es monitoreada por los elementos de monitoreo del sistema.

Las alarmas visuales instaladas solo permiten identificar si la TAR se encuentra en condiciones normales o existe alguna alerta pero no indica si es una alerta por fuego o por derrame, en el caso de las alarmas sonoras su potencia no es suficiente para asegurar que el personal sea alertado por otro lado debido a las inclemencias del medio ambiente y del tiempo que tiene instaladas en la TAR la gran mayoría ha dejado de funcionar por completo por lo que es necesario reemplazar los equipos. Las botoneras solo cuentan con un botón lo que no permite que se notifique el tipo de emergencia y por consiguiente determinar el tipo de ataque necesario ya que puede ser un accidente laboral, un derrame o una situación de fuego, cada situación requiere de diferentes procedimientos e incluso es diferente la prioridad de la atención. En la figura 2.6 se muestra las AVSB actuales.



Figura 2.6 Alarmas Visuales Sonoras y Botoneras.

2.7 Subsistema de Ataque Contraincendio.

2.7.1 Propósito

Responder a las contingencias por fuego que se presenten en las áreas operativas de la terminal de almacenamiento y reparto.

2.7.2 Operación actual

El sistema de ataque contraincendio se encuentra conformado por la red de agua contraincendio y la red de agua espuma, las cuales son las encargadas de realizar los ataques contraincendio.

2.7.3 Red contraincendio.

La red de agua contraincendio cuenta con un conjunto de bombas encargadas de mantener una presión mínima de 7 kg/cm²; en el punto de descarga, la cual en caso de una contingencia aumentara.

Actualmente la red contraincendio cuenta con una bomba Jockey, una bomba eléctrica, una de combustión interna y una bomba de combustión interna del suministro de agua.

La operación de las bombas es la siguiente: El TV-72 y el TV-20 cuentan con interruptores de presión diferencial, los cuales indican el nivel de los respectivos tanques, la bomba de combustión interna del suministro de agua es activada manualmente por el personal de contraincendio, la cual se alimenta del TV-72.

El TV-20 suministra el agua a las bombas de la red de agua contraincendio, estas a su vez son las encargadas de mantener la presión de la red de agua-contraincendio, como se muestra en la figura 2.7.

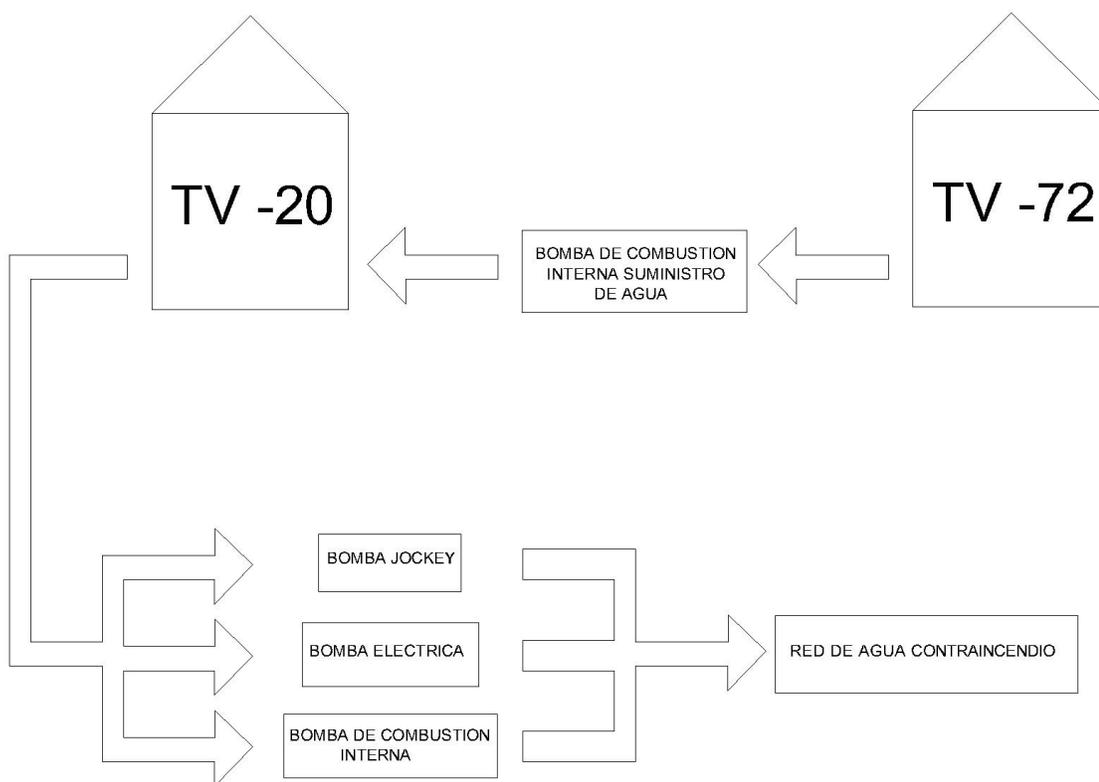


Figura 2.7 Bombas contra incendio.

La principal función de la red contraincendio es a la extinción de incendios, la protección de la exposición al fuego (enfriamiento), la prevención de incendios y la mitigación de nubes tóxicas.

En las figuras 2.8 hasta la figura 2.11 se muestra el sistema de aspersión en cada una de las áreas de la TAR.

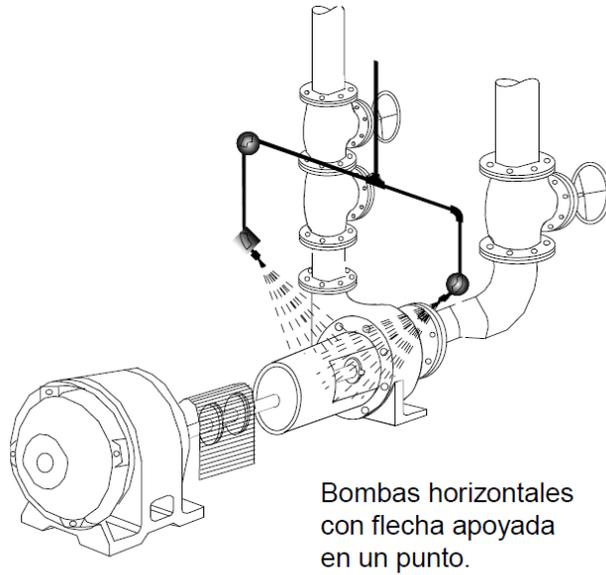


Figura 2.8 Sistema de aspersión para protección a bombas

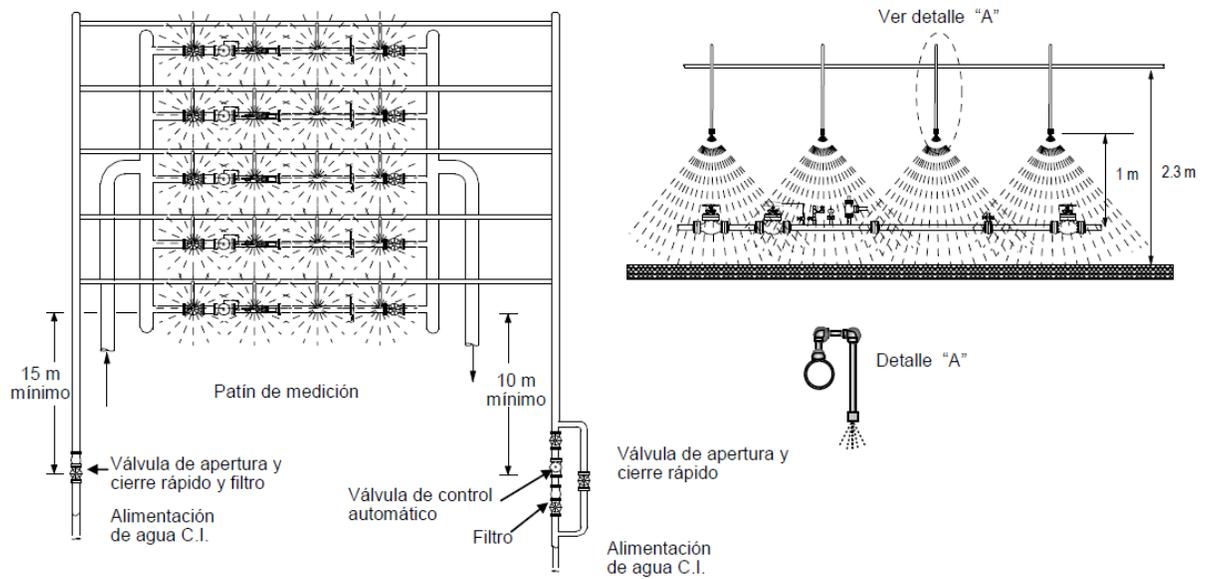


Figura 2.9 Sistema de aspersión para protección a patines de medición de combustibles.

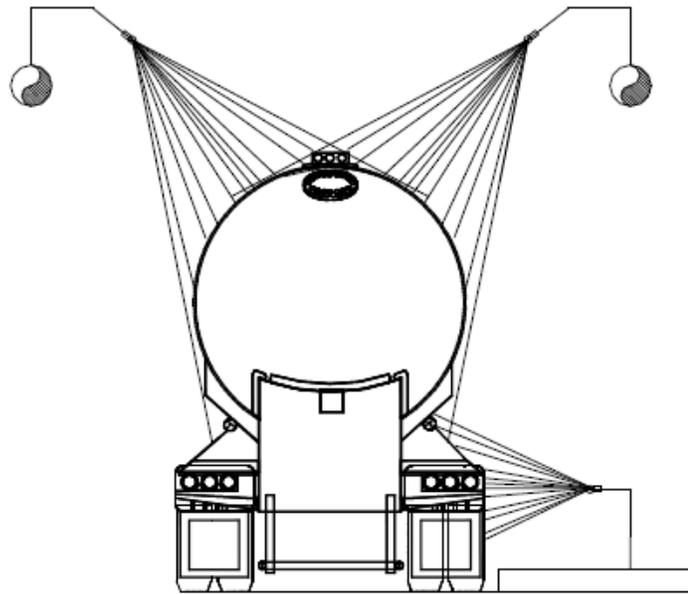


Figura 2.10 Sistema de aspersión para protección a llenaderas de Autotanque.

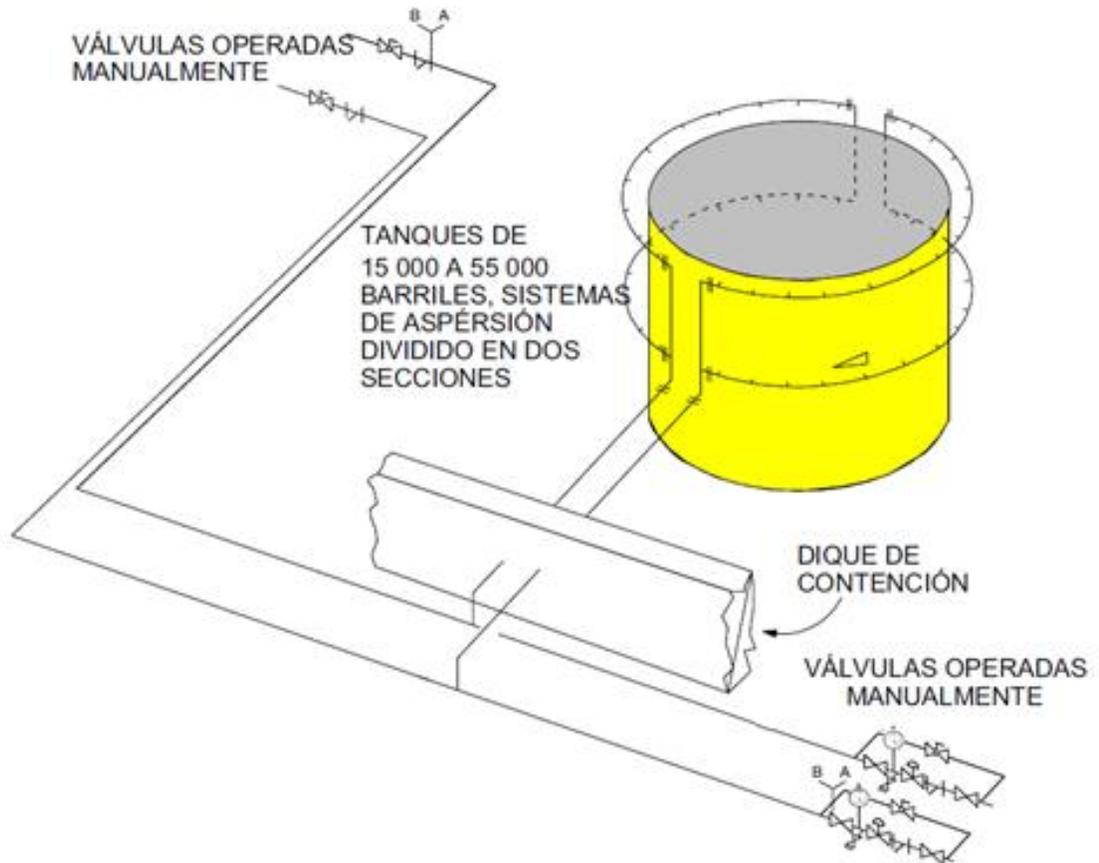


Figura 2.11 Sistema de aspersión en anillos de enfriamiento en los tanques.

El sistema de aspersores antes descrito, está diseñado para operarse en modo manual, situación que por sus características no puede minimizar el tiempo de respuesta a una contingencia y exponiendo de diferentes maneras a riesgos adicionales a los trabajadores que integran la plantilla contra incendio. En la figura 2.12 se muestran las válvulas actuales del sistema de anillos de enfriamiento en los tanques de almacenamiento [6].



Figura 2.12 Válvulas manuales.

2.7.4 Red de agua espuma.

La red de agua espuma se enfoca en la extinción de incendios, mediante la formación de burbujas generadas por la mezcla de un concentrado espumante de baja expansión y agua con densidad menor a la del líquido combustible o inflamable fuente del incendio, creando una capa flotante sobre su superficie eliminando el aire y enfriando el producto, evitando su reignición al suprimir la formación de vapores inflamables.

La espuma se suministra a través de sistemas fijos de tuberías conectados al PPB o a través de sistemas móviles de generación de espuma los cuales igualan la presión del líquido espumante y la presión de red de agua contra incendio teniendo como finalidad realizar la mezcla homogénea por medio del proporcionador con una relación de tres por

ciento de líquido espumante AFFF y noventa y siete por ciento de agua. En la figura 2.13 se muestra el diagrama del PPB [6].

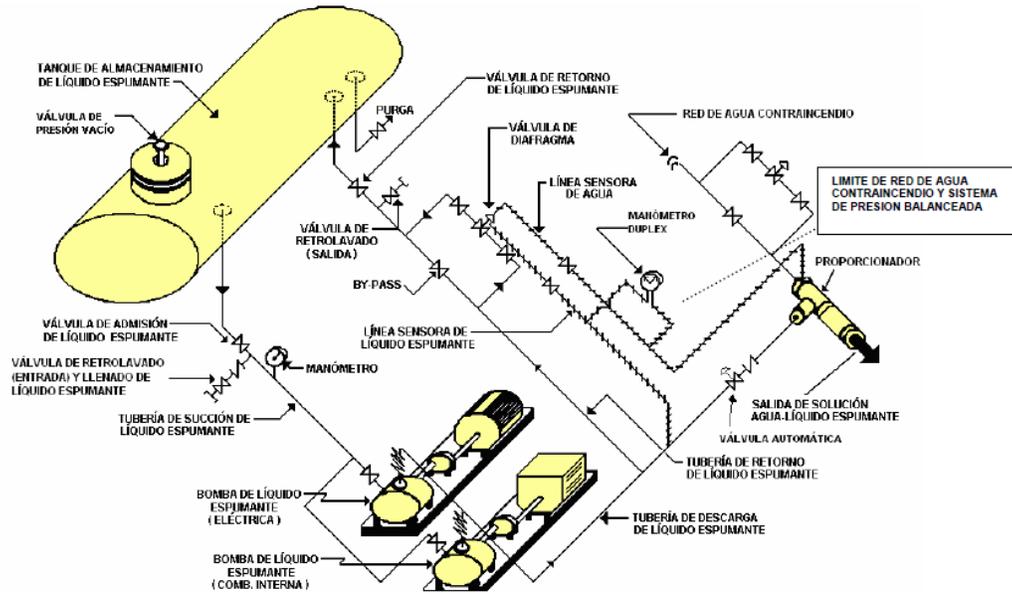


Figura 2.13 Paquete de presión balanceada.

La distribución del líquido espumante, se lleva a cabo de la siguiente manera:

En tanques de almacenamiento, la espuma se descarga hacia el interior del tanque, inicialmente por su parte superior de la envolvente, a través de las cámaras de espuma (inyección superficial) y en caso de ser inefectivo este medio, se ejecuta por la parte inferior de la envolvente (inyección subsuperficial), ambas descargas funcionan una a la vez y en forma independiente. En la figura 2.14 se muestra la inyección de espuma.

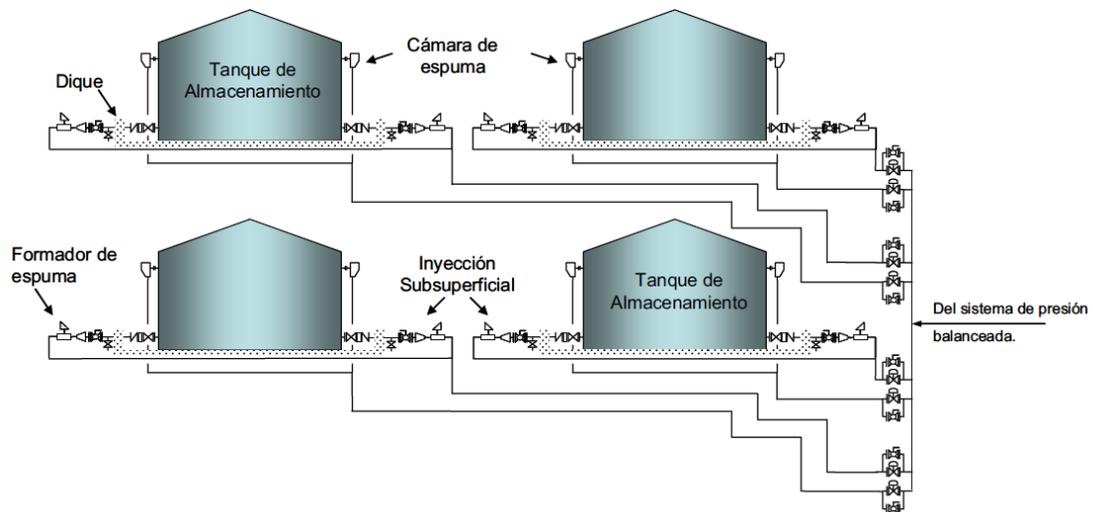


Figura 2.14 Inyección de espuma.

En las áreas de: poliducto - recibo y medición, casa de bombas, llenaderas de autotanques, la descarga es través de sistemas de aspersión. En la figura 2.15 se muestra la distribución de agua-espuma.

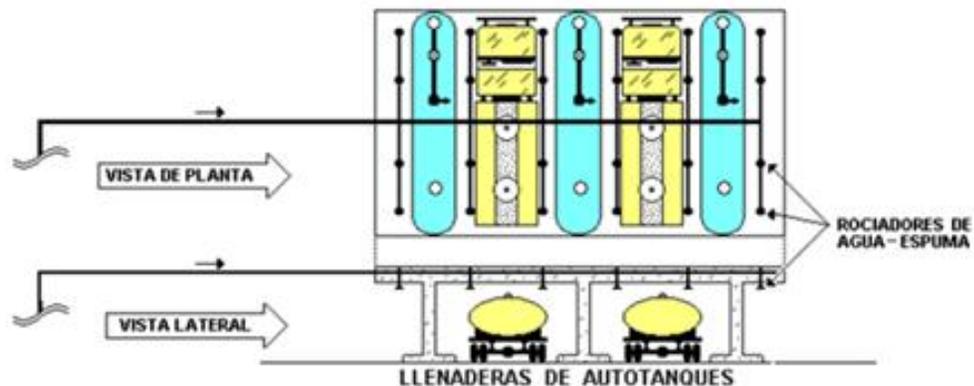


Figura 2.15 Distribución de Agua-Espuma.

Actualmente la red de agua espuma cuenta con válvulas operadas eléctricamente como se muestra en la figura 2.16, las cuales inician el ataque de inyección superficial y subsuperficial, para realizar el ataque es importante mencionar que la apertura de las válvulas se debe comenzar desde las válvulas ubicadas a pie de dique, continuando así con el cierre de las válvulas seccionadoras que sean requeridas y finalmente abriendo las válvulas principales de la red de agua espuma, esto con la finalidad de evitar que exista un golpe de ariete ya que como se ha mencionado la red de agua espuma permanece seca en condiciones normales de operación; el tiempo de apertura de las válvulas actuales es mayor a 5 minutos, situación por la que necesitan ser remplazadas puesto que la apertura de dichas válvulas debe ser en un tiempo menor a 10 segundos para minimizar riesgos en caso de una contingencia [6].



Figura 2.16 Válvula Operada Eléctricamente.

2.9 PLC Actual.

Actualmente el SICCI es controlado mediante el PLC modelo: GE FANUC SERIE 90-70, el cual tiene triple redundancia tanto en sus entradas y salidas. Sin embargo se encuentra discontinuado, además de presentar diversas fallas de funcionamiento lo cual ha provocado que fallo de uno de los módulos de redundancia, obligando a la terminal a tenerlo fuera de funcionamiento, situación por la que es necesario su remplazo para realizar la actualización del sistema, ya que está contemplado aumentar la cantidad de entradas y salidas del mismo, tener la compatibilidad en el módulo de comunicación y cumplir con el SIL 2, el PLC se encuentra ubicado en el cobertizo contraincendio. A continuación en la figura 2.17 se muestra el PLC actual del SICCI.



Figura 2.17 PLC FANUC 90-70

2.10 Thin Client

Actualmente el SICCI cuenta con una estación de trabajo mejor conocida como “Thin Client”, que es una computadora, que solo posee capacidades de cómputo justas y necesarias para actividades básicas de conectividad al escritorio en el servidor y otras actividades de administración de la computadora.

En el Thin Client se visualiza el estado de los subsistemas que integra el SICCI, realizando acciones de confirmación ya sea para el ataque contraincendio, paro de emergencia y activación de alarmas visuales y sonoras. En la figura 2.18 se muestra el THIN CLIENT del SICCI.



Figura 2.18 THIN CLIENT

2.11 Servidor.

Actualmente el SICCI cuenta con un servidor “principal” y un servidor "secundario" independiente, con las mismas características que el servidor "principal". El sistema de control tiene la facultad de continuar con su operación normal en caso de que alguno de los procesadores de cualquier servidor deje de funcionar, razón por la cual ambos se encuentra trabajando simultáneamente, no obstante el principal es el encargado del funcionamiento completo, mientras que el secundario se encuentra en espera, operando únicamente la actualización de bases de datos, esperando convertirse en principal. Se asegura que todas las actualizaciones de la base de datos del disco principal son automáticamente enviadas al disco del servidor secundario. En la eventualidad de que alguno de los CPU's no esté disponible, las actualizaciones son almacenadas localmente en el disco principal y se envían al secundario cuando éste restablezca su operación normal.

Las estaciones de trabajo del SICCI, se comunican con el servidor principal por medio de la red Ethernet.

El propósito del servidor es que a través del software de aplicación específica y de la interface hombre -máquina, se supervise el estado que guardan las variables del control de la operación de los diferentes detectores, válvulas contraincendio, bombas contraincendio, alarmas sonoras y visuales y las botoneras. En la figura 2.19 se muestra el servidor del SICCI.



Figura 2.19 SERVIDOR

Capítulo III.

“Propuesta de Instrumentación del SICCI”.

3.1 Propuesta para la actualización del SICCI.

Como fue descrito en el capítulo anterior la situación actual de la terminal requiere una actualización, la cual permitirá un mejor control, aumento de la seguridad y una mayor confiabilidad del SICCI. En este capítulo se describen las características de los equipos propuestos en la actualización.

3.2 Subsistema de detección de humo .

Para realizar la propuesta de actualización del subsistema de DH se realizó una comparación de dos equipos uno de ellos fabricado por SYSTEM SENSOR y el otro fabricado por FENWAL, ambos equipos se compararon con las características requeridas por PEMEX de acuerdo con la norma NRF-210-PEMEX-2011, en las tablas A.1, A.2 y A.3 del Anexo “A” se puede observar las comparaciones de los equipos.

De acuerdo a las características requeridas por PEMEX el detector de humo que cumple es el de la marca FENWAL mostrado en la figura 3.1 [3].



Figura 3.1 Detector de Humo marca FENWAL.

Los detectores fotoeléctricos de humo responden a un amplio espectro, ambos llameante y humeante en caso de incendio. Es un sensor de humo que utiliza un láser basado en una cámara de detección. Dos diodos emisores de luz roja se encuentran diametralmente

uno frente al otro a fin de permitir 360-grados de visión, ambos LED's indican continuamente la condición operativa del detector. Durante la espera, los LED's parpadean una vez cada seis segundos. Durante alarma, ambos LED's permanecen prendidos en todo el esplendor. Un doble flash cada seis segundos indica un detector con un umbral de sensibilidad fuera de los límites aceptables.

3.2.1 Calibración.

Se realiza con un kit de pruebas que incluye un aerosol de pruebas y un aerosol desempolvante, así como un porta aerosol con boquilla para adaptarse al detector, con maneral ajustable para realizar pruebas desde nivel de piso, desde 1 a 2.5 metros de longitud como mínimo dichos equipos se muestran en la figura 3.2.



Figura 3.2 Kit de calibración para detectores de humo.

3.2.2 Instalación

Para determinar la distribución y localización de estos detectores en el área a proteger, se deben considerar los siguientes factores:

- a) Materiales y forma del techo y paredes.
- b) Altura del local.
- c) Distribución de espacio libre.
- d) Temperatura normal del local.
- e) Posibilidad de temperaturas anormales.
- f) Ventilación y/o aire acondicionado.

g) Tipo de materiales almacenados.

Para evitar falsas alarmas y mantener el buen desempeño de operación, se debe considerar para la ubicación de los DH: las fuentes normales de humo, humedad, polvo, gases de escape y las influencias eléctricas o mecánicas.

Los DH cuando se colocan debajo del techo, deben tener un distanciamiento mínimo de 10 cm o 4 pulg a lo largo del techo, medidos desde la esquina, y alrededor de 10 cm o 4 pulg a lo largo del muro, para aislar el espacio de aire muerto, como se muestra en la figura 3.3.

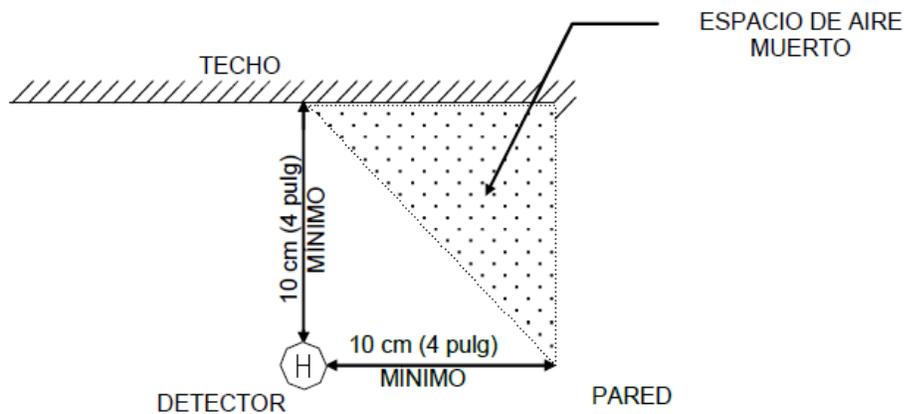


Figura 3.3 Ubicación Detector de Humo.

Una vez que se han tomado en cuenta estas consideraciones se debe determinar la manera en que se instalaran los DH ya que existen áreas de la terminal que cuentan con plafón, como es el caso de las oficinas administrativas y los laboratorios, dicha instalación se muestra en la figura 3.4; existen áreas donde no se cuenta con plafón como es el caso de los CCM's, archivo muerto y almacén, como se muestra en la figura 3.5.

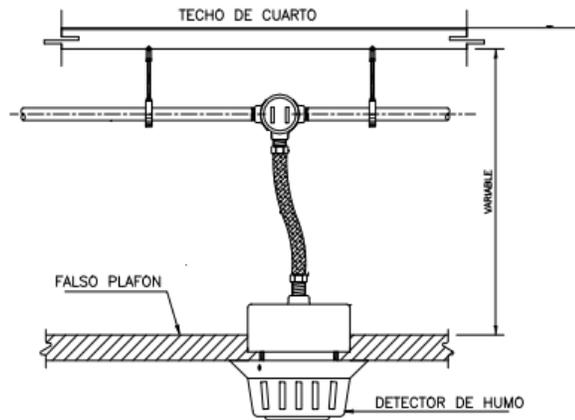


Figura 3.4 Detector de humo en falso plafón.

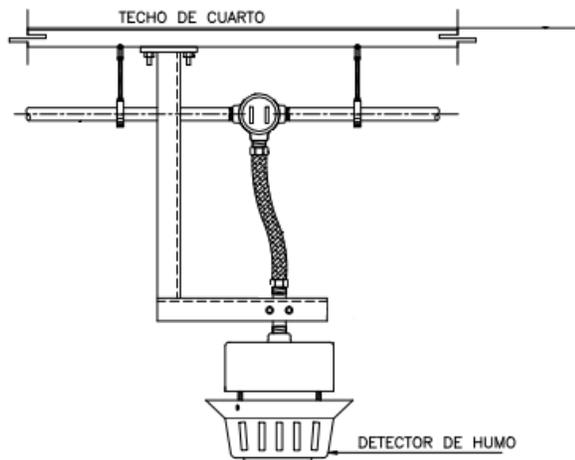


Figura 3.5 Detector de humo sin plafón.

3.2.3 Mantenimiento

Se recomienda que se realice una limpieza periódica al DH, únicamente desmontando el equipo, como se muestra en la figura 3.6, para poder retirar el polvo utilizando una aspiradora, se recomienda que se utilice una aspiradora para evitar causar daños en el momento de la limpieza.

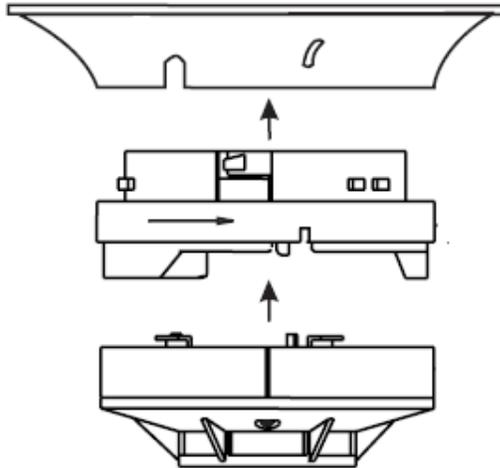


Figura 3.6 Desmontaje del detector de humo.

3.2.4 Localización

Como se mencionó en el capítulo anterior actualmente se cuenta con DH de tipo ionizantes instalados en ciertas áreas de la TAR las cuales no son suficiente para garantizar la seguridad por lo que se propone la instalación de DH nuevos equipos y el remplazo de los a existentes en toda la TAR cubriendo las áreas que se indican en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Cantidad y ubicación de detectores de humo.

Ubicación	Cantidad de DH
Subestación eléctrica	2
Archivo Muerto	4
Almacén	10
Oficinas Administrativas	17
Oficinas Mantenimiento-Seguridad	7
Cobertizo Contraincendio	2
Torre de Control	2
Laboratorio	17
Cuarto de Control de Motores 3	16
Cuarto de Control de Motores 1 y 2	22
Total	99

En la figura B.1 del Anexo “B” se muestran las áreas que serán cubiertas por los DH en la TAR.

3.2.5 Tablero de control de los detectores de humo.

Para la interconexión de todos los detectores de humo se requiere un tablero de control inteligente que cumpla con las características que requiere la norma NRF-210-PEMEX-2011, por lo que se realizó la comparación de dos equipos, las tablas comparativas, A.4, A.5 y A.6 se muestran en el anexo A [3].

El tablero de control inteligente que cumple con las características requeridas por PEMEX es el de la marca KIDDE FIRE SYSTEMS en cual se muestra en la figura 3.7.

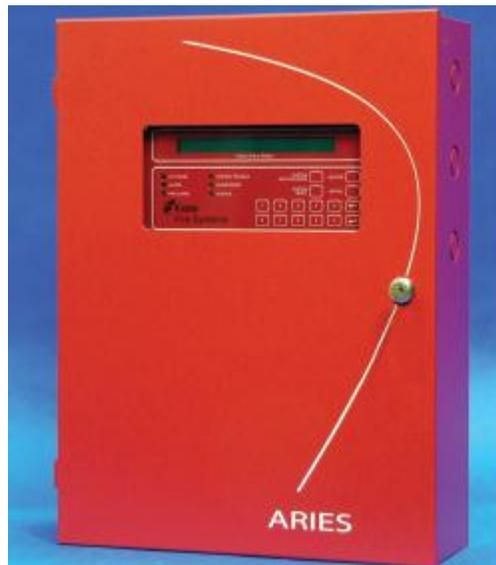


Figura 3.7 Tablero de detectores de humo marca KIDDE FIRE SYSTEMS.

3.2.6 Localización.

Para la interconexión de los DH de tipo infrarrojo es necesario un tablero de control inteligente que tenga la capacidad de 250 dispositivos inteligentes en un solo lazo. Cabe mencionar que se instalaran 2 tableros debido a las distancias que existen en la TAR en las siguientes áreas mostradas en la tabla 3.2.

Tabla 3.2 Ubicación Tableros de Control Inteligente Detectores de Humo

Ubicación	Cantidad de Tableros de Control
Cobertizo Contraincendio	1
Casa de Bombas 1	1
Total	2

El plano de localización de los tableros de control se muestra en la figura B.2 en el Anexo “B”.

3.3 Subsistema de detección de mezclas explosivas.

Para realizar la propuesta de actualización del subsistema de DME’s se realizó una investigación comparando dos equipos uno de ellos fabricado por MSA y el otro fabricado por HONEYWELL, ambos equipos se compararon con las características requeridas por PEMEX de acuerdo con la norma NRF-210-PEMEX-2011 como se puede observar en las tablas A.7, A.8 y A.9 del Anexo “A” [3].

De acuerdo a las tablas comparadas de equipos propuestos el único que cumple con las características solicitadas por PEMEX es el equipo de la marca MSA que se muestra en la figura 3.8.



Figura 3.8 Detector de mezclas explosivas marca MSA.

Este DME funciona detectando el nivel de gas que libera un hidrocarburo, la medición se realiza con un rayo infrarrojo el cual determina la cantidad de moléculas del componente que existen en el ambiente y dependiendo de la cantidad genera una señal eléctrica de 4-20mA y es lo que el PLC interpreta para realizar las acciones de control en el caso de que la señal enviada al PLC sea menor de 4mA indica que existe un error en el DME.

3.3.1 Calibración.

Para realizar la calibración del equipo es necesario contar con el controlador y el calibrador mostrados en la figura 3.9 y la figura 3.10 respectivamente.

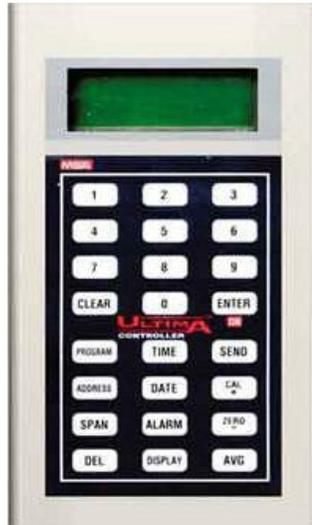


Figura 3.9 Controlador de DME.



Figura 3.10 Calibrador de DME.

Ya que se cuenta con ambos dispositivos se procede a realizar la calibración.

1. Conecte la punta de la tubería del tanque de gas patrón, figura 3.11, sobre la entrada del sensor del DME mostrado en la figura 3.12.



Figura 3.11 Gas patrón para calibración.



Figura 3.12 Sensor del DME.

2. Abra el flujo de gas.
3. Apunte el Controlador hacia la pantalla del DME y pulse el botón CAL/CALIBRATE.

La pantalla muestra un conteo regresivo que va de 30 a 0 segundos, después del conteo regresivo de 30 segundos:

4. La pantalla alterna entre "CAL", mostrado en la figura 3.13. y un valor el cual representa la lectura actual de la concentración de gas que el sensor está detectando como se muestra en la figura 3.14.

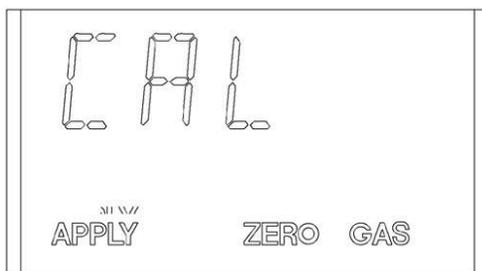


Figura 3.13 Indicador de % LEL.

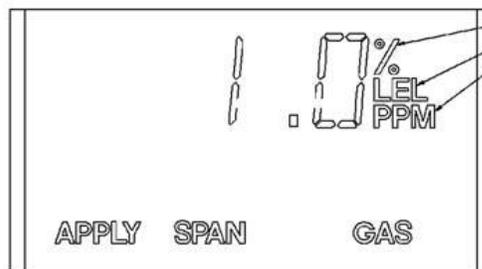


Figura 3.14 Indicador de calibración.

- Una vez que el valor del gas en la pantalla permanezca estable, la pantalla alternante se detiene. Si la calibración ha sido satisfactoria, la pantalla mostrará **END** como se muestra en la figura 3.15.

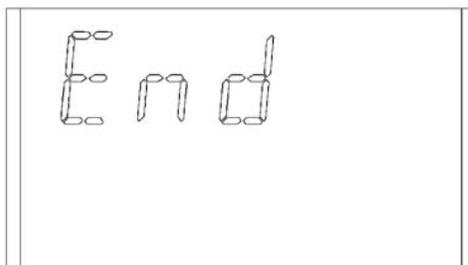


Figura 3.15 Indicador de término de calibración.

- CIERRE el flujo de gas girando la perilla de control de flujo.
- Quite la tubería del controlador de flujo.

3.3.2 Instalación.

Para realizar la instalación de los DME's es necesario fabricar un soporte especial ya que el equipo debe ser instalado cumpliendo con la norma NRF-210-PEMEX-2011 la cual especifica que deben ser instalados a una distancia de 30 cm del equipo o punto de fuga potencial, se propusieron 3 tipos de soportes tomando en cuenta las características

de los lugares donde serán instalados los DME's como se muestra en las figuras 3.16 a la 3.18 [3].

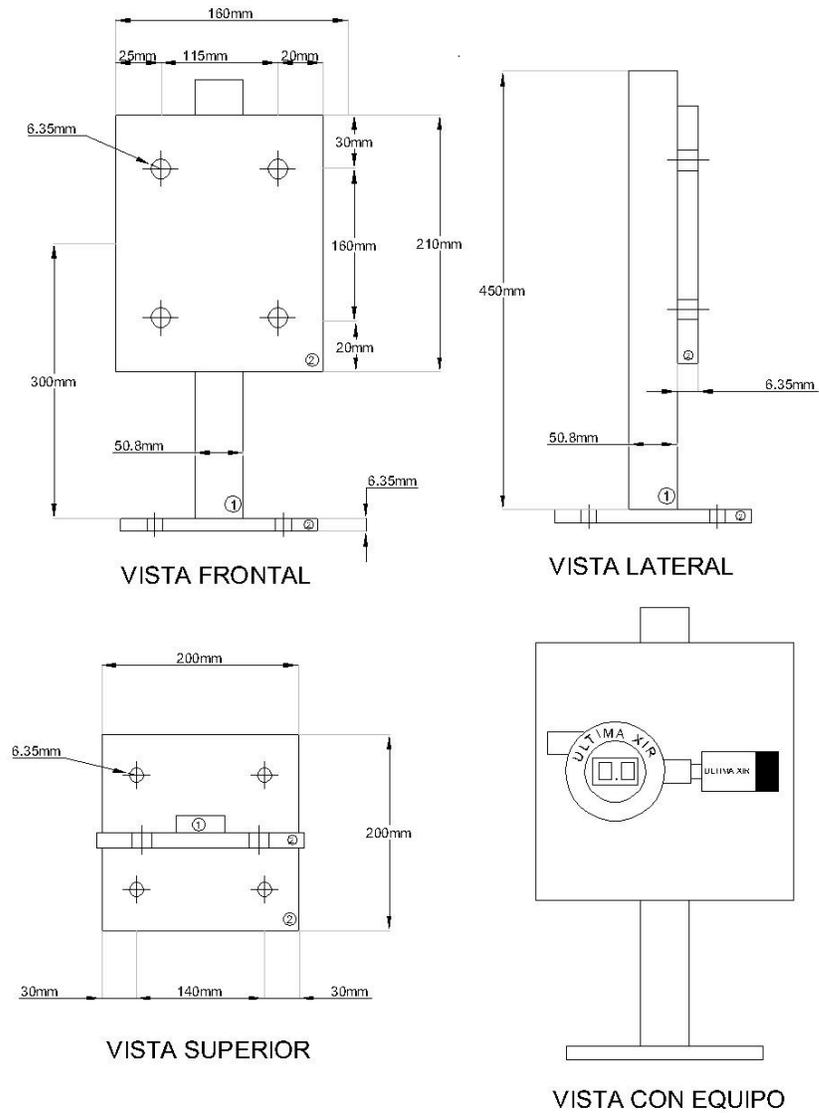


Figura 3.16 Diseño para llenaderas de Autotanque y Patines de Medición.

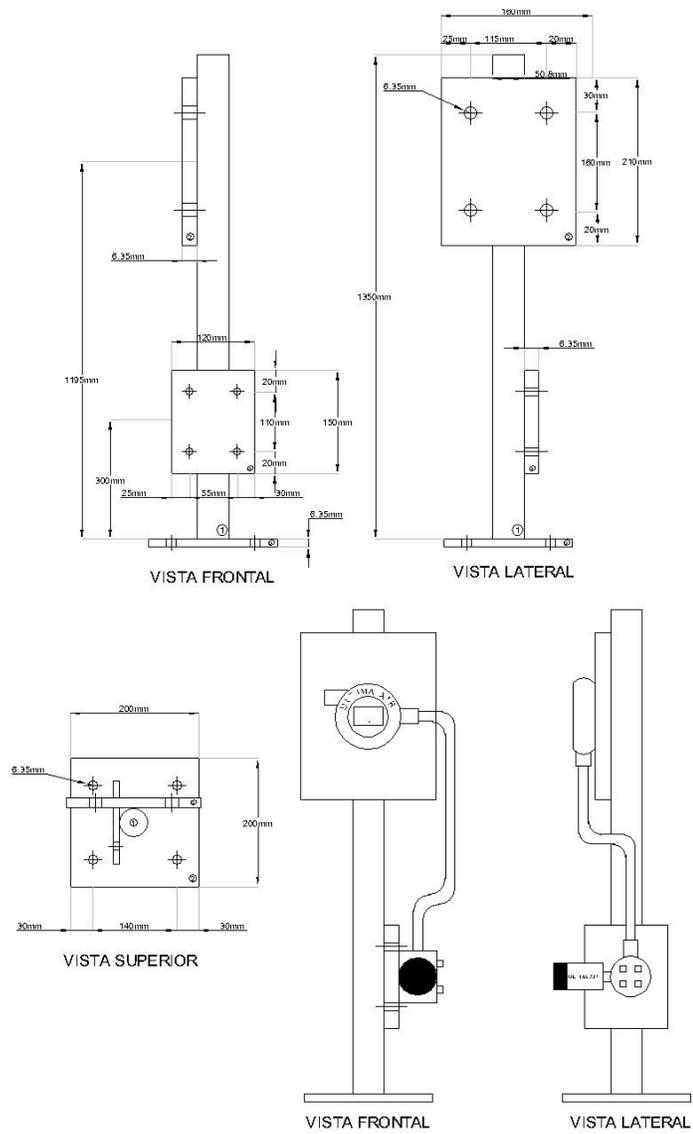


Figura 3.17 Diseño en áreas de Casa de bombas y tanques.

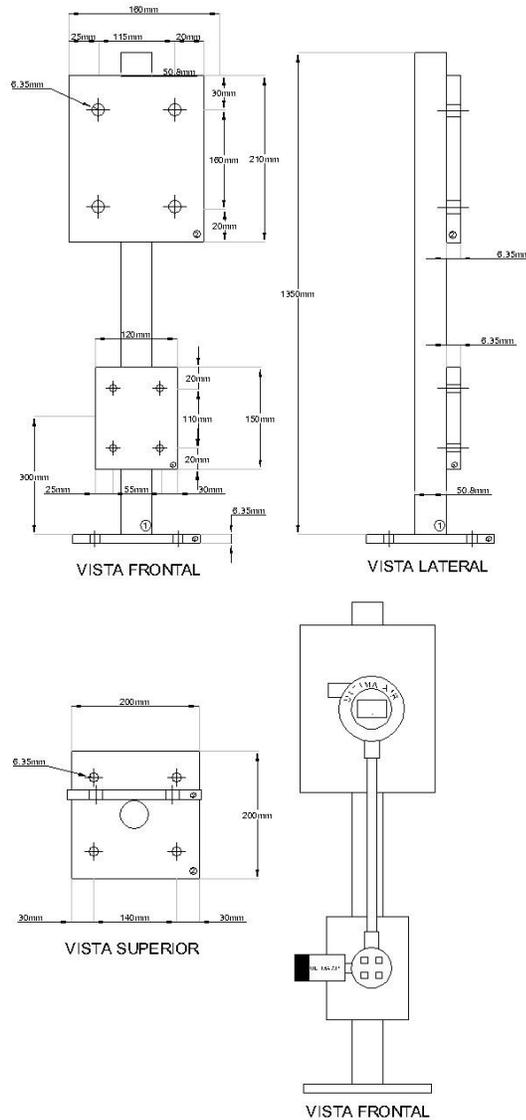


Figura 3.18 Diseño en Tanques.

3.3.3 Mantenimiento.

El único elemento de mantenimiento de rutina es el elemento sensor, que tiene una vida útil limitada. Cuando el DME indica que el sensor debe ser cambiado, quiere decir que resta muy poca vida útil. Por lo que es necesario obtener un remplazo del sensor antes de que este sea completamente inservible. La pantalla mostrara un mensaje de mantenimiento cuando el sensor debe ser remplazado y simplemente se desenrosca de la base y es sustituido.

3.3.4 Localización.

Como se mencionó en el capítulo anterior actualmente se cuenta con DME's instalados en ciertas partes de la TAR pero no se cubren todas las áreas de riesgo que existen por lo que se propone la instalación de DME's en otras áreas como son casa de bombas I, II y III, tanques de almacenamiento y trampa de diablos, además del remplazo de los ya existentes en el área de llenaderas de autotanques y patines de medición depende de las características de cada área será la cantidad de DME's que se instalaran en el área de casas de bombas se instalara un DME por cada bomba que exista, en el caso de los tanques de almacenamiento se instalara un DME en cada salida de venteo del tanque, en los patines de recibo y medición se instalara un DME por cada patín y en el área de trampa de diablos se instalara un DME en cada trampa, en la tabla 3.3 se muestra la cantidad de DME's a instalar y la ubicación.

Tabla 3.3 Cantidad y Ubicación de Detectores de Mezclas Explosivas.

Ubicación	Cantidad de DME's
Trampa de Diablos	4
Patines de Medición	10
Llenaderas de Autotanques	25
Casa de Bombas I	25
Casa de Bombas II	18
Casa de Bombas III	7
Tanques de Almacenamiento	19
Total	108

Para una mayor identificación de las ubicaciones de los DME's se muestra la figura B.3 en el Anexo "B".

3.4 Subsistema de detección de fuego (UV/IR).

Para realizar la propuesta de actualización del subsistema de DF se realizó una comparación de dos equipos uno de ellos fabricado por DET-TRONICS y el otro por MSA, ambos equipos se compararon con las características requeridas por PEMEX de acuerdo con la norma NRF-210-PEMEX-2011, como se observa en las tablas comparativas A.10, A.11 y A.12 que se encuentran en el Anexo "A" [3].

El DF que cumple con las características que requiere la norma NRF-210-PEMEX-2011 es el de la marca DET-TRONICS como se muestra en la figura 3.19. Dicho equipo cuenta con dos sensores uno ultravioleta y otro infrarrojo, cuando ambos sensores detectan la presencia de una llama al mismo tiempo, se genera una señal de alarma de 4-20 mA la cual llega directamente al PLC para hacer la lógica de control correspondiente.



Figura 3.19 Detector de fuego UV/IR propuesto

El DF incluye una función de integridad óptica automática, que consiste en una prueba de rendimiento calibrada que se ejecuta automáticamente una vez por minuto para verificar por completo la capacidad de funcionamiento del detector.

3.4.1 Instalación

Los detectores deben ser instalados conforme a la norma NRF-210-PEMEX-201, teniendo un ángulo de inclinación de entre 10° a 20°, y deben ser instalados en un soporte como se muestra en la figura 3.20. [3].

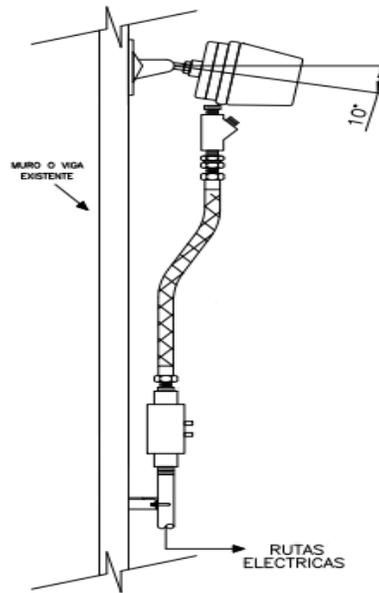


Figura 3.20 Detector de fuego en muro o viga existente.

Los detectores de fuego, deben contar con una amplitud del cono de visión de 90° como mínimo, un alcance de 15 m. de longitud y detectar el espectro de rayos ultravioleta e infrarrojos así como discriminar los haces luminosos del amanecer y atardecer, arcos de soldadura y reflejos de espejo, en la figura 3.21 se muestran la distribución de los DF en casa de bombas.

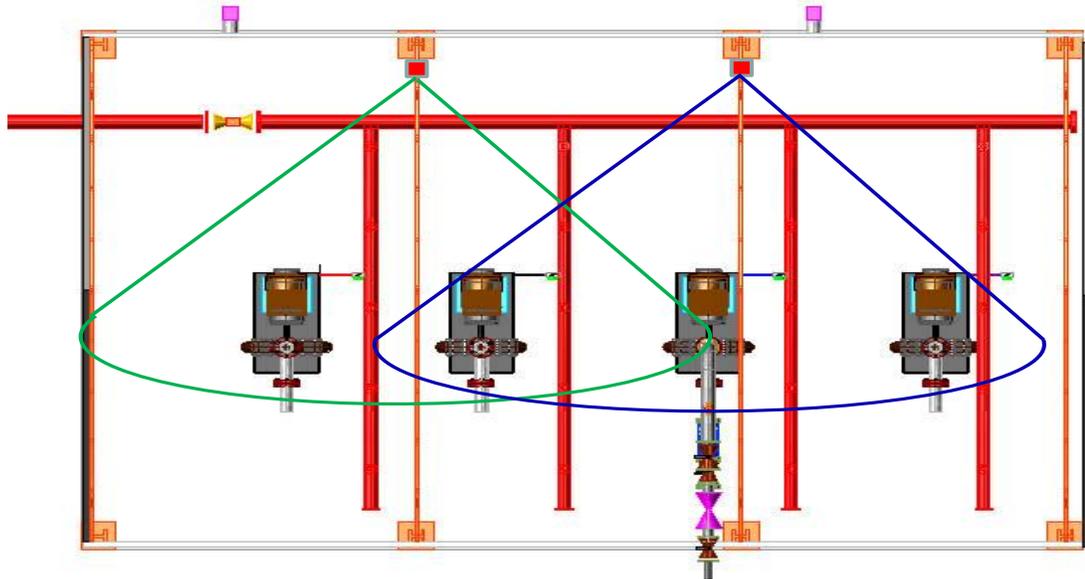


Figura 3.21 Detectores de humo en casa de bombas.

En la figura 3.22 se muestra la distribución de los DF en el área de llenaderas.

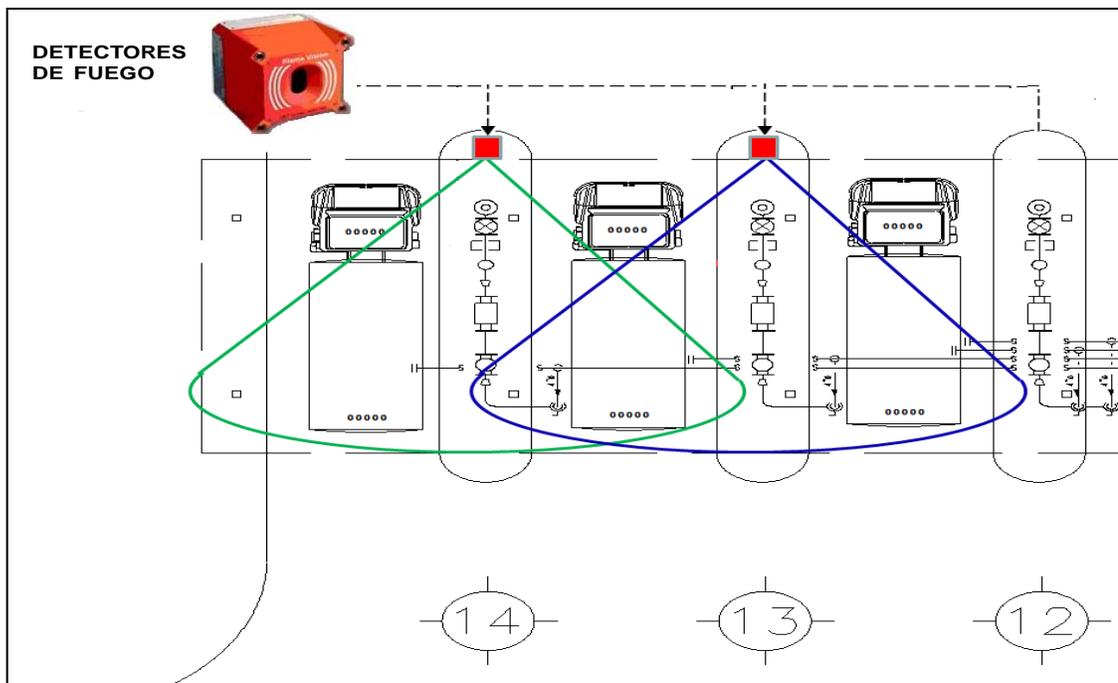


Figura 3.22 Detectores de fuego en llenaderas

Tanto en llenaderas de autotanques, casa de bombas I, II Y III, los detectores deben ubicarse por debajo de los techos y en la parte alta de las estructuras, librando las través,

vigas y sistemas de aspersión, para permitir que el cono de detección no tenga obstáculos y así lograr el ángulo deseado.

3.4.2 Mantenimiento

No se recomiendan las inspecciones periódicas de las protecciones contra el recorrido de la llama, dado que el producto no está diseñado para recibir tareas de mantenimiento y ofrece una adecuada protección de admisión para eliminar el potencial deterioro de esos componentes.

Para mantener un máximo nivel de sensibilidad y resistencia a falsas alarmas, las ventanillas de visualización de los DF deben permanecer limpias. Por lo que es necesario seguir las siguientes instrucciones para garantizar el óptimo funcionamiento, en la figura 3.23 se muestran las partes del DF para su identificación.

1. Para limpiar las superficies ópticas, extraiga la placa Oi.
2. Limpie exhaustivamente ambas ventanillas de visualización y las superficies de reflejo de la placa oi con un paño limpio, hisopos o pañuelos de papel y la solución de limpieza de ventanillas de Det-Tronics. Si se necesita una solución más fuerte, puede utilizarse alcohol isopropílico.
3. Vuelva a colocar la placa oi, asegúrese de que la placa quede en forma plana en la superficie del detector. Asegure firmemente los tornillos de la placa oi.



Figura 3.23 Extracción de la placa Oi.

3.4.3 Localización.

Como se mencionó en el capítulo anterior actualmente se cuenta con detectores de fuego instalados en área de patín de recibo y medición, trampa de diablos, sin embargo no cubren todas las áreas de riesgo que existen además estos DF ya son obsoletos por lo que se propone la instalación de estos en las áreas mostradas en la tabla 3.4:

Tabla 3.4 Cantidad y Ubicación de Detectores de Fuego.

Ubicación	Cantidad de DF
Llenaderas	25
Casa de bombas I	5
Casa de Bombas II	4
Casa de Bombas III	2
Trampa de diablos	4
Patín de recibo y medición	13
Total	53

Las ubicaciones de los equipos del subsistema de detectores de fuego se muestran en la figura B4 del Anexo “B”.

3.5 Subsistema de Detección de Fuego en Tanques de Almacenamiento

Debido a las necesidades de la TAR y al estado de los TRIM's se propone realizar el cambio de diecinueve TRIM's de conexiones a pie de dique para diecinueve circuitos de tapón fusible de todos los tanques de almacenamiento, para la elección de los equipos apropiados se compararon dos marcas respecto a las características requeridas en la norma NRF-210-PEMEX-2011, dichas comparaciones se muestran en las tablas A12, A14 y A15 del Anexo "A" [3].

3.5.1 Instalación

El suministro de aire proporcionado debe ser continuo, limpio, seco y libre de aceite antes de realizar la instalación del TRIM, de igual manera es necesario realizar la instalación de los equipos en un soporte el cual cumpla con la norma NRF-210-PEMEX-2011, en la figura 3.24. [3].

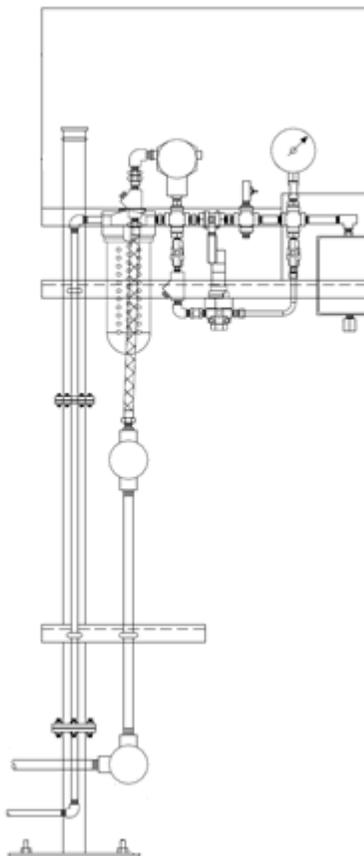


Figura 3.24 Instalación del TRIM.

3.5.2 Mantenimiento

El TRIM debe ser inspeccionado trimestralmente de acuerdo con las siguientes instrucciones:

1. Verificar que la válvula By-Pass se encuentre cerrada y bloqueada.
2. Verificar que el suministro de aire de aislamiento válvula está abierta y verificar que cualquier válvula de control en el suministro de aire al sistema del TRIM esté abierta y continúe presurizada.
3. Comprobar que la presión de aire se encuentre en los parámetros necesarios.

3.5.3 Localización

En cada uno de los tanques de almacenamiento se ubica un TRIM a pie de dique, para monitorear las condiciones del tanque.

Las ubicaciones de los TRIM se muestran en la figura B.7 del Anexo “B”.

3.6 Subsistema de Alarmas Visuales, Sonoras y Botoneras.

Para realizar la propuesta de actualización del subsistema de alarmas visuales, sonoras y botoneras se realizó una investigación comparando dos equipos de cada elemento del subsistema, con las características requeridas por PEMEX de acuerdo con la norma NRF-210-PEMEX-2011, en las tablas A.16, A.17 y A.18 del Anexo “A” se muestran las comparaciones de los generadores de tono y en las tablas A.19, A.20 y A.21 del mismo anexo se muestran las comparaciones de las alarmas sonoras.

Las Alarmas Sonoras son bocinas que utilizan un generador de tonos para poder diferenciar los eventos que se presentan en la *tabla 3.5* se muestran los tipos de tonos de acuerdo a la norma NRF-210-PEMEX-2011.

Tabla 3.5 Tonos de Alarmas Sonoras.

Tono	Incidente	Activado por
Tono uno (1) Intermitente lento	Persona accidentada.	Botonera de Alarma Sectorial.
Tono dos (2) Intermitente rápido	Humo.	Detectores de humo
Tono tres (3) Intermitente muy rápido	Derrame de hidrocarburos.	Detectores de mezclas explosivas o Botonera de Alarma Sectorial.
Tono cuatro (4) Continuo	Fuego seguro.	Detectores de UV-IR, tapones fusibles, Botonera de Alarma sectorial y/o activación expresa de ataque conra incendio.

De igual manera se realizó la comparación de las alarmas visuales las cuales se muestran en las tablas A.22, A.23 y A.24 del Anexo “A”.

Las Alarmas Visuales se conforman de tres lámparas de LED color verde, amarillo y rojo en la tabla 3.6 se muestra el código de funcionamiento de las alarmas visuales.

Tabla 3.6 Códigos de funcionamiento de Alarmas Visuales.

Color	Incidente	Activado por
Verde	Operación normal	Operación Normal
Ámbar	Derrame de hidrocarburos, humo y Persona accidentada.	Detector de mezclas explosivas, detectores de humo o Botonera de Alarma Sectorial.
Rojo	Fuego Seguro	Detector UV/IR, Sistema de tapones fusible o Botonera de Alarma Sectorial.

Las alarmas visuales y sonoras son sectoriales, esto quiere decir que dependiendo del lugar donde se presente la emergencia se activaran las alarmas de esa área esto para evitar tomar medidas en zonas que no es necesario, el único caso donde se activan en toda la TAR es cuando se presenta una emergencia por fuego.

De acuerdo con lo mostrado en la tablas A.25, A26 yA27, la botonera FIRE LITE no cumple con los requerimientos de PEMEX ya que es necesario que sean NEMA 4X y Clase I, División I, Grupos C y D, por lo que se seleccionó la botonera de la marca FEDERAL SIGNAL.

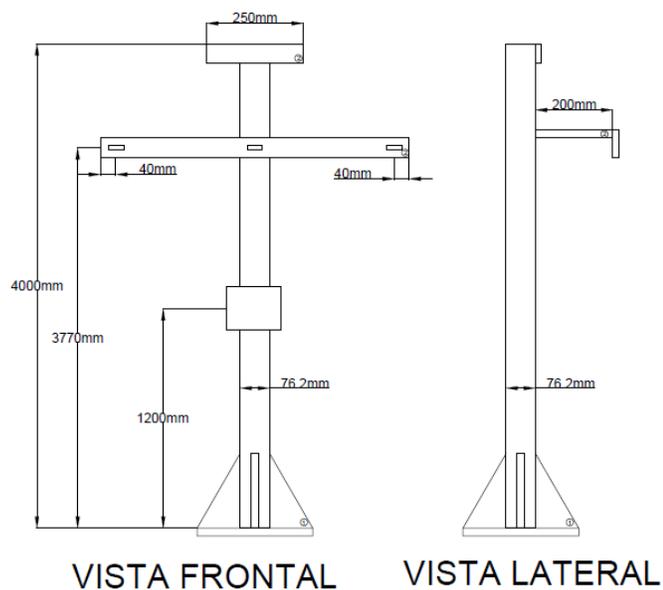
Las botoneras al ser accionadas envían una señal al PLC para realizar una acción ya programada dependiendo de la Botonera accionada, puede ser accidente laboral, derrame de hidrocarburos o presencia de fuego en la siguiente tabla 3.7 se muestra el código de color de la botonera dependiendo del incidente al que corresponde.

Tabla 3.7 Funcionamiento de Botoneras.

Color de la Botonera	En caso de:	Alarma Sonora	Alarma Visual
Amarillo	Accidente de Trabajador	Tono 1	Ámbar
Naranja	Derrame de Hidrocarburos	Tono 3	Ámbar
Rojo	Incendio	Tono 4	Rojo

3.6.1 Instalación.

Para la instalación de las Alarmas y Botoneras se diseñó un soporte el cual cumple con las características mencionadas en la norma NRF-210-PEMEX-2011 como se muestra en las figura 3.25, dichos soportes serán instalados en diferentes puntos de la TAR asegurando que sea posible alertar a todo el personal de cualquier incidente [3].



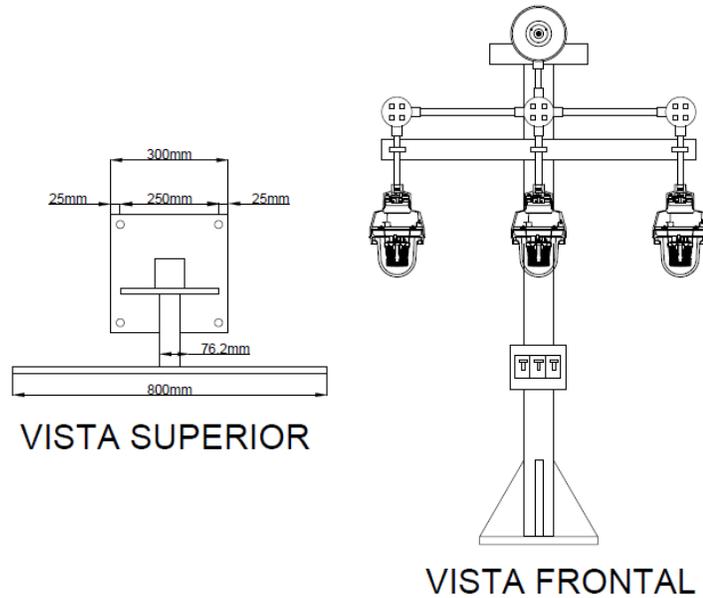


Figura 3.25 Instalación de Alarmas Visuales, Sonoras y Botoneras.

3.6.2 Mantenimiento.

De acuerdo con los fabricantes de los equipos el mantenimiento que se debe realizar es correctivo ya que solo se remplazaran las piezas que fallen de cualquier equipo por ejemplo en el caso de las botoneras que cuentan con una barra de cristal la cual al momento de ser accionada la botonera se rompe esto con la finalidad de indicar que la botonera fue accionada, en este caso solo se remplazara la barra de cristal y seguirá funcionando correctamente, para el caso de las alarmas visuales o sonoras no será necesario remplazar ninguna pieza a menos que ocurra un incidente y se dañe otros motivos.

3.6.3 Localización.

Es necesario que las alarmas y botoneras se distribuyan por toda la TAR para garantizar que el personal sea alertado en caso de algún incidente por lo cual se propone una distribución que cubra el área de tanques de almacenamiento, llenaderas de autotanques, casas de bombas, cobertizo contra incendio, torre de control, oficinas administrativas, recibo y medición, almacén y talleres de mantenimiento.

Tomando en cuenta las características de los equipos y lo que indica la norma NRF-210-PEMEX-2011 se propone la instalación de los equipos de acuerdo a como se muestra en la tabla 3.8. [3].

Tabla 3.8 Ubicación de Alarmas Visuales Sonoras y Botoneras.

Ubicación	Cantidad
Área de Tanques de Almacenamiento.	11
Llenaderas	2
Torre de Control	1
Talleres de Mantenimiento	4
Oficinas Administrativas	2
Subestación Eléctrica	1
Cobertizo Contraincendio	1
Patines de Medición	1
Trampa de Diablos	1
Casa de Bombas I	1
Casa de Bombas II	1
Casa de Bombas III	1
Total	27

Las ubicaciones de los equipos del subsistema de alarmas se muestran en la figura B.5 del Anexo “A”.

3.7 Subsistema de Ataque Contraincendio y Agua-Espuma.

Para la propuesta de actualización de este subsistema se realizó una investigación comparando equipos y así proponer el que cumpla con las características de la norma NRF-245-PEMEX-2010.

El diseño de ésta válvula cumple con el área o sección equivalente de acuerdo a su diámetro nominal a través de toda la trayectoria en el cuerpo de la misma.

La apertura total es de acción instantánea y abre en un tiempo menor a 10 segundos, cierra suavemente en un tiempo no menor a 5 segundos para evitar golpe de ariete, de acuerdo a las condiciones hidráulicas.

De acuerdo con la información mostrada en las tablas A.28, A.29 y A.30 del Anexo “A”, las válvulas que cumplen con las especificaciones de la norma son la de la marca BERMAD mostrada en la figura 3.26.



Figura 3.26 Válvula Operada por Solenoide.

Estas válvulas son de tipo diafragma el cual cierra la válvula utilizando la presión del agua que es suministrada al TRIM de la válvula. En la figura 3.27 se muestra el funcionamiento del TRIM de la válvula el cual cuenta con dos solenoides las cuales se encargan de abrir y cerrar la válvula de forma automática de igual forma existe una manera de accionar la válvula de manera manual ya que cuenta con una válvula manual que libera la presión del agua en el diafragma, tanto las solenoides como la válvula de emergencia liberan la presión del diafragma permitiendo que la presión de la línea contraincendio venza la diafragma y la válvula se abra, para cerrar la solenoide o la válvula manual bloquean el paso del agua del diafragma y se acumula presión nuevamente sobre el diafragma provocando que este se cierre la válvula [4].

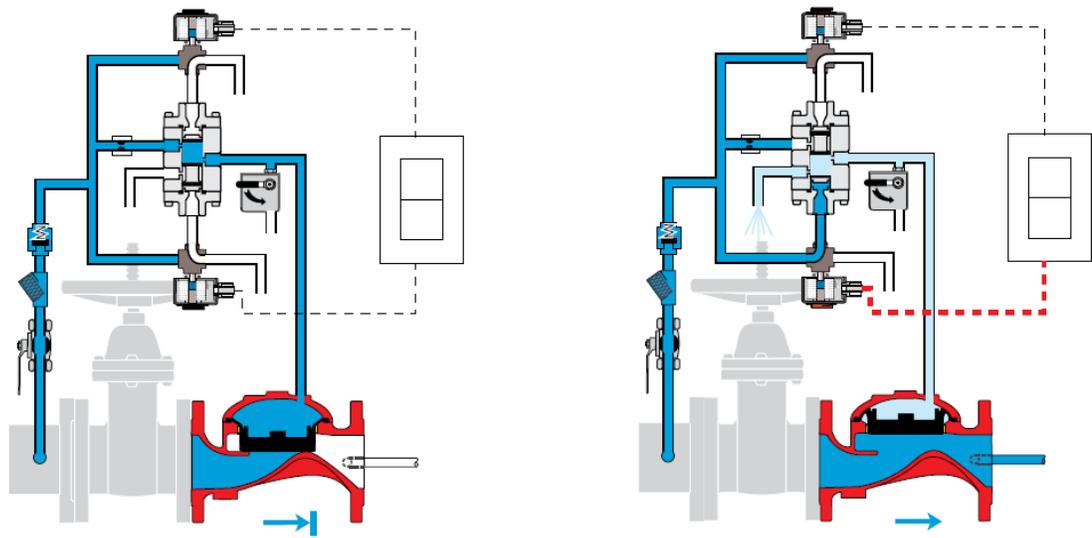


Figura 3.27 Funcionamiento de la Válvula Operada por Solenoides.

Como característica especial estas válvulas cuentan con un testigo de presión instalado aguas abajo de la válvula. El testigo de presión es un *switch* de presión el cual se activa al registrar 2.5 km/cm^2 .

Esta característica asegura que se está pasando líquido, lo que indica que la válvula está abierta, en caso de que se mande abrir la válvula y el testigo no registre presión indicara que puede existir una falla en la válvula o que no hay líquido en la tubería permitiendo un diagnóstico y facilitando la solución de posibles fallas.

3.7.1 Instalación

Para realizar la instalación de la válvula es necesario contar con una línea de agua para alimentar a la válvula ya que esta necesita del agua para mantener el diafragma cerrado en la figura 3.28 se muestra cómo deben ser instaladas las válvulas, una vez que se ha considerado dicha alimentación se siguen las recomendaciones del fabricante para la instalación.

1. Dejar suficiente espacio alrededor de la válvula para los ajustes y el mantenimiento futuro.
2. Realizar una limpieza de la tubería para poder realizar los trabajos de corte o soldadura que sean necesarios.
3. Instalar la válvula en la tubería de modo que el flujo que aparece en la flecha del cuerpo de la válvula este apuntando en la dirección deseada. Asegúrese de que la válvula que está colocado se puede quitar fácilmente la cubierta para el futuro mantenimiento.
4. Asegúrese de que el control de ajuste está montado correctamente y todos los demás componentes están en la posición correcta.
5. Después de la instalación de la línea principal, es importante verificar y corregir los accesorios dañados, componentes y tuberías. Asegúrese de que no haya fugas.

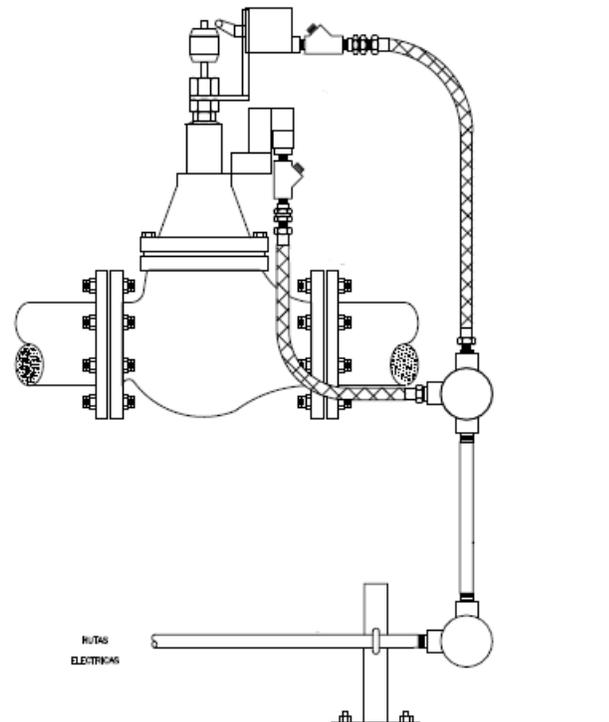


Figura 3.28 Instalación de Válvula Operada por Solenoide.

3.7.2 *Mantenimiento*

Las válvulas operadas por solenoide no requieren lubricación, ni apriete, únicamente se requiere un mantenimiento mínimo.

La válvula debe activarse por lo menos una vez al años para así asegurar su correcto funcionamiento.

Después de unos cinco años de funcionamiento, se recomienda la sustitución del diafragma, en la figura 3.29 se muestra la manera como se debe retirar el diafragma, de igual manera se debe limpiar el cuerpo de la válvula de sedimentos, limpiar el control a los orificios de entrada de los tubos, una vez que se ha concluido con la limpieza se instala el nuevo diafragma.

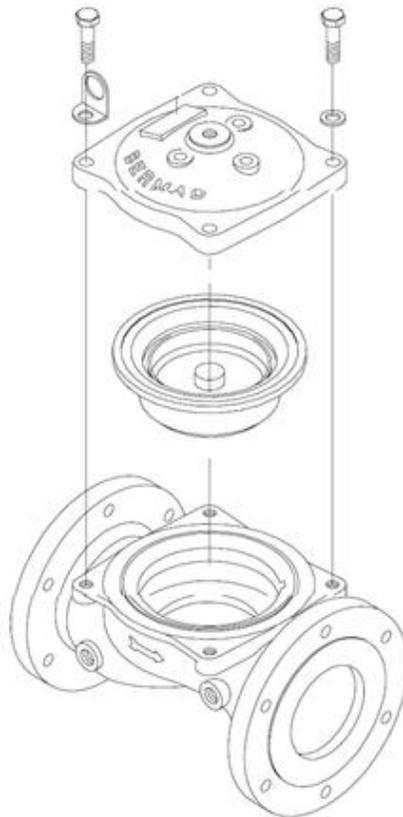


Figura 3.29 Mantenimiento a la VOS.

3.7.3 Localización

Para garantizar la seguridad de la TAR se propone la instalación de VOS en distintas áreas, en la tabla 3.21 se muestran las ubicaciones de instalación asegurando la cobertura de todas las áreas de riesgo con que cuenta la TAR.

Tabla 3.21 Ubicacion de Válvulas Operadas por Solenoide.

UBICACIÓN	CANTIDAD
Trampa de Diablos	1
Casa de Bombas 3	1
Área de tanques	1
PPB	3
Área de tanques	83
Área de tanques	8
URV	1
Casa de Bombas 1	1
Casa de Bombas 2	1
Área de tanques	25
PPB	1
Área de tanques	5

Ya que se mencionaron las ubicaciones donde se propone la instalación de VOS en la tabla 3.21 se muestran las características de las válvulas y la función que realizaran.

Tabla 3.22 Área de ataque de las Válvulas Operadas por Solenoide.

Equipo	Agua-Espuma	Ubicación	Red de Agua Contra-Incendio	Ubicación	Total
VOS 3"			3	Control del PPB	3
VOS 3"	1	Inyección Subsuperficial	2	Aspersores	3
VOS 4"	14	Cámaras de espuma	65	Anillos de enfriamiento	83
VOS 4"	4	Inyección Subsuperficial			
VOS 6"	2	Cámaras de espuma	9	Aspersores	11
VOS 8"	3	Cámaras de espuma	1	PPB	26

	14	Inyección Subsuperficial	-	-	
	8	Seccionadoras	-	-	
VOS 12"	5	Seccionadoras	-	-	5
TOTAL	51		80		131

Las ubicaciones de los equipos del subsistema de válvulas operadas por solenoide se muestran en la figura B.8 del Anexo “A”.

3.8 Controlador principal o PLC.

Para realizar la propuesta de actualización del PLC se realizó una investigación comparando dos equipos de diferentes marcas con las características requeridas por PEMEX como se observa en las tablas A.31, A.32 y A.33 del Anexo “A”, con base a estas tablas se determinó que el PLC que cuenta con las características requeridas por PEMEX es el de la marca Allen Bradley el cual se muestra en la figura 3.30.



Figura 3.30 PLC marca Allen Bradley.

En el SICCI el PLC debe recibir las señales de los módulos de entradas y realizar la lógica para anunciar el estado de los detectores y las acciones de control, enviando la información a los módulos de salida.

La unidad de control y lógica, debe realizar funciones como deshabilitación de entradas y salidas, alarmas de paros en las señales analógicas, manejo de fallas en detectores de

fuego y humo, actuadores, votación, control local, control de sistemas de extinción y alarmas sonoro - luminosas.

El PLC, debe garantizar que las fallas que ocurran, sean detectadas, por lo que requerirá efectuar pruebas de diagnósticos rutinarias para asegurar que el sistema actúa bajo demanda incluyendo un guardián de tiempo, para asegurar que el sistema se conduzca a un estado de alarma en caso de algún error en la lógica de operación.

La conexión entre el PLC y los elementos de campo, debe ser punto a punto, con excepción del subsistema de detección de humo, el cual se integra a un concentrador mediante un lazo de comunicación.

El PLC certificado por TÜV, debe contar como mínimo con un nivel de integridad de seguridad SIL-2 en arquitectura y redundancia en fuentes de alimentación, lazos de comunicación y módulos de entradas/salidas.

El procesador del PLC, lleva a cabo la ejecución de programas, el manejo de la memoria, el control de comunicaciones entre módulos, el monitoreo de las señales de entradas / salidas y el autodiagnóstico.

El módulo de comunicación Ethernet, permite que el PLC transmita la información requerida hacia los servidores.

Los módulos de entradas y salidas, establecen la adquisición de información, así como el envío de señales de control a los subsistemas tales como las válvulas hidráulicas operadas por solenoide y los tableros control de arranque de motores del PPB.

El módulo de la fuente de poder suministra la energía a todos los módulos del chasis del PLC.

3.8.1 Mantenimiento.

El PLC es un equipo que debe operar las 24hrs los 365 días del año por lo que son diseñados para no fallar en condiciones adecuadas de trabajo, esto es utilizando los voltajes adecuados y teniendo una correcta instalación. En caso de que llegue a existir alguna falla con alguno de los módulos del PLC solo es necesario remplazarlo. Para mantener el PLC funcionando correctamente solo es necesario realizar una limpieza del gabinete para eliminar el polvo que pueda llegar a acumularse, de igual manera es necesario revisar el cableado para asegurarse que no se han desconectado o existan fusibles fundidos. Es por tal motivo que el mantenimiento que se debe realizar al PLC es preventivo únicamente.

3.8.2Gabinete.

El gabinete deberá contar con todos los accesorios necesarios y suficientes para alojar el PLC propuesto. Un punto importante que se debe mencionar es que debe de contar con puertas frontales de tipo ventana con cerradura y llave para poder observar los diagnósticos del sistema sin tener que abrir el gabinete.

3.8.3 Ubicación.

Debido a las características de la TAR es necesaria la implementación de un PLC principal y un PLC remoto, por lo que contara con 2 ubicaciones en la terminal una en el CCM 3 y otra en el cobertizo contraincendio.

Las ubicaciones de los PLC se muestran en la figura B.6 del Anexo “B”.

Capítulo IV.

“Propuesta de Automatización del SICCI”.

4.1 PLC

Debido a las distancias que existen en la TAR y a las características de las señales, no es posible que todos los equipos del SICCI se conecten al PLC del cobertizo contraincendio, por lo que se propone la implementación de un PLC remoto ubicado en el CCM 3, para así cumplir con las distancias máximas de los equipos instalados en esa área de la TAR. El PLC remoto se comunica con el PLC principal utilizando la ControlNet, que es un protocolo de comunicación únicamente del PLC, la ControlNet utiliza un cable coaxial para comunicarse por lo que es necesario convertir la señal a fibra óptica para enviar los datos del chasis remoto al PLC principal, una vez que se llega al PLC principal se vuelve a convertir la señal de fibra óptica a coaxial y de esta manera se comunican ambos PLC's resolviendo el problema de las distancias.

Otra función importante de la ControlNet es realizar la comunicación interna del PLC con sus módulos.

4.2 Dimensionamiento del PLC.

Tomando en cuenta la cantidad y características de los equipos que se proponen para la automatización del SICCI, se realizó el dimensionamiento del PLC. Los equipos propuestos para la automatización del PLC funcionan de manera distinta unos con otros y por tal motivo es necesario detallar el tipo y la cantidad de señales que necesitan para informar al PLC en la tabla 4.1 se muestran las señales requeridas por los distintos equipos. Un caso específico es el de las botoneras ya que estas únicamente son interruptores por lo que es necesario enviar una señal a cada botonera y recibir una señal para así conocer el estado en el que se encuentran, estas señales se obtienen del PLC por lo que las botoneras necesitan de una entrada y una salida cada una de ellas.

Tabla 4.1 Cantidad de Señales de los Equipos.

Equipo	Señales Necesarias
Tablero de Control de Detectores de Humo.	1
Detectores de Mezclas Explosivas.	1
Detectores de Fuego UV/IR	1
Transmisor Indicador de Presión del Sistema de Taponos Fusible.	1
Solenoides del TRIM del Sistema de Taponos Fusible.	1
Transmisor Indicador de Presión de la Red Contra incendio	1
Generador de Tonos	4
Alarmas Sonoras	1
Alarmas Visuales	3
Botoneras.	6
VOS Contra incendio.	2
VOS Agua Espuma.	2
Testigo de Presión VOS	1
Arrancadores de Bombas Contra incendio	2

Para proponer la cantidad de módulos de entradas y salidas se toman en cuenta la cantidad de equipos necesarios para la automatización así como los datos mostrados en la tabla 4.1; con estas consideraciones se realiza la tabla 4.2

Tabla 4.2 Entradas y Salidas del PLC.

Subsistema.	Cantidad de Equipos.	Señales Requeridas	Tipo de Señal.	Función de la Señal
Tablero de Control de Detectores de Humo.	2	2	Modbus Ethernet	Entrada
Detectores de Mezclas Explosivas.	108	108	Analógica	Entrada
Detectores de Fuego UV/IR	53	53	Analógica	Entrada
Transmisor Indicador de Presión del Sistema de Taponos Fusible.	19	19	Analógica	Entrada
Solenoides del TRIM del Sistema de Taponos Fusible.	19	19	Digital	Salida
Transmisor Indicador de Presión de la Red Contra incendio	5	5	Analógica	Entrada
Generador de Tonos	2	8	Digital	Salida
Alarmas Sonoras	27	27	Digital	Salida
Alarmas Visuales	27	81	Digital	Salida
Botoneras.	27	81	Digital	Entrada
Botoneras.	27	81	Digital	Salidas
VOS Contra incendio.	80	160	Digital	Salida
VOS Agua Espuma.	51	102	Digital	Salida
Testigo de Presión VOS	127	127	Digital	Entrada
Arrancadores de Bombas Contra incendio	5	5	Digital	Salida
Arrancadores de Bombas Contra incendio	5	5	Digital	Entrada

Cada módulo de entradas analógicas del PLC cuenta con 20 puertos y tomando en cuenta los equipos mostrados en la tabla 4.2, el SICCI requiere de 185 señales y como recomendación se aumenta un 30% para futuras ampliaciones del proyecto obteniendo un total de 241 señales, con base en esa cantidad se requieren de 12 módulos de entradas analógicas.

Los módulos de entradas digitales del PLC cuentan con 36 puertos, tomando en cuenta que la información mostrada en la tabla 4.2, el SICCI requiere 213 señales digitales y como recomendación se propone un 30% más dando un total de 277 señales por lo que es necesario utilizar 8 módulos de entradas digitales.

Los módulos de salidas digitales del PLC cuentan con 36 salidas al igual que los módulos de entradas digitales, y de acuerdo con la información mostrada en la tabla 4.2, el SICCI requiere de 483 señales digitales y como recomendación se propone un 30% más por lo que se requieren 628 salidas por lo que es necesario utilizar 18 módulos de salidas digitales.

Por último debido a que la comunicación entre el PLC y los tableros de control de los detectores de humo se realizarán a través de Modbus TCP/IP son necesarios 2 puertos de Modbus TCP/IP y recomendando un 30% extra son 3 puertos es suficiente con un módulo ya que cuenta con 6 puertos Modbus TCP/IP.

4.3 Subsistema de Detectores de Humo.

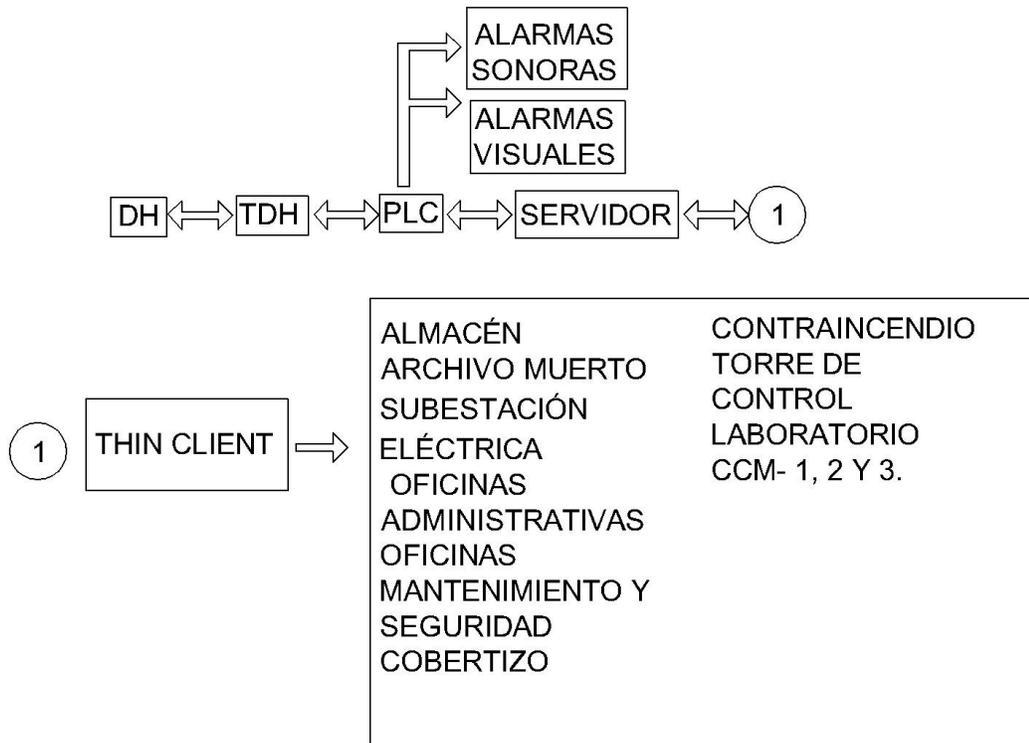


Figura 4.1 Diagrama de bloques del subsistema de detectores de humo.

Como se observa en el diagrama de bloques de la figura 4.1, el funcionamiento del subsistema de los detectores de humo es el siguiente:

Al detectar presencia de humo los sensores de tipo IR que se encuentran conectados en lazo manejan su propio protocolo de comunicación, estos están interconectados con sus respectivos tableros de control los cuales se comunican con el PLC principal o con el PLC remoto, manejan un protocolo de comunicación MODBUS TCP/IP, para que se comunique con el servidor y este interprete la información recibida indicándole al PLC que se activen las alarmas sectoriales de la TAR, encendiendo la luz ámbar de la alarma visual más cercana al evento y la del cobertizo contraincendio, el tono intermitente rápido de todas las alarmas sonoras.

El servidor manda la información a la pantalla del Thin Client el cual despliega en forma gráfica donde sea activado un detector de humo, para que el operador seleccione el área, estas son: subestación eléctrica, archivo muerto, almacén, oficinas administrativas, oficinas de mantenimiento-seguridad, cobertizo contraincendio, torre de control, laboratorio, CCM I, II y III cabe mencionar que los detectores de humo se encuentran en espacios cerrados que albergan equipo eléctrico, electrónico o materiales combustibles.

4.3.1 Simulación en LabView

Para ejemplificar el funcionamiento del subsistema de DH se realizó una simulación en LabView en la figura 4.2 se muestra la interfaz gráfica del subsistema y en la figura 4.3 se muestra el diagrama lógico del subsistema.



Figura 4.2 Interfaz gráfica del subsistema de detección de humo.

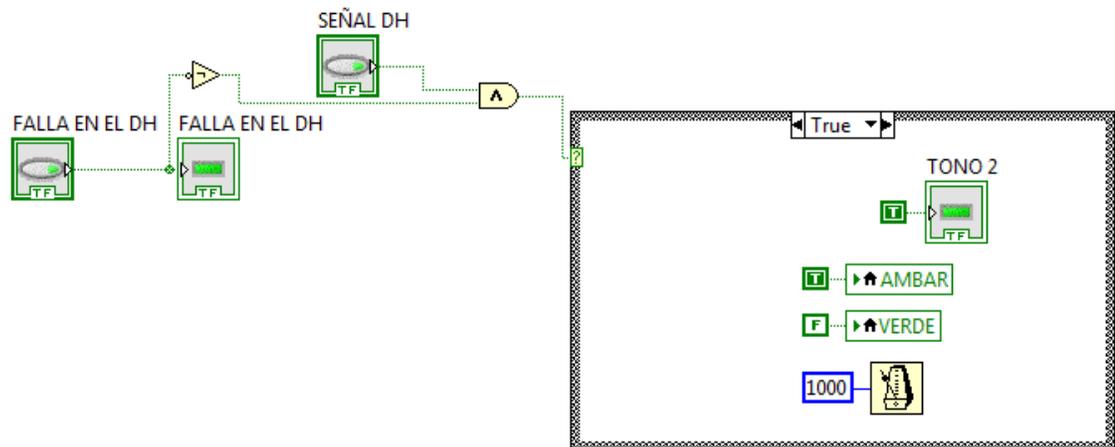


Figura 4.3 Diagrama lógico del subsistema de detección de humo.

4.4 Subsistema de Detectores de Mezclas Explosivas.

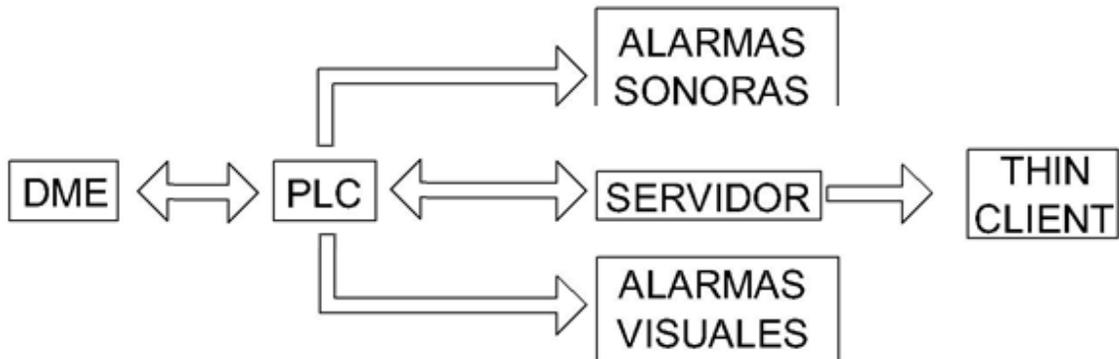


Figura 4.4 Diagrama de bloques del subsistema de detectores de mezclas explosivas.

En la figura 4.4 se muestra el funcionamiento del sistema de DME's el cual cuenta con equipos en el área de trampas de diablos, patines de medición, llenaderas de autotanques, casa de bombas I, II y II y taques de almacenamiento, cada uno de estos DME's se encuentra conectado al PLC para que el PLC realice la acción de control que ya se ha programado en el caso de los DME se tienen 3 acciones distintas dependiendo de la señal que recibe el PLC, a su vez el PLC se conecta con el servidor el cual se encarga de enviar las alarmas correspondientes al Thin Client .

La primera acción del PLC se lleva acabo cuando el DME detecta un 20% del LEL, mostrando en el Thin Client un aviso grafico por BAJO NIVEL de gas combustible en el área, en el Thin Client se muestra el área donde se encuentra el DME que envió la alarma permitiendo que el personal acuda al área y tome las medidas necesarias dependiendo de la gravedad de la situación.

La segunda acción del PLC se lleva acabo cuando el DME detecta un 40% del LEL, mostrando en el Thin Client un aviso grafico por ALTO NIVEL de gas combustible en el área, en el Thin Client se muestra el área donde se encuentra el DME que envió la alarma permitiendo que el personal acuda al área y tome las medidas necesarias dependiendo de la gravedad de la situación.

La tercera acción del PLC se lleva a cabo cuando el DME detecta un 60% del LEL, mostrando en el Thin Client un aviso o gráfico por ALTO – ALTO NIVEL de gas combustible en el área, en el Thin Client se muestra el área donde se encuentra el DME que envió la alarma, debido a que en este caso existe mayor probabilidad de un incidente el PLC manda activar las alarmas sectoriales en el caso de las alarmas luminosas se activan las más cercanas al DME y la alarma del cobertizo contraincendio, ambas encienden en color ámbar, en el caso de las alarmas sonoras se activan todas las de la TAR en tono 3, intermitente muy rápido.

Para garantizar la seguridad SIL 2 del sistema todos los DME's cuentan con un rango de diagnóstico comprendido de 0 a 4 mA informando al PLC que existe una falla en el DME el cual manda desplegar una alarma en el Thin Client por falla indicando la ubicación del DME.

4.4.1 Simulación en LabView

Para ejemplificar el funcionamiento del subsistema de DME se realizó una simulación en LabView en la figura 4.5 se muestra la interfaz gráfica del subsistema y en la figura 4.6 se muestra el diagrama lógico del subsistema.



Figura 4.5 Interfaz gráfica del sistema de detección de mezclas explosivas.

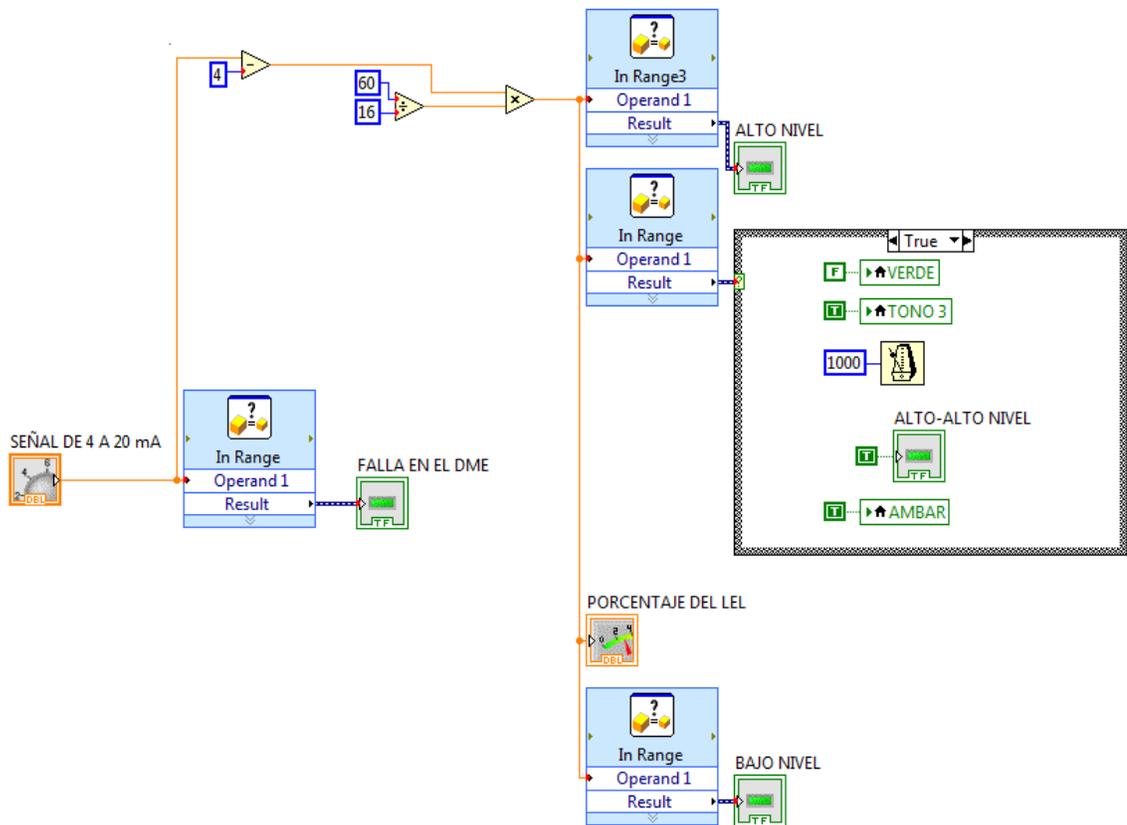


Figura 4.6 Diagrama lógico del subsistema de detección de mezclas explosivas.

4.5 Subsistema de Detectores de Fuego.

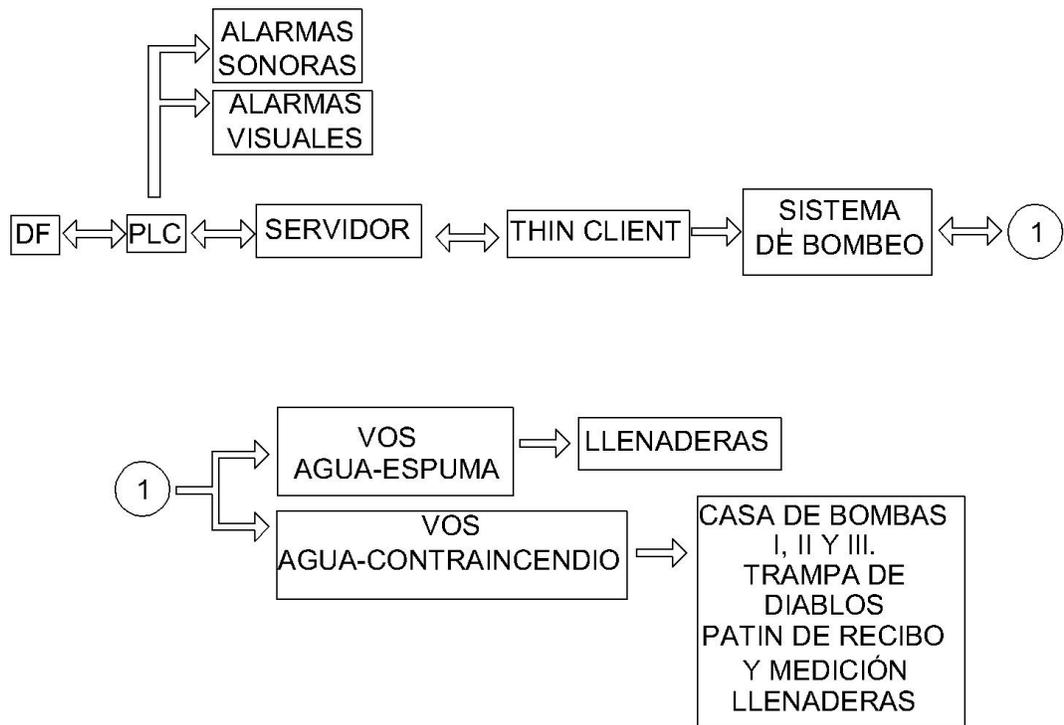


Figura 4.7 Diagrama de bloques del subsistema de detectores de humo.

Como se observa en el diagrama de bloques de la figura 4.7, el funcionamiento del subsistema de detectores de fuego tipo UV/IR es el siguiente:

Al presentarse un incidente por fuego estos se activan y mandan una señal de entrada analógica de 4-20 mA al PLC dependiendo el nivel de corriente que este reciba indicara el estado del detector estos son: 0 mA indica falla de alimentación, 1 mA falla general, 2 mA falla de oi, 4 mA funcionamiento normal, 8 mA Sólo alarma previa IR, 12 mA sólo alarma UV, 14 mA sólo alarma IR, 16 mA Alarma previa, 20 mA Alarma de incendio, una vez que el PLC recibe la señal se comunica con el servidor vía Ethernet, y manda la información recibida al Thin Client desplegando en la pantalla el área del detector de fuego activado y la ubicación en el área operativa para alertar al operador. Paralelamente se deben activar las alarmas sectoriales sonoras y visuales de la terminal, en este caso son luz roja de todas las alarmas visuales, y en tono continuo de todas las alarmas sonoras.

De manera automática se inicia el ataque contraincendio, activándose las secuencias de los planes de emergencia propios de la terminal, el sistema de bombeo de la red de agua contraincendio o la red de agua-espuma, las válvulas operadas por solenoide y llevar a cabo el ataque en llenaderas, casa de bombas I, II y III, áreas de patines de medición y trampas de diablos por medio del sistema de aspersión que se encuentran en el lugar.

4.5.1 Simulación en LabView

Para ejemplificar el funcionamiento del subsistema de DF se realizó una simulación en LabView en la figura 4.8 se muestra la interfaz gráfica del subsistema y en la figura 4.9 se muestra el diagrama lógico del subsistema.



Figura 4.7. Interfaz gráfica del subsistema de detección de fuego UV/IR.

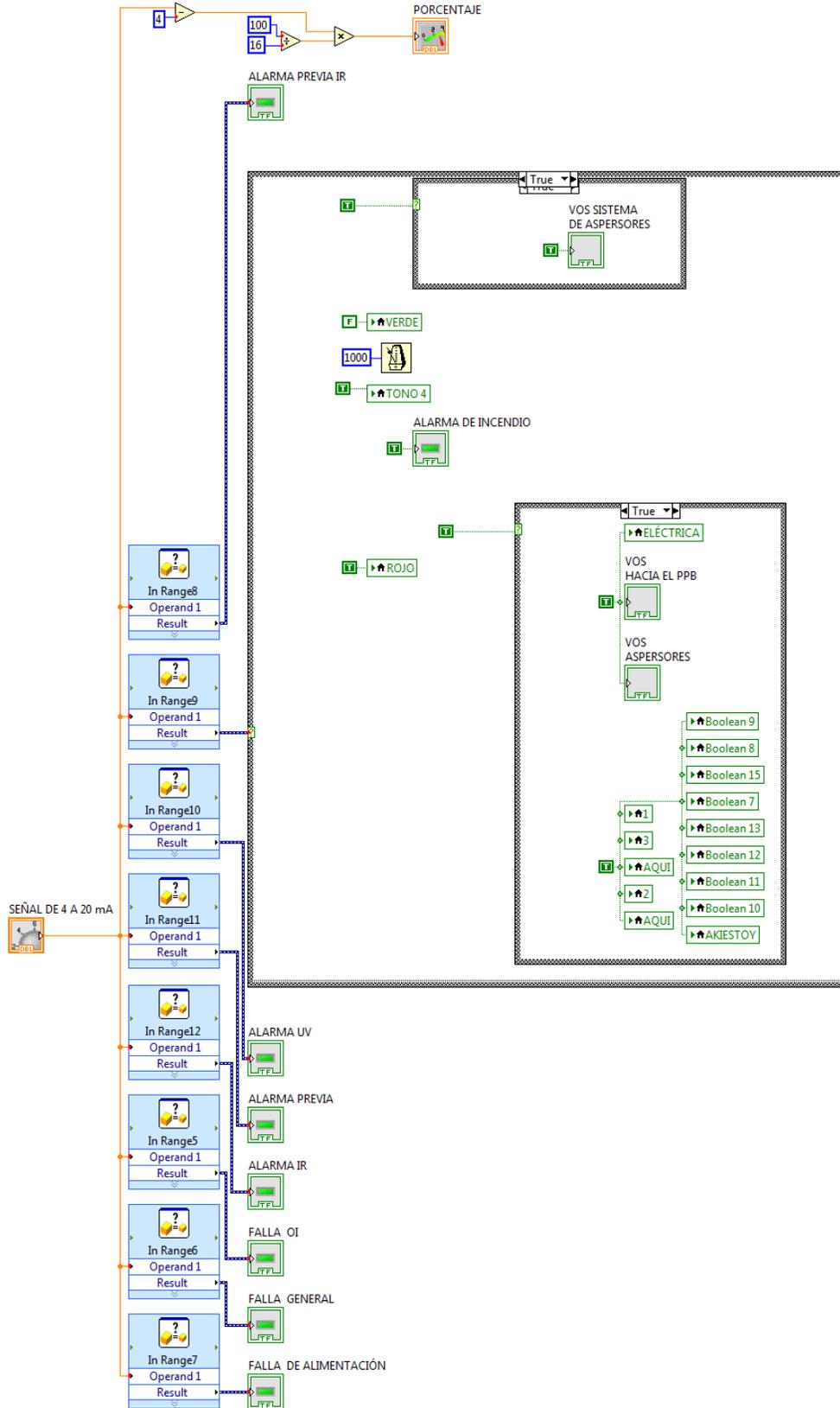


Figura 4.8 Diagrama Lógico del subsistema de detección de fuego UV/IR.

4.6 Subsistema de Detección de Fuego en Tanques de Almacenamiento.

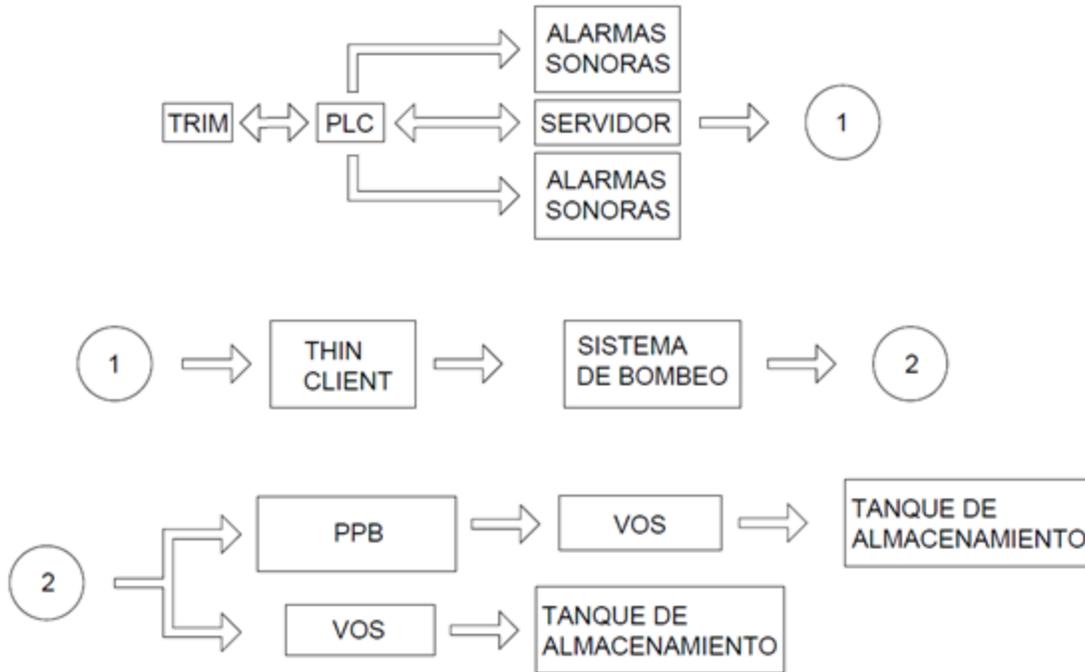


Figura 4.9 Diagrama de bloques del subsistema de detección de fuego en tanques de almacenamiento.

En la figura 4.9 se muestra el funcionamiento del subsistema de detección de fuego UV/IR el cual realiza la siguiente secuencia:

Al presentarse fuego en el interior de un tanque de almacenamiento, se eleva la temperatura y al alcanzar entre 70° y 80° Celsius, funde los dispositivos térmicos tapón fusible, provocando la caída de presión de aire presionado a 4 Kg/cm², mismo que se encuentra ubicado en el interior del tanque. Esta situación es registrada por el indicador transmisor de presión (ITP) instalado en un “TRIM” de conexiones que se ubica a pie de dique de cada uno de los tanques. Cuando ocurre una caída de presión, esta señal neumática es registrada por el ITP y retransmitida en forma eléctrica al PLC de contraincendio, generando las secuencias siguientes:

Cierra la válvula solenoide en la entrada del TRIM para evitar la caída de presión de toda la red neumática.

Activa alarma local en la estación de trabajo por BAJA – PRESION, al registrarse baja presión de 2.5 Kg/cm² en el ITP y manómetro instalados en el “TRIM” de conexiones correspondiente a cada tanque. Cuando la presión en la red neumática baja a 1.5 Kg/cm² (BAJA-BAJA-PRESION), se activan las alarmas sonoras de toda la planta en tono continuo y todas las alarmas visuales destellan en color rojo.

Cuando el PLC recibe una señal de fuego en tanques de almacenamiento, el usuario realiza la confirmación de ataque contraincendio mediante el Thin Client.

La secuencia de ataque inicia con la alineación de las válvulas hidráulicas operadas por solenoide del PPB y el suministro de agua contraincendio al dosificador de la línea de agua espuma. Al término de la apertura de éstas válvulas, arranca la bomba eléctrica del PPB; las bombas de agua contraincendio arrancarán de acuerdo a lo descrito en la “Filosofía de arranque de bombas de agua Contraincendio”.

En el caso de un evento por fuego en un tanque de almacenamiento equipado con anillos de enfriamiento, la alineación de las válvulas hidráulicas operadas por solenoide instaladas a pie de dique es confirmado por el usuario mediante el *Thin Client*.

4.6.1 Simulación en LabView

Para ejemplificar el funcionamiento del subsistema de DF se realizó una simulación en LabView en la figura 4.10 se muestra la interfaz gráfica del subsistema y en la figura 4.11 se muestra el diagrama lógico del subsistema.



Figura 4.10 Interfaz gráfica del subsistema de detección de fuego en tanques de almacenamiento.

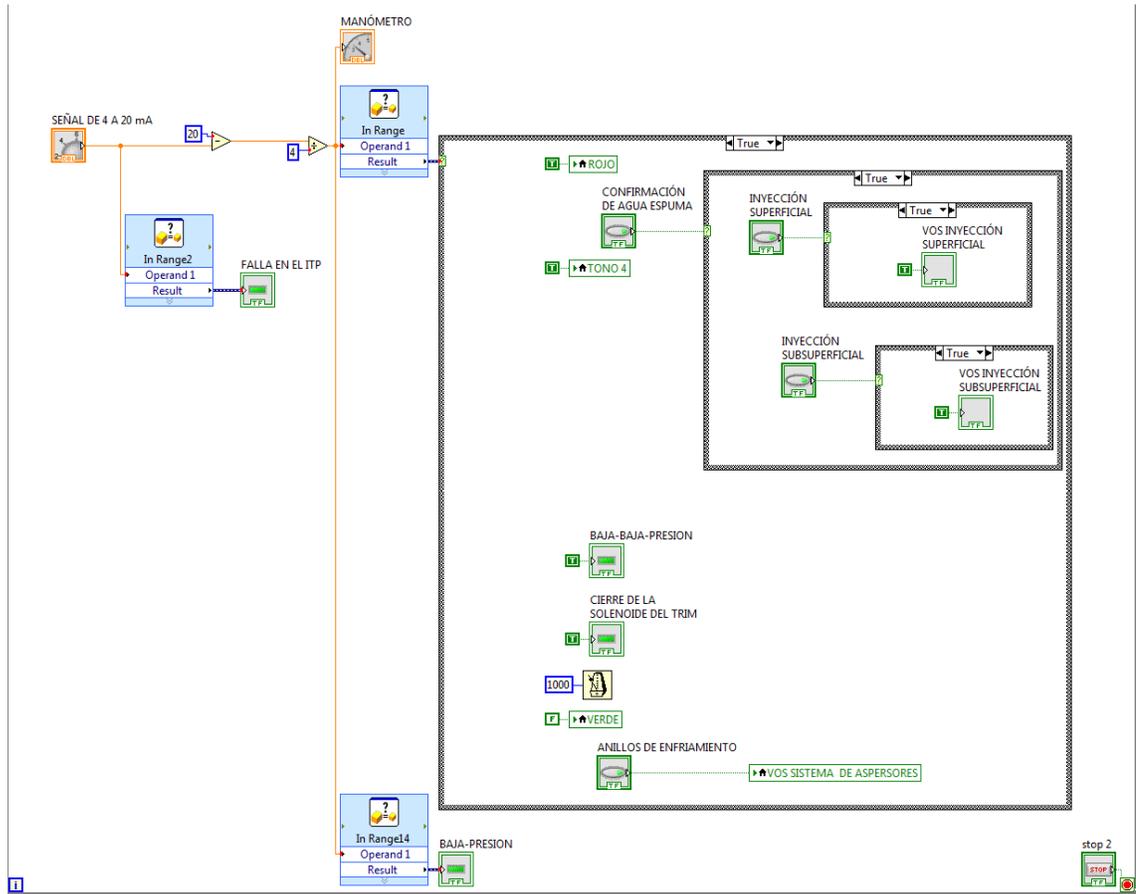


Figura 4.11 Diagrama lógico del subsistema de detección de fuego en tanques de almacenamiento.

4.7 Subsistema de Botoneras.

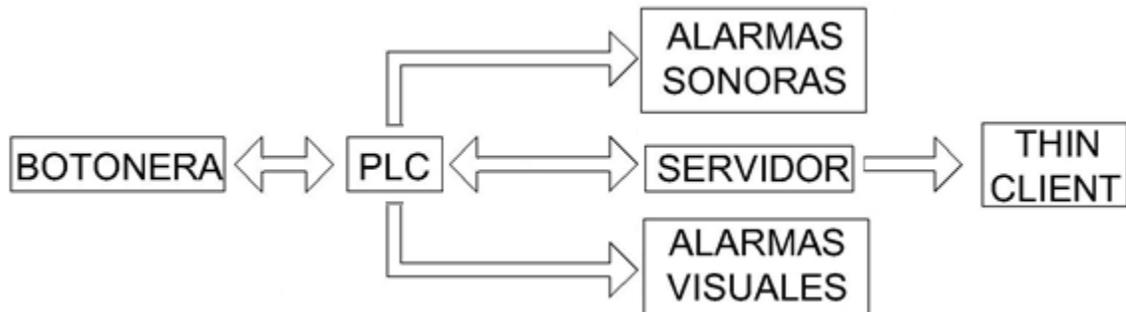


Figura 4.12 Diagrama de bloques del subsistema de botoneras.

El diagrama de la figura 4.12 muestra el funcionamiento de sistema de botoneras las cuales se encuentran distribuidas por toda la TAR y como ya se mencionó anteriormente

debido a que únicamente hay tres tipos de botoneras las acciones del PLC únicamente son tres.

La primera acción del PLC es cuando la botonera amarilla es accionada lo cual indica que ocurrió un accidente, por lo que se muestra un aviso en el *Thin Client* por accidente laboral activando las alarmas sonoras de la TAR en el tono 1, intermitente lento y las alarmas luminosas de la botonera accionada y del cobertizo contraincendio en color ámbar, de igual manera se muestra la ubicación de la botonera para que el personal contraincendio acuda a verificar la situación.

La segunda acción del PLC es cuando la botonera naranja es accionada lo cual indica que existe un derrame de hidrocarburos en un área que no es monitoreada por los DME's, en este caso el PLC activa las alarmas sonoras de la TAR en tono 3, intermitente muy rápido y las alarmas luminosas de la botonera accionada y del cobertizo contraincendio en color ámbar, de igual forma se muestra en el *Thin Client* la ubicación de la botonera para que el personal contraincendio acuda a verificar la situación.

La tercera acción del PLC es cuando la botonera roja es accionada lo cual indica que existe un incendio en algún área y el personal de la TAR alerta de dicho incidente, en este caso el PLC activa las alarmas sonoras de la TAR en tono 4, continuo y las alarmas luminosas de la botonera accionada y del cobertizo contraincendio en color rojo, de igual forma se muestra en el *Thin Client* la ubicación de la botonera para que el personal contraincendio acuda a verificar la situación.

Para garantizar la seguridad SIL 2 del sistema todas las botoneras cuentan con una resistencia conectada en paralelo, permitiendo así al PLC monitorear el estado de la botonera; para dicho monitoreo es necesario configurar en el PLC el rango de corriente en el cual la señal es considerada como activa, garantizando la integridad del cable de comunicación y el correcto funcionamiento de la botonera.

4.7.1 Simulación en LabView

Para ejemplificar el funcionamiento del subsistema de botoneras y AVS se realizó una simulación en LabView en la figura 4.13 se muestra la interfaz gráfica del subsistema y en la figura 4.14 se muestra el diagrama lógico del subsistema.

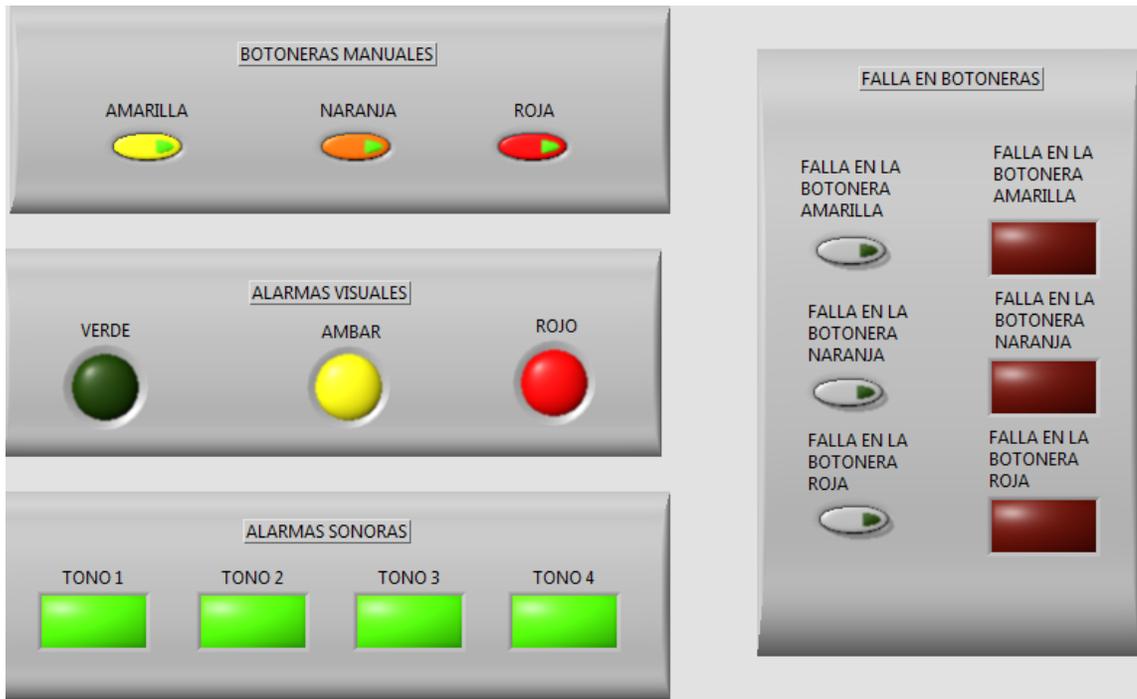


Figura 4.13 Interfaz del subsistema de botoneras y alarmas visuales y sonoras.

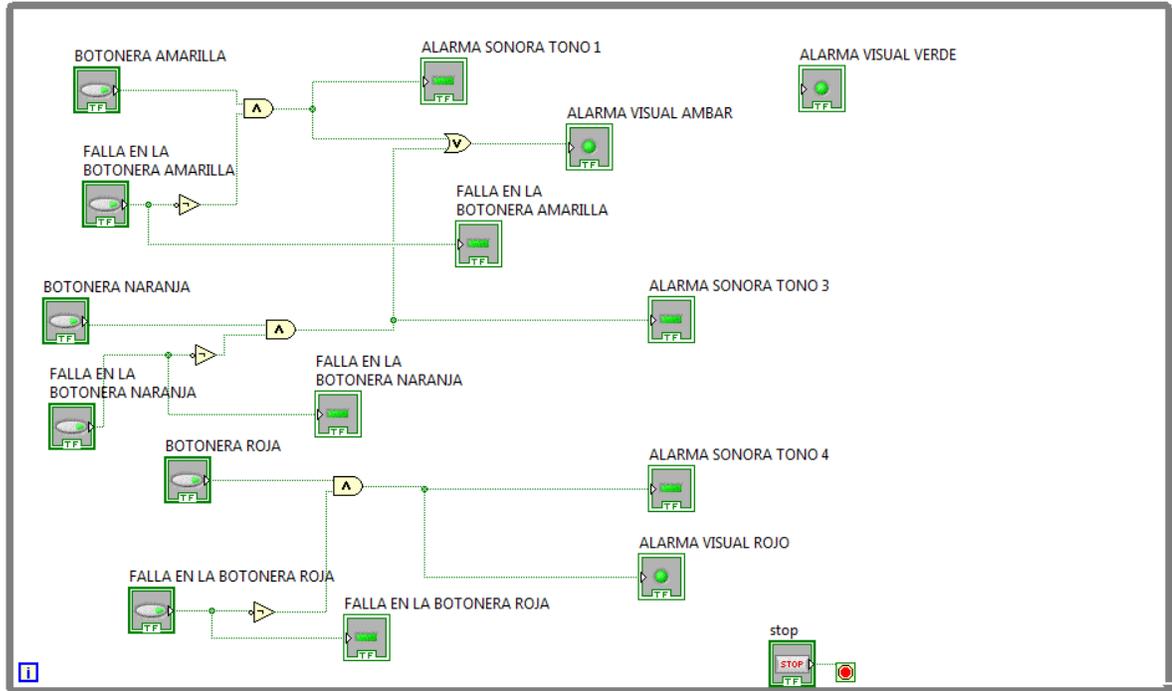


Figura 4.14 Diagrama lógico del subsistema de botoneras y alarmas visuales y sonoras.

4.8 Arranque de Bombas del SICCI.

4.8.1. Bombas Contraincendio.

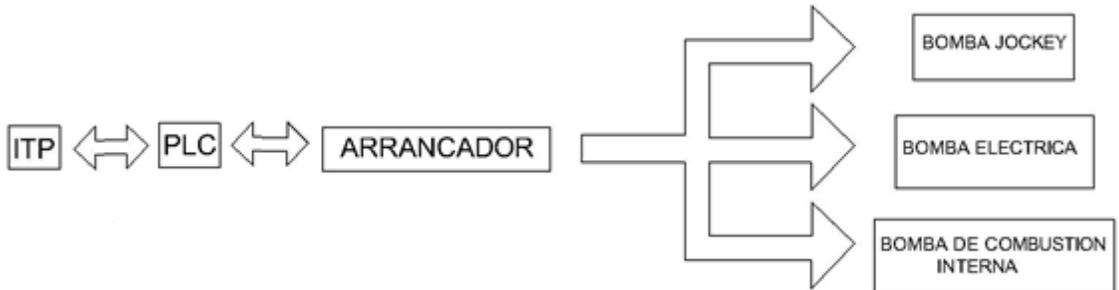


Figura 4.15 Diagrama de bloques de las bombas contra incendio.

De acuerdo con el diagrama de la figura 4.15 el arranque de bombas se lleva a cabo de la siguiente manera:

Considerando el requerimiento de la red de agua contraincendio, en caso de presentarse un ataque contraincendio debe contar permanentemente con una presión sostenida, esto se logra por medio de la siguiente secuencia de arranque:

La bomba jockey debe mantener una presión de 7 kg/cm^2 de la red de agua contraincendio, si esta pierde presión y llega a 4 kg/cm^2 se activa la bomba eléctrica para mantener la presión en 10 kg/cm^2 , de continuar la caída de presión por más de 30 segundos en la red agua contraincendio entra la bomba de combustión interna manteniendo una presión de 10 kg/cm^2 .

A la descarga de cada una de las bombas, se encuentra instalado un transmisor indicador de presión el cual es el encargado de mandar la señal analógica al PLC, y este a su vez por medio de los arrancadores inicia el arranque de las bombas, es importante mencionar que la bomba eléctrica y de combustión únicamente se pueden desactivan manualmente, a diferencia de la bomba jockey que se desactiva automáticamente, para cumplir con los requerimientos de la NFPA 20 [5].

Para garantizar la seguridad SIL 2 los arrancadores de todas las bombas mandan una señal digital al PLC para indicar que se encuentran en funcionamiento.

4.8.1.1 Simulación en LabView

Para ejemplificar el funcionamiento del subsistema de arranque de bombas se realizó una simulación en LabView en la figura 4.16 se muestra la interfaz gráfica del subsistema y en la figura 4.17 y 4.18 se muestra el diagrama lógico del subsistema.

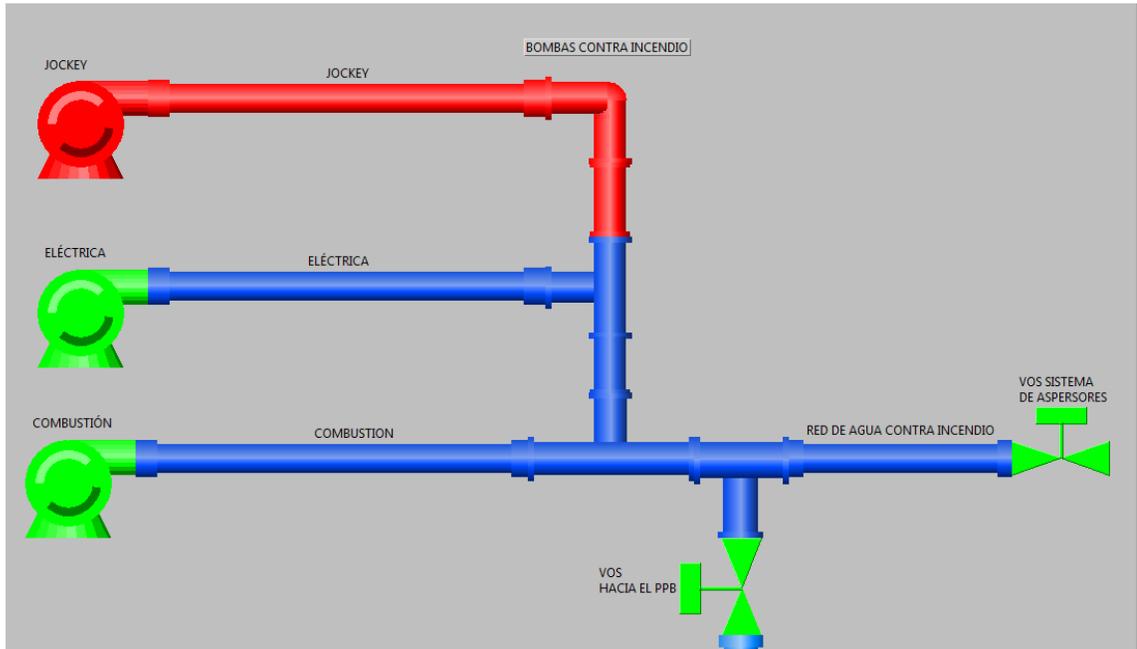
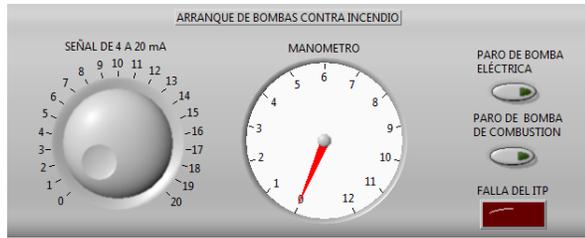


Figura 4.16 Interfaz gráfica de arranque de bombas.

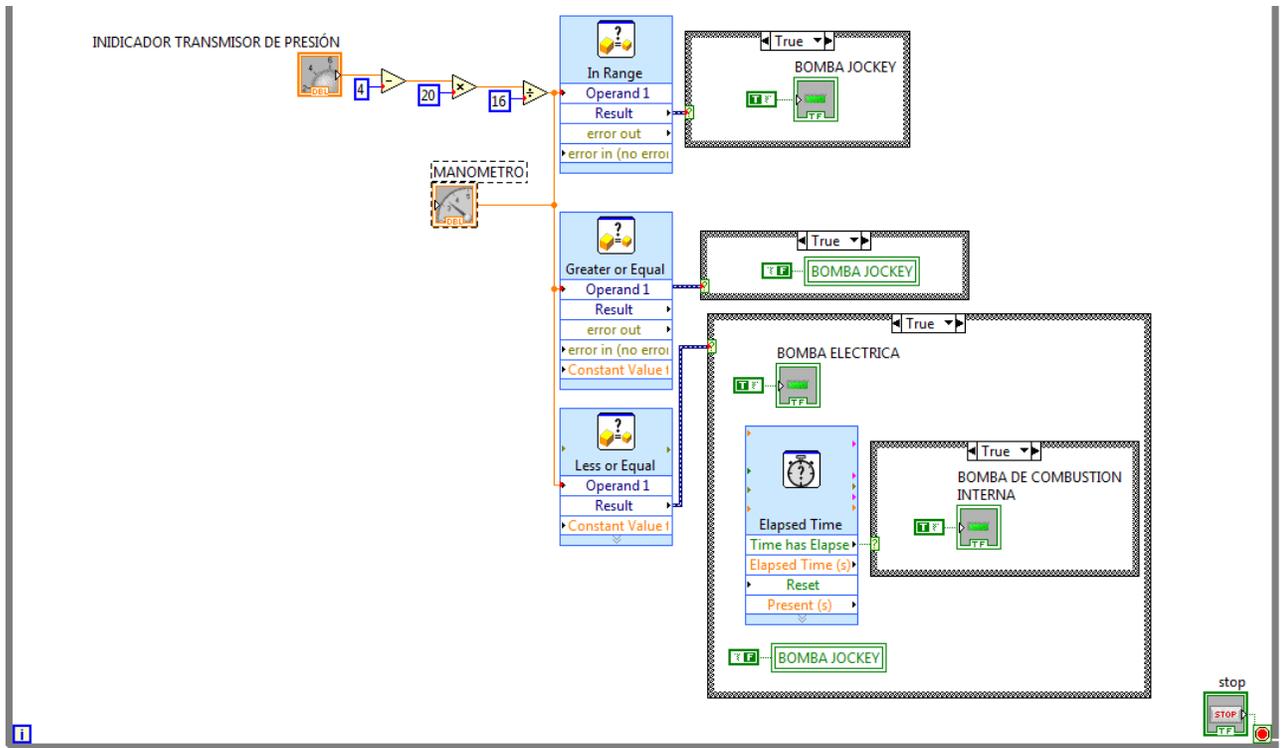


Figura 4.17 Diagrama lógico del arranque bombas.

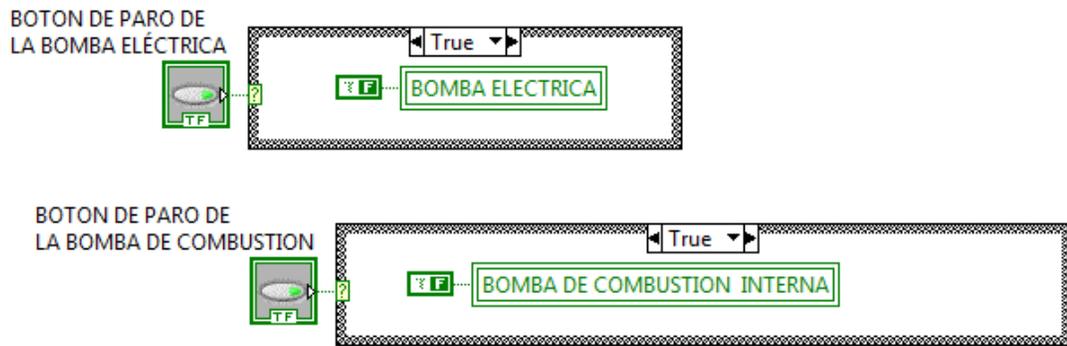


Figura 4.18 Complemento del diagrama lógico del arranque de bombas.

4.8.2. Bombas Paquete de Presión Balanceada (PPB).



Figura 4.19 Diagrama de bloques de las bombas del paquete de presión balanceada

De acuerdo con el diagrama de la figura 4.19 el arranque de bombas del paquete de presión balanceada se lleva a cabo de la siguiente manera:

En caso de presentarse un ataque contraincendio de la red de agua espuma debe contar permanentemente con una presión sostenida, esto se logra por medio de la siguiente secuencia de arranque:

La bomba eléctrica debe mantener una presión de 7 kg/cm^2 en el líquido espumante, si esta pierde presión y llega a 4 kg/cm^2 por más de 30 segundos se activa la bomba de combustión para mantener la presión en la red.

A la descarga de cada una de las bombas, se encuentra instalado un transmisor indicador de presión el cual es el encargado de mandar la señal analógica al PLC, y este a su vez por medio de los arrancadores inicia el arranque de las bombas, al igual que en caso de la red contraincendio tanto la bomba eléctrica como la de combustión no pueden ser desactivadas de forma remota por lo que es necesario detenerlas manualmente, cumpliendo con los requerimientos de la NFPA 20 [5].

Es importante mencionar que para garantizar la seguridad SIL 2 los arrancadores de las bombas cuentan con una señal de aviso al PLC que indica que se encuentran en funcionamiento.

4.8.2.1 Simulación en LabView

Para ejemplificar el funcionamiento del subsistema de bombas del PPB se realizó una simulación en LabView en la figura 4.20 se muestra la interfaz gráfica del subsistema y en la figura 4.21 se muestra el diagrama lógico del subsistema.

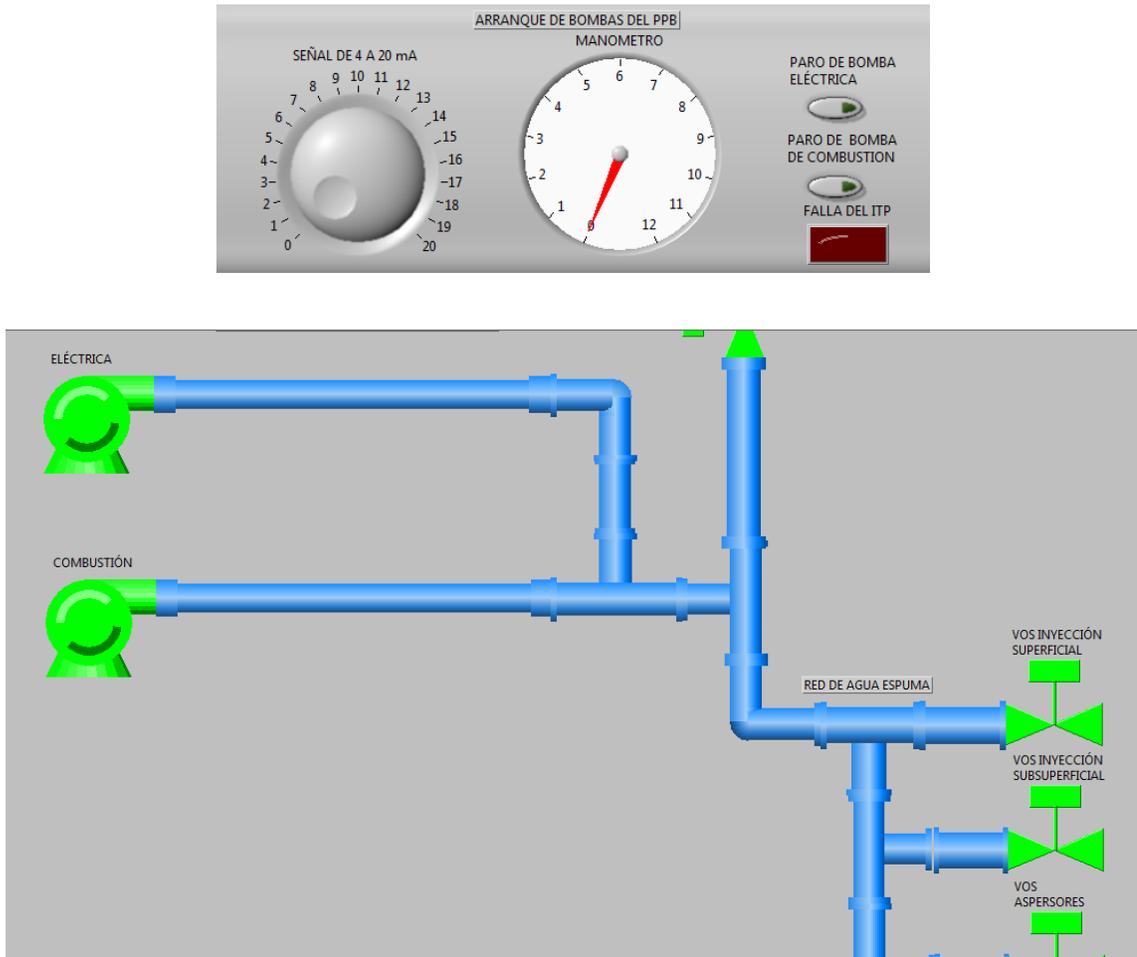


Figura 4.20 Interfaz gráfica del paquete de presión balanceada.

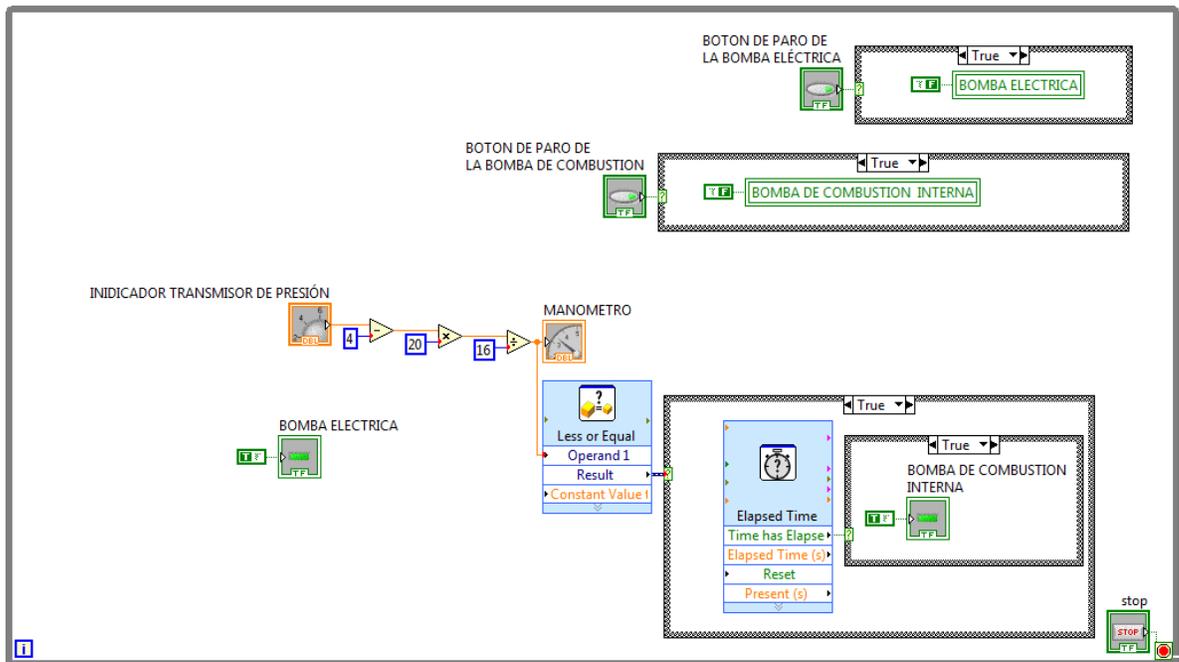


Figura 4.21 Diagrama lógico del paquete de presión balanceada.

A continuación se muestran los resultados de los equipos ya instalados en la TAR 18 de marzo que conforman los diferentes subsistemas del SICCI.

En la Figura 4.22 se observan ambos detectores de humo instalados, el motivo de esto es para reducir al máximo el tiempo que la TAR quedaría sin monitoreo en el momento que se realizara la integración del SICCI.

Todos los detectores de humo están conectados en lazo y llegan al tablero inteligente mostrado en la Figura 4.23, este tablero se encarga de notificar al PLC en caso de una contingencia.



Figura 4.22 Detectores de humo instalados en áreas de oficinas.

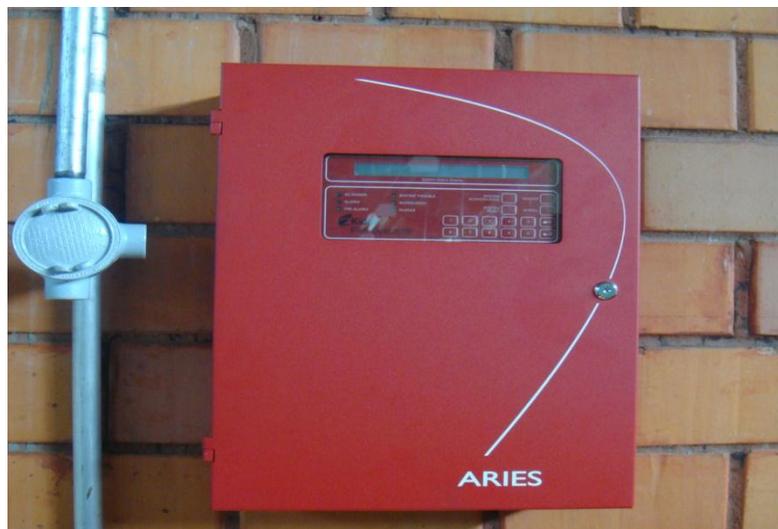


Figura 4.23 Tablero Inteligente para detectores de humo.

En la Figura 4.24 se observan detectores de humo instalados en uno de los CCM's.



Figura 4.24 Detectores de humo instalados en CCM.

En el caso de los detectores de fuego la instalación se modificó ya que los nuevos equipos cuentan con un rango de protección mayor, en el área de llenaderas y casa de bombas se instalaron en las columnas como se puede observar en la Figura 4.24 y 4.25.



Figura 4.24 Detectores de fuego instalados en casa de bombas.



Figura 4.25 Detectores de fuego instalados en el área de llenaderas.

Para la detección de fuego en tanques de almacenamiento los TRIM´s fueron modificados totalmente y se instalaron a pie de dique como se muestra en la Figura 4.26.



Figura 4.26 TRIM instalado a pie de dique de cada TV.

Los detectores de mezclas explosivas en el área de llenaderas se instalaron a la altura de la descarga de la isla garantizando así la protección en caso de derrame como se muestra en la Figura 2.27.



Figura 4.27 Detectores de mezclas explosivas en el área de llenaderas.

Las alarmas visuales y sonoras fueron montadas en una estructura diseñada para facilitar su visualización y fueron repartidas a en puntos estratégicos de la TAR, como es el caso de llenaderas mostrado en la Figura 2.28.



Figura 4.28 Alarmas sonoras y visuales instaladas en el área de llenaderas.

Las válvulas manuales fueron remplazadas totalmente por las operadas por solenoide las cuales cuentan con un sistema de activación manual garantizando su activación en caso de un incidente como se muestra en la figura 4.29.



Figura 4.29 VOS instaladas para la red de agua contra incendio.

Capítulo V.

“Costos”

5.1 Costos

Para complementar la propuesta de Actualización del SICCI se realizó una investigación tanto del costo de los equipos como de la instalación de los mismos, dicha investigación se realizó con los fabricantes de los equipos con compañías encargadas de la instalación de equipos a continuación se describe el costo de los equipos y la instalación está separado por subsistema para así facilitar la comprensión de los costos, cabe mencionar que son costos aproximados ya que muchos de los equipos se cotizan en dólares y es posible que en el momento de la adquisición cambie el costo.

En la tabla también se incluyó el costo por instalación del equipo y por desinstalación de algunos equipos debido a que es necesario remplazar los equipos obsoletos con que cuenta la TAR 18 de Marzo.

Tabla 5.1 Presupuesto de obra
PRESUPUESTO DE OBRA

Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
Ingeniería Básica	PZA	1	\$ 136,433.77	\$ 136,433.77
Costo de Ingeniería	PZA	1	\$ 181,911.70	\$ 181,911.70
Detectores de Mezclas Explosivas electrónicos basados en microprocesador, de rayos infrarrojos (IR).	PZA	108	\$ 25,681.00	\$ 2,773,548.00
Desmontaje de treinta y dos (32) detectores de mezclas explosivas.	PZA	1	\$ 39,931.52	\$ 39,931.52
Montaje, instalación y puesta en operación de ciento ocho (108) detectores de mezclas explosivas.	PZA	1	\$ 451,636.68	\$ 451,636.68
Subsistema de Detección de Mezclas Explosivas				\$ 3,265,116.20
Detectores de fuego tipo UV/IR	PZA	53	\$ 35,644.32	\$ 1,889,148.96

electrónicos.					
Desmontaje de veinte (20) detectores de Detector de Fuego tipo UV/IR.	PZA	1	\$ 24,957.20	\$	24,957.20
Montaje, instalación y puesta en operación de cincuenta y tres (53) Detector de Fuego tipo UV/IR.	PZA	1	\$ 196,202.82	\$	196,202.82
Subsistema de Detección de Fuego.					\$ 2,110,308.98
Detectores de humo del tipo fotoeléctricos.	PZA	99	\$ 2,297.97	\$	227,499.03
Tablero de control para integrar los detectores de humo a suministrar.	PZA	2	\$ 32,766.23	\$	65,532.46
Desmontaje de sesenta y siete (67) detectores de humo.	PZA	1	\$ 83,606.62	\$	83,606.62
Montaje, instalación y puesta en operación de noventa y nueve (99) detectores de humo del tipo fotoeléctricos.	PZA	1	\$ 498,638.70	\$	498,638.70
Montaje, instalación y puesta en operación de dos (2) tablero de control para detectores de humo.	PZA	1	\$ 22,850.52	\$	22,850.52
Subsistema de Detección de Humo.					\$ 898,127.33
TRIM's de conexiones a pie de dique, para diecinueve circuitos de tapón fusible de los tanques de almacenamiento.	PZA	19	\$ 13,401.24	\$	254,623.56
Desmontaje de diecinueve (19) TRIM's de conexiones para detección de fuego en tanques de almacenamiento.	PZA	1	\$ 79,031.45	\$	79,031.45
Montaje, instalación y puesta en servicio de diecinueve (19) TRIM's de conexiones a pie de dique de tanques.	PZA	1	\$ 271,913.56	\$	271,913.56

Válvulas electrohidráulicas de 3" pulgadas de diámetro, para instalarse en el paquete de presión balanceada (PPB), operadas por solenoide, con certificación para servicio de líquido espumante AFFF (altamente corrosivo) cuerpo de acero al carbón A-216 GR WCB, montaje entre bridas 150# R.F.	PZA	3	\$ 58,797.48	\$ 176,392.44
Válvula electrohidráulica de 3" pulgadas de diámetro operada por solenoide, con certificación para uso de mezcla agua espuma y/o agua dulce, cuerpo de acero al carbón A-216 GR WCB, montaje entre bridas 150# R.F.	PZA	3	\$ 47,054.85	\$ 141,164.55
Válvulas electrohidráulica de 4" pulgadas de diámetro operada por solenoide, con certificación para uso de mezcla agua espuma y/o agua dulce, cuerpo de acero al carbón A-216 GR WCB, montaje entre bridas 150# R.F.	PZA	83	\$ 48,546.88	\$ 4,029,391.04
Válvula electrohidráulica de 6" pulgadas de diámetro operada por solenoide, con certificación para uso de mezcla agua espuma y/o agua dulce, cuerpo de acero al carbón A-216 GR WCB, montaje entre bridas 150# R.F.	PZA	11	\$ 58,106.73	\$ 639,174.03

Válvulas electrohidráulica de 8" pulgadas de diámetro operada por solenoide, con certificación para uso de mezcla agua espuma y/o agua dulce, cuerpo de acero al carbón A-216 GR WCB, montaje entre bridas 150# R.F.	PZA	26	\$ 61,007.91	\$ 1,586,205.66
Válvula electrohidráulica de 12" pulgadas de diámetro operada por solenoide, con certificación para uso de mezcla agua espuma y/o agua dulce, cuerpo de acero al carbón A-216 GR WCB, montaje entre bridas 150# R.F.	PZA	5	\$ 89,360.23	\$ 446,801.15
Desmontaje de siete (7) válvulas de 3" pulgadas de diámetro.	PZA	1	\$ 16,764.72	\$ 16,764.72
Montaje, instalación y puesta en operación de seis (6) válvulas electrohidráulica de 3" pulgadas de diámetro.	PZA	1	\$ 34,110.42	\$ 34,110.42
Desmontaje de ochenta y dos (82) válvulas de 4" pulgadas de diámetro.	PZA	1	\$ 203,208.30	\$ 203,208.30
Montaje, instalación y puesta en operación de ochenta y tres (83) válvulas electrohidráulica de 4" pulgadas de diámetro.	PZA	1	\$ 495,189.64	\$ 495,189.64
Desmontaje de once (11) válvulas electrohidráulica de 6" pulgadas de diámetro.	PZA	1	\$ 28,174.74	\$ 28,174.74
Montaje, instalación y puesta en operación de once (11) válvulas electrohidráulica de 6" pulgadas de diámetro.	PZA	1	\$ 67,031.69	\$ 67,031.69
Desmontaje de veintiséis (26) válvulas de 8" pulgadas de diámetro	PZA	1	\$ 68,757.78	\$ 68,757.78

Montaje, instalación y puesta en operación de veintiséis (26) válvulas electrohidráulica de 8" pulgadas de diámetro.	PZA	1	\$ 161,757.70	\$ 161,757.70
Desmontaje de cinco (5) válvulas electrohidráulica de 12" pulgadas de diámetro.	PZA	1	\$ 14,470.55	\$ 14,470.55
Montaje, instalación y puesta en operación de cinco (5) válvulas electrohidráulica de 12" pulgadas de diámetro.	PZA	1	\$ 28,202.80	\$ 28,202.80
Indicador Transmisor de Presión (ITP) electrónico para la línea de agua contraincendio, con indicador local de cristal líquido, intervalo de medición de 0 a 20 kg/cm2.	PZA	5	\$ 13,401.24	\$ 67,006.20
Desmontaje, de 1 Indicador Transmisor de Presión (ITP) en línea de agua contraincendio	PZA	1	\$ 3,377.35	\$ 3,377.35
Montaje, instalación y puesta en operación de cuatro (5) Indicador Transmisor de Presión (ITP) en línea de agua contraincendio	PZA	5	\$ 5,696.38	\$ 22,785.52
Subsistema de Ataque Contraincendio.				\$ 8,835,534.85
Alarmas sonoras de alta intensidad de cuatro o más tonos diferentes.	PZA	27	\$ 40,042.11	\$ 1,081,136.97
Alarmas visuales.	PZA	27	\$ 77,288.12	\$ 2,086,779.24
Estaciones manuales de auxilio (PB).	PZA	27	\$ 9,630.78	\$ 260,031.06

Generador de tonos para las alarmas sonoras.	PZA	2	\$ 23,174.21	\$ 46,348.42
Desmontaje de veintisiete alarmas sonoras.	PZA	1	\$ 51,474.85	\$ 51,474.85
Montaje, instalación y puesta en operación de veintisiete alarmas sonoras.	PZA	1	\$ 154,136.96	\$ 154,136.96
Desmontaje de veintisiete alarmas visuales.	PZA	1	\$ 51,474.85	\$ 51,474.85
Montaje, instalación y puesta en servicio de veintisiete alarmas visuales, en la misma ubicación que las alarmas sonoras.	PZA	1	\$ 143,118.08	\$ 143,118.08
Desmontaje de veintisiete estaciones manuales de auxilio.	PZA	1	\$ 84,702.45	\$ 84,702.45
Montaje, instalación y puesta en servicio de veintisiete estaciones manuales de auxilio (PB), en la misma ubicación que las alarmas sonoras.	PZA	1	\$ 165,902.72	\$ 165,902.72
Subsistema de Alarmas visuales /Sonoras.				\$ 4,125,105.60
Controlador Lógico Programable de seguridad incluyendo modulo remoto.	PZA	1	\$ 131,605.37	\$ 131,605.37
Gabinete para PLC. NEMA 12. Acero al carbón.	PZA	2	\$ 3,920.33	\$ 7,840.66
Montaje, Instalación y puesta en operación de Controlador Lógico Programable.	PZA	1	\$ 75,533.45	\$ 75,533.45
Control Lógico.				\$ 214,979.48
Costo total del proyecto			\$ 19,767,561.91	

Capítulo VI.

“Conclusiones”

Al contar con el cien por ciento de los equipos instalados se ha logrado optimizar el monitoreo de las condiciones de operación de la TAR, contando con dispositivos de monitoreo que cubren las áreas con mayores riesgos, fue necesario reemplazar algunos equipos obsoletos, obteniendo así una estandarización total de la TAR, garantizando un óptimo funcionamiento.

En el subsistema de detección de mezclas explosivas se logró una cobertura total del 100% de las áreas potencialmente riesgosas a derrames de producto, con el subsistema de detección las áreas administrativas se encuentran totalmente cubiertas, así como los lugares que alberguen equipo eléctrico, electrónico o materiales combustibles, siendo estas propensas a incendios. En el caso del subsistema de detección de fuegos conformados por los detectores UV/IR en conjunto con el subsistema de tapón fusible, por medio de un TRIM de control propuesto, se garantiza la completa cobertura y el constante monitoreo de las áreas de mayor peligro en la TAR.

La instalación de equipos se realizó de igual manera para cada subsistema del SICCI logrando así el control total de la seguridad en la TAR.

Como complemento al sistema de monitoreo el SICCI cuenta con el subsistema de alarmas sonoras, visuales y estaciones manuales de auxilio, que para el caso de las alarmas visuales se remplazaron por luz estroboscópica se teniendo un mayor rango en el campo de visión entre otros beneficios como: implementar la mejora tecnológica que proporcionará seguridad en la terminal, esto es confiabilidad operativa. Las estaciones manuales de auxilio permiten identificar el tipo de incidente, al contar con tres estaciones de botones. Por último las alarmas sonoras que se remplazaron en su totalidad por bocinas de alto rendimiento, de tal manera que por medio de los 4 tonos predefinidos se identificará rápida y efectivamente el tipo de incidente, las cuales garantizan la correcta notificación en las áreas por cualquier situación de riesgo.

Por otro lado el tiempo de respuesta de los equipos de ataque contraincendio será redujo considerablemente, ya que las válvulas operadas por solenoide cuentan con una apertura

instantánea, lo cual garantiza la protección oportuna y precisa de las diferentes áreas de la TAR. Es importante mencionar que se instalaron transmisores indicadores de presión en la descarga de cada una de las bombas con que cuenta el SICCI, para así tener una mejora significativa en el monitoreo de las presiones requeridas tanto en la red de agua contraincendio como en la de agua espuma, debido a las mejoras tecnológicas de los transmisores indicadores de presión se obtendrá una mayor confiabilidad del sistema.

Con la actualización del SICCI se reemplazó el PLC actual, ya que los módulos con que contaba el anterior eran obsoletos e incompatibles con los equipos actuales, se garantiza la confiabilidad operativa de los equipos de campo y su monitoreo desde el sistema de control supervisorio, implementando un nivel de seguridad SIL 2 requerido por las normas de referencia de la National Fire Protection Association y la normatividad interna de PEMEX.

Con las mejoras técnicas se logra reducir los riesgos de accidentes e incidentes, así como también el tiempo de respuesta a cualquier contingencia que se pueda presentar realizando un ataque preciso e instantáneo, lo cual permite la protección del medio ambiente e incrementa la confianza del personal y la comunidad en general; cabe mencionar que es necesario capacitar a todo el personal de la TAR en el uso y manejo de los equipos, al igual que los códigos de colores y sonidos de las alarmas propuestas para que así puedan realizar las acciones correspondientes de acuerdo con sus responsabilidades, para esto se propone a los responsables de las diferentes áreas realizar una administración del cambio en conjunto con el personal operativo de la TAR.

ANEXOS

ANEXO A TABLAS COMPARATIVAS DE LOS EQUIPOS

Tabla. A.1 Características del detector de humo requeridas por la NRF-210-PEMEX-2011.

Tipo	Fotoeléctrico.
Alimentación eléctrica	15 a 32 VDC
Sensibilidad	9 niveles: 0,02, 0,03, 0,05, 0,10, 0,20, 0,50, 1,00, 1,50, 2,00% / pie oscurecimiento (0,06, 0,10, 0,16, 0,33, 0,66, 1,65, 3,24, 4,85, 6,41% / m de oscurecimiento)
Corriente standby	330µA
Base y cuerpo	Material plástico de alto impacto retardante al fuego.
Kit de pruebas	Aerosol de pruebas y un aerosol desempolvante, porta aerosol con boquilla para adaptarse al detector, con maneral ajustable para realizar pruebas desde nivel de piso, desde 1 a 2.5 metros de longitud como mínimo.
LED indicador	Dos indicadores LED del sensor
Temperatura de operación	0°C a 38°C (32°F a 100°F)
Humedad relativa de operación	10% a 93% de humedad relativa, sin condensación.
Señal de humo	Cámara óptica sensora
Diagnósticos	Identificación de fallas Iniciado por el panel de control activado por imán de prueba.
Certificaciones	UL,ULC,FM,MCFM.

Tabla. A.2 Características del detector de humo marca SYSTEM SENSOR.

Tipo	Fotoeléctrico.
Alimentación eléctrica	24 VCD o por el fabricante a través de un (1) tablero de control inteligente.
Sensibilidad	0.6 % de obscurecimiento / ft.
Corriente standby	0.1 mA máximo.
Base y cuerpo	Material plástico de alto impacto retardante al fuego.
Kit de pruebas	Debe incluir un aerosol de pruebas y un aerosol desempolvante, así como porta aerosol con boquilla para adaptarse al detector, con maneral ajustable para realizar pruebas desde nivel de piso, desde 1 a 2.5 metros de longitud como mínimo.
LED indicador	Operación normal / activado.
Temperatura de operación	0° C a 49° C.
Humedad relativa de operación	10 a 93 % HR no condensada
Señal de humo	Cámara óptica sensora
Diagnósticos	Identificación de fallas
Certificaciones	Número de certificado UL o FM para equipo detector de humo de sistemas contraincendio.

Tabla. A.3 Características del detector de humo marca FENWAL.

Tipo	Fotoeléctrico
Alimentación eléctrica	10.2 a 36.8 VDC
Sensibilidad	3.25% por ft. Obscurecimiento.
Corriente standby	70 μ A
Base y cuerpo	Material plástico de alto impacto retardante al fuego.
Kit de pruebas	Aerosol de pruebas y un aerosol despolvante, porta aerosol con boquilla para adaptarse al detector, con maneral ajustable para realizar pruebas desde nivel de piso, desde 1 a 2.5 metros de longitud como mínimo.
LED indicador	LED dual de respuesta permite 360 grados de visibilidad.
Temperatura de operación	32° to 120°F (0° to 49°C)
Humedad relativa de operación	0 to 93% sin condensación
Señal de humo	Cámara óptica sensora
Diagnósticos	Identificación de fallas Iniciado por el panel de control activado por imán de prueba.
Certificaciones	FM,CSFM ,NYC MEA

Tabla A.4 Características del tablero de control inteligente requeridas por la NRF-210-PEMEX-2011.

Tipo	Inteligente electrónico basado en microprocesador.
Capacidad	250 dispositivos inteligentes en un solo circuito (lazo).
Relevadores	4 relevadores de señal de salida, siendo uno (1) para alarma común, uno (1) para problema común, uno (1) para supervisorios común y uno (1) configurable por el usuario.
Programación	Por medio de computadora, por medio de teclado y/o auto programable inteligente
Base y cuerpo	Material plástico de alto impacto retardante al fuego.
Pre-alarmas	20 ajustes de pre-alarma definibles por el usuario para los detectores de humo.
Gabinete	Caja NEMA 1, para montaje de en pared.
Visualización	Local a través de pantalla digital de cristal de cuarzo líquido, de 14 líneas y 224 caracteres, con iluminación trasera (backlit).
Clave de acceso	4 diferentes niveles de clave programables por el usuario para acceso a las diferentes opciones de programación y ajustes de este sistema.
Sensitividad de alarma	Programable por hora del día o selección manual.
Diagnósticos	Identificación de fallas Iniciado por el panel de control activado por imán de prueba.
Fuente de Poder	Interna de 6 amps., con capacidad de 4.75 amps. Disponibles para los circuitos de salida.
Comunicación	Con puerto de comunicación RS-485 o Ethernet y protocolo de comunicación modbus para integrar y configurar las señales de alarma y falla al PLC.
Certificaciones	Número de certificado UL, FM o CSA para controlador de detectores de humo para sistemas contraincendio.

Tabla A.5 Características tablero de control inteligente KIDDE FIRE SYSTEMS.

Tipo	inteligencia Distribuida para sensor de nivel
Capacidad	El circuito de línea de señalización se comunica con hasta 255 dispositivos.
Relevadores	4 relevadores de señal de salida Programables (3/1 Problema)
Programación	Por medio de computadora, por medio de teclado y/o auto programable inteligente
Base y cuerpo	Material plástico de alto impacto retardante al fuego.
Gabinete	Caja NEMA 1.
Visualización	La Unidad de Control ARIES anuncia alarma, problema y eventos de supervisión a través de un personaje 80-Pantalla LCD retro iluminada, display con LEDs.
Sensitividad de alarma	Programable por hora del día o selección manual.
Diagnósticos	Identificación de fallas Iniciado por el panel de control activado por imán de prueba.
Fuente de Poder	Fuente de alimentación 5.4A.
Comunicación	Circuito de comunicaciones RS -485, 1 puerto USB, protocolo modbus.
Certificaciones	Certificado UL, FM.

Tabla A.6 Características tablero de control inteligente HONEYWELL.

Tipo	PANEL INTELIGENTE DE CONTROL DE INCENDIOS XLS80E
Capacidad	Hasta 198 aparatos inteligentes/direccionables
Relevadores	4 relevadores de señal de salida
Programación	Toda la programación se efectúa utilizando el teclado del XLS80e básico o en off line con ayuda del paquete Configuración y de un PC.
Base y cuerpo	Material plástico de alto impacto retardante al fuego.
Gabinete	Caja NEMA 1.
Visualización	La Unidad de Visualización tiene todos los indicadores y mandos de control que necesita el operador del sistema y se pueden usar también para programar todos los parámetros operacionales del mismo.
Sensitividad de alarma	Ajustes de sensibilidad DIA/NOCHE.
Diagnósticos	24 V cc proporciona 2.5 A para alimentar aparatos de indicación.
Fuente de Poder	Se pueden utilizar otras fuentes de alimentación de 4.5 y de 7.0 A para sistemas más grandes
Comunicación	tipo RS-485
Certificaciones	Certificado UL, FM.

Tabla A.7 Características del detector de mezclas explosivas requeridas por la NRF-210-PEMEX-2011.

Visualización	Local a través de pantalla digital.
Alimentación eléctrica	Intervalo comprendido entre 9 y 32 V c.c. el consumo deberá ser menor a 5W, de acuerdo a la NRF-210-PEMEX-2008.
Señal de salida	Señal de 4 a 20 mA, con diagnósticos de 0 a 4 mA.
Principio de operación	Emisión de rayos infrarrojos (IR).
Intervalo de medición	0 -100% LEL.
Clasificación de área	Clase I, División 1, Grupos C y D.
Nivel de protección	NEMA 4X para uso en áreas externas y resistentes al ambiente corrosivo, demostrable en ficha técnica del equipo.
Certificación	Número de certificado UL, FM o CSA para uso en áreas peligrosas, Clase I, División 1, Grupos C y D y resistente a uso en ambiente corrosivo.
Autodiagnóstico	Continuo para verificación del funcionamiento e identificación de fallas en el equipo, con las siguientes indicaciones como mínimo: a.- Error de calibración. b.- Falla del detector. c.- Falla del procesador. d.- Alto/Bajo voltaje. e.- Detector de gas en calibración.
Equipo adicional	Kit de calibración para los DME's para entregar al centro de trabajo, consistente en reguladores, accesorios de conexión, dos cilindros patrón conteniendo gas Pentano como referencia, dos cilindros de referencia aire cero y estuche.
Material de la caja	Aluminio libre de cobre con acabado en pintura epóxica o acero inoxidable 316.

Tabla A.8 Características del detector de mezclas explosivas marca MSA.

Visualización	Local a través de pantalla digital.
Alimentación eléctrica	7 a 30 VCC
Señal de salida	Salidas de 4-20 mA. Con diagnóstico de 0-4 mA
Principio de operación	Tipo infrarrojo no dispersivo (absorción IR)
Intervalo de medición	0 -100% LEL.
Clasificación de área	Clase I, División 1 y 2, Grupos A, B, C y D
Nivel de protección	Clasificación Nema 4X, IP66
Certificación	UL 1203 Clase I, División 1 y 2, Grupos A, B, C y D FM Clase I, División. 1 y 2, Grupos A, B, C y D CSA C22.2-30 Clase I, División 1, Grupos B, C y D CE Directiva de Bajo voltaje: 73/23/EEC CE Directiva EMC: 89/336/EEC CE Directiva ATEX: 94/9/EC EEx d IIC 16 Clasificación Nema 4X, IP66
Autodiagnóstico	Autodiagnóstico de 0-4mA
Equipo adicional	Kit de calibración.
Material de la caja	Acero inoxidable 316 o Policarbonato.

Tabla A.9 Características del detector de mezclas explosivas marca HONEYWELL.

Visualización	Local a través de pantalla digital.
Alimentación eléctrica	De 17 V CC (mín.) a 32 V CC (máx.)
Señal de salida	4-20 mA
Principio de operación	Probada tecnología de detección electroquímica
Intervalo de medición	0 -100% LEL.
Clasificación de área	Clase I, Div. 1, Grupos A, B, C y D
Nivel de protección	IP66 (EN 60529), NEMA 4X
Certificación	CE Directiva 94/9/CE de ATEX CE Directiva EMC 2004/108/EC
Autodiagnóstico	Fallo = 3 mA Próxima calibración seleccionable desactivada o 3 mA Rebasamiento máx. del rango de 22 mA Inhibición (sensores tóxicos) = Seleccionable, 3 mA o 4 mA Inhibición (sensores de oxígeno) = Seleccionable, 3 mA o 17,4 mA
Equipo adicional	<ul style="list-style-type: none"> • Kit de montaje de sensor remoto • Kit de montaje en conducto (sólo para H₂, CO y H₂S) • Copa de calibración para aplicar el gas de prueba • Embudo recolector
Material de la caja	Aleación de aluminio LM25 o acero inoxidable 316 con pintura de epoxi.

Tabla A.10 Características del detector de fuego requeridas por la NRF-210-PEMEX-2011.

Tipo	UV/IR, electrónico, basado en microprocesador, del tipo inteligente.
Alimentación eléctrica	24 V c.c.
Señal de salida	Señal de 4 a 20 mA, con diagnósticos de 0 a 4 mA.
Clasificación de área	Clase I, División 1, Grupos C y D.
Nivel de protección	NEMA 4X para uso en áreas externas y resistentes al ambiente corrosivo, demostrable en ficha técnica del equipo.
Certificación	Número de certificado UL, FM o CSA para uso en áreas peligrosas, Clase I, División 1, Grupos C y D y resistente a uso en ambiente corrosivo.
Campo visual (ángulo)	90 grados mínimo, para detectar un fuego de 0.093m ² (un pie cuadrado) y a una distancia de 15.24 m (50 pies) como mínimo, considerando fuego de hidrocarburos.
Respuesta espectral	Debe detectar flamas de hidrocarburos inflamables y combustibles con un intervalo UV de 0.185 a 0.245 μm y para IR de 4.45 μm.
Discriminación	Relámpagos y rayos, soldaduras, rayos X, luz artificial, superficies calientes, reflejos del sol, luz amanecer/atardecer y reflejo de espejo.
Autodiagnóstico	Continuo para verificación del funcionamiento e identificación de fallas en el equipo. En caso de falla deberá contar la luz indicadora de funcionamiento defectuoso, la salida del equipo transmitirá una señal de

	funcionamiento defectuoso.
Prueba de integridad óptica	Debe ser automática y debe realizarse sin reflectores externos frente a las ventanas de UV/IR. Debe contar con mirilla indicadora de estado, cuando está listo y cuando está activado.
Equipo adicional	Lámpara de prueba para el conjunto de detectores de fuego (DF) UV/IR, la cual deberá cubrir la distancia para probar los detectores ya instalados desde nivel de piso. Para uso en áreas peligrosas, caja a prueba de explosión, Clase I, División 1, Grupos C y D, con batería y accesorios para recarga.

Tabla A.11 Detector de fuego UV/IR marca DET-TRONICS

Tipo	UV/IR, X5200
Alimentación eléctrica	24 V CC nominal (18 V CC mínimo, 30 V CC máximo).
Señal de salida	Señal de 4 a 20 mA, una salida de corriente CC de 0 a 20 mA para transmitir Información sobre el estado del detector.
Clasificación de área	Clase I, División 1, Grupos C y D.
Nivel de protección	NEMA 4X .
Certificación	Número de certificado UL, FM o CSA para uso en áreas peligrosas, Clase I, División 1, Grupos C y D y resistente a uso en ambiente corrosivo. certificación FM, CSA, ATEX y CE. Cableado Clase A de acuerdo con NFPA-72
Campo visual (ángulo)	90° (posición horizontal) con la máxima sensibilidad a lo largo del eje Central , para detectar un fuego de 0.093m ² (un pie cuadrado) y a una distancia de 15.24 m (50 pies), considerando fuego de hidrocarburos.
Respuesta espectral	intervalo IR de 4.45 μm y para UV de 4,2 a 4,7μm
Discriminación	Respuesta a incendios en presencia de radiación de cuerpo negro modulada (calentadores, hornos, turbinas, etc) sin falsa alarma.
Autodiagnóstico	Indicador LED tricolor para indicar estados de funcionamiento normal, fuego o fallas.
Prueba de integridad óptica	función de integridad óptica automática (Automatic Optical Integrity — oi)
Equipo adicional	Lámpara de prueba UV/IR Det-Tronics W867.

Tabla A.12 Detector de fuego marca MSA.

Tipo	UV/ IR
Alimentación eléctrica	24 VDC @ 150 mA max. (3.4 W max.)
Señal de salida	4-20 mA
Clasificación de área	Clase I, Div 1 y 2, Grupos B, C y D
Nivel de protección	IP66, NEMA 4X
Certificación	CSA, ATEX, IECEX.
Campo visual (ángulo)	120° horizontal 120° vertical
Respuesta espectral	2.7 a 3.2 micras (IR) 15,2 m de distancia para un 0,092 m ² para fuego heptano
Discriminación	inmune a las falsas alarmas causadas por un rayo, soldadura de arco, objetos calientes y otras fuentes de radiación.
Autodiagnóstico	Fallos de verificación: Suma de comprobación de memoria, línea cortocircuitada reset, fracaso óptica / Especificaciones bloqueo del Medio Ambiente, las tensiones internas, y la tensión de alimentación de baja. Monitoreo Continuo del camino óptico, verifica la integridad de camino óptico y circuitos electrónicos del detector una vez por minuto.
Prueba de integridad óptica	
Equipo adicional	Conjunto del soporte FlameGard 5UV/IR , solución para limpiar ventana y Prueba de lámparas FlameGard 5UV/IR

Tabla A.13 de Requerimientos del TRIM de acuerdo con la NRF-210-PEMEX-2011.

Equipo	Características
Secador de humedad	Tipo Vaso
Manómetro	Rango de operación de 0-7 kg/cm ²
Válvula Reguladora	Tipo piloto, calibrada al 10% sobre la presión de operación del sistema.
Válvula Tipo Esfera	Con protección de caja de cristal
Válvula Solenoide	Normalmente Abierta N.A. para aislar el circuito neumático del tanque en conflicto del resto de los tanques, Alimentación 24 V.D.C. para uso en áreas peligrosas Clase I, División 1, grupos C y D, para uso en exteriores.
Indicador Transmisor de Presión	Indicador local de cristal líquido, exactitud del +/- 0.1% del SPAN calibrado, alimentación eléctrica de 24 VDC, señal de salida de 4-20 mA, Indicar número de certificado UL, FM para usarse en intemperie, ambientes corrosivos y en áreas, Clase I, División 2, Grupos C y D, protección NEMA 4X adicional.
Placa de orificio	Placa de orificio bridada de acero inoxidable 316, para montaje entre bridas de 3/4".

Tabla A.14 Primer propuesta de equipos del TRIM

Equipo	Marca y Modelo	Características
Secador de humedad	Secador: Modelo: X03, Marca: Wilkerson	Tipo canasta
Manómetro de TRIM	Modelo: SST PR Gauge 03- 2009, Marca: Bermad	Rango de operación de 0-7 kg/cm ²
Válvula Reguladora	Modelo: #PB, Marca: Bermad	Tipo piloto, calibrada al 10% sobre la presión de operación del sistema.
Válvula Tipo Esfera	Modelo: D, Marca Bermad	Con protección de caja de cristal
Válvula Solenoide de tres vías	Modelo:330D-EX, Marca: Rosemount	Normalmente Abierta N.A. para aislar el circuito neumático del tanque en conflicto del resto de los tanques, Alimentación 24 V.D.C. para uso en áreas peligrosas Clase I, División 1, grupos C y D, para uso en exteriores.
Indicador Transmisor de Presión	Modelo:2088G2S22A1M5B4E5Q4Q8S5 Marca: Rosemount	Indicador local de cristal líquido, exactitud del +/- 0.1% del SPAN calibrado, alimentación eléctrica de 24 VDC, señal de salida de 4-20 mA, Indicar número de certificado UL, FM para usarse en intemperie, ambientes corrosivos y en áreas, Clase I, División 2, Grupos C y D, protección NEMA 4X adicional.
Placa de Orificio	Modelo:520 Marca: DANIEL	Placa de orificio bridada de acero inoxidable 316, para montaje entre bridas de ¾".

Tabla A.15 Segunda propuesta de equipos del TRIM

Equipo	Marca y Modelo	Características
Secador de humedad	Secador: Modelo: 5VC89,	Tipo canasta
Manómetro de TRIM	Modelo: MANÓMETRO 2", Marca: FINESA INDUSTRIAL	Rango de operación de 0-7 kg/cm ²
Válvula Reguladora	Modelo: 027B1100 Marca: DANFOSS	Tipo piloto, calibrada al 10% sobre la presión de operación del sistema.
Válvula Tipo Esfera	SUPERKLEAN 3/4"	-----
Válvula Solenoide de tres vías	Modelo:EV310B, Marca: DANFOSS	Normalmente Abierta N.A., Alimentación 24 V.D.C. para uso en áreas peligrosas Clase I, División 1, grupos C y D, para uso en exteriores.
Indicador Transmisor de Presión	Modelo: 2051T Marca: Rosemount	Indicador local de cristal líquido, exactitud del +/- 0.1% del SPAN calibrado, alimentación eléctrica de 24 VDC, señal de salida de 4-20 mA, Indicar número de certificado UL, FM para usarse en intemperie, ambientes corrosivos y en áreas, Clase I, División 2, Grupos C y D, protección NEMA 4X adicional.
Placa de Orificio	Modelo:3/4" Marca: WEISZ	Placa de orificio bridada de acero inoxidable 316, para montaje entre bridas de 3/4".

Tabla A.16 Características del generador de tonos requeridas por la NRF-210-PEMEX-2011.

Tonos a reproducir	Mínimo 4 tonos distintos.
Alimentación	120 VCA, 60 Hz. o de acuerdo a lo que el usuario especifique.
Certificación	UL o FM
Clasificación	NEMA 1

Tabla A.17 Características del generador de tonos marca SIEMENS.

Tonos a reproducir	Generados por Microprocesador.
Alimentación	24 VCD
Certificación	UL FM
Clasificación	Sin Clasificación.

Tabla A.18 Características del generador de tonos marca FEDERAL SIGNAL.

Tonos a reproducir	Máximo 6 tonos distintos.
Alimentación	24 VDC
Certificación	UL
Clasificación	NEMA 1

Tabla A.19 Características de la alarma sonora requeridas por la NRF-210-PEMEX-2011.

Clasificación de área	Clase I, División 1, Grupos C y D.
Protección	NEMA 4X para uso en áreas externas y resistentes al ambiente corrosivo, demostrable en ficha técnica del equipo.
Certificación	Número de certificado UL, FM o CSA para equipo alarmas sonoras C/I, para usarse en áreas peligrosas, Clase I, División 2, Grupos C y D, para sistemas contraincendio.
Suministro eléctrico	24 VDC
Potencia sonora	114 decibeles a 3 metros como mínimo.

Tabla A.20 Características de la alarma sonora marca FEDERAL SIGNAL.

Clasificación de área	Clase I, División 1, Grupos B, C & D.
Protección	NEMA 4X, IP66
Certificación	UL 1480 CSFM
Suministro eléctrico	24VDC

Potencia sonora	0dBa a 114dBa a 3m
------------------------	--------------------

Tabla A.21 Características de la alarma sonora marca HONEYWELL.

Clasificación de área	Clase 1, División 1, Grupos A & B.
Protección	NEMA 6, IP67
Certificación	EN 50018 Directiva 99ATEX6312
Suministro eléctrico	24VDC
Potencia sonora	117 dB(A) a 1 metro

Tabla A.22 Características de la alarma visual requeridas por la NRF-210-PEMEX-2011.

Verde	De LEDs fijo.
Ámbar y Rojo	De LED's de 60 a 120 destellos por minuto.
Lente/pantalla interno :	Verde, ámbar y rojo, a prueba de rayos UV para cada lámpara.
Clasificación de área	Clase I, División 1, Grupos C y D, exteriores.
Protección	NEMA 4X para uso en áreas externas y resistentes al ambiente corrosivo, demostrable en ficha técnica del equipo.
Certificación	Número de certificado UL, FM o CSA para alarmas visuales de sistemas contraincendio, a usarse en áreas peligrosas, Clase I, División 1, Grupos C y D para sistemas contraincendio.
Suministro eléctrico	24 VDC
Material de la caja	Aluminio libre de cobre.

Tabla A.23 Características de la alarma visual marca FEDERAL SIGNAL.

Verde	Tubo de xenón
Ámbar y Rojo	Tubo de xenón de 60 destellos por minuto.
Lente/pantalla interno :	Verde, ámbar y rojo.
Clasificación de área	Clase 1, División 1, Grupos A & B.
Protección	NEMA 6, IP67
Certificación	EN 50018 Directiva 94/9/CE de ATEX.
Suministro eléctrico	24 VDC
Material de la caja	Aluminio naval LM6

Tabla A.24 Características de la alarma visual marca HONEYWELL.

Verde	LED fijo.
Ámbar y Rojo	LED de 60 destellos por minuto.
Lente/pantalla interno :	Verde, ámbar y rojo, a prueba de rayos UV.
Clasificación de área	Clase I, División 1, Grupos C y D.
Protección	NEMA 4x, IP66
Certificación	UL para Clase I, División 1, Grupos C y D
Suministro eléctrico	24VDC
Material de la caja	Aluminio libre de cobre.

Tabla A.25 Características de la botonera requeridas por la NRF-210-PEMEX-2011.

Mecanismo	Accionadas con mecanismo de doble acción y restablecimiento local por llave de cerradura.
Clasificación de área	Clase I, División 1, Grupos C y D.
Protección	NEMA 4X para uso en áreas externas y resistentes al ambiente corrosivo, demostrable en ficha técnica del equipo.
Certificación	Número de certificado UL, FM o CSA para alarmas sectoriales, para uso en áreas peligrosas, Clase I, División 1, Grupos C y D; para sistemas contraincendio.
Material de caja	Acero con recubrimiento Epóxico o equivalente (aplicación de fábrica) de acuerdo a color solicitado, resistente a luz UV e intemperie.
Alimentación eléctrica	24 VCD
Contacto de salida	Doble polo doble tiro (DPDT).

Tabla A.26 Características de la botonera marca RMS.

Mecanismo	Doble acción de levante y tire con restablecimiento con llave de cerradura.
Clasificación de área	Clase I, División 1, Grupos B, C y D.
Protección	NEMA 4x
Certificación	UL
Material de caja	Acero con recubrimiento Epóxico.
Alimentación eléctrica	24 VCD
Contacto de salida	Conexión Doble Polo Doble Tiro

Tabla A.27 Características de la botonera marca FIRE LITE.

Mecanismo	Doble acción de levante y tire con restablecimiento con llave de cerradura.
Clasificación de área	No aplica.
Protección	No aplica.
Certificación	UL FM
Material de caja	Policarbonato.
Alimentación eléctrica	24 VCD
Contacto de salida	Conexión Doble Polo Doble Tiro

Tabla A.28 Requerimientos de la válvula operada por solenoide por la NRF-245-PEMEX.2010.

Servicio de la válvula	Manejo de mezcla de espuma y/o agua dulce (cámara de espuma, inyección superficial, aspersores) o agua (anillos de enfriamiento).
Cuerpo de la válvula	Acero al carbón ASTM-A216
Internos	Acero inoxidable 316 SST, pre-ensamblados e integrados en fábrica
Actuador	Tipo diafragma y de un elemento sellante directo sobre la estructura interna del mismo cuerpo de la válvula.
Sello hermético	Directo sobre la estructura interna del mismo cuerpo de la válvula. El material puede ser de hule natural o elastómero.
TRIM de control	Pre-ensamblado e integrado en fábrica, al cuerpo de la válvula con todos sus accesorios para su operación apertura y cierre, remota y local en acero inoxidable 316.
Suministro eléctrico	24 Volts C.D.
Dispositivo de enclavamiento	Evita el cierre de la válvula, una vez que haya sido abierta y permitiendo el cierre remoto a petición del usuario.
Válvula de globo para operación manual local	Incluye Tubing de acero inoxidable 316 para la toma de presión de apertura/cierre del diafragma de la red de agua ubicada a distancia. Haciendo uso de la presión existente en la red contra incendio, como fuente de energía para abrir y cerrar la válvula.
Indicación de estado de válvula	Con señal de posición a través de un interruptor de presión instalado en el cuerpo de la válvula de control, voltaje de operación C.D.

Presión máxima	175 psi
A falla de energía	La válvula de control automático debe permanecer en su última posición.

Tabla A.29 Características válvula operada por solenoide marca BERMAD.

Servicio de la válvula	Manejo de mezcla de espuma y/o agua.
Cuerpo de la válvula	Acero al carbón ASTM-A216
Internos	Acero inoxidable 316 SST.
Actuador	Tipo diafragma y de un elemento sellante directo sobre la estructura interna del mismo cuerpo de la válvula.
Sello hermético	Directo sobre la estructura interna del mismo cuerpo de la válvula elastómero.
TRIM de control	Apertura y cierre, remota y local en acero inoxidable 316.
Suministro eléctrico	24 Volts C.D.
Dispositivo de enclavamiento	Evita el cierre de la válvula, una vez que haya sido abierta y permitiendo el cierre remoto a petición del usuario.
Válvula de globo para operación manual local	Incluye Tubing de acero inoxidable 316 para la toma de presión de apertura/cierre del diafragma de la red de agua ubicada a distancia. Haciendo uso de la presión existente en la red contra incendio, como fuente de energía para abrir y cerrar la válvula.
Indicación de estado de válvula	Con señal de posición a través de un interruptor de presión instalado en el cuerpo de la válvula de control, voltaje de operación C.D.
Presión máxima	300 psi
A falla de energía	La válvula de control permanece en su última posición.

Tabla A.30 Características válvula operada por solenoide marca DOROT.

Servicio de la válvula	Manejo de mezcla de espuma y/o agua.
Cuerpo de la válvula	Acero al carbón ASTM-A216
Internos	Acero inoxidable 316 SST.
Actuador	Tipo diafragma y de un elemento sellante directo sobre la estructura interna del mismo cuerpo de la válvula.
Sello hermético	Directo sobre la estructura interna del mismo cuerpo de la válvula elastómero.
TRIM de control	Apertura y cierre, remota y local en acero inoxidable 316.
Suministro eléctrico	24 Volts C.D.
Dispositivo de enclavamiento	Evita el cierre de la válvula, una vez que haya sido abierta y permitiendo el cierre remoto a petición del usuario.
Válvula de globo para operación manual local	No incluye operación manual local.
Indicación de estado de válvula	No lo incluye.
Presión máxima	250 psi.
A falla de energía	La válvula de control permanece en su última posición.

Tabla A.31 Especificaciones del PLC de acuerdo con las especificaciones de PEMEX.

Nivel de integridad de seguridad:	SIL- 2
Certificación:	TÜV para SIL 2.
Procesador:	32 bits mínimos.
Alimentación	120 VCA, 60 Hz.
Módulos de entradas digitales.	
Voltaje de entrada:	120 VCA, 60 Hz
Corriente de entrada nom:	8.2 mA @ 120 VAC.
Número de canales:	16 mínimo
Fusibles:	individuales por cada entrada
Condiciones ambientales:	de -10° C a 60° C.
Módulos de entradas analógicas.	
Corriente de entrada:	4-20 mA a 24 VCD.
Número de canales:	16 mínimos
Localización:	en rack
Requerimientos de corriente:	750 mA a 5 VDC desde el plano del chasis de entradas.
Condiciones de operación:	(-10°C a 60 °C), humedad relativa 5% a 95 % sin condensación.
Módulos de salidas digitales	
Voltaje de salida:	24 VCD.
Número de canales:	16 mínimos.
Protección:	Contra sobre corriente.

Tabla A.32 Controlador Lógico Programable marca Allen Bradley.

Nivel de integridad de seguridad:	SIL- 2
Certificación:	TÜV para SIL 2.
Procesador:	32 bits
Alimentación	120 VCA
Módulos de entradas digitales.	
Voltaje de entrada:	120 VCA
Corriente de entrada nom:	14mA
Número de canales:	16 puntos

Fusibles:	individuales por cada entrada
Condiciones ambientales:	-40...85 °C (-40...185 °F)
Módulos de entradas analógicas.	
Corriente de entrada:	4-20 mA a 24 VCD
Número de canales:	16 puntos
Localización:	en rack
Requerimientos de corriente:	1200 mA consumo de corriente a 5 VDC.
Condiciones de operación:	(-10°C a 60 °C), humedad relativa 5% a 95 % sin condensación.
Módulos de salidas digitales	
Voltaje de salida:	24 VCD.
Número de canales:	16 puntos
Protección:	Contra sobre corriente.
Certificaciones:	CE, CSA,FM ,KC, c-UL-us,KC.

Tabla A.33 Controlador Lógico Programable marca SIEMENS.

Nivel de integridad de seguridad:	SIL- 2
Certificación:	TÜV para SIL 2.
Procesador:	32 bits
Alimentación	120 VCA
Módulos de entradas digitales.	
Voltaje de entrada:	120 VCA
Corriente de entrada nom:	7.5mA
Número de canales:	16 puntos
Fusibles:	-
Condiciones ambientales:	-25...60 °C
Módulos de entradas analógicas.	
Corriente de entrada:	4-20 mA a 24 VCD
Número de canales:	8
Localización:	en rack
Requerimientos de corriente:	1200 mA consumo de corriente a 5 VDC.
Condiciones de operación:	-25°C a 60 °C
Módulos de salidas digitales	
Voltaje de salida:	24 VCD.
Número de canales:	16 puntos
Protección:	Optoacoplador
Certificaciones:	<ul style="list-style-type: none"> • IEC 61508: SIL 1 - 3 • EN 954: Cat. 2 - 4 • IEC 61511 • EN 60204-1

ANEXO B UBICACIONES DE LOS EQUIPOS EN LA TAR

Figura B.1 Ubicación de detectores de humo y tableros de los detectores de humo.

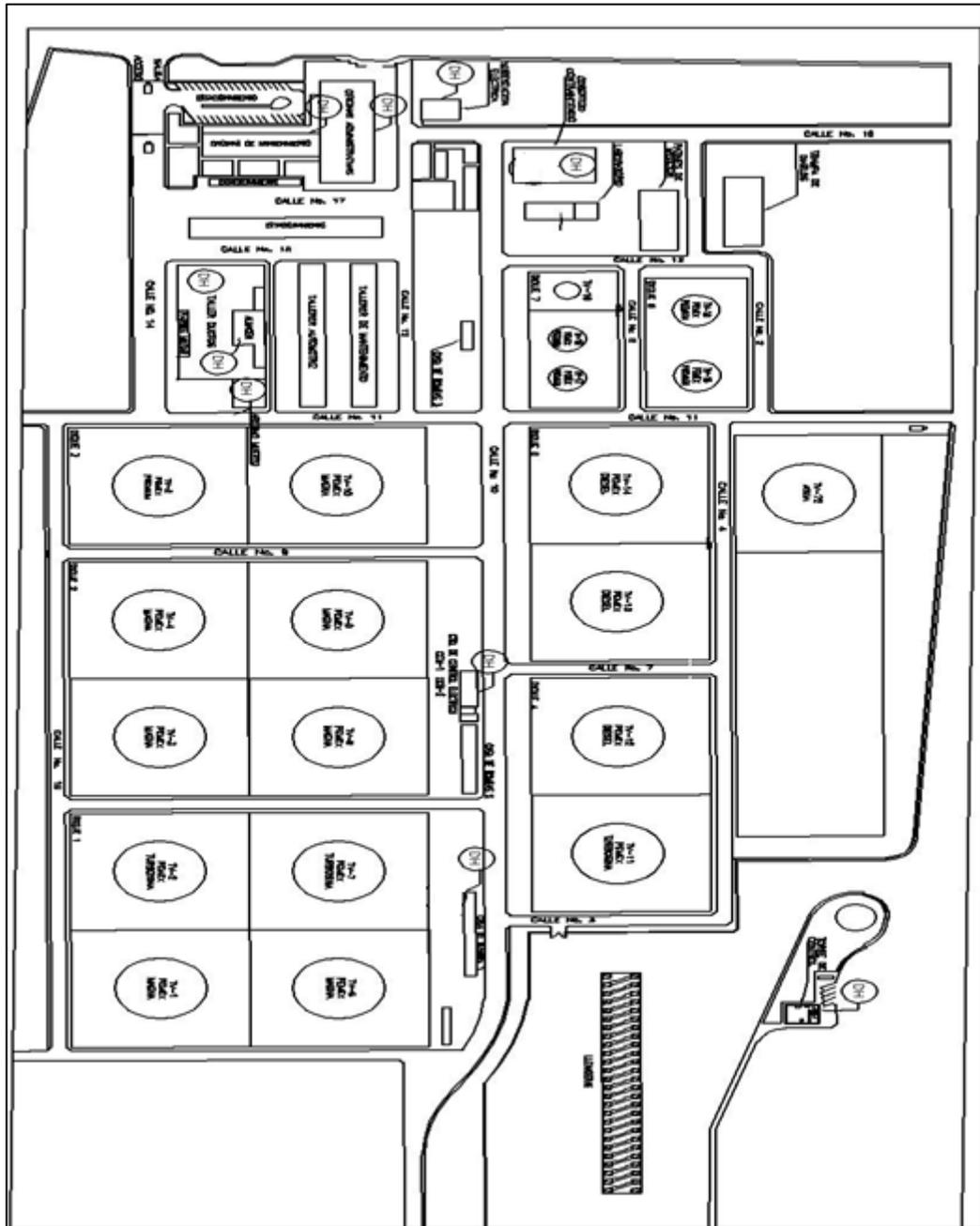


Figura B.3 Ubicación de detectores de mezclas explosivas.

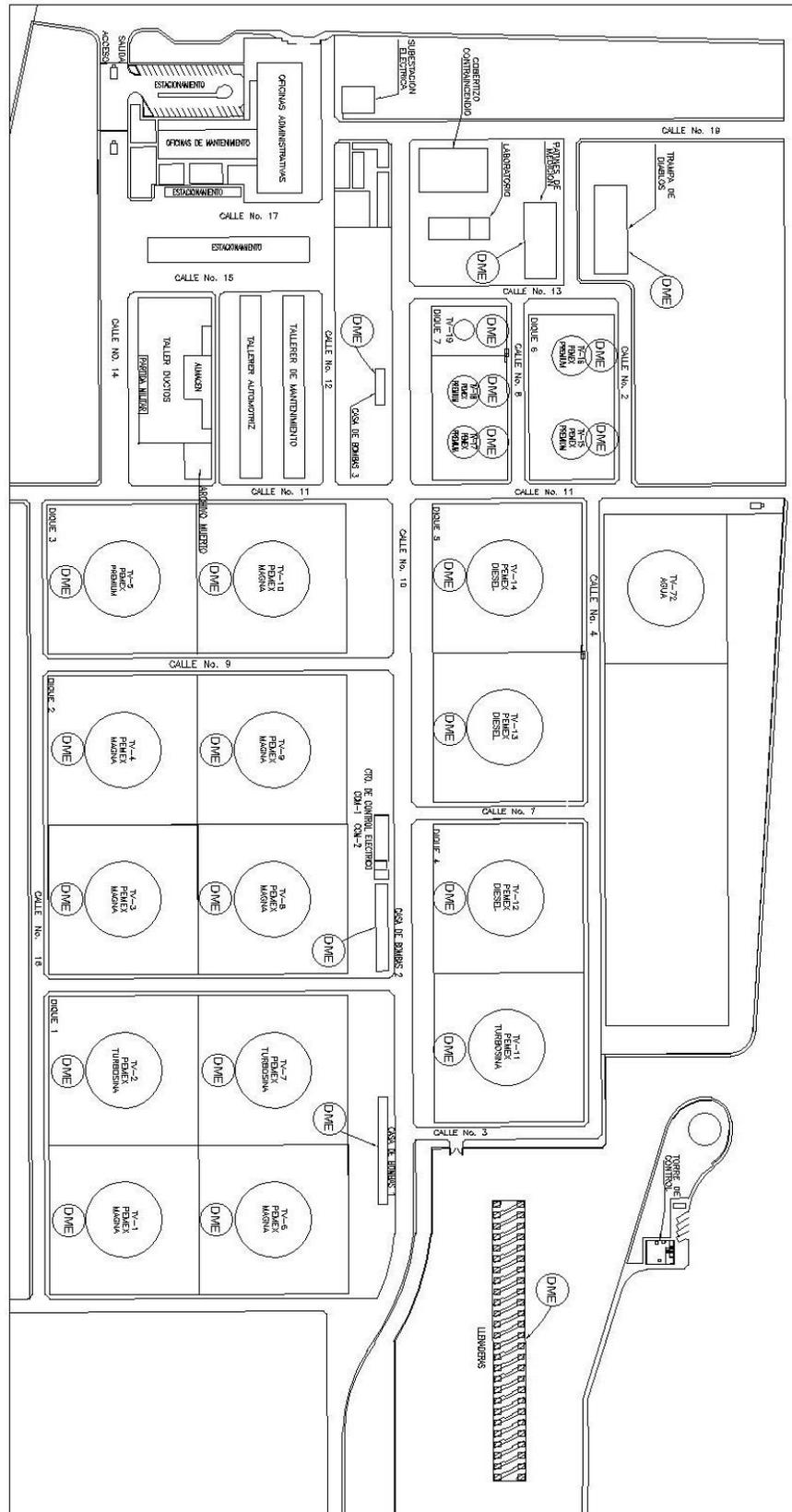


Figura B.4 Ubicación de detectores de fuego.

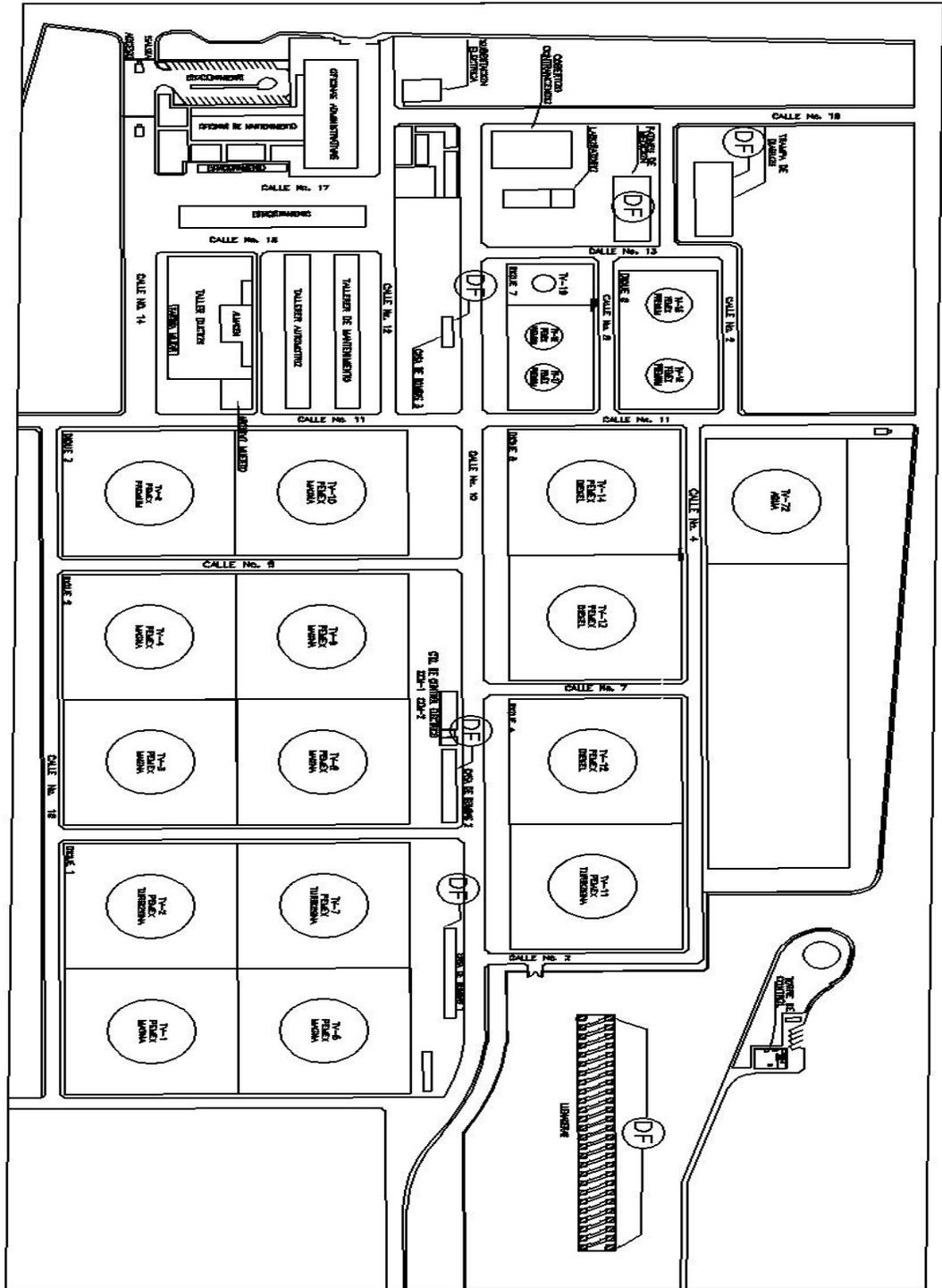


Figura B.5 Ubicación de alarmas visuales, sonoras y botoneras.

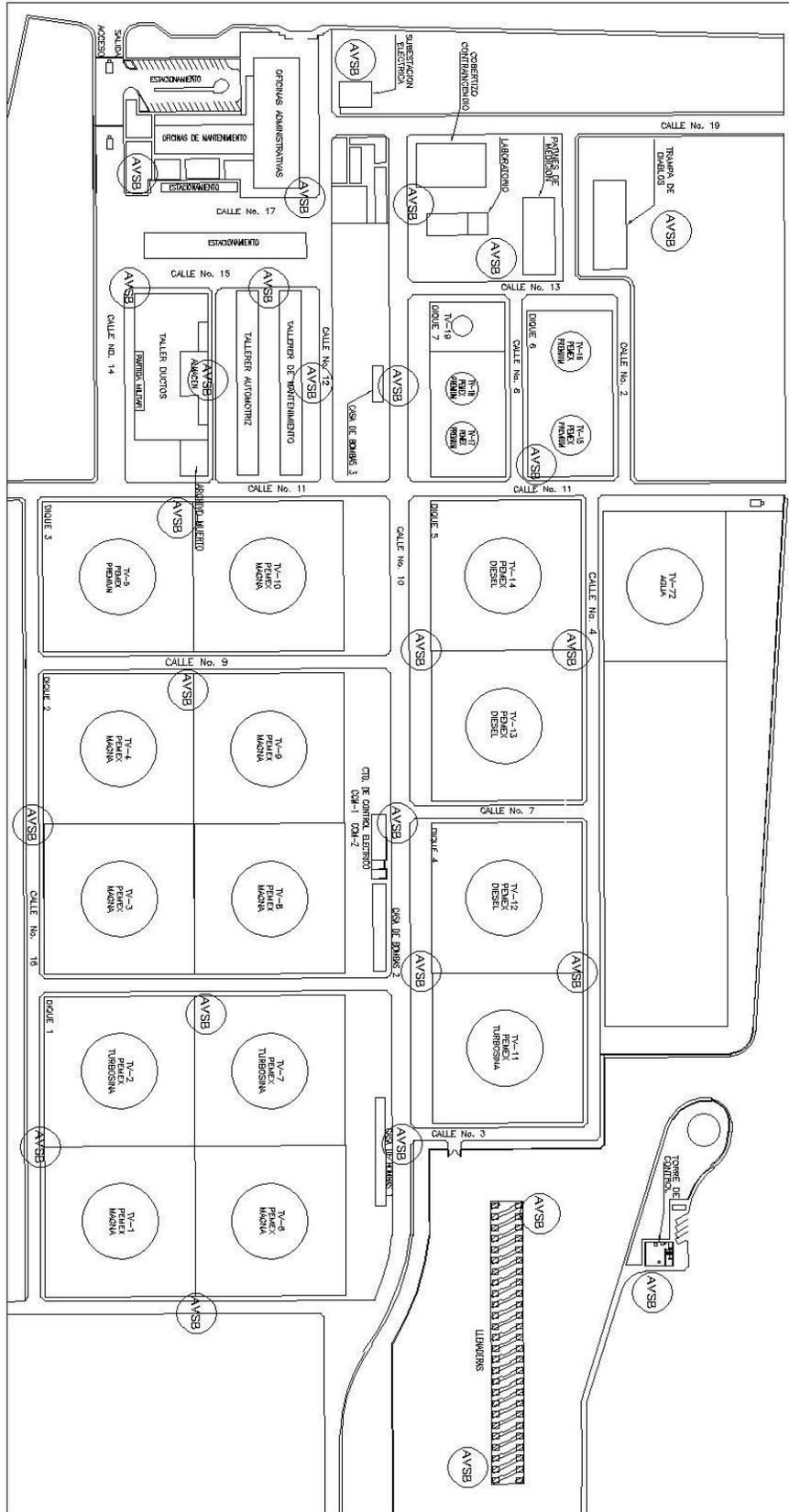
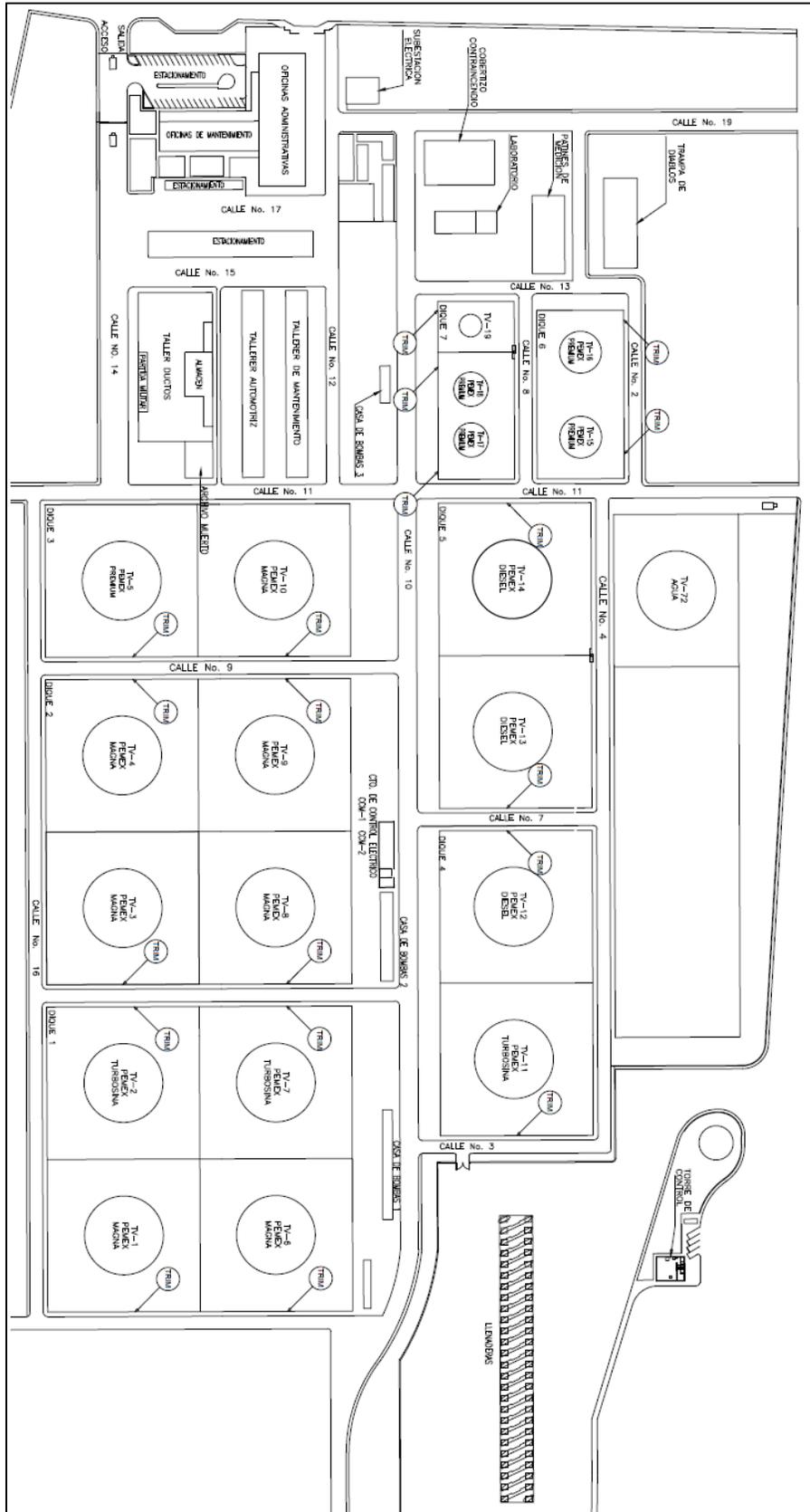


Figura B.7 Ubicación de los TRIMS.



Referencias.

1. Accidente San Juanico

http://www.unizar.es/guiar/1/Accident/San_Juan.htm

Consultada el 5 de Mayo de 2012

2. Información de la TAR

<http://www.ref.pemex.com/octanaje/22marzo.htm>

Consultada el 3 de junio de 2012

3. NRF-210-PEMEX-2011
4. NRF-245-PEMEX-2010
5. NFPA 20
6. NRF-015-PEMEX-2008