

## INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS.



Complejo Petroquímico "Pajaritos"  
Coatzacoalcos, Ver.

***SISTEMA DE GAS Y FUEGO:  
DETECCIÓN Y ALARMAS EN  
LA PLANTA DE ETILENO 2 DEL  
COMPLEJO PETROQUÍMICO  
PAJARITOS.***

### RESIDENCIA PROFESIONAL

TRABAJO PROFESIONAL COMO  
REQUISITO PARA OPTENER EL TÍTULO DE  
**INGENIERO ELECTRÓNICO**

PRESENTA

**JUVENTINO CRUZ CARBAJAL**

ASESOR INTERNO

**ING. VICENTE LEÓN OROZCO**

ASESOR EXTERNO

**ING. PEDRO ORTIZ CERVANTES**



## INDICE

JUSTIFICACIÓN.....	8
OBJETIVOS .....	8
Objetivo General.....	8
Objetivo Específicos. ....	8
CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR DONDE SE REALIZÓ EL PROYECTO. ....	9
PROBLEMAS A RESOLVER .....	13
ALCANCES Y LIMITACIONES .....	13
Alcance. ....	13
Limitaciones. ....	13
FUNDAMENTO TEÓRICO .....	14
Descripción general del Sistema de detección de Gas y Fuego. ....	14
Especificaciones del Controlador Electrónico Programable para PEMEX.....	14
Componente del PLC del Sistema de Gas y Fuego. ....	15
Detectores de Gas Combustible, Gas Tóxico y Fuego. ....	15
Especificaciones del Detector de Gas Combustible. ....	16
Especificaciones del Detector de Gas Tóxico. ....	17
Especificaciones del Detector de Fuego. ....	18
Alarmas audibles y visibles.....	19
Especificaciones de las alarmas del Sistema de Gas y Fuego.....	19
Alarmas audibles para exteriores. ....	20
Alarmas audibles para interiores. ....	20
Generador de tonos. ....	21
Alarmas visibles para interiores y exteriores. ....	22
Estaciones manuales.....	23
Especificaciones de la Válvula tipo solenoide. ....	23
PROCEDIMIENTOS Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.	
Identificación de los elementos del SGF de la Planta Etileno 2.....	24
Unidad de Control del Sistema de Gas y Fuego. ....	26
Protocolo de comunicación ControlNet. ....	26
Detectores de Gas Combustible (DGC). ....	27



SISTEMA DE GAS Y FUEGO: DETECCIÓN Y ALARMAS EN LA PLANTA DE ETILENO 2  
DEL COMPLEJO PETROQUÍMICO PAJARITOS

Detectores de Gas de Toxico (DGT).....	28
Detectores de Fuego (DF). ....	29
Alarma audible para interiores. ....	30
Alarma audible para exteriores. ....	30
Generador de Tonos.....	31
Alarmas visibles para interiores .....	32
Alarma visible para exteriores .....	33
Estaciones Manuales de activación. ....	33
Sistema de Fuerza Ininterrumpible(UPS).....	34
Válvula Solenoide.....	35
PRINCIPIO DE OPERACIÓN DE LOS DETECTORES DEL SGF .....	37
Principio de operación del detector de Gas Combustible.....	37
Principio de operación del detector de Gas Toxico. ....	38
Principio de operación del detector de Fuego. ....	38
DIAGRAMA DE CONEXIÓN E INSTALACIÓN DE LOS DETECTORES DEL SGF.....	40
Diagrama de conexión de los Detectores de Gas Combustible y Toxico. ....	40
Instalación de los Detectores de Gas Combustible y Toxico. ....	40
Diagrama de conexión del Detector de Fuego. ....	41
Instalación del detector de Fuego.....	42
CALIBRACIÓN DE LOS DETECTORES DE GAS COMBUSTIBLE Y TOXICO. ....	43
Calibración inicial.....	43
Calibración regular. Una calibración regular incluye “cero” y “span”, el cual se efectúa mediante un kit de calibración (Figura x).....	44
OPERACIÓN DEL SISTEMA DE GAS Y FUEGO.....	46
Lazo de control de detección de gas combustible y gas tóxico. ....	46
Filosofía de Operación. ....	47
Detección de fuga de Gas Combustible. ....	47
Detección de fuga de Gas Toxico.....	48
Detección de Fuego.....	49
Activación manual. ....	50
Pruebas de alarmas.....	50
Mantenimiento a detectores. ....	51



SISTEMA DE GAS Y FUEGO: DETECCIÓN Y ALARMAS EN LA PLANTA DE ETILENO 2  
DEL COMPLEJO PETROQUÍMICO PAJARITOS

Diagnósticos.....	51
PANTALLA DE OPERACIÓN.....	52
PRUEBA DE LOS DETECTORES.....	61
Prueba del Detector de Gas Combustible (DGC).....	61
Condición de pre-alarma por presencia de Gas Combustible.....	61
Condición de alarma por presencia de gas combustible.....	61
Prueba del Detector de Gas Tóxico (DGT).....	62
Condición de pre-alarma por presencia de gas tóxico (H <sub>2</sub> S).....	62
Condición de Alarma por presencia de gas tóxico.....	62
Prueba de los Detectores de Fuego (DF).....	63
FALLAS DETECTADAS.....	64
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
REFERENCIAS.....	67
ANEXOS.....	68
GLOSARIO.....	70



## INDICE DE FIGURAS.

FIGURA 1. UBICACIÓN DEL C.P. PAJARITOS.....	9
FIGURA 2. PLOT PLAN DEL C.P. PAJARITOS.....	9
FIGURA 3. PLOT PLAN DE LA PLANTA ETILENO 2.....	10
FIGURA 4. CONTROL DISTRIBUIDO DEL PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN DE ETILENO 2.....	11
FIGURA 5. DIAGRAMA A BLOQUES DEL PROCESO DE LA PLANTA DE ETILENO.....	12
FIGURA 6. ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE GAS Y FUEGO.....	25
FIGURA 7. UNIDAD DE CONTROL DEL SGF.....	26
FIGURA 8. DGC ULTIMA XIR.....	27
FIGURA 9. DGT ULTIMA XE.....	28
FIGURA 10. DF SHARPEYE.....	29
FIGURA 11. ALARMA AUDIBLE PARA INTERIORES.....	30
FIGURA 12. ALARMA AUDIBLE PARA EXTERIORES.....	31
FIGURA 13. GENERADOR DE TONOS.....	32
FIGURA 14. ALARMAS VISIBLES PARA INTERIORES.....	32
FIGURA 15. ALARMAS VISIBLES PARA EXTERIORES.....	33
FIGURA 16. ESTACIÓN MANUAL.....	34
FIGURA 17. UPS.....	35
FIGURA 18. ESTRUCTURA DE LA SOLENOIDE.....	36
FIGURA 18.1 FUNCIONAMIENTO DE LA SOLENOIDE.....	36
FIGURA 19. PRINCIPIO DE DETECCIÓN DE GAS, TIPO INFRARROJA.....	37
FIGURA 20. PRINCIPIO DE DETECCIÓN DE GAS, TIPO ELECTRÓQUÍMICA.....	38
FIGURA 21. CONO DE VISIÓN DEL DETECTOR DE FLAMA.....	39
FIGURA 22. DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL DETECTOR DE GAS COMBUSTIBLE Y TOXICO.....	40
FIGURA 23. DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL DF.....	41
FIGURA 24. CALIBRADOR ULTIMA.....	44
FIGURA 25. VISUALIZACIÓN EN LA PANTALLA PARA SUMINISTRAR EL GAS DE PUESTA A CERO.....	44
FIGURA 26. VISUALIZACIÓN EN LA PANTALLA PARA SUMINISTRAR EL GAS DE PRUEBA.....	45
FIGURA 27. CALIBRACIÓN COMPLETA.....	45



FIGURA 28. LAZO DE CONTROL PARA LOS DGC Y DGT .....	46
FIGURA 29. LAZO DE CONTROL PARA EL DF .....	47
FIGURA 30. PANTALLA PRINCIPAL .....	52
FIGURA 30.1. HISTORIAL DE ALARMAS.....	53
FIGURA 30.2. ARQUITECTURA DEL SISTEMA.....	54
FIGURA 30.3. ESTADO DE DISPOSITIVOS .....	55
FIGURA 30.4. ESTADO DE DETECTORES DE GAS COMBUSTIBLE .....	56
FIGURA 30.5. GRAFICA DE TENDENCIA.....	56
FIGURA 30.6. ESTADO DE DETECTORES DE GAS TOXICO, FUEGO, ESTACIONES MANUALES Y VÁLVULAS DE DILUVIA.....	57
FIGURA 30.7. ÁREA 100.....	58
FIGURA 30.8. CÓDIGO DE COLORES DE ESTADO DEL DGC .....	58
FIGURA 30.9. ÁREA 200.....	59
FIGURA 30.10. CÓDIGO DE COLORES DE ESTADO DEL DGT .....	59
FIGURA 30.11. ÁREA DE ALMACENAMIENTO .....	60
FIGURA 30.12. CÓDIGO DE COLORES DE ESTADO DEL DF.....	60
FIGURA 31. ESTADO DE DETECTORES DE GAS COMBUSTIBLE.....	64
FIGURA 32. ESTADO DE DETECTORES DE GAS TOXICO, FUEGO, ESTACIONES MANUALES Y VÁLVULAS DE DILUVIO.....	65

#### INDICE DE TABLAS

TABLA 1. TIPOS DE DETECTORES Y PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.....	15
TABLA 2. INDICADORES DE ESTADO DEL DETECTOR DE FUEGO.....	18
TABLA 3. TONOS Y/O MENSAJES DEL GENERADOR DE TONOS.....	21
TABLA 4. ALARMAS VISIBLES.....	23



## INTRODUCCIÓN

Petróleos Mexicanos (Pemex) es una empresa productiva de Petróleo competitiva a nivel mundial, creada el 18 de Marzo de 1938, cuenta con un régimen Constitucional para la Explotación de los Recursos Energéticos, principalmente del Petróleo y Gas natural en el territorio mexicano. En materia de transformación industrial PEMEX cuenta con ocho Complejos Petroquímicos que permiten producir derivados de Petróleo para hacerlos llegar a los distintos sectores económicos e industriales del País y Extranjero.

La función de la industria Petroquímica, es transformar el gas natural y algunos derivados del petróleo en materias primas, las cuales representan la base de diversas cadenas productivas. La industria Petroquímica es fundamental para el crecimiento y desarrollo de importantes cadenas industriales como son la textil, automotriz, plásticos, alimentos, fertilizantes, la farmacéutica y la química, entre otras.

Dentro de las ocho Petroquímicas de PEMEX en México se encuentran los Complejos Petroquímicos de “Morelos”, “Cangrejera”, “Pajaritos”, “Cosoleacaque”, “Independencia”, “Escolín”, “Tula” y “Camargo”.

La Residencia Profesional se realizó en el C.P. (Complejo Petroquímico) “Pajaritos” el cual está localizado en el Km. 7.5 Carretera a Villahermosa, Tabasco en la Cd. de Coatzacoalcos, Veracruz. El C.P. “Pajaritos” inicio su operación en el año 1967, actualmente comercializa el Etileno, Monómero Cloruro de Vinilo y sus derivados, para maximizar su valor económico satisfaciendo la demanda del mercado. Es el único C.P. en México que produce el Monómero del Cloruro de Vinilo, dicho Complejo es socialmente responsable ya que trabaja con estrictos estándares de seguridad y protección al medio ambiente.

Dentro del C.P. “Pajaritos” se encuentra la Planta de Etileno 2, en la cual mediante un craqueo del Etano Fresco en los Hornos de Pirolisis se produce el Etileno y sus derivados, con una producción anual de 185,000 toneladas, a una pureza del 99.95%, el Etileno es de suma importancia en el C.P “Pajaritos” ya que es una materia prima para la producción de Monómero del Cloruro de Vinilo.

La naturaleza de los procesos y operaciones que se realizan en las instalaciones del C.P. “Pajaritos”, implican riesgos de ocurrencia de incidentes industriales. En los incidentes industriales destacan por su magnitud los de explosión e incendio que tienen su origen en fugas de hidrocarburos líquidos o gaseosos, así como aquellos derivados de la presencia de atmósferas contaminadas con productos tóxicos que ponen en riesgo la vida del personal, infraestructura y medio ambiente. Para mitigar estos accidente se implementa un Sistema de Gas y Fuego.





## JUSTIFICACIÓN

El contar con un Sistema de Gas y Fuego permite elevar el nivel de respuesta del personal ante alguna contingencia, ya que es un sistema de monitoreo continuo de las condiciones del ambiente, lo que permite salvaguardar la integridad física del personal y evitar daños a los equipos e instalaciones, previniendo o reduciendo las consecuencias adversas que resultan de la probable liberación de material explosivo (gas combustible), venenoso (gas tóxico) o fuego que se pudieran originar dentro de las instalaciones.

La presencia de estos gases obliga a modernizar e instalar Sistemas de Gas y Fuego con equipos eficientes, que permitan: monitorear, alertar y determinar las concentraciones de la presencia de gas combustible y tóxico, detectar presencia de fuego y aumentar la velocidad de respuesta para mitigar siniestros, de esta forma el personal puede llevar a cabo las acciones necesarias para controlar esta situación y evitar algún posible desastre.

## OBJETIVOS

Objetivo General.

Instalación de un Sistema de Gas y Fuego que permita determinar la concentración de Gas Combustible (%LEL), Gas Tóxico (ppm) y presencia de Fuego en la Planta Etileno 2 del C.P. "Pajaritos".

Objetivo Específicos.

- Identificar cada uno de los componentes del Sistema de Gas y Fuego: PLC, Detectores de gas tóxico, gas explosivo y fuego, alarmas audibles y visibles (internas y externas).
- Identificar el diagrama de instalación y ubicación de los componentes del Sistema de Gas y Fuego en la Planta Etileno 2.
- Procedimientos del funcionamiento, mantenimiento y detección de fallas del Sistema de Gas y Fuego.
- Calibración y puesta en operación de los distintos detectores del Sistema de Gas y Fuego.



## CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR DONDE SE REALIZÓ EL PROYECTO.

El Complejo Petroquímico “Pajaritos” de Pemex es una empresa mexicana que elabora, comercializa y distribuye productos petroquímicos selectos. Este Complejo Petroquímico está ubicado en la carretera Coatzacoalcos Veracruz Km 7.5 con las siguientes coordenadas  $18^{\circ}06'33.88''N$   $94^{\circ}23'19.09''O$  y abarca una superficie de 615.78 Km<sup>2</sup>.



Figura 1.- Ubicación del C.P. Pajaritos.



Figura 2.- Plot plan del C.P. Pajaritos.

SISTEMA DE GAS Y FUEGO: DETECCIÓN Y ALARMAS EN LA PLANTA DE ETILENO 2  
DEL COMPLEJO PETROQUÍMICO PAJARITOS

Las plantas ubicadas dentro del C.P. “Pajaritos” se utilizan para la producción de Monómero del Cloruro de Vinilo, esta se obtiene mediante la unión de Etileno con los derivados del Cloro.

En su conjunto el C.P. “Pajaritos” tiene capacidad de producción de más de un millón de T/A de productos intermedios y finales, teniendo una gran importancia de manera integral.

La Planta Etileno 2 está situada dentro del C.P “Pajaritos” como se puede apreciar en la figura 3, la cual tiene una superficie territorial de 44.86 km<sup>2</sup>. Dicha Planta tiene una producción de 185,000 toneladas anuales de Etileno a una pureza de 99.95%.



Figura 3.- Plot plan de la Planta Etileno 2.

La planta está dividida en áreas las cuales son fundamentales para la producción de Etileno.

Para la producción de Etileno se requiere de Etano fresco que es proporcionado por la Planta Criogenica a una pureza de 95%, dicha Planta lo suministra a una presión de  $13 \text{ kg/cm}^2$  y se reduce a una presión de  $7.6 \text{ kg/cm}^2$ , el gas Etano pasa por un cambiador de temperatura para su precalentamiento, aumentando su temperatura a  $71^\circ\text{C}$  para poderse introducir a los hornos de pirolisis BA-101, BA-106. Dentro de los hornos el Etano se mezcla con vapor de media ( $19 \text{ kg/cm}^2$  de presión) para después entrar a la zona de convención (precalentándolo) a temperatura de  $675^\circ\text{C}$ , posteriormente pasa a la zona de radiación donde surge un fenómeno químico llamado Craqueo, esto se logra cuando el Etano se expone a una temperatura de

SISTEMA DE GAS Y FUEGO: DETECCIÓN Y ALARMAS EN LA PLANTA DE ETILENO 2  
DEL COMPLEJO PETROQUÍMICO PAJARITOS

860°C, ocasionando que se desprenda el Etileno, Butano, Propano, Acetileno y otros subderivados del Craqueo del gas Etano.

Una vez acabando el proceso dentro de los hornos de pirolisis el producto pasa por el área de Apagado DA-101, donde mediante un baño de agua de enfriamiento (43°C) se reduce la temperatura de 860°C a 315°C para después pasar al compresor GB-201 de cuatro etapas donde la materia prima se comprime de 0.500 Kg a 37Kg, para después pasar la torre DA-201 donde se realiza el lavado cáustico adhiriendo Sosa al 50% de concentración para eliminar Azufre y CO<sub>2</sub> del producto producido por los hornos de pirolisis.

La materia prima es introducida al reactor FA-206 para poder eliminar el Acetileno que se encuentra dentro de ella. Por medio de secadores FA-209 se elimina la humedad, para después pasar a la etapa de subenfriamiento FA-301, FA-304 y así poder introducir la materia prima dentro de la Torre Demetanzadora DA-401 eliminando el gas rico en metano y quedando Etileno, Etano, Propano y sus derivados. Terminando el proceso de separación del Metano el producto se dirige hacia la Torre de Deetanizadora DA-402 donde quedan todos los producto pesados y solo se obtiene el gas Etileno y Etano. Para poder separar el Etileno y Etano es introducido a la Torre Fraccionadora DA-403, donde se obtiene el gas Etileno a una pureza 99.95%.

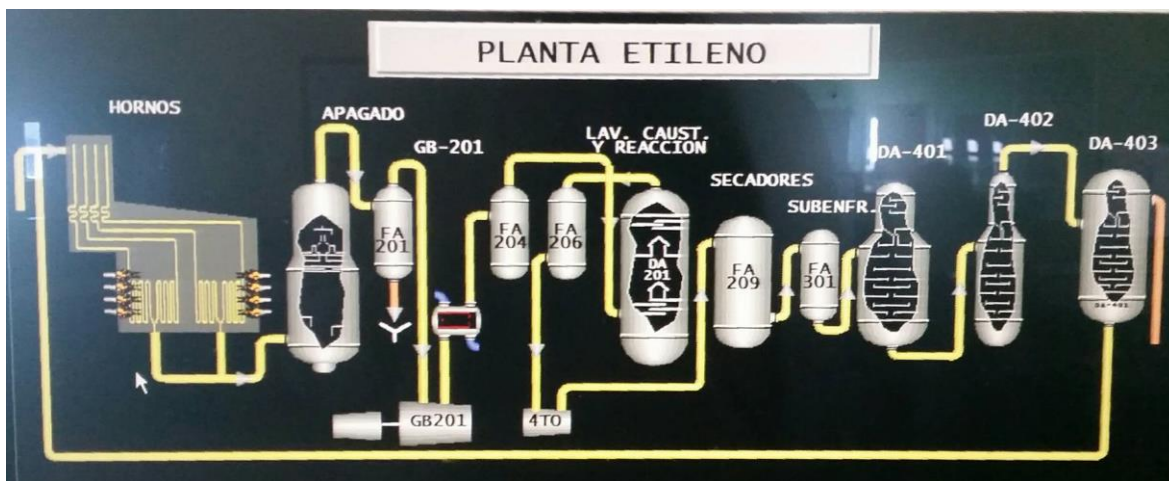


Figura 4.- Control distribuido del proceso para la producción de Etileno 2.



SISTEMA DE GAS Y FUEGO: DETECCIÓN Y ALARMAS EN LA PLANTA DE ETILENO 2 DEL COMPLEJO PETROQUÍMICO PAJARITOS

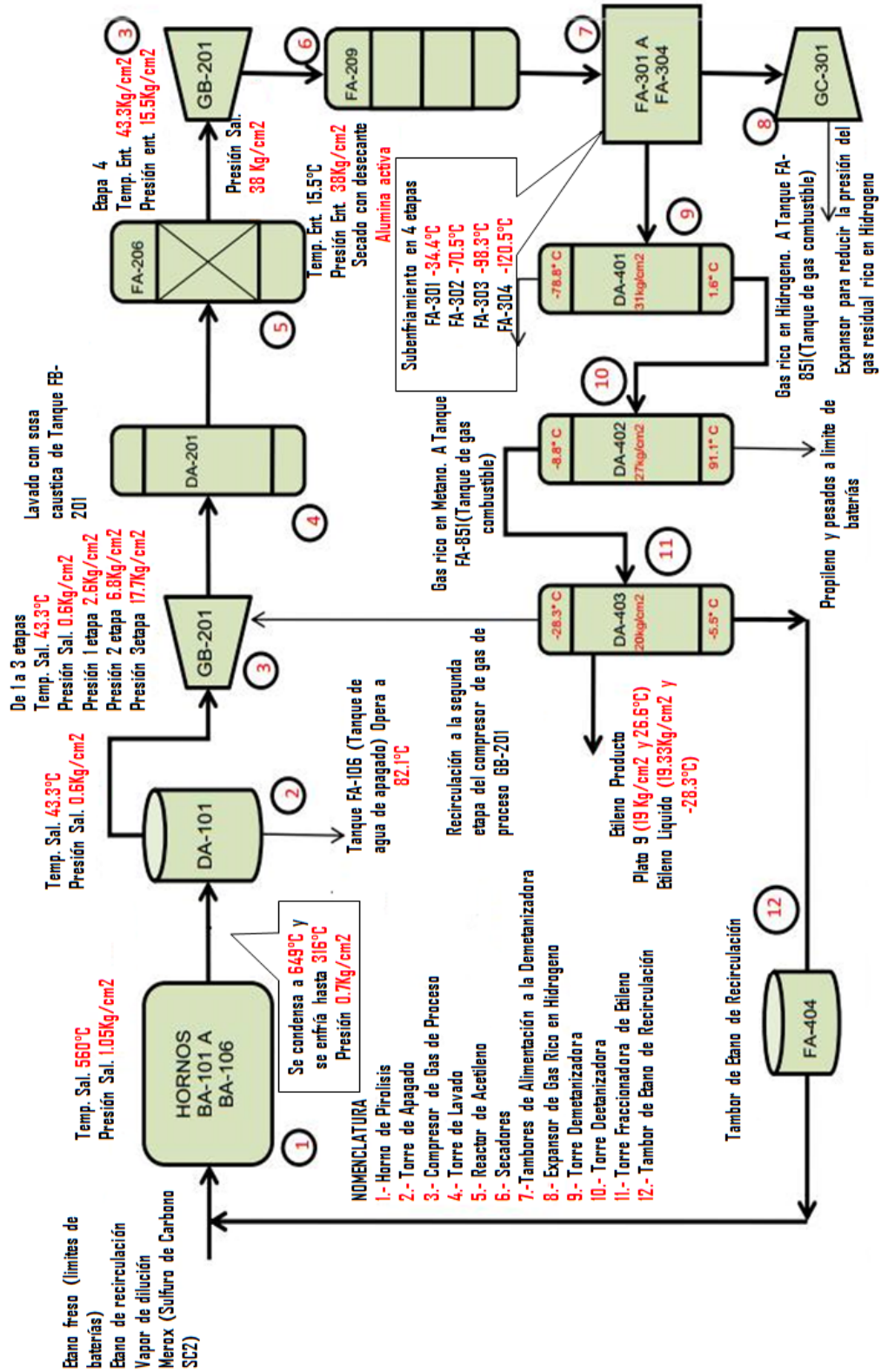


Figura 5.- Diagrama a bloques del proceso de la Planta Etileno 2.



## PROBLEMAS A RESOLVER

Es importante conocer las condiciones y rangos de operación de los detectores para la elección de los equipos a utilizar en el Sistema de Gas y Fuego.

Conocer el funcionamiento y estructura de los detectores para identificar los tipos de fallas y así efectuar las acciones necesarias para corregirlas.

Identificar e interpretar el diagrama de conexión para comprender las señales de entradas/salidas y el comportamiento del Sistema de Gas y Fuego.

## ALCANCES Y LIMITACIONES

Alcance.

Atender los requerimientos y especificaciones solicitados en las normas de PEMEX para los dispositivos utilizados en el Sistema de Gas y Fuego de la Planta Etileno 2 del C.P. "Pajaritos". Además de instalación, diagramas de conexión, métodos de calibración, pruebas y puesta en operación de los detectores, para que el personal adecuado de PEMEX tenga un mejor entendimiento del sistema, pueda detectar el tipo de falla y realizar las acciones necesarias para poder corregirlas.

Limitaciones.

Debido a la complejidad del sistema los periodos de mantenimiento son variables y requieren una atención prioritaria para el ajuste final.



## FUNDAMENTO TEÓRICO

Descripción general del Sistema de detección de Gas y Fuego.

El Sistema de Gas y Fuego es un Sistema automático integrado por diferentes elementos eléctricos, electrónicos, mecánicos y electrónicos programables, que permite monitorear, señalar y ubicar la existencia de gases combustible, toxico y fuego, a través de la activación de indicadores de alarma, ya sea por medios visuales/audibles y/o de presentación digital, según lo establecido en las normas NRF-184-PEMEX-2012 y NRF-210-PEMEX-2013, en las cuales detalla las especificaciones que deben cumplir los elementos del SGF (Sistema de Gas y Fuego).

Especificaciones del Controlador Electrónico Programable para PEMEX.

Como parte de las acciones necesarias para el control del Sistema de Gas y Fuego, PEMEX debe contar con un Controlador Electrónico Programable (PLC) acorde a la normativa NRF-184-PEMEX-2012. Este PLC debe contar con el sistema de seguridad SIL 2 (ver Anexo 3) y ser apto para ejecutar la lógica de las funciones Instrumentadas de seguridad del Sistema de Gas y Fuego, debe contar con una memoria no volátil e indicadores de fallas de los componentes del mismo y cuando exista una falla individual de cualquier componente del PLC, éste no debe causar ninguna acción de falla generalizada del PLC. La unidad de control (PLC) debe ser capaz de funcionar en condiciones de humedad y temperatura de acuerdo a los parámetros climáticos sin necesidad de ambientación, ser resistente a los golpes, vibración, descargas electrostáticas e interferencia electromagnética.[1]

El PLC no sustituye total ni parcialmente a los dispositivos, equipo, instrumentos o arreglos que forman parte integral de los Sistemas Digitales de Monitoreo y Control de proceso, que son los sistemas básicos que monitorean y controlan la operación rutinaria de las instalaciones, es independiente de cualquier otro sistema, incluso de los sistemas de paro por emergencia y debe ser unidireccional con el mismo.

El PLC debe supervisar, monitorear y/o activar directamente sistemas de seguridad específicos, al igual debe comunicarse con los siguiente sistemas:

- Sistema de paro por emergencia (SPE).
- Sistema Digital de Monitoreo y Control de Proceso (SDMC).



### Componente del PLC del Sistema de Gas y Fuego.

Los componente que integran el PLC del Sistema de Gas y Fuego son los siguientes:

- Unidad de procesamiento central (CPU).
- Módulo de interfaces para comunicación.
- Software.
- Módulos de entradas/salidas.
- Módulo de alimentación de energía eléctrica.

### Detectores de Gas Combustible, Gas Tóxico y Fuego.

Los detectores de gas y fuego se emplean para monitorear y detectar oportunamente la presencia y la acumulación de gases tóxicos, gas combustible y fuego, y así evitar riesgos potenciales al personal e instalaciones a través de los sistemas de alarmas audibles y visibles.

Los detectores del Sistema de Gas y Fuego deben cumplir con todo lo establecido en la norma de referencia NRF-210-PEMEX-2013 donde se mencionan las especificaciones de cada uno de ellos. Estos detectores cuentan con diferentes tipos de detección para cada caso, como se aprecia en la Tabla 1.

Tabla 5.- Tipos de detectores y principio de funcionamiento.

DETECTORES	TIPO DE DETECCIÓN
Gas Combustible	<ul style="list-style-type: none"><li>• Infrarrojo.</li><li>• Catalítico.</li></ul>
Gas Tóxico	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sulfhídrico (H<sub>2</sub> S).</li><li>• Sulfhídrico (H<sub>2</sub> S) tipo electroquímico.</li><li>• Sulfhídrico (H<sub>2</sub> S) tipo camino abierto.</li><li>• Ácido fluorhídrico (HF).</li><li>• Hidrógeno (H<sub>2</sub>) tipo celda electroquímica.</li></ul>
Fuego	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ultravioleta/Infrarrojo (UV/IR).</li><li>• Ultra Violeta (UV).</li><li>• Infrarrojo (IR).</li><li>• IR Triple.</li><li>• Óptico.</li></ul>





### Especificaciones del Detector de Gas Combustible.

El detector de Gas Combustible debe supervisar continuamente la concentración de gas combustible en áreas abiertas y cuando exista una concentración determinada debe enviar una señal al PLC para la activación de alarmas audibles y visibles.

El equipo detector debe estar compuesto por dos dispositivos principales: sensor y transmisor. El transmisor debe procesar la señal proveniente del sensor y la debe reproducir como una señal eléctrica, ya sea proporcional a la condición de calibración del Elemento Primario de Medición (EPM) o como un indicativo de alarma. Este se debe basar en un microprocesador, para monitoreo continuo de la presencia de concentraciones potenciales de gas combustible.[2]

El detector debe detectar al menos dos niveles de concentración de gas y a través del sistema de gas y fuego enviar las señales correspondientes de acuerdo a los siguientes criterios:

- a) Se debe activar una señal de alarma visible en el CEP de gas y fuego para alertar al personal que existe baja concentración de gas combustible en el área.
- b) Se debe activar una señal de alarma visible y audible de tipo local y general en el CEP para alertar al personal por alta concentración de gas combustible en el área.

Debe operar en el rango de 0% al 100% LEL, y tener una pantalla digital tipo cristal líquido (LCD) o pantalla digital a base de LED's con despliegue de mensajes para indicar continuamente la concentración de gas combustible detectado en el área, debe ser inmune a interferencias por radiofrecuencia y EMI (Interferencia Electromagnética) así como también estar protegido contra polvo y agua y ser a prueba de explosión Clase 1 división 1 (ver Anexo 2), también debe tener la función de autodiagnóstico de fallas, señales de salida para conexión con la unidad de control respectiva como:

- a) Baja concentración de gas combustible.
- b) Alta concentración de gas combustible.
- c) Falla del detector de gas combustible.
- d) Detector de gas combustible en calibración.

El arreglo transmisor-sensor debe funcionar en un rango de operación de 24 Vcd, debe tener una señal de salida de 0 mA a 20 mA (0 mA - 4 mA diagnóstico; 4 mA-20 mA medición), El arreglo debe ser en una sola pieza, se puede suministrar en ensambles dobles o triples cuando PEMEX así lo solicite. Debe contar con un mínimo de dos entradas para tubería conduit de 19 mm ( $\frac{3}{4}$  in) de diámetro que



permitan eliminar la posibilidad de filtraciones de líquidos por deficiencias en la instalación.

Los indicadores de estado en la pantalla local del transmisor: deben indicar las siguientes condiciones:

- a) Error en la calibración.
- b) Falla del detector.
- c) Falla en el procesador.
- d) Alto/bajo voltaje.

Especificaciones del Detector de Gas Tóxico.

El detector de Gas Tóxico debe supervisar continuamente la concentración de gas tóxico en áreas abiertas o cerradas, debe ser de alta sensibilidad y consumir poca energía y resistir el ambiente corrosivo de acuerdo al área donde se instale y ser envolvente para protección contra polvo y contra salpicaduras de agua (filtro hidrofóbico, el cual permite el paso de gas pero no de agua), ser inmune a interferencias por radiofrecuencia, EMI (Interferencia Electromagnética) y ser a prueba de explosión Clase 1 división 1.[2]

El transmisor debe estar basado en circuito de microprocesador, y tiene que efectuar monitoreo continuo de la presencia de concentraciones potenciales de gas tóxico; y del autodiagnóstico del detector. El sensor tiene que ser específico para el gas a detectar (ácido sulfhídrico, ácido fluorhídrico, ácido cianhídrico u otros gases tóxicos), con baja interferencia así como también debe operar bajo el principio de celda electroquímica y por difusión.

El detector debe contar con la capacidad para fijar al menos dos puntos para activar las alarmas de baja y alta concentración.

El detector se debe operar en el rango de 0 ppm a 100 ppm, debe tener una pantalla local de cristal líquido (LCD) o tipo matriz de LED integrada al equipo para verificar su funcionamiento, debe tener adicionalmente indicadores locales tipo LED's para indicación de alarma y falla. Debe indicar continuamente el nivel de gas tóxico detectado en el sitio, así como la identificación automática de fallas, debe proporcionar las siguientes señales de salida para enviarlas al CEP y al Tablero de seguridad del SGF:

- a) Baja concentración de gas tóxico.
- b) Alta concentración de gas tóxico.
- c) Falla del detector de gas tóxico.
- d) Detector de gas tóxico en calibración.



El ensamble transmisor-sensor debe funcionar dentro de un rango de operación de 24 Vcd, y tener una señal de salida de 0 mA a 20 mA (0 mA - 4 mA diagnóstico; 4 mA-20 mA medición). El ensamble debe ser en una sola pieza, puede ser suministrado en ensambles dobles o incluso hasta triples cuando PEMEX lo solicite. Debe contar con un mínimo de dos entradas para tubería conduit de 19 mm ( $\frac{3}{4}$  in) de diámetro que permitan eliminar la posibilidad de filtraciones de líquidos por deficiencias en la instalación. Los indicadores de estado en la pantalla local del transmisor: deben indicar las siguientes condiciones:

- a) Error en la calibración.
- b) Falla del detector.
- c) Falla en el procesador.
- d) Alto/bajo voltaje.

#### Especificaciones del Detector de Fuego.

El detector de fuego debe detectar la radiación ultravioleta e infrarroja producida por fuego por medio de foto-sensores independientes para cada una de las dos bandas requeridas.

Este detector tiene que utilizar las ondas de luz ultravioleta e infrarroja que generan las flamas, para detectar la presencia del fuego, sólo al detectar ambos espectros de luz se debe enviar la señal de alarma, puede detectar toda clase de incendios (incluyendo la flama por Hidrogeno) y no solo los producidos por hidrocarburos o por hidrógeno, según la aplicación. El sensor debe usar el principio fotoeléctrico para procesar dinámicamente la señal en las bandas ultravioleta e infrarrojo y utilizar una señal combinada para indicar la presencia de fuego.[2]

El detector debe tener elementos sensibles a la radiación UV e IR y la electrónica asociada, terminales para señal de salida de 0 mA-20 mA para identificación de diagnósticos y alarma, de acuerdo a lo requerido por la aplicación y operar con un suministro eléctrico de 24 Vcd, debe tener al menos dos relevadores y entradas roscadas para el cableado. El dispositivo debe contar con tres indicadores de estado visible de operación como se aprecia en la Tabla 2.

Tabla 6.- Indicadores de estado del detector de fuego

Color	Estado	Condición
Verde	Encendido	Operación normal
Ámbar	Encendido	Falla del detector
Rojo	Encendido	Presencia de Flama



Debe ser de diseño modular para permitir un fácil reemplazo del módulo de IR y/o UV sin el uso de herramientas especiales. La caja del detector debe tener una entrada para tubería conduit de 19 mm ( $\frac{3}{4}$  in) NPT.

El detector debe minimizar falsas alarmas de operación provocadas por fuentes diferentes a un incendio, tales como soldadura eléctrica, rayos X, descargas eléctricas atmosféricas, reflejos de la luz solar, así como fuentes de luz infrarroja o luz incandescente, inherentes al área de riesgo, y a su vez ser a prueba de explosión Clase 1 división 1, ser inmune a interferencias por radiofrecuencia y EMI (Interferencia Electromagnética) así como también estar protegido contra agua y polvo.

Alarmas audibles y visibles.

Las alarmas para alertar al personal pueden ser visuales y/o audibles las cuales proporcionan la información necesaria al personal sobre la anomalía detectada para cada tipo de riesgo, con diferentes tonos y/o señales luminosas según lo establecido en la norma NRF-011-PEMEX-2013.

Especificaciones de las alarmas del Sistema de Gas y Fuego.

Las alarmas para alertar al personal pueden ser sonoras y luminosas, que proporcionen la información necesaria sobre la anomalía detectada para cada tipo de evento, con distintos tonos y luminarias con colores.

La alarma sonora debe tener la capacidad de ser silenciada por el personal autorizado una vez que haya confirmado el alcance de la emergencia, mientras que la alarma luminosa debe permanecer activada durante todo el evento, hasta que se restablezca a las condiciones normales.

Se debe contar con un sistema de señalización (audible/visible) del sistema de alarmas que permita al personal identificar la ubicación de una emergencia de manera rápida y precisa, e indicar el estado del equipo de emergencia o de las funciones de seguridad contra incendio que podrían afectar la seguridad de los ocupantes en caso de incendio.[2]

El sistema de alarma se debe activar automáticamente, cuando el Sistema de Gas y Fuego identifica la presencia de gas y/o fuego en la instalación, esta activación puede ser por zona o en la totalidad de la instalación, la activación de las alarmas también se puede hacer por medio de estaciones manuales localizadas en número suficiente en lugares dentro de la instalación.



Las alarmas audibles y visuales se deben ubicar en lugares estratégicos para que el personal los identifique.

Alarmas audibles para exteriores.

Las alarmas para exteriores deben ser altoparlantes tipo trompeta con intensidad de tono para asegurar la audibilidad en áreas exteriores, el nivel mínimo de la intensidad sonora debe ser de 109 dB a 3 m. En el caso de áreas con nivel sonoro continuo a los 85 dB, el nivel mínimo de la alarma debe ser 15 dB mayor que el del área, o de 5 dB sobre el máximo que pudiera presentarse durante 30 segundos o más, pero no más de 120 dB.[2]

El sistema de alarma audible debe estar formado por:

- a) Un generador de tonos capaz de producir los tonos y/o mensajes de acuerdo a la tabla 3.
- b) Bocinas amplificadoras para reproducir los tonos, las cuales deben estar protegidas contra las condiciones del medio ambiente.

La señal de alarma se debe enviar al generador de tonos, que a su vez debe enviar la señal específica del evento a los altoparlantes (tonos y mensajes pregrabados) por medio de sus amplificadores.

Alarmas audibles para interiores.

Las alarmas audibles para interiores deben operar en conjunto con las alarmas audibles y visibles de toda la instalación al presentarse cualquier condición de riesgo que afecte al área en cuestión (Tabla 3).

La alarma audible en interiores o áreas cerradas, debe generar un sonido con una intensidad de 70 dB a 3 m. El altoparlante debe ser tipo baffle para instalarse con conexión en tubería conduit de 19 mm ( $\frac{3}{4}$  in) de diámetro entrada tipo hembra, colocadas en la parte superior de la pared de tal manera que no queden escondidas o tapadas por los diferentes equipos o estructuras dentro del cuarto, instalándose en los lugares más concurridos.

Deben incluir una placa de identificación con la leyenda: "Alarma de detección de gas y fuego".



### Generador de tonos.

El generador de tonos se debe programar para reproducir sonidos y/o mensajes en idioma español para distinguir el tipo de riesgo que se ha detectado, La activación de los dispositivos de notificación de alarmas o comunicaciones de voz de emergencia debe ocurrir dentro de los 30s posteriores a la activación de un dispositivo iniciador como máximo.[2]

El tono y su mensaje se reproducen de forma intercalada (tres rondas completas del número transmitido, y cada ronda debe consistir en no menos de tres impulsos, por una vez el mensaje programado en tiempo de duración). La señal de tono y mensaje a reproducir depende del dispositivo activado, en caso de darse dos o más eventos diferentes de manera simultánea, sólo se debe reproducir el tono y mensaje de mayor prioridad. El generador de tonos debe de reproducir los tonos y/o mensajes que se listan en la Tabla 3.

Tabla 7.- Tonos y/o mensajes del generador de tonos.

<b>ALARMAS GENERALES PARA EL GENERADOR DE TONOS</b>				
<b>PRIORIDAD</b>	<b>RIESGO/MENSAJE</b>	<b>TONO</b>	<b>AUDIO FRECUENCIA</b>	<b>GRADO DE MODULACION (HERTZ)</b>
<b>PRIMERA</b>	Abandono de Instalación	Sirena extremadamente rápida	560 a 1055 Hz	6 ciclos/s
<b>SEGUNDA</b>	Alta concentración de gas toxico	Sirena lenta temporal	Bajo 424 Hz Alto 77 Hz	15 ciclos/minuto
<b>TERCERA</b>	Fuego	Sirena rápida	560 a 1055 Hz	3,3 ciclos/s
<b>CUARTA</b>	Alta concentración de gas combustible	Corneta continua	470 Hz	Continuo
<b>QUINTA</b>	Hombre al agua	Alternante alto y bajo	Bajo 363 Hz Alto 518 Hz	60 ciclos/minuto
<b>SEXTA</b>	Prueba/simulacro	Corneta intermitente lenta	470 Hz	50 ciclos/s

El generador de tonos debe cumplir con los requerimientos para su instalación en áreas Tipo 1 (NEMA 1 o equivalente) y con un suministro eléctrico de 120 Vac, 60 Hz, o de acuerdo a lo que PEMEX especifique; se debe localizar cerca de la unidad de control del sistema de gas y fuego. Debe estar integrado con amplificadores para obtener la intensidad de sonido indicada en la tabla 3.



### Alarmas visibles para interiores y exteriores.

Las luminarias de las alarmas se deben activar para emitir, por medio del lente, luces de colores específicos con luz intensa, para permitir avisar al personal que se encuentra en el área, de la existencia de una condición de emergencia, y se deben operar por una señal proveniente del Sistema de Gas y Fuego.

Estas pueden ser colocadas en forma horizontal o vertical. Para su instalación en el plano vertical, la altura mínima debe ser de 1,50 m tomando como base el nivel de piso terminado a la parte inferior del conjunto de luminarias (semáforo). Para su instalación en el plano horizontal la altura mínima debe ser de 2,03 m y de 2,44 m como máximo tomando como base el nivel de piso terminado. Cuando no se pueda cumplir con la altura mínima de 2,03 m las luces se deben instalar a 150 mm debajo del techo.

Las alarmas visibles para exteriores deben ser estroboscópicas de tipo destellante/intermitente que indiquen condición de alarma, a excepción de una luz de tipo continua que indique el estado correcto del sistema con una potencia de 100 candelas, las intermitentes deben contar con una velocidad máximo de 120 destellos por minuto (2 Hz) y mínimo de 60 destellos por minuto (1 Hz), con una intensidad luminosa efectiva de 700 cd a 1 000 cd (intensidad efectiva) deben funcionar a temperaturas de -40 °C a 60 °C (-40 °F a 140 °F) y contar con un suministro eléctrico de 12-24Vdc o 120 Vac.

Las alarmas visibles para interior deben ser intermitentes no estroboscópicas a excepción de una luz continua que indique el estado correcto del sistema y debe contar con el grado de protección NEMA 1.[2]

Para la selección de la alarma visible se debe considerar que la luz destellante de la alarma sea vista a una distancia de 50 metros con un oscurecimiento producido por la combustión de cualquier tipo de hidrocarburo, y un alcance visual de 360° considerando el montaje del semáforo en posición horizontal y vertical. El domo de la luminaria debe ser de material transparente y resistente al calor e impacto y la guarda de protección del lente de la luminaria debe de ser de aluminio libre de cobre o acero inoxidable y la tornillería externa de ensamble debe de ser de acero inoxidable a excepción de las de uso interior. Las alarmas visibles que indiquen condición normal deben ser del tipo continuo (sólo tecnología LED's), con potencia de lámpara según el área de aplicación. Pueden existir dos o más luces encendidas a la vez, excepto la luz verde, que se debe apagar al activarse cualquier otra luz de alarma.

Debe existir un letrero permanente que indique lo que significa cada luz, los colores y letreros que identifican la condición anómala detectada, como se muestran en la tabla 4.





Tabla 8.- Alarmas visibles

<b>COLOR</b>	<b>TIPO</b>	<b>LETRERO(RAZON DE LA ALARMA)</b>
<b>Verde</b>	Continuo	Condición normal
<b>Rojo</b>	Intermitente	Fuego
<b>Ámbar</b>	Intermitente	Alta concentración de gas combustible
<b>azul</b>	Intermitente	Alta concentración de gas toxico

Estaciones manuales.

En un sistema de detección de incendio, es indispensable la instalación de estaciones manuales de doble acción “Empujar y Jalar” o “Levantar y Presionar” conforme lo solicite PEMEX, se deben instalar en puntos estratégicos que permitan accionar y anunciar a distancia situaciones de emergencia, y transmitir una señal de alarma al Sistema de Gas y Fuego. Se debe operar con una sola mano, y no debe contar con un elemento que pudiera requerir utilizar las dos manos o herramienta específica, debe estar protegido con tapa con bisagra o una carátula transparente abatible, para que permita al personal activar la alarma sin riesgo alguno, con contactos normalmente abiertos.[2]

La estación manual debe estar diseñada para un voltaje de operación de 24 VCD, alimentada desde la unidad de control y operar a un rango de temperatura de -40 °C a 60 °C (-40 °F a 140 °F) además de ser a prueba de explosión Clase 1 división 1.

Especificaciones de la Válvula tipo solenoide.

Las especificaciones de la válvula tipo solenoide están establecidas en la norma de referencia NRF-204-PEMEX-2012.

La válvula solenoide debe ser de tres vías y dos posiciones, con el tipo de operación normalmente abierta, esta debe ser apta para servicio continuo y bajo consumo, con aislamiento eléctrico clase “F”, el material del cuerpo debe ser de acero inoxidable 316 y operar con 24VCD.[6]



## PROCEDIMIENTOS Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.

### Identificación de los elementos del SGF de la Planta Etileno 2.

El Sistema de Gas y Fuego de la Planta de Etileno 2 del C. P. “Pajaritos”, está compuesto por instrumentos de campo (Detectores de: Gas Tóxico, Gas Combustible, Fuego, alarmas audibles y visibles, y estaciones manuales), Sistema de Control (PLC) y una estación de Operación en el cuarto de control.

Como se muestra en la arquitectura del SGF (Figura 6), el SGF está formado por los siguientes elementos:

- 48 Detectores de Gas Combustible (DGC).
- 06 Detectores de Gas Tóxico (DGT).
- 19 Detectores de Fuego (DF).
- 04 Juegos de Alarmas Visibles para Exterior.
- 01 Juego de Alarma Visible para Interior.
- 04 Alarmas Audibles para Exterior.
- 01 Alarma Audible para Interior.
- 04 Estaciones manuales de Activación para exterior.
- 01 Estación manual de Activación para Interior.
- 06 Solenoides.
- 01 Estación de Operación (HMI).
- 01 Unidad de Fuerza Ininterrumpible (UPS).
- 01 Unidad de Control del Sistema de Gas y Fuego (PLC).

SISTEMA DE GAS Y FUEGO: DETECCIÓN Y ALARMAS EN LA PLANTA DE ETILENO 2 DEL COMPLEJO PETROQUÍMICO PAJARITOS

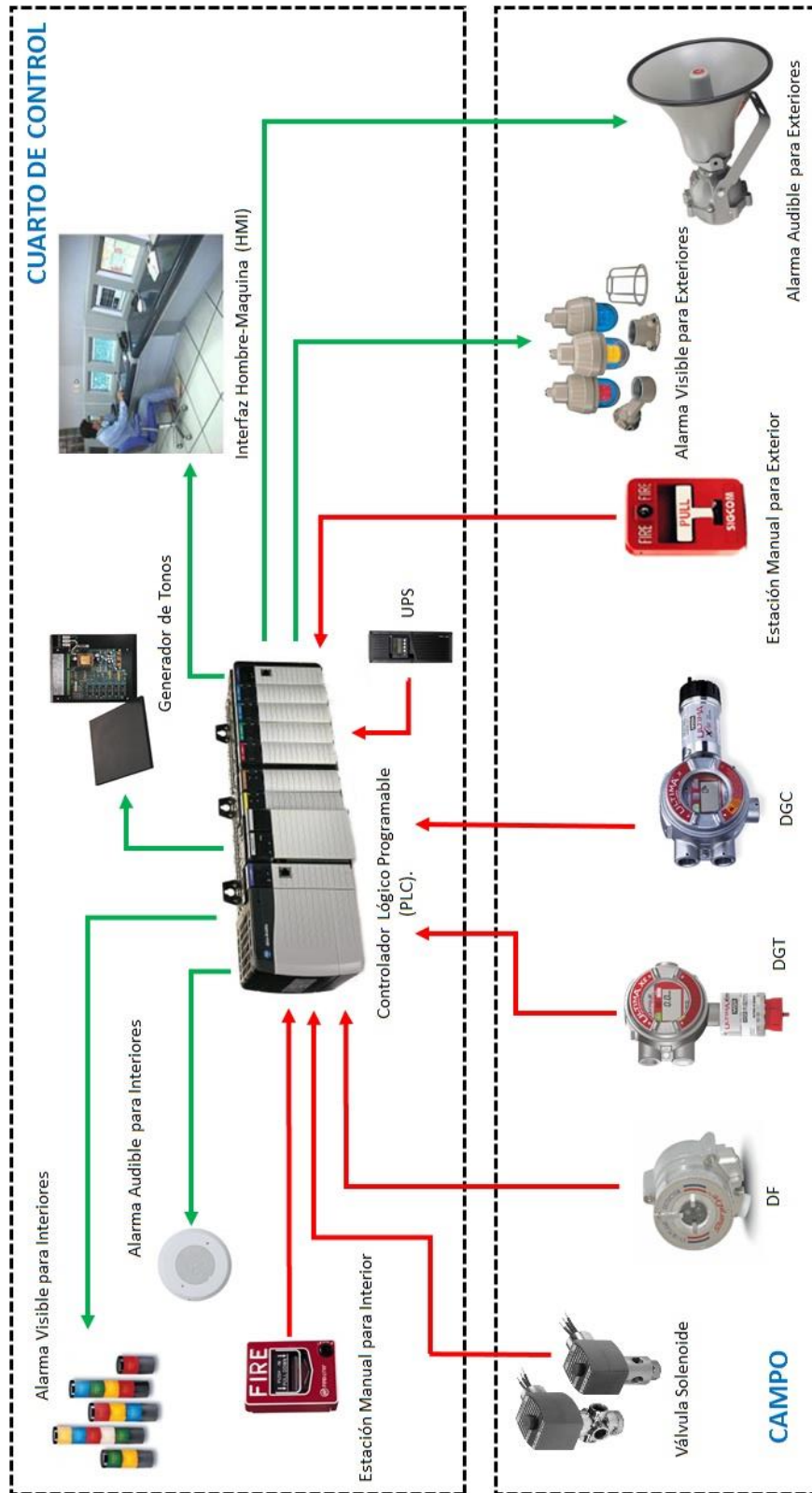


Figura 6.-Arquitectura del Sistema de Gas y Fuego.

### Unidad de Control del Sistema de Gas y Fuego.

La Unidad de Control para el Sistema de Gas y Fuego de la Planta Etileno 2 es un Controlador Lógico Programable (PLC) marca Allen Bradley modelo ControlLogix. Este es el equipo central del Sistema de Detección de Gas y Fuego, pues en él se encuentran configuradas todas las instrucciones necesarias para llevar a cabo el monitoreo de gases combustibles, tóxicos y flama, y la configuración del accionamiento de las alarmas en base a las condiciones establecidas para tal fin. Así mismo en el PLC ControlLogix convergen todas las señales del sistema: señales de entrada y de salida hacia los dispositivos de campo como detectores y alarmas; y también administra los enlaces de comunicación hacia sistemas de monitoreo desde donde el usuario puede interactuar con el Sistema de detección de Gas y Fuego mediante una interfaz gráfica clara e intuitiva por medio de un protocolo de comunicación denominado Controlnet. El PLC cumple con todo lo establecido en la norma NRF-210-PEMEX-2013.



Figura 7.- Unidad de Control del SGF.

### Protocolo de comunicación ControlNet.

ControlNet es un protocolo de red abierto para aplicaciones de automatismos industriales, también es conocido como bus de campo. Este protocolo resuelve las demandas de usos en tiempo real, de alta velocidad en la capa de la automatización y del control para la integración de los sistemas de control complejos tales como sistemas de impulsión coordinados, del control de la autógena, del control del movimiento, de sistemas de la visión, de sistemas de control complejos, de sistemas de control de proceso con requisitos grandes de los datos, y de sistemas con los reguladores múltiples y los interfaces human-machine. ControlNet es ideal para los sistemas con la comunicación múltiple PC-basada en controladores, de PLC a PLC.

SISTEMA DE GAS Y FUEGO: DETECCIÓN Y ALARMAS EN LA PLANTA DE ETILENO 2  
DEL COMPLEJO PETROQUÍMICO PAJARITOS

ControlNet proporciona:

- Anchura de banda para I/O, conexión en tiempo real para mensajería y programación en el mismo acoplamiento.
- Determinista, funcionamiento repetible para aplicación de procesos.
- Redundancia de los medios y opciones intrínsecas seguras.
- Instalación simple que no requiere ninguna herramienta especial instalar la red.
- Acceso a la red de cualquier nodo.
- Flexibilidad en opciones de topología (árbol, star, bus) y tipos de conectores (coaxial fibra u otro).

Detectores de Gas Combustible (DGC).

El detector que se utiliza para censar la presencia de Gas Combustible es de la serie ULTIMA X MSA modelo ULTIMA XIR, este detector consta con una fuente infrarroja la cual envía información hacia el transmisor para visualizar la cantidad de gas detectado (%LEL). Opera con 24Vcd y tiene una señal de salida de 4-20mA, cuenta con un grado de protección NEMA 4X (ver Anexo 1) aprueba de explosión Clase 1 división 1. El sensor IR cuenta con una vida útil de 3 años.[7]

Características Físicas:

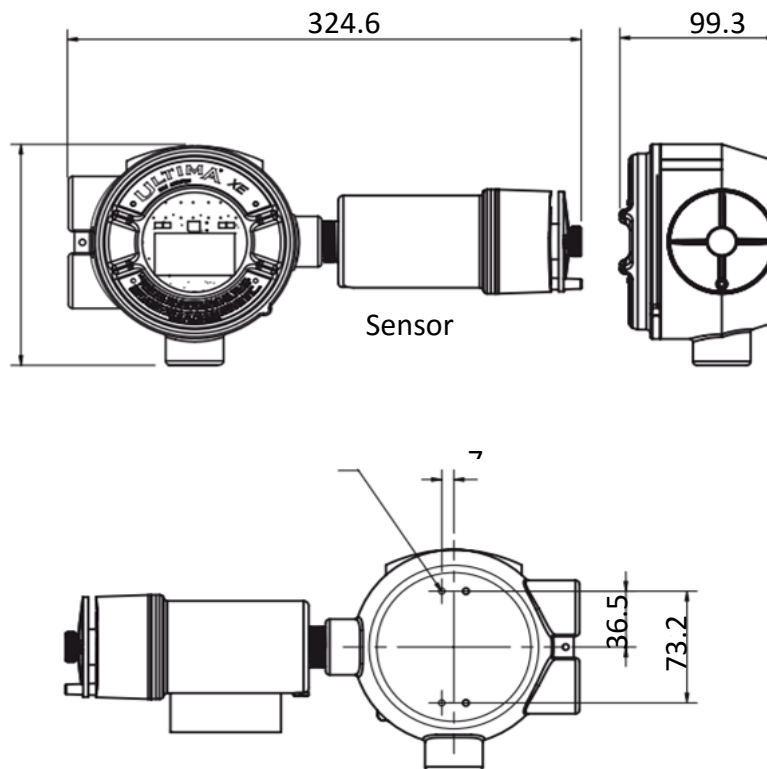


Figura 8.- DGC ULTIMA XIR.

SISTEMA DE GAS Y FUEGO: DETECCIÓN Y ALARMAS EN LA PLANTA DE ETILENO 2  
DEL COMPLEJO PETROQUÍMICO PAJARITOS

- Peso del equipo: 4,8 kg.
- Dimensiones mostradas en milímetros.
- Instale el sensor XIR horizontalmente, como se muestra.
- Envolvente del equipo: Acero inoxidable 316.
- Todos los cables deben conectarse a tierra en uno sólo de los extremos.
- Durante la instalación, deben colocarse prensaestopas certificados o tapones ciegos en todas las entradas de cables.

## Detectores de Gas de Toxico (DGT).

El detector que se utiliza para censar la presencia de Gas Toxico es de la serie ULTIMA X MSA modelo ULTIMA XE, este detector consta con una celda electroquímica la cual envía información hacia el transmisor para visualizar la concentración de gas detectado (PPM). Opera con 24Vcd y tiene una señal de salida de 4-20mA, cuenta con un grado de protección NEMA 4X (ver Anexo 1) aprueba de explosión Clase 1 división 1. El sensor electroquímico cuenta con una vida útil de 3 años.[7]

## Características Físicas:

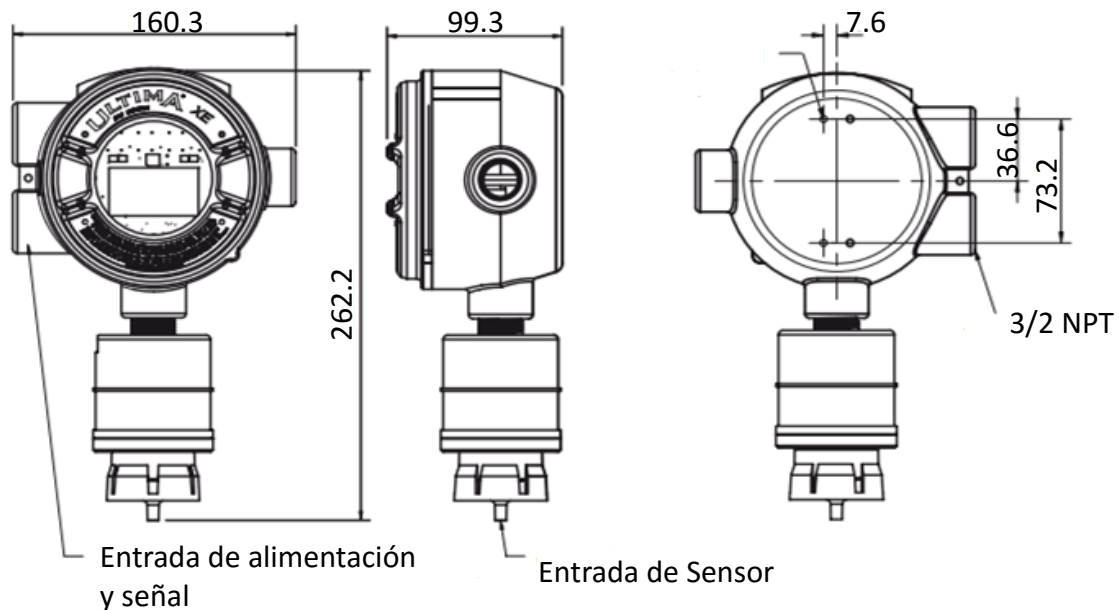


Figura 9.- DGT ULTIMA XE.

SISTEMA DE GAS Y FUEGO: DETECCIÓN Y ALARMAS EN LA PLANTA DE ETILENO 2  
DEL COMPLEJO PETROQUÍMICO PAJARITOS

- Peso del equipo: 4,72 kg
- Envolvente del equipo: Acero inoxidable 316
- Dimensiones mostradas en milímetros.
- Instale el ULTIMA XE con la entrada del sensor apuntando hacia abajo.
- Durante la instalación, deben colocarse prensaestopas certificados o tapones ciegos en todas las entradas de cables.
- Todos los cables deben conectarse a tierra en uno sólo de los extremos.

## Detectores de Fuego (DF).

El detector de Fuego SharpEye es utilizado dentro de la Planta Etileno 2 para monitorear la presencia de fuego. El detector es un dispositivo electrónico automático diseñado para censar la radiación UV e IR de una flama o fuego y entonces activar un relevador de alarma para señalizar una alarma o sistema de supresión, es altamente sensitivo y extremadamente rápido para proveer el más alto grado de detección de fuego.

La unidad mide la intensidad de radiación UV/IR de un área particular y cuando la intensidad es lo suficientemente alta y prolongada, activa un relevador de alarma y cambia también la señal de 4 a 20mA a un nivel más alto. Este detector cuenta con un grado de protección NEMA 4X aprueba de explosión Clase 1 división 1. El sensor UV/IR cuenta con una vida útil de 3 años.[3]

## Descripción Física:

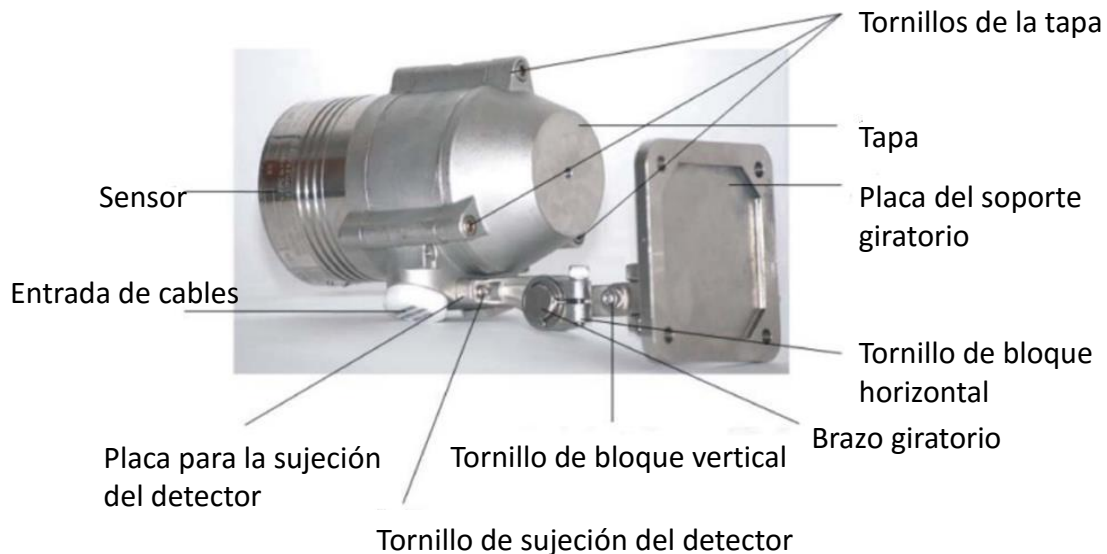


Figura 10.- DF SharpEye.



SISTEMA DE GAS Y FUEGO: DETECCIÓN Y ALARMAS EN LA PLANTA DE ETILENO 2  
DEL COMPLEJO PETROQUÍMICO PAJARITOS

- Peso del equipo: 4,74 kg
- Envolvente del equipo: Acero inoxidable 316.
- Durante la instalación, deben colocarse prensaestopas certificados o tapones ciegos en las entradas de cables.
- Todos los cables deben conectarse a tierra en uno sólo de los extremos.

## Alarma audible para interiores.

Las alarma audibles para interiores son bocinas tipo baffle marca Federal Signal modelo 50GC-024BG con capacidad de reproducir un sonido de 88 dBa 10ft o 98dB a 1m. suministro eléctrico de 24Vcd con un consumo de 0.7 A. certificado por CSA, cubierta tipo 3R con un rango de temperatura de operación  $-35^{\circ}\text{C}$  a  $72^{\circ}\text{C}$ , ajuste de nivel de sonido a 64dB cuenta con circuitería de estado sólido. Capacidad de enviar mensajes pregrabados provenientes del generador de tonos.



Figura 11.- alarma audible para interiores

## Alarma audible para exteriores.

Alarmas audibles para exteriores son marca Federal Signal modelo 302X-024 tienen la capacidad de enviar mensajes pregrabados de voz y tonos de alarma.

Son altavoces para el envío de mensajes de voz y tonos para uso exterior en áreas peligrosas clasificadas como clase I, suministro eléctrico de 24Vcd con corriente de operación de 2.0A, fusible de entrada y salida, cuenta con amplificación digital de la señal, potencia de salida de 114dB a 10ft y 124dB a 1m de distancia con un cono proyector construido en aluminio, circuitería interna, módulo amplificador de tono y control de volumen contenidos en housing de aluminio fundido. Todas las superficies son selladas con pintura de polvo horneada, ajuste de la salida en un rango de 0dB a 114dB a 10 ft de distancia con temperatura de operación de  $55^{\circ}\text{C}$  a  $66^{\circ}\text{C}$ . Aprobación NEMA 4X contando con empaques a prueba de polvo y humedad,

proporciona protección de todos los elementos. Revestida de esmalte de poliuretano transparente listada por UL y Cul, aprobada por CSFM, UL-1480.



Figura 12.- Alarma audible para exteriores.

#### Generador de Tonos.

Los tonos que se escuchan al presenciar un alarma provienen de un generador de tonos, este es capaz de producir varios tonos o mensajes. La alarma audible podrá recibir señales de tonos o mensajes hablados desde un punto remoto

El Generador de tonos que se usa para el Sistema de Gas y Fuego es de la serie 300MB modelo B, es el dispositivo que tendrá la función de enviar mensajes pregrabados dentro de las diferentes áreas de instalación del Sistema para detección de Gas y Fuego a las alarmas sonoras, en base a la condición de alarma presente en determinado momento, dicho generador es capaz de generar hasta seis diversos mensajes, melodías, tonos y/o señales pregrabados.

Cuenta con las siguientes características:

- Voltaje de operación: 110 VCA.
- Consumo de corriente: 0.8 Amp.
- Cuenta con grado de protección NEMA 1.
- Cuenta con aprobaciones UL y CSA.
- Cuenta con capacidad de generar hasta seis tonos independientes, de hasta 16 segundos cada uno. Capacidad total de 96 segundos.
- Cuenta con una respuesta de frecuencia a la señal de 250 Hz a 3.4 KHZ.

### Descripción del Chasis del generador de tonos.

El generador de tonos 300MB está montado en una caja negra de acero. La cubierta se une a la tapa con cuatro tornillos, dos a lo largo de cada borde de la tapa. La parte posterior de la cubierta incorpora dos compartimientos del cableado del campo, separados del área del tablero de circuito impreso. Un compartimiento está para la conexión de las líneas de señales, y el otro está para la conexión de las líneas de energía. Cada generador de tonos puede tener hasta seis tonos, seleccionados de una biblioteca de tonos. Cada chip se coloca en un zócalo del CI de 28-pines.



Figura 13.- Generador de tonos.

### Alarmas visibles para interiores

Las alarmas visibles para interiores son de marca Federal Signal, son Luces tipo LED apilables en torreta vertical de cuatro colores: verde, ámbar, azul y rojo, la torreta cuenta con la capacidad de albergar hasta 5 alarmas luminosas, voltaje de operación 24 Vcd con corriente de operación de 0.8 A, grado de protección NEMA aprobado por CSA para aplicaciones en interiores con una temperatura de operación de -18°C a 49°C., alcance visual de 360° la vida útil de lámpara es de 100 000 horas. Resistente al impacto, con material de la lente policarbonato



Figura 14.- Alarmas visibles para interiores.

### Alarma visible para exteriores

Las alarmas visibles constan de una lámpara visible con elemento emisor de luz incandescente de color verde y tres lámparas visibles con un elemento emisor de luz estroboscópico de color ámbar, azul y rojo. es de marca Edwarda Signal modelo 121X, las luces giratorias modelo 121X parpadean 90 veces por minuto y producen una señal visual de 360°

La unidad cuenta con un grado de protección NEMA 4X, esto quiere decir que es resistente a la corrosión debido a que su cubierta de aluminio libre de cobre tiene un acabado con polvo epóxico. Toda la parte física expuesta está hecha de acero inoxidable de grado 316.

con una intensidad luminosa efectiva de 2350 candelas afectivas (cd), la luz destellante de alarma es vista a una distancia de 50 metros y es inmune al oscurecimiento producido por la combustión de cualquier tipo de hidrocarburo

Opera con 24Vcd, consumo de corriente de 0.8 A, y la vida útil es de 25000 horas. A prueba de explosión clase 1 división 1.



Figura 15.- Alarmas visibles para exteriores.

### Estaciones Manuales de activación.

La serie SGX-32 es una de alta calidad, en metal fundido y la estación manual de alarma, UL Listado y Factory Mutual aprobado para su uso en lugares peligrosos (a prueba de explosiones). El SGX-32 está aprobado

para su uso en interiores y exteriores, NEMA 4X aplicaciones. SGX-32 estaciones pueden funcionar con una sola mano y sin agarre apretado, pellizcos o torsión de la muñeca. La fuerza requerido para operar la estación ha sido probado por los Laboratorios Underwriter.

## Características de operación:

- Voltaje normal de servicio: 24 VCC
- Corriente: 300 micro amperes
- Rango de temperatura de servicio: 32° a 120° F (0° a 49° C)
- Humedad relativa ambiente: 10 a 93%, sin condensación.



Figura 16.- Estación manual.

## Sistema de Fuerza Ininterrumpible(UPS).

El Sistema de Fuerza Ininterrumpible que se utiliza para el SGF es de marca Eaton/Powerware, Modelo PW9135G5000-XL3U. Este SFI alimentará a todos los elementos que componen el Controlador Electrónico Programable (PLC) y demás componentes del sistema de Gas y Fuego, así mismo, se provee con una capacidad adicional del 30%, de modo que a carga nominal (incluyendo los módulos de reserva del PLC y los módulos a instalar en las ranuras de expansión a futuro) su utilización no excede al 70 % de su capacidad nominal.

Cuenta con tecnología de doble conversión verdaderamente en línea. Capacidad de 5KVA/3.5KW. Cuenta con entrada de 208 Vca, en un rango de 156 a 280 Vca; frecuencia de 50/60 Hz, en un rango de 40-70 Hz. Protección de entrada por circuit breaker. Cuenta con salida de 115/120 Vca, mediante módulo de distribución de energía con transformador de aislamiento y switch de transferencia; con regulación de +/-2 % del voltaje nominal. Eficiencia de >97% en modo alta eficiencia y 91% en modo normal. Cuenta con by pass incluido. Diagnósticos del sistema completo. Cuenta con ruido audible, máximo de 46 db. Cuenta con interface de usuario tipo LCD, con retroiluminación azul y texto en español. Indicadores de estado tipo LED x 4. Cuenta con puerto de comunicación RS232 y USB, con cable de comunicación RS232 provisto. Incluye software para monitoreo desde PC.



SISTEMA DE GAS Y FUEGO: DETECCIÓN Y ALARMAS EN LA PLANTA DE ETILENO 2  
DEL COMPLEJO PETROQUÍMICO PAJARITOS

Cuenta con baterías internas y banco de baterías externos adicionales para respaldo total por 46 minutos. Las baterías son selladas, de plomo ácido, válvula regulada, libres de mantenimiento; con capacidad de reemplazo en caliente. Soporta una temperatura de operación de 0 a 40 °C y humedad relativa de 5 a 90%, sin condensación.

Dimensiones de UPS: 444 x 130 x 741 (alto x ancho x profundidad) mm; peso 57.0 kg. Dimensiones de banco de baterías externas: 325 x 214 x 650 mm (alto x ancho x profundidad) mm; peso 77.5 kg.



Figura 17.- UPS.

### Válvula Solenoide.

Válvula tipo solenoide de 3 vías 2 posiciones, esta válvula será accionada de forma automática por el sistema de detección fuego controlado por el PLC o por los tapones termofusibles y de esta forma salva guardar la seguridad de los trabajadores e instalaciones. Para servicio general. Válvula tipo solenoide de 3 vías 2 posiciones, operación tipo "Normalmente Abierta", conexión a proceso de ¼" NPT hembra; con un orificio de 9/32", CV=0.80; presión máxima de operación 200PSI de aire, temperatura máxima del fluido 170°C, cuerpo en bronce, internos en viton; bobina a prueba de explosión cubriendo Nema 3, consumo eléctrico de 10.6 Watt A 24 Vdc. Con alimentación eléctrica de 24 Vcd. Aprobación UL, CSA y CE.

SISTEMA DE GAS Y FUEGO: DETECCIÓN Y ALARMAS EN LA PLANTA DE ETILENO 2 DEL COMPLEJO PETROQUÍMICO PAJARITOS

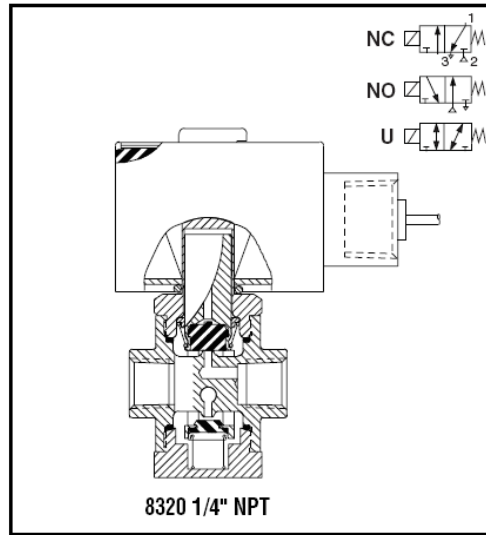


Figura 18.- Estructura de la solenoide.

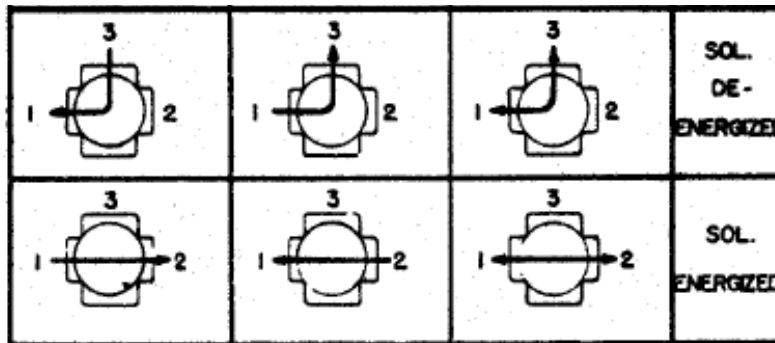


Figura 18.1.- Funcionamiento de la solenoide.



## PRINCIPIO DE OPERACIÓN DE LOS DETECTORES DEL SGF

## Principio de operación del detector de Gas Combustible.

El detector de gas combustible modelo Ultima XIR, está basado en el principio de absorción de rayos infrarrojos, los gases hidrocarburos tienen la capacidad de absorber energía infrarroja y esta característica es aprovechada para realizar la detección. Este principio está basado en una fuente de energía infrarroja modulada electrónicamente en una doble longitud de onda en el espectro infrarrojo que es dirigido a través de una ventana de zafiro hacia un espacio, y reflejada a través de un espejo de zafiro ensamblado en la parte inferior. La energía infrarroja es separada por un divisor de rayo, un rayo incide en el detector analítico (de medición) y el otro incide en el detector de referencia como se observa en la Figura 19.

Cuando no hay gas presente en el espacio abierto ambos rayos son reflejados a los detectores sin pérdida de energía. La presencia de gas en el espacio abierto reduce la intensidad de la emisión infrarroja que llega al detector analítico, pero no la intensidad que llega al detector de referencia. El microprocesador monitorea la relación de estas dos señales y las correlaciona en una lectura de %LEL de gas combustible, por lo que la cantidad de energía infrarroja que absorbe el gas es directamente proporcional a la lectura de 0-100%LEL y la señal de 4-20mA. La presencia de partículas en la ventana o la mirilla no afecta la reflexión del rayo de energía IR debido que la geometría del espejo permite la reflexión en toda su área.[9]

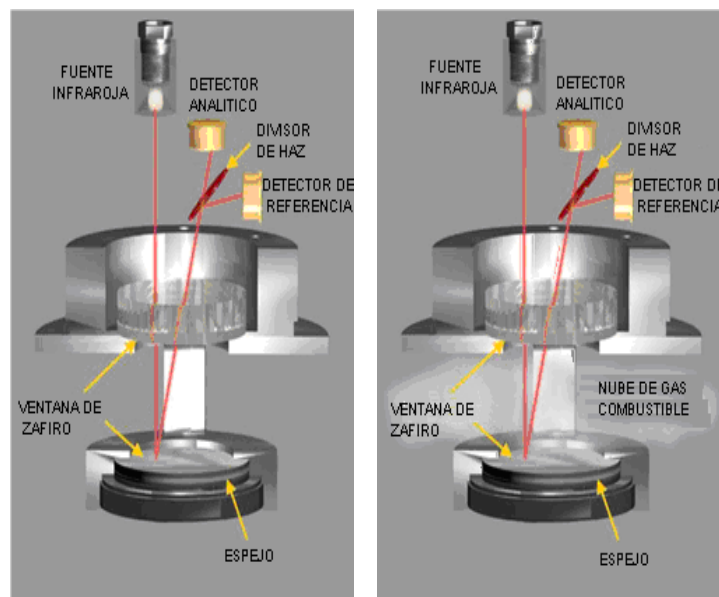


Figura 19.- Principio de Detección de gas, tipo infrarrojo.

### Principio de operación del detector de Gas Tóxico.

Un sensor típico electroquímico consiste en un electrodo sensor (cátodo) y un contra electrodo (ánodo) separados por una delgada capa de electrolito. El gas que entra en contacto con el sensor reacciona sobre la superficie del electrodo sensor generando una reacción de oxidación o reducción. Los materiales del electrodo, específicamente desarrollados para el gas de interés, catalizan estas reacciones y generan una corriente proporcional a la concentración de gas. Esta es medida para determinar la concentración de gas.[9]

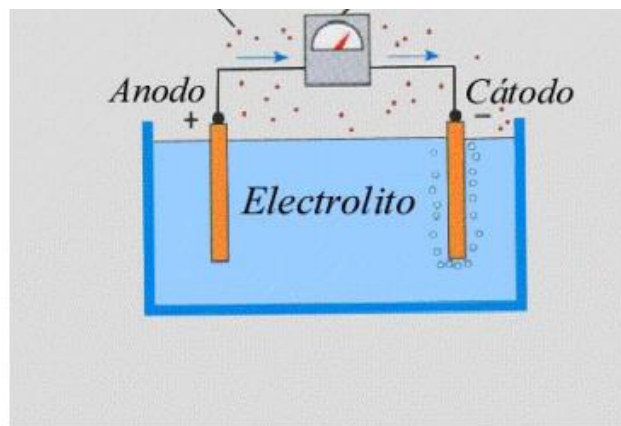


Figura 20.- Principio de Detección de gas, tipo electroquímico.

### Principio de operación del detector de Fuego.

El principio de operación del detector de fuego es mediante radiación UV/IR, es un detector óptico de doble espectro sensible a dos bandas separadas de espectro de radiación, las dos presentes en el fuego. El detector supervisa el volumen a proteger midiendo la intensidad de radiación en este, dentro de dos bandas de frecuencia del espectro electromagnético, UV e IR. El detector integra dos canales dependientes en los que se registran los pulsos de la detección adecuada y se analizan según la frecuencia, intensidad y duración.[3]

#### Sensor IR

El sensor IR es sensible a la radiación por encima de 2.5-3 micras. El canal IR registrara una señal de detección, en el nivel apropiado, cuando el sensor IR se exponga a la radiación en el valor de frecuencia adecuado, con un destello intermitente característico del parpadeo del fuego. Se alcanzara entonces una duración y umbral ya prefijados.

### Sensor UV

El sensor UV es sensible a la radiación por encima de 0.185-0.260 micras. El canal UV incorpora un circuito lógico especial que elimina las falsas alarmas causadas por una radiación solar y otras fuentes UV que no son fuegos. Además, la sensibilidad del canal UV se estabiliza sobre la temperatura de trabajo.

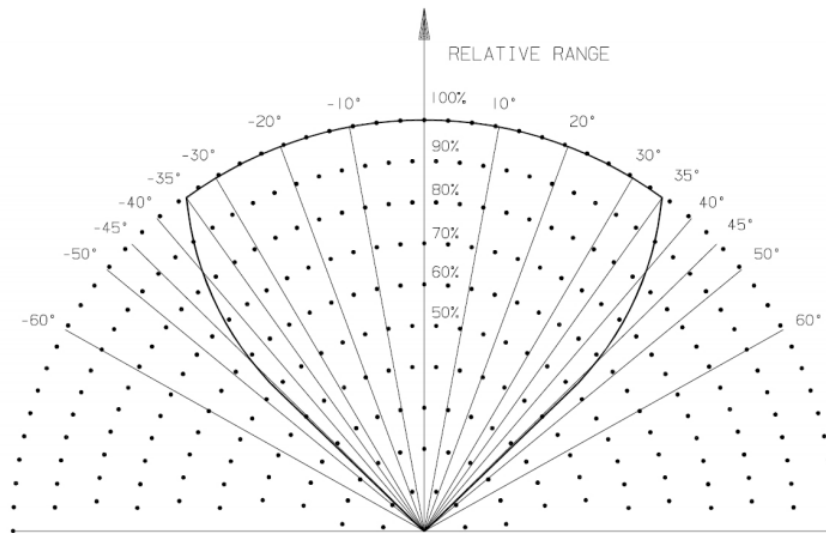


Figura 21.- Cono de visión del detector de flama.

DIAGRAMA DE CONEXIÓN E INSTALACIÓN DE LOS DETECTORES DEL SGF.

Diagrama de conexión de los Detectores de Gas Combustible y Tóxico.

Estos detectores tienen el mismo diagrama de conexión (Figura 22) ya que ambos pertenecen a la serie ULTIMA X MSA.

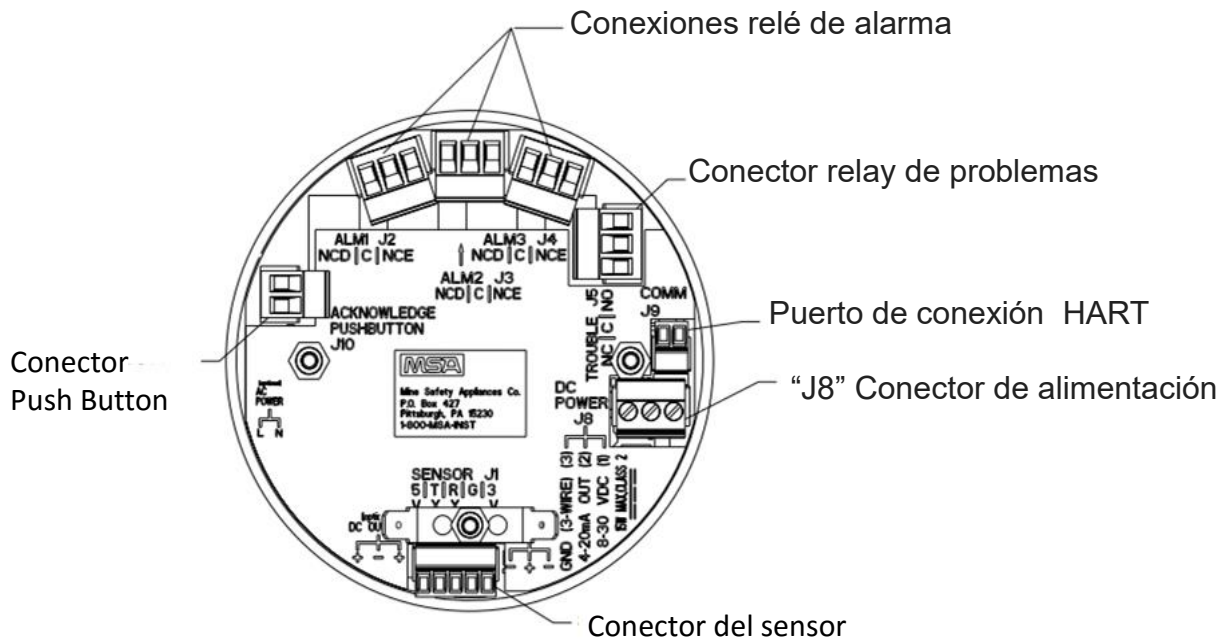


Figura 22.- Diagrama de conexión del detector de Gas Combustible y Tóxico.

Instalación de los Detectores de Gas Combustible y Tóxico.

Los Detectores de Gas Combustible (ULTIMA X IR) y Tóxico(ULTIMA XE) deberá montarse cerca del área donde probablemente se producirá una fuga ó donde se espera la presencia del gas. En un nivel elevado ó bajo dependiendo de la gravedad específica del gas de interés, la unidad se debe instalar de tal forma de que la pantalla no este bloqueada y que este fácilmente visible.

El sensor IR del Detector de Gas Combustible se deberá instala de manera horizontal (Figura 8) y el sensor electroquímico del Detector de Gas Tóxico de manera vertical (Figura 9).

SISTEMA DE GAS Y FUEGO: DETECCIÓN Y ALARMAS EN LA PLANTA DE ETILENO 2  
DEL COMPLEJO PETROQUÍMICO PAJARITOS

Los puntos de detección de atmósferas riesgosas, se deben ubicar cerca de los posibles puntos de fuga, tales como bridas, purgas, conexiones, válvulas, sellos o bombas y compresores, debido a que los gases son más pesados que el aire, los sensores se deben instalar a no más de 0,9 m (36 in) sobre el piso (cubierta). Para permitir las actividades de mantenimiento y reducir la probabilidad de humedad durante el lavado del área. Para evitar la humedad, se deben instalar capas protectoras diseñadas para la cabeza del detector.

Diagrama de conexión del Detector de Fuego.

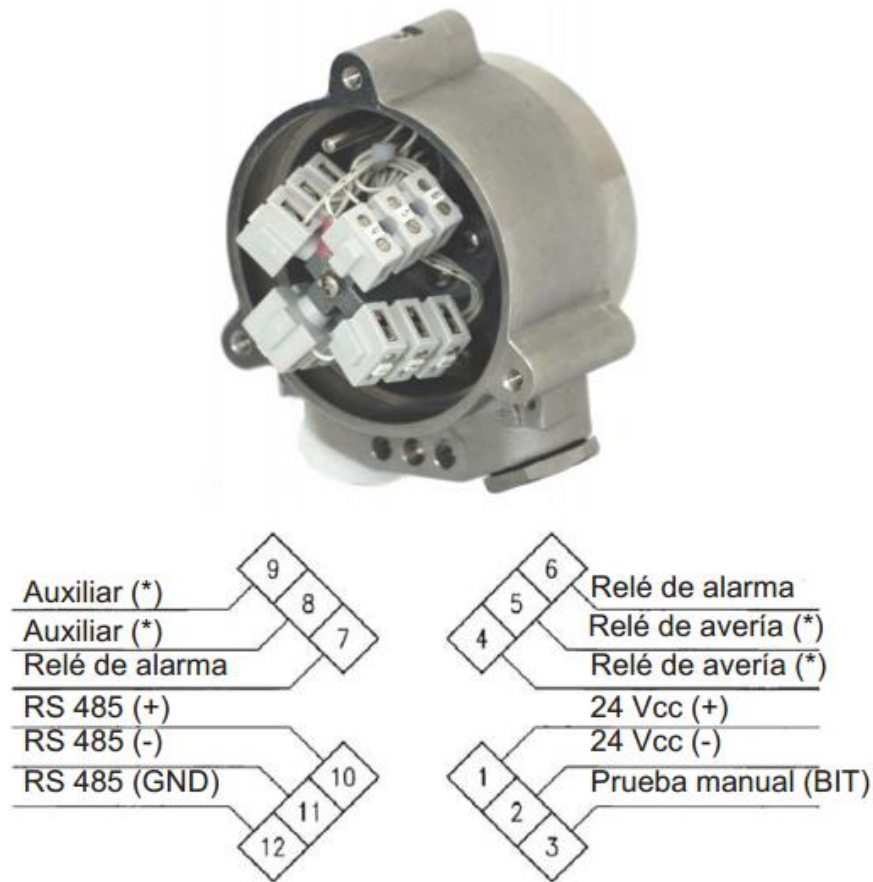


Figura 23.- Diagrama de conexión del DF.



## Instalación del detector de Fuego.

### Procedimientos generales de instalación:

1. Montar el monitor en áreas libres de choques, vibraciones o fuentes excesivas de calor. No exponer la unidad directamente a la luz solar.
2. Montar la unidad de tal forma que la vista de su ventana no sea bloqueada ni oscurecida. Se debe asegurar que tenga una vista clara del área que monitorea de fuego y flama.
3. No usar el Detector de Flama SharpEye en lugares donde exista radiación nuclear, rayos X o radiación UV o IR por periodos largos o de alta intensidad.
4. No usar el detector en lugares donde el aceite u otras sustancias pueda acumularse en su ventana.
5. No montar el detector en un ángulo que permita la acumulación de polvo, suciedad o agua en su ventana y que perjudique el desempeño del detector. Como regla general, monte el detector en un lugar alto, con su ventana boca abajo, dirigida hacia el piso o hacia la base del área protegida. Se debe montar aproximadamente a 45 grados debajo del eje horizontal para una mejor cobertura y para prevenir del polvo y otro tipo de obstrucciones que se sedimenten en la ventana. Evite montar el detector al aire libre en línea horizontal.
6. Lugares óptimos para el detector.
  - a) Determinar las áreas críticas donde es más probable que el fuego ocurra y dirigir la unidad hacia esas áreas.
  - b) Analizar requerimientos específicos de aplicaciones y cantidades para los lugares de acción del detector. En general, incrementar el número de detectores monitoreando un área protegida permitirá una más grande capacidad de detección.
  - c) Se debe asegurar que el detector sea accesible para un mantenimiento y limpieza periódica.





## CALIBRACIÓN DE LOS DETECTORES DE GAS COMBUSTIBLE Y TOXICO.

Aunque los detectores de gas Ultima XIR y XE se calibran en fábrica es aconsejable calibrar el equipo una vez que sea instalado en el medio donde estará funcionando. La frecuencia de las pruebas del gas de calibración depende del tiempo de funcionamiento y las exposiciones químicas, sin embargo para el detectores Ultima las calibraciones recomendadas son dos veces por año (cada 6 meses), debido a la alta estabilidad y las ventajas antes mencionadas. Existen también 2 tipos de calibraciones, una llamada calibración Inicial y la otra calibración Regular. La calibración Inicial permite que el detector recompile datos sobre el sensor y lo reconozca. Esto es con el propósito de que el detector desempeñe bien sus funciones una vez que ha sido instalado para operar por primera vez. Normalmente cualquier degradación del rendimiento del sensor está asociada a ligeras desviaciones en la repuesta del cero que a su vez afecta el rendimiento del Span. Recuperar el cero del sensor es por lo regular suficiente para recuperar el rendimiento del Span. La calibración Regular incluye un procedimiento de ajuste de Cero y una calibración de Span (ajuste con gas patrón).

### Calibración inicial.

Cuando se coloca un nuevo sensor en el monitor de gas ULTIMA, debe realizarse una calibración INICIAL. Este procedimiento posibilita que la unidad recopile datos sobre el sensor, que le permitirán tomar decisiones más acertadas para que las funciones CHANGE SENSOR (cambio de sensor) y CAL FAULT (fallo de calibración) funcionen correctamente. Además, la calibración INICIAL sólo debe utilizarse cuando la calibración regular no permita aclarar las circunstancias de un fallo debido al uso de un gas de calibración incorrecto u otra situación similar.

La calibración inicial se realiza de la siguiente manera:

Presionando los botones de ZERO y CALIBRATE de forma simultanea del calibrador ULTIMA (Figura 24) apuntando hacia el transmisor del detector.

La pantalla del transmisor ULTIMA X debe mostrar una cuenta atrás de 30 segundos y "APPLY ZERO GAS" (aplicación de gas cero) como se aprecia en la.

El resto del procedimiento es similar al de una calibración regular.

La palabra "iCAL" (Calibración inicial) en la pantalla del detector permite diferenciar una calibración INICIAL de una calibración regular.

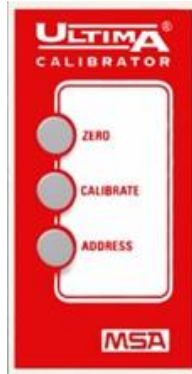


Figura 24.- Calibrador ULTIMA.

Calibración regular.

Una calibración regular incluye “cero” y “span”, el cual se efectúa mediante un kit de calibración (Figura x).

Puesta a cero:

Se utiliza un cilindro de gas cero el cual mediante una manguera se conecta al detector, para después abrir el flujo del gas.

Se sitúa el calibrador ULTIMA frente a la pantalla del transmisor y se presiona el botón CALIBRATE. Dentro de la pantalla se muestra una cuenta atrás de 30 a 0 segundos, al término del conteo se visualiza CAL y APPLY ZERO GAS (aplicación de gas cero) Figura 25.

Tras la cuenta atrás de 30 segundos se muestra en la pantalla de forma alterna “CAL” (calibración) y un valor numérico que corresponde a la lectura real de la concentración de gas que está detectando el sensor. Una vez estabilizada la lectura de la concentración del gas, la visualización alterna de la pantalla se detiene y, si la calibración es satisfactoria, la pantalla mostrará END (Fin). Se cierra la válvula de la botella de gas cero y se retira el cilindro del sensor.



Figura 25.- Visualización en la pantalla para suministrar el gas de puesta a cero.

### Calibración span:

Durante una calibración regular, el monitor de gas de la serie ULTIMA X inicia automáticamente la cuenta atrás de span tras una puesta a cero satisfactoria. La cuenta atrás de span es de 30 segundos, durante el conteo se conecta el cilindro al sensor, El gas de calibración debe aplicarse durante el periodo de cuenta atrás de 30 segundos.

Tras la cuenta atrás de 30 segundos. La pantalla muestra de forma alterna CAL (calibración) y un valor numérico que corresponde a la concentración real de gas que está detectando el sensor. Cuando el valor de gas se haya estabilizado, la visualización alterna de la pantalla se detendrá. Si la calibración ha sido satisfactoria, se muestra END (Figura 27) durante aproximadamente 2 segundos, de lo contrario se visualizara CAL FAULT (fallo de calibración) y se tiene que repetir el proceso.



Figura 26.- Visualización en la pantalla para suministrar el gas de prueba.

El valor mostrado debe corresponderse con el valor de las condiciones ambientales. Tras una calibración satisfactoria, se retira el cilindro de gas span del sensor.

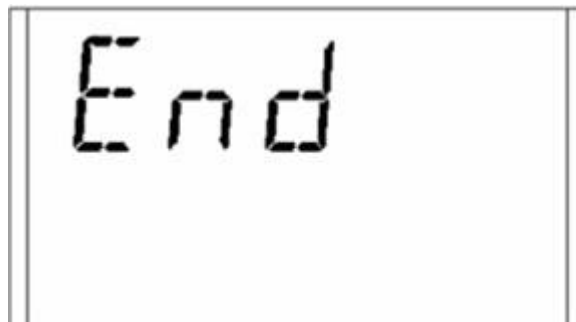


Figura 27.- calibración completa.

## OPERACIÓN DEL SISTEMA DE GAS Y FUEGO.

La operación del Sistema de detección de Gas y Fuego se lleva a cabo desde la estación de Operación localizada en el cuarto de control. Todos los eventos que ocurran en el Sistema de Gas y Fuego serán registrados en la computadora personal que forma parte de la estación de operación. El sistema de detección siempre debe de estar funcionando para que realice las tareas de detección de gas combustible, gas tóxico y fuego, y para que active a los elementos de salida, como son las alarmas audibles, alarmas visibles y solenoides para el disparo de agua de Contraincendio. Los detectores de gas y fuego están distribuidos estratégicamente en toda la planta de manera que sea detectada cualquier fuga de gas o conato de incendio prácticamente en cualquier lugar de las instalaciones.

Lazo de control de detección de gas combustible y gas tóxico.

El lazo de control de los detectores del SFG es un lazo abierto. Un lazo de control abierto, es aquel sistema en que solo actúa el proceso sobre la señal de entrada y da como resultado una señal de salida independiente a la señal de entrada, pero basada en la primera. Esto significa que no hay retroalimentación hacia el controlador para que éste pueda ajustar la acción de control. Es decir, la señal de salida no se convierte en señal de entrada para el controlador. En las figuras 24 y 25 se muestran los lazos de control del SGF.

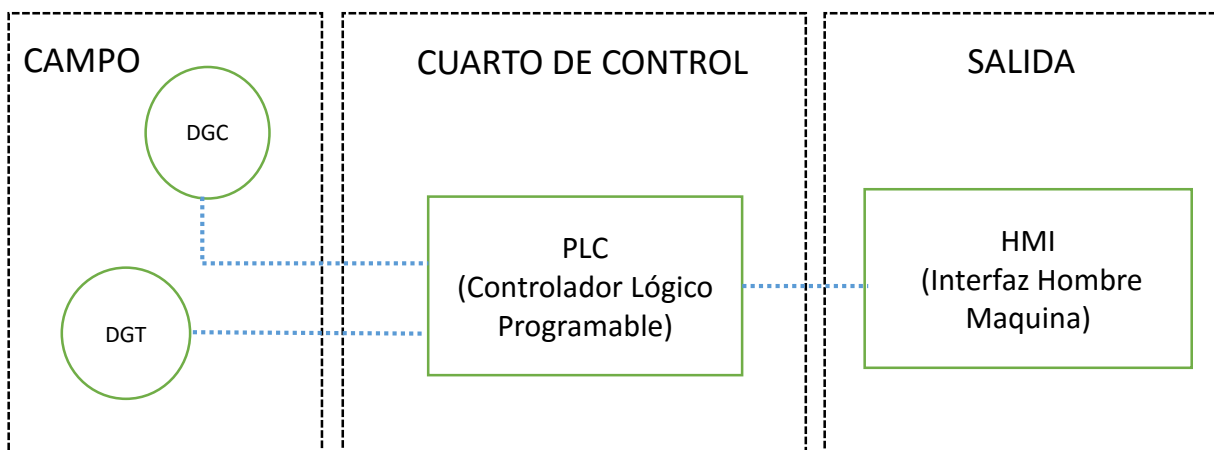


Figura 28.- Lazo de control para los DGC y DGT.

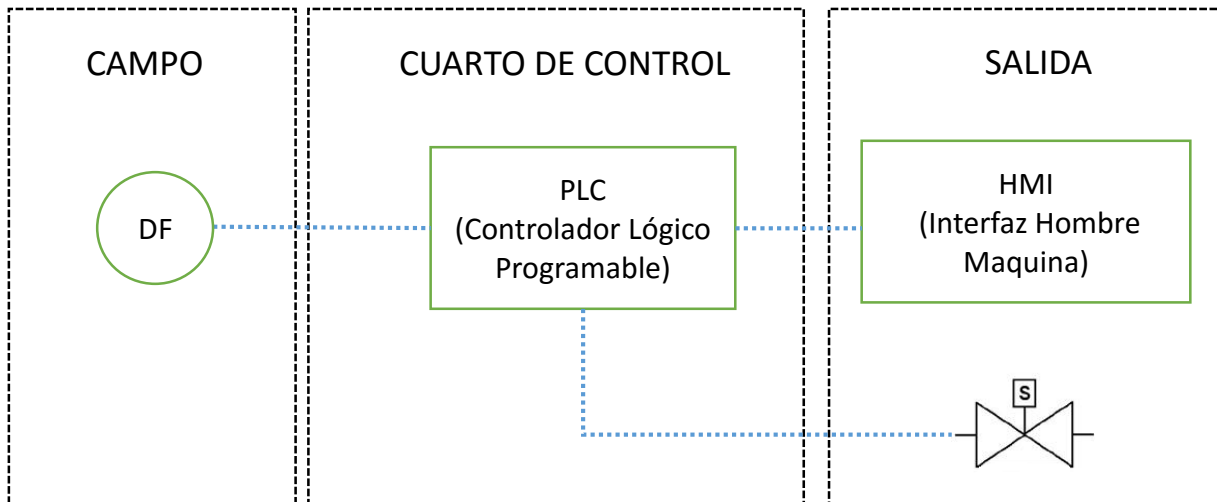


Figura 29.- Lazo de control para el DF.

### Filosofía de Operación.

#### Detección de fuga de Gas Combustible.

Mediante los 43 detectores de gas el sistema está siempre monitoreando la concentración de los gases combustibles existentes en el área y la despliega en la pantalla de la estación de operación. Esta medición se está también graficando en forma de tendencias históricas para en los casos en los que se requiera algún análisis histórico de fugas. Las lecturas están dadas individualmente por cada detector y coinciden con las lecturas desplegadas en las carátulas locales de los detectores. Dichas lecturas están dadas en unidades de % LEL (Límite Inferior de Explosividad) Al presentarse alguna lectura por arriba de 20 %LEL, el sistema de gas y fuego lo interpreta como una “pre-alarma” y activa las siguientes salidas: apaga las luces color verde, enciende las luces color ámbar y dispara el tono a las alarmas audibles correspondiente a “Fuga de Gas Combustible”. Esto lo hace tanto en los semáforos externos como internos. En la pantalla de la estación de operación, el dibujo del detector de gas que detectó la concentración alta, cambia de color verde a color ámbar parpadeante y en la pantalla de “lista de alarmas” aparecerá el Tag del detector y la lectura de la concentración del gas, al igual que la hora y la fecha del evento. En este momento, se debe “silenciar las alarmas Audibles”, dándole Click al icono correspondiente. Con esta acción, el sistema de detección corta el tono de las bocinas, las luces ámbar seguirán encendidas y el color del dibujo del detector se queda en color ámbar fijo.



Si estando en estas condiciones, la concentración del gas baja por debajo de 20%LEL, la condición de pre-alarma desaparece, entonces el operador debe de darle click al icono de “Reset de Alarmas Visibles”, para que las luces ámbar se apaguen y se encienda de nuevo las verdes de condición normal. Si acaso la concentración no haya bajado de los 20 %LEL y se de click al icono de “Reset de Alarmas Visibles”, el Sistema volverá a disparar al tono de “Fuga de Gas Combustible” y las luces Ámbar continuarán encendidas. Es decir, el sistema regresará a la condición normal siempre y cuando no exista alguna pre-alarma presente. Al contrario, si la concentración del gas sigue subiendo y rebasa los 40 %LEL, el sistema lo interpreta como una “alarma” y activa las siguientes salidas: enciende las luces color ámbar y color rojo y dispara el tono a las alarmas audibles correspondiente a “Evacuación”. En la pantalla de la estación de operación, el dibujo del detector de gas que detectó la concentración alta, cambia de color ámbar a color rojo parpadeante y en la pantalla de “lista de alarmas” aparecerá el Tag del detector y la lectura de la concentración del gas, al igual que la hora y la fecha del evento. En estas circunstancias, el operador debe de darle click al icono de “Silenciar las alarmas audibles”. Con esta acción, el sistema de detección corta el tono de las bocinas, las luces ámbar y rojas seguirán encendidas y el color del dibujo del detector se queda en color rojo fijo. Si estando en estas condiciones, la concentración del gas baja por debajo de 40%LEL, la condición de alarma desaparece, entonces se debe de darle click al icono de “Reset de Alarmas Visibles”, para que las luces ámbar y rojas se apaguen y se encienda de nuevo las verdes de condición normal.

#### Detección de fuga de Gas Tóxico.

Mediante los 6 detectores de gas tóxico el sistema está siempre monitoreando la concentración de los gases de ácido sulfhídrico existentes en el área y la despliega en la pantalla de la estación de operación. Esta medición se está también graficando en forma de tendencias históricas para en los casos en los que se requiera algún análisis histórico de fugas. Las lecturas están dadas individualmente por cada detector y coinciden con las lecturas desplegadas en las carátulas locales de los detectores. Dichas lecturas están dadas en unidades de ppm (partes por millón).

Al presentarse alguna lectura por arriba de 10 ppm, el sistema de gas y fuego lo interpreta como una “pre-alarma” y activa las siguientes salidas: apaga las luces color verde, enciende las luces color azul y dispara el tono a las alarmas audibles correspondiente a “Fuga de Ácido Sulfhídrico”. Esto lo hace tanto en los semáforos externos como internos. En la pantalla de la estación de operación, el dibujo del detector de gas que detectó la concentración alta, cambia de color verde a color azul parpadeante y en la pantalla de “lista de alarmas” aparecerá el Tag del detector





y la lectura de la concentración del gas, al igual que la hora y la fecha del evento. En este momento, se debe “silenciar las alarmas Audibles”, dándole Click al icono correspondiente. Con esta acción, el sistema de detección corta el tono de las bocinas, las luces azules seguirán encendidas y el color del dibujo del detector se queda en color azul fijo. Si estando en estas condiciones, la concentración del gas baja por debajo de 10 ppm, la condición de pre-alarma desaparece, entonces se debe de darle click al icono de “Reset de Alarmas Visibles”, para que las luces azules se apaguen y se encienda de nuevo las verdes de condición normal. Si acaso la concentración no haya bajado de los 10 ppm y se de click al icono de “Reset de Alarmas Visibles”, el Sistema volverá a disparar al tono de “Fuga de Ácido Sulfhídrico” y las luces azules continuarán encendidas. Es decir, el sistema regresará a la condición normal siempre y cuando no exista alguna pre-alarma presente.

Al contrario, si la concentración del gas sigue subiendo y rebasa los 20 ppm, el sistema lo interpreta como una “alarma” y activa las siguientes salidas: enciende las luces color azul y color rojo y dispara el tono a las alarmas audibles correspondiente a “Evacuación”. En la pantalla de la estación de operación, el dibujo del detector de gas que detectó la concentración alta, cambia de color azul a color rojo parpadeante y en la pantalla de “lista de alarmas” aparecerá el Tag del detector y la lectura de la concentración del gas, al igual que la hora y la fecha del evento. En estas circunstancias, se debe de darle click al icono de “Silenciar las alarmas audibles”. Con esta acción, el sistema de detección corta el tono de las bocinas, las luces azules y rojas seguirán encendidas y el color del dibujo del detector se queda en color rojo fijo. Si estando en estas condiciones, la concentración del gas baja por debajo de 20 ppm, la condición de alarma desaparece, entonces se debe de darle click al icono de “Reset de Alarmas Visibles”, para que las luces azules y rojas se apaguen y se encienda de nuevo las verdes de condición normal.

#### Detección de Fuego.

Mediante los 19 detectores de fuego el sistema está siempre monitoreando la posible presencia de algún intento de incendio en el área y despliega en la pantalla de la estación de operación el estado de dichos detectores. En el caso en que algún detector de fuego, detecte un fuego, el sistema hace las siguientes acciones: apaga las luces verdes, enciende las luces rojas y dispara el tono a las alarmas audibles correspondiente a “Fuego”. (En caso de que el detector de fuego tenga asociada alguna solenoide de válvula de diluvio, el sistema mandará también a disparar a la solenoide correspondiente). En las pantallas de la estación de operación, el dibujo del detector de fuego en cuestión, aparecerá en color rojo parpadeante y en la “lista de Alarmas” aparecerá el Tag del detector de fuego involucrado, junto con la hora y



fecha del evento. Bajo estas circunstancias, se debe darle click al icono de “Silenciar alarmas audibles” para callar a las bocinas, y en ese momento, el sistema cortará el tono de las bocinas y las luces rojas permanecerán encendidas. En las pantallas de la estación de operación, el dibujo del detector de fuego aparecerá en color rojo fijo. Una vez que se haya extinguido el fuego, el operador debe de darle click al icono de “Reset de Alarmas Visibles”, el sistema apagará las luces rojas y encenderá las luces verdes de condición normal, así como también en su caso cerrará a la válvula solenoide del sistema de diluvio. En este momento, el color del dibujo en las pantallas de la estación de operación vuelve a su color verde normal.

#### Activación manual.

El sistema cuenta con 5 estaciones manuales de activación manual ( 4 exterior y 1 interior) que sirven para que en caso de que una persona necesite notificar alguna situación de emergencia, lo haga a través del sistema de gas y fuego. Al activar la palanca de alguna estación manual, el sistema de detección de gas y fuego realiza las siguientes acciones: apaga las luces verdes y enciende las luces rojas de las alarmas visibles, dispara el tono a las alarmas audibles correspondiente a “evacuación”. En la pantalla de la estación de operación, se desplegará en color rojo parpadeante el dibujo de la estación manual activada y en la “lista de alarmas” aparecerá el Tag de la estación manual, junto con la fecha y la hora del evento. En estas circunstancias, se debe de darle click al icono de “Silenciar alarmas Audibles”, con lo cual el sistema callará las bocinas, las luces rojas permanecerán encendidas y el dibujo de la estación manual se colocará en color rojo fijo. Una vez que se haya atendido a la emergencia, el personal de operación debe de normalizar la palanca de la estación manual de activación mediante la introducción de una llave física y el destrabe del accionamiento mecánico, posteriormente, se debe de dar click en icono de “Reset de alarmas visibles” para apagar las luces rojas y encender las luces verdes de condición normal.

#### Pruebas de alarmas.

El Sistema de Gas y Fuego cuenta con una facilidad para probar las alarmas audibles y visibles sin necesidad de que ocurra alguna alarma de detección de gas o fuego. Esto se realiza desde la estación de operación, dándole click al icono de “iniciar prueba de alarmas”. Con esta acción, el sistema realiza lo siguiente: apaga las luces verdes y enciende las luces de color ámbar, azul y rojo, dispara el tono a las alarmas audibles correspondiente a “prueba de alarmas”. Durante esta prueba de las alarmas, es recomendable inspeccionar que todas las luces de los semáforos estén funcionando adecuadamente. Posteriormente, se debe de dar click al icono



de “terminar prueba de alarmas”, luego al icono de “silenciar alarmas audibles” y al final al icono de “reset de alarmas visibles” para regresar a la normalidad. Hay que notar que en la prueba de alarmas solo funcionará si no existe alguna pre-alarma o alarma de los detectores o de la estación manual de activación.

#### Mantenimiento a detectores.

El sistema de gas tiene la facilidad para colocar a los detectores en mantenimiento, deshabilitando al sistema de control para que no realice las funciones de alarma de ese detector durante el tiempo que este deshabilitado. Esto se puede utilizar cuando se tienen actividades con flama abierta en el área de cobertura de un detector de flama o cuando existan fugas ocasionadas por el desmontaje controlado de líneas o equipos. En estos casos, se deshabilita al detector y no hay necesidad de cubrirlo con alguna bolsa.

Cuando se deshabilita algún detector, continúa realizando las lecturas, pero no acciona a las alarmas audibles ni visibles. El deshabilitado de los detectores se realiza desde la estación de operación, dándole un click en el icono “deshabilitar” del detector correspondiente que se encuentra en la pantalla de “Estado de Detectores”. En este momento, en el dibujo del detector deshabilitado aparece un color azul cielo en el contorno. Para regresarlo a la normalidad, solo hay que darle click al icono de “habilitar” del detector que se encuentra en la pantalla de “Estado de Detectores”. En este momento, en el dibujo del detector desaparece el contorno azul cielo que tenía.

#### Diagnósticos.

El Sistema de Gas y Fuego cuenta con una serie de diagnósticos que ayudan a solucionar alguna falla en los elementos del sistema, dichos diagnósticos se despliegan en la estación de operación y son los siguientes:

- Hilo Abierto de Detector (El dibujo del detector se presenta en color gris).
- Falla de Detector (El dibujo del detector se presenta en color magenta).
- Falla en Fuentes de Alimentación de chasis (Se presenta como una entrada al PLC y se anunciará en la “lista de alarmas”).
- Falla en Fuentes de Campo (Se presenta como una entrada al PLC y se anunciará en la “lista de alarma”).
- Falla de Modulo de PLC (Se anunciará en la pantalla de la “arquitectura del sistema”).

PANTALLA DE OPERACIÓN.

A continuación se mostraran las pantallas de operación del Sistema de Gas y Fuego de la Planta Etileno 2 del C.P. "Pajaritos", las cuales fueron elaboradas por medio del software RSVIEW 32.



Figura 30.- Pantalla principal.

En la pantalla principal se puede visualizar las diferentes opciones del Sistema, como la arquitectura, estados de los detectores y las diferentes áreas que conforman la Planta Etileno 2 (área 100, área 200, Área de almacenamiento), al igual que los códigos de colores de los semáforos.

Dentro de esta pantalla se puede efectuar el reset y las pruebas de las alarmas del Sistema.





SISTEMA DE GAS Y FUEGO: DETECCIÓN Y ALARMAS EN LA PLANTA DE ETILENO 2 DEL COMPLEJO PETROQUÍMICO PAJARITOS

ETILENO II		
HISTORIAL DE ALARMAS		
HORA DE ACTIVACION	HORA DE RECONOCIMIE	DESCRIPCION
09/12/2015 11:32:16 a.m.		DGC-42 FALLA DE DETECTOR UBICADO FRENTE DEL PM-12
09/12/2015 11:32:16 a.m.		DGC-38 HILO ABIERTO UBICADO FRENTE DEL FA-111
09/12/2015 11:32:16 a.m.		DGC-30 HILO ABIERTO UBICADO FRENTE DEL EA-208
09/12/2015 11:32:15 a.m.		DGC-31 ALARMA DE GAS COMBUSTIBLE UBICADO FRENTE DEL EA-207
09/12/2015 11:26:05 a.m.		DF-06 FALLA DE DETECTOR UBICADO CERCA DEL FA-601
09/12/2015 11:10:25 a.m.		DF-18 HILO ABIERTO UBICADO FRENTE AL FA-112
09/12/2015 10:04:05 a.m.		DGC-43 ALARMA DE GAS COMBUSTIBLE UBICADO FRENTE DE EA-904
09/12/2015 10:04:05 a.m.		DGC-42 HILO ABIERTO UBICADO FRENTE DEL PM-12
09/12/2015 10:04:05 a.m.		DGC-38 HILO ABIERTO UBICADO FRENTE DEL FA-111
09/12/2015 10:04:05 a.m.		DGC-35 PREALARMA DE GAS COMBUSTIBLE UBICADO FRENTE DE LA GA-203
09/12/2015 10:04:05 a.m.		DGC-34 ALARMA DE GAS COMBUSTIBLE UBICADO FRENTE DEL EA-215
09/12/2015 10:04:05 a.m.		DGC-31 ALARMA DE GAS COMBUSTIBLE UBICADO FRENTE DEL EA-207
09/12/2015 10:04:05 a.m.		DGC-30 HILO ABIERTO UBICADO FRENTE DEL EA-208
09/12/2015 10:02:16 a.m.		DGC-43 ALARMA DE GAS COMBUSTIBLE UBICADO FRENTE DE EA-904
09/12/2015 10:02:16 a.m.		DGC-42 HILO ABIERTO UBICADO FRENTE DEL PM-12
09/12/2015 10:02:16 a.m.		DGC-38 HILO ABIERTO UBICADO FRENTE DEL FA-111
09/12/2015 10:02:16 a.m.		DGC-35 PREALARMA DE GAS COMBUSTIBLE UBICADO FRENTE DE LA GA-203
09/12/2015 10:02:16 a.m.		DGC-34 ALARMA DE GAS COMBUSTIBLE UBICADO FRENTE DEL EA-215
09/12/2015 10:02:16 a.m.		DGC-31 ALARMA DE GAS COMBUSTIBLE UBICADO FRENTE DEL EA-207
09/12/2015 10:02:16 a.m.		DGC-30 HILO ABIERTO UBICADO FRENTE DEL EA-208
09/12/2015 10:01:55 a.m.		DGC-38 FALLA DE DETECTOR UBICADO FRENTE DEL FA-111
09/12/2015 10:01:55 a.m.		DGC-30 FALLA DE DETECTOR UBICADO FRENTE DEL EA-208
09/12/2015 10:01:54 a.m.		DGC-43 ALARMA DE GAS COMBUSTIBLE UBICADO FRENTE DE EA-904
09/12/2015 10:01:54 a.m.		DGC-42 HILO ABIERTO UBICADO FRENTE DEL PM-12
09/12/2015 10:01:54 a.m.		DGC-38 HILO ABIERTO UBICADO FRENTE DEL FA-111
09/12/2015 10:01:54 a.m.		DGC-35 PREALARMA DE GAS COMBUSTIBLE UBICADO FRENTE DE LA GA-203
09/12/2015 10:01:54 a.m.		DGC-34 ALARMA DE GAS COMBUSTIBLE UBICADO FRENTE DEL EA-215
09/12/2015 10:01:54 a.m.		DGC-31 ALARMA DE GAS COMBUSTIBLE UBICADO FRENTE DEL EA-207
09/12/2015 10:01:54 a.m.		DGC-30 HILO ABIERTO UBICADO FRENTE DEL EA-208
09/12/2015 09:59:41 a.m.		DF-06 HILO ABIERTO UBICADO CERCA DEL FA-601
09/12/2015 09:43:26 a.m.		DF-18 HILO ABIERTO UBICADO FRENTE AL FA-112
09/12/2015 06:02:30 a.m.		DF-10 FALLA DE DETECTOR UBICADO FRENTE AL BA-105
08/12/2015 09:34:53 p.m.		DF-06 FALLA DE DETECTOR UBICADO CERCA DEL FA-601
08/12/2015 09:28:48 p.m.		DF-10 FALLA DE DETECTOR UBICADO FRENTE AL BA-105
08/12/2015 01:53:36 p.m.		DF-10 FALLA DE DETECTOR UBICADO FRENTE AL BA-105
08/12/2015 12:57:57 p.m.		DF-06 FALLA DE DETECTOR UBICADO CERCA DEL FA-601
08/12/2015 12:55:13 p.m.		DF-06 FALLA DE DETECTOR UBICADO CERCA DEL FA-601
08/12/2015 12:46:25 p.m.		DGC-21 FALLA DE DETECTOR UBICADO FRENTE DEL FA-806A
08/12/2015 12:43:08 p.m.		DGC-21 FALLA DE DETECTOR UBICADO FRENTE DEL FA-806A

Figura 30.1.- Historial de alarmas.

El sistema de Gas y Fuego cuenta con una pantalla donde se muestra el historial de alarmas, donde se muestra la fecha, hora y la descripción de la alarma registrada.

SISTEMA DE GAS Y FUEGO: DETECCIÓN Y ALARMAS EN LA PLANTA DE ETILENO 2  
DEL COMPLEJO PETROQUÍMICO PAJARITOS

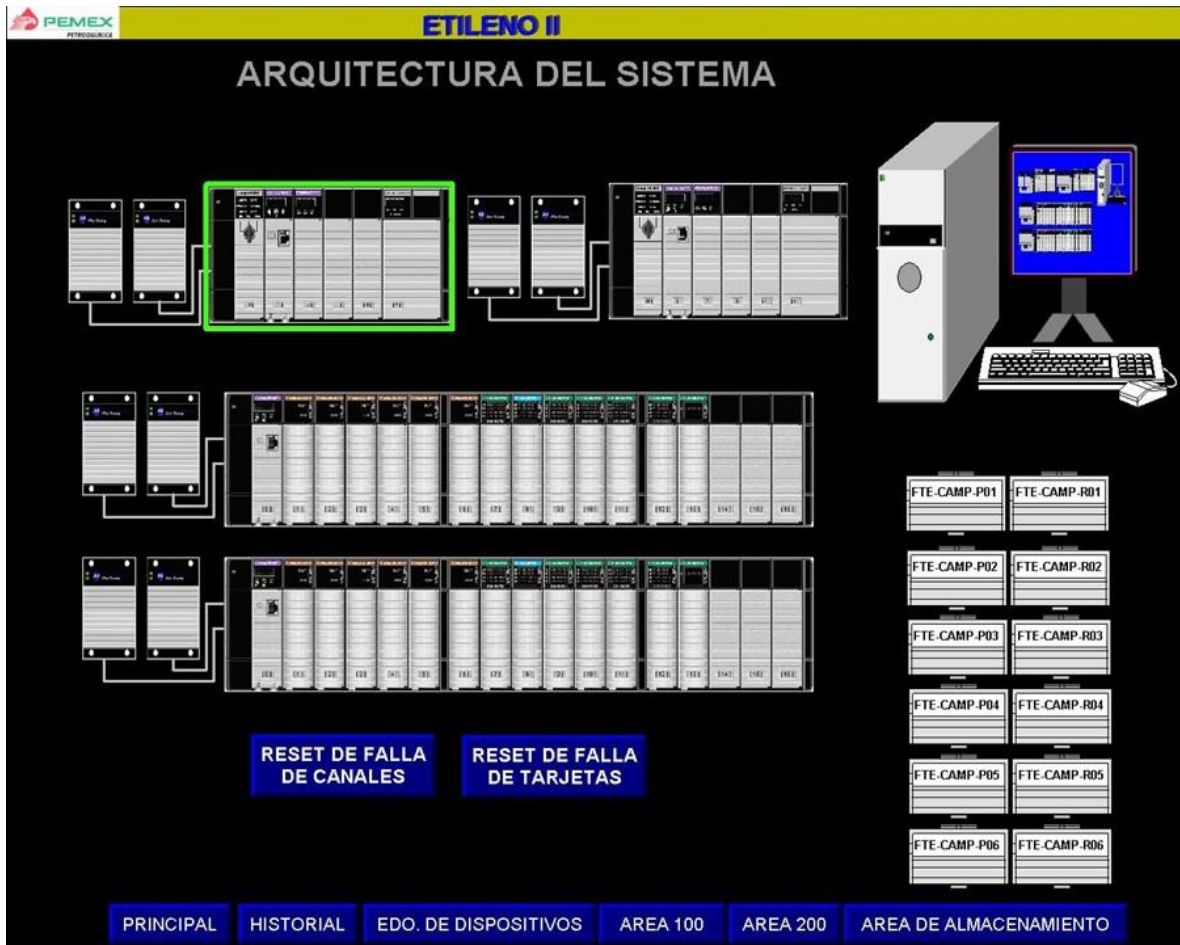


Figura 30.2.- Arquitectura del sistema.

En la arquitectura del sistema se visualiza el estado del PLC y sus componentes, en caso de que uno de estos falle se marcara con un recuadro rojo. dentro de esta ventana también se le puede aplicar un reset a los canales y tarjetas del PLC.



SISTEMA DE GAS Y FUEGO: DETECCIÓN Y ALARMAS EN LA PLANTA DE ETILENO 2 DEL COMPLEJO PETROQUÍMICO PAJARITOS

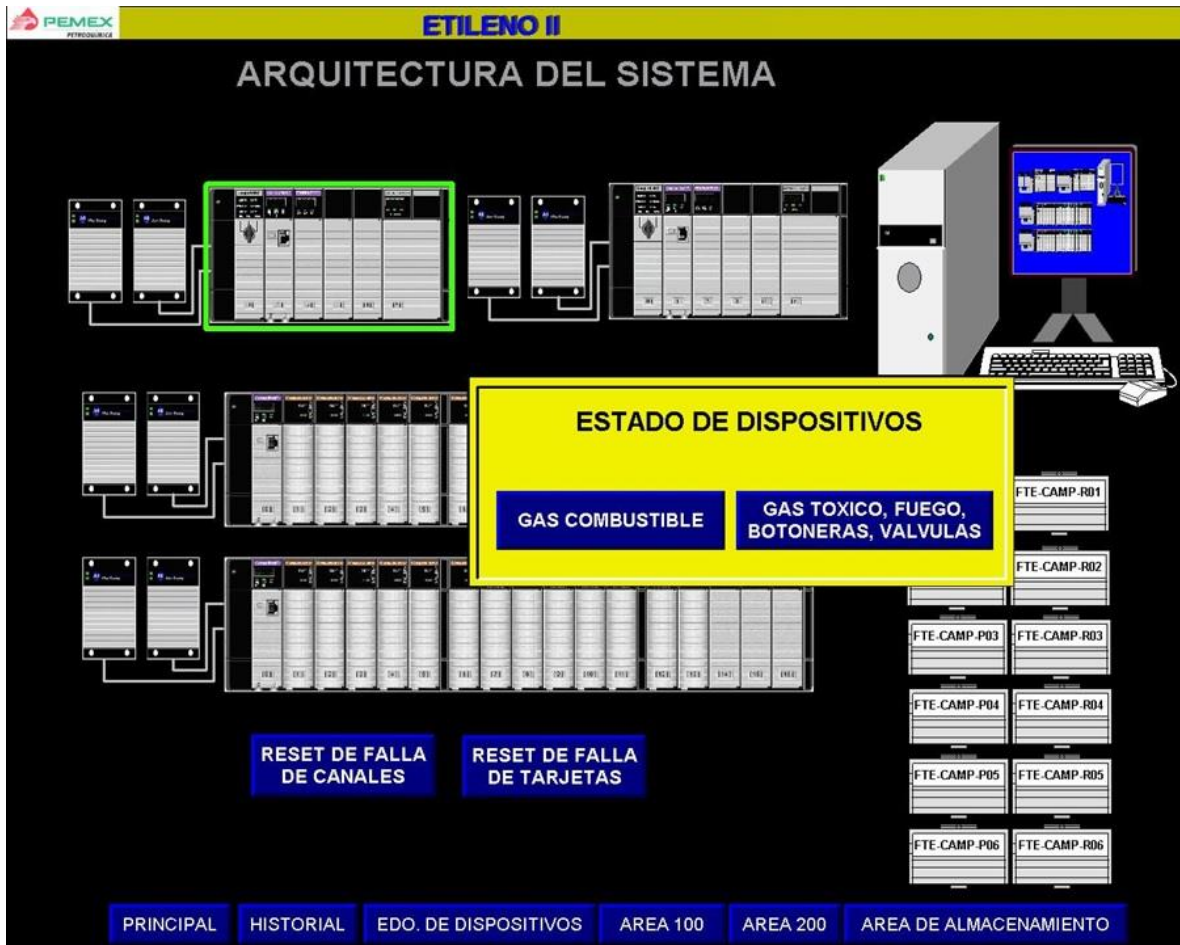


Figura 30.3.- Estado de dispositivos.

Dentro del estado de dispositivos se puede observar los estado de los detectores, estaciones manuales y válvulas del SDG.

SISTEMA DE GAS Y FUEGO: DETECCIÓN Y ALARMAS EN LA PLANTA DE ETILENO 2 DEL COMPLEJO PETROQUÍMICO PAJARITOS



Figura 30.4.- Estado de Detectores de Gas Combustible.

Dentro de esta ventana se puede visualizar el estado de los Detectores de Gas Combustible, en caso de presentarse una alarma indica la concentración del gas combustible (%LEL) y la gráfica de tendencia (Figura 30.5) .

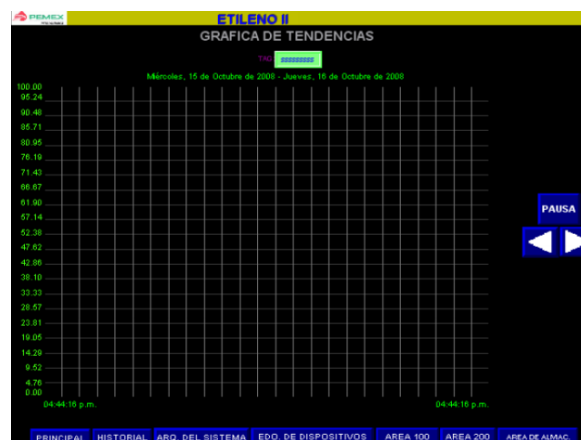


Figura 30.5.- Grafica de tendencia



SISTEMA DE GAS Y FUEGO: DETECCIÓN Y ALARMAS EN LA PLANTA DE ETILENO 2 DEL COMPLEJO PETROQUÍMICO PAJARITOS

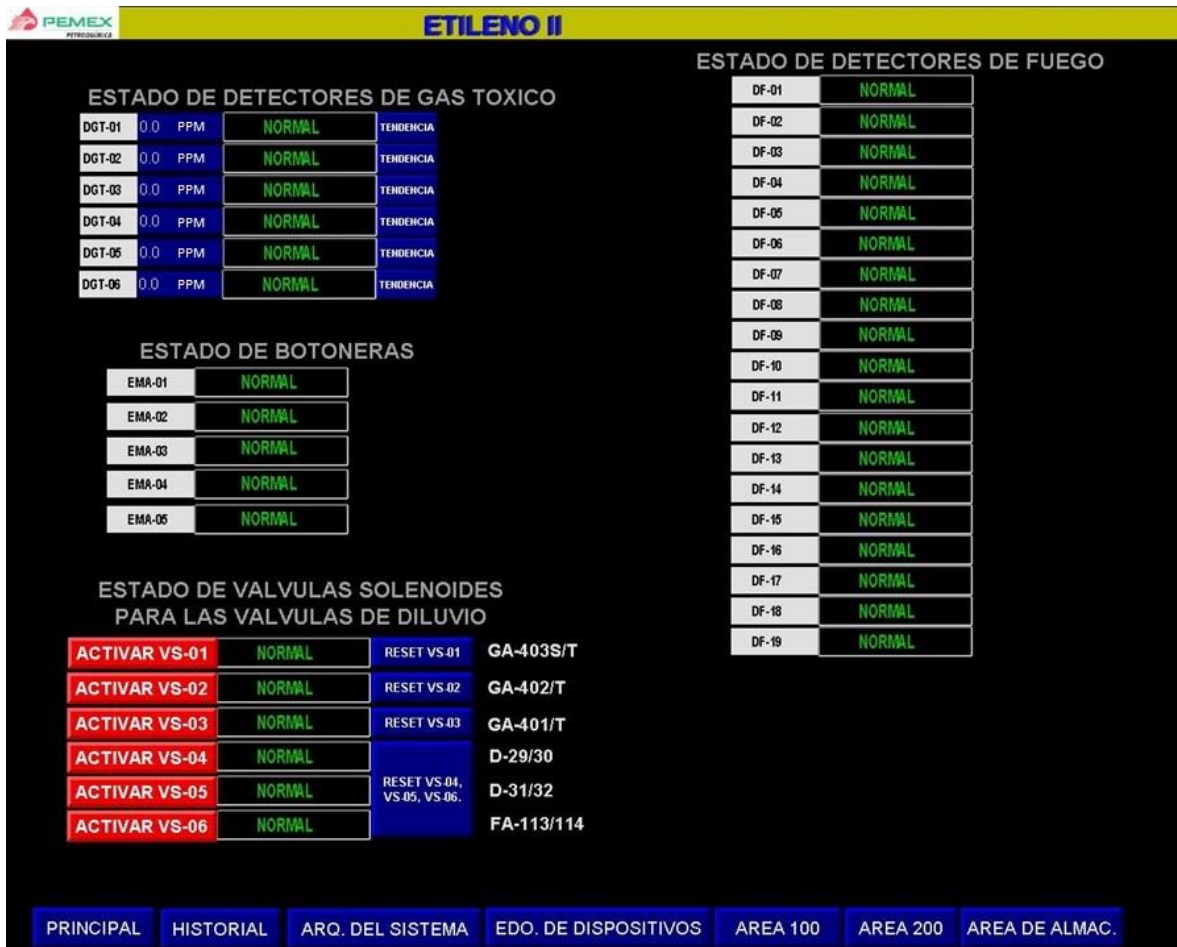


Figura 30.6.- Estado de Detectores de Gas Tóxico, Fuego, estaciones manuales y válvulas de diluvio.

Dentro de esta ventana se puede verificar los estados de los demás componentes del SDG

SISTEMA DE GAS Y FUEGO: DETECCIÓN Y ALARMAS EN LA PLANTA DE ETILENO 2 DEL COMPLEJO PETROQUÍMICO PAJARITOS

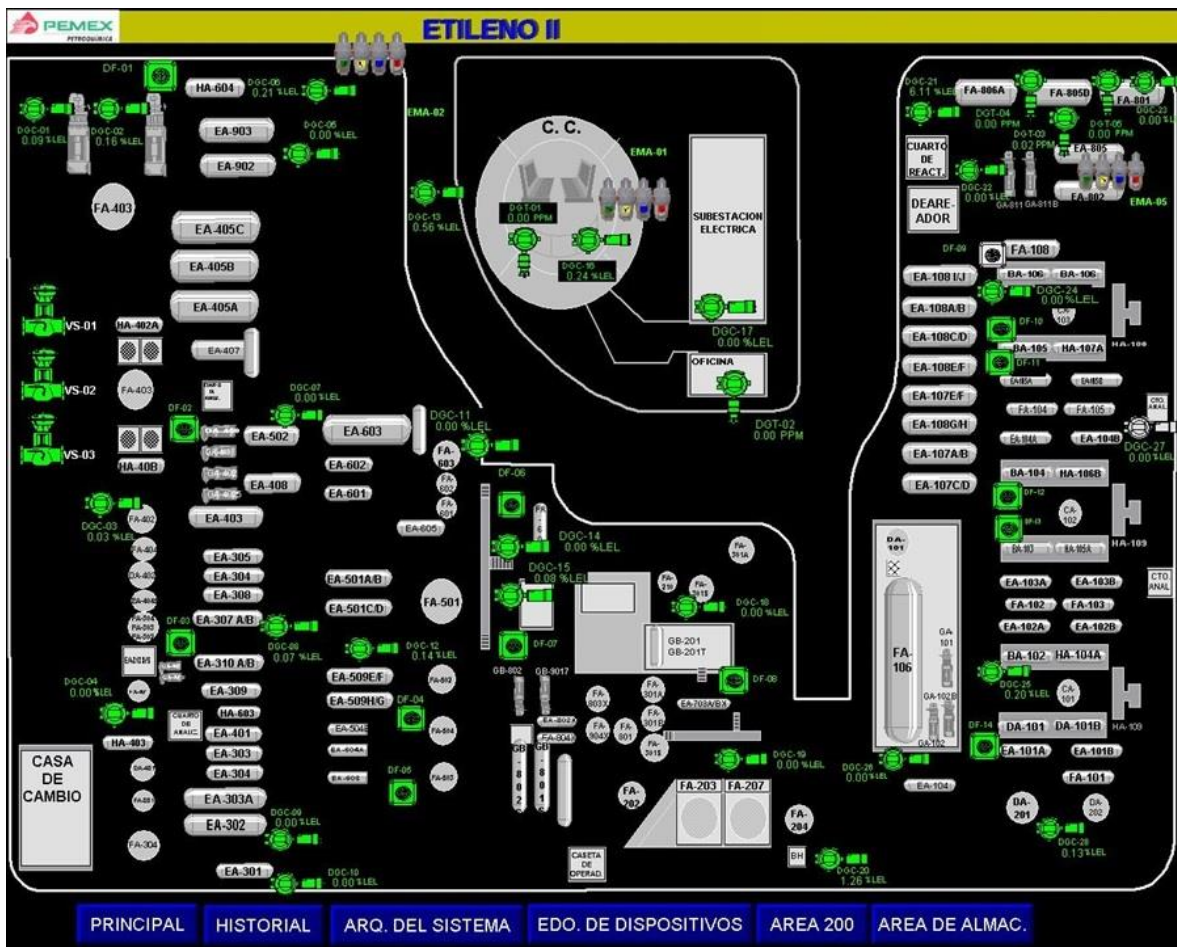


Figura 30.7.- Área 100

En esta ventana se muestra el área 100 de la planta, donde se encuentran ubicado la mayor parte de los detectores, seleccionando cualquiera de los detectores se puede visualizar su estado (Figura 26.8, figura 26.10, figura 26.12) y la ubicación de cada uno de ellos, al igual que el área 200 y el área de almacenamiento.

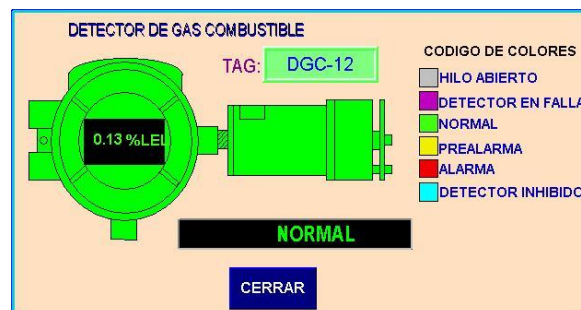


Figura 30.8.- Código de colores de estado del DGC.



SISTEMA DE GAS Y FUEGO: DETECCIÓN Y ALARMAS EN LA PLANTA DE ETILENO 2 DEL COMPLEJO PETROQUÍMICO PAJARITOS

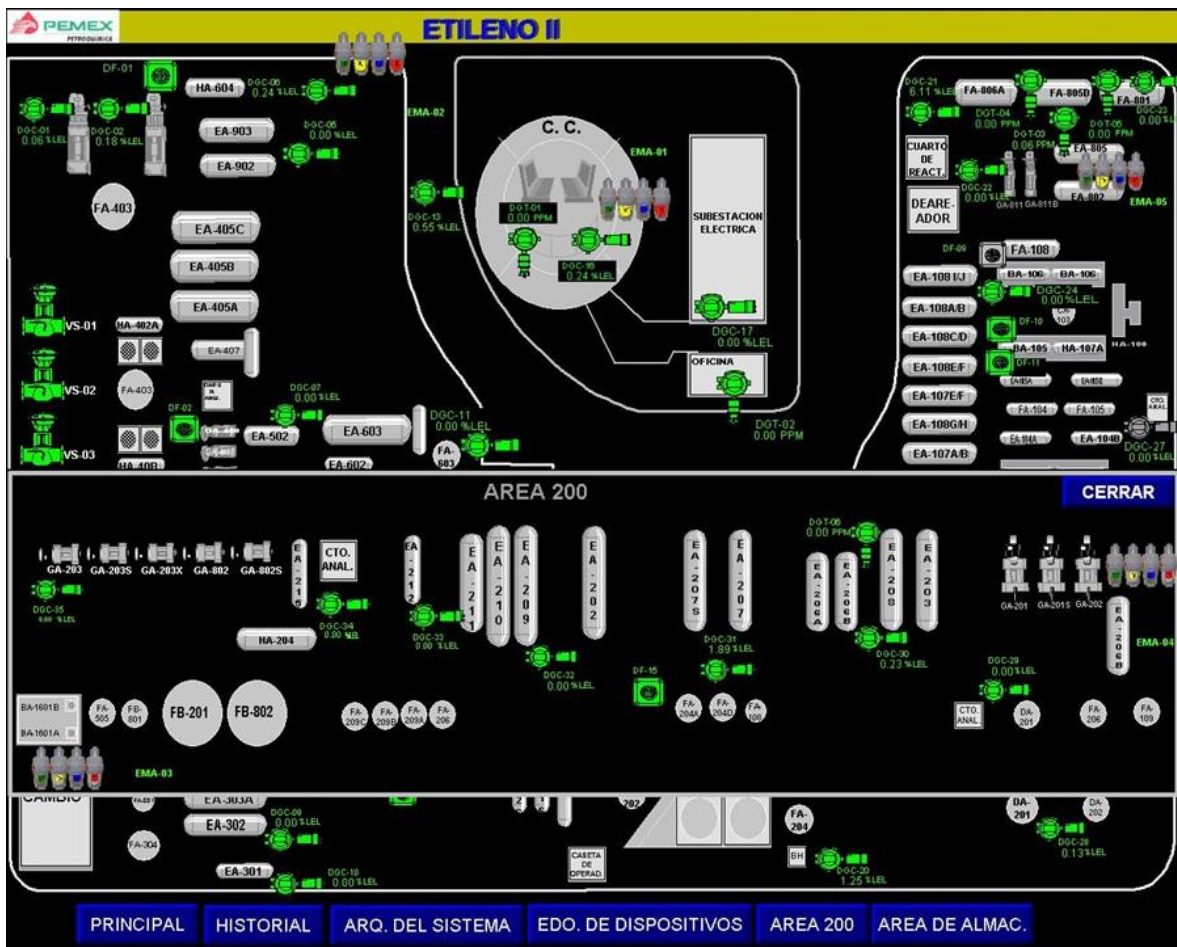


Figura 30.9.- Área 200.



Figura 30.10.- Código de colores de estado del DGT.

SISTEMA DE GAS Y FUEGO: DETECCIÓN Y ALARMAS EN LA PLANTA DE ETILENO 2 DEL COMPLEJO PETROQUÍMICO PAJARITOS

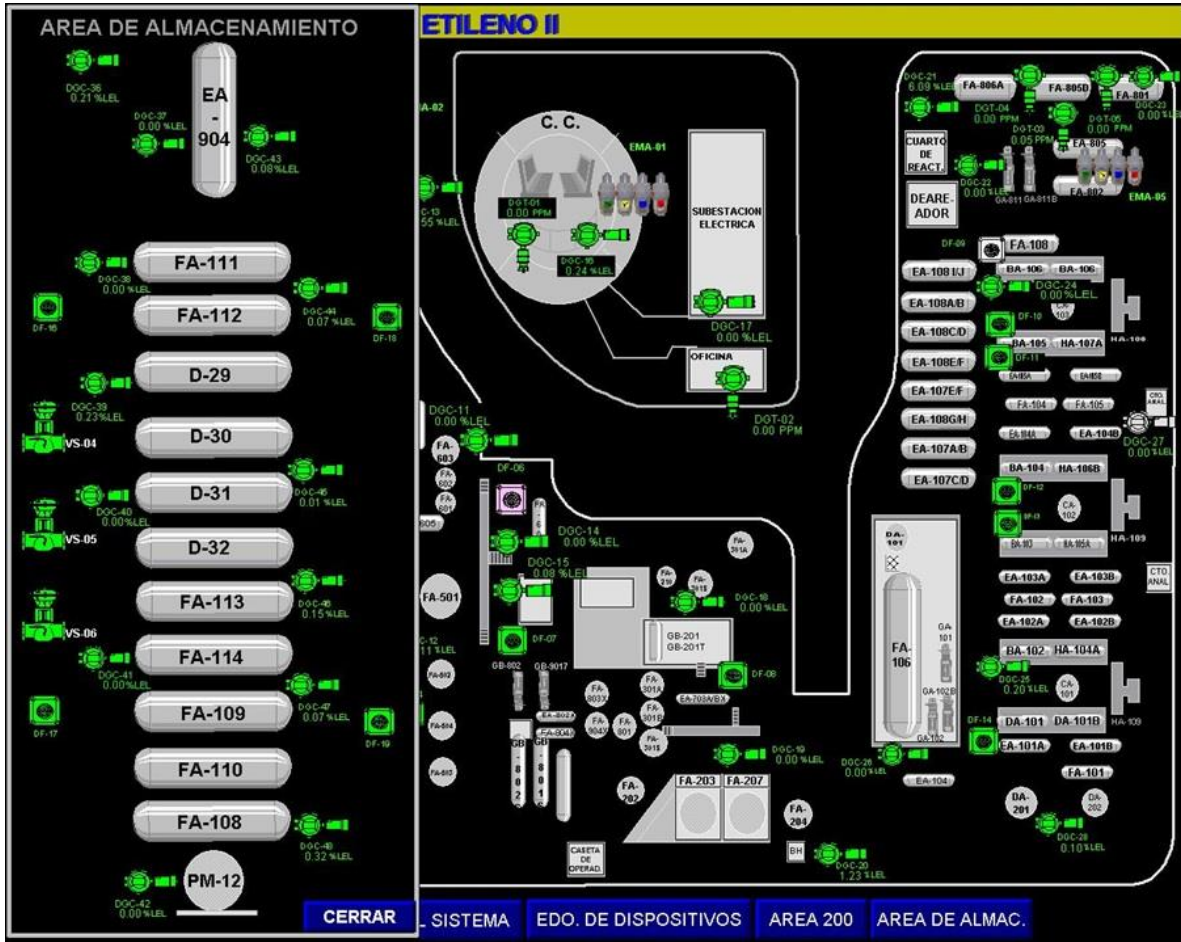


Figura 30.11.- Área de almacenamiento.



Figura 30.12.- Código de colores de estado del DF





## PRUEBA DE LOS DETECTORES.

### Prueba del Detector de Gas Combustible (DGC).

#### Condición de pre-alarma por presencia de Gas Combustible.

Para la simulación de la pre-alarma en los detectores de gas combustible, se introduce gas al detector, utilizando el kit de simulación de gas combustible hasta alcanzar una concentración entre 20% y 40% LEL.

Se observa el valor de la concentración desplegada en la carátula del Detector, y se comprara con el valor arrojado en el cuarto de control, ambos datos tienen que coincidir. Se observa los cambios en el comportamiento de color y valores del instrumento en la estación de Operación, la alarma visible color verde se desactivará, se activará la alarma visible color ámbar y la alarma audible emitirá el tono de alarma característico de alarma de gas combustible (Fuga de gas combustible).

Estando sonando las alarmas audibles, se le da click al botón de reconocimiento de alarmas audibles en pantalla, las alarmas audibles cesaran de sonar, aun cuando la concentración esté por arriba del 20% LEL.

Si la concentración cae por debajo del 20% LEL, se le da click al botón de reconocimiento de alarma visibles en pantalla y la alarma visible color ámbar se desactivara y se activara la verde.

#### Condición de alarma por presencia de gas combustible.

Para la simulación de la Alarma en los detectores de gas combustible, se introducirá gas al detector utilizando el kit de simulación de gas combustible hasta alcanzar una concentración entre 40% y 100% LEL.

Se observa el valor de concentración desplegada en la caratula del detector y esta debe coincidir con el valor arrojado en la estación de Operación del cuarto de control, observando los cambios en el comportamiento de color y valores del instrumento en la estación de Operación.

Se observará que se llegará y rebasará el estado de pre-alarma, por lo que la alarma visible color verde se desactivará, y se activará la alarma visible color ámbar y la alarma audible emitirá el tono de Alarma característico de evacuación.



Estando sonando las alarmas audibles, se presiona el botón de reconocimiento de alarmas audibles en la estación de Operación, y las alarmas audibles cesaran de sonar, presionando el botón de reconocimiento de alarmas visibles las alarmas visibles se desactivan y vuelve a activarse la luces verdes del sistema.

Prueba del Detector de Gas Toxico (DGT).

Condición de pre-alarma por presencia de gas tóxico (H<sub>2</sub>S).

Para la simulación de la pre-alarma en el Detector de gas Toxico H<sub>2</sub>S (Ácido Sulfhídrico), se introduce gas al detector utilizando el kit de simulación de gas tóxico hasta alcanzar una concentración entre 10 y 20 ppm.

Se observa el valor de la concentración desplegada en la carátula del Detector, y se comprara con el valor arrojado en el cuarto de control, ambos datos tienen que coincidir.

Se observará que la alarma visible color verde se desactivará, se activará la alarma visible color azul y la alarma audible emitirá el tono de alarma característico de pre-alarma de “Fuga de Ácido Sulfhídrico”.

Estando sonando las alarmas audibles, se presiona el botón de reconocimiento de alarma audibles en la estación de operación, y las alarmas audibles cesaran de sonar, aun cuando la concentración esté por arriba de 10 ppm.

Si la concentración cae por debajo de 10 ppm la alarma visible color azul permanecerá activada hasta que se presione el botón de reconocimiento de alarmas visibles, de esta forma se desactivaran las luces azules y se activaran las de color verde.

Condición de Alarma por presencia de gas tóxico.

Para la simulación de la Alarma en los detectores de gas tóxico, se introduce gas al detector utilizando el kit de simulación de gas tóxico hasta alcanzar una concentración entre 20 y 100 ppm.

Se observa el valor de la concentración desplegada en la carátula del Detector, y se comprara con el valor arrojado en el cuarto de control, ambos datos tienen que coincidir.



Se observa los cambios en el comportamiento de color y valores del instrumento en la estación de Operación, se llegará y rebasará el estado de alarma, por lo que la alarma visible color verde se desactivará, y se activará la alarma visible color azul y la alarma audible emitirá el tono de Alarma característico de Evacuación.

Estando sonando las alarmas audibles, se presiona el botón de reconocimiento de alarma audibles en la estación de operación, y las alarmas audibles cesaran de sonar, aun cuando la concentración esté por arriba de 20 ppm.

Si la concentración cae por debajo de 20 ppm la alarma visible color azul permanecerá activada hasta que se presione el botón de reconocimiento de alarmas visibles, de esta forma se desactivaran las luces azules y se activaran las de color verde.

Prueba de los Detectores de Fuego (DF).

Para la simulación de la alarma en los detectores de fuego, se utiliza una pistola simuladora de flama la cual emite destellos directo a la parte frontal del detector de fuego hasta alcanzar la activación de la alarma en el detector cabe mencionar que la activación de la alarma del detector es indicado con un led de color rojo parpadeando y apagando el led de color ámbar, luego se quedar fijo el led de color rojo si la presencia de fuego persiste. Se podrá visualizar el estado del detector y al mismo tiempo las alarmas audibles y visibles.

El notara el estado del detector en campo y se observara los cambios en el comportamiento de color del instrumento en la estación de Operación, la alarma visible color verde se desactivará, y se activará la alarma visible color rojo y la alarma audible emitirá el tono de Alarma característico de evacuación.

Estando sonando las alarmas audibles, se presiona el botón de reconocimiento de alarmas audibles en la estación de Operación, y las alarmas audibles cesaran de sonar, se presiona el botón de reconocimiento de alarmas visibles para que las alarmas visibles se desactiven y vuelvan a activarse las luces verdes.



### FALLAS DETECTADAS

Durante mi estancia en el Complejo Petroquímico se presenciaron algunas fallas, constantemente se verificaba el Sistema de Gas y Fuego, ya que por la presencia de vapores en exceso estos proyectaban diversas fallas (Figura 31,32) así como el periodo de calibración de algunos detectores el cual había expirado, la calibración es necesaria cada 6 meses dependiendo las condiciones del área donde se instaló, en caso de que exista mucha humedad la calibración se debe realizar en un tiempo mas reducido.

ID	Concentración	Unidad	Estado	Tendencia
DGC-01	0.1	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-02	0.2	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-03	0.0	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-04	0.0	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-05	0.0	% LEL	DETECTOR EN FALLA	TENDENCIA
DGC-06	0.2	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-07	0.0	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-08	0.1	% LEL	DETECTOR EN FALLA	TENDENCIA
DGC-09	0.0	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-10	0.0	% LEL	HILO ABIERTO	TENDENCIA
DGC-11	0.0	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-12	0.1	% LEL	DETECTOR EN FALLA	TENDENCIA
DGC-13	0.6	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-14	0.0	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-15	0.0	% LEL	DETECTOR EN FALLA	TENDENCIA
DGC-16	0.3	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-17	0.0	% LEL	DETECTOR EN FALLA	TENDENCIA
DGC-18	0.0	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-19	0.0	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-20	1.3	% LEL	HILO ABIERTO	TENDENCIA
DGC-21	6.2	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-22	0.0	% LEL	DETECTOR EN FALLA	TENDENCIA
DGC-23	0.0	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-24	0.0	% LEL	DETECTOR EN FALLA	TENDENCIA
DGC-25	0.2	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-26	0.0	% LEL	DETECTOR EN FALLA	TENDENCIA
DGC-27	0.0	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-28	0.0	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-29	0.0	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-30	0.0	% LEL	DETECTOR EN FALLA	TENDENCIA
DGC-31	1.9	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-32	0.0	% LEL	DETECTOR EN FALLA	TENDENCIA
DGC-33	0.0	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-34	0.0	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-35	0.0	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-36	0.2	% LEL	DETECTOR EN FALLA	TENDENCIA
DGC-37	0.0	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-38	0.0	% LEL	HILO ABIERTO	TENDENCIA
DGC-39	0.3	% LEL	DETECTOR EN FALLA	TENDENCIA
DGC-40	0.0	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-41	0.0	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-42	0.0	% LEL	DETECTOR EN FALLA	TENDENCIA
DGC-43	0.1	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-44	0.3	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-45	0.0	% LEL	DETECTOR EN FALLA	TENDENCIA
DGC-46	0.2	% LEL	NORMAL	TENDENCIA
DGC-47	0.1	% LEL	DETECTOR EN FALLA	TENDENCIA
DGC-48	0.4	% LEL	NORMAL	TENDENCIA

Figura 31.- Estado de Detectores de Gas Combustible.

SISTEMA DE GAS Y FUEGO: DETECCIÓN Y ALARMAS EN LA PLANTA DE ETILENO 2 DEL COMPLEJO PETROQUÍMICO PAJARITOS

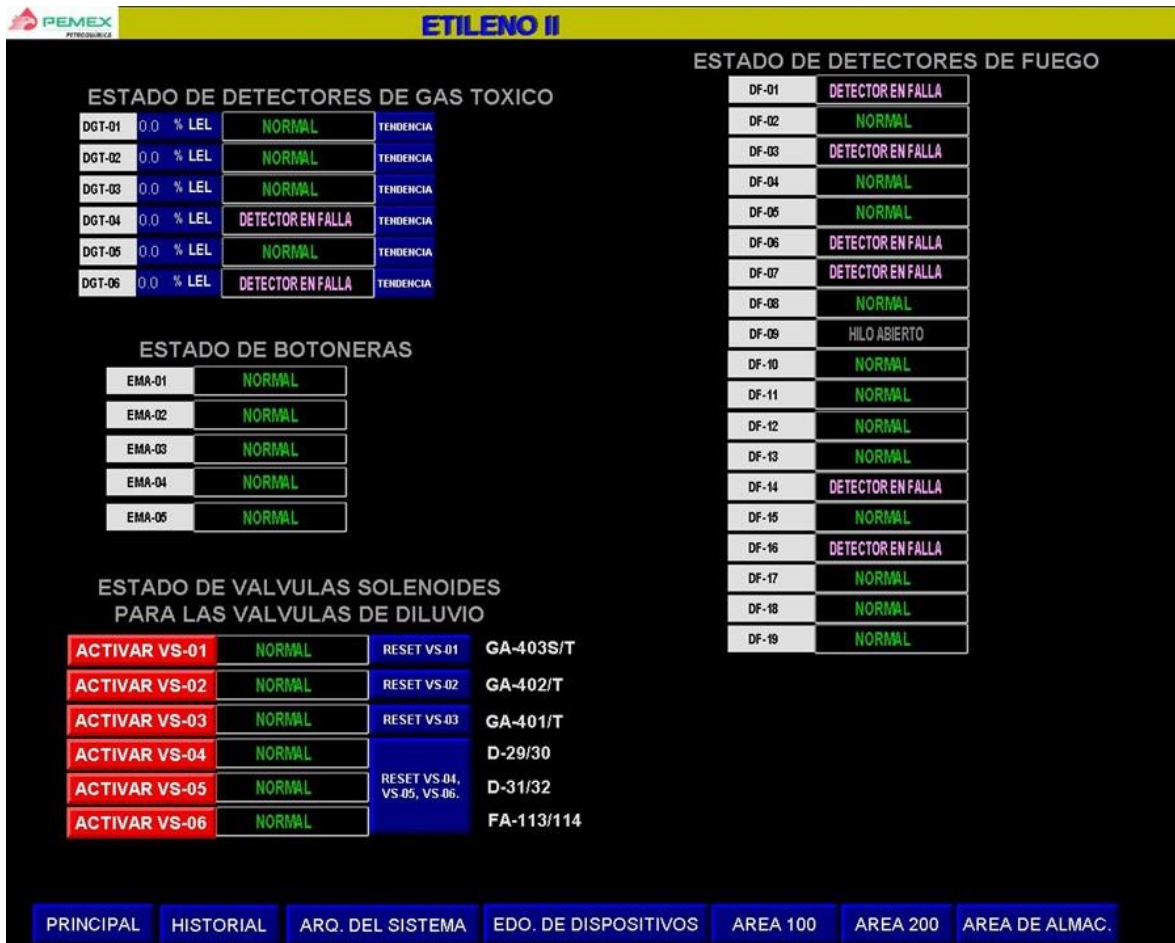


Figura 32.- Estado de Detectores de Gas Tóxico, Fuego, estaciones manuales y válvulas de diluvio.

Se realizaron las acciones correspondientes para corregir las fallas detectadas del Sistema, calibrando y aplicando un reset a los Detectores de Gas Tóxico y Combustible, con respecto a los Detectores de Fuego se limpiaron los cristales así como el reflector debido a los vapores ya que estos generan humedad y dichos detectores deben estar lo más limpio posible. Una vez terminado el proceso de limpieza de los detectores de fuego se tuvo la necesidad de aplicar un reset debido a que unos seguían marcando falla después de la limpieza.

El sistema quedó operando correctamente con todos los detectores en estado NORMAL a excepción del Detector de gas Combustible 27, debido a que fue retirado por motivo del mantenimiento a un horno de pirolisis, dicho detector se volverá a instalar al término del mantenimiento el cual está previsto para febrero del 2016.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Al término del proyecto, se cumplen los objetivos planteados inicialmente, el cual se logra efectuando cada uno de los objetivos específicos que nos llevaron de la mano al objetivo general.

La realización de este proyecto, fue por la gran importancia que tiene el mantener un ambiente de trabajo seguro, ya que existen condiciones de riesgo en el C.P “Pajaritos” debido a la presencia de gases Tóxico, Combustible e inflamables que no se puede predecir, pudiendo ocasionar daños a las instalaciones como al personal. Para mantener un ambiente de trabajo seguro se logró con la instalación del Sistema de Detección de Gas y Fuego, cumpliendo a su vez con las normas de trabajo que rigen a PEMEX actualmente.

Las fallas que indicaron los detectores después de su puesta en operación fueron corregidas al realizar las actividades correspondientes, como la calibración, reset y limpieza de los detectores, esto me ayudo a conocer el funcionamiento real del SGF, comprobando a su vez el correcto funcionamiento del Sistema instalado, ya que aunque cayeron en falla más de un instrumento el sistema en general siguió operando.

Se recomienda verificar los diagramas de conexión de los detectores ya que es importante para una buena instalación. Al igual que la instalación de nuevos detectores en diferentes sitios debido a las corrientes de vientos, los cuales cambian de dirección constantemente ocasionando que los gases cambien de trayectoria a las ya establecidas.

En la actualidad el sistema opera correctamente con los 47 Detectores de Gas Combustible, 6 de Gas Tóxico y 19 de Fuego, en conjunto con los demás dispositivos que integran el Sistema de detección de Gas y Fuego.

En lo personal, dar seguimiento a un proyecto me ayudó a ampliar en gran cantidad mis conocimientos aprendidos en el instituto, así como infundir en mi persona la importancia de la disponibilidad en un organismo.





## REFERENCIAS.

- [1] NRF-184-PEMEX-2012 Sistema de Gas y Fuego: CEP.
- [2] NRF-210-PEMEX-2013 Sistema de Gas y Fuego: Detección y Alarmas.
- [3] [http://www.notifier.es/documentacion/notifier/manuales/MNNDT722\\_40-40L.pdf](http://www.notifier.es/documentacion/notifier/manuales/MNNDT722_40-40L.pdf)
- [4] <http://s7d9.scene7.com/is/content/minesafetyappliances/Ultima%20X%20Series%20Data%20Sheet%20-%20EN>
- [5] <http://s7d9.scene7.com/is/content/minesafetyappliances/ULTIMA%20-%20ULTIMA%20X%20Series%20Controller%20and%20Calibrator%20Operating%20Manual%20-%20GB>
- [6] NRF-204-PEMEX-2012. Válvulas de Bloqueo De Emergencia.
- [7] <http://s7d9.scene7.com/is/content/minesafetyappliances/Ultima%20X%20Series%20Instruction%20Manual%20-%20EN>
- [8] [http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/rm/1756-rm092\\_es-p.pdf](http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/rm/1756-rm092_es-p.pdf)
- [9] <http://www.atsintech.com/tablas/ISTBook.pdf>



ANEXOS.

ANEXO 1. Tablas de seguridad NEMA.

GRADO DE PROTECCIÓN	DESCRIPCIÓN
NEMA 1	Instalación interior, protege contra la caída de suciedad.
NEMA 2	Instalación interior, protege contra la caída de suciedad y el goteo de agua.
NEMA 3	Instalación exterior, protege contra lluvia, aguanieve y polvo transportado por el viento; además protege contra daños ocasionados por la formación de hielo exterior sobre el armario
NEMA 3R	Instalación exterior, protege contra lluvia, aguanieve: además protege contra daños ocasionados por la formación de hielo exterior sobre el armario.
NEMA 3S	Instalación interior o exterior, protege contra lluvia, aguanieve y polvo transportado por el viento; además, los mecanismos externos permanecen operativos a pesar de la formación de hielo.
NEMA 4	Instalación interior o exterior, protege contra el polvo transportado por el viento y la lluvia, salpicaduras de agua y agua proyectada; además protege contra daños ocasionados por la formación de hielo exterior sobre el armario.
NEMA 4X	Instalación interior o exterior, protege contra el polvo transportado por el viento y la lluvia, salpicaduras de agua, agua proyectada y corrosión; además protege contra daños ocasionados por la formación de hielo exterior sobre el armario.
NEMA 5	Protección interior contra caída de suciedad, acumulación del polvo del aire ambiental, así como contra el goteo de líquidos no corrosivos.
NEMA 6	Protección interior o exterior contra caída de suciedad, chorro de agua y entrada de agua a causa de la inmersión parcial, limitada a una profundidad determinada; así como protección contra daños provocados por la formación de hielo.
NEMA 6P	Protección interior o exterior contra proyección de agua y entrada de agua a causa de la inmersión prolongada a una profundidad determinada; así como protección contra daños provocados por la formación de hielo.
NEMA 12	Protección interior contra caída de suciedad, acumulación del polvo del aire ambiental, así como contra el goteo de líquidos no corrosivos.
NEMA 13	Protección interior contra polvo, caída de suciedad, salpicaduras de agua y aceite, así como medios refrigerantes no corrosivos.



ANEXO 2. Clasificación de materiales peligrosos NCh 382.Of2004, Clase de explosión Tipo 1

CLASE 1		EXPLOSIVOS
<b>División 1.1</b>	Sustancias y objetos que presentan un riesgo de explosión en masa	
<b>División 1.2</b>	Sustancias y objetos que presentan un riesgo de proyección sin riesgo de explosión en masa	
<b>División 1.3</b>	Sustancias y objetos que presentan un riesgo de incendio y un riesgo menor de explosión o un riesgo menor de proyección, o ambos, pero no un riesgo de explosión en masa	
<b>División 1.4</b>	Sustancias y objetos que no presentan riesgo apreciable.	
<b>División 1.5</b>	Sustancias muy insensibles que presentan un riesgo de explosión en masa.	
<b>División 1.6</b>	Objetos sumamente insensibles que no presentan riesgo de explosión en masa.	

ANEXO 3. Grado de seguridad SIL.

NIVEL SIL	Descripción norma SIL	Modo demanda de operación PFD	Fallo máx. Aceptado de SIS	Modo de demanda de operación continua-elevada	Fallo máx. Aceptado de SIS
4	Consecuencia muy importante para la comunidad que conlleva una reducción de riesgo de 10.000 a 100.000.	$\geq 10^{-5} - 10^{-4}$	Un fallo peligroso en 10000 años	$\geq 10^{-9} - 10^{-8}$	Un fallo peligroso en 100.000.000 horas
3	Consecuencia muy importante para la comunidad y los empleados que conlleva una reducción del riesgo de 1.000 a 10.000.	$\geq 10^{-4} - 10^{-3}$	Un fallo peligroso en 1000 años	$\geq 10^{-8} - 10^{-7}$	Un fallo peligroso en 10.000.000 horas
2	Protección importante de la instalación, la producción y los empleados que conlleva una reducción del riesgo de 100 a 1.000.	$\geq 10^{-3} - 10^{-2}$	Un fallo peligroso en 100 años	$\geq 10^{-7} - 10^{-6}$	Un fallo peligroso en 1.000.000 horas
1	Protección baja de la instalación y la producción que conlleva una reducción del riesgo 10 a 100.	$\geq 10^{-2} - 10^{-1}$	Un fallo peligroso en 10 años	$\geq 10^{-6} - 10^{-5}$	Un fallo peligroso en 100.000 horas



## GLOSARIO

**Compresor:** Máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como gases y los vapores.

**Conduit:** Sistema de tubería que se usa para la protección y el enrutamiento del cableado eléctrico.

**Craqueo:** Proceso químico industrial por el cual se quiebran moléculas de un compuesto produciendo así compuestos más simples, a temperatura y presión elevada.

**Explosión:** Combustión súbita y violenta de una mezcla de aire u oxígeno con un gas combustible, generando gases de alta velocidad con liberación de energía que causa un incremento de presión u onda de choque.

**Gas combustible:** Cualquier gas o vapor capaz de entrar en combustión.

**Gas tóxico:** Gases que interfieren con el metabolismo celular, siendo el pulmón sólo la vía de entrada.

**HMI:** Interfaz Humano-Maquina, se refiere a la interacción entre humanos y máquinas.

**HS2:** El sulfuro de hidrógeno, denominado ácido sulfhídrico en disolución acuosa, es un ácido inorgánico de fórmula  $H_2S$ . Este gas, más pesado que el aire, es inflamable, incoloro, tóxico y su olor es el de la materia orgánica en descomposición, como los huevos podridos. A pesar de ello, desempeña en el organismo del ser humano funciones esenciales. El ácido sulfhídrico se encuentra naturalmente en el petróleo crudo, gas natural, gases volcánicos y manantiales de aguas termales. También se puede encontrar en aguas pantanosas, lagunas o aguas estancadas, desagües, estanques de harina o aceite de pescado, barcos pesqueros y alcantarillados. El ácido sulfhídrico es extremadamente nocivo para la salud, bastan 20-50 ppm en el aire para causar un malestar agudo que lleva a la sofocación y la muerte por sobre exposición. A partir de las 50ppm tiene un efecto narcotizante sobre las células receptoras del olfato y las personas afectadas ya no perciben el hedor. A partir de las 100ppm se puede producir la muerte. Como la densidad del ácido es mayor que la del aire, se suele acumular en lugares bajos como pozos, etc. donde puede causar víctimas. A menudo se producen varios afectados, una primera víctima se cae inconsciente y luego son afectados también todos los demás que van en su rescate sin el equipo de protección necesario.



**Horno de pirolisis:** Horno en el cual surge una descomposición química de materia orgánica y todo tipo de materiales, excepto metales y vidrios, causada por el calentamiento a altas temperaturas en ausencia de oxígeno (y de cualquier halógeno). Involucra cambios simultáneos de composición química y estado físico, los cuales son irreversibles.

**LEL:** Concentración mínima de un gas o vapor en mezcla con aire u oxígeno, que en contacto con una fuente de ignición puede entrar en combustión. Abajo de dicha concentración la mezcla será muy pobre para arder.

**Mitigación:** Conjunto de acciones para disminuir las consecuencias de la ocurrencia de un accidente.

**ppm:** Unidad de medida con la que se mide la concentración. Se refiere a la cantidad de unidades de una determinada sustancia (agente, etc.) que hay por cada millón de unidades del conjunto.

**SIL:** Safety Integrity Level (Nivel de Integridad de Seguridad).