

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN Y EXTINCIÓN DE FUEGO Y GAS
PARA EQUIPOS DE MEDICIÓN FISCAL EN LA INDUSTRIA DE
HIDROCARBUROS.**

JESSIKA PAOLA FIGUEROA BALLESTAS

FRANCISCO ALBERTO PABA SUAREZ

CARMEN EVETH TORRES MELO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESPECIALIZACIÓN EN AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS
INDUSTRIALES**

CARTAGENA

2014

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN Y EXTINCIÓN DE FUEGO Y GAS
PARA EQUIPOS DE MEDICIÓN FISCAL EN LA INDUSTRIA DE
HIDROCARBUROS.**

JESSIKA PAOLA FIGUEROA BALLESTAS

FRANCISCO ALBERTO PABA SUAREZ

CARMEN EVETH TORRES MELO

DIRECTOR:

JORGE ELIECER DUQUE PARDO

INGENIERO ELECTRICISTA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESPECIALIZACIÓN EN AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS
INDUSTRIALES**

CARTAGENA

2014

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE TABLAS	6
LISTA DE ANEXOS	7
LISTA DE ABREVIATURAS	8
GLOSARIO	9
RESUMEN.....	11
INTRODUCCION	13
1. OBJETIVO.....	13
1.1. Objetivos específicos	13
2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	13
3. JUSTIFICACION.....	15
4. BENEFICIOS	16
5. MARCO TEORICO	16
5.1. DESCRIPCION DEL PROCESO DE TRANSFERENCIA DE CUSTODIA.....	16
5.2. DESCRIPCION ESPECÍFICA Y CONDICIONES DE OPERACION.....	17
5.2.1. Unidad de medición Fiscal Propano.....	18
5.2.2. Operación del Sistema de Medición Fiscal	19
6. ETAPAS DE INGENIERIA	21
6.1. ALCANCE GENERAL.....	21
6.2. ALCANCE DETALLADO.....	23
6.2.1. Plan detallado de trabajo.....	24
6.2.2. Equipo de trabajo	25
6.3. COSTOS.....	25

6.3.1.	Costo de materiales	25
6.3.2.	Costos de Mano de Obra Programación	26
6.3.3.	Costos de mano de Obra instalación	26
6.3.4.	Costos en Puesta en servicio y capacitación del personal.....	26
6.4.	ETAPAS DEL PROYECTO.....	27
6.5.	LIMITACIONES	29
6.6.	HITOS.....	29
6.7.	TIEMPO ESTIMADO DE EJECUCION.....	30
7.	DISEÑO.....	30
7.1.	DISEÑO DEL SISTEMA	30
7.1.1.	FILOSOFÍA DE CONTROL	30
7.2.	NORMAS Y ESTANDARES	31
7.2.1.	ESPECIFICACIONES TECNICAS REQUERIDAS POR LA INSTALACIONES DE LA INDUSTRIA DEL PETROLEO	31
7.3.	SOLUCION PROPUESTA.....	33
7.3.1.	SELECCIÓN DE EQUIPOS	35
7.3.2.	ARQUITECTURA DE RED	42
7.3.3.	ENTREGABLES DEL PROYECTO.....	43
8.	ANALISIS ECONOMICO	44
9.	RESULTADOS	45
10.	POSIBLES TRABAJOS FUTUROS	46
	CONCLUSIONES	47
	BIBLIOGRAFIA.....	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Plano de Tubería e instrumentación de Skid de Medición Fiscal.....	14
Figura 2. Diagrama De Bloques Sistema De Medición Fiscal (Anexo 14)	19
Figura 3. Organigrama Del Proyecto	25
Figura 4. Espectro de una llama típica. Tomado de NFPA 72 pág. 72-142.	36
Figura 5. Sensibilidad Normal Vs Desplazamiento Angular. Tomado de NFPA 72 pág. 72-143.....	36
Figura 6. Catálogo General Monitor.....	37
Figura 7. General Monitor. Detector de Gas instalado.....	38
Figura 8. Válvula de Diluvio	39
Figura 9. Estación De Llamado Manual	40
Figura 10. Alarma Visual.....	41
Figura 11. Alarma Sonora.....	42
Figura 12. Arquitectura de red diseñada para el sistema Fire&Gas.....	43

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Condiciones Ambientales De La Zona Industrial	18
Tabla 2. Especificaciones Técnicas Del Propano	18
Tabla 3. Especificaciones técnicas Del Butano	19
Tabla 4. Costo De Materiales	26
Tabla 5. Costo De Mano De Obra De Programación.....	26
Tabla 6. Costo De Mano De Obra De Programación.....	26
Tabla 7. Costos en Puesta en servicio y capacitación del personal.....	27
Tabla 8. Especificación De Las Etapas Del Proyecto	28

LISTA DE ANEXOS

Anexos 1. P&ID Skid Medición Fiscal	50
Anexos 2. What If.....	51
Anexos 3. Plan Detallado De Trabajo	52
Anexos 4. Diagrama Causa y Efecto	57
Anexos 5. Listado de Instrumentos.....	58
Anexos 6. Listado de Equipos.....	59
Anexos 7. Lazos de control.....	60
Anexos 8. Listado de cables	64
Anexos 9 . Datasheets	65
Anexos 10. Especificación Técnicas de Compra	72
Anexos 11 . Plot Plan con ubicación de Equipos Fire &Gas.....	79
Anexos 12 . Típicos de Montajes.....	80
Anexos 13. Análisis Económico.....	82
Anexos 14. Diagrama De Bloques De Medición Fiscal.....	85
Anexos 15. Procedimiento Para Pruebas Sistema De Detección Y Alarma	86
Anexos 16. Formato de Pruebas de equipos F&G.....	92

LISTA DE ABREVIATURAS

AR: Análisis de Riesgos

BPH: Barril por hora.

CI: Contra Incendio.

DCS: Sistema de control distribuido

ESD: Emergency shutdown (apagado de emergencia)

F&G: Sistema de Fire And Gas (Sistema de detección de Fuego y Gases)

FM: Factory Mutual

GLP: Gas licuado de petróleo

HSE: Health, Safety and Environment. (Higiene, Seguridad y Ambiente)

IB: Ingeniería Básica.

ID: Ingeniería de Detalle.

PMT: Plan maestro de Trabajo

PDT: Plan Detallado de Trabajo.

TUV: Technischer Überwachungs - Verein (Empresa Certificadora Alemana)

ULSD: (Diesel de Ultra bajo azufre)

GLOSARIO

Contratista: Compañía que llegue a firmar un contrato para ejecutar los trabajos necesarios para cumplir las condiciones de este proyecto.

GLP: Es una mezcla de hidrocarburos livianos constituida principalmente por C3's (propano y compuestos derivados de éste) y C4's (butanos y compuestos derivados de éstos), en proporciones variables y que a condiciones normales es gaseosa y al comprimirla pasa a estado líquido. Puede producirse en plantas de procesamiento de gas natural o en refinerías, especialmente en plantas de ruptura catalítica. Es utilizado especialmente como combustible doméstico para la cocción de alimentos y calentamiento de agua. También puede usarse como combustible en hornos, secadores y calderas de diferentes tipos de industrias, en motores de combustión interna y en turbinas de gas para generación de energía eléctrica.

Jet A-1: también conocido como turbo combustible, turbosina o JP-1A, es un destilado medio proveniente de la destilación atmosférica del petróleo, con características especiales de calidad, que es tratado químicamente para eliminar compuestos azufrados tales como sulfuros, mercaptanos y ácidos nafténicos, que pueden tener un comportamiento corrosivo. Está diseñado para utilizarse como combustible para aviones con turbinas tipo propulsión o jet.

Manifolds: Conjunto o arreglo de Tubería con diferentes puntos de conexión.

Nafta: Hidrocarburo del grupo de las gasolinas que se produce en la destilación atmosférica de las unidades de crudo. Se utiliza como componente en la preparación o mezcla de gasolinas y como materia prima en las plantas de reformado.

PHAST Software: Software de Análisis de Peligros de Procesos. El software examina el progreso de incidentes potenciales desde su fase inicial hasta dispersiones de campo incluyendo modelamiento y efectos tóxicos e inflamables.

UL: Es una empresa mundial independiente dedicada a la ciencia de la seguridad con más de un siglo de experiencia en la innovación de soluciones de seguridad que van desde la adopción pública de la electricidad hasta nuevos avances en sostenibilidad, energía renovable y nanotecnología. Dedicada a la promoción de entornos seguros para el trabajo y la vida, UL ayuda a salvaguardar personas, productos y lugares de manera vital, agilizando el comercio y brindando tranquilidad.

UL certifica, valida, ensaya, inspecciona, audita, asesora y educa. Brinda el conocimiento y la experiencia que ayudan a manejar la creciente complejidad de la cadena de suministros desde cuestiones reglamentarias y de cumplimiento hasta desafíos comerciales y acceso al mercado

ULSD: diésel con características de contenido de azufre inferior a 30ppm.

RESUMEN

En el Sector petrolero se efectúan procesos de transferencia de custodia de productos diariamente, para asegurar la calidad del mencionado proceso y el progreso del sector petrolero, se han visto en la obligación de usar equipos de medición fiscal entre sus actores.

En el caso de Colombia existen normativas que se encargan de asegurar los procesos de medición fiscal, enfocados en beneficiar al país y garantizar adecuados procesos en la industria petrolera.

En el desarrollo de este proyecto se busca demostrar la importancia e implementar un sistema de protección a los procesos de medición fiscal, instalando un sistema de Fire&Gas, teniendo en cuenta que si bien es cierto con el skid de medición fiscal se aseguran las condiciones de negociación, a su vez se incrementa el riesgo individual del trabajador, para el medio ambiente y la propia empresa por las posibles fugas y como consecuencia incendios que se pueden presentar.

Basado en lo anterior se establece el objetivo del proyecto, se establece el alcance general fundamentado y justificado de acuerdo a la descripción del problema y los beneficios que trae la implementación de dicho Sistema de Fire & Gas.

Sobre el sistema de medición fiscal se realizó un estudio de análisis de riesgo basado en la metodología cualitativa "What If", producto del cual se genera una recomendación dirigida hacia la implementación del sistema Fire&Gas. Como parte del Capítulo de Descripción del proceso, se describe en que consiste y bajo que normativas de acuerdo a la ley colombiana se rige el proceso de transferencia de custodia de un área de medición fiscal. en donde se trabaja con una mezcla de hidrocarburos livianos (GLP). Se realizan las especificaciones de este tipo de hidrocarburos y de la operación del sistema de medición fiscal.

De acuerdo al desarrollo de las etapas de ingeniería se estableció el alcance del proyecto, en el que se detalla justificación del proyecto, la descripción de la solución, se especifican las actividades y entregable que este requiere.

Se utilizó la herramienta MS Project 2010, así como MS Visio 2010, para general el cronograma del proyecto, la estructura del trabajo y el organigrama detallando los involucrados en el equipo del proyecto y su jerarquía. De esta manera se definieron las tareas y el tiempo estimado de ejecución del proyecto.

En el capítulo de la Solución Propuesta, se realiza una descripción de la Ingeniería Básica y detallada del sistema diseñado para satisfacer la necesidad. En este capítulo se realizan los entregables de ingeniería del proyecto.

Finalmente se muestran los resultados del diseño, se realizan las conclusiones y posibles trabajos futuros generados de este proyecto.

INTRODUCCION

En cualquier planta del sector industrial, especialmente las del sector petroquímico, es necesario realizar constante monitoreo de las emisiones, debido a los impactos potenciales ambientales, a la infraestructura y al personal operativo de la planta. Como medida de prevención se hace necesaria la implementación de sistemas de detección de fuego y de gases, asociado a sistemas de contraincendio, para monitorear, prevenir y/o controlar la ocurrencia de un incendio en consecuencia de la combustibilidad de los materiales químicos.

Este trabajo está enfocado en describir el montaje de un sistema de detección de fuego y gas a ser usado en la ampliación de una planta al incluir nuevos equipos de medición fiscal que transportarán propano y butano.

1. OBJETIVO

Diseñar un sistema Fire & Gas para protección de equipos de medición fiscal de hidrocarburos, usados en el sector de la industria petrolera.

1.1. Objetivos específicos

- ✓ Desarrollar el plan de gestión del proyecto, en el que se contemple el alcance, Análisis Económico, recurso humano y tiempo de ejecución, según el CAP de ISA.
- ✓ Desarrollar los entregables de diseño del proyecto.
- ✓ Diseñar la arquitectura de red a implementar.
- ✓ Fundamentar el diseño del Sistema de detección y Extinción de Fuego y gas en las normas aplicables.

2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

La custodia de los productos generados o recibidos en una estación de bombeo o en una refinería pasa del productor al transportador, éste la transfiere al distribuidor y por último al usuario final. Como mínimo, existe una medición fiscal por día entre cada uno de estos actores. Por este motivo, se deben utilizar métodos y normas para garantizar la trazabilidad de los patrones de medición

internacionales y disminuir la incertidumbre en los sistemas de medición, aspectos que se reflejarán en menores pérdidas del producto y mayor rentabilidad para las organizaciones.

En la figura 1 se representa un arreglo típico de tubería e instrumentación (P&ID: Anexo 1) relacionado con Sistema de Medición Fiscal, en cual se pueden detallar diferentes puntos de fallas inherentes al montaje sumados a las fallas generadas por factor humano, por ejemplo, fugas en puntos de conexión, fugas por fallas en material, fugas por actividades de mantenimiento, etc.

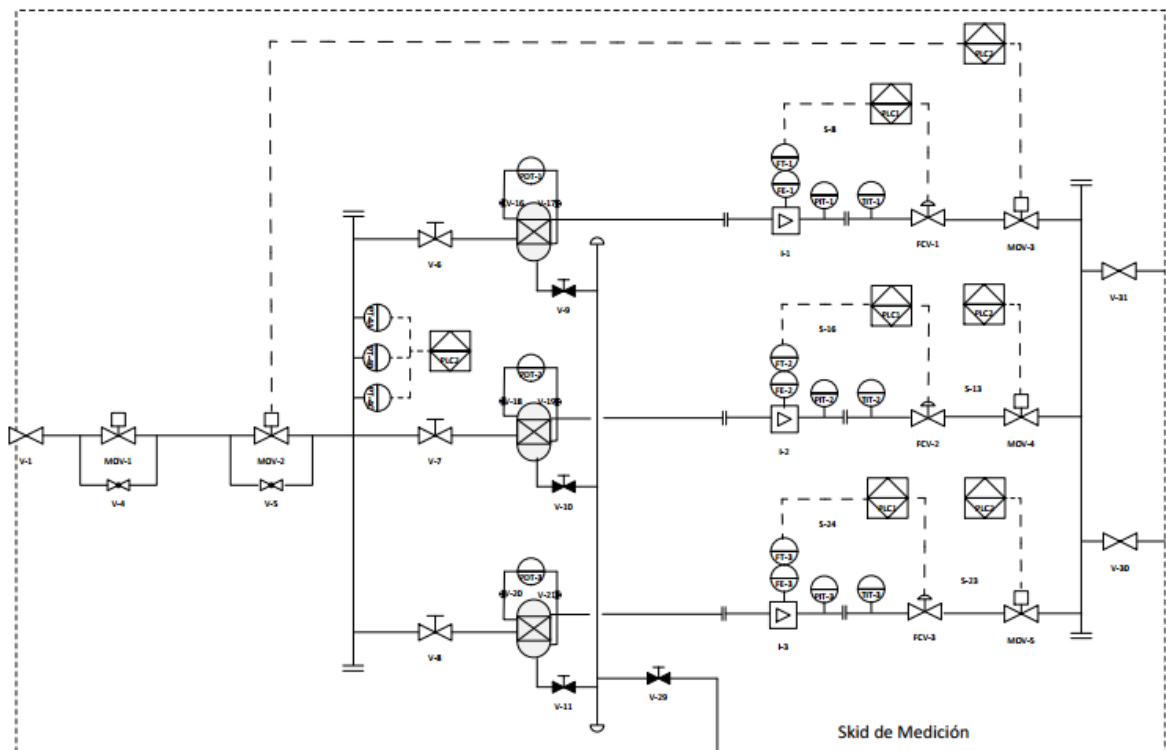


Figura 1. Plano de Tubería e instrumentación de Skid de Medición Fiscal.

Con el fin de asegurar las condiciones operacionales adecuadas del Área en estudio se define determinar los posibles eventos y riesgos que pueden encontrarse en el sistema de Medición Fiscal, para lo cual se ejecuta la

Metodología Cualitativa para análisis de Riesgo "What If" (Anexo 2), que genera diferentes recomendaciones entre las cuales podemos resaltar:

- Generar un análisis de eventos de incendio y explosión con el fin de identificar los radios de afectación.
- Implementación de un Sistema de Detección de Fire&Gas.
- Implementación de un Sistema de Circuito Cerrado de Televisión.

Para el desarrollo de este proyecto se tomara en consideración la implementación de un Sistema de Detección de Fire&Gas, teniendo en cuenta que en un área de medición fiscal es más factible que se presenten puntos de posibles fugas y fallas del sistema de transferencia de hidrocarburos.

Las facilidades de detección de F&G permiten identificar fugas de hidrocarburos e inicios de incendios relacionados, con el fin de alertar a los operadores e iniciar las acciones pertinentes para controlar fugas e incendios.

La ausencia de un sistema de detección de fuego y gas representaría un riesgo alto para el personal que opera en las áreas, el medio ambiente y los activos de la empresa.

3. JUSTIFICACION

Los beneficios del sistema de F&G se encuentran asociados al incremento en la Seguridad de Procesos, seguridad del personal, y no se ven representado en un análisis Beneficio/costo.

Teniendo en cuenta que el riesgo individual al trabajador dentro de los contornos de riesgo, es de $1,0 \times 10^{-4}$ veces/años¹ como consecuencia de la

¹ Dato típico de la industria, OREDA, Layer of Protection Analysis Determining Safety Integrity Level" by Arthur M. Dowell, P.E. Rohm and Hass Company

implementación de un skid de medición fiscal, el cual consta de medidores, transmisores y en general toda la instrumentación necesaria.

Es claro que este riesgo no se encuentra entre los límites de referencia para empresas de clase mundial en la Industria del Petróleo, que establece un riesgo meta de $1,0 \times 10^{-5}$ veces/años, de acuerdo al Análisis cuantitativo de Riesgos generado por la exposición ante un evento generado por una fuga en tubería.

Ahora bien, este riesgo es reducible al trabajador lo que implica que si bien no es intolerable de debe implantar medidas orientadas a disminuirlo.

4. BENEFICIOS

- ✓ Detección oportuna de gas combustible con el fin de evitar la generación de un incendio.
- ✓ Respuesta oportuna y confiable en el evento de una emergencia por fuego.
- ✓ Accionamiento automático y/o remoto del sistema hidráulico de contraincendio, disminuyendo la exposición al peligro del personal operativo.
- ✓ Suministrar seguridad a los operadores, empleados, bomberos y en general a todo el personal.
- ✓ Proteger las propiedades y los Activos. Suministrar continuidad de la Operación.
- ✓ Limitar el Impacto del fuego en el medio ambiente.

5. MARCO TEORICO

5.1. DESCRIPCION DEL PROCESO DE TRANSFERENCIA DE CUSTODIA

En la normatividad colombiana² no existía ninguna definición de “fiscalización” hasta la expedición del Decreto 4923 del 26 de diciembre de 2011, que

² LA FISCALIZACIÓN DE HIDROCARBUROS LÍQUIDOS EN COLOMBIA

reglamenta el Sistema General de Regalías. Sin embargo, el Ministerio de Minas y Energía, a través de la División de Fiscalización de Hidrocarburos ha ejercido esta función, reglamentada por la Ley 1ª de 1984, y la ha conservado pese a las múltiples reestructuraciones que ha sufrido esa entidad en los últimos años, con la única excepción que la realiza de manera conjunta con Ecopetrol en los contratos de asociación de acuerdo con el Decreto 1895 de 1973.

El procedimiento de fiscalización es de gran importancia, pues es a través de este instrumento que el Estado puede garantizar que los volúmenes de hidrocarburos reportados para comercialización se ajusten realmente a los volúmenes producidos; los cuales son tomados como base para efectos de calcular la participación del Estado bien sea como asociado a través de Ecopetrol, o para la liquidación y pago de regalías.

El proceso de medición de los hidrocarburos es un proceso estandarizado en la industria petrolera, pues antes que ser un requisito para el cálculo de regalías o para efectos impositivos, saber cuánto hidrocarburo se produjo, es el corazón del negocio petrolero. Es por eso que sin importar qué compañía opere o en dónde se encuentre, los procedimientos de medición tienden a ser iguales, además muchos de estos (o partes del proceso) se encuentran plasmados en normas técnicas aceptadas en la industria, pues la estandarización de procedimientos es un requisito para poder acceder a los mercados.

5.2. DESCRIPCION ESPECÍFICA Y CONDICIONES DE OPERACION

En un área de Medición de fiscal de Hidrocarburos refinado, dentro de los cuales podemos encontrar Naftas, ULSD Diesel, Jet A1 y GLP, encontramos esquemas de medición específico para cada hidrocarburo de acuerdo a su condición de transferencia, propiedades físicas y químicas. Para el propósito de este documento trataremos con GLP. " GLP es una mezcla de hidrocarburos livianos que constan principalmente de propano, C3s (compuestos derivados del propano), butano y C4s (compuestos derivados de butano) en proporciones variables. Bajo

condiciones normales, es gaseoso y se licua cuando se comprime. Se produce en plantas y refinerías de procesamiento de gas natural, particularmente en plantas de craqueo de catalizadores³ “

Las condiciones ambientales de la zona industrial de Mamonal se relacionan en la siguiente tabla:

Condiciones Ambientales	
Temperatura ambiente promedio (°C)	27
Presión atmosférica (psi)	14,7
Humedad relativa	90%
Precipitación anual (mm)	1.0 Y 37
Elevación (m.s.n.m.)	0 mínimo
	5 máximo

Tabla 1. Condiciones Ambientales De La Zona Industrial

Tomamos como referencia los siguientes parámetros de la operación y diseño de acuerdo a las características físico- químicas de las sustancias:

5.2.1. Unidad de medición Fiscal Propano

Especificación del Producto: **Propano**

Temperatura de Operación	120 °F
Presión de Operación	300 psig
Presión de Vapor @ 100 °F	189 psia
Viscosidad	0.0792 cP
Presión de Diseño	500 psig
Temperatura de Diseño (Caribe)	200 °F

Tabla 2. Especificaciones Técnicas Del Propano

Especificación del Producto: **Butano**

³ <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=37&conID=77249&pagID=134549>

Temperatura de Operación	120 °F
Presión de Operación	150 psig
Presión de Vapor @ 100 °F	64.1 psia
Densidad	34.17 lb/ft3
Presión de Diseño	500 psig
Temperatura de Diseño (Caribe)	200 °F
Viscosidad	0.1186 cP

Tabla 3. Especificaciones técnicas Del Butano

Podemos resumir el proceso mediante el siguiente diagrama de Bloques:

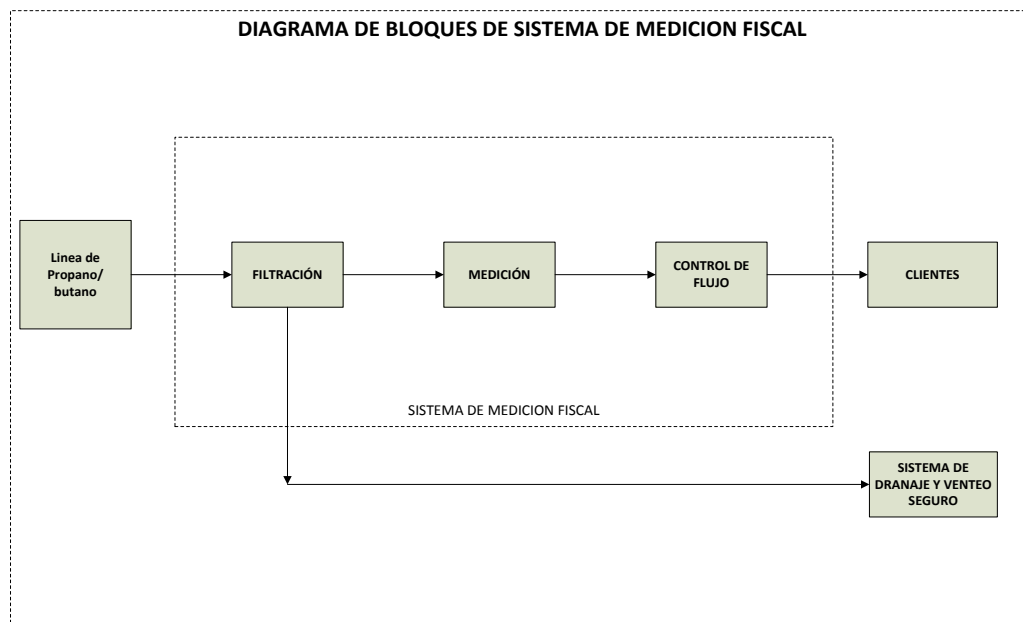


Figura 2. Diagrama De Bloques Sistema De Medición Fiscal (Anexo 14)

5.2.2. Operación del Sistema de Medición Fiscal

La operación del Skid inicia con dos pasos principales:

1. Seleccionando las corrientes o brazos de medición que se va a operar.
2. Verificar las especificaciones de ratas de flujo para el medidor en las referencias técnicas del sistema.

Posterior a estas actividades se asigna un “setpoint” de rata de bajo flujo a la válvula FV (Control de Flujo), el sistema automáticamente procederá con la secuencia de arranque según el valor suministrado, enviando comandos de apertura de válvulas de los respectivos brazos a utilizar.

Después de que el flujo se encuentre estable, el operador deberá inspeccionar el sistema completo para detección de posibles fugas. Este procedimiento debe realizarse cada vez que se ponga en funcionamiento una corriente o brazo de medición, como una operación normal y rutinaria de trabajo.

Luego proceder con el control de flujo ajustando el setpoint de la (Válvula de Control de Flujo) FV hasta alcanzar el flujo deseado por ese medidor.

Se debe repetir los pasos para los demás medidores hasta alcanzar el flujo total deseado. Esto puede requerir realizar estos pasos en forma simultánea para varios brazos de medición según sea requerido.

La carga y operación de los medidores deberá ser conducida de tal manera que los medidores no sean operados fuera de su curva o rango óptimo de operación.

5.2.2.1. *Chequeos de Rutina*

El presente chequeo deberá ser realizado periódicamente con el fin de verificar la integridad del sistema:

- ✓ Verificar que no existan fugas en las válvulas de doble bloqueo y purga de todo el sistema.
- ✓ Verificar que los filtros no estén presentando alto diferencial de presión.
- ✓ Verificar que el sonido de funcionamiento de los medidores no haya cambiado, indicando problemas internos.
- ✓ Drenar con relativa frecuencia cada corriente de medición para revisar y recolectar objetos extraños de los filtros.

6. ETAPAS DE INGENIERIA

Para el desarrollo y trabajo de las diferentes etapas de ingeniería se tomó como referencia el CAP de ISA con el fin de seguir la metodología. Teniendo en cuenta que el CAP es el certificado de automatización para profesionales creado por la ISA, en el cual se establecen como debe ser la definición, diseño, desarrollo / aplicación, implementación, sistemas de información de documentación y soporte de sistemas, software y equipos utilizados en los sistemas de control, sistemas de fabricación, integración y consultoría operativa⁴ específicamente de la industria de automatización.

6.1. ALCANCE GENERAL

El alcance general del proyecto, plantea una estructura de diseño para un sistema de detección, automatización y control de Fuego y Gas, para una unidad o Skid de Medición Fiscal de 1500 BPH (2.34 Ft³/s), que permita de manera confiable garantizar la operación, la seguridad de las personas, la seguridad de los procesos y la armonía con el medio ambiente, implementando en el montaje un sistema que detecte y realice de manera oportuna y eficaz acciones que conduzcan a finalizar una emergencia por fuga o incendio de gas combustible.

El sistema de Fire and gas permite que se realice un monitoreo constante de las condiciones de operación de la unidad de medición fiscal. Los instrumentos detectarán escapes de hidrocarburo así como conatos de incendio que alerten al operador para iniciar acciones que eviten y controlen la propagación del fuego y aisle volúmenes potenciales de hidrocarburo.

Los sistemas de alarmas por detección de fuego y detección de gas operarán de forma independiente a los otros sistemas de control de la planta, pero se hará una integración con el sistema de seguridad en cuarto de control, para enlazar al sistema de contra incendio, mediante la acción

⁴ <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=37&conID=77249&pagID=134549>

de una válvula de diluvio que permita el paso de agua al área requerida, teniendo un sistema de protección automático y así con estos dos sistemas se estaría asegurando razonablemente la protección de la zona de montaje del Skid de medición, minimizando las consecuencias de los incendios y explosiones, previniendo el escalamiento del fuego a otras áreas o equipos y minimizando inventarios de hidrocarburos en las áreas donde se inicie el incendio mediante el aislamiento de los equipos.

El skid de medición fiscal tiene instalados monitores conectados a la red contraincendio existente, comprendida por un anillo de tubería de diámetro de 8", que permitirían el combate de la emergencia por fuego luego de que la condición sea detectada por el operador. El proyecto tomará el Plot plan de la Unidad y de acuerdo al estudio de modelamiento de escenarios realizará la instalación de nuevos equipos de detección-alarma y combate de incendio. El agua requerida para esta protección será tomada de la red de Contraincendios del área, previamente diseñada con los skids de medición, reduciendo la implementación al cambio de los monitores de ejecución manual a Monitores de Ejecución automática.

El proyecto deberá entregar todas las especificaciones de compra de los equipos Contraincendio al igual que los suministros de los equipos especializados de Contraincendio.

El proyecto deberá proveer un sistema (PLC o similar) de Fire & Gas que sea certificado por un ente autorizado (NFPA, FM, UL o TUV) y que tenga la capacidad suficiente para configurar las señales de todos los detectores, instrumentos y señales requeridas por la solución.

6.2. ALCANCE DETALLADO

El alcance detallado de este Proyecto consiste en desarrollar las actividades de la ingeniería básica, Ingeniería de detalle, especificaciones técnicas para compras de los equipos especializados asociados a F&G y CI, Gestión de Compras, La ingeniería detallada deberá proveer los siguientes documentos entregables de ingeniería:

- Cronograma de Actividades de la Ingeniería Detallada y Compras
- Plot plan del Skid de Medición Fiscal con la localización de los nuevos equipos e instrumentos asociados a los sistemas de F&G y CI.
- Planos de detalles de elevación, para la instalación de los detectores de gas, y llama a ser instalados.
- Arquitectura de control del Sistema de Control Fire & Gas
- Fire & Gas, desde su sitio de instalación hasta el Sistema de Control en el Cuarto de Control.
- Listados de Instrumentos y Equipos F&G y CI, con sus respectivos Tags
- Listados de Equipos del Sistema de Protección Contra incendio, con sus principales características.
- Data Sheets de todos los Instrumentos y Equipos del sistema de F&G y CI.
- Especificaciones Técnicas de compra de todos los Instrumentos y Equipos del sistema de F&G y CI.
- Requisiciones de materiales de los equipos de F&G y CI :
 - ✓ Sistema de Control F&G, certificado (NFPA, FM, UL TUV o similar)
 - ✓ Detectores de gases
 - ✓ Detectores de llama
 - ✓ Manual Call Points
 - ✓ Válvulas solenoide
 - ✓ Válvulas de diluvio de actuación automática

La especificación detallada y la configuración del Sistema de Control del nuevo sistema de Fire and Gas (F&G) con las siguientes condiciones:

- ✓ Arquitectura abierta y escalable para futuras ampliaciones
- ✓ Capacidad de comunicación digital para interconexión con otros sistemas como DCS o ESD.
- ✓ Gabinete de protección que incluya todos los accesorios para el montaje de las distintas partes del equipo y debe proveerse debidamente precableado en su interior. Adicionalmente debe tener el suficiente espacio para la futura integración de los dispositivos existentes de F&G
- ✓ Fuente de potencia: esta fuente de potencia debe ser parte integral del equipo y estar FM aprobada para uso en sistemas contraincendios, no se aceptan fuentes de potencia nacionales o UPS comerciales. Las baterías deben ser secas selladas libres de mantenimiento, duración 5 años.
- ✓ Banco de baterías:
- ✓ Equipo para instalación de interfaz de operador HMI: equipo PC de escritorio marca reconocida, licencia de WINDOWS profesional, procesador mínimo INTEL CORE DUO, unidad CD/DVD, mínimo 80 GB en disco duro, 2 GB memoria RAM, teclado y ratón, debe incluir las tarjetas de interfaz, módulos, conectores o todo lo necesario para que sea una interfaz HMI con el controlador F&G.
- ✓ Configuración en la interfaz hombre máquina (HMI) para el sistema Fire & Gas.

6.2.1. Plan detallado de trabajo

Se anexa Programa detallado de Trabajo (Ver anexo 3)

6.2.2. Equipo de trabajo

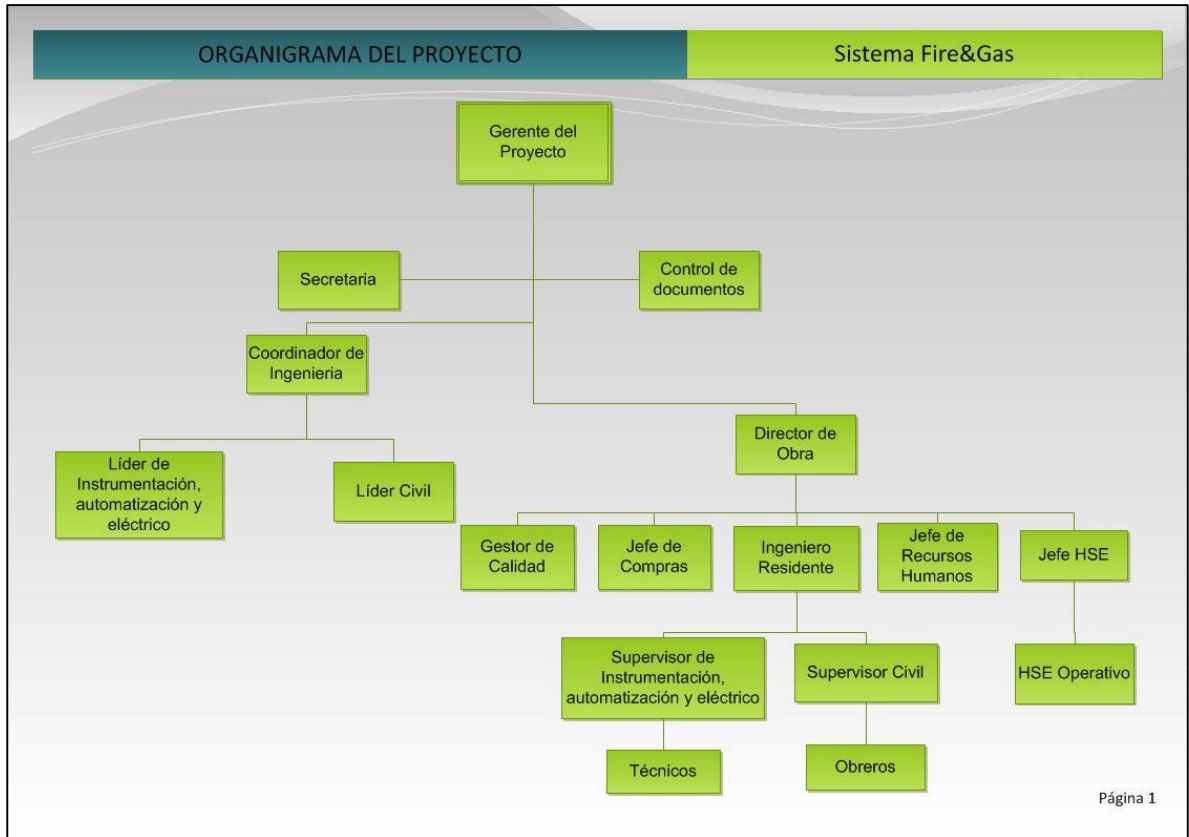


Figura 3. Organigrama Del Proyecto

6.3. COSTOS

6.3.1. Costo de materiales

Ítem	Elemento	Cant	Valor Individual \$	Valor Total Item \$
1	Alarmas sonora - AS	2	6.000.000	12.000.000
2	Alarmas visuales -AV	2	4.000.000	8.000.000
3	Válvulas automáticas – XY,XV	1	2.000.000	2.000.000
4	Detectores de fuego – IDLL	3	7.500.000	22.500.000
5	Detectores de gas – AT	4	7.000.000	28.000.000

6	Estación manual de llamado – HS	2	1.600.000	3.200.000
7	Válvula de sistema de combate de fuego – ZSO	1	800.000	800.000
8	Controlador Hazard Watch – HW	1	60.700.000	60.700.000
9	Material eléctrico	-	10.000.000	10.000.000
10	Cable de comunicación e instrumentación	-	22.650.000	22.650.000
11	Material Obra civil	-	5.000.000	5.000.000
	Total Materiales		127.250.000	174.850.000

Tabla 4. Costo De Materiales

6.3.2. Costos de Mano de Obra Programación

Item	Elemento	Cant	Valor Individual \$S	Valor Total Item \$S
1	Programación del sistema en frio	GI	15.000.000	15.000.000
2	Ajuste del sistema en Línea	GI	28.000.000	28.000.000
	Total programación		43.000.000	43.000.000

Tabla 5. Costo De Mano De Obra De Programación

6.3.3. Costos de mano de Obra instalación

Item	Elemento	Cant	Valor Individual \$	Valor Total Item \$
1	Montaje de cableado	GI	20.000.000	20.000.000
2	Montaje de equipos del sistema de F&G	GI	12.000.000	12.000.000
	Total Instalación		32.000.000	32.000.000

Tabla 6. Costo De Mano De Obra De Programación

6.3.4. Costos en Puesta en servicio y capacitación del personal

Item	Elemento	Cant	Valor Individual \$U	Valor Total Item \$
-------------	-----------------	-------------	-----------------------------	----------------------------

1	Puesta en Servicio	1	40.000.000	40.000.000
2	Capacitación Personal	6	9.000.000	9.000.000
	Total Instalación		49.000.000	49.000.000

Tabla 7. Costos en Puesta en servicio y capacitación del personal

6.4. ETAPAS DEL PROYECTO

Etapa	Fases	Involucrados	Entregables
Gestión del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Proceso de iniciación Proceso de planificación 	<ul style="list-style-type: none"> Alta dirección Dpto. de instrumentación y automatización 	<ul style="list-style-type: none"> Cronograma de actividades Organigrama Estimación de costos
Ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> Diseño del sistema Selección de propuestas Selección de equipos 	<ul style="list-style-type: none"> Administración general del proceso Integridad mecánica y aseguramiento de calidad Aseguramiento técnico de ingenierías 	<ul style="list-style-type: none"> Lista de instrumentos Lista de equipos Lazos de Control Diagramas de cableado Datasheets Plot Plan con ubicación de Equipos Fire & Gas
Compras	<ul style="list-style-type: none"> Planeación Ejecución Administración Cierre 	<ul style="list-style-type: none"> Aseguramiento técnico de ingenierías Administración general del 	<ul style="list-style-type: none"> Especificaciones técnicas de Compra. Listado de Cables Requisiciones de

		proceso	materiales de los equipos de F&G
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecución • Cierre 	<ul style="list-style-type: none"> • Administración general del proceso • Integridad mecánica y aseguramiento de calidad • Aseguramiento técnico de ingenierías 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Control F&G, certificado (NFPA, FM, UL TUV o similar) • Detectores de gases • Detectores de llama • Manual Call Points • Válvulas solenoide • Válvulas de diluvio de actuación automática
Arranque del sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Precomisionamiento • Comisionamiento • Puesta en marcha 	<ul style="list-style-type: none"> • Administración general del proceso • Integridad mecánica y aseguramiento de calidad • Aseguramiento técnico de ingenierías 	<ul style="list-style-type: none"> • Documentación De Pruebas
Terminación de proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Cierre • Entrega 	<ul style="list-style-type: none"> • Administración general del proceso 	<ul style="list-style-type: none"> • Informe de pruebas del sistema aprobado

Tabla 8. Especificación De Las Etapas Del Proyecto

6.5. LIMITACIONES

- Problemas con el escenario y ubicación de este para determinar el mejor diseño del sistema a implementar
- Tiempo de finalización de la ingeniería
- Presupuesto determinado para la realización del proyecto
- Restricción con la cantidad del personal contratado para el desarrollo del proyecto
- Problemas durante el desarrollo del precomisionamiento
- Modificaciones o adiciones a los planos y diseños ya establecidos

6.6. HITOS

- Aprobación de los documentos y planos
- Entrega de listado de documentos y planos entregables de ingeniería
- Entrega de documentos y planos APC por cada disciplina
- Entrega dossier de ingeniería
- Entrega de trabajos de obra civil
- Entrega de trabajos de obra Eléctrica
- Entrega de trabajos de obra Instrumentación
- Entrega de dossier de construcción
- Personal capacitado en el tiempo estipulado
- Precomisionamiento
- Comisionamiento
- Entrega de dossier de Precomisionamiento y Comisionamiento
- Puesta en Servicio
- Entrega final del proyecto

6.7. TIEMPO ESTIMADO DE EJECUCION

El tiempo estipulado para la ejecución del proyecto es de 298 días, designados de la siguiente forma: Desarrollo de la Ingeniería 190 días y terminación de Obra y puesta en servicio 108 días.

7. DISEÑO

7.1. DISEÑO DEL SISTEMA

7.1.1. FILOSOFÍA DE CONTROL

El sistema Fire & Gas se encargará principalmente de la detección de gas y llama a través de un sistema Fire & Gas, que reportará eventos indeseados al personal de Operaciones. Varios de estos detectores generarán condición de alarma y dependiendo de la condición, activarán la válvula de diluvio en caso que se detecte presencia de gases explosivos y/o llama, tal como lo indica la matriz causa/efecto (Anexo 4) de este documento.

Este sistema tendrá las siguientes características:

- Detección de escapes de gas combustible.
- Accionamiento desde estaciones pulsadoras.
- Activación de alarmas sonoras y luminosas.
- El DCS recibirá comunicación del sistema Fire & Gas, vía un puerto de comunicación con los siguientes mensajes para ser registrados en el historiadador del DCS:
 - Escape de gas.
 - Incendio Detectado.
 - Falla de un detector.

En la interfaz de operación HMI aparecerán las alarmas de todos los detectores y también su estado de falla en el caso que se presente. En caso de activarse uno de estos detectores o las estaciones manuales de llamado HS-1, HS-2, se activara

la alarma sonora AS-1 que notifica emergencia en la zona, de manera simultánea en el cuarto de control, se activa la alarma sonora AS-2 y la alarma visual AV-1.

Para realizar el shutdown en los skids se plantea llevar una señal on/off al sistema PLC-2 que ejecuta el respectivo procedimiento de parada cerrando las válvulas MOV-2, MOV-3, MOV-4, MOV-5 con el fin de aislar los skids de medición fiscal. Cuando se activen dos (2) de los tres (3) detectores (Voting) de esta zona, el controlador de F&G (FG-1) enviara la señal AL-1 de shutdown al PLC-2.

La descarga automática de agua por apertura de la válvula de diluvio DV-1, se obtendrá por votación cuando dos (2) de los tres (3) detectores de llama se activan

7.2. NORMAS Y ESTANDARES

7.2.1. ESPECIFICACIONES TECNICAS REQUERIDAS POR LA INSTALACIONES DE LA INDUSTRIA DEL PETROLEO

7.2.1.1. Normas Técnicas de Referencia

El siguiente es un listado de Códigos, Estándares y Especificaciones de este proyecto (VER ANEXO 5) que deberán emplearse de acuerdo a la aplicación particular de la instalación de los instrumentos requeridos. Se deberá usar la revisión más reciente a menos que se especifique otra cosa. En caso de discrepancia entre estos documentos prevalecerán los requisitos más estrictos a menos que se especifique otra cosa.

- **Instrumentation systems and Automation Society (ISA)**
 - ✓ ISA-S5.1 Instrumentation Symbols and identification.
 - ✓ ISA-S5.2 Binary Logic Diagrams for Process Operations.
 - ✓ ISA-S5.3 Graphics Symbols for Distributed Control/Shared Display Instrumentation, Logic and Computer System.
 - ✓ ISA-20 Specifications Forms for Process Measurement and control Instruments, Primary Elements and Control Valves.

- **American Petroleum Institute (API)**
 - ✓ API RP 550: Manual of Installation of Refinery Instruments and Control Systems.
 - ✓ API RP 520: Recommended Practice for Sizing, Selections and Installation of Pressure Relieving System in Refinery.
 - ✓ API-752: Management of Hazards Associated with Location of Process Plant Permanent Buildings.
 - ✓ API-581: Risk-Based Inspection Base Resource Document (RBI BRD).
 - ✓ RP 551: Process Measurement Instrumentation
 - ✓ RP 552: Transmission Systems
- **National Electrical Manufacturer's Association (NEMA)**
 - ✓ ICS 6-88, Enclosures for Industrial Controls and Systems
 - ✓ ICS-3, Industrial Systems Equipment
 - ✓ 250, Enclosures for Electrical Equipment 1kV Max.
 - ✓ FB1, Fittings, Cast Metal Boxes and Conduit
- **National Fire Protection Association**
 - ✓ NFPA 58: Liquefied Petroleum Gas Code
 - ✓ NFPA 59: Utility Lp-Gas Plant Code
 - ✓ NFPA 72: National Fire Alarm and Signaling Code.
 - ✓ NFPA 69: Standard on Explosion Prevention Systems
 - ✓ NFPA 70: National electric safety Code
 - ✓ Factory Mutual Research Corporation (FM)
- American National Standard Institute (ANSI)
- Underwriters Laboratories (UL)
- Código Eléctrico Nacional de Colombia
- National Electric Code (NEC)

7.3. SOLUCION PROPUESTA

Tomando como referencia para este diseño de Sistemas Fire & gas se toma el código NFPA 72.

Estos sistemas contemplan la solución de sistemas Fire & Gas a partir de varios tipos de tecnologías principales:

- a) Detección de Fuego
- b) Detección de Gases Inflamables
- c) Detección de Humo
- d) Detección de humo a través de video.

Este tipo de tecnologías son utilizadas para generar Alarmas o para tomar las acciones automáticas necesarias para contener la emergencia.

La determinación del tipo de tecnología instalada, con el fin de prevenir las condiciones de fuego crítica, debe ser determinada a partir de un estudio o análisis de escenarios de Fuego, sumadas a las condiciones de los recintos o las áreas involucradas en combinación con las condiciones ambientales, ubicación del personal de operación y ubicación del personal de respuesta a emergencias.

Los análisis de Fuego determinan de forma cuantitativa, de acuerdo principalmente al combustible manejado y a todos los factores expuestos anteriormente, el tiempo en el cual se debe detectar la máxima magnitud de fuego permitida en ese sistema que permita tomar acciones correctivas.

Se toman en cuenta los retardos inherentes a cualquier sistema de detección y extinción de fuego. Se debe tomar en cuenta tiempos de retardos generados por:

- ✓ Transmisores de detección.
- ✓ Tiempos de verificación, procesamiento y transporte de señales.
- ✓ Asociados al tipo de detecciones. Por ejemplo de humo.
- ✓ Evacuación de personal para permitir utilización de agentes limpios.
- ✓ Respuesta del Departamento o la brigada de Emergencias.

Tomando el peor resultado del análisis de consecuencias, con riesgos no tolerables para las personas, operación segura, considerando que el sistema a analizar es un área externa, que se encuentra en instalaciones con clasificación de Área Clase I, División I de la industria del petróleo, ubicada a una distancia superior a 60 metros del área de operaciones rutinarias (Cuartos de Control, Operaciones), a una distancia superior a 300 metros de la Brigada de Emergencias y siguiendo los lineamientos estructurados en el Código NFPA 72 se decide implementar la siguiente solución:

- ✓ Detectores de Fuego y Gas Inflamable con respuesta automática por medio de válvula de Diluvio.
- ✓ Detectores de gas en áreas como Manifolds.
- ✓ Detectores de Llamas en Manifolds.
- ✓ Los sensores utilizados para detectar que sea más denso que el aire, como butano, propano o GLP, donde la densidad relativa del aire sea superior a 1, se debe situar cerca del nivel del suelo. Se debe tener cuidado para proteger el sensor de inundaciones, polvo excesivo o en un área de lavado.
- ✓ Los sistemas de protección contra incendios deberán actuar manualmente y automáticamente cuando los sistemas de detección suministren al controlador de fuego y gas una condición de alarma. La condición de alarma debe ser votada para evitar falsas alarmas o disparos.
- ✓ La actuación manual puede ser local o remota desde el panel del controlador de fuego y gas –en los cuartos satélites- y las estaciones de operación en los cuartos de control Centralizados asociados al Proyecto.
- ✓ El tiempo mínimo de respuesta del controlador para una alerta o condición de alarma es un requisito. El tiempo de respuesta deberá ser menor a tres segundos utilizando detectores inteligentes y dispositivos, prácticamente en relación con el tamaño del sistema.

7.3.1. SELECCIÓN DE EQUIPOS

De acuerdo a la solución propuesta donde se definen las condiciones de selección de la tecnología de los equipos a implementar para el proyecto, la ubicación de los detectores se realizará por medio de una distribución geométrica y teniendo en cuenta los parámetros de dispersión generados en los estudios de escenarios de fuego o la peor condición medio ambiental. Los parámetros pueden ser simulados en software especializados en el análisis de peligros de procesos, el más conocido de ellos es PHAST. Para efectos de diseño de este ejercicio se considera un arreglo geométrico con los mayores valores históricos de velocidad del viento registrada para la ciudad de Cartagena, durante el día y la noche, según los datos meteorológicos de acceso público. Estos valores son 25 Km/h y 35 Km/h.

Se trabajó con una estabilidad de Pasquill tipo C, el cual representa condiciones de atmósfera ligeramente inestable y ambiente soleado. En la práctica normal se realizan simulaciones para cada una de los posibles eventos. Se toma la condición atmosférica más estable ya que ésta corresponde con el peor escenario ante una fuga de gas combustible y generación de fuego.

7.3.1.1. Detectores de llama:

El concepto de longitud de onda es extremadamente importante en la selección del detector adecuado para una aplicación particular. Existe una interrelación precisa entre la longitud de onda de la luz que se emite desde una llama y la química de la combustión que produce la llama. Cada compuesto químico exhibe un grupo de longitudes de onda a la cual es resonante.

En la siguiente figura podemos observar un ejemplo donde se identifican las longitudes de ondas generadas por la llama dependiendo de los combustibles utilizados.

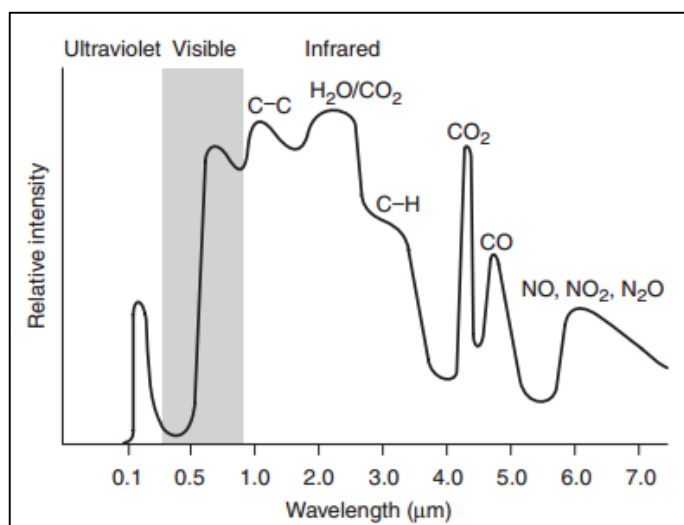


Figura 4. Espectro de una llama típica. Tomado de NFPA 72 pág. 72-142.

Tomando en cuenta lo anterior y que para el caso particular del skid de medición Fiscal, el combustible está compuesto es su gran mayoría por Propano- Butano, se determina seleccionar detectores de llama infrarrojo con longitudes de onda entre 2-5 um.

Como nota particular se sugiere que el detector detecte en un ángulo de 90 ° durante 90 ft, con el fin de garantizar área de cobertura adecuada. Véase figura a continuación:

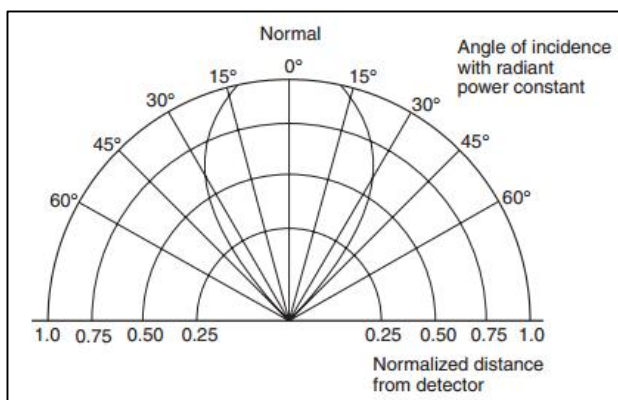


Figura 5. Sensibilidad Normal Vs Desplazamiento Angular. Tomado de NFPA 72 pág. 72-143.

El tiempo sugerido de detección para este detector debe ser menor a 10 segundos.

El montaje debe ser realizado de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes y los típicos de montaje (Ver Anexo12).

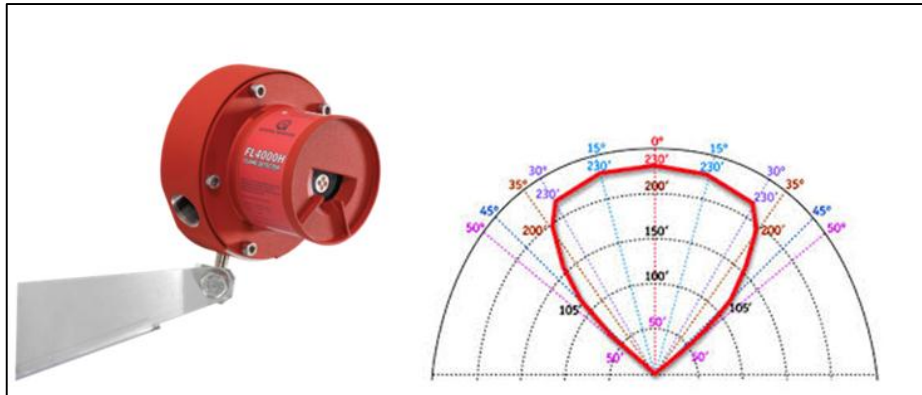


Figura 6. Catálogo General Monitor.

7.3.1.2. Detectores de Gas

Con el fin de seleccionar de la mejor forma el detector adecuado es necesario tomar en consideración dos principales tecnologías de detección de gas combustible:

- ✓ **Detección por infrarrojo:** Basado en que el espectro de absorción es distintivo de cada gas.
- ✓ **Detección por principio de oxidación catalítica:** basado en los efectos de la conductividad cuando los gases son absorbidos en la superficie de un semiconductor.

De acuerdo a la condición medio ambiental cualquiera de las dos tecnologías podrían ser utilizadas para la aplicación requerida en nuestro caso, sin embargo, se recomienda utilizar sensores basados en medición bajo el principio de oxidación catalítica tomando condiciones de altas temperaturas, polvo, condiciones de alta vibración y/o viento.

Específicamente debe medir gas Metano, Propano bajo la **Detección por principio de oxidación catalítica.**

El montaje debe ser realizado de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes y los típicos de montaje (Ver Anexo 12).



Figura 7. General Monitor. Detector de Gas instalado.

7.3.1.3. Selección de la Válvula de Diluvio

Para la selección de la válvula de diluvio fue necesario conocer las dimensiones del monitor instalado previamente en la red hidráulica de combate de incendio. Para la instalación previa se requiere una válvula de 6", que debe tener la posibilidad de trabajar con agua cruda o agua de mar tomando en consideración una Refinería ubicada a Nivel de Mar y con facilidades de agua salada como recurso de agua contra incendios.

La válvula debe ser accionada de forma eléctrica a 24 V y con certificaciones de aprobación FM y UL para Sistema de Fire & Gas. Se debe tener la posibilidad de accionamiento manual.

Por recomendaciones generales en la industria del petróleo todas las válvulas de diluvio y los Y" Strainer deberán ser suministradas con cuerpo de hierro listado UL,

para línea de fuego, pantalla SS con perforaciones de 1/8", clase 125, Mueller modelo 911.

El montaje debe ser realizado de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes y los típicos de montaje (Ver Anexo 12).



Figura 8. Válvula de Diluvio

7.3.1.4. Estaciones de Llamado Manual

Se considera y tomando en cuenta características típicas de este tipo de accionamiento las siguientes características para selección:

- ✓ Alimentación Eléctrica de 24 V desde el Hazard Watch.
- ✓ Debe cumplir los requerimientos del código NFPA 72 y con certificaciones UL y FM.
- ✓ Uso en Area Clasificada Clase 1, División 1 Grupos BCD / Clase1 , Zona 1, AEx d IIB + H2 T5.
- ✓ Debe ser de doble accionamiento Lift & Pull con accionamiento reset con llave.

El montaje debe ser realizado de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes y los típicos de montaje (Ver Anexo 12).



Figura 9. Estación De Llamado Manual

7.3.1.5. Alarma Visual

Se considera y tomando en cuenta características típicas de este tipo de equipo las siguientes características para selección:

- ✓ Uso en Area Clasificada Clase 1, División 1 Grupos BCD / Clase1 , Zona 1, AEx d IIB + H2 T5.
- ✓ Debe cumplir los requerimientos del código NFPA 72 y con certificaciones UL y FM.
- ✓ Visualización 360°.
- ✓ Frecuencia de Flash superior a 70 x minuto.



Figura 10. Alarma Visual

El montaje debe ser realizado de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes y los típicos de montaje (Ver Anexo 12).

7.3.1.6. Alarma Sonora

- ✓ Para Exteriores
- ✓ Corneta
- ✓ Tensión de alimentación 24 V
- ✓ Debe cumplir los requerimientos del código NFPA 72 y con certificaciones UL y FM.
- ✓ Uso en Area Clasificada Clase 1, División 1 Grupos BCD / Clase1 , Zona 1, AEx d IIB + H2 T5.
- ✓ Intensidad recomendada de 100 db @ 10 ft.

El montaje debe ser realizado de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes y los típicos de montaje (Ver Anexo 12).



Figura 11. Alarma Sonora

-

7.3.2. ARQUITECTURA DE RED

La arquitectura de red diseñada es la siguiente:

El sistema de fuego y gas deberá ser comandado solamente por un controlador y será ubicado en el cuarto satélite. Este controlador deberá cumplir completamente con los requerimientos de la NFPA 15, NFPA 70, NFPA 72 y NFPA 2001, y además deberá estar listado en UL/ULC y aprobado por la FM/CSFM para las correspondientes aplicaciones.

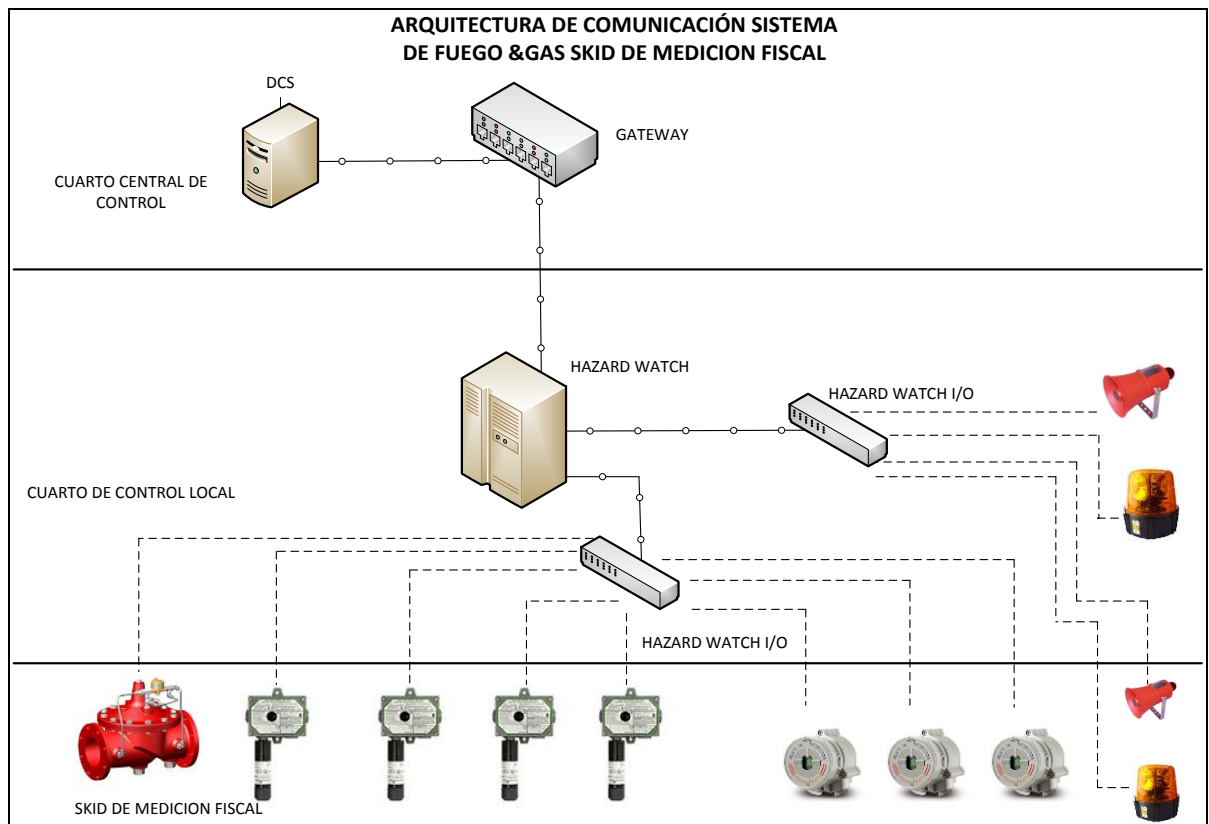


Figura 12. Arquitectura de red diseñada para el sistema Fire&Gas

7.3.3. ENTREGABLES DEL PROYECTO

7.3.3.1. *Lista de instrumentos*

Ver (ANEXO 5)

7.3.3.2. *Lista de equipos*

Ver (ANEXO 6)

7.3.3.3. *Lazos de Control*

Ver (ANEXO 7)

7.3.3.4. *Listado de Cables*

Ver (ANEXO 8)

7.3.3.5. Datasheets

Ver (ANEXO 9)

7.3.3.6. Especificaciones técnicas de Compra.

Ver (ANEXO 10)

7.3.3.7. Plot Plan con ubicación de Equipos Fire & Gas

Ver (ANEXO 11)

7.3.3.8. Típicos de Montajes.

Ver (ANEXO 12)

7.3.3.9. Plano de Tubería e instrumentación de Skid de Medición Fiscal

Ver (ANEXO 01)

7.3.3.10. Procedimiento de pruebas

Ver (ANEXO 13)

8. ANALISIS ECONOMICO

En el presente capítulo se describe la viabilidad económica del proyecto, se toman en cuenta análisis de retorno sobre la inversión y Análisis de consecuencias a la Personal como una herramienta de toma de decisiones.

ANALISIS ECONOMICO DE VIABILIDAD DE PROYECTO DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN Y EXTINCIÓN DE FUEGO Y GAS PARA EQUIPOS DE MEDICIÓN FISCAL EN LA INDUSTRIA DE HIDROCARBUROS		
Operación Anual de Medición	0,769230769	años (40 Semanas)
Riesgo Meta:	1,00E-05	
Riesgo Individual al Trabajador	1,00E-04	
Probabilidades de Falla:		
Falla Humana	1,00E-02	
Consecuencia Probables:		
Lucro Cesante	300.000,00	Dolares/ año

Instalaciones	700.000,00	Dolares
Valor Total de perdidas	1.000.000,00	Dolares
Costo Sistema F&G	153.888,89	Dolares
Beneficio Anual**	9.990,00	Dolares/Año
ROI		-94%

****El beneficio anual se calcula a partir del Valor pérdidas generadas multiplicada por la reducción de la probabilidad de incendio que se ingresó al sistema con la implementación del sistema F&G.**

De acuerdo al anterior análisis y basado en la filosofía y propósito de los sistemas de detección y extinción de Fuego y Gas, su objetivo fundamental está orientado hacia la protección del personal y la conservación del medio ambiente y las instalaciones. En este sentido adicional a reducir costos en las pólizas de seguro de las plantas. La justificación de estos sistemas se basa en Seguridad y reducción del riesgo individual de las personas.

Se Anexa Calculo de beneficio de la implementación del Sistema a partir de metodología de Árbol de Eventos. (Anexo 13)

9. RESULTADOS

Luego del proceso de ingeniería y diseñar la solución para nuestro problema los resultados obtenidos son los siguientes:

- Se logró diseñar un sistema de protección, disminuyendo el riesgo y cumpliendo el riesgo meta establecido.
- Solución de arquitectura de red flexible cumpliendo con la posibilidad de futuros avances, siendo una arquitectura abierta y escalable.
- Cumplimiento de las normas y estándares requeridos para el diseño y futura implementación del sistemas F&G.

- Cumplimiento del alcance detallado del proyecto, teniendo en cuenta cuales eran los documentos mínimos requeridos al momento de entregar un proyecto de automatización CAP de ISA.
- Solución de propuesta flexible para conexiones con DCS, futuras conexiones directas con los sistemas CI y estación central de bombero.
- Se obtuvo un diseño con bajo beneficio monetario de acuerdo al análisis económico.
- Se alcanzó aumentar la seguridad para el proceso y el personal del trabajo, además de una disminución de riesgo al medio ambiente.
- Teniendo en cuenta la solución propuesta se mejoró el proceso de respuesta y aumento su confiabilidad, ante un evento de emergencia causado por fugas de gases o incendios provocados por el hidrocarburo manipulado.
- Se estandarizo la Operación del skid de medición fiscal de acuerdo a la norma API 2510A.

10. POSIBLES TRABAJOS FUTUROS

- ✓ El sistema de fuego y gas deberá reportar por medio de un discador automático, a la estación central de Bomberos de la refinería
- ✓ Ajustar el diseño del sistema Fire & Gas de acuerdo a los resultados del análisis de riesgos realizados en un software como PHAST. Para la implementación y durante la etapa de ingeniería y diseño antes de iniciar con posibles soluciones, con motivo de mejoras al proyecto y que el resultado del sistema Fire&Gas a instalar sea más eficiente, es factible realizar un análisis de escenarios de fuego utilizando el software Phast, el cual es una de las mejores herramientas diseñada para el análisis de peligro a nivel mundial en la industria de procesos, desde plantas de energía hasta instalaciones farmacéuticas, refinerías entre otras, usando este software se dan mejores resultados en el desarrollo de todas las etapas de proyectos, específicamente de diseño y operación

CONCLUSIONES

- ✓ Las industrias petroleras tienen un alto riesgo de incendios, con la implementación de sistemas Fire&Gas es más fácil garantizar la seguridad del medio ambiente, la planta y sus trabajadores, gracias a los constantes monitoreo, posibles detección y generación de alertas, es claro que de esta manera será más fácil identificar y evitar posibles catástrofes consecuencia de la filtración de gases, en nuestro caso de butano y propano.
- ✓ Si bien es cierto que un sistema de alarma contra incendio, en este caso un sistema Fire&Gas (sistema de detección de fuego y gas), no trae utilidad y beneficio/costo a las industrias también es cierto que puede reducir el costo de los seguros en caso de incendio.

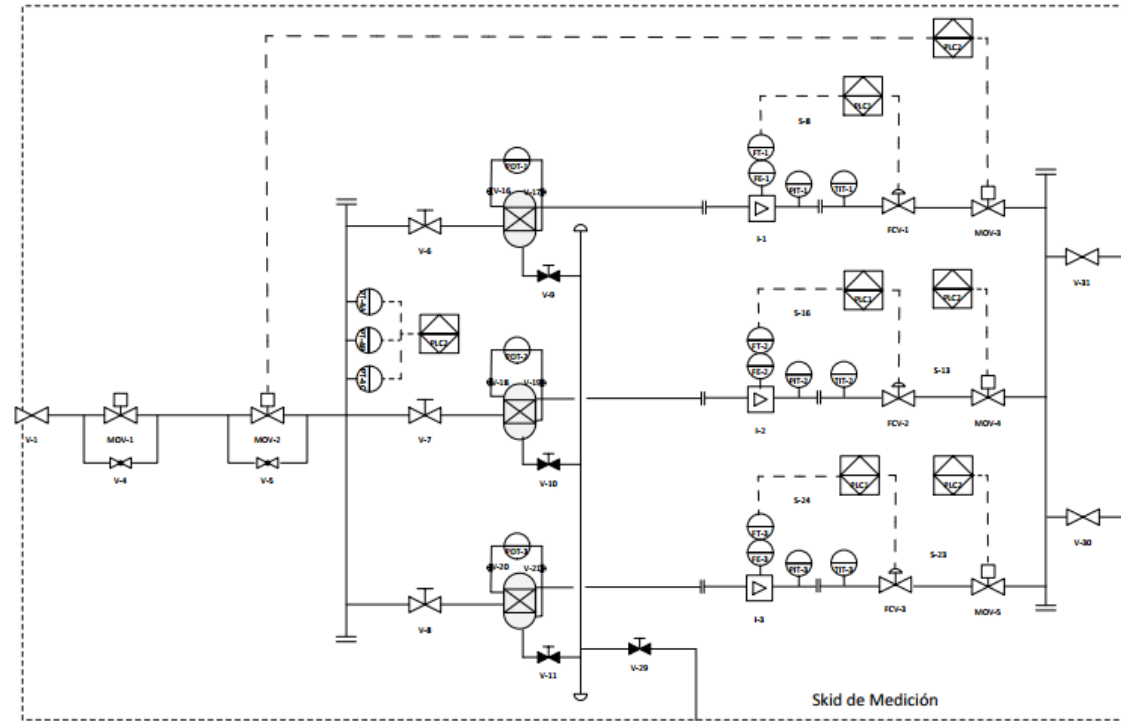
BIBLIOGRAFIA

- GLP:
<http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=223&conID=37389>
- Nafta:
<http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=129&conID=36286>
- ULSD:
[http://www.ecopetrol.com.co/english/contenido_imprimir.aspx?conID=77776
&catID=702](http://www.ecopetrol.com.co/english/contenido_imprimir.aspx?conID=77776&catID=702)
- JetA1:
http://www.ecopetrol.com.co/especiales/Catalogo_de_Productos/pdf/Ecopetrol%20JET%20A-1%20VSM-01.pdf
- Probabilidad de fuga de gas:
Layer of Protection Analysis Determining Safety Integrity Level" by Arthur M. Dowell,P.E. Rohm and Hass Company.
- CAP – ISA :
<https://www.isa.org/isa-certification/certified-automation-professional/#sthash.Wa7Rt6QF.dpuf>

- Fire-Protection Considerations for the Design and Operation of Liquefied Petroleum Gas (LPG) Storage Facilities - API publication 2510A second edition, December 1996
- Design and Construction of LPG Installations Downstream Segment - API Standard 2510 eighth edition, May 2001
- NFPA 72 National Fire alarm and signaling code
- NFPA 15 Standard for Water Spray Fixed System for Fire Protection
- NFPA 70: National Electrical Code
- NFPA 2001: Standard on clean agent fire extinguishing systems
- ANSI/ISA S5.1 Simbología e identificación de instrumentación

ANEXOS

Anexos 1. P&ID Skid Medición Fiscal



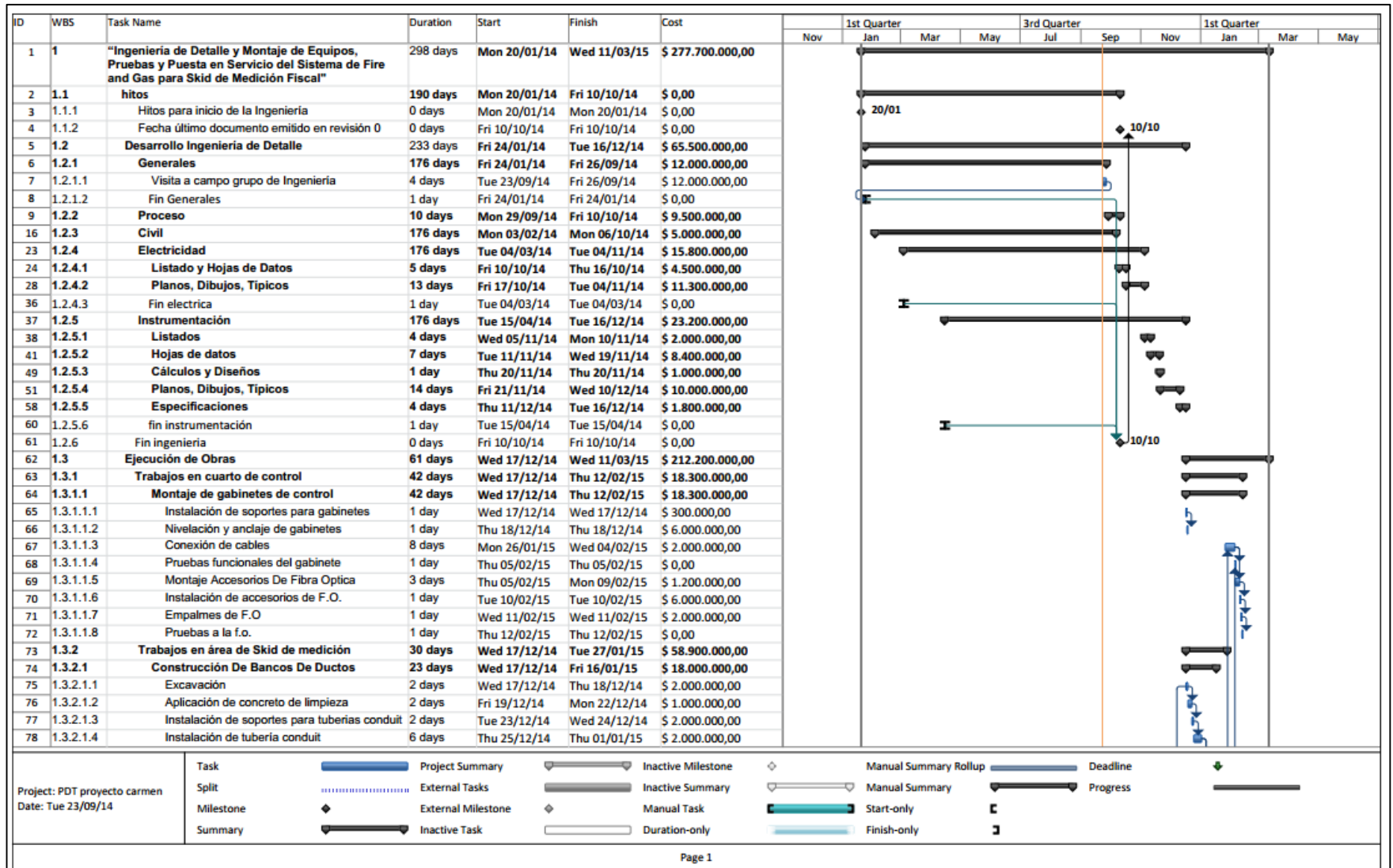
NOTAS:

SISTEMA_FIRE_&GAS SKID_DE_MEDICIÓN_FISCAL PROYECTO		NOMBRE	MATRICULA	FIRMA	FECHA	EMPRESA
		FRANCISCO_PABA	0333215		08/06/2014	ABC
		FRANCISCO_PABA	0333215		08/06/2014	ABC
		JESSIKA_FIGUEROA	022335		11/06/2014	ABC
		CARMEN_TORRES	023356		16/07/2014	ABC
PLANO N°: 02-DG-1	ESCALA: NA	CÓDIGO :		CÓDIGO EC:		REV. O

Anexos 2. What If

FORMATO WHAT IF			
QUE PASA SI?	CONSECUENCIA/RIESGO	PROTECCIONES	RECOMENDACIONES
Sobrepresion del sistema aguas arriba del Skid de Medicion	Fugas por medio de bridas y Accesorios	Aislamiento del Sistema por medio de Valvulas de Corte	Ejecutar un HAZOP y LOPA de este sistema de Seguridad
			Modelacion de Consecuencias y Sistema de Deteccion de Fugas de Combustible
Daño Estructural catastrofico en el Skid	Fuga Fuerte	Aislamiento del Sistema por medio de Valvulas de Corte aguas arriba y aguas abajo del Skid	Sistema de Deteccion de Fugas de Combustible
	Fuego	Sistema de Agua contraincendio	Sistema de Extincion de Fuego
		Procedimientos de Respuesta a Emergencias	Deteccion de Fuego
	Acumulacion de Gases	No Presenta	Sistema de Circuito Cerrado de TV
Deterioro Natural de la Estructura y la Tuberia	Fuga de Brida	No Presenta	Deteccion de Gas Combustible
	Fuga de accesorio	No Presenta	Deteccion de Gas Combustible
Fuga Durante Mantenimiento	Fuego	No Presenta	Extincion de Fuego
	Acumulacion de Gases	No Presenta	Procedimiento de Respuesta a Emergencia
		No Presenta	Deteccion de gases
Fuego Externo al Sistema	Fuga por ruptura de la metalurgia del Skid. La ruptura se ocasiona por fatiga por temperatura.	No Presenta	Sistema de Extincion de Fuego
		No Presenta	Sistema de Circuito Cerrado de TV
		No Presenta	Activacion Remota del Sistema de Extincion de Fuego

Anexos 3. Plan Detallado De Trabajo



ID	WBS	Task Name	Duration	Start	Finish	Cost	1st Quarter			3rd Quarter			1st Quarter			
							Nov	Jan	Mar	May	Jul	Sep	Nov	Jan	Mar	May
79	1.3.2.1.5	Aplicación de concreto	6 days	Fri 02/01/15	Fri 09/01/15	\$ 1.000.000,00										
80	1.3.2.1.6	Aplicación de concreto rojo	2 days	Mon 12/01/15	Tue 13/01/15	\$ 6.000.000,00										
81	1.3.2.1.7	Instalación cable desnudo	1 day	Wed 14/01/15	Wed 14/01/15	\$ 2.000.000,00										
82	1.3.2.1.8	Relleno y compactación	2 days	Thu 15/01/15	Fri 16/01/15	\$ 0,00										
83	1.3.2.2	Afloramientos De Tuberia Conduit	18 days	Fri 02/01/15	Tue 27/01/15	\$ 7.000.000,00										
84	1.3.2.2.1	Instalación de curvas para afloramiento	2 days	Fri 02/01/15	Mon 05/01/15	\$ 2.000.000,00										
85	1.3.2.2.2	Instalación de boquillas terminales	1 day	Mon 19/01/15	Mon 19/01/15	\$ 2.000.000,00										
86	1.3.2.2.3	Aterrizaje de tuberías	2 days	Mon 26/01/15	Tue 27/01/15	\$ 1.000.000,00										
87	1.3.2.2.4	Marcación e identificación de tuberías	1 day	Tue 20/01/15	Tue 20/01/15	\$ 0,00										
88	1.3.2.3	Terminación Electrica a Instrumentos	19 days	Wed 17/12/14	Mon 12/01/15	\$ 5.500.000,00										
89	1.3.2.3.1	Instalación de soportes para tuberías conduit	2 days	Wed 17/12/14	Thu 18/12/14	\$ 1.000.000,00										
90	1.3.2.3.2	Instalación de conduit a la vista	2 days	Tue 06/01/15	Wed 07/01/15	\$ 1.000.000,00										
91	1.3.2.3.3	Instalación de sellos cortafuego	1 day	Thu 08/01/15	Thu 08/01/15	\$ 1.000.000,00										
92	1.3.2.3.4	Instalación de flexibles de llegada a equipos	1 day	Fri 09/01/15	Fri 09/01/15	\$ 1.000.000,00										
93	1.3.2.3.5	Marcación e identificación de tuberías	1 day	Mon 12/01/15	Mon 12/01/15	\$ 0,00										
94	1.3.2.4	Montaje de Instrumentos y equipos	7 days	Fri 19/12/14	Mon 29/12/14	\$ 9.000.000,00										
95	1.3.2.4.1	Instalación de soportes	2 days	Fri 19/12/14	Mon 22/12/14	\$ 6.000.000,00										
96	1.3.2.4.2	Montaje de instrumentos y equipos	5 days	Tue 23/12/14	Mon 29/12/14	\$ 0,00										
97	1.3.2.5	Montaje De Valvulas	1 day	Wed 21/01/15	Wed 21/01/15	\$ 1.200.000,00										
98	1.3.2.5.1	Montaje de valvulas	1 day	Wed 21/01/15	Wed 21/01/15	\$ 0,00										
99	1.3.2.6	Sistema De Puesta A Tierra	7 days	Mon 19/01/15	Tue 27/01/15	\$ 5.200.000,00										
100	1.3.2.6.1	Instalación cable desnudo y aislado	2 days	Mon 19/01/15	Tue 20/01/15	\$ 1.000.000,00										
101	1.3.2.6.2	Instalación de barras y varillas de cobre	1 day	Wed 21/01/15	Wed 21/01/15	\$ 1.000.000,00										
102	1.3.2.6.3	Instalación de soldaduras exotérmicas	2 days	Thu 22/01/15	Fri 23/01/15	\$ 1.200.000,00										
103	1.3.2.6.4	Conexión a tierra de equipos, conduits e instrumentos	2 days	Mon 26/01/15	Tue 27/01/15	\$ 0,00										
104	1.3.2.7	Instalacion De Cables	14 days	Thu 08/01/15	Tue 27/01/15	\$ 13.000.000,00										
105	1.3.2.7.1	Instalación de cables	5 days	Thu 08/01/15	Wed 14/01/15	\$ 2.000.000,00										
106	1.3.2.7.2	Halado de cables en tubería conduit	5 days	Thu 15/01/15	Wed 21/01/15	\$ 4.000.000,00										
107	1.3.2.7.3	Marquillado y conexionado	2 days	Thu 22/01/15	Fri 23/01/15	\$ 4.000.000,00										
108	1.3.2.7.4	Pruebas electricas al cableado	2 days	Mon 26/01/15	Tue 27/01/15	\$ 0,00										
109	1.3.3	Precomisionamiento	20 days	Wed 28/01/15	Tue 24/02/15	\$ 40.000.000,00										
110	1.3.3.1	Verificación de procedimientos y operaciones de arranque	10 days	Wed 28/01/15	Tue 10/02/15	\$ 5.000.000,00										
111	1.3.3.2	Verificación física y minuciosa con planos civiles, electricos y de instrumentacion	5 days	Wed 11/02/15	Tue 17/02/15	\$ 5.000.000,00										
112	1.3.3.3	Verificación de tableros de fuerza y control	1 day	Wed 18/02/15	Wed 18/02/15	\$ 15.000.000,00										
113	1.3.3.4	Verificación de PLC	3 days	Thu 19/02/15	Mon 23/02/15	\$ 5.000.000,00										
114	1.3.3.5	Firma de acta precomisionamiento	1 day	Tue 24/02/15	Tue 24/02/15	\$ 0,00										
115	1.3.4	Planos as built	5 days	Thu 19/02/15	Wed 25/02/15	\$ 20.000.000,00										
116	1.3.4.1	Planos as built	5 days	Thu 19/02/15	Wed 25/02/15	\$ 0,00										

Project: PDT proyecto carmen Date: Tue 23/09/14	Task	Project Summary	Inactive Milestone	Manual Summary Rollup	Deadline
	Split	External Tasks	Inactive Summary	Manual Summary	Progress
	Milestone	External Milestone	Manual Task	Start-only	Finish-only
	Summary	Inactive Task	Duration-only	Finish-only	

ID	WBS	Task Name	Duration	Start	Finish	Cost	1st Quarter				3rd Quarter		1st Quarter				
							Nov	Jan	Mar	May	Jul	Sep	Nov	Jan	Mar	May	
117	1.3.5	Completamiento o Terminacion Mecanica	3 days	Thu 26/02/15	Mon 02/03/15	\$ 15.000.000,00											
118	1.3.5.1	Certificación de que el sistema esta completo y listo para operarse	3 days	Thu 26/02/15	Mon 02/03/15	\$ 0,00											
119	1.3.6	Comisionamiento y Puesta En Marcha	3 days	Tue 03/03/15	Thu 05/03/15	\$ 40.000.000,00											
120	1.3.6.1	Verificación de diseño	3 days	Tue 03/03/15	Thu 05/03/15	\$ 0,00											
121	1.3.7	Puesta en Marcha	4 days	Fri 06/03/15	Wed 11/03/15	\$ 20.000.000,00											
122	1.3.7.1	Puesta en servicio del sistema	4 days	Fri 06/03/15	Wed 11/03/15	\$ 0,00											

Project: PDT proyecto carmen
Date: Tue 23/09/14

Task		Project Summary		Inactive Milestone		Manual Summary Rollup		Deadline	
Split		External Tasks		Inactive Summary		Manual Summary		Progress	
Milestone		External Milestone		Manual Task		Start-only			
Summary		Inactive Task		Duration-only		Finish-only			

ID	WBS	Task Name	Duration	Start	Finish	Cost	Fixed Cost
1	1	"Ingeniería de Detalle y Montaje de Equipos, Pruebas y Puesta en	298 days	Mon 20/01/14	Wed 11/03/15	\$ 277.700.000,00	\$ 0,00
5	1.2	Desarrollo Ingeniería de Detalle	233 days	Fri 24/01/14	Tue 16/12/14	\$ 65.500.000,00	\$ 0,00
6	1.2.1	Generales	176 days	Fri 24/01/14	Fri 26/09/14	\$ 12.000.000,00	\$ 0,00
7	1.2.1.1	Visita a campo grupo de Ingeniería	4 days	Tue 23/09/14	Fri 26/09/14	\$ 12.000.000,00	\$ 12.000.000,00
		<u>ID</u> <u>Successor Name</u> <u>Type</u> <u>Lag</u>					
		8 Fin Generales FS 0 days					
		10 Descripción del proceso Rev 0 FS 0 days					
		18 Memoria de cálculo soportaría Rev 0 FS 0 days					
9	1.2.2	Proceso	10 days	Mon 29/09/14	Fri 10/10/14	\$ 9.500.000,00	\$ 0,00
16	1.2.3	Civil	176 days	Mon 03/02/14	Mon 06/10/14	\$ 5.000.000,00	\$ 0,00
23	1.2.4	Electricidad	176 days	Tue 04/03/14	Tue 04/11/14	\$ 15.800.000,00	\$ 0,00
24	1.2.4.1	Listado y Hojas de Datos	5 days	Fri 10/10/14	Thu 16/10/14	\$ 4.500.000,00	\$ 0,00
28	1.2.4.2	Planos, Dibujos, Típicos	13 days	Fri 17/10/14	Tue 04/11/14	\$ 11.300.000,00	\$ 0,00
37	1.2.5	Instrumentación	176 days	Tue 15/04/14	Tue 16/12/14	\$ 23.200.000,00	\$ 0,00
38	1.2.5.1	Listados	4 days	Wed 05/11/14	Mon 10/11/14	\$ 2.000.000,00	\$ 0,00
41	1.2.5.2	Hojas de datos	7 days	Tue 11/11/14	Wed 19/11/14	\$ 8.400.000,00	\$ 0,00
49	1.2.5.3	Cálculos y Diseños	1 day	Thu 20/11/14	Thu 20/11/14	\$ 1.000.000,00	\$ 0,00
51	1.2.5.4	Planos, Dibujos, Típicos	14 days	Fri 21/11/14	Wed 10/12/14	\$ 10.000.000,00	\$ 0,00
58	1.2.5.5	Especificaciones	4 days	Thu 11/12/14	Tue 16/12/14	\$ 1.800.000,00	\$ 0,00
62	1.3	Ejecución de Obras	61 days	Wed 17/12/14	Wed 11/03/15	\$ 212.200.000,00	\$ 0,00
73	1.3.2	Trabajos en área de Skid de medición	30 days	Wed 17/12/14	Tue 27/01/15	\$ 58.900.000,00	\$ 0,00
74	1.3.2.1	Construcción De Bancos De Ductos	23 days	Wed 17/12/14	Fri 16/01/15	\$ 18.000.000,00	\$ 2.000.000,00
75	1.3.2.1.1	Excavación	2 days	Wed 17/12/14	Thu 18/12/14	\$ 2.000.000,00	\$ 2.000.000,00
		<u>ID</u> <u>Successor Name</u> <u>Type</u> <u>Lag</u>					
		76 Aplicación de concreto de limpieza FS 0 days					
		89 Instalación de soportes para tuberías conduit SS 0 days					
76	1.3.2.1.2	Aplicación de concreto de limpieza	2 days	Fri 19/12/14	Mon 22/12/14	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000,00
		<u>ID</u> <u>Successor Name</u> <u>Type</u> <u>Lag</u>					
		77 Instalación de soportes para tuberías conduit FS 0 days					
77	1.3.2.1.3	Instalación de soportes para tuberías conduit	2 days	Tue 23/12/14	Wed 24/12/14	\$ 2.000.000,00	\$ 2.000.000,00
		<u>ID</u> <u>Successor Name</u> <u>Type</u> <u>Lag</u>					
		78 Instalación de tubería conduit FS 0 days					
78	1.3.2.1.4	Instalación de tubería conduit	6 days	Thu 25/12/14	Thu 01/01/15	\$ 2.000.000,00	\$ 2.000.000,00
		<u>ID</u> <u>Successor Name</u> <u>Type</u> <u>Lag</u>					
		79 Aplicación de concreto FS 0 days					
		84 Instalación de curvas para afloramiento FS 0 days					
83	1.3.2.2	Afloramientos De Tubería Conduit	18 days	Fri 02/01/15	Tue 27/01/15	\$ 7.000.000,00	\$ 2.000.000,00
84	1.3.2.2.1	Instalación de curvas para afloramiento	2 days	Fri 02/01/15	Mon 05/01/15	\$ 2.000.000,00	\$ 2.000.000,00
		<u>ID</u> <u>Successor Name</u> <u>Type</u> <u>Lag</u>					
		85 Instalación de boquillas terminales FS 0 days					
		90 Instalación de conduit a la vista FS 0 days					
88	1.3.2.3	Terminación Electrica a Instrumentos	19 days	Wed 17/12/14	Mon 12/01/15	\$ 5.500.000,00	\$ 1.500.000,00
90	1.3.2.3.2	Instalación de conduit a la vista	2 days	Tue 06/01/15	Wed 07/01/15	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000,00
		<u>ID</u> <u>Successor Name</u> <u>Type</u> <u>Lag</u>					
		91 Instalación de sellos cortafuego FS 0 days					
		105 Instalación de cables FS 0 days					
104	1.3.2.7	Instalacion De Cables	14 days	Thu 08/01/15	Tue 27/01/15	\$ 13.000.000,00	\$ 3.000.000,00
105	1.3.2.7.1	Instalación de cables	5 days	Thu 08/01/15	Wed 14/01/15	\$ 2.000.000,00	\$ 2.000.000,00
		<u>ID</u> <u>Successor Name</u> <u>Type</u> <u>Lag</u>					
		106 Halado de cables en tubería conduit FS 0 days					
106	1.3.2.7.2	Halado de cables en tubería conduit	5 days	Thu 15/01/15	Wed 21/01/15	\$ 4.000.000,00	\$ 4.000.000,00
		<u>ID</u> <u>Successor Name</u> <u>Type</u> <u>Lag</u>					
		107 Marquillado y conexonado FS 0 days					

Critical Task 1

ID	WBS	Task Name	Duration	Start	Finish	Cost	Fixed Cost
107	1.3.2.7.3	Marquillado y conexonado	2 days	Thu 22/01/15	Fri 23/01/15	\$ 4.000.000,00	\$ 4.000.000,00
	<u>ID</u>	<u>Successor Name</u>	<u>Type</u>	<u>Lag</u>			
	67	Conexión de cables	FS	0 days			
	108	Pruebas electricas al cableado	FS	0 days			
108	1.3.2.7.4	Pruebas electricas al cableado	2 days	Mon 26/01/15	Tue 27/01/15	\$ 0,00	\$ 0,00
	<u>ID</u>	<u>Successor Name</u>	<u>Type</u>	<u>Lag</u>			
	68	Pruebas funcionales del gabinete	FS	0 days			
	110	Verificación de procedimientos y operaciones de arranque	FS	0 days			
109	1.3.3	Precomisionamiento	20 days	Wed 28/01/15	Tue 24/02/15	\$ 40.000.000,00	\$ 10.000.000,00
110	1.3.3.1	Verificación de procedimientos y operaciones de arranque	10 days	Wed 28/01/15	Tue 10/02/15	\$ 5.000.000,00	\$ 5.000.000,00
	<u>ID</u>	<u>Successor Name</u>	<u>Type</u>	<u>Lag</u>			
	111	Verificación física y minuciosa con planos civiles, electricos y de instrument	FS	0 days			
111	1.3.3.2	Verificación física y minuciosa con planos civiles, electricos y de ir	5 days	Wed 11/02/15	Tue 17/02/15	\$ 5.000.000,00	\$ 5.000.000,00
	<u>ID</u>	<u>Successor Name</u>	<u>Type</u>	<u>Lag</u>			
	112	Verificación de tableros de fuerza y control	FS	0 days			
112	1.3.3.3	Verificación de tableros de fuerza y control	1 day	Wed 18/02/15	Wed 18/02/15	\$ 15.000.000,00	\$ 15.000.000,00
	<u>ID</u>	<u>Successor Name</u>	<u>Type</u>	<u>Lag</u>			
	113	Verificación de PLC	FS	0 days			
113	1.3.3.4	Verificación de PLC	3 days	Thu 19/02/15	Mon 23/02/15	\$ 5.000.000,00	\$ 5.000.000,00
	<u>ID</u>	<u>Successor Name</u>	<u>Type</u>	<u>Lag</u>			
	114	Firma de acta precomisionamiento	FS	0 days			
	116	Planos as built	SS	0 days			
115	1.3.4	Planos as built	5 days	Thu 19/02/15	Wed 25/02/15	\$ 20.000.000,00	\$ 20.000.000,00
116	1.3.4.1	Planos as built	5 days	Thu 19/02/15	Wed 25/02/15	\$ 0,00	\$ 0,00
	<u>ID</u>	<u>Successor Name</u>	<u>Type</u>	<u>Lag</u>			
	118	Certificación de que el sistema esta completo y listo para operarse	FS	0 days			
117	1.3.5	Completamiento o Terminacion Mecanica	3 days	Thu 26/02/15	Mon 02/03/15	\$ 15.000.000,00	\$ 15.000.000,00
118	1.3.5.1	Certificación de que el sistema esta completo y listo para operars	3 days	Thu 26/02/15	Mon 02/03/15	\$ 0,00	\$ 0,00
	<u>ID</u>	<u>Successor Name</u>	<u>Type</u>	<u>Lag</u>			
	120	Verificación de diseño	FS	0 days			
119	1.3.6	Comisionamiento y Puesta En Marcha	3 days	Tue 03/03/15	Thu 05/03/15	\$ 40.000.000,00	\$ 40.000.000,00
120	1.3.6.1	Verificación de diseño	3 days	Tue 03/03/15	Thu 05/03/15	\$ 0,00	\$ 0,00
	<u>ID</u>	<u>Successor Name</u>	<u>Type</u>	<u>Lag</u>			
	122	Puesta en servicio del sistema	FS	0 days			
121	1.3.7	Puesta en Marcha	4 days	Fri 06/03/15	Wed 11/03/15	\$ 20.000.000,00	\$ 20.000.000,00
122	1.3.7.1	Puesta en servicio del sistema	4 days	Fri 06/03/15	Wed 11/03/15	\$ 0,00	\$ 0,00

Critical Task 2

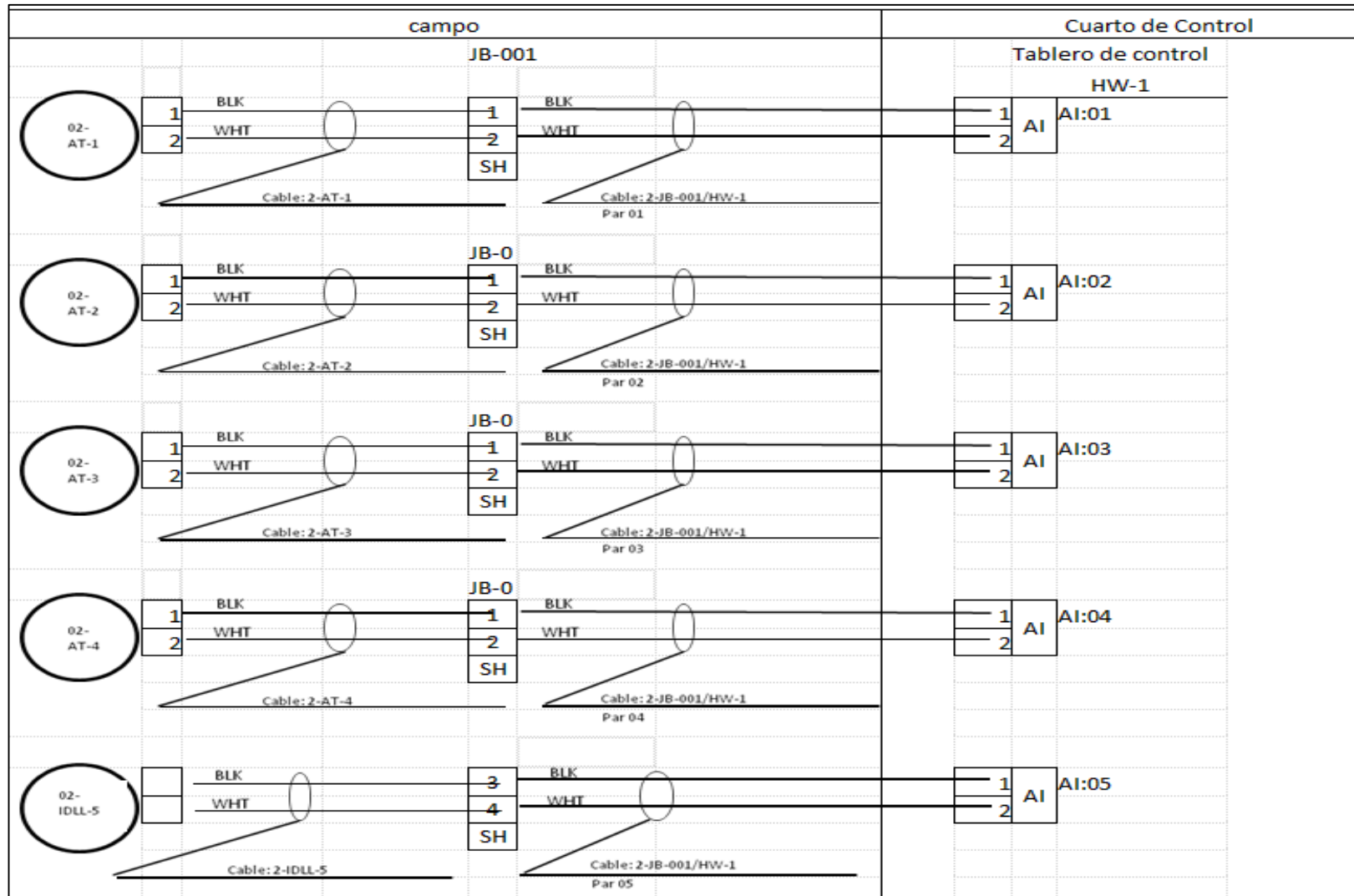
Anexos 5. Listado de Instrumentos

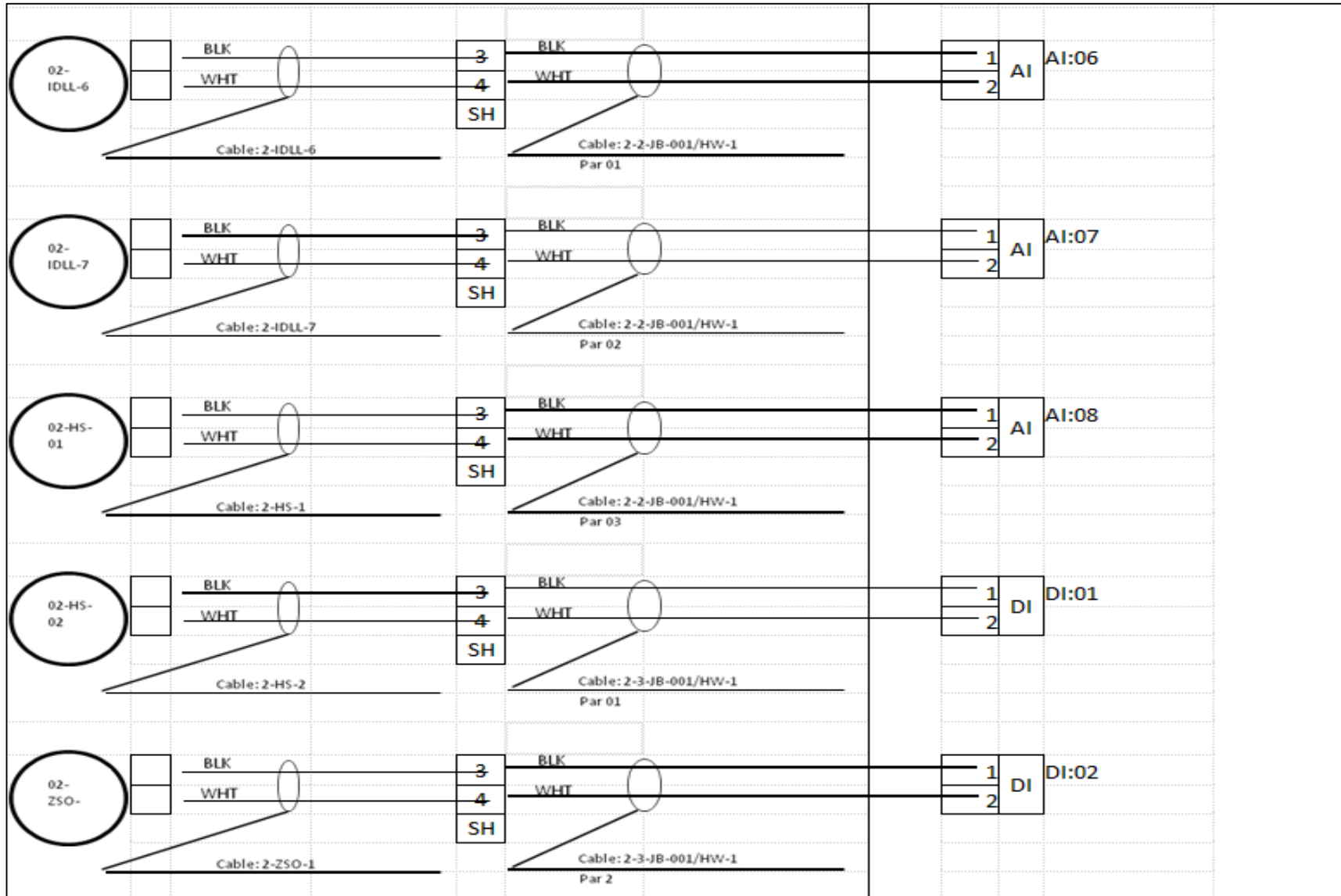
Item	Tags	Servicio	Fabricante	Modelo	Area
1	02-AT-1	DETECCION DE GAS C3-C4 : SKID 1 U-02	GENERAL Monitors	S4000CH-1-0-01-3	Medicion Fiscal
2	02-AT-2	DETECCION DE GAS C3-C4 : SKID 1 U-03	GENERAL Monitors	S4000CH-1-0-01-3	Medicion Fiscal
3	02-AT-3	DETECCION DE GAS C3-C4 : SKID 1 U-04	GENERAL Monitors	S4000CH-1-0-01-3	Medicion Fiscal
4	02-AT-4	DETECCION DE GAS C3-C4 : SKID 1 U-05	GENERAL Monitors	S4000CH-1-0-01-3	Medicion Fiscal
5	02-IDLL-5	DETECCION DE FUEGO C3-C4 : SKID 1 U-02	GENERAL Monitors	FL4000H-1-0-1-3-1-1-1	Medicion Fiscal
6	02-IDLL-6	DETECCION DE FUEGO C3-C4 : SKID 1 U-02	GENERAL Monitors	FL4000H-1-0-1-3-1-1-1	Medicion Fiscal
7	02-IDLL-7	DETECCION DE FUEGO C3-C4 : SKID 1 U-02	GENERAL Monitors	FL4000H-1-0-1-3-1-1-1	Medicion Fiscal
8	02-HS-1	ESTACIONES MANUAL DE LLAMADO 1	TOMAR ELECTRONICS	RMS-6T-EXP-KL-LP	Medicion Fiscal
9	02-HS-2	ESTACIONES MANUAL DE LLAMADO 2	TOMAR ELECTRONICS	RMS-6T-EXP-KL-LP	Medicion Fiscal
10	02-ZSO-1	VALVULA DE SISTEMA DE COMBATE DE FUEGO #1			Medicion Fiscal
11					

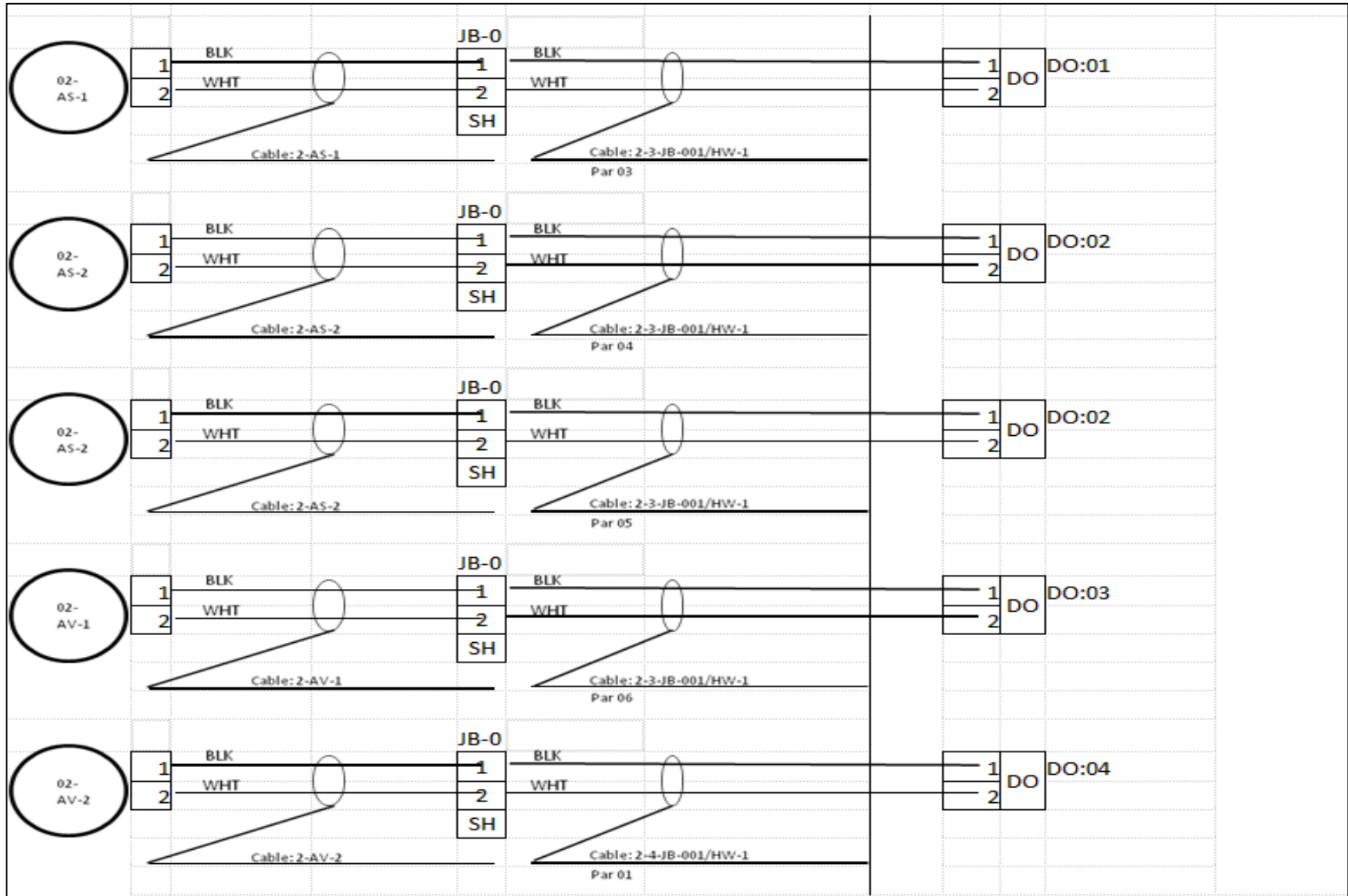
Anexos 6. Listado de Equipos

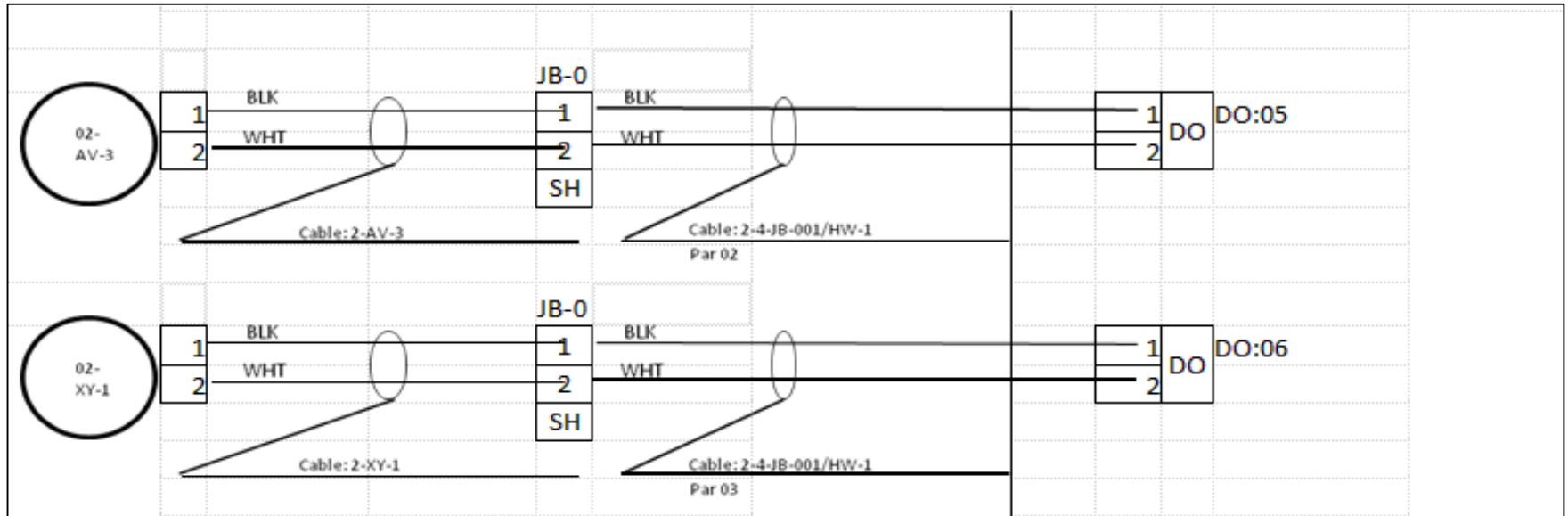
Listado de Equipos Proyecto de Sistema Fire & Gas de Skid de Medicion Fiscal						
Item	Tags	Servicio	Fabricante	Modelo	Area	
1	02-AS-1	ALARMA SONORA	FEDERAL SIGNAL	300GCX-024-UTM	MEDICION FISCAL	
2	02-AS-2	ALARMA SONORA	FEDERAL SIGNAL	300GCX-024-UTM	CUARTO DE CONTROL	
3	02-AV-3	ALARMA DE FUEGO VISUAL (ROJA)	TOMAR ELECTRONICS	290LF-12-80	CUARTO DE CONTROL	
4	02-AV1-1	ALARMA VISUAL DE GAS (AMARILLA)	TOMAR ELECTRONICS	290LF-12-80	MEDICION FISCAL	
5	02-AV-2	ALARMA VISUAL DE GAS (AMARILLA)	TOMAR ELECTRONICS	290LF-12-80	CUARTO DE CONTROL	
6	02-XY-1	VALVULA AUTOMATICA DE COMBATE FUEGO XV			MEDICION FISCAL	
7	02-XV-1	VALVULA AUTOMATICA DE COMBATE DE FUEGO	DOROT	68-x-DE/EL	MEDICION FISCAL	
8	02-HA-3	CUARTO DE CONTROL - HMI: DISPOSITIVO de Fire & Gas	ALLEN BRADLEY	Control Logix 1756 s	CUARTO DE CONTROL	
9	02-HW-1	CONTROLADOR HAZARD WATCH	ALLEN BRADLEY	Control Logix 1756 s	CUARTO DE CONTROL	

Anexos 7. Lazos de control









Anexos 8. Listado de cables

Listado de Cables					
Item	Tag del Cable	Desde	Hasta	Tipo de Cable	Longitud
1	2-AT-1	02-AT-1	JB-001	1C(1X2X16AWG + SH), PVC, THHN-THWN, 300V	25
2	2-AT-2	02-AT-2	JB-001	1C(1X2X16AWG + SH), PVC, THHN-THWN, 300V	32
3	2-AT-3	02-AT-3	JB-001	1C(1X2X16AWG + SH), PVC, THHN-THWN, 300V	32
4	2-AT-4	02-AT-4	JB-001	1C(1X2X16AWG + SH), PVC, THHN-THWN, 300V	32
5	2-IDLL-5	02-IDLL-5	JB-001	1C(1X2X16AWG + SH), PVC, THHN-THWN, 300V	32
6	2-IDLL-6	02-IDLL-6	JB-001	1C(1X2X16AWG + SH), PVC, THHN-THWN, 300V	32
7	2-IDLL-7	02-IDLL-7	JB-001	1C(1X2X16AWG + SH), PVC, THHN-THWN, 300V	32
8	2-HS-1	02-HS-1	JB-001	1C(1X2X16AWG + SH), PVC, THHN-THWN, 300V	32
9	2-HS-2	02-HS-2	JB-001	1C(1X2X16AWG + SH), PVC, THHN-THWN, 300V	32
10	2-ZSO-1	02-ZSO-1	JB-001	1C(1X2X16AWG + SH), PVC, THHN-THWN, 300V	32
11	2-AS-1	02-AS-1	JB-001	1C(1X2X16AWG + SH), PVC, THHN-THWN, 300V	10
12	2-AS-2	02-AS-2	JB-001	1C(1X2X16AWG + SH), PVC, THHN-THWN, 300V	32
13	2-AV-3	02-AV-3	JB-001	1C(1X2X16AWG + SH), PVC, THHN-THWN, 300V	10
14	2-AV1-1	02-AV1-1	JB-001	1C(1X2X16AWG + SH), PVC, THHN-THWN, 300V	32
15	2-AV-2	02-AV-2	JB-001	1C(1X2X16AWG + SH), PVC, THHN-THWN, 300V	25
16	2-XY-1	02-XY-1	JB-001	1C(1X2X16AWG + SH), PVC, THHN-THWN, 300V	32
17	2-JB-001/HW-1	JB-001	02-HW-1	1C(6X2X16AWG + SH), PVC, THHN-THWN, 300V	80
18	2-2-JB-001/HW-1	JB-001	02-HW-1	1C(6X2X16AWG + SH), PVC, THHN-THWN, 300V	80
19	2-3-JB-001/HW-1	JB-001	02-HW-1	1C(6X2X16AWG + SH), PVC, THHN-THWN, 300V	80
20	2-4-JB-001/HW-1	JB-001	02-HW-1	1C(6X2X16AWG + SH), PVC, THHN-THWN, 300V	80
21	2-4-HW-1/LOB	HW-1	LOB-1	Fibra multimodo LCLC09SYE5 = 5M	45

Anexos 9 . Datasheets

GENERAL	1	TAG		02-AT-1	
	2	P&ID		02-IDLL-5	
	3	Clasificacion		Clase 1, División 1 Grupos BCD / Clase1 , Zona 1, AEx d IIB + H2 T5.	
	4	Servicio		Deteccion de Llama- Skid Medicion Fiscal	
	5	Funcion		Detector de llama Skid Medicion Fiscal	
SENSOR / TRANSMISOR	6	Tag de Sensor	Tipo de Sensor	02-IDLL-5	MSIR (Infrarojo Multiespectro) IR4
	7	Conexión Mec			
	8	Rango Espectr	Max Rang Detec %LEL	2 - 5 MICRONS (IR)	0-100 %
	9	Repetibilidad			
	10	Max Campo Visual		100° @ 100 ft - 90° @ 210 ft	
	11	Tiempo de Respues		< 10 segundos	
	12	Deteccion de Falla			
	13	Aprobado		FM-ATEX	
	14				
	15				
	16				
	17	AMBIENTAL			
	18	Temperatura de Op		- 40 °F to 167 °F	
	19	Humedad de Oper		0% to 95% RH Sin Condensacion	
20					
TRANSMISOR	21				
	22	Fuente Alimenta		20-36 VDC	
	23	Notific Estado		LED	
	24	Salida Analoga		4-20 mA	
	25	CABLES REQUERIDOS	Distancia Limitac	3 Cables con Shield	2240 ft/ 14 AWG
	26	Cables Conex		3/4" NPT	
OTROS	27	Accesorios			
	28	Guarda de Agua			
	29	Bloque de Flujo			
	30	Prueba de Lampara	Mounting Bracket	SI	SI
	32				
COMPRAS	33	Fabricante		GENERAL Monitors	
	34	Modelo		FL4000H-1-0-1-3-1-1-1	
	35	Orden de Compra			
	37	Placa	Numero de Item		
	38				
Notas					
08-Jun-14	FP	CT	JF	Para Construcc	
Fecha	Por	Rev	Aprobado	Descripcion	

Datasheet 1 . Detector de Llama

GENERAL	1	TAG		02-AT-1	
	2	P&ID		02-DG-1	
	3	Clasificación		Clase 1, División 1 Grupos BCD / Clase1 , Zona 1, AEx d IIB + H2 T5.	
	4	Servicio		Deteccion de Gas- Skid Medicion Fiscal	
	5	Funcion		Detector de Gas Propano-Butano	
SENSOR / TRANSMISOR	6	Tag de Sensor	Tipo de Sensor	02-AE-1	CONTINUOUS DIFFUSION ABSORPTION METAL OXIDE SEMICONDUCTOR
	7	Conexión Mec			
	8	Rango Espectr	Max Rang Detec %LEL		0-100 %
	9	Repetibilidad		*+/- 2ppm	
	10	Max Campo Visual			
	11	Tiempo de Respues		< 1min (100% gas)	
	12	Deteccion de Falla		8 Codigos	
	13	Aprobado		FM-ATEX-HART	
	14	Gases Detect		vapores Explosivos de hidrocarburos	
	15			Específicamente Metano, Propano, Etano, Etileno, (sin certificación n-Butano, Iso-Pentano, Iso-Butano, Hexano, Propileno)	
	16				
	17	AMBIENTAL			
	18	Temperatura de Op		- 40 °F to 167 °F	
	19	Humedad de Oper		5% to 100% RH Sin Condensacion	
20					
TRANSMISOR	21				
	22	Fuente Alimenta		20-36 VDC	
	23	Notific Estado		LED	
	24	Salida Analoga		4-20 mA	
	25	CABLES REQUERIDOS	Distancia Limitac	3 Cables con Shield	2240 ft/ 14 AWG
	26	Cables Conex		3/4" NPT	
OTROS	27	Accesorios			
	28	Guarda de Agua			
	29	Bloque de Flujo			
	30				
COMPRAS	31	Fabricante		GENERAL MONITOR	
	32	Modelo		S4000TCH-1-0-01-3	
	33	Orden de Compra			
	34				
	35	Placa	Numero de Item		
	36				
Notas					
08-Jun-14	FP	CT	JF	Para Construcc	
Fecha	Por	Rev	Aprobado	Descripcion	

Datasheet 2. Detector de Gases

GENERAL	1	TAG			02-DV-1
	2	P&ID			02-DG-1
	3				
	4	Servicio		Valvula de Diluvio Skid de Medicion Fiscal	
	5	Funcion			
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO	6	Aprobado		FM	UL
	7	Ubicación		Exterior	
	8	Fluido		Agua Cruda/ Agua de Mar	
	9	Instalacion		Horizontal	
	10	Max Presion oper		175 psig	
	11	Construccion			
	12				
	13	AMBIENTAL			
	14	Temperatura de Op		73° F	
	15	Humedad de Oper		0 a 99% Sin condensación	
MATERIALES Y CONSTRUCCION	17	Cuerpo	Anillo Asiento	Acero Fundicion	SS 304
	18	Vastago	Resorte	SS 316	SS 302
	19	Diafragma		Nylon con Buna	
	20	Conexión Nominal	Rating	6"	150
	21	Tipo de Conexión		Brida-FF	
	22	Activacion	Electrica		
	23	Valvula Solenoide			
OTROS	24	Accesorios		Tension de Oper	24 V
	25	Valvula Solenoide		Tipo de Tension	DC
	26	Valvula Activacion Manual		Enclosure	Nema 4X
	27	Filtros y Tubing		Energizado para	Abrir
COMPRAS	28	Fabricante		DOROT	
	29	Modelo		68-x-DE/EL	
	30	Orden de Compra			
	31				
	32	Placa	Numero de Item		
	33				
Notas					
08-Jun-14	FP	CT	JF	Para Construcc	
Fecha	Por	Rev	Aprobado	Descripcion	

Datasheet 3. Válvula de Diluvio

GENERAL	1	TAG		02-HS-1	
	2	P&ID		02-DG-1	
	3	Clasificación		Clase 1, División 1 Grupos BCD / Clase1 , Zona 1, AEx d IIB + H2 T5.	
	4	Servicio		F&G Manual Call Point-Campo	
	5	Funcion		Interruptor Manual para Activacion Alarma de Fuego	
CARACTERISTICAS	6	Tipo de Operación		Levantar y Halar (Lift & Pull)	
	7	Accion		Dual	
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				
	14				
	15				
	16				
	17				
	18				
ELECTRICA	19	Tension		120 VAC	
	20	Contacto		10 Amp @ 125/250 VAC	
	21	Cable		14 AWG	
	22	Cableado	Conexión	Bloque Terminal	3/4" NPT
	23	Clase de Area			
	24	Carcasa	Color	METAL DIE-CAST ALLOY	Rojo
	25	Proteccion Carcasa		NEMA 4X - IP 66	
	26				
OTROS	27				
	28	Accesorios			
	29	Cubierta		Lift & Pull	
	30	Bloque con Llave		Si	
COMPRAS	33				
	34	Fabricante		TOMAR ELECTRONICS	
	35	Modelo		RMS-6T-EXP-KL-LP	
	36	Orden de Compra			
	37				
	38	Placa	Numero de Item		
39	Certificacion	Aprobado	UL	FM	
Notas					
08-Jun-14	FP	CT	JF	Para Construcc	
Fecha	Por	Rev	Aprobado	Descripcion	

Datasheet 4. Punto de Llamado

GENERAL	1	TAG	02-AV-2
	2	P&ID	02-DG-1
	3	Clasificación	Clase 1, Division 2 Grupos A, B, C, y D. Código de Temp. T6
	4	Servicio	Alarma Visual- Skid Medicion Fiscal
	5	Funcion	Alarma Visual- Campo
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO	6	Estilo de la lámpara	A base de LED's tecnología LEXAN, Color Rojo.
	7	Duración	10000 hr
	8	Estrobo	750000 candela
	9	Clasificación Eléctrica de Área	Nema 6P, IEC IP67, Hermetico al polvo y a efectos de inmersión
	10	Frecuencia	70 flash por minuto
	11	Protección de Ingreso del Encerramiento	Encerramiento Tipo 4X
	12		
	13	AMBIENTAL	
	14	Temperatura de Op	-40° C a +65° C (-40°C a +185°C)
	15	Humedad de Oper	0 a 99% Sin condensación
ELECTRICA	17		
	18	Fuente Alimenta	12-80 Vdc
	19	Consumo Potencia	Max 4,8 Watts
	20	Conexión Eléctrica	Entrada roscada para tubería 1/2" NPT, Ver típico de instalación en la ingeniería de detalle.
	21	Aprobaciones	UL 1638 Standard for visual signaling applications, for NFPA 72
	22		
OTROS	23		
	24	Accesorios	
	25	Guarda de Agua	
	26	Bloque de Flujo	
	27		
COMPRAS	28	Fabricante	TOMAR ELECTRONICS
	29	Modelo	290LF-12-80
	30	Orden de Compra	
	31		
	32	Placa	Numero de Item
	33		
Notas			

Datasheet 5. Alarma Visual

GENERAL	1	TAG	02-AV-1
	2	P&ID	02-DG-1
	3	Clasificación	Sin Clasificación de Area
	4	Servicio	Alarma Visual- Skid Medicion Fiscal
	5	Función	Alarma Visual- Campo
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO	6	Estilo de la lámpara	A base de LED's tecnología LEXAN, Color Rojo.
	7	Duración	10000 hr
	8	Frecuencia de Destello	70 NEOBE, pulsos por minuto
	9	Clasificación Eléctrica de Área	Nema 6P, IEC IP67, Hermetico al polvo y a efectos de inmersión
	10		
	11	Protección de Ingreso del Encerramiento	Encerramiento Tipo 4X
	12		
	13		
	14		
	15		
	16		
	17	AMBIENTAL	
18	Temperatura de Op	-40° C a +65° C (-40°C a +185°C)	
19	Humedad de Oper	0 a 99% Sin condensación	
20			
ELECTRICA	21		
	22	Fuente Alimenta	12-80 Vdc
	23	Consumo Potencia	Max 4,8 Watts
	24	Conexión Eléctrica	Entrada roscada para tubería 1/2" NPT, Ver tipico de instalacion en la ingeniería de detalle.
	25	Aprobaciones	UL 1638 Standard for visual signaling applications, for NFPA 72
26			
OTROS	27		
	28	Accesorios	
	29	Guarda de Agua	
	30	Bloque de Flujo	
	31		
	32		
COMPRAS	33		
	34	Fabricante	TOMAR ELECTRONICS
	35	Modelo	MODELO, 290LF-12-80
	36	Orden de Compra	
	37		
	38	Placa	Numero de Item
39			

Datasheet 6. Alarma Visual - Cuarto de Control

GENERAL	1	TAG	02-AS-1	
	2	P&ID	02-DG-1	
	3	Clasificación	Clase 1, Division 2 Grupos A, B, C, y D. Codigo de Temp. T6	
	4	Servicio	Alarma Sonora - Skid Medicion Fiscal	
	5	Funcion	Alarma Sonora- Campo	
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO	6	Tecnologia	Circuito de estado solido	
	7	Intensidad Sonido	0-110 db @ 10 ft	
	8	Tipo de Alarma	Sonora tipo multitono con 32 tonos seleccionables	
	9	Clasificación Eléctrica de Área	Nema 6P, IEC IP67, Hermetico al polvo y a efectos de inmersión	
	10			
	11	Protección de Ingreso del Encerramiento	Encerramiento Tipo 4X	
	12	AMBIENTAL		
	13	Temperatura de Op	-40º C a +65º C (-40°C a +185°C)	
	14	Humedad de Oper	0 a 99% Sin condensación	
	15			
ELECTRICA	16			
	17	Fuente Alimenta	24 Vdc	
	18	Consumo Potencia	Max 16 Watts	50mA en standby y 670mA en alarma @ 24Vdc
	19	Conexión Electrica	Conexión 1/2" - 14 NPT, Ver tipico de instalacion en la ingenieria de detalle.	
	20	Aprobaciones	UL Listado para Clase 1, Division 2, Groups A, B, C and D	
21				
OTROS	22			
	23	Accesorios		
	24	Guarda de Agua		
	25	Bloque de Flujo		
	26			
COMPRAS	27	Fabricante	FEDERAL SIGNAL	
	28	Modelo	300GCX-024-UTM	
	29	Orden de Compra		
	30			
	31	Placa	Numero de Item	
	32			
Notas				

Datasheet 7. Alarma sonora

Anexos 10. Especificación Técnicas de Compra

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE PROYECTO DE INSTALACION DE SISTEMA FIRE & GAS DE SKID DE MEDICION FISCAL DE HIDROCARBUROS

OBJETIVO

Las presentes especificaciones tienen por objeto definir los requisitos mínimos necesarios para el suministro de materiales, mano de obra y equipos a utilizar en las obras civiles, eléctricas y mecánicas para el montaje, calibración, pruebas y puesta en servicio del sistema instrumentado de seguridad Fire & Gas asociado con el proyecto "skid de medición fiscal de hidrocarburos". El alcance de los trabajos comprende el montaje de los instrumentos de acuerdo con la "Lista de Instrumentos Fire & Gas" y las indicaciones y requerimientos de las presentes especificaciones técnicas.

1. GENERALES

Lo primordial para poder responder ante un evento con fuego es detectarlo en su fase incipiente y extinguirlo o controlarlo antes de que se intensifique. Para combatirlo, su fuente se debe ser aislada.

Las medidas de protección disponibles incluyen, detección de llama y gas, sistemas de protección contra incendios activos y métodos de protección pasiva.

Las siguientes secciones proporcionan orientación y requisitos preceptivos sobre el diseño y aplicación de las medidas de protección disponibles.

El objetivo de un sistema de detección automático es para alertar al personal de la presencia de fuego o gases peligrosos y permitir que se implementen las acciones de control establecidas, ya sea de forma automática o manual, para minimizar la escalada del incidente.

La detección temprana de un incendio en desarrollo y alarma para el personal de operación y del cuerpo de bomberos es una parte importante del concepto básico de protección contra incendios.

Todos los equipos de detección utilizados dentro de un área clasificada como peligrosa, deberán ser certificados para su uso en la zona designada. Para permitir instalar equipos

eléctricos en estas áreas estos deben estar certificados como explosion proof o intrínsecamente seguros.

En la selección del tipo correcto de detector, es fundamental conocer el tipo de incendio que pueda surgir de los equipos de la zona, su entorno particular y los productos de la combustión generados (llama, el calor, el humo, los productos tóxicos, etc). Esto también requiere que todos los componentes asociados tienen que ser certificados por las condiciones imperantes en el momento del incidente. Cada tipo de detector tendrá una sensibilidad y tiempo de respuesta diferente para diferentes tipos de fuego. En todos los casos el objetivo es seleccionar un sistema que discrimine entre condiciones de fuego y las esperadas durante las operaciones normales, es decir, se eliminan las falsas alarmas. El requisito fundamental de cualquier sistema es su confiabilidad.

El Sistema F&G tendrá supervisión para todos sus dispositivos. La aplicación, instalación y mantenimiento de sistemas de detección estarán acorde con la norma NFPA-72.

2. MONTAJE DE INSTRUMENTOS

2.1 Normas Técnicas de Referencia

El siguiente es un listado de Códigos, Estándares y Especificaciones de este proyecto que deberán emplearse de acuerdo a la aplicación particular de la instalación de los instrumentos requeridos. Se deberá usar la revisión más reciente a menos que se especifique otra cosa. En caso de discrepancia entre estos documentos prevalecerán los requisitos más estrictos a menos que se especifique otra cosa.

- **Instrumentation systems and Automation Society (ISA)**

ISA-S5.1 Instrumentation Symbols and identification.

ISA-S5.2 Binary Logic Diagrams for Process Operations.

ISA-S5.3 Graphics Symbols for Distributed Control/Shared Display Instrumentation, Logic and Computer System.

ISA-20 Specifications Forms for Process Measurement and control Instruments, Primary Elements and Control Valves.

- **American Petroleum Institute (API)**

API RP 550: Manual of Installation of Refinery Instruments and Control Systems.

API-752: Management of Hazards Associated with Location of Process Plant Permanent Buildings.

RP 551: Process Measurement Instrumentation

RP 552: Transmission Systems

- **National Electrical Manufacturer's Association (NEMA)**

ICS 6-88, Enclosures for Industrial Controls and Systems

ICS-3, Industrial Systems Equipment

250, Enclosures for Electrical Equipment 1kV Max.

FB1, Fittings, Cast Metal Boxes and Conduit

- **National Fire Protection Association**

NFPA 58: Liquefied Petroleum Gas Code

NFPA 59: Utility Lp-Gas Plant Code

NFPA 72: National Fire Alarm and Signaling Code.

NFPA 69: Standard on Explosion Prevention Systems

NFPA 70: National electric safety Code

- **Factory Mutual Research Corporation (FM)**

- **American National Standard Institute (ANSI)**

- **Underwriters Laboratories (UL)**

- **Código Eléctrico Nacional de Colombia**

- **National Electric Code (NEC)**

3. UBICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS FIRE & GAS

La ubicación de los instrumentos de detección de fuego y gas se realiza de acuerdo a las condiciones del viento o si está disponible un estudio de MODELACIONES DE CONSECUENCIAS PARA ESCENARIOS DE INCENDIO. Se deben seguir las recomendaciones y especificaciones del fabricante para cada caso, en cuanto a rango de cobertura y condiciones de operación.

Cableado de Instrumentos

Todas las conexiones eléctricas en los instrumentos y Tableros de control deberán inspeccionarse verificando entre otros los siguientes puntos:

- Identificación del cable y sus conductores
- Terminales en cada conductor
- Pantallas de los cables de instrumentación
- Aislamiento del cable de drenaje de las pantallas

Los tubos conduit y accesorios serán roscados y de acero galvanizado para trabajo pesado.

Instalación de Soportes

Se usarán los soportes típicos donde apliquen, mientras sea posible, todos los transmisores para el caso del Fire & Gas instrumentado vienen acoplados al cuerpo del sensor en sitio, estos detectores de gas combustible, gas tóxico y humo traen su kit de montaje modelo UN-MK-32 para poste y para pared. Los soportes serán localizados para que no interfieran con otros equipos, tuberías de proceso, rutas de personal y equipos de mantenimiento, operación o seguridad.

Ningún instrumento deberá estar soportado por las líneas de señal, por las líneas de proceso, o equipos. La base de apoyo de los instrumentos deberá soldarse o atornillarse a un soporte construido con tubo o acero estructural donde sea práctico.

Para el caso en particular de las alarmas sonoras y alarmas visuales estas serán montadas en un soporte tipo pedestal en donde se armara la estación de alarma del área.

Los soportes para los instrumentos se elaborarán con tubos de 2" en acero galvanizado al calor; después de su elaboración serán protegidos con una galvanización en frío.

Procedimientos de instalación de instrumentos

Todo el Fire & Gas instrumentado deberá ser instalado de acuerdo con los típicos de montaje, las recomendaciones del fabricante y las normas aplicables para el montaje de instrumentos.

3.1 Condiciones Generales de Montaje

Todos los Instrumentos deben tener una placa de acero inoxidable 304 conteniendo como mínimo la siguiente información TAG y Orden de Compra. La instalación de los instrumentos deberá realizarse de tal manera que permita realizar el mantenimiento a estos según los procedimientos recomendados por el fabricante. Los instrumentos que requieren mantenimiento sin ser removidos serán localizados para permitir al técnico realizar tal servicio en sitio. Los instrumentos que requieren removerse para su mantenimiento serán localizados para que no se necesiten medidas extraordinarias para removerlos. Se deberán instalar escaleras o plataformas permanentes si existen necesidades especiales para tener acceso al equipo para su mantenimiento.

Se deberán instalar todos los elementos necesarios para realizar de una forma segura la despresurización, drenaje, venteo y aislamiento eléctrico.

La instalación deberá ser diseñada para que no sea necesario soldar, cortar para remover, reinstalar el instrumento o instalar partes nuevas diferentes a los empaques o sellos como parte del mantenimiento de rutina.

No se instalarán instrumentos electrónicos cerca de fuentes de interferencia eléctrica o electrónica que puedan llegar a impedir su correcto funcionamiento (Ej: motores, gabinetes cortacircuitos, cables de potencia, etc).

Los tableros de control deberán localizarse e instalarse con suficiente espacio, para que permita abrir sus puertas al menos 90 grados.

Detectores de gas combustible

Para la instalación de este tipo detector se deben utilizar los soportes, cajas de conexión y demás accesorios necesarios, siguiendo estrictamente las instrucciones del fabricante.

El montaje del conjunto ensamblado transmisor/sensor se realiza de manera vertical sobre un poste de diámetro de 2" (recomendado) dejando siempre orientado al sensor hacia abajo y al transmisor hacia arriba, la conexión entre el transmisor y el sensor es directa a través de un acople roscado 3/4 NPT. Al transmisor se conecta al sistema de tubería que trae el cableado de alimentación y comunicación a través de una conexión roscada de 3/4" NPT.

Aunque no existen reglas absolutas de la cantidad de detectores o localización del sensor se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- Localizar el sensor en el área donde puede haber potencial acumulación de gas combustible.
- Teniendo en cuenta que los gases a detectar son más pesados que el aire (propano, Propileno, n-Butano) el sensor debe quedar instalado en un rango de elevación de la superficie no superior a los 30 cm.

PESO MOLECULAR DEL AIRE	PESOS MOLECULAR GAS EXPLOSIVO
Aire 29,01 g/mol	< Propano 44 g/mol
Aire 29,01 g/mol	< Propileno 42.1 g/mol
Aire 29,01 g/mol	< n-Butano 58,12 g/mol

- Cuando se instala el detector en campo a la intemperie, es conveniente instalar una cubierta protectora sobre el transmisor y sensor para prevenir sobrecalentamientos a causa de los rayos solares. Esta cubierta también protege al sensor de degradaciones causadas por la intemperie y radiaciones ultravioleta.
- En lo posible no instalar el detector en lugares donde sea susceptible a daños mecánicos y obstaculización del área durante rutinas de mantenimiento en equipos de proceso.
- Nunca se debe permitir pintar el sensor.

- Considerar el patrón de movimiento de las corrientes de aire en el área de detección.
- En la instalación seleccionar la orientación de la ventana display del transmisor de tal forma que quede visible para el operador en el área.

Detectores de Llama

Para la instalación de este detector se deben utilizar los soportes, cajas de conexionado y demás accesorios necesarios, siguiendo estrictamente las instrucciones del fabricante.

Este tipo de detector IR3S-A posee un sistema de triple sensor del espectro infrarrojo el cual reduce la posibilidad de falsas alarmas y lo hace inmune a fuentes luminosas o distorsiones de las mismas, para evitar efectos inhibidores el Net Safety Phoenix debe ser instalado donde su trayectoria de visión hacia la potencial fuente de llama no sea obstaculizada por cuerpos opacos, vidrios o acrílicos. Otros efectos inhibidores son el exceso de agua, niebla, lluvia, suciedad o polvo en la ventana del detector.

El cono de cobertura del detector está definido por la distancia al área de la llama y el ángulo a partir del eje central 35° hacia arriba y 35° hacia abajo (testado por FM).

Espectro de Visión Probado				
Combustible	Tamaño de la llama	Distancia (ft/m)	Tiempo Promedio de Respuesta	Angulo (Horizontal/vertical)
n-Heptano	1' x 1'	100/30.5	1.74 seg.	100 (+50, -50)
Metano	Pluma de 36"	110/33.5	4.4 seg.	90 (+45, -45)
Metanol	1' x 1'	105/32	9.8 seg.	90 (+45, -45)
Etanol	1' x 1'	90/27.4	1.6 seg.	90 (+45, -45)

Serán instaladas por otros (Contratista de montaje mecánico y/o tubería) bajo la supervisión del Contratista de instrumentación. Será responsabilidad del Contratista de Instrumentos:

- Conectar al sistema de tubería que trae el cableado de alimentación y comunicación, a través de una conexión roscada de 3/4" NPT que trae en su parte posterior el cuerpo del sensor, esta conexión se realiza a través de Flexiconduit Explosión Proof - NEMA 7X de 3/4", L= 18", Macho-Macho.
- Configurar los dip switch internos del detector de acuerdo a los parámetros específicos para su función en esa área.
- Direccionar el Detector hacia el área de potencial riesgo y ajustar con pruebas de ángulo y

- Considerar el patrón de movimiento de las corrientes de aire en el área de detección.
- En la instalación seleccionar la orientación de la ventana display del transmisor de tal forma que quede visible para el operador en el área.

Detectores de Llama

Para la instalación de este detector se deben utilizar los soportes, cajas de conexionado y demás accesorios necesarios, siguiendo estrictamente las instrucciones del fabricante.

Este tipo de detector IR3S-A posee un sistema de triple sensor del espectro infrarrojo el cual reduce la posibilidad de falsas alarmas y lo hace inmune a fuentes luminosas o distorsiones de las mismas, para evitar efectos inhibidores el Net Safety Phoenix debe ser instalado donde su trayectoria de visión hacia la potencial fuente de llama no sea obstaculizada por cuerpos opacos, vidrios o acrílicos. Otros efectos inhibidores son el exceso de agua, niebla, lluvia, suciedad o polvo en la ventana del detector.

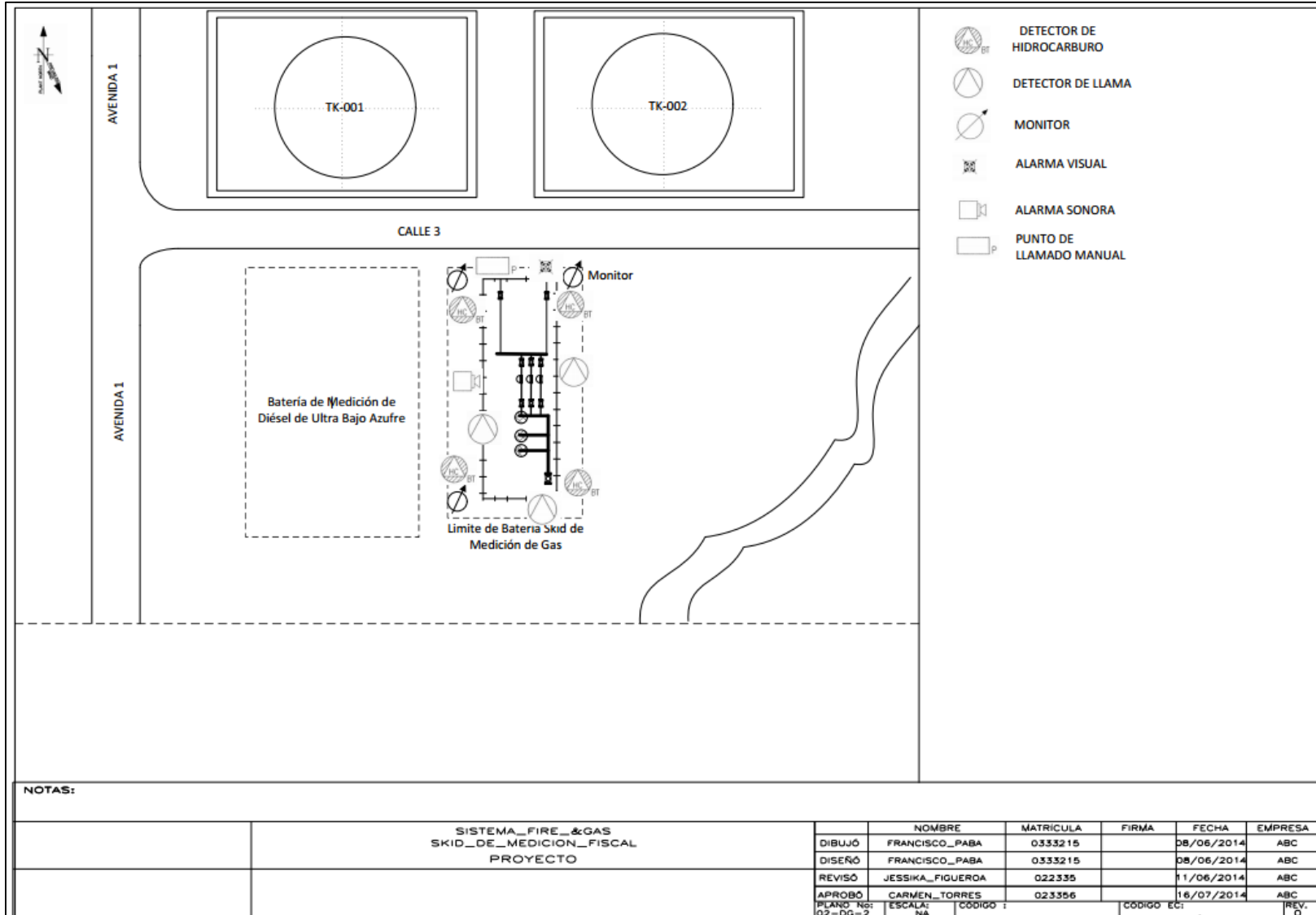
El cono de cobertura del detector está definido por la distancia al área de la llama y el ángulo a partir del eje central 35° hacia arriba y 35° hacia abajo (testado por FM).

Espectro de Visión Probado				
Combustible	Tamaño de la llama	Distancia (ft/m)	Tiempo Promedio de Respuesta	Angulo (Horizontal/vertical)
n-Heptano	1' x 1'	100/30.5	1.74 seg.	100 (+50, -50)
Metano	Pluma de 36"	110/33.5	4.4 seg.	90 (+45, -45)
Metanol	1' x 1'	105/32	9.8 seg.	90 (+45, -45)
Etanol	1' x 1'	90/27.4	1.6 seg.	90 (+45, -45)

Serán instaladas por otros (Contratista de montaje mecánico y/o tubería) bajo la supervisión del Contratista de instrumentación. Será responsabilidad del Contratista de Instrumentos:

- Conectar al sistema de tubería que trae el cableado de alimentación y comunicación, a través de una conexión roscada de 3/4" NPT que trae en su parte posterior el cuerpo del sensor, esta conexión se realiza a través de Flexiconduit Explosión Proof - NEMA 7X de 3/4", L= 18", Macho-Macho.
- Configurar los dip switch internos del detector de acuerdo a los parámetros específicos para su función en esa área.
- Direccionar el Detector hacia el área de potencial riesgo y ajustar con pruebas de ángulo y

Anexos 11 . Plot Plan con ubicación de Equipos Fire & Gas

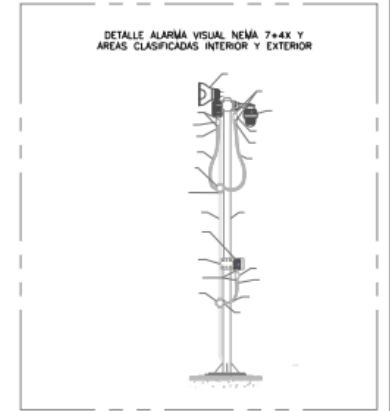
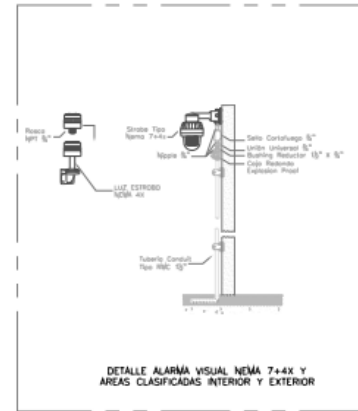
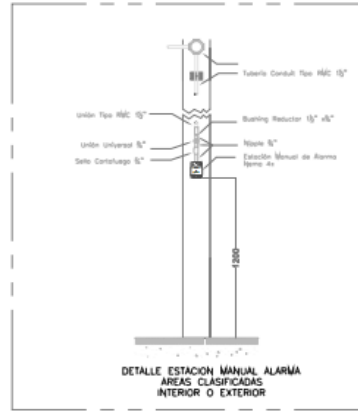
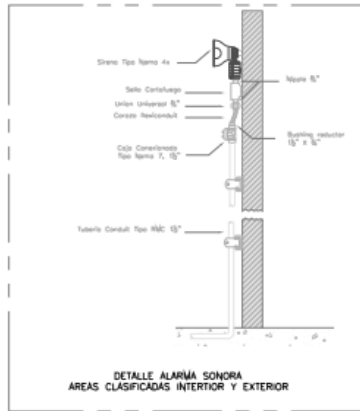


-  DETECTOR DE HIDROCARBURO
-  DETECTOR DE LLAMA
-  MONITOR
-  ALARMA VISUAL
-  ALARMA SONORA
-  PUNTO DE LLAMADO MANUAL

NOTAS:

SISTEMA_FIRE_&GAS SKID_DE_MEDICION_FISCAL PROYECTO		NOMBRE	MATRICULA	FIRMA	FECHA	EMPRESA
DIBUJÓ	FRANCISCO_PABA	0333215			08/06/2014	ABC
DISEÑO	FRANCISCO_PABA	0333215			08/06/2014	ABC
REVISÓ	JESSIKA_FIGUEROA	022335			11/06/2014	ABC
APROBO	CARMEN_TORRES	023356			16/07/2014	ABC
PLANO No:	ESCALA:	CODIGO :		CODIGO EC:		REV. :
02-DG-2	NA					0

Anexos 12 . Típicos de Montajes.



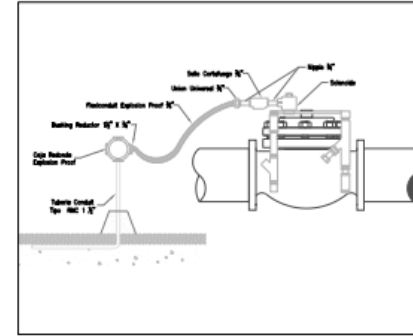
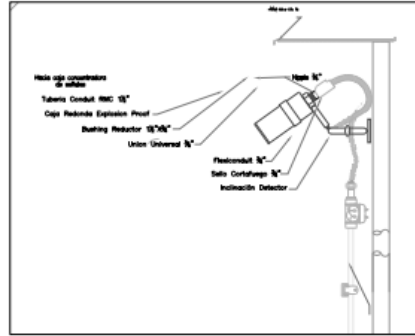
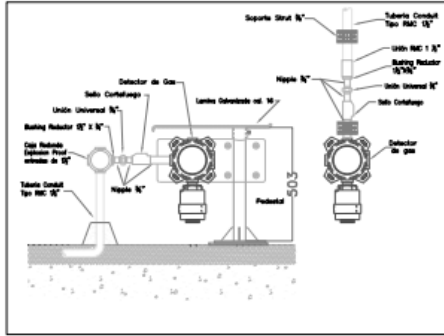
RELACION DE MATERIALES MONTAJE ALARMA SONORA NEMA 7 + 4X EN EXTERIOR E INTERIOR			
ITEM	CANT.	UND.	DESCRIPCION
1	1	UN	Caja redonda tipo nemo 7, con 3 conexiones de 1/2" NPT para RMC, fibra cobre - Roquet modelo GRT-0559 o similares.
2	3	UN	Niple RMC de 3/4" x 4" rosca NPT, Roquet modelo N-19-EX o similares.
3	1	UN	Sello cortafuego con conexión de 1/2" RMC hembra-hembra, con recubrimiento exterior de PVC, Roquet modelo EYS 0453-PC o similares.
4	1	UN	Reducción Bushing Fierro Galvanizado tubería RVC 1/2" x 1/2".
5	1	UN	Tuerca union en aluminio (union universal) rosca NPT para RMC 1/2", Roquet, modelo TU-2993 o similares.
6	1	UN	Flexiconduci metálico tipo nemo 7 de 3/4" x 23,62" con conexión macho-macho NPT

RELACION DE MATERIALES MONTAJE ESTACION MANUAL DE ALARMA NEMA 7 + 4X EXTERIOR E INTERIOR			
ITEM	CANT.	UND.	DESCRIPCION
1	1	UN	Caja redonda tipo nemo 7, con 3 conexiones de 1/2" NPT para RMC, fibra cobre - Roquet modelo GRT-0559 o similares.
2	3	UN	Niple RMC de 3/4" x 4" rosca NPT, Roquet modelo N-19-EX o similares.
3	1	UN	Sello cortafuego con conexión de 1/2" RMC hembra-hembra, con recubrimiento exterior de PVC, Roquet modelo EYS 0453-PC o similares.
4	1	UN	Reducción Bushing Fierro Galvanizado tubería RVC 1/2" x 1/2".
5	1	UN	Tuerca union en aluminio (union universal) rosca NPT para RMC 1/2", Roquet, modelo TU-2993 o similares.
6	1	Mt	Sistema de soporte STRUT en lamina Col. 14 Galvanizado-HDG, marca TECNÁ modelo LACR11 o similares.
7	8	UN	Abrazadera ajustable para sistema STRUT galvanizado HDG para 1/2" marca TECNÁ modelo LAG 11034 o similares.

RELACION DE MATERIALES MONTAJE ALARMA VISUAL NEMA 4x Y NEMA 7 + 4X EXTERIOR E INTERIOR			
ITEM	CANT.	UND.	DESCRIPCION
1	1	UN	Caja redonda tipo nemo 7, con 3 conexiones de 1/2" NPT para RMC, fibra cobre - Roquet modelo GRT-0559 o similares.
2	3	UN	Niple RMC de 3/4" x 4" rosca NPT, Roquet modelo N-19-EX o similares.
3	1	UN	Sello cortafuego con conexión de 1/2" RMC hembra-hembra, con recubrimiento exterior de PVC, Roquet modelo EYS 0453-PC o similares.
4	1	UN	Reducción Bushing Fierro Galvanizado tubería RVC 1/2" x 1/2".
5	1	UN	Tuerca union en aluminio (union universal) rosca NPT para RMC 1/2", Roquet, modelo TU-2993 o similares.
6	0.8	Mt	Sistema de soporte STRUT en lamina Col. 14 Galvanizado-HDG, marca TECNÁ modelo LACR11 o similares.
7	8	UN	Abrazadera ajustable para sistema STRUT galvanizado HDG para 1/2" marca TECNÁ modelo LAG 11034 o similares.

RELACION DE MATERIALES SERVIDOR DE PROYECTO DE CALIBRE EN PLAZA Y SERVIDOR A BANDA Y SERVIDOR DE ALARMA CON ALARMA VISUAL EN INTERIOR Y EXTERIOR	
ITEM	DESCRIPCION
1	Caja redonda tipo nemo 7, con 3 conexiones de 1/2" NPT para RMC, fibra cobre - Roquet modelo GRT-0559 o similares.
2	Niple RMC de 3/4" x 4" rosca NPT, Roquet modelo N-19-EX o similares.
3	Sello cortafuego con conexión de 1/2" RMC hembra-hembra, con recubrimiento exterior de PVC, Roquet modelo EYS 0453-PC o similares.
4	Reducción Bushing Fierro Galvanizado tubería RVC 1/2" x 1/2".
5	Tuerca union en aluminio (union universal) rosca NPT para RMC 1/2", Roquet, modelo TU-2993 o similares.
6	Sistema de soporte STRUT en lamina Col. 14 Galvanizado-HDG, marca TECNÁ modelo LACR11 o similares.
7	Abrazadera ajustable para sistema STRUT galvanizado HDG para 1/2" marca TECNÁ modelo LAG 11034 o similares.

SISTEMA_FIRE_&GAS SKID_DE_MEDICION_FISCAL PROYECTO		NOMBRE	MATRICULA	FIRMA	FECHA	EMPRESA	
		DIBUJÓ	FRANCISCO_PABA	0333215		08/06/2014	ABC
		DISEÑO	FRANCISCO_PABA	0333215		08/06/2014	ABC
		REVISÓ	JESSIKA_FIGUEROA	022335		11/06/2014	ABC
		APROBÓ	CARMEN_TORRES	023356		16/07/2014	ABC
		PLANO No: 02-DG-2	ESCALA: NA	CÓDIGO :		CÓDIGO EC:	



RELACION DE MATERIALES MONTAJE DEL DETECTOR DE GAS COMBUSTIBLE			
ITEM	CANT.	UND.	DESCRIPCION
1	1	UN	Caja redonda tipo nemo 7, con 3 conexiones de 1/2" NPT para RMC, fibre cobre - Roquet modelo GRT-0509 o similares.
2	3	UN	Niple RMC de 1/2" x 4" rosca NPT, Roquet modelo N1-19-EX o similares.
3	1	UN	Sello cortafuego con conexión de 1/2" RMC hembra-hembra, con recubrimiento exterior de PVC, Roquet modelo EYS 0453-PC o similares.
4	1	UN	Reducción Bushing Fierro Galvanizado tubería RMC 1/2" x 1/4".
5	1	UN	Tuerca unión en aluminio (unión universal) rosca NPT para RMC 1/2", Roquet, modelo TU-2993 o similares.
6	0.8	M	Sistema de soportarlo STRUT en laminó Gal. 14 Galvanizado-HDG, marca TECNÁ modelo LACR11 o similares.
7	8	UN	Abrazadera ajustable para sistema STRUT galvanizado HDG para 1/2" marca TECNÁ modelo LAG 11034 o similares.
8	1	UN	Pedestal metálico armado con tubo redondo de 2" de diametro y 2.8mm de espesor por 300mm de altura, con base en plato cuadrado 300x300mm y 10mm de espesor.
9	1	UN	Techo rectangular en laminó galvanizado calibre 16 con dimensiones de 400mm (R) x 300mm (L), debe ir aislado de forma excéntrica un soporte en tubo de 25" x 80mm, donde entra el extremo superior del tubo de 2" del pedestal (tem 8).

RELACION DE MATERIALES MONTAJE DETECTOR DE LLAMA MSR IR4			
ITEM	CANT.	UND.	DESCRIPCION
1	1	UN	Caja redonda tipo nemo 7, con 3 conexiones de 1/2" NPT para RMC, fibre cobre - Roquet modelo GRT-0509 o similares.
2	2	UN	Niple RMC de 1/2" x 4" rosca NPT, Roquet modelo N1-19-EX o similares.
3	1	UN	Sello cortafuego con conexión de 1/2" RMC hembra-hembra, con recubrimiento exterior de PVC, Roquet modelo EYS 0453-PC o similares.
4	1	UN	Reducción Bushing Fierro Galvanizado tubería RMC 1/2" x 1/4".
5	1	UN	Tuerca unión en aluminio (unión universal) rosca NPT para RMC 1/2", Roquet, modelo TU-2993 o similares.
6	0.8	M	Sistema de soportarlo STRUT en laminó Gal. 14 Galvanizado-HDG, marca TECNÁ modelo LACR11 o similares.
7	8	UN	Abrazadera ajustable para sistema STRUT galvanizado HDG para 1/2" marca TECNÁ modelo LAG 11034 o similares.
8	1	UN	Flanconduit metálico tipo nemo 7 de 1/2" x 23.62" con conexión macho-macho NPT

RELACION DE MATERIALES MONTAJE SISTEMA DE CONTROL DE ACTVACION POR SOLENOIDE DE LA VALVULA DE DILUVIO DV-1			
ITEM	CANT.	UND.	DESCRIPCION
1	1	UN	Caja redonda tipo nemo 7, con 3 conexiones de 1/2" NPT para RMC, fibre cobre - Roquet modelo GRT-0509 o similares.
2	2	UN	Niple RMC de 1/2" x 4" rosca NPT, Roquet modelo N1-19-EX o similares.
3	1	UN	Sello cortafuego con conexión de 1/2" RMC hembra-hembra, con recubrimiento exterior de PVC, Roquet modelo EYS 0453-PC o similares.
4	1	UN	Reducción Bushing Fierro Galvanizado tubería RMC 1/2" x 1/4".
5	1	UN	Tuerca unión en aluminio (unión universal) rosca NPT para RMC 1/2", Roquet, modelo TU-2993 o similares.
6	0.8	M	Sistema de soportarlo STRUT en laminó Gal. 14 Galvanizado-HDG, marca TECNÁ modelo LACR11 o similares que sirva como soporte adicional para la instalación de la caja redonda de paso.
7	1	UN	Flanconduit metálico tipo nemo 7 de 1/2" x 23.62" con conexión macho-macho NPT

SISTEMA_FIRE_&GAS SKID_DE_MEDICION_FISCAL PROYECTO					
	NOMBRE	MATRÍCULA	FIRMA	FECHA	EMPRESA
DIBUJÓ	FRANCISCO_PABA	0333215		08/06/2014	ABC
DESEÑO	FRANCISCO_PABA	0333215		08/06/2014	ABC
REVISÓ	JESSIKA_FIGUEROA	022335		11/06/2014	ABC
APROBÓ	CARMEN_TORRES	023356		16/07/2014	ABC
PLANO No: 02-DG-2	ESCALA: NA	CÓDIGO :		CÓDIGO EC:	REV. 0

Anexos 13. Análisis Económico

ANALISIS ECONOMICO DE VIABILIDAD DE PROYECTO DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN Y EXTINGUICION DE FUEGO Y GAS PARA EQUIPOS DE MEDICIÓN FISCAL EN LA INDUSTRIA DE HIDROCARBUROS

Operación Anual de Medicion	0.769230769	años (40 Semanas)
Riesgo Meta:	1.00E-05	
Riesgo Individual al Trabajador	1.00E-04	
Probabilidades de Falla:		
Falla Humana	1.00E-02	
Consecuencia Probables:		
Lucro Cesante	300.000.00	Dolares/ año
Instalaciones	700.000.00	Dolares
Valor Total de perdidas	1.000.000.00	Dolares
Costo Sistema F&G	153.888.89	Dolares
Beneficio Anual**	9.990.00	Dolares/Año
ROI	-94%	

****El beneficio anual se calcula a partir del Valor perdidas generadas multiplicada por la reduccion de la probabilidad de incendio que se ingreso al sistema con la implementacion del sistema F&G.**

EVENTO INICIADOR	CAPAS			IMPACTO
Falla Humana	Operación de la Planta	Operador falla Respuesta		
				Explosion
			0.1	
		SI		
			0.769	
	En operación		0.9	
1.00E-02		NO		
			0.231	
	NO en operación			

Calculos:

Probabilidad de explosion	7.692E-04
---------------------------	-----------

Valor de la capa implementada de acuerdo al riesgo meta	1.300E-02
---	-----------

0.01300

RRF

76.92308 Que corresponde a SIL 1 con RRF 76 o SIL2

EVENTO INICIADOR	CAPAS			IMPACTO
	Operación de la Planta	Operador falla Respuesta	Mitigacion	
Falla Humana				Explosion
			0.013	
		SI		
		0.1		
		SI	0.987	
			NO	
	0.769			
	En operación	0.9		
1.00E-02		NO		
	0.231			
	NO en operación			

Nueva Probabilidad de explosion con SIS 1.000E-05

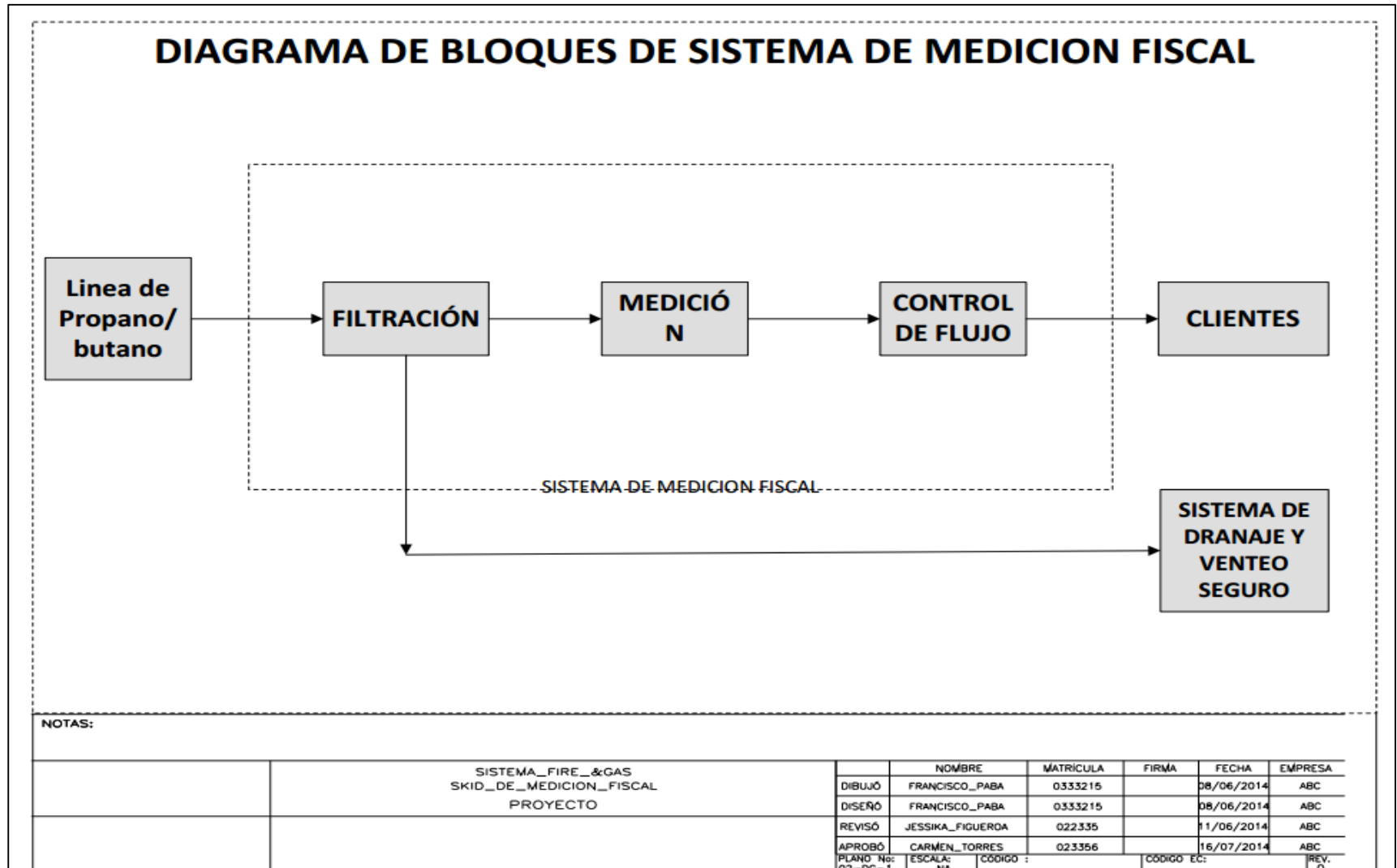
4 Considerando lo anterior, determine beneficio del SIS con este factor de reduccion de riesgo .

RRF
 SIN SIS 10.000.00
 CON SIS 10.00

Beneficio 9.990.00 dolares/año

Conclusion: EL beneficio no es monetario.

Anexos 14. Diagrama De Bloques De Medición Fiscal



Anexos 15. Procedimiento Para Pruebas Sistema De Detección Y Alarma

Procedimiento de Pruebas para equipos del Sistema de F&G

	CONTENIDO	
1.	OBJETIVO.....	2
2.	GLOSARIO.....	2
3.	CONDICIONES GENERALES.....	2
3.1	DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	2
3.2	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL.....	2
3.3	RECURSOS MATERIALES.....	3
3.4	TALENTO HUMANO.....	3
3.5	DESCRIPCIÓN BÁSICA DEL SISTEMA.....	3
3.5.1	SISTEMA DE FIRE & GAS AREA INDUSTRIAL.....	3
3.6	RANGO DE APLICACIÓN.....	3
3.7	RESPONSABILIDADES.....	3
3.9	REQUISITOS PREVIOS A LA ACTIVIDAD.....	3
4.	DESARROLLO.....	4
4.1	ASPECTOS DE HSE COMUNES PARA TODOS LOS PLANES.....	4
4.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.....	5
4.2.1	PRUEBA DE DECTORES DE FUEGO.....	5
4.2.2	PRUEBAS DE DECTORES DE GAS.....	5
4.2.3	PRUEBAS DE ESTACIONES MANUALES DE ALARMA.....	6
4.2.4	PRUEBAS DE ALARMAS AUDIOVISUALES.....	6

1. OBJETIVO.

Establecer la metodología para la ejecución de la verificación del funcionamiento de detectores de fuego, detectores de gas, estaciones manuales de alarma, alarmas y dispositivos asociados, de acuerdo con la Ingeniería del proyecto y manuales del fabricante.

2. GLOSARIO.

- **DETECTOR DE FUEGO:** Dispositivo de seguridad encargado de detectar presencia de fuego y emitir la señal de alarma al controlador, apto para uso en exteriores en condiciones ambientales extremas.
- **LHD:** El Detector Térmico Lineal es un sensor digital de temperatura fija, por lo que es capaz de enviar la señal de alarma al controlador cuando se alcanza la temperatura de régimen activador.
- **DETECTOR DE GAS:** Dispositivo de seguridad encargado de detectar presencia de gas en el aire y emitir la señal de alarma al controlador, apto para uso en exteriores en condiciones ambientales extremas.
- **DETECTOR DE HUMO:** Dispositivo de seguridad encargado de detectar presencia de humo en el aire y emitir la señal de alarma al controlador, apto para uso en interiores.
- **MODULOS DE CONTROL:** Dispositivo diseñado para activar las salidas del sistema ya sean alarmas audiovisuales, solenoides o relevos.
- **ESTACIÓN MANUAL DE ALARMA:** protección activa contra incendios se activa tirando de la empuñadura hacia abajo.
- **CONTROLADOR:** Dispositivo que ejerce control sobre el sistema y toma decisiones en caso de emergencia.
- **NFPA 72:** Código nacional de alarmas de incendios.
- **ALARMA:** Elemento de seguridad pasivo que emite una alarma pero no ejerce extinción sobre la misma.

3. CONDICIONES GENERALES.

3.1 DOCUMENTOS DE REFERENCIA.

- Especificaciones Técnicas del cliente
- National Electrical Code
- NFPA 72
- Planos de localización de equipos
- Típicos de Montaje de Instrumentos
- Diagramas de conexionado de Instrumentos

3.2 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL.

Es de absoluta obligatoriedad el uso de los equipos de protección personal:

- Botas dieléctricas.
- Lentes contra impacto.
- Protección auditiva (donde se requiera).
- Casco.
- Guantes.
- Pantalón.
- Camisa manga larga.

3.3 RECURSOS MATERIALES.

- Herramientas Menores.
- Multímetro digital.
- Escalera de plataforma.
- Arnéses con eslinga.
- Radios de comunicación intrínsecamente seguros.

3.4 TALENTO HUMANO.

- Ingeniero residente.
- Ayudante técnico.

3.5 DESCRIPCIÓN BÁSICA DEL SISTEMA.

3.5.1 SISTEMA DE FIRE & GAS AREA INDUSTRIAL

Está compuesto por un panel principal, donde se conectan los detectores de fuego, detectores de gas, alarmas visuales, alarmas sonoras, alarmas audiovisuales, interruptores de presión y válvulas de diluvio.

3.6 RANGO DE APLICACIÓN.

Este procedimiento aplica a las actividades de pruebas de los detectores de fuego, detectores de gas, válvula de diluvio.

3.7 RESPONSABILIDADES.

Es responsabilidad del Ingeniero residente de hacer cumplir el protocolo de seguridad del proyecto de sistema de F&G, para el desarrollo de las actividades a realizar.

3.9 REQUISITOS PREVIOS A LA ACTIVIDAD

CHECKLIST SI = √	Requisitos o Precondiciones
	Todo el personal involucrado en esta actividad debe conocer los riesgos y las estrategias para prevenir los accidentes.
	Así mismo disponer y utilizar elementos de protección personal requeridos para cada actividad.
	Antes de iniciar las actividades el responsable de la ejecución de las actividades (Ingeniero Residente o en su defecto el Supervisor del Área), de la manera más ágil y oportuna, tramitará los permisos de trabajo requeridos de acuerdo con los estándares de seguridad Industrial establecidos por el cliente.
	El personal que realizará el trabajo en alturas cuenta con el certificado del curso de trabajo seguro en alturas.
	Se realizó revisión previa de equipo de protección contra caídas.
	El andamio para realizar la actividad se encuentra certificado con tarjeta verde.
	Los peldaños, pasamanos y barandas de la escalera de plataforma a utilizar se

	encuentran aptos para su uso.
	Se realizó inspección previa a todos los equipos y herramientas antes del desarrollo de la actividad.
	Se delimito y se señalizó el área de trabajo.
	Existen rutas de evacuación y puntos de encuentro en las áreas de trabajo.
	Se tramitaron los permisos de trabajo y análisis de riesgos para la actividad y estos se encuentran aprobados por la autoridad de área correspondiente.
	Previo al desarrollado el trabajo el cliente deberá haber ejecutado la instalación de tubería conduit y otras facilidades requeridas de acuerdo al diseño aprobado para el sistema.
	De esta actividad y del personal que la efectúa, es responsable directamente el Supervisor de Montaje, Ingeniero Residente, Coordinador de Construcción, Coordinador de Seguridad Industrial y los inspectores respectivos quienes deben velar por la correcta ejecución de los trabajos.

4. DESARROLLO.

4.1 ASPECTOS DE HSE COMUNES PARA TODOS LOS PLANES

PELIGROS/ASPECTOS	RIESGO/IMPACTOS	CONTROLES
Desconocimiento de los riesgos del área, rutas de evacuación y puntos de encuentro.	Golpes y caídas al evacuar el área inadecuadamente.	Preventivo: Divulgar factores de riesgos existentes en el área, consecuencias y controles. Reactivo: Divulgar plan de evacuación, rescate & identificar y mantener botiquín de primeros auxilios.
Posiciones inadecuadas.	Posibles Enfermedades profesionales o Accidentes Laborales. <ul style="list-style-type: none"> • Tendinitis • Hernia discal intervertebral • Lumbago 	Preventivo: Seleccionar y/o Escoger personal competente y/o calificado para cada labor específica - contar con el procedimiento avalado para la actividad. Protectivo: Utilizar siempre equipo de protección personal y que sea adecuado para la labor que realiza. Preventivo: Utilizar posiciones adecuadas para desarrollar labor (buenas posturas de trabajo). Preventivo: Transitar por rutas de accesos peatonales, no caminar sobre tuberías o materiales particulados inestables. Preventivo: Descansos programados. Reactivo: Reportar accidente/incidente, activar plan emergencia, remitir a ARP o IPS, identificación ubicación elementos y botiquín primeros auxilios.
Condiciones del área.	Posibles : <ul style="list-style-type: none"> • Esguince • Fractura • Lumbalgia 	Preventivo: Verificar la zona previo al inicio de actividades. Protectivo: suministro, uso, cuidado y mantenimiento de EPP (botas dieléctricas). Reactivo: Reportar accidente/incidente, activar plan emergencia y/o ARP o IPS, identificación

		ubicación elementos y botiquín primeros auxilios.
Equipos e Instalaciones existentes.	Posibles: <ul style="list-style-type: none"> • Daños a equipos • Traumas en los procesos • Lesiones personales 	Preventivo: Seleccionar y disponer personal suficiente, competente y/o calificado para cada labor específica. Protectivo: Utilizar siempre equipo de protección personal y que sea adecuado para la labor ha realizar. Preventivo: Identificar, señalar y socializar equipos existente en el área. Preventivo: Limitación de numero de trabajadores dentro del cuarto o subestación. Preventivo: Ubicar y mantener herramientas retirada de los equipos existentes en cuartos o subestaciones. Reactivo: Reportar accidente/incidente, activar plan emergencia, remitir a ARP o IPS, identificación ubicación elementos y botiquín primeros auxilios.
ASPECTO AMBIENTAL (Generación de residuos)	IMPACTO AMBIENTAL Contaminación Visual Contaminación del suelo.	Preventivo: Clasificación adecuada de residuos. Disposición final en sitios adecuados y autorizados. Disponer de bolsas y recipientes para su clasificación.

4.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

4.2.1 PRUEBA DE DETECTORES DE FUEGO.

Este procedimiento aplica para los detectores de llama:

- Realizar notificación al personal del área que se va a intervenir y a la central de emergencias de que se van a realizar pruebas en el sistema.
- Con el equipo en estado normal dirija la luz de la lámpara directamente hacia el detector de llama.
- La distancia para la prueba se determinará visualmente, teniendo en cuenta la distancia máxima de la lámpara al detector.
- La indicación en el HW deberá pasar de "NORMAL" a "ALARM"
- Verifique las distintas acciones del sistema de acuerdo con el diagrama causa/efecto (activación de cometas y luces estroboscópicas en campo, activación de válvula de diluvio)
- Registre los datos en el formato establecido.
- Una vez terminada la prueba retire la luz de la lámpara de pruebas del detector.
- Reconozca, silencie las alarmas y rearme el sistema.
- Verifique los registros de las pruebas en el "Alarm History" del HW.

4.2.2 PRUEBAS DE DETECTORES DE GAS.

Este procedimiento aplica para detectores de gas:

- Realizar notificación al personal del área de que se van a realizar pruebas en el sistema.
- Con el equipo en estado normal aplique el gas patrón en la concentración de 50 % LEL o en la concentración de amoniaco.
- La indicación en el HW deberá ir aumentado desde 0 hasta 50 % LEL o 50 ppm de amoniaco.
- Verifique las distintas acciones del sistema de acuerdo con el diadrama causa/efecto
- Registre los datos en el formato establecido.
- Una vez terminada la prueba con el patrón de 50% LEL o de 50 ppm de amoniaco remueva el gas y asegúrese que no quede residuos del gas en el equipo.
- Reconozca, silencie las alarmas y rearme el sistema.
- Verifique los registros de las pruebas en el "Alarm History"

NOTA: para todas las indicaciones con los diferentes patrones tener en cuenta el rango de exactitud del equipo.

4.2.3 PRUEBAS DE ESTACIONES MANUALES DE ALARMA.

Este procedimiento aplica para las estaciones manuales de alarma:

- Realizar notificación al personal del área que se va a intervenir de que se van a realizar pruebas en el sistema.
- En campo o dentro de la edificación con la Estación Manual en estado normal levante la tapa protectora (si aplica) y pulse hacia abajo para hacer activar las salidas de acuerdo con el diagrama Causa Efecto.
- Verifique las distintas acciones del sistema de acuerdo con el diagrama Causa Efecto.
- Registre los datos en el formato establecido.
- Reconozca, silencie las alarmas y rearme el sistema.
- Verifique los registros de las pruebas en el "Alarm History" del HW.

4.2.4 PRUEBAS DE ALARMAS AUDIOVISUALES.

Este procedimiento aplica para alarmas audiovisuales:

- Realizar notificación al personal del área que se va a intervenir de que se van a realizar pruebas en el sistema.
- Estando la Luz estroboscópica y corneta en estado normal utilice un dispositivo de campo para hacer activar la misma basado en la diagrama Causa Efecto. Verifique que la salida en el despliegue se encuentre activa y en campo su intensidad de luz
- Verifique las distintas acciones del sistema de acuerdo con el diagrama causa/efecto
- Registre los datos en el formato establecido.
- Reconozca, silencie las alarmas y rearme el sistema.
- Verifique los registros de las pruebas en el "Alarm History" del HW.

Anexos 16. Formato de Pruebas de equipos F&G

	FORMATO PRUEBAS DE EQUIPOS FIRE & GAS	CODIGO: _____ PAG 1 DE 1	
UNIDAD: _____ ÁREA: _____ FECHA: _____ SISTEMA: _____ SUBSISTEMA: _____ TAG: _____ SERVICIO: _____ MARCA: _____ MODELO: _____ SERIE: _____ DOCUMENTO DE REF.: _____			
CARACTERÍSTICAS Y VARIABLES DEL EQUIPO			
RANGO DE MEDIDA: _____			
PATRON USADO: _____			
RANGO DE VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN: _____			
PRUEBA			
ESTADO DEL EQUIPO ANTES DE LA PRUEBA:		STANDBY: <input type="text"/>	
INDICACIÓN DURANTE LA PRUEBA:		ALARMA: <input type="text"/>	
LOCAL: <input type="text"/>	CONTROLADOR: <input type="text"/>	ESTACIÓN CENTRAL: <input type="text"/>	
ESTADO DEL EQUIPO DESPUES DE LA PRUEBA: _____			
OBSERVACIONES:			
	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
NOMBRE			
FIRMA			
CARGO			
FECHA			

REGISTRO DE INSTALACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE EQUIPOS CONTROLADORES

SISTEMA DE FIRE & GAS

EQUIPO:

TAG No.: _____

MODELO: _____

DESCRIPCIÓN: _____

SERIAL: _____

UBICACIÓN: _____

FECHA: _____

ESTADO DEL CONTROLADOR

OPERATIVO PROCESADOR:	SI: <input type="checkbox"/>	NO: <input type="checkbox"/>
OPERATIVO HMI:	SI: <input type="checkbox"/>	NO: <input type="checkbox"/>
OPERATIVA CORNETA INTERNA	SI: <input type="checkbox"/>	NO: <input type="checkbox"/>
GABINETE LIBRE DE POLVO Y/O HUMEDAD	SI: <input type="checkbox"/>	NO: <input type="checkbox"/>
ESTADO DE LA RED ETHERNET	CANAL 1: <input type="checkbox"/>	CANAL 2: <input type="checkbox"/>
ESTADO DE LA RED CONTROLNET	CANAL A: <input type="checkbox"/>	CANAL B: <input type="checkbox"/>
COMUNICACIÓN VIA MODBUS	SI: <input type="checkbox"/>	NO: <input type="checkbox"/>
CABLEADO DEBIDAMENTE IDENTIFICADO Y ORGANIZADO	SI: <input type="checkbox"/>	NO: <input type="checkbox"/>
EQUIPO CONFIGURADO SEGÚN REQUERIMIENTOS:	SI: <input type="checkbox"/>	NO: <input type="checkbox"/>
LA INSTALACIÓN MECÁNICA DEL GABINETE ES CORRECTA	SI: <input type="checkbox"/>	NO: <input type="checkbox"/>

VOLTAJE DE ENTRADA: _____

ESTADO DEL SISTEMA DE RESPALDO

OPERATIVO SISTEMA DE RESPALDO	SI: <input type="checkbox"/>	NO: <input type="checkbox"/>
CABLEADO DEBIDAMENTE IDENTIFICADO Y ORGANIZADO	SI: <input type="checkbox"/>	NO: <input type="checkbox"/>
LA INSTALACIÓN MECÁNICA DEL CARGADOR/BATERIAS ES CORRECTA	SI: <input type="checkbox"/>	NO: <input type="checkbox"/>

VOLTAJE ENTRADA: _____ VOLTAJE SALIDA CARGA: _____ VOLTAJE SALIDA BAT: _____

PRUEBA

ESTADO DEL EQUIPO ANTES DE LA PRUEBA:	STANDBY: <input type="checkbox"/>	ALARMA: <input type="checkbox"/>
SISTEMA DE RESPALDO OPERA AL RETIRAR AC	SI: <input type="checkbox"/>	NO: <input type="checkbox"/>
ALARMA SONORA AL RETIRAR AC	LOCAL: <input type="checkbox"/>	CWS: <input type="checkbox"/>
INDICACION EN LA HMI AL RETIRAR AC	LOCAL: <input type="checkbox"/>	CWS: <input type="checkbox"/>
ESTADO DEL EQUIPO DESPUÉS DE LA PRUEBA:	STANDBY: <input type="checkbox"/>	ALARMA: <input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES: _____

	REALIZADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
NOMBRE			
FIRMA			
CEDULA			

**REGISTRO INSTALACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO
CARGADOR-RECTIFICADOR**

SISTEMA DE FIRE & GAS

EQUIPO: _____
 TAG No.: _____ MODELO: _____
 DESCRIPCIÓN: _____ SERIAL: _____
 MARCA: _____ FECHA: _____

ESTADO DEL CARGADOR

	BUENO:	<input type="checkbox"/>	MALO:	<input type="checkbox"/>
TIENE TAG DE IDENTIFICACIÓN	SI:	<input type="checkbox"/>	NO:	<input type="checkbox"/>
ESTAN IDENTIFICADOS LOS CABLES:	SI:	<input type="checkbox"/>	NO:	<input type="checkbox"/>
CARGADOR CONFIGURADO SEGÚN REQUERIMIENTOS:	SI:	<input type="checkbox"/>	NO:	<input type="checkbox"/>

CARACTERISTICAS Y VARIABLES DEL EQUIPO

	PLACA	MEDIDO
VOLTAJE DE ENTRADA:		
VOLTAJE DE SALIDA:		
CORRIENTE DE ENTRADA:		
CORRIENTE DE SALIDA:		

PRUEBA

ESTADO DEL EQUIPO ENERGIZADO:	STAND BY:	<input type="checkbox"/>	ALARMA:	<input type="checkbox"/>
INDICACIÓN AL QUITAR LA AC:	TABLERO:	<input type="checkbox"/>	W.S.:	<input type="checkbox"/>

ESTADO DEL EQUIPO DESPUES DE NORMALIZAR LA AC: _____

OBSERVACIONES:

	REALIZADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
NOMBRE			
FIRMA			
CEDULA			

**REGISTRO INSTALACION, PRUEBAS Y PUESTA EN EN SERVICIO
BANCO DE BATERIAS**

SISTEMA DE FIRE & GAS

EQUIPO: _____
 TAG No.: _____ MODELO: _____
 DESCRIPCIÓN: _____ SERIAL: _____
 MARCA: _____ FECHA: _____

ESTADO DEL RACK DE BATERIAS

	BUENO:	<input type="checkbox"/>	MALO:	<input type="checkbox"/>
TIENE TAG DE IDENTIFICACIÓN	SI:	<input type="checkbox"/>	NO:	<input type="checkbox"/>
ESTAN IDENTIFICADOS LOS CABLES:	SI:	<input type="checkbox"/>	NO:	<input type="checkbox"/>
BATERIAS ESPECIFICADAS SEGÚN FABRICA:	SI:	<input type="checkbox"/>	NO:	<input type="checkbox"/>

CARACTERISTICAS Y VARIABLES DEL EQUIPO

VOLTAJE DEL RACK (FLOTACIÓN): _____
 VOLTAJE POR BATERIA (FLOTACIÓN): _____
 VOLTAJE DE IGUALACIÓN: _____
 AMPERIOS/HORA RACK: _____ AMPERIOS HORA X BATERIA: _____

PRUEBA

ESTADO DEL EQUIPO ENERGIZADO: _____ STAND BY: ALARMA:
 INDICACIÓN AL QUITAR LA AC: _____ TABLERO: W.S.:
 ESTADO DEL EQUIPO DESPUES DE NORMALIZAR LA AC: _____

OBSERVACIONES: _____

	REALIZADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
NOMBRE			
FIRMA			
CEDULA			