



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRONICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO**

TEMA:

**LA EVALUACIÓN DE LA DETECCIÓN DE FUEGO & GAS Y SU
INCIDENCIA EN EL SISTEMA DE SEGURIDAD DE UNA ESTACIÓN GLP**

Previa la obtención del Título

**INGENIERO ELECTRONICO EN CONTROL Y AUTOMATISMO CON
MENCION EN GESTIÓN EMPRESARIAL**

TUTOR:

Ing. Orlando Philco Asqui MSc.

ELABORADO POR:

CARLOS ALBERTO MEDINA ZAMBRANO

GUAYAQUIL, 5 DE FEBRERO DEL 2014



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el estudiante, **Carlos Alberto Medina Zambrano** como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERÍA ELECTRONICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL.

Ing. Orlando Philco Asqui MSc.

TUTOR

REVISORES

Ing. Judith Galvez

Ing. Efrén Herrera

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Armando Heras Sánchez

GUAYAQUIL, 5 DE FEBRERO DEL 2014



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

INGENIERÍA ELECTRONICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO CON
MENCION EN GESTIÓN EMPRESARIAL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Carlos Alberto Medina Zambrano**

DECLARO QUE:

El trabajo de titulación denominado “La evaluación de la detección de fuego y gas y su incidencia en el sistema de seguridad de una estación GLP”, ha sido desarrollado con base a una investigación íntegra, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del trabajo de titulación referido.

GUAYAQUIL, 5 DE FEBRERO DEL 2014

Carlos Alberto Medina Zambrano



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

INGENIERÍA ELECTRONICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO CON
MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL

AUTORIZACIÓN

Carlos Alberto Medina Zambrano

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del proyecto titulado: "La evaluación de la detección de fuego y gas y su incidencia en el sistema de seguridad de una estación GLP", cuyo contenido, ideas y criterios es de mi responsabilidad y autoría.

GUAYAQUIL, 5 DE FEBRERO DEL 2014

El autor

Carlos Alberto Medina Zambrano

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida y la recompensa de culminar con éxito, una carrera profesional, dedico este trabajo de graduación a mi padre **Carlos Alberto Medina Grunauer**, a mi madre **Cecilia Leonor Zambrano Viteri** por guiarme en toda mi vida estudiantil.

De forma especial a mi abuelo **Manuel Medina**, el cual fue un pilar en el éxito universitario que he alcanzado, sé que estará orgulloso desde el cielo.

A mis tíos, y demás familiares que siempre me dieron ese aliento para seguir adelante y no desmayar en la culminación de mi carrera.

A mis profesores de la Facultad Técnica, quienes a través de su enseñanza y amistad, forjaron base sólida de conocimiento para alcanzar una carrera profesional.

Carlos Alberto Medina Zambrano

AGRADECIMIENTO

A las autoridades de la FETD, a mis profesores de la carrera Ingeniería en Electrónica en Control y Automatismo por compartir experiencias, conocimiento, respeto y su afecto, y en especial a mi tutor de tesis, MSc. Orlando Philco Asqui, por su apreciable gestión de tutoría, para finalizar este trabajo de graduación.

El autor

Carlos Alberto Medina Zambrano

RESUMEN

El trabajo de graduación es la descripción y análisis del sistema de seguridad para detectar fugas de gas, llama, conatos de incendio dentro de una planta de gas licuado de petróleo GLP.

Se describe en el capítulo I, las generalidades de trabajo, la necesidad de analizar estas variables gas y fuego, pues pronto iniciará operaciones el terminal el Chorrillo y es necesario garantizar la seguridad interna y externa, bajo cumplimientos de normas NFPA, se analiza la infraestructura del terminal Monteverde, que es la que proveerá de GLP a Chorrillo.

El capítulo dos, describe el marco teórico acerca de la infraestructura y materiales que se empelaron para la implementación de un terminal para el transporte, almacenamiento y distribución de GLP.

El tercer capítulo recoge los parámetros de la red LON la cual es utilizada para conectarse con el controlador EQP, la red Lonwork es ideal para estos ambientes, se describe un esquema de conexión de sensores e instrumentos para medir el gas y fuego. El cuarto capítulo es el análisis mediante la matriz causa y efecto de las variables estudiadas, fugas de gas y el fuego.

El quinto y sexto capítulo, son las conclusiones y recomendaciones acerca de la mejor seguridad interna y externa para ser aplicada en el terminal el Chorrillo.

Palabras claves: Chorrillo, Petrocomercial, Gas, Fuego, GLP, Lonwork

ABSTRACT

The graduate work is the description and analysis of security system to detect leaks gas flame fires from within a liquefied petroleum gas LPG.

Described in Chapter I, an overview of work, the need to analyze these variables and gas fire, then start operations soon Chorrillo terminal and is necessary to ensure internal and external security, low compliance of NFPA standards, infrastructure is analyzed Monteverde terminal , which is to provide LPG Chorrillo.

Chapter two describes the theoretical framework about the infrastructure and materials used for the implementation of terminal for transportation, storage and distribution of LPG.

The third chapter contains the parameters of the LON network which is used to connect to the EQP controller, Lonwork network is ideal for these environments, a connection scheme of sensors and instruments described for measuring gas and fire. The fourth chapter is the analysis by cause and effect matrix of the variables studied, gas leaks and fire.

The fifth and sixth, are the conclusions and recommendations on the best internal and external security to be applied in the Chorrillo terminal.

Keywords: *Chorrillo, Petrocomercial, Gas, Fire, LPG, Lonwork.*

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 OBJETIVO GENERAL	3
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4 JUSTIFICACIÓN	3
1.5 HIPÓTESIS	4
1.6 METODOLOGÍA	4
CAPÍTULO II: OPERACIÓN DE PLANTAS DE GAS LICUADO DE PETROLEO (GLP)	5
2.1 EL GAS LICUADO DE PETROLEO EN ECUADOR	5
2.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO MONTEVERDE-CHORRILLO.....	7
2.2.1 PUERTO MARÍTIMO MONTEVERDE	9
2.2.2 COMPONENTES DE ENVASADO DE GLP.....	10
2.2.4. CAPACIDAD MÁXIMA DE ALMACENAMIENTO DE GLP EN RECIPIENTES	17
2.3. CÁLCULOS APLICADOS PARA DETERMINAR VOLÚMENES ALMACENADOS.....	18
2.3.1. CÁLCULOS VOLUMÉTRICOS	19
2.4 CONDICIONES GENERALES DE LAS INSTALACIONES PARA	22
SUMINISTRO DE GLP- TERMINAL EL CHORRILLO.....	22
2.4.1 TUBERÍAS.....	23
2.4.2 CRITERIOS DE DISEÑO DE TUBERÍAS.....	24
2.5 NORMAS DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIO	26
2.6 LA SEGURIDAD EN TERMINALES DE GLP	28
2.7 INSTRUMENTOS DE CONTROL Y MEDICIÓN.....	34
2.7.1 REGULADORES DE PRESIÓN	34
2.7.2 CONTADORES.....	35
2.7.3. MEDIDORES DE DIAFRAGMA.....	35
2.7.4 CÁMARA INFRARROJA PARA PÉRDIDAS DE GAS	35
2.8PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO Y EXPLOSIÓN EN INSTALACIONES DE LA INDUSTRIA PETROLERA.....	37

CAPÍTULO III: RED DE COMUNICACIÓN LONWORK.....	47
3.1 BACNET Y SU ARQUITECTURA ABIERTA.....	48
3.2 ARQUITECTURA DE RED LONWORK.....	50
3.2.1 CARACTERISTICAS DE LONWORK.....	56
3.4 OPERACIÓN DE RED LONWORK EN DETECCIÓN DE LLAMA EN TERMINAL CHORRILLO	57
3.4.1 DETECTORES DE LLAMA	62
3.4.2 CALIBRACIÓN DEL DETECTOR.....	66
3.4.3 LOS DETECTORES DE CALOR.....	67
3.4.4 LOS DETECTORES MULTISENSOR DE FUEGO.....	69
3.4.5 MONITOREO CON CONTROLADOR EQP.....	70
CAPÍTULO IV: ANALISIS DE CONTROL DE GAS Y FUEGO EN CHORRILLO	76
4.1 CONTROL DE OPERACIONES EN TERMINAL GLP CHORRILLO.....	76
4.2 GESTIÓN DE INCENDIOS Y EXPLOSIONES.....	80
4.3 IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN... 83	
4.3.1 ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS DE LOS ESCENARIOS DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN.....	85
4.3.2 ANÁLISIS DE MAGNITUD DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN	87
4.4 CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA LA ESTRATEGIA CONTRA INCENDIOS.	88
4.5 VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS	90
CONCLUSIONES	92
RECOMENDACIONES.....	94
GLOSARIO	95
BIBLIOGRAFÍA	100
ANEXO 1: PROYECTO TERMINAL GLP EL CHORRILLOS.....	103
ANEXO 2: RED DE COMUNICACIÓN TERMINAL EL CHORRILLO	108
ANEXO 3: MATRIZ CAUSA EFECTO PARA DETECCION DE GAS Y FUEGO EN TERMINAL EL CHORRILLO.....	109
ANEXO 4: COMUNICACIÓN RED LON PARA DETECCIÓN DE FUGAS DE GLP Y FUEGO EN TERMINAL EL CHORRILLO.....	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Esquema de puerto marítimo de GLP.....	8
Figura 2.2	Vista aérea de muelle Monteverde.....	9
Figura 2.3	Pantalán discontinuo y brazos extensibles del puerto Monteverde...10	
Figura 2.4	Tanque criogénico y esferas de almacenamiento de GLP.....11	
Figura 2.5	Esferas y recipientes horizontales de almacenamiento de GLP.....12	
Figura 2.6	Proyecto integral de transporte GLP en zona sur del Ecuador.....13	
Figura 2.7	Instalación de tuberías en plantas de GLP.....25	
Figura 2.8	Instalación de tuberías en tanques de almacenamiento de GLP.....26	
Figura 2.9	Vista del área administrativa de la terminal “El Chorrillo”.....26	
Figura 2.10	Vista de tanques horizontales de almacenamiento GLP.....32	
Figura 2.11	Cámara infra roja que visualiza fugas de gas.....36	
Figura 2.12	Cámara infrarroja.....37	
Figura 2.13	Tanques de almacenamiento y sistema de rociadores de agua en terminal el Chorrillo.....39	
Figura 2.14	Islas de despacho de GLP. Terminal el Chorrillo.....41	
Figura 3.1	Integración Controles diagrama - diagrama de flujo.....52	
Figura 3.2	Integración de sistemas de monitoreo.....60	
Figura 3.3	Detector de gas Infra rojo modelo X3301.....65	
Figura 3.4	Calibración de detectores de gas.....66	
Figura 3.5	Instalación de detectores de gas en islas de despacho en Terminal El Chorrillo.....67	
Figura 3.6	Esquema de detectores de GLP conectados a controlador.....71	
Figura 3.7	Nodos conectados con controlador EQP.....72	
Figura 3.8	Controlador EQP (PLC dedicado a detección de gas y llama).....74	
Figura 4.1	Monitoreo de operación de terminal de GLP el Chorrillo.....77	
Figura 4.2	Monitoreo de áreas de bombas vista desde el monitor principal (SCADA).....78	
Figura 4.3	Monitoreo de áreas de esferas (SCADA).....79	
Figura 4.4	Monitoreo de área de Relicuefacción.....79	
Figura 4.5	Monitoreo de islas de carga, llenado de auto tanques.....80	
Figura 4.6	Curva del fuego en incendio tipo pool-fire.....87	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Extintores portátiles para protección de plantas industriales.....	33
Tabla 3.1 Matriz de causa-efecto para gas y fuego.....	61
Tabla 4.1. escenarios de incendio y sus consecuencias.....	85

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación, plantea la necesidad de describir y analizar las variables de detección de gas y presencia de incendios en la planta de gas licuado de petróleo (GLP) de Chorrillos. Según la Agencia de Noticias Andes en su portal web, indica que en la actualidad el Gobierno Nacional prácticamente ha concluido el proyecto de construcción del Gasoducto: Monteverde – Los Chorrillos, que garantizará el GLP al país, en 3.000 toneladas métricas que le permitirá estar al límite en consumo y demanda.

En Monteverde, provincia de Santa Elena, se contempla la construcción de una estación de bombeo, desde la cual se enviará el gas licuado de petróleo al Terminal de almacenamiento y distribución GLP El Chorrillo, en Guayaquil.

Bajo este enfoque es necesario analizar los sistemas de seguridad de fuego, los niveles de detección de fuga de gas en la terminal Chorrillos, Pues se conoce que los equipos para el transporte de GLP por ducto o tubería conllevan muchas medidas de seguridad, una de ellas tiene que ver con la instalación de una fibra óptica que va enterrada a la tubería, que sirve para la transmisión de datos y monitoreo de todos los parámetros del ducto.

Y así también dentro de la terminal, se evaluará toda su infraestructura de almacenamiento y bombeo de GLP pues para operar dentro de atmosferas explosiva, se debe alcanzar niveles altos de seguridad contra fuga de gas o de incendio.

El Gas licuado de petróleo (GLP) es un líquido inodoro e incoloro que se evapora fácilmente en un gas, por lo general se almacenan y distribuyen en forma de líquido y es ampliamente utilizado como combustible a nivel industrial y residencial o doméstico. El GLP no es corrosivo, pero puede disolver lubricantes, ciertos plásticos o cauchos sintéticos.

Las regulaciones cubren el almacenamiento, carga y descarga, el uso de GLP y las actividades relacionadas, llevada a cabo en el curso de cualquier actividad comercial o empresarial, con la participación de más de 70 kg o una capacidad total de almacenamiento volumétrica superior a los 160 litros.

Y por ello es imprescindible conocer y aplicar normas de seguridad en el almacenamiento y transporte del mismo, en el terminal el Chorrillo próximo a operar, se ha implementado seguridad a sus componentes y se analiza el desempeño de dispositivos basados en metodología de causa y efecto, que ayudan a automatizar la seguridad en la terminal antes mencionada.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Necesidad de analizar y evaluar en la terminal Chorrillo, los niveles de seguridad contra incendio de fuga de gas en las estaciones de bombeo, de medición y de recepción de Gas Licuado de Petróleo.

1.2 OBJETIVO GENERAL

Realizar la evaluación de la detección de fuego y gas y su incidencia en el sistema de seguridad de una estación de Gas Licuado de Petróleo.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Describir la operación de una terminal de Gas Licuado de Petróleo (GLP).
- 2.- Identificar los problemas prioritarios de los sistemas de seguridad dentro de una estación de GLP y todos los riesgos que esto implica.
- 3.- Analizar los criterios y la filosofía utilizada para el desarrollo de un sistema de detección de fuego y gas, en la terminal El Chorrillo de Petroecuador.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Es fundamental que el Chorrillo, construya un sistema contra incendio, para la seguridad de una estación de GLP, así como la distribución del mismo, basado en las Normas NFPA para plantas GLP. Las modernas plantas y estaciones de GLP deben tener automatizados los sistemas seguridad de gas y de fuego.

1.5 HIPÓTESIS

Este trabajo de investigación establece las siguientes hipótesis:

A mayor de control de incendios mayor seguridad existe en un sistema de bombeo de GLP.

A mayor implementación de sensores de detección de fugas de gas mayor es el grado de seguridad en una estación de GLP.

1.6 METODOLOGÍA

Este trabajo se enmarca dentro del tipo de investigación descriptiva y exploratoria, ya que es evaluada en su seguridad para detectar fugas de gas y presencia de incendios en dicho terminal. Explora nuevas tecnologías de sensores para detectar fuga de gas, se aplica criterios de normas de seguridad para ambientes explosivos.

Los métodos de investigación a desarrollar son aplicables a una forma directa en la investigación de campo, así también se justifica de forma hipotética la matriz de causa-efecto de seguridad que utilizará la terminal El Chorrillo.

CAPÍTULO II

OPERACIÓN DE PLANTAS DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP)

El siguiente capítulo, efectúa la metodología descriptiva, de operación de una planta de GLP, con ello se cumple el primer objetivo específico de este trabajo de graduación. En la mitad de este capítulo se analiza los diversos niveles de seguridad que se aplican en el transporte de GLP, es decir, se identifican los problemas prioritarios de los sistemas de seguridad dentro de una estación de GLP, esto es parte del segundo objetivo específico.

2.1 EL GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN ECUADOR

El Ecuador empezó a importar GLP en la década del sesenta, lo hacía comprando a países como México y Venezuela, este producto en el país se comercializaba a través de empresas privadas y estatales y, en menos de dos décadas este hidrocarburo se convirtió en un producto de gran demanda para uso doméstico, comercial e industrial en sus diferentes formatos: cilindros de 15 kilos, 45 kilos canalizado y al granel, los mismos que están subsidiados en su mayor parte por el estado en un 65% para la producción nacional y 80% para el producto importado en su costo real.

Según Petroecuador en su página web, destaca la historia del GLP en Ecuador y refiere que en 1985 se adoptó la modalidad de importar GLP con almacenamiento flotante, con la compañía Fourness Vithy que mantenía el buque Darwin anclado cerca de la isla Puná de donde se realizaron las primeras operaciones de alije hasta el muelle de Tres Bocas en la provincia del Guayas, donde se bombea hasta el Terminal Salitral que se encarga de almacenar, envasar y despachar a las comercializadoras privadas.

La importación de GLP se ha venido realizando en el Ecuador debido a que sus refinerías sólo cubren el 18.2% de la demanda anual (2'073,152 barriles). Esta producción ha ido disminuyendo paulatinamente desde el año 2000. (Fuente: Conferencia Planta GLP, zona Sur-Ecuador)

En el 2007 se produjeron 124 millones de Kilogramos de GLP (1,4 millones de barriles), provenientes principalmente de la Refinería de Esmeraldas (62%) y Shushufindi (37%); la Refinería La Libertad registró una producción marginal del (1%). Cabe señalar que este volumen de producción cubrió solamente el 13% de la demanda doméstica total de GLP. En el mismo 2007 se realiza una alianza estratégica entre Flopec y Petroecuador.

El objetivo era que dos empresas estatales pudieran realizar sinergia alrededor del negocio del GLP en el país. En el marco de esa alianza primero se decide que a través de Flopec se realizará la importación del GLP, y que luego se construiría una terminal de almacenamiento y distribución del GLP en la zona sur del país. Flopec es una empresa del estado que pertenece al holding de empresas administrado por la Armada Nacional.

Petroecuador en esa época tenía una filial, Petrocomercial, quien era la encargada del almacenamiento y transporte de derivados en el territorio nacional. La construcción del Terminal marítimo Monteverde se licitó entonces en el 2009.

El sistema es un proyecto integral de almacenamiento de GLP, comprende la construcción de una estación de bombeo y distribución en Monteverde,

provincia de Santa Elena, y una terminal de almacenamiento y distribución en el Chorrillo, provincia de Guayas.

Según Petroecuador en otros comunicados emitidos, indica que, el Gasoducto, que cuenta con licencia ambiental, permite un ahorro de 30 millones de dólares anuales, que serán reinvertidos en proyectos de desarrollo humano encaminados a lograr el buen vivir de la población ecuatoriana.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO MONTEVERDE-CHORRILLO

El proyecto comprende la construcción de un terminal marítimo y un terminal de almacenamiento en tierra (primera fase ejecutada a cargo de FLOPEC); un sistema de despacho en Monteverde, un propanoducto desde este sitio hasta el sector el Chorrillo, parroquia Pascuales, en la Provincia del Guayas (ejecutado a cargo de Petroecuador).

Según el boletín No 85 de Petroecuador en abril del 2013, donde hace referencia al Avance del Proyecto Monteverde-Chorrillo, señala que en el terminal marítimo Monteverde, existe una capacidad de atraque para buques de alto calado (hasta 23 m) de 75.000 toneladas. El muelle tiene 1380 metros de longitud. El almacenamiento terrestre criogénico es de 70.000 toneladas.

La capacidad de almacenamiento está distribuida en dos tanques para el acopio para propano y dos para butano, que luego de procesados producirán el GLP, que será luego almacenado en las tres esferas que se tienen en el lugar. En la figura 2.1 se muestra un esquema de terminal marítimo de GLP.

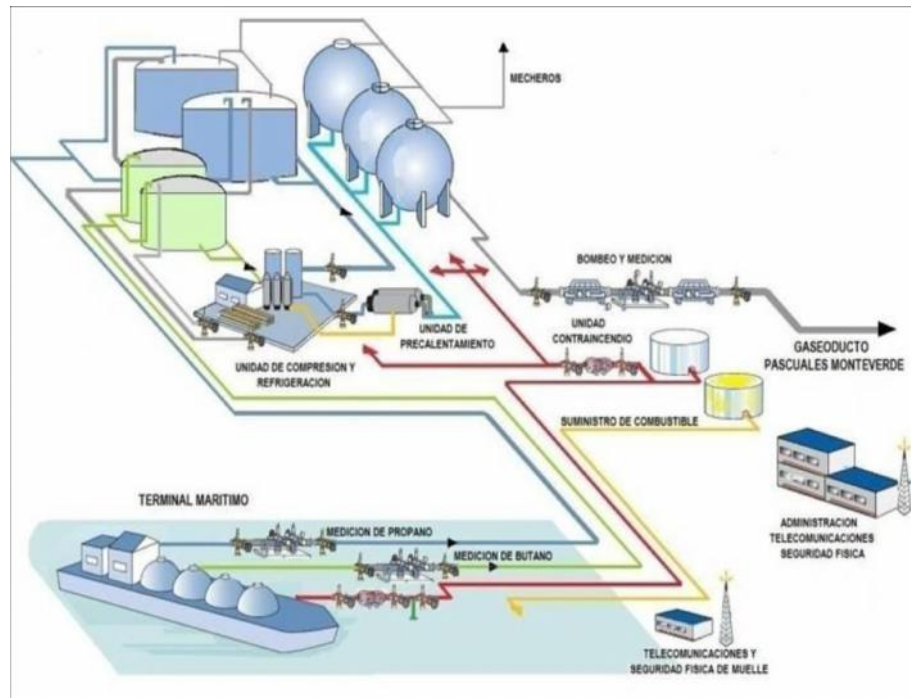


Figura 2.1 Esquema de puerto marítimo de GLP

Fuente: Petroecuador, conferencia Planta GLP, zona Sur-Ecuador, Bucaramanga, 12 de noviembre de 2013

La capacidad del ducto es de 4.400 de Toneladas métricas (TM) diarias, cubre la distancia entre Monte Verde y el Chorrillo (Pascuales, Guayaquil).

La planta de almacenamiento en el Chorrillo está compuesta de cuatro esferas de 3.200 TM de capacidad, cinco tanques horizontales de 110 TM cada uno; para una capacidad total de almacenamiento de 13.350 TM.

En Pascuales se construye un terminal de almacenamiento y distribución de GLP, planta envasadora de cilindros con una capacidad de 18 toneladas métricas por hora, que significa un envasado equivalente a 1.200 cilindros de 15 kilos y funcionarán islas de carga para el despacho a las diferentes comercializadoras. Actualmente el proyecto está prácticamente finalizado, solo restan las pruebas de arranque en ambas fases y el comisionado de la tubería.

2.2.1 PUERTO MARÍTIMO MONTEVERDE

Se ha tenido que construir un muelle para descarga de gas, consistente en un puente de acceso de largo 1.383 m x 16,2 m de ancho, con cepas a 15 m, una plataforma de operación de 40 m x 50,3 m y plataforma de atraque de 79 m de largo x 9,7 m de ancho, 7 duques de amarre y atraque. En la figura 2.2, se observa el muelle Monteverde.



Figura 2.2 Vista aérea de muelle Monteverde

Fuente: <http://www.andes.info.ec/es/actualidad/gasoducto-monteverde-los-chorrillos-garantizar-gas-licuado-petr.html>

Petroecuador ha señalado que todas las estructuras están fundidas sobre pilotes de acero hincado en el fondo marino. Así también, se han realizado las pruebas de acercamiento en el pantalán discontinuo o comúnmente llamado muelle de descarga, el pantalán permite atender a buques cisternas de GLP. En la figura 2.3, se aprecia la obra ya terminada en Monteverde y que cuenta con brazos extensibles para el descargue del GLP hacia la planta.



Figura 2.3 Pantalán discontinuo y brazos extensibles del puerto Monteverde
Fuente: Conferencia Planta GLP, zona Sur-Ecuador, Bucaramanga, 12 de noviembre de 2013. Edición fotográfica por Carlos Medina.

Este terminal es de aguas profundas, con lo que se garantiza buques cisterna de gran calado lleguen directamente hasta el muelle del puerto Monteverde, en la parte inferior de la figura 2.13 se aprecia los brazos extensibles del muelle.

2.2.2 COMPONENTES DE ENVASADO DE GLP

En la página web;<http://www.eppetroecuador.ec/index.htm>, Petroecuador indica que para el abastecimiento de GLP se ejecutará a través de importación y/o con la producción por parte de la Refinería del Pacífico (actualmente en construcción). La FLOPEC EP recogerá el propano y el butano a través de Monteverde, se almacenará en tanques refrigerados, allí se debe efectuar los procesos de vaporización del propano y dosificación

con butano en una proporción de 70% propano y 30% butano, para obtener el Gas Licuado de Petróleo.

En Monteverde, se instalará dos tanques de almacenamiento presurizado de 250 Toneladas métricas cada uno, provenientes de FLOPEC.



Figura 2.4 Tanque criogénico y esferas de almacenamiento de GLP
Fuente: Conferencia Planta GLP, zona Sur-Ecuador, Bucaramanga, 12 de noviembre de 2013. Edición fotográfica por Carlos Medina.

Además, Monteverde cuenta con dos islas de despacho a granel, una estación con bombas para dirigir el gas por el ducto (tuberías para GLP), esta planta tiene un sistema contra incendio, un sistema de suministro eléctrico, viabilidad interna y externa e infraestructura complementaria para ejecutar la operación, control y mantenimiento de estas infraestructuras.

En la estación de recepción, es decir en el Terminal Chorrillo, se ha construido cuatro esferas de 3.200 TM (véase la figura 2.5) cada una, cinco tanques presurizados de 110 TM cada uno, más los tres tanques de 110 TM inicialmente previstos para la estación Monteverde, así como también

ocho tanques horizontales que operaban en el Terminal Salitral, con lo cual el Terminal Chorrillo tendrá una capacidad total de 14.500 TM.



Figura 2.5 Esferas y recipientes horizontales de almacenamiento de GLP
Fuente: Conferencia Planta GLP, zona Sur-Ecuador, Bucaramanga, 12 de noviembre de 2013

Petroecuador en sus comunicados oficiales, que se puede descargar de la página; <http://www.eppetroecuador.ec/index.htm>, informa que el terminal el Chorrillo, contará con islas de carga para despacho al granel a las diferentes empresas comercializadoras de GLP, como también implementará una planta envasadora de cilindros, módulo de relicuefacción, estación de bombeo y compresores, dispondrá de sistema contra incendio, sistema de alimentación eléctrica, y obras

complementarias como edificio de gestión administrativa, central de operación y control automatizado de recepción, almacenamiento y distribución del GLP.

En la siguiente figura 2.6 se observa el mapa con reseñas de este proyecto Monteverde-Chorrillo que Petroecuador en pocos meses del 2014 inaugurará.

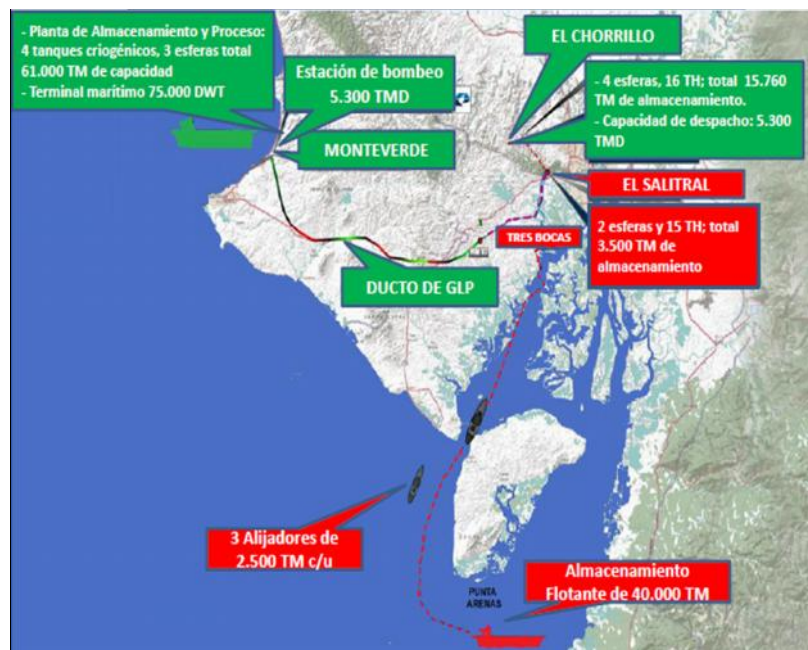


Figura 2.6 Proyecto integral de transporte GLP en zona sur del Ecuador

Fuente: Conferencia Planta GLP, zona Sur-Ecuador, Bucaramanga, 12 de noviembre de 2013

Se aprecia el punto verde, indica donde está el muelle de alto calado y la planta criogénica; la estación Monteverde, el ducto para el transporte de GLP y el Terminal el Chorrillo, donde se iniciarán las pruebas de pre comisionado de los equipos y terminales, a fin de comprobar su funcionamiento sin el combustible y luego se procederá las pruebas del

comisionado, que se lo deberá realizar ya con el GLP.

2.2.3. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS RECIPIENTES

El GLP puede filtrarse como un gas o un líquido, si se producen fugas de líquido que se evapora rápidamente y llegan a formar relativamente una gran nube de gas, que por efecto de la gravedad se “cae” al suelo, ya que es más pesado que el aire. Vapores de GLP pueden moverse durante largas distancias por el suelo y pueden acumularse en las alcantarillas. Cuando el gas se encuentra con una fuente de ignición, pueden arder o explotar.

Según el autor (Parra, 2006) comenta que al GLP también se lo puede refrigerar para reducir su presión de vapor, así los contenedores refrigerados de GLP se construyen típicamente según la norma API 620 de especificaciones. Con un punto de ebullición de aproximadamente $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$, el GLP debe ser presurizado a permanecer en forma líquida.

El GLP puede causar quemaduras por frío a la piel y que puede actuar como un asfixiante a altas concentraciones. Por ello es fundamental contar con tanques de almacenamiento que cumplan los estándares de seguridad, por ello cuando se construyen los tanques de almacenamientos, deben poseer características técnicas como:

Cumplimiento de varios códigos y las normas (internacionales) aplicables a la producción y distribución de GLP, incluyendo:

La National Fire Protection Association (NFPA) 58 – Del código de Gas Licuado de Petróleo.

NFPA 54/ANSI Z223.1 – Código Nacional de Combustibles de Gas.

Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM) D1835 -
Especificación Estándar para el GLP

Instituto Americano del Petróleo (API) 2510 - Diseño y construcción de las
instalaciones de GLP.

Código de Regulaciones Federales (CFR) Título 49, Transporte

- Son contruidos de acuerdo a la norma INEN, y normas internacionales.
- Son diseñados conforme a códigos de recipientes a presión.
- Están sujetos a análisis precisos de esfuerzos.
- Están diseñados para una presión de trabajo de 17 bares o más.
- Son generalmente de forma esférica y cilíndrica.
- Se construyen esferas para almacenamiento para capacidades desde 500 TM hasta 3000 TM.
- Se construyen tanques cilíndricos desde 2 TM hasta 200 TM.
- Almacenan el GLP a temperatura ambiente.
- Pueden almacenar Propano y Butano mezclado o por separado.
- Tienen instalados instrumentos de medición: rotogage, sonda, visores (sistema de vasos comunicantes), varec, manómetro, termómetro, para determinar su carga volumétrica.
- Tienen accesorios de seguridad; válvulas de exceso de flujo, válvulas de exceso de presión, válvulas de control para la carga y descarga (líquido y vapor), toma muestras.
- Cuentan con un sistema de drenaje para los sedimentos.

- Tienen instaladas válvulas de cierre internas por despresurización hidráulica.
- Tienen una placa de registro donde constan: tara, capacidad de almacenamiento en m³ de agua norma técnica de construcción, presión de diseño, presión de prueba, espesores de chapa, nombre del fabricante, material del cuerpo y casquetes, fecha de fabricación y presión de trabajo.
- La tubería instalada para interconexiones debe ser cédula 80.
- Las válvulas deben ser para presión de 300 psi.
- Están provistos de un sistema de rociadores de agua para su enfriamiento.
- Están interconectados por medio de tuberías en línea para las operaciones simultáneas que se realicen en el terminal o depósito, así como para el abastecimiento de bombas y/o compresores.
- Están colocados sobre bases de hormigón y mampostería sólida, capaces de resistir el peso del recipiente lleno de agua.
- Deberán estar fijos en sus bases de tal forma que se garantice su estabilidad y seguridad y se permita su libre dilatación sin causar excesiva concentración de esfuerzos.
- Deberán contar con una adecuada conexión a tierra para la descargas de electricidad estática.
- Para los tanques instalados en superficie, el terreno de la zona de tanques deberá estar en un nivel superior respecto al terreno

adyacente, a fin de evitar la acumulación de agua y dispondrá de un adecuado sistema de drenaje.

- Podrán instalarse grupos de hasta siete tanques cuando su capacidad individual alcance los 220 m³ de agua.

2.2.4. CAPACIDAD MÁXIMA DE ALMACENAMIENTO DE GLP EN RECIPIENTES

Es la máxima cantidad de líquido, que en forma segura, puede contener un recipiente, de modo que a la máxima temperatura esperada, no llegue a ocupar la capacidad total de dicho recipiente.

Los autores (Valdez & Schorr , 2013) comentan que un sistema de almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles debe contar con una sólida construcción, adecuada instalación y un buen mantenimiento físico mecánico, para hacerlo menos peligroso minimizando sus riesgos, ya que el almacenamiento no involucra actividad donde el error humano pueda conducir a derramamientos a la vez de mantener la mejor distancia posible de una fuente de ignición.

Según el autor (Acevedo, 2013) dice que, basado en la densidad relativa y la temperatura del producto, se podrá determinar su máxima capacidad volumétrica y características propias del GLP; por ello éste debe ser almacenado en recipientes especialmente diseñados para resistir altas presiones, además de que esta normado que debería llenarse hasta el 85% de su capacidad total en volumen de agua, considerando densidad relativa a 20°C.

En la mayoría de los terminales de almacenamiento y despacho, los recipientes de almacenamiento son presurizados, en los cuales se mantiene el producto en estado líquido (o en equilibrio) a temperatura ambiente, pero a presión suficientemente alta (5 a 10 kg/cm²).

Los GLP en fase líquida se dilatan por la temperatura más que los recipientes que los contienen. Por tanto, estos no se han de llenar plenamente para así poder absorber el diferencial de dilatación, pues de lo contrario se producirían excesos de presión no deseables.

2.3. CÁLCULOS APLICADOS PARA DETERMINAR VOLÚMENES ALMACENADOS

La medición y cálculo de cantidades en forma exacta y precisa es un requerimiento esencial en las transferencias y compra-venta de GLP, debido a sus propiedades físicas y requerimientos de seguridad, la medición y el cálculo de cantidades de los gases licuados es diferente a los productos químicos y de petróleo.

Según (Kozulj, 2006) señala que hay que considerar las dos fases; líquido y vapor para su cuantificación. Por ser manejados en sistemas cerrados es imposible efectuar mediciones manuales. Todas las mediciones se toman por medio de instrumentos automáticos o mecánicos, que sólo son exactos cuando se someten a una calibración y mantenimiento constante.

Los parámetros de medición son: Nivel de Líquido (Sonda).

Se mide la altura del líquido desde el fondo del estanque hasta la superficie (mm, cm, m, pie, pg).

Instrumentos: Cinta flotador, sensores electrónicos, vasos comunicantes, tubo corredizo, roto gauge, ultrasónicos.

Temperatura de la fase líquida y vapor: Dependiendo del nivel de líquido en el estanque se toman en °C (grados Celsius), o °F (grados Fahrenheit):

Instrumentos: sensores electrónicos, (termocuplas), tipo reloj, termómetros de resistencia/bimetálicos.

Presión de vapor: Se mide la presión manométrica ejercida por el vapor en el estanque. Las unidades en que se miden: kgf/cm^2 , bar, lbf/pg^2 (psi)

Instrumentos:

- Manómetro tipo reloj
- Digitales.

2.3.1. CÁLCULOS VOLUMÉTRICOS

Mediante la aplicación de la fórmula de los gases ideales podemos determinar la cantidad de GLP, almacenada en un recipiente en fase líquida y vapor.

Consideramos para esta ilustración el cálculo volumétrico de una esfera instalada en el Terminal El Chorrillo, con el siguiente procedimiento:

1. Por medio de la guía de remisión o ticket de aforo, se registran los datos obtenidos de las lecturas del manómetro de presión, el transmisor de temperatura, la sonda o nivel de fase líquida y la gravedad específica (densidad relativa), lo último se lo obtiene de las tablas correspondientes.
2. Una vez obtenidos estos datos, por medio de la tabla volumétrica se determina, el nivel de líquido en litros.

3. Con el dato de temperatura, se encuentra por medio de la tabla respectiva el factor de corrección para el líquido y fase vapor.

4. Aplicando la fórmula para el peso de la fase líquida se obtiene:

$$P_{fl} \equiv v_2 \cdot u_r \cdot (F_c T_L)$$

Dónde:

v_2 : Volumen de la fase líquida almacenada

u_r : Densidad relativa o gravedad específica.

$F_c T_L$: Factor de corrección por temperatura del líquido

5. Aplicando la fórmula para el peso de la fase vapor se tiene

$$P_{fv} \equiv (v_1 - v_2) \times \frac{(P + K)}{K} \times p_m \times \frac{F_c T_v R}{A} \times 0,0001$$

Dónde:

$(v_1 - v_2)$: Diferencia entre la capacidad máxima y el volumen aforado.

$(P+K)$: Presión más factor de compensación (k=1.033)

p_m : Peso Molecular

$\frac{F_c T_v R}{A}$: Factor de corrección por temperatura del vapor

Ejemplo: Se procede a calcular los parámetros del peso tanto en estado líquido como en gas, si se dan los siguientes datos campo, tomados en la esfera No. 1, del Terminal Chorrillo, se obtiene

$$v_1 = 2443760 \text{ L}$$

$$v_2 = 323 \text{ cm}^3 = 238617 \text{ L}$$

$$T_L = 15^\circ \text{ C}$$

$$T_v = 23^\circ \text{ C}$$

$$P = 6.33 \text{ kg/cm}^2$$

$$u = 0.530$$

$$\rho_m = 48.1759$$

$$F_c T_L = 1.0012$$

$$F_c T_v = 0.411408$$

$$k = 1.033$$

Peso del líquido

$$P_{fl} \equiv v_2 \cdot u_r \cdot (F_c T_L)$$

$$P_{fl} = 238617 \cdot 0,53 \cdot 1,0012$$

$$P_{fl} = 126594 \text{ Kg.}$$

Peso del Vapor:

$$P_{fv} \equiv (v_1 - v_2) \times \frac{(P + K)}{K} \times \rho_m \times \frac{F_c T_v R}{A} \times 0,0001$$

$$P_{fv} \equiv (2443760 - 238617) \times \frac{(6,33 + 1,003)}{1,003} \times 48,176 \times 0,411 \times 0,0001$$

$$P_{fv} = 31159 \text{ Kg.}$$

Peso de la fase líquida = 126594 Kg.

Peso de la fase vapor = 31159 Kg.

Peso total almacenado = (126594 Kg + 31159 Kg.) = 157753 Kg.

2.4 CONDICIONES GENERALES DE LAS INSTALACIONES PARA SUMINISTRO DE GLP- TERMINAL EL CHORRILLO

La terminal El Chorrillo estará compuesta por seis áreas que son: de tanques, de reservorios de agua, de bombeo de GLP, de despacho, de envasado de cilindros y de parqueo de tanqueros. El área de tanques la componen 16 tanques horizontales para GLP, de 110 TM, y 4 esferas para una capacidad de 3500 TM. El área de reservorios permitirá almacenar 5000 m³ de agua para el funcionamiento de la planta, así como para atender emergencias.

En el área de despacho se espera atender a unos doce tanqueros cada media hora en seis islas debidamente establecidas. La zona de envasado, en cambio, contará con tres carruseles que permitirán llenar 2500 cilindros cada hora. Dos de los carruseles serán para las bombonas de 15 kilos (uso doméstico) y el otro para envasar los de 45 kilos (uso industrial).

Todos los componentes de la planta de Monteverde y El Chorrillo, así como el gasoducto cuentan con normas internacionales de seguridad industrial. Los materiales para el sistema de distribución consisten en un conjunto de tuberías, equipos y accesorios requeridos para la entrega de gas combustible a los usuarios.

Los tanques, tuberías y las válvulas de las instalaciones receptoras o centralizadas de gas deben tener certificados de conformidad con norma emitidos por el fabricante o por un organismo certificador.

Los accesorios, contadores, reguladores para las instalaciones centralizadas de gas deben ser especificados para uso con el gas a

utilizarse en el proyecto. Las empresas y el personal que realice instalaciones de gas, deben estar calificados de acuerdo con la NTE INEN 2 333.

El diseño, dimensiones, y sistemas de unión de la instalación de gas combustible serán tales que garanticen el adecuado flujo de gas para atender las necesidades de los aparatos que deban conectarse, así como la seguridad en la conducción del gas hasta los mismos. Como criterio general las instalaciones de gas se deben construir de tal forma que todas las partes constitutivas sean accesibles para ser reparadas o sustituidas, total o parcialmente en cualquier momento de su vida útil. Se exceptúan aquellas tuberías embebidas.

La máxima presión de operación permisible en sistemas de tuberías instaladas en el interior de las viviendas (departamentos, casas), debe ser hasta 35 kPa.

2.4.1 TUBERÍAS

Dentro de un marco legal, EP Petroecuador precautela el derecho de vía que debe existir sobre los terrenos que atraviesan los poliductos Libertad - Monteverde - Manta- Monteverde –Pascuales, que es de 15 metros a cada lado del eje de los poliductos, medida que tiene como fin proteger a los habitantes de los sectores aledaños a esta obra.

Del mismo modo para la propuesta de canalizar el GLP para la parroquia Pascuales, se tomará en cuenta el diseño, especificaciones y tendido de la tubería, éstas deben resistir la acción del GLP y del medio exterior, al que deben estar protegidos, mediante un sistema eficaz.

2.4.2 CRITERIOS DE DISEÑO DE TUBERÍAS

La tubería se debe seleccionar con el espesor de pared suficiente para soportar la presión de diseño de la red de distribución, y en su caso, para resistir cargas externas previstas.

La presión mínima de operación de una red de distribución debe ser aquella a la cual los usuarios reciban el gas a una presión suficiente para que sus instalaciones de aprovechamiento operen adecuada y eficientemente en el momento de máxima demanda de gas.



Figura 2.7 Instalación de tuberías en plantas de GLP

Fuente:http://www.tescaingenieria.com/index.php?option=com_content&view=article&id=57&Itemid=101

Cada componente de una tubería debe de resistir las presiones de operación y otros esfuerzos previstos, sin que se afecte su capacidad de servicio. Los componentes de un sistema de tuberías incluyen válvulas, bridas, accesorios, cabezales y ensambles especiales.

En el caso de la tubería en este tipo de plantas, debe cumplir con la norma ASTM A53 de acero negro o acero galvanizado por inmersión en caliente, el diámetro mínimo debe ser de 12.7 mm o 0.540 pg,

La tubería de acero ASTM A53 es recomendada para instalaciones de gas y conducción de fluidos poco corrosivos como aceite, aire, agua, gas y vapor a altas y medias presiones, y está respaldada por el Sistema de Gestión de Calidad y lineamientos de ISO 9001:2000 y está certificado por Bureau Veritas Quality International. En la figura 2.8 se aprecia la instalación de tuberías en terminal chorrillos.



Figura 2.8 Instalación de tuberías en tanques de almacenamiento de GLP
Fuente: Terminal el Chorrillo (2013)

Y así, la instalación de tubería debe cumplir normas de instalación, con ello se asegura seguridad interna y externa, por ejemplo en la área administrativa, hay especificaciones de distancia para construir las oficinas cuando está cerca ductos y tuberías para transportar GLP. Ver figura 2.9.



Figura 2.9 Vista del área administrativa de la terminal “El Chorrillo”

Fuente: Terminal el Chorrillo (2013)

2.5 NORMAS DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIO

En plantas y terminales donde se almacena, se transporta GLP, se debe aplicar la norma americana; *National Fire Protection Association* (NFPA). Más detalles en la página: <http://www.nfpa.org/codes>.

Se debe cumplir los siguientes estándares:

NFPA 37 - Norma para la instalación y uso de fuentes fijas de combustión Motores y Turbinas de Gas.

NFPA 51 - Estándar para el Diseño e Instalación de Sistemas de combustible y oxígeno gas para soldadura, corte y Procesos afines

NFPA 51A - Norma para el cilindro de acetileno Plantas de carga.

NFPA 51B - Estándar para Prevención de Fuegos durante la soldadura, corte, y otros trabajos calientes

NFPA 55 - Norma para el almacenamiento, uso y manipulación de gases comprimidos y líquidos criogénicos en portátiles y estacionarios Contenedores, Cilindros y Tanques.

NFPA 56 - Norma para la Prevención de incendios y explosiones durante la limpieza y purga de gas inflamable Sistemas de Tuberías.

NFPA 59 - Norma para los gases en centrales de servicio de gas

NFPA 68 - Norma de Protección contra explosiones por deflagración de ventilación.

NFPA 69 - Norma de Sistemas de Prevención de Explosión.

NFPA 72 - Nacional de Alarmas de Incendio y Código Señalización.

NFPA 80 - Norma para puertas cortafuegos y otras protecciones de aberturas.

NFPA 87 - Práctica recomendada para Calentadores de fluido

NFPA 253 - Método Estándar de Prueba para Flujo radiante crítico.

NFPA 268 - Método de prueba estándar para determinar la inflamabilidad de la pared exterior, usando un calor radiante Fuente de Energía.

NFPA 270 - Método de prueba estándar para la medición de oscurecimiento de humo Usando una Fuente radiante cónica en una cámara cerrada Individual.

NFPA 275 - Método Estándar de Pruebas de Fuego para la Evaluación de las barreras térmicas utilizadas a través de la espuma plástica de aislamiento.

NFPA 285 - Estándar Fuego Método de prueba para la evaluación de la propagación del fuego Características de los exteriores no portantes de pared que contiene componentes combustibles

NFPA 289 - Método Estándar de Prueba de Fuego para los paquetes individuales de combustible

NFPA 290 - Estándar para Pruebas de Fuego de Protección Pasiva Materiales para uso en contenedores de GLP.

NFPA 495 - Código materiales explosivos

NFPA 497 Práctica Recomendada para la Clasificación de los líquidos inflamables, gases o vapores y peligrosas (clasificadas) para Instalaciones Eléctricas en Áreas de Procesos Químicos

NFPA 505 - Estándar de seguridad contra incendios para vehículos industriales motorizados

NFPA 2112 - Norma de prendas resistentes al fuego para la Protección de la Propiedad Industrial de Personal Contra Incendios de Flash.

2.6 LA SEGURIDAD EN TERMINALES DE GLP

Los autores mexicanos (Ibarra, Gonzalez, Baz, & Capelo, 2010) señalan que el Gas Licuado de Petróleo, es el nombre genérico para las mezclas de hidrocarburos (principalmente propano o butano), cuando estas mezclas se comprimen ligeramente (aproximadamente 800 kilo Pascales kP., o 120 psi), que cambian de un gas a un líquido. El GLP es incoloro, inodoro y más pesado que el aire, las propiedades físico-químicas de los G.L.P, los convierten en productos de atmosfera explosiva.

Desde su característica física, se debe reconocer muy bien los dos estados en que se presentan, es decir como líquido y como gas.

Se hace a continuación un resumen de ciertos riesgos esenciales:

- ✚ El primordial riesgo potencial del GLP es el fuego. Esto proviene de su cualidad de alta inflamabilidad y en asuntos extremos puede combinarse con la particularidad de presión; que produce el fenómeno de Explosión de Vapores en Expansión y Líquidos en Ebullición (BLEVE).
- ✚ En el punto de utilización si los productos de la combustión no se dispersan en la atmósfera y se permite la acumulación de monóxido de carbono (CO). Los métodos de ventilación influirán en la dispersión del CO. El “esnifado” de GLP, esto es, la inhalación intencionada del vapor de GLP, a parte de la capacidad asfixiante que tiene, puede tener un efecto narcotizante, que podría llegar a causar lesiones.
- ✚ El GLP cuando está en estado líquido puede originar heridas por quemadura si se existe contacto en la piel. El propano con un punto de ebullición bajo, puede ser más peligroso en este aspecto que el butano, el cual, en condiciones frías, es más lento en evaporarse y dispersarse.
- ✚ El vapor de GLP es más pesado que el aire, puede en caso de escape, concentrarse en espacios confinados y en zonas bajas. Los métodos de ventilación influirán en el movimiento y la dispersión del vapor de GLP.
- ✚ Un escape de GLP en estado líquido es considerado mucho más peligroso en cuanto a que al convertirse en fase gaseosa (vapor), su

volumen se multiplica por un factor superior a 200. Siendo más pesado que el aire, el vapor tenderá a posarse próximo al suelo con el riesgo de que logre hallar una fuente de combustión mientras se conserva dentro de sus límites de inflamabilidad.

- ✚ El GLP líquido tiene un alto coeficiente de expansión térmica, y por lo tanto, los tanques y los depósitos deberán tener un espacio vacío que permita la expansión del líquido cuando incrementa la temperatura.
- ✚ El GLP es un líquido incoloro e inodoro y no es fácilmente visible en su estado gaseoso. Por ello se añade un odorizante específico antes de su distribución. En aplicaciones especiales que requieren un GLP inodoro, como son aerosoles propelentes, se deben adoptar otras medidas alternativas de seguridad.

La primera regla de seguridad es evitar cualquier escape incontrolado de GLP. Todos los sistemas deberán ser diseñados teniendo en cuenta este objetivo principal.

Según datos del (Ministerio de Industrias de España, 2007), el enfoque tradicional de la seguridad se basaba en la utilización generosa del espacio y en los sistemas de Defensa Contra Incendios (D.C.I.) en los casos de emergencia. Cada vez más este planteamiento está dando paso al concepto pasivo de la seguridad mediante unos sistema de control de válvulas y equipos capaz de operar automáticamente y por control remoto.

La forma más efectiva de combatir un fuego de GLP, es cortando el suministro de gas. Si esto no se puede hacer, puede ser más seguro permitir que el fuego se auto-extinga, esto es, dejar arder hasta que el GLP

se agote, a no ser que el fuego pueda producir una escalada de la emergencia.

El agua es eficaz para enfriar los depósitos de GLP durante el fuego, y ayuda a mantener la temperatura de los depósitos y su contenido por debajo de niveles críticos. El chorro de agua en forma de cortina, puede ser efectivo para proteger a los bomberos que intenten cerrar las válvulas de suministro del GLP en las zonas afectadas por el calor, y para dispersar el vapor de GLP.

Concretando algunas de las instalaciones de seguridad existentes, se pueden citar:

✚ En el almacenamiento:

- 1) Cuando es necesario, sistemas de refrigeración mediante equipos de frío que permiten bajar la temperatura y la presión y
- 2) Válvulas de seguridad que permiten desalojar el gas al alcanzar una presión determinada.

✚ En emergencias, sistemas de detectores de fuga de gas.

- Red de detectores de gas.
- Pulverización de agua a todas las esferas, depósitos, zonas de carga/descarga de cisternas y vagones, naves de envasado con un caudal de 10 l/m²/min y una autonomía del almacenamiento de agua de 3 horas.
- Hidrantes, para conexiones de mangueras.
- Monitores (brazos) fijos y tele operados a distancia.
- Extintores, de espuma seca ó CO₂



Figura 2.10 Vista de tanques horizontales de almacenamiento GLP

Fuente: Terminal el Chorrillo 2013

Según (Palazuelos, 2008) comenta que, en los centros productivos y en la manipulación del GLP, es una causa de preocupación la descarga de electricidad estática, y por lo tanto las estructuras de acero, tuberías y hasta los uniformes de los operarios, deben considerar este riesgo, conectándose a tierra o siendo antiestáticos. Por ejemplo, los camiones cisterna deberán estar conectados a tierra antes de comenzar el trasvase de GLP.

La planta de GLP debe tener extintores portátiles de polvo seco de 10 kg, triclase, construidos y con agente extintor, según Normas INEN, en las cantidades que se indican, según la tabla 2.1.

Tabla 2.1 Extintores portátiles para protección de plantas industriales

EXTINTORES PORTÁTILES Y MANUALES PARA PROTECCIÓN DE PLANTA			
Elemento a proteger	Capacidad total en m ³ de tanques de G.L.P.		
	Hasta 50 m ³	> de 50 m ³ hasta 100 m ³	
	Extintores manuales	Extintores de carro	Extintores manuales
TANQUE O TANQUES DE G.L.P.	1 kg de polvo seco por m ³ de volumen del tanque. Mínimo: 1 extintor.	De polvo seco de 70 kg. Mínimo: 1 carro.	1 extintor de polvo seco de 10 kg cada 2 tanques. Mínimo: 1 extintor.
DESCARGADERO DE CAMIONES	1 extintor de polvo seco de 10 kg por cada boca de descarga.		1 extintor de polvo seco de 10 kg por cada boca de descarga.
ZONA DE VAPORIZADORES	1 extintor de polvo seco de 10 kg.		1 extintor de polvo seco de 10 kg.

Fuente: <http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/110000-114999/113143/norma.htm>

Según la investigadora de las Naciones Unidas, en su libro de (Ruíz, 2007) señala que un concepto muy importante en el proceso productivo es, “La Seguridad Integrada”, que obedece a la idea de que las tareas relacionadas con la seguridad se engloban en una función más como la propia producción, el mantenimiento, el respeto al medio ambiente, etc.

Implica que:

- ✚ No existe personal específico de seguridad.
- ✚ Cada trabajador es responsable de los equipos a su cargo, de conocer la normativa y los procedimientos, etc., en materia de seguridad.
- ✚ Quien tiene personal a su cargo es responsable de la seguridad de su equipo y de que éste se encuentre formado e informado adecuadamente.
- ✚ Cada uno es responsable de cumplir las normas al respecto y de que el personal a sus órdenes las cumpla

2.7 INSTRUMENTOS DE CONTROL Y MEDICIÓN

Están determinados por las necesidades de reducción de presión que se presenten en la instalación, por las condiciones particulares de consumo y para garantizar un suministro seguro del GLP.

2.7.1 REGULADORES DE PRESIÓN

Según el autor (Cogdell, 1997) indica que, los reguladores de presión se utilizan para compensar las variaciones graduales o imprevistas que pueden manifestarse en la presión de entrada, dentro de los rangos permitidos y sin alterar la presión de salida y según las presiones máximas y mínimas de operación en la línea de salida o artefacto de consumo.

Para la instalación de un regulador debe instalarse una válvula de corte antes de éste, ya que están diseñados para soportar la presión máxima de operación de la línea que lo alimenta. El regulador instalado a la salida del tanque de GLP debe ser diseñado para soportar una presión de ingreso de 1724 kPa.

Del control de sobrepresión

(Palazuelos, 2008) Indica sobre este aspecto que, el objeto de evitar sobrepresión en la instalación receptora, ésta debe contar con un dispositivo de seguridad que evite tales sobrepresiones cuando se presente una falla de algún regulador, los reguladores para GLP deben tener incluida una válvula de alivio para controlar la sobrepresión a la salida del regulador.

2.7.2 CONTADORES

Los contadores deben seleccionarse de acuerdo con el caudal máximo, caudal mínimo y la presión de operación prevista en el sistema.

Según (Viloria, Automatismo Industriales, 2011) señala que existen varios tipos de medidores de gas para satisfacer las diferentes necesidades de los hogares, oficinas e instalaciones industriales donde se instalan. Estos dispositivos, que miden y registran la tasa de consumo de energía, han mejorado en los últimos años. Los contadores de gas de diafragma tradicionales están dando paso a una tecnología más avanzada que puede eliminar la necesidad de las lecturas mensuales.

2.7.3. MEDIDORES DE DIAFRAGMA

Un medidor de diafragma es el medidor de gas más común encontrado en los edificios residenciales, el flujo de gas en estos medidores es dirigido por dos válvulas internas que llenan los dos diafragmas del medidor en forma alternada. Un diafragma succiona el gas, el otro lo expulsa, las palancas unidas a los diafragmas energizan un medidor tipo odómetro que mide la frecuencia en la que el gas es expulsado del sistema, el medidor permite a una empresa de gas rastrear el uso del gas y hacer una factura mensual, el medidor tipo diafragma se lo puede observar en la figura

2.7.4 CÁMARA INFRARROJA PARA PÉRDIDAS DE GAS

Existen actualmente cámaras parecidas a la videograbadoras y que son capaces de detectar pérdidas de gas en forma rápida y sencilla, las pérdidas aparecen en la imagen con apariencia de “humo negro”, siendo totalmente visibles al ojo humano cuando se usa esta tecnología.

Ver figura 2.11, donde se utiliza la cámara infra roja para detectar fugas de gas en plantas de GLP.



Figura 2.11 Cámara infra roja que visualiza fugas de gas

Fuente: Manual Editecna. Equipo ThermoCAM GasFindIR – FLIR

La cámara está diseñada para trabajar en ambientes industriales rigurosos, tienen una presentación de imagen en 30Hz de alta definición. Es totalmente operada a batería, con un filtro especial que permite que la mayoría de los gases de hidrocarburos sean detectados: como el metano, etano, propano, butano, hexano, etileno, benceno, tolueno, etc., se puede revisar pérdidas en válvulas, sellos de bombas, compresores, intercambiadores de calor, recipientes y tuberías varios.

Otra manera relacionada con la seguridad en fugas de gas, es la inspección termo gráfica, esto es posible con las aplicaciones de la Termografía Infrarroja, así a partir de la incorporación de una cámara visual

integrada de última generación, la cual junto con la imagen infrarroja permiten la visión del objeto tanto en el espectro infra rojo (IR) como en el visible.

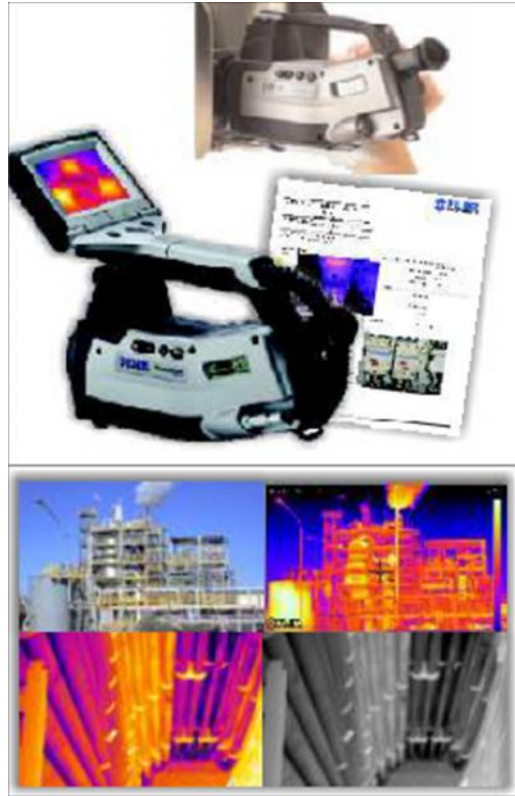


Figura 2.12 Cámara infrarroja

Fuente: Manual ThermoCAM™ P65 / P50 F - FLIR

2.8 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO Y EXPLOSIÓN EN INSTALACIONES DE LA INDUSTRIA PETROLERA

Según el trabajo de Enrique Gómez Delgado, para la titulación de máster en Protección contra incendios en Refinerías, en la Universidad de Comillas, señala que, en una refinería se pueden diferenciar varias zonas en las cuales se adoptaran medidas de estrategias diferentes, dependiendo de sus características. Los criterios de selección de estas estrategias ya han sido definidos.

Las zonas en las que se puede dividir una industria petrolera son las siguientes:

Zonas comunes: conexión entre diferentes zonas, viales y paso de instalaciones.

Unidades de proceso: división que engloba un proceso y sus instalaciones secundarias. Ejemplo: Unidad de Destilación Atmosférica y a Vacío, compuesta por columna de destilación, calderos, bombas de recirculación de reflujo, separadores de productos.

Patios de tanques: recintos en los que se ubican tanques de diversos tipos para el almacenamiento de materias primas o productos del refino.

Edificios auxiliares: edificios e instalaciones necesarias para el funcionamiento, gestión y control del proceso dentro de la refinería.

Ejemplo: edificios de oficinas, transformadores, principalmente constituidas por los viales de acceso a las diferentes unidades de proceso, tanques o edificios auxiliares.

Unidades de proceso.

(Delgado, 2012) señala además que, las estrategias adoptadas en las unidades de proceso serán consecuentes con los escenarios previstos en cada caso. Se analizarán cada una de ellas y se adoptarán medidas contra incendio que prevean el control, extinción o protección contra el incendio propuesto. No obstante los métodos aplicados normalmente tratan de combinar las estrategias de sofocación, enfriamiento y desplazamiento de la llama.



Figura 2.13 Tanques de almacenamiento y sistema de rociadores de agua, en terminal el Chorrillo

Fuente: Terminal el Chorrillo 2013

Las estrategias típicas para la protección para los equipos descritos dentro de una unidad de proceso, se basan en los criterios establecidos anteriormente. Puesto que las instalaciones fundamentalmente son de similares características pero diferentes formas el criterio que prevalecerá para determinar la estrategia y el método de aplicación será el tipo de fuego que se reproduzca.

De este modo, estas son los principales equipos a proteger y sus diferentes métodos de protección:

Bombas de fluidos combustibles o inflamables, transportados a temperaturas mayores de su temperatura de inflamación se protegerán mediante sistemas de agua pulverizada, agua nebulizada (si se pueden asegurar que no se produce el arrastre de la niebla producida), o sistemas de extinción automática mediante polvo extintor, en el caso de que se puedan producir derrames superiores $2,8\text{m}^3$.

(Delgado, 2012), refiere también como mínimo se deben considerar simultáneas todas las bombas que disten menos de 10 metros de la bomba central y como máximo 8 bombas. Se protegerán con al menos dos boquillas siempre que se asegure la correcta cobertura del equipo, orientadas preferentemente para cubrir bridas de aspiración y descarga. La temperatura de apertura del bulbo será de 68°C .

Compresores de gases combustibles o inflamables: se protegerán mediante sistemas de agua pulverizada, nebulizada (si se pueden asegurar que no se produce el arrastre de la niebla producida) o un sistema mixto de agua espuma. El caso de que se pueda producir un derrame de más de $2,8\text{m}^3$ se protegerá el posible charco, se instalarán al menos dos boquillas siempre que se asegure la correcta cobertura del equipo, orientadas preferentemente para cubrir bridas de aspiración y descarga. La temperatura de apertura del bulbo será de 68°C .

Grupo de lubricación del compresor: se protegerá con un sistema fijo de rociadores de agua nebulizada, pulverizada o un sistema mixto de agua – espuma. Válvulas de seccionamiento: se protegerán asegurando el

funcionamiento y operatividad de ellas en caso de incendio durante 20 minutos, el método más usual es mediante cajeando con placas ignífugas.



Figura 2.14 Islas de despacho de GLP. Terminal el Chorrillo

Fuente: Terminal El Chorrillo 2013

Intercambiadores de calor: indica el autor de protecciones contra incendio en refinerías, que se resguardarán siempre que contengan más de 5m^3 de hidrocarburos, manejen productos tóxicos, productos inflamables o combustibles por encima de su temperatura de inflamación. Y en el caso de poder causarse pozas de combustible mayores de $2,8\text{m}^3$ se protegerán los propios derrames. Se prevendrán destacadamente las bridas de los cabezales y preferente mediante boquillas de agua pulverizada de alta velocidad para desplazar la llama y evitar enfriamiento del intercambiador.

Reactores: se preservarán siempre que contengan más de 5 m³ de hidrocarburos, cuando contengan productos tóxicos, productos inflamables o combustibles a temperaturas mayores de su punto de inflamación. Además, si la reacción que se lleva a cabo en su interior es exotérmica se deberán proteger si contienen productos combustibles a temperaturas inferiores. Se proporcionarán medidas contra incendio basadas en agua pulverizada o agua nebulizada y, en caso de derrames mayores de 2,8m³ se protegerán los posibles lagunas.

Instalaciones de suministro de aire: Las instalaciones de suministro de aire para procesos, hornos o calderas deberán ser estudiadas para prever la posible formación de nubes de gas inflamable. Para ello se dispondrá de detectores de gas y un sistema de captación de gases (lavado de humos). Las técnicas empleadas para ello pueden ser agua nebulizada, cortinas de agua o vapor.

Turbo *expanders* o turbinas de gas: instalación imprescindible en la mayoría de los procesos. Por ello y a pesar de que su riesgo de incendio sea mínimo, si está bien operada. Se dispondrá un sistema de detección de incendios precoz y un sistema de extinción mediante agentes gaseosos, considerando la posible presencia de personal en el recinto.

Hornos: se deben instalar sistemas de vapor de ahogo para controlar el incendio dentro del equipo. Se instalarán líneas de vapor de "ahogo" independientes, que puedan operar a una distancia segura del peligro, en cada sección con radiación de quemadores, en las cajas de la convectiva y en el conducto del aire aguas abajo del regulador de tiro o pre-calentador

de aire. Estos sistemas de generación de vapor son conocidos como Hydro Shields, crea una cortina de agua (vapor) que no permite el paso de la radiación. Se instalarán columnas secas provistas de armarios de mangueras en las plataformas de hornos de alto riesgo.

Equipos que manipulen materiales inflamables o combustibles: en general los equipos no descritos anteriormente pero que contengan o traten materiales combustibles se protegerán mediante rociadores de agua pulverizada o en su defecto mediante monitores.

Depósitos de combustibles / inflamables dentro de la unidad de proceso: se protegerán mediante sistema de extinción por espuma, de acuerdo con norma NFPA 11.

Estrategias de protección para patios de tanques.

Los campos de almacenamiento de combustibles difieren principalmente por los elementos a almacenar y su reacción frente al aumento de temperatura, presión o respuesta ante la combustión. Por ello en función de estos productos se diseñan diferentes tipos de tanques y acorde a ello su estrategia frente al fuego.

El escenario de incendio más acorde a este tipo de instalaciones es el: Vertidos de líquidos inflamables (incluido el tanque o recipiente de rebose.

En cualquier área de almacenamiento donde se almacenan líquidos inflamables, combustibles o tóxicos se instalará un anillo de agua contra incendios alrededor de los cubetos de retención dotada de hidrantes.

La situación y contenido de mangueras, tomas de incendio y equipos de móviles adicionales se definirá según cada proyecto.

Además se colocará la cantidad suficiente de extintores portátiles o sobre carro, situados de acuerdo con los requisitos del estándar NFPA 10, en una posición visible, de fácil acceso y estratégica alrededor de los cubetos de retención y preferiblemente cerca de las estaciones de bombeo y de las instalaciones de carga/descarga.

Se rodeará la superficie de parque de almacenamiento mediante monitores (o monitores montados sobre hidrantes) cuya función será refrigerar tanques y esferas. El tipo de monitor será acorde a los productos almacenados.

Se instalarán bocas de incendio o carretes de mangueras cerca de las estaciones de bombeo y cerca de las estaciones de carga / descarga.

Todas las áreas de almacenamiento se equiparán con la cantidad suficiente de pulsadores de alarma.

Protección de tanque de techo fijo.

Tanques de almacenamiento del tipo cilíndrico-vertical, con techo soldado al cuerpo.

La protección de estos tanques se hace teniendo en cuenta un escenario de incendio en el que el incendio está sobre la parte superior del tanque. Por ello todas las normas indican que se debe realizar la protección desde la superficie del tanque y mediante espuma de baja expansión.

La atención de la mezcla agua espumógeno, se aplicara mediante cámaras de espuma las cuales pueden verter la mezcla sobre la parte superior o inyectándola por debajo de la superficie del combustible, los parámetros de diseño se harán acordes al estándar NFPA 11.

La introducción de la mezcla puede ser superficial o sub-superficial, dependiendo del tipo de combustible (punto de inflamabilidad y naturaleza polar o apolar) se establecerán los criterios de diseño

Instalaciones de almacenamiento de GLP.

El almacenamiento de GLP se efectúa en depósitos a presión (15kg/cm²) lo que permite licuar gases, estos gases a presión atmosférica necesitan una temperatura de -42°C para su licuación. Normalmente se utilizan para volúmenes medios tanques y para grandes volúmenes esferas.

Los posibles escenarios de incendio serían los siguientes:

- Aumento de la presión en los recipientes más allá de su presión de diseño.
- Enriquecimiento de oxígeno en ambientes carentes de ello.
- Aumento de las temperaturas debido a condiciones inestables.
- Excesiva vibración o choque en las condiciones del proceso.
- Liberación del producto debido a la congelación del agua en tuberías de proceso.
- Ruptura de recipientes debido a un punto frágil.
- Fugas en bridas, juntas, sellos o enchufes.
- Fallos de soldadura o fundición.
- Exceso de corrosión / erosión.
- Fallos debido a una carga externa o impacto.
- Explosión interna.

(Delgado, 2012) Recomienda cuando hay incendio que el único método aplicable es el control del mismo, evitando la propagación a otros

recipientes o unidades de proceso. Tras un escape de gas inflamable el único método de controlar el incendio, es mediante una precoz detección de la nube, el posterior corte de suministro y refrigeración de recipientes cercanos.

El sistema de detección constará de sistemas de detección de gas explosivo y detectores de llama y pulsadores de alarma. Para lograr intervenir el incendio dentro de un único recipiente es necesario refrigerar el resto de almacenamientos posibles. Esto se realizará mediante agua pulverizada (boquillas de baja velocidad) según NFPA 15, además se dispondrán de monitores suficientes para la completa cobertura del parque de almacenamiento.

CAPÍTULO III

RED DE COMUNICACIÓN LONWORK

La red LonWorks (*Local operation network*), es una plataforma de red instaurada concretamente para cubrir necesidades de diligencias de control, en equipos y dispositivos conectados en red por medio de cables: par trenzado, líneas de tendido eléctrico, de fibra óptica y de radio frecuencia (RF). Se utiliza para la automatización de varias funciones dentro de las fábricas, edificios etc., tales como la iluminación, climatización entre otros aspectos más. La tecnología de red es de arquitectura abierta, desarrollada por “Echelon Corporation”.

Cada dispositivo (nodo) ha incorporado un CPU llama un chip neuronal, que permite la construcción de una red de control inteligente descentralizado autónomo.

LonWorks tiene excelente interoperabilidad y es adecuado para entornos de múltiples proveedores. Y también utiliza un lenguaje común que se llama SNVT¹ establecer entornos de comunicación mutuos. Desde LonWorks, fue excelente en la interoperabilidad y la compatibilidad con BACnet² del bus principal, se extendió como consecuencia de la promoción de la arquitectura abierta del sistema en la construcción de mundo de la automatización de ancho. También estuvo muy influenciado por el hecho de que la ASHRAE (Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción,

Refrigeración y Aire Acondicionado) adoptó LonWorks como un estándar para la transmisión de mensajes de BACnet en 1995.

3.1 BACNET Y SU ARQUITECTURA ABIERTA

Un protocolo abierto debe ser potente y robusto, capaz de satisfacer todas las necesidades de comunicación futuras, así como las actuales necesidades a lo largo de todos los niveles del sistema. Cualquier protocolo de comunicación que no cumpla estos criterios debe ser eliminado de una mayor consideración. BACnet pasa esta prueba debido a la gama de las redes de comunicación que da soporte, desde las LAN Ethernet de alta velocidad a redes de dispositivos de bajo costo MS/TP (master-slave/token-passing).

BACnet puede ser utilizado por un sistema de automatización en todos los niveles del sistema. Las capacidades de alta velocidad de BACnet dan una habitación sistema para el crecimiento futuro, mientras que su flexibilidad en las opciones de redes permite que sea utilizado en subredes pequeño controlador de zona. La capacidad de Ethernet permite la conexión directa a las redes de área amplia (WAN) que enlazan varias LAN en todo el campus.

El hecho de que BACnet no impone una jerarquía de ajuste en el diseño del sistema de control ofrece a los fabricantes la flexibilidad necesaria para que coincida con el coste y rendimiento de los controles a las necesidades de la aplicación.

Servicios orientados a objetos de BACnet proporcionan potentes herramientas para la interconectividad, ya que el programa fue diseñado desde el principio para fomentar la interconexión en un sistema de automatización de edificios de gran tamaño. Por lo tanto, proporciona métodos para compartir información compleja, como alarmas y programación, así como datos de entrada/salida básico (E/S) punto de datos.

BACnet también permite a los comandos priorizadas, que permiten un sistema de alarma contra incendios para anular un sistema de control de la temperatura y permiten que un panel de control de emergencia para anular los dos sistemas.

La estructura abierta de BACnet y los comandos orientados a objetos permite a los desarrolladores proporcionar mejoras o características, manteniendo la interoperabilidad completa de todas las operaciones básicas. Si el uso de una nueva característica de control se generaliza y hay una necesidad para que pueda ser estandarizada entre los proveedores. ASHRAE proporciona un procedimiento para que pueda ser adoptado como un objeto BACnet estándar o servicio.

BACnet es un protocolo estándar abierto no propietario ampliamente aceptada. Las empresas comenzaron anunciar su apoyo a BACnet, incluso antes de la publicación de la versión final de la norma. El hecho de que ASHRAE desarrolló BACnet juega un papel significativo en esta aceptación.

La ANSI percibe BACnet, ser un desarrollo significativo y lo adoptó como un estándar de protocolo dentro de meses de su aceptación por la ASHRAE.

La naturaleza no propietaria de esta norma es importante para los propietarios, ya que ninguna empresa o consorcio tendrán una influencia indebida sobre el futuro desarrollo de la norma, ni tendrán ninguna empresa tenga "conocimiento interno" de los cambios que se avecinan. Un comité abierto que incluyó a representantes de la industria, la academia y el gobierno desarrolló BACnet.

La norma se mantiene en un estado de "mantenimiento continuo", lo que significa que los cambios se pueden proponer en cualquier momento. El comité BACnet reúne dos veces al año para examinar estas propuestas, y cualquier cambio que cree que debería ser incorporado en la norma se publican para su revisión y comentarios públicos. Este proceso abierto no ofrece ninguna ventaja a ningún competidor y asegura que BACnet continuará creciendo y evolucionando.

3.2 ARQUITECTURA DE RED LONWORK

En los últimos años, hay más casos en LonWorks se utiliza para protocolos de capa inferior (protocolos utilizados por las unidades locales de controladores y etc., situado en una capa inferior de la estación central, tales como el sistema de control central), y BACnet se utiliza para protocolos de capa superior (protocolos utilizados entre el sistema de control central o de otro subsistemas (control de seguridad, monitoreo de iluminación, panel de monitoreo y prevención de desastres, etc.).

La arquitectura de red de sistema de control típico, tal como un sistema de control de climatización, se compone de varios niveles de red:

- ✚ Nivel de Administración
- ✚ Controladores de nivel de sistema o Construcción de una
- ✚ Controladores de campo de nivel

El nivel superior de un sistema de control de HVAC³ es típicamente el sistema de gestión de edificios (Business Management System, BMS). El BMS es una estación de trabajo de administración operador que puede comunicarse con, interrogar, y controlar cualquiera de los controladores y dispositivos en la red.

Un BMS controla, supervisa, controla e informa sobre la construcción de sistemas de control. Estos sistemas pueden incluir el control de acceso, video vigilancia, alarmas contra incendios, control de climatización, iluminación programable, y la gestión de la energía eléctrica. Sus funciones básicas son:

Proporcionar información sobre las funciones del edificio bajo la supervisión, incluyendo, pero no limitado a, el estado actual, archivada la información histórica, los resúmenes, análisis, displays, e informa sobre las funciones de control y de gestión

Detección, que anuncian, y la gestión de alarmas y otras condiciones

Seguimiento y la notificación de las funciones del sistema, nodos, dispositivos y redes de comunicación de diagnóstico

Interfaz o integración entre los sistemas de control de edificios individuales. Estos sistemas suelen mostrar las siguientes respuestas a la estación de trabajo del operador:

- ❖ Resumen de eventos
- ❖ Pantallas de control de grupo y de tendencias grupo
- ❖ Estado del sistema
- ❖ Pantallas de configuración
- ❖ Los enlaces de comunicación de estado
- ❖ Configuración de los parámetros del sistema
- ❖ Asignación de horario Tiempo
- ❖ Eventos de archivado y recuperación
- ❖ Resumen y configuración periodo de tiempo

Detalle punto por cada punto configurado

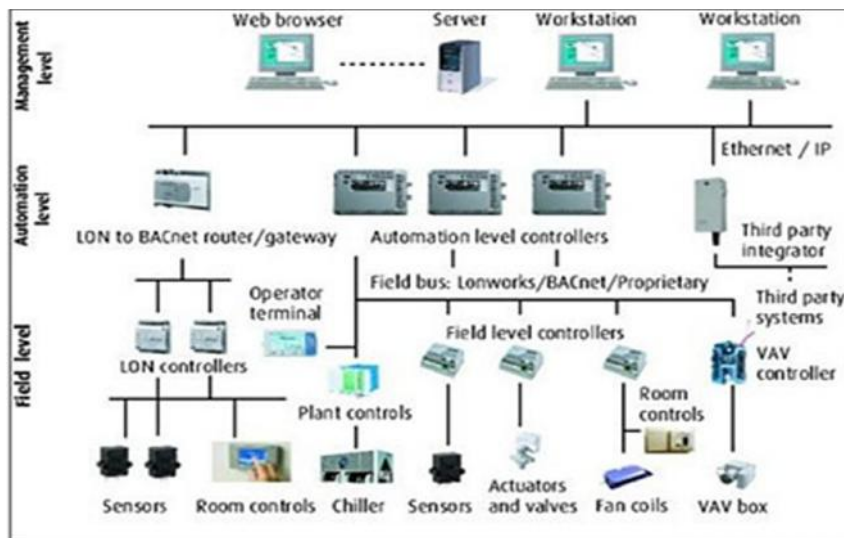


Figura 3.1 Integración Controles diagrama - diagrama de flujo

Fuente: <http://www.wbdg.org/resources/smartcontrols.php>

Los Controladores de nivel de sistema o de nivel de edificio están conectados en red de nuevo al nivel de gestión. Estos controladores pueden gestionar equipos de climatización directamente (por lo general, los componentes más importantes, como las unidades de tratamiento de aire) o de forma indirecta a través de controladores de nivel inferior que están conectados en red en sentido descendente.

Los Controladores de nivel de sistema manejan las operaciones de todos los controladores de nivel de campo posteriores, recoger y mantener los datos, y pueden funcionar como unidades independientes, si se pierde la comunicación con el nivel de gestión. Controladores del sistema tienen una relación de igual a igual con otros controladores.

Los Controladores de nivel de campo sirven pisos del edificio y áreas específicas, aplicaciones y dispositivos. Los controladores de nivel de campo son típicamente controladores limitados, tanto en términos de funcionalidad y conectividad.

Una parte importante de los sistemas actuales de control es el uso de protocolos de comunicación estandarizados y abiertos. Los protocolos establecen un formato de datos transparente que prevé el intercambio de datos dentro y entre los sistemas de control. Los protocolos de comunicación más conocidos establecidos por los organismos de normalización y usados con los sistemas de control son BACnet, LonWorks y KNX. Modbus, un protocolo de comunicaciones de facto, es de uso general en la construcción de sistema de control para ascensores, metros y administración de energía.

BACnet es un acrónimo de la construcción de redes de automatización y control. Se trata de un protocolo de comunicación internacional de datos desarrollado y mantenido por la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE). Fue publicado por primera vez en 1996. BACnet proporciona un estándar para la representación de las funciones y el funcionamiento de los dispositivos de automatización y control de edificios. Por ejemplo, el protocolo cubre cómo solicitar un valor de un sensor de humedad o enviar una alarma de estado de la bomba.

El principio del desarrollo de BACnet, era de alejarse de comunicaciones propietarias a los dispositivos similares de diferentes fabricantes, y en lugar de tratar las comunicaciones y el control de dispositivos como-en una forma común estándar. Este enfoque y la estructura permiten a BACnet que se utilizará en HVAC, sistemas de iluminación, sistemas de alarma de incendios y otros sistemas de automatización de edificios. BACnet puede comunicarse a través de varios tipos de redes. Estos incluyen Ethernet y MS/TP (master-slave/token-passing).

LonWorks se refiere a menudo como un protocolo de comunicaciones para redes de control, pero porque incluye un protocolo de comunicación con un microprocesador dedicado y transceptores de medios de comunicación, es más una plataforma de red. LonWorks fue creado por el Echelon Corporation. En 1999 se presentó el protocolo de comunicaciones (antes LonTalk) y admitido como un modelo para el control de redes (ANSI/CEA-709.1-B). En 2009 se convirtió en LonWorks un estándar internacional,

ISO/IEC 14908. Mientras LonTalk aborda la cuestión de cómo los dispositivos se comunican, LonWorks define el contenido y la estructura de la información que se comunica. El protocolo se centra principalmente en la construcción y la domótica.

Modbus es un protocolo de comunicaciones publicado por Modicon en 1979. En ese momento Modbus se centró principalmente en la comunicación con los controladores lógicos programables (PLC's) fabricados por Modicon y usados en automatización industrial. Modicon es actualmente una empresa propiedad de Schneider Electric, y en 2004 el estándar Modbus fue trasladado a una organización sin fines de lucro, Modbus-IDA.

Las siguientes Normas ASHRAE y sus Directrices

ASHRAE 11-2009 Directrices publicada. Pruebas de Campo de HVAC Componentes de control.

ASHRAE 13-2007 Directrices publicada. Especificación de Sistemas de Control Digital Directo

ANSI / ASHRAE 135-2010 norma publicada. BACnet-un protocolo de comunicación de datos para la creación de Automatización y Control de Redes

ANSI / ASHRAE Estándar 135,1-2011 norma publicada. Método de prueba para la Conformidad con BACnet

SPC 201P Norma autorizado (Albuquerque) 30 de junio 2010 Fondo para Smart Grid Information Model.

3.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LONWORK

Cada una de estas características se describe a continuación:

LonWorks es una tecnología de red de arquitectura abierta desarrollada por Echelon Corporation. LonWorks fue desarrollada por Echelon Corporation en torno a 1990. A fin de realizar una arquitectura abierta, se adoptaron los protocolos de comunicación abiertos y un entorno de desarrollo para dispositivos (nodos), para organizar un ambiente donde el libre desarrollo podría ser realizado por terceros. En consecuencia, varias empresas fueron capaces de desarrollar productos, no sólo Echelon.

Cada dispositivo (nodo) tiene un CPU integrado llamado un chip neuronal, que permite la construcción de una red de control inteligente descentralizado autónomo.

Hasta entonces, era muy inusual para llevar a cabo el control descentralizado autónomo por un dispositivo (nodo) con una CPU integrada, a excepción de los secuenciadores (PLC), DDC (controladores digitales directos, principalmente los controladores para el control del aire acondicionado), etc.

En los dispositivos (nodos) de LonWorks, ya que una CPU (que consiste en una MAC-CPU, NET -CPU y APP-CPU en un conjunto) denomina un chip neurona está incorporado en cada dispositivo (nodo), cada dispositivo hace su propia decisión de realizar operaciones individuales en la entrada de condiciones para cada dispositivo (nodo), independientemente de la central de supervisión.

Por lo tanto, las diversas cadenas de mando que se concentraron en la central de supervisión podrían distribuirse que reduce en gran medida el tráfico de red, y un sistema podrían ser construidos donde la vida y la muerte del dispositivo (nodo) no afecta a todo el sistema. Por ejemplo, cuando los sensores de luz y la iluminación están conectados a LonWorks para encender las luces cuando se alcanza un cierto luminancia, la central de monitoreo sería convencionalmente enviar ON/OFF comandos basado en la información de los sensores de iluminación.

En LonWorks, los dispositivos (nodos) toman sus propias decisiones sin tener que pasar a través de la central de monitoreo para activar / desactivar la iluminación. Sólo los resultados o el estado se envían a la supervisión central, y si es necesario, también se pueden controlar desde el monitoreo central. Además, incluso si falla un dispositivo (nodo), otros dispositivos (nodos), o todo el sistema no se verán afectados.

LonWorks tiene una excelente interoperabilidad y es adecuado para entornos de múltiples proveedores y también utiliza un lenguaje común que se llama SNVT establecer entornos de comunicación mutuos. La mejor característica de LonWorks es el sistema abierto, lo que garantiza la interoperabilidad.

3.4 OPERACIÓN DE RED LONWORK EN DETECCIÓN DE LLAMA EN TERMINAL CHORRILLO

Los monitores del sistema de control de los dispositivos de campo básicos y sensores que están conectados a los controladores o directamente a una cabecera del sistema. Los datos de los sensores y los dispositivos de

campo son insumos para el sistema de control. La entrada de datos se procesa y se compara con las normas y ajustes para el sistema de control. Sobre la base de los datos de entrada, el sistema de control o bien determinar los datos está dentro de un intervalo aceptable y el sistema está funcionando correctamente o la entrada de datos está fuera de un rango aceptable de activación del sistema de control para emitir comandos para cambiar el estado del dispositivo controlado. Un ejemplo típico sería la temperatura ambiente es más alta o más baja que la temperatura de consigna.

Cada uno de los sistemas de control es una red y los sistemas tienen algo en común. Todos ellos tienen puntos de datos que pueden ser monitoreados y gestionados. Los sistemas necesitan cableado y de cable vías o conectividad inalámbrica. El sistema utilizará un protocolo de comunicaciones para el intercambio de datos dentro del sistema de control. Muchos de los sistemas tendrán una base de datos y estaciones de trabajo de administración del sistema. Además, los sistemas probablemente necesitarán direcciones IP, el poder y el espacio sala de equipos y por lo general requieren acceso a la web.

Sensores y transmisores que son parte de un sistema de control pueden incluir termostatos, transmisores de presión diferencial de líquidos para bombas y enfriadores, sensores de presión diferencial para fluidos y flujo de aire, sensores de presión estática, sensores de presión de aire, CO₂ sensores, sensores de presencia, sensores de humedad, etc.

Estos dispositivos pueden comunicarse entre sí o al controlador con señales analógicas o digitales. Las entradas analógicas a un controlador puede ser una señal de cambio de forma continua desde un dispositivo o sensor externo, tal como un sensor de temperatura. Las entradas digitales a un controlador son simplemente una de dos estados, la señal de encendido y apagado de los dispositivos o sensores externos, como un interruptor.

En mucho la misma manera, salidas analógicas de un controlador son señales de "variable proporcional" enviados por el controlador para ajustar un dispositivo de accionamiento o dispositivo de control externo, como un actuador de válvula. La salida digital de un controlador es una señal de dos estados o de dos posiciones desde el controlador a un actuador, como por ejemplo el relé del ventilador de control del interruptor de arranque-parada.

La mayoría de los dispositivos de campo y equipo de la construcción de sistemas de automatización se comunican a velocidades de red de baja, por lo general se transmite a una velocidad de menos de 1 Mbps. La red de comunicaciones para un sistema de automatización de edificios es típicamente en una estrella física o topología de bus desde el controlador.

El Control Digital Directo (DDC) se utiliza comúnmente en los sistemas de climatización más complejos. DDC permite un controlador de sistema para calcular la secuencia de operaciones sobre la base de la entrada digital a partir de los sensores del sistema.

Los controladores son basados en un microprocesador, y se programan con la lógica de control para el equipo que vigila y gestión. La lógica de

control es la estrategia para hacer una pieza de equipo funciona correctamente, usando entradas de datos adecuadas y el establecimiento de la condición requerida. Los bucles de control pueden ser abiertos o cerrados.

Un lazo abierto es un controlador de la obtención de datos de entrada, en comparación con la lógica de control del controlador, y a continuación, controlar o ajustar el dispositivo controlado.

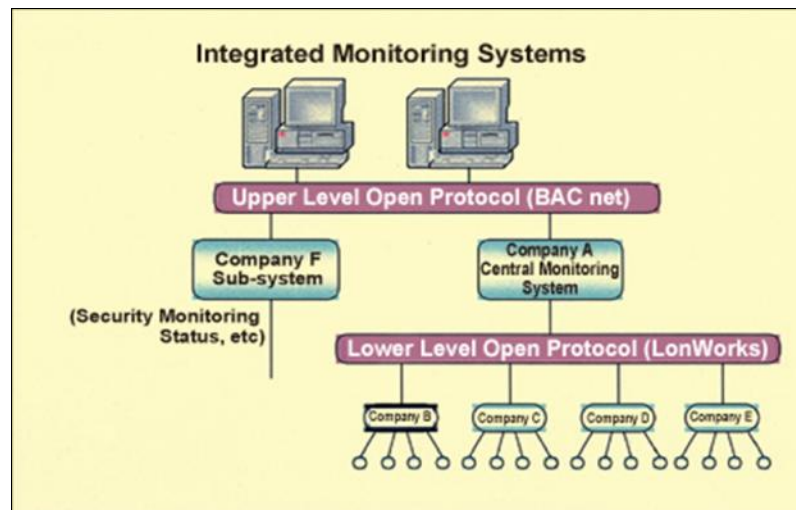


Figura 3.2 Integración de sistemas de monitoreo

Fuente: <http://en.watanabe-electric.co.jp/technologies/5/>

Un bucle o lazo de retroalimentación de bucle cerrado o es cuando los datos de entrada de un dispositivo se ve afectada por el dispositivo controlado. Al ser arquitectura abierta, se pueden configurar diferentes tipos de medidores convencionales y convertidores de señal y eso es fundamental en la implementación de sistemas de automatización de plantas y terminales de GLP.

Tabla 3.1 Matriz de causa-efecto para gas y fuego

SISTEMA DE GAS Y FUEGO (CAUSA Y EFECTO)										
SISTEMA AUTOMÁTICO	ACTIVACION + ON	SOLENOIDES DE CO2		ALARMA SONORA	ALARMA VISIBLE	DISPARO DE TURBINA	ACTIVACION SISTEMA RESPALDO	CONFIRMACION DESCARGA CO2 S398-38	CIERRE DE DAMPERS	ALARMAS Y/O DISPAROS VISUALIZADAS EN HMI TURBINA
	NO ACTIVACION - OFF	L598-20 (Primary)	L598-21 (Release)	STROBEA-HORN AHOS298-A	STROBE DS298-A					
DETECTOR UVIR SECCION DELANTERA (2398-66)	FUEGO DETECTADO	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	FL_Fire_Detected, FL_Fast_Stop_Latch, FL_Fire_Sps_Discharged
DETECTOR UVIR SECCION MEDIA (2398-61)	FUEGO DETECTADO	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	FL_Fire_Detected, FL_Fast_Stop_Latch, FL_Fire_Sps_Discharged
DETECTOR TERMICO SECCION DELANTERA (5398-37A)	FUEGO DETECTADO	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	FL_Fire_Detected, FL_Fast_Stop_Latch, FL_Fire_Sps_Discharged
DETECTOR TERMICO SECCION MEDIA (5398-38B)	FUEGO DETECTADO	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	FL_Fire_Detected, FL_Fast_Stop_Latch, FL_Fire_Sps_Discharged
DESCARGA MANUAL S398-14	ACTIVACION MANUAL BOTON EN PANEL DE CONTROL	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	FL_Fast_Stop_Latch, FL_Fire_Sps_Discharged, Al_Fuel_Fire_Sys_Manual_Release
DESCARGA MECANICA (PERILLAS DEL GABINETE DE CO2)	TIRAR DE PERILLAS MECANICAS	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	FL_Fast_Stop_Latch, FL_Fire_Sps_Discharged

SISTEMA DE GAS Y FUEGO (CAUSA Y EFECTO)										
SISTEMA INHIBIDO	ACTIVACION + ON	SOLENOIDES DE CO2		ALARMA SONORA	ALARMA VISIBLE	DISPARO DE TURBINA	ACTIVACION SISTEMA RESPALDO	CONFIRMACION DESCARGA CO2 S398-38	CIERRE DE DAMPERS	ALARMAS Y/O DISPAROS VISUALIZADAS EN HMI TURBINA
	NO ACTIVACION - OFF	L598-20 (Primary)	L598-21 (Release)	STROBEA-HORN AHOS298-A	STROBE DS298-A					
DETECTOR UVIR SECCION DELANTERA (2398-66)	FUEGO DETECTADO	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	FL_Fire_Detected, FL_Fast_Stop_Latch, Al_Encl_Fire_System_Inhibited
DETECTOR UVIR SECCION MEDIA (2398-61)	FUEGO DETECTADO	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	FL_Fire_Detected, FL_Fast_Stop_Latch, Al_Encl_Fire_System_Inhibited
DETECTOR TERMICO SECCION DELANTERA (5398-37A)	FUEGO DETECTADO	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	FL_Fire_Detected, FL_Fast_Stop_Latch, Al_Encl_Fire_System_Inhibited
DETECTOR TERMICO SECCION MEDIA (5398-38B)	FUEGO DETECTADO	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	FL_Fire_Detected, FL_Fast_Stop_Latch, Al_Encl_Fire_System_Inhibited
DESCARGA MANUAL S398-14	ACTIVACION MANUAL BOTON EN PANEL DE CONTROL	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	Al_Encl_Fire_Sys_Manual_Release, FL_Fast_Stop_Latch, FL_Fire_Sps_Discharged, Al_Fuel_Fire_System_Inhibited
DESCARGA MECANICA (PERILLAS DEL GABINETE DE CO2)	TIRAR DE PERILLAS MECANICAS	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	FL_Fast_Stop_Latch, FL_Fire_Sps_Discharged, Al_Encl_Fire_System_Inhibited

Fuente: Petrocomercial

Descripción General del Sistema de Detección Primario: Detector UV-IR “Fire Eye” Detector de Flama Estos detectan la radiación Ultravioleta e infrarroja de una fuente de hidrocarbano, llama abierta, etc.

Al detectar fuego el dispositivo envía la señal hacia el controlador EQP, y este hace activar la alarma (audible y visible) y a su vez envía una señal de descarga hacia los solenoides de descarga de los cilindros de CO₂ descargando el agente extintor.

Un caso práctico, (Velásquez, 2011) lo indica con los componentes de operación de un sistema de Turbo bombas y Turbo generadores (TT4), el desempeño de un controlador es ofrecer sistema de respaldo, para el paro

de la turbina y enclavamiento del sistema. El sistema TT4 al parar el equipo y estar activado el sistema de respaldo por Fuego detectado, interrumpe la Post lubricación por el lapso de 10 minutos, pasado este tiempo inicia la post lubricación para evitar daños en los cojinetes, solo si ya se encuentra re-establecido el disparo por fuego. De lo contrario si no se re-establece el disparo en los 10 minutos posteriores al evento de fuego, el equipo estará por más tiempo sin lubricación y es probable que sufra daños en los cojinetes por falta de aceite de enfriamiento. Por lo tanto después de un evento de fuego, y que este ya haya sido suprimido, re-establecer las alarmas y disparos presentes.

3.4.1 DETECTORES DE LLAMA

Los detectores de llamas convierten la radiación electromagnética emitida por las llamas en una señal eléctrica. Un detector de llama responde bien a la energía radiante visible para el ojo humano (aprox. 4.000 a 7.700 Angstroms) o fuera del rango de la visión humana. Similares para el ojo humano, detectores de llama tienen un "cono de visión", o ángulo de visión, que define la capacidad de detección efectiva del detector.

Un sistema de detección de la llama debe ser elegido para el tipo de fuego que es probable. Por ejemplo, un detector de luz ultravioleta (UV) responderá a un fuego de hidrógeno, sino una (IR) detector de infrarrojos que opera en el rango de sensibilidad 4,4 micras (espectro de emisión de CO₂ caliente) no lo hará.

Debido a sus capacidades de detección rápida, detectores de llama se utilizan generalmente sólo en las zonas de alto riesgo, como las

plataformas de carga de combustible, áreas de procesos industriales, cámaras hiperbáricas, áreas con techos altos y ambientes en los que se pueden producir explosiones o incendios muy rápidos. Debido a que los detectores de llama deben ser capaces de "ver" el fuego, que no deben ser bloqueadas por objetos colocados en frente de ellos. El detector de tipo de infrarrojos, sin embargo, tiene cierta capacidad para detectar la radiación reflejada de paredes.

La radiación ultravioleta (UV) detectores utilizan generalmente un dispositivo de estado sólido, tales como carburo de silicio o nitruro de aluminio, o un tubo lleno de gas como el elemento de detección. Los detectores UV son esencialmente sensibles a ambos, la luz solar y la luz artificial. Una llama UV irradia en el rango de 1850-2450 Angstroms. Prácticamente todo el fuego emite radiación en esta banda, mientras que la radiación del sol en esta banda es absorbida por la atmósfera de la Tierra. El resultado es que el detector de UV es "ciego" a la radiación solar, lo que significa que no va a causar una alarma en respuesta a la radiación del sol. La consecuencia de esta característica es que fácilmente se puede utilizar tanto en interiores como en exteriores.

Los detectores de UV son sensibles a la mayoría de los incendios, incluyendo hidrocarburos, metales, azufre, hidrógeno, hidracina, y el amoníaco. Soldadura por arco, arcos eléctricos, los relámpagos, los rayos X utilizados en los equipos de pruebas no destructivas de metal, y los materiales radiactivos puede producir niveles que activan un sistema de detección UV.

La presencia de gases y vapores de absorción de UV se atenuan la radiación UV radiación de un incendio, que afecta negativamente a la capacidad del detector de "ver" una llama. Del mismo modo, la presencia de una niebla de aceite en el aire o una película de aceite en la ventana del detector tendrá el mismo efecto.

Un detector de infrarrojos (IR) básicamente se compone de un filtro y el sistema utilizado para seleccionar longitudes de onda no deseadas y enfocar la energía entrante en un fotovoltaica o foto de células resistivo sensible a la radiación infrarroja. Los detectores de llama IR puede responder a la componente de IR total de la llama solo o en combinación con el parpadeo de la llama en el rango de frecuencia de 5 a 30 Hz.

Un problema importante en el uso de detectores de infrarrojos que reciben sólo la radiación IR es la posible interferencia de la radiación solar en el ancho de banda de infrarrojos. Los detectores IR son sensibles a la mayoría de los incendios de hidrocarburos (líquidos, gases y sólidos). Los incendios, tales como la quema de metales, amoníaco, hidrógeno y azufre no emiten cantidades significativas de radiación IR en el rango de 4.4 micras sensibilidad de la mayoría de detectores de IR.

En las figuras siguientes, se aprecia el modelo X3301 multiespectro, que está instalado en el terminal El Chorrillo, este dispositivo, es la mejor opción para un detector de llama, con el mayor rango de cobertura de detección combinado con el más alto nivel de inmunidad a las falsas alarmas.



Figura 3.3 Detector de gas Infra rojo modelo X3301

Fuente: Equipo de Petrocomercial

Este detector utiliza algoritmos de procesamiento de señal avanzadas para proporcionar un impresionante nivel de protección continua en presencia de fuentes de alarma potenciales para el rechazo máximo falsa alarma a todas las fuentes espurias. Separadamente tiene las siguientes características.

Rango de detección extendido de 210 pies a un incendio de gasolina

- ✚ Óptica con calefacción controlado por microprocesador para un rendimiento óptimo en entornos adversos
- ✚ Calibrado comprobación automática de integridad óptica en cada sensor garantiza un rendimiento adecuado del detector
- ✚ Comunicación HART disponible en un modelo seleccionado
- ✚ FM, CSA, ULC, VdS, aprobaciones ATEX y marcado CE
- ✚ Certificados SIL-2 y EN54-10
- ✚ Registro de eventos

Las opciones de salida incluyen: relés, 4-20 mA, RS-485, EQP direccionales, y salida de pulso.

El modelo de salida de impulsos puede sustituir a los sistemas de detección de llama basados en controlador de Det-Tronics que generan una salida de impulsos existente. Controladores compatibles incluyen: Serie R7404, 7494, y los controladores de R7495.

3.4.2 CALIBRACIÓN DEL DETECTOR

La figura 3.4 muestra el procedimiento de calibrar los dispositivos de detección de gas.



Figura 3.4 Calibración de detectores de gas

Fuente: Taller Petrocomercial

3.4.3 LOS DETECTORES DE CALOR

Los detectores de calor están equipados con un elemento sensible a la temperatura y sólo son adecuados para la detección de los fuegos abiertos. Ellos responden bien cuando el elemento de detección alcanza una temperatura fija predeterminada o a una tasa especificada de cambio de temperatura. En general, los detectores de calor están diseñados para funcionar cuando el calor provoca un cambio prescrito en una propiedad física o eléctrica de un material o de gas.



Figura 3.5 Instalación de detectores de gas en islas de despacho en Terminal el Chorrillo

Fuente: Terminal el Chorrillo 2013

Los detectores de calor pueden ser sub - divididos por sus principios de funcionamiento

- Los detectores de calor de temperatura fija
- Tasa de Detectores Rise
- Detectores de combinación

Los detectores de calor de temperatura fija están diseñados para alarma cuando la temperatura de los elementos de mando llega a un punto específico. Al alcanzar esta temperatura, el detector cambia al modo de alarma. Estos detectores se basan en el principio funcional de un termistor (elemento semiconductor con el resistor sensible a la temperatura), un elemento fusible, una tira bimetálica o la expansión de un líquido.

La temperatura del aire en el momento de la alarma es por lo general considerablemente más alta que la temperatura nominal, porque se necesita tiempo para el aire para elevar la temperatura del elemento de mando a su punto de ajuste. Esta condición se llama inercia térmica.

Con el detector de temperatura de la velocidad de aumento, el aumento de la temperatura por unidad de tiempo necesario para disparar una alarma se define ($^{\circ}$ C/min). Si el aumento de la temperatura medida por unidad de tiempo supera este umbral, se activa una alarma. Los detectores de temperatura de la velocidad de subida se basan generalmente en el principio de funcionamiento de un termistor.

En la práctica, los detectores de temperatura de la velocidad de subida se diseñan generalmente para que ellos también cambian al modo de alarma

cuando se supera una temperatura máxima predefinida - similar al detector de temperatura fija (detector de combinación).

A medida que el valor de referencia para la activación de la alarma es la tasa de aumento, estos detectores son claramente superiores a los detectores de temperatura fijos. Sin embargo, todavía se limitan a aplicaciones de bajo riesgo y sólo se aplican en situaciones en que un detector de humo estaría sujeto a fenómenos engañosos masivas.

3.4.4 LOS DETECTORES MULTISENSOR DE FUEGO

Los detectores de incendio multisensor son, básicamente, los detectores de humos fotoeléctricos, por lo que van a responder a fuegos latentes. La adición de un elemento de detección de calor permite que el de sensores múltiples para dar una respuesta a la quema (en llamas) incendios que es comparable a la de un detector de ionización de ayunar .

Los detectores de incendio multisensor que están equipados con sensores de luz difusa y sensores de calor se caracterizan por el siguiente comportamiento de detección:

- Una buena detección de fuegos latentes con partículas de humo de luz y de color negro.
- Detección segura de fuegos sin humo visible por el sensor de calor.
- Inmunidad a los fenómenos perturbadores como los gases de vapor y de escape.

La principal ventaja de los detectores de incendios multisensor es que no sólo las fortalezas y debilidades de los diferentes sensores pueden ser equilibradas debido a la combinación de las diferentes magnitudes de

medida, sino una interpretación de los acontecimientos se hace posible. El resultado es una mejora de la velocidad de respuesta (detección temprana de incendios) y una inmunidad considerablemente superior a los fenómenos engañosos (sin falsas alarmas).

3.4.5 MONITOREO CON CONTROLADOR EQP

En el terminal el Chorrillo, los controladores que gobiernan a los sensores de llama, de gas y otros más, son de la marca Det-Tronics EQP, este controlador es un sistema distribuido configurable, inteligente de seguridad que proporciona la llama y/o detección de gas, junto con la señalización de alarma, notificación, la descarga del agente extintor, y/o el funcionamiento en cascada. Todos los componentes del sistema están integrados en una red de comunicación digital de alta disponibilidad. El sistema es ideal para aplicaciones industriales exigentes que requieren un sistema de protección nominal para lugares peligrosos.

Dos controladores EQP se pueden configurar como un par redundante, lo que aumenta la disponibilidad del sistema. Los controladores trabajan en modo "Master" y modo "Hot Standby". En condiciones normales de funcionamiento, el controlador Standby recibe los mismos insumos y la información de actualización como el Maestro, pero no tiene control sobre las salidas y no ejecuta la lógica de usuario, en caso de una conmutación, una transferencia sin perturbaciones se produce.

El Controlador monitorea continuamente los dispositivos de campo en el Circuito de Línea Local Operating Network/Signaling (LON/SLC) y lleva a cabo las funciones lógicas necesarias para generar la salida adecuado. El

controlador realiza las operaciones lógicas programables tanto estáticos como usuario. La lógica estática controla la placa frontal pantallas y salidas de relé (alarma, problema y supervisión), según ANSI/NFPA 72. La lógica estática también se activa una función de circuitos de anunciación, que consta de dos alarmas visibles y audibles.

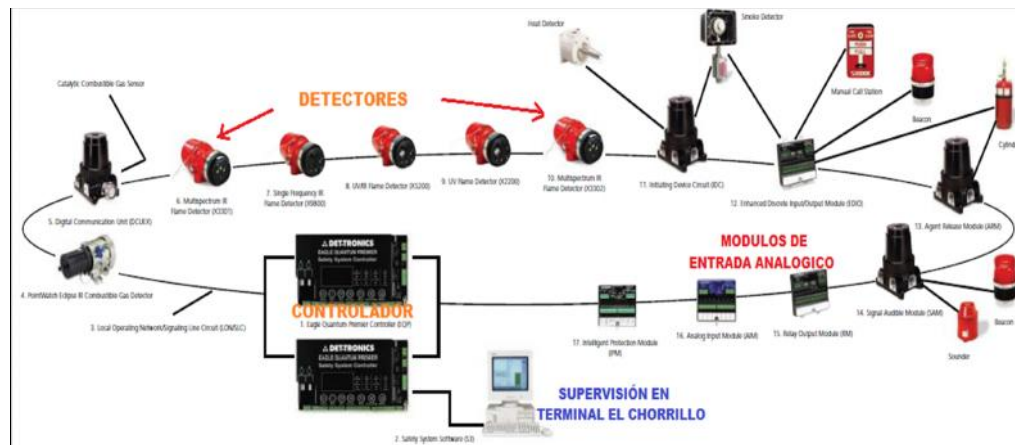


Figura 3.6 Esquema de detectores de GLP conectados a controlador
Diseño: Carlos Medina, 2013

Con el controlador Det-Tronics Safety System Software se puede ejecutar cualquier supervisión de varias zonas, los reportes o las operaciones programadas que pueden ser necesarios en un sistema.

El controlador también tiene disposiciones para la comunicación con dispositivos y software externos. Es un sistema completo en lo que se refiere a equipos necesarios para la detección y alerta de una alarma de fuego y gas, ya que los controladores programables y se comunicaran con el sistema de seguridad de la planta de manera de comunicación en “duro” y por comunicación vía Modbus RS 485.

El sistema en el campo tendrá una comunicación de anillo de red llamada red LON (Local Operation Network) en la cual se conectan los instrumentos tal como detectores de fuego, detectores de gas, alarmas sonoras y visibles, estaciones manuales y el lo que refiere a programación se basará en el filosofía de control y el diagrama causa y efecto será programado en el software que proporciona la marca de todos estos equipos para poder brindar una solución integral para este sistema.

Cada dispositivo de la LON/SLC contiene el hardware y software necesario para aislar y comunicación re-ruta en el caso de una falla en el cableado de la red. Cuando se produce un problema en algún lugar dentro del cableado de la red, el controlador anuncia el fallo, mientras que el circuito de aislamiento de fallos ejecutará la acción de dejar el o los nodos aislados de la sección de la red en la que tiene error o alarma ocurrida. En la figura 3.7 se detalla la comunicación entre nodos a través de la red.

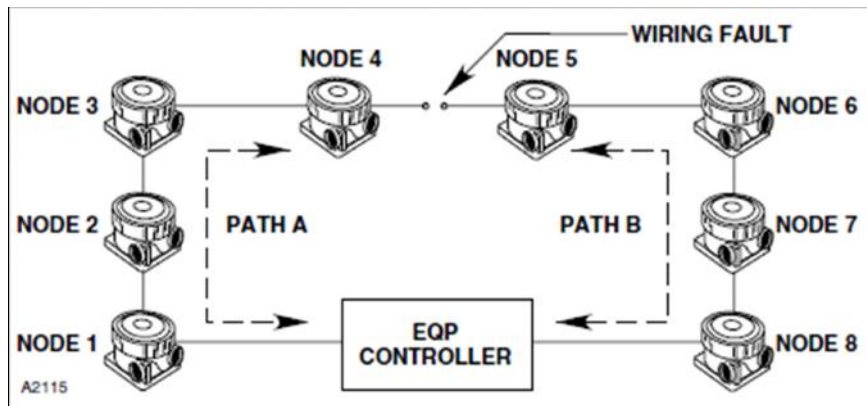


Figura 3.7 Nodos conectados con controlador EQP

Fuente: Manual del controlador EQP

Monitoreo de Gases Peligrosos (H_2S) Según el autor Oscar Velásquez Aguilar en su trabajo sistema de gas y fuego EQP señal que, el sistema de

Monitoreo de gas al detectar una concentración de gas H₂S por arriba de 10 PPM, activa una alarma por Alta concentración de gas toxico, lo cual activa la alarma audible y visible. Si la concentración de gas incrementa a más de 20 PPM, se activará una alarma por Muy alta concentración de Gas Toxico, el EQP enviará una señal hacia el control de la turbina, activándose el disparo del equipo y el enclavamiento por medio del sistema de respaldo. Si el equipo se encuentra fuera de operación, y se activa una alarma por alta concentración de gas, se activará en forma automática el sistema de ventilación, para desalojar el gas del interior del encabinado.

Descripción General

(Velásquez, 2011) Señala que el sistema de Monitoreo de gas al detectar un alto nivel de explosividad por presencia de gas combustible arriba de 20 % LEL, activa una alarma por Alto nivel de gas combustible, lo cual activa la alarma audible y visible. Si el nivel de gas incrementa a más de 40%LEL, se activará una alarma por Muy alto nivel de gas combustible, el EQP enviará una señal hacia el control de la turbina, activándose el disparo del equipo y el enclavamiento por medio del sistema de respaldo.

Si el equipo se encuentra fuera de operación, y se activa una alarma por alta concentración de gas, se activará en forma automática el sistema de ventilación, para desalojar el gas del interior del encabinado.

3.4.6 OPERACIÓN DEL CONTROLADOR EQP

Las señales de los instrumentos que permiten la detección de gas y de llama, son llevadas a un PLC dedicado (detección/emergencia), el cual se comunica con el sistema supervisor Central a través del sistema integrado

de seguridad (SIS). El PLC del sistema contra incendio emite señales de control para la operación de las válvulas de diluvio correspondientes al sistema contra incendio que entra en operación.

Los sensores de gas están en sitios fijos, como islas de despacho, bombas, compresores, ductos. Etc. Estos detectores deberán medir la concentración de los gases, con lo cual se genera alarmas al 20% y al 40% del límite de explosividad (LEL).

Los sensores de incendio son detectores de radiación multi espectro, ubicados convenientemente en las diferentes zonas de la estación (planta GLP).

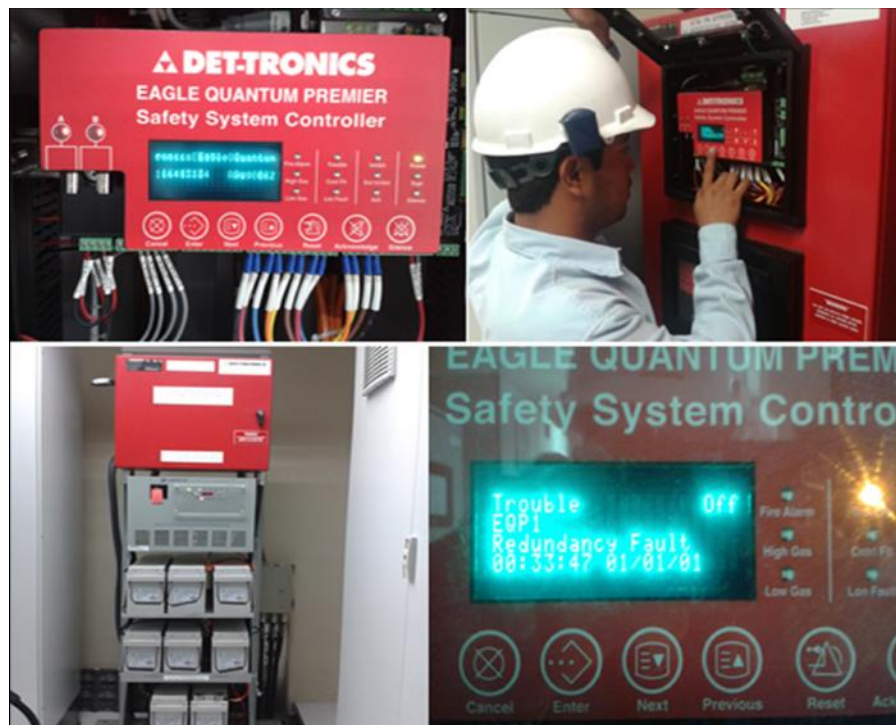


Figura 3.8 Controlador EQP (PLC dedicado a detección de gas y llama)

Fuente: Terminal el Chorrillo

En el caso de activarse dos más detectores de gas, se procede a activarse las alarmas las cuales alertaran del lugar donde se presente fuga de gas.

En caso de incendio se cierran las válvulas de GLP y se apagan las bombas realizando una parada de planta por fuego, esto está dispuesto en la Matriz Causa-Efecto.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE CONTROL DE GAS Y FUEGO EN CHORRILLO

Es importante destacar que en la operación de la planta, se debe realizar, recepción de combustible, almacenamiento y distribución del mismo. Bajo esta aclaración, se analiza los criterios de control de fuga de gas o conato de incendio en el terminal Chorrillo.

4.1 CONTROL DE OPERACIONES EN TERMINAL GLP CHORRILLO

Durante la recepción de una partida de Gas Licuado de Petróleo (GLP), el operador del cuarto de control monitorea y supervisa a cada instante las condiciones de operación en el Terminal, mediante el HMI (programa SCADA) instalado en el computador principal, y a cada hora se anotara las condiciones como: presión de entrada, barriles/hora, temperatura, presión de descarga, y el acumulado, datos que intercambia con la estación Monteverde y se registra en el Terminal el Chorrillo.

Entonces el programa instalado en el computador principal, permite la visualización, monitoreo y control de las variables y equipos desplegados en el Terminal. La ventana principal del HMI es la de operaciones, es la más importante debido a que desde ahí se puede ingresar a todas las áreas del Terminal. Bajo una programación de iconos o gráficos, el menú principal de control en el terminal chorrillo es la que se muestra en la figura 4.1.



Figura 4.1 Monitoreo de operación de terminal de GLP el Chorrillo

Fuente: Monteverde- Petrocomercial

Según (RODRÍGUEZ, 2005) en su tesis que es de similar contenido, señala que desde un SCADA en una planta GLP, se puede monitorear y controlar de forma automática, las siguientes áreas:

- ✚ BOMBAS.
- ✚ COMPRESOR DE AIRE.
- ✚ MEDIDORES DE CORIOLIS.
- ✚ DESPACHO.
- ✚ ESFERAS.
- ✚ ISLAS DE DESCARGA.
- ✚ RECEPCIÓN.

- ✚ SISTEMA CONTRA INCENDIOS.
- ✚ TRANSFERENCIAS DE GLP ENTRE ESFERAS.
- ✚ TRANSFERENCIAS DE GASOLINA.
- ✚ UNIDAD DE RELICUEFACCIÓN.
- ✚ VÁLVULAS MOTORIZADAS.
- ✚ VÁLVULAS ON / OFF.
- ✚ VÁLVULAS PID

La ventana de bombas, desde donde se puede seleccionar una bomba para despacho se observa en la figura 4.2.

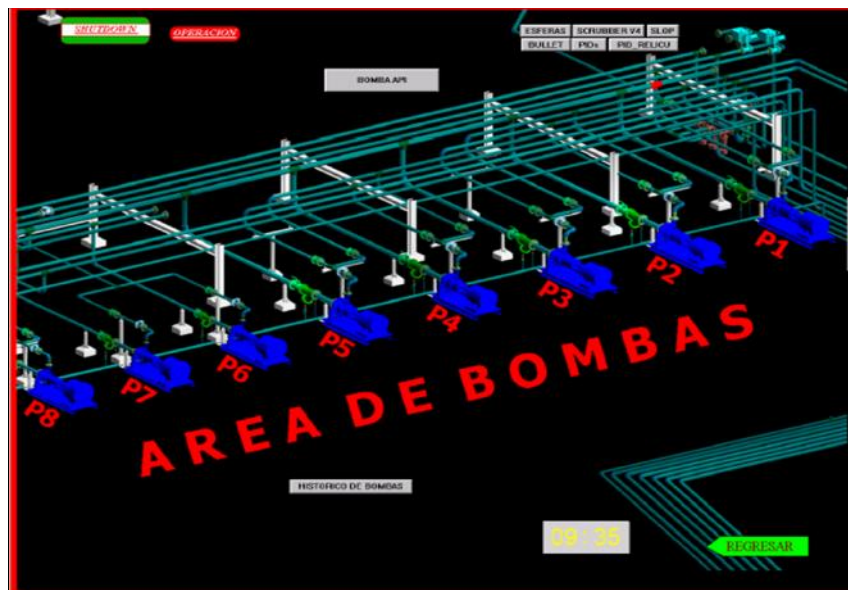


Figura 4.2 Monitoreo de áreas de bombas vista desde el monitor principal (SCADA)

Fuente: Monteverde-Petrocomercial

Además, se tiene la siguiente ventana en donde se pueden visualizar los datos de presión, nivel y temperatura.



Figura 4.3 Monitoreo de áreas de esferas (SCADA)

Fuente: Monteverde-Petrocomercial

También existen otras ventanas que permiten monitorear y operar variables y equipos del Terminal, como la que apreciamos a continuación

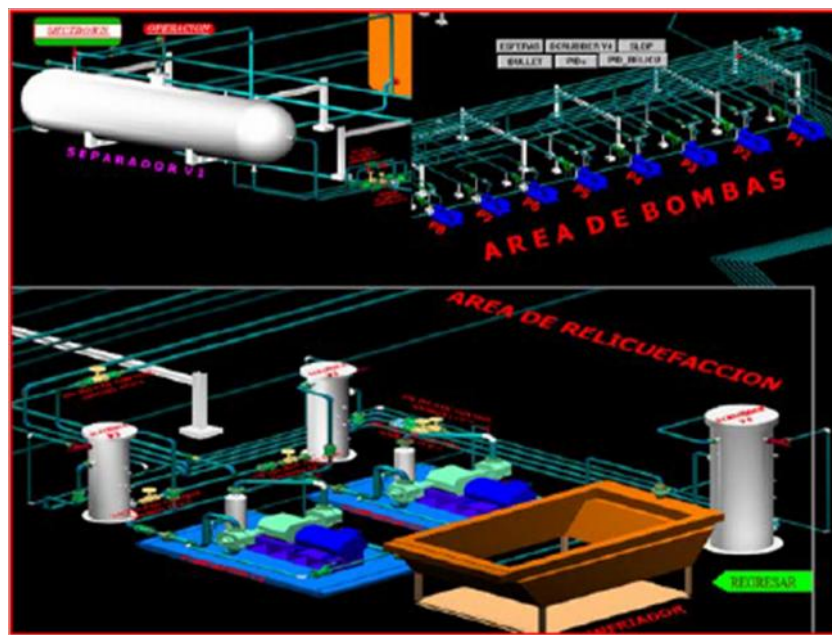


Figura 4.4 Monitoreo de área de Relicuefacción

Fuente: Monteverde-Petrocomercial

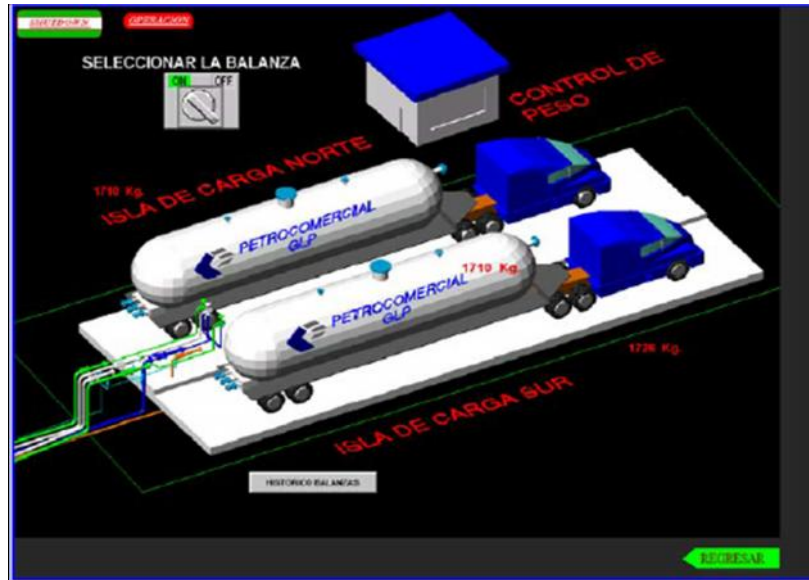


Figura 4.5 Monitoreo de islas de carga, llenado de auto tanques

Fuente: Monteverde-Petrocomercial

4.2 GESTIÓN DE INCENDIOS Y EXPLOSIONES

Como indicaba (Delgado, 2012) dentro de las instalaciones las unidades de proceso frecuentemente operan a altas presiones y temperaturas que puedan causar stress en el equipo. Los equipos utilizados en los procesos deben ser diseñados para soportar los esfuerzos de las condiciones de funcionamiento a las que será sometido. Además de un programa de control de calidad para los materiales, un programa de control específico para estos equipos es importante y debe realizarse durante la construcción de estos equipos para poder dar su conformidad de acuerdo con las especificaciones de diseño.

Reactores, columnas, intercambiadores, calderas y recipientes son típicos ejemplos de equipos que operan a altas presiones y que se encuentran en una refinería. Estos equipos requieren consideraciones especiales de diseño para soportes estructurales, instrumentación y sistemas de protección.

Los tanques que manejan materiales en su totalidad productos en fase de vapor, puede estar sujetos a un sobrecalentamiento y este provocar una rotura rápida por sobrepresión.

Otros tanques (incluidos los que tienen dos fases o tanques) que contienen líquidos inflamables también pueden estar sujetos a un sobrecalentamiento por radiación externa.

Las válvulas de aislamiento son capaces de aislar las secciones del proceso para minimizar la cantidad de HC liberado y prevenir flujo de material adicional de otras áreas. Las válvulas de aislamiento deben estar siempre en los límites de la unidad de proceso o dentro de las áreas de proceso para aislar el equipo en caso de incendio. Debe considerarse la posibilidad de un acceso seguro y la capacidad de funcionar de forma manual durante un incendio o en situaciones de emergencia. Donde sea posible, las válvulas deben distanciarse lo de las áreas de proceso del equipo con peligro de incendio para permitir el accionamiento manual de seguridad. Si se encuentran dentro de áreas con peligro de incendio las válvulas pueden necesitar ser capaces de funcionar a distancia.

Estas válvulas para acceder el vaciado de la parte líquida del combustible, se debe asumir en consideración dentro de la protección contra incendios que estas válvulas pueden intervenir de forma importante dentro de un incidente en un tanque ardiendo ya que permitirían el vaciado del combustible ya que esta se sitúa sobre la capa en contacto con el oxígeno (pool fire).

Las válvulas de aislamiento también pueden permitir el cegamiento para el mantenimiento y la inspección. Durante el aislamiento del tanque (para

operaciones de mantenimiento o reparación) deben instalarse equipos de alivio de sobrepresión para impedir aumentos de temperatura y explosiones.

En la industria del petróleo se utilizan bombas y compresores que transbordan fluidos inflamables o combustibles a altas temperatura, por ello se debe procurar exclusiva atención al diseño de bombas y compresores para minimizar la posibilidad de incendio de la zona de proceso de GLP.

Junto a estos equipos se colocan sistemas de purga o alivio para evitar daños por la entrada de líquidos en los compresores. Estas aberturas deben considerarse como zonas de riesgo de incendio si los compresores manejan gases potencialmente peligrosos (inflamables, combustibles o tóxicos).

Equipos de intercambio de calor, columnas de destilación, reactores a menudo necesitan maniobrar a altas temperaturas para lo que intervienen equipos de calderas o quemadores. Estos equipos suministran una fuente de combustión y por ello deben considerarse con riesgo de incendio además de realizarse bajo unos parámetros de seguridad que permitan el control de las concentraciones de combustible, sistemas de purgado y de parada automática en caso de sobrecalentamiento. Esta parada del equipo debe ser posible a distancia.

Los agentes externos que pueden provocar incendio deben tenerse en consideración los siguientes aspectos.

Conexiones con redes públicas en las que el refluo de hidrocarburos podría provocar un incendio deben contar con sistemas de anti-retorno de estas corrientes.

Durante el proceso de carga de depósitos o camiones, una sobrecarga del recipiente puede provocar el aumento de la presión y temperatura.

La electricidad estática cuando se tratan fluidos a temperatura superior a la temperatura de inflamación puede provocar la ignición del compuesto.

La ubicación de una refinería puede exponer a diferentes variedades de riesgos potenciales. A la inversa, desde propiedades adyacentes también puede exponer a la refinería para los distintos tipos de riesgos, los peligros potenciales deben ser tomados en consideración en la localización de la refinería o evaluar peligros.

4.3 IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN.

Según API 03 se pueden encontrar los siguientes escenarios de incendio. No obstante esta norma indica que estos son solo unos ejemplos y nunca deben tomarse como únicos escenarios de incendio en una planta.

- a) Nubes de vapor que resulta de la liberación de líquidos o gases inflamables.
- b) Vertidos de líquidos inflamables (incluido el tanque o recipiente de rebose).
- c) Aumento de la presión en los recipientes más allá de su presión de diseño.
- d) Enriquecimiento de oxígeno en ambientes carentes de ello.
- e) Aumento de las temperaturas debido a condiciones inestables.
- f) Formación de mezclas inflamables en el interior del equipo.
- g) Mezcla de materiales incompatibles.
- h) Excesiva vibración o choque en las condiciones del proceso.
- i) Liberación del producto debido a la congelación del agua en tuberías de proceso. Dentro de los posibles escenarios en el transvase de material:
- k) Ruptura de recipientes debido a un punto frágil.
- l) Fugas en bridas, juntas, sellos o enchufes.
- m) Fallos de soldadura o fundición.

- n) A lo largo de la cubierta buque.
- o) Exceso de vibración.
- p) Exceso de corrosión / erosión.
- q) Fallos debido a una carga externa o impacto.
- r) Explosión interna.
- s) Rotura del tubo de sobrecalentamiento.

Estos escenarios de incendio pueden desencadenar varios tipos de incendio y explosiones según donde se encuentren y que productos sea objeto de su acción. Se clasifican estas consecuencias en los siguientes tipos:

Tipos de Explosiones:

- Explosiones de vapores confinados (VCE).
- Explosiones de vapores no confinados (UVCE).
- Explosiones de sustancias pulverulentas.
- Explosiones a partir de la expansión de vapores de un líquido en ebullición (BLEVE).

Los parámetros que más se tienen en cuenta para valorar la magnitud de su impacto es la sobrepresión (fase positiva de la onda) y el tiempo.

Tipos de Fuegos:

- Dardo de fuego ("jet fire")
- Incendio de charco ("pool fire")
- Llamarada ("flash fire")
- Bola de fuego ("fire ball")

4.3.1 ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS DE LOS ESCENARIOS DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN.

Una pequeña fuga de gas, un sobrecalentamiento de un tanque o derrame pueden provocar un incendio o una explosión que a su vez tiene consecuencias directas sobre otros equipos. A continuación se describen de forma cualitativa las consecuencias originadas tras el inicio de un incidente sobre los escenarios de incendios propuestos. Véase la tabla 4.1

Tabla 4.1.escenarios de incendio y sus consecuencias

ESCENARIO DE INCENDIO (según API 03)	CONSECUENCIAS		
	Formación	Tipo de incendio	Propagación del incendio
Nubes de vapor que resulta de la liberación de líquidos o gases inflamables.	Gas inflamable → Llamada de vapores no confinados Liq. Inflamable → Derrame	Deflagración Pool Fire	Propagación de la llama a combustibles. Propagación calor por radiación
Vertidos de líquidos inflamables (incluido el tanque o recipiente de rebose).	Derrame incendiado	Pool fire	Propagación del calor radiado
Aumento de la presión en los recipientes más allá de su presión de diseño.	Onda de choque - Explosión vapor confinado	Detonación	Golpe de Presión y propagación de calor.
Enriquecimiento de oxígeno en ambientes carentes de ello. (combustibles líquido, combustibles gaseosos)	Líquido- Derrame Incendiado Gas- Llamada ,Flash Fire	Pool Fire Deflagración	Propagación de calor por radiación o a través de la llama.
Aumento de las temperaturas debido a condiciones inestables (combustibles líquidos, combustibles gaseosos).	Líquido -Derrame incendiado Gas- Llamada, Flash Fire	Pool Fire Deflagración	Propagación de calor por radiación o a través de la llama.
Formación de mezclas inflamables en el interior del equipo	Explosión Vapor Confinado Explosión de Vapores de un Liq. Blevé	Detonación Deflagración	Onda de choque. Transmisión de llama posterior ignición de combustibles (efecto domino) y transmisión de calor por radiación.
Mezcla de materiales incompatibles.	Explosión Pulverulentas/ formación productos tóxicos	Detonación	Propagación de calor por radiación o a través de la onda de choque.
Condiciones resultantes de explosiones de polvo.	Explosión Pulverulentas	Detonación	Propagación de calor por radiación o a través de la onda de choque.

Excesiva vibración o choque en las condiciones del proceso.	Explosión vapor confinado	Detonación	Onda de choque.
	Derrame líquidos	Pool fire/Jet Fire	Propagación de calor y posterior ignición de combustibles
Liberación del producto debido a la congelación del agua en tuberías de proceso	Derrame incendiado	Pool fire	Propagación del calor radiado
Ruptura en un buque debido a la presión / demanda de flujo mayor que la capacidad de alivio.	Explosión vapores confinados	Detonación	Onda de choque, propagación de calor y posterior ignición de combustibles
Ruptura de recipientes debido a un punto frágil.	Explosión de vapores	Detonación	Onda de choque, propagación de calor y posterior ignición de combustibles
Fugas en bridas, juntas, sellos o enchufes.	Derrame incendiado, llamarada o dardo de fuego (depende de P y T° de la fuga) Pool fire/ jef fire o flash fire	Deflagración	Propagación del calor radiado y de la llama
Fallos de soldadura o fundición.	Pool fire, jef fire o flash fire	Deflagración	Propagación del calor radiado y de la llama
Exceso de vibración.	Explosiones (depende del liq. o vapor y sus condiciones)	Detonación	Propagación de calor y posterior ignición de combustibles
Exceso de corrosión / erosión.	Derrame o liberación de gases. Dependiendo de sus condiciones de T°, Presión y del material liberado se formará, derrame, dardo de fuego, bola de fuego, explosiones...		
Fallos debido a una carga externa o impacto.	Derrame o liberación de gases. Dependiendo de sus condiciones de T°, Presión y del material liberado se formará, derrame, dardo de fuego, bola de fuego, explosiones...		
Explosión interna.	Explosiones de vapores confinados	Detonación	Propagación onda de choque y propagación de calor.
Rotura del tubo de sobrecalentamiento.	Explosión de vapor confinado	Detonación	Propagación onda de choque y propagación de calor.
	Explosión vapor de liquido, Bleve	Deflagración	

Fuente: API 03

Cada uno de estos espacios de incendio debe ser diligente a las instalaciones correspondientes. Por ejemplo, fugas en conexiones entre equipos, derrames en instalaciones que manejen hidrocarburos en fase líquida, explosiones en depósitos, compresores o equipos de separación (columnas de destilación, equipos de absorción, etc.) que manipulen gases inflamables.

Cualquier conato de incendio debe considerarse como un accidente grave, por ello todos los posibles escenarios de incendio se supondrán un incidente

grave. No obstante para definir el suceso en su conjunto se debe examinar la probabilidad de que ocurran estos incidentes

4.3.2 ANÁLISIS DE MAGNITUD DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN

Los escenarios de incendio expuestos en los puntos anteriores pueden originar varios sucesos. Por lo tanto para la evaluación de cada escenario se han agrupado los escenarios según los corolarios de ellos.

a) Derrame incendiado: Pool fire y Radiación de calor

Un derrame de combustible puede provocar un fuego tipo charco. Este incidente es un hecho grave, no obstante y de acuerdo con diversas normativas de aplicación interna de las compañías mencionadas se establece que derrames superiores a $2,8\text{m}^3$ (volumen más restrictivo según normativas estudiadas) serán considerados como peligrosos y por tanto serán estudio de la protección contra incendio.

Un incendio tipo pool-fire es siempre un incendio de crecimiento rápido o ultra-rápido caracterizado por la siguiente ecuación. $Q = \dots \cdot t^2$

Fuego rápido = $0,047 \text{ (kw/s}^2\text{)}$ (valor según NFPA 204m)

Fuego ultra- rápido = $0,19 \text{ (kw/s}^2\text{)}$ (valor según NFPA 204m)

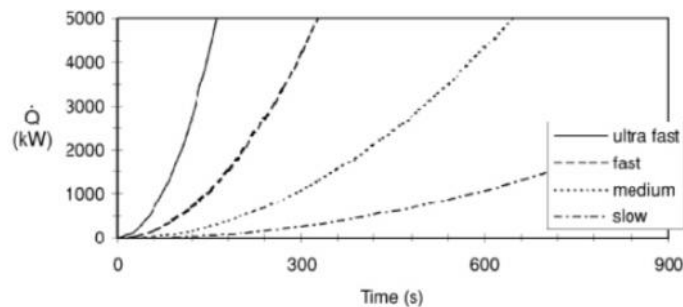


Figura 4.6 Curva del fuego en incendio tipo pool-fire

Fuente: Manual NFPA

De acuerdo con estos valores el tiempo de crecimiento para alcanzar un incendio de 1055 kw es de 75 segundos y para fuegos de crecimiento rápido el tiempo es de 150 segundos.

b) Bola de fuego: Deflagración y Propagación de la llama

Una bola de fuego se produce por un escape de gas combustible y el contacto de este con una fuente de ignición (chispa). Esta deflagración provocaría un incidente muy grave desde el punto de vista de una refinería debido a la gran cantidad de productos combustibles que se encuentran dentro de ella. Sobre una deflagración es prácticamente imposible actuar, se deben actuar para minimizar los riesgos asociados a ella, protegiendo equipos adyacentes e instalaciones sensibles que por este suceso puedan provocar fallos en la seguridad de la planta.

c) Explosión de Onda de choque y Propagación de calor

Una onda de choque producida por serán siempre un incidente muy grave puesto que puede dañar equipos de seguridad de la planta, causar gran daño a las personas e incluso provocar la ignición de combustibles no próximos a la instalación afectada por la explosión.

4.4 CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA LA ESTRATEGIA CONTRA INCENDIOS.

Para la selección de la correcta estrategia contra incendios se deben tener en cuenta el tipo de fuego que se ha producido, los combustibles implicados y el tipo de instalación afectada.

Criterios según el tipo de fuego.

- Tipo pool-fire la opción más apropiada será el desplazamiento de la llama y enfriamiento de la mezcla. Las instalaciones cercanas deberán ser protegidas de la radiación emitida.
- Incendios por deflagración, la estrategia más apropiada será la de enfriamiento de los combustibles para evitar que continúe el avance del frente de llamas. Instalaciones próximas deberán estar provistas de elementos resistentes al fuego.
- Explosiones, puesto que en un principio se provoca la ruptura del elemento contenedor del combustible
- líquido inflamable. Se debe proteger las conexiones con el exterior (válvulas de alivio, válvulas de aislamiento de las unidades) y se la protección de las cubiertas exteriores de aumentos de temperatura o presión.

Criterios según el tipo instalación.

- Instalaciones al aire libre, la selección del agente extintor debe ser consecuente con la imposibilidad de mantener concentraciones de gases o líquidos en fase vapor (agua nebulizada).
- Instalaciones sin estructuras para la suportación de los sistemas de extinción. Este es el caso de depósitos de techo fijo o flotante. Por ello se utilizaran sistemas de extinción que puedan actuar a distancia ya se mediante la cobertura por la longitud del chorro (monitores) ya sea por la expansión del agente extintor (cámaras de espuma).
- Tipo de combustibles: se deben tener en cuenta el tipo de combustibles para evitar que el agente extintor provoque reacciones no deseadas.

Implementación de la estrategia de protección.

El proceso de implementación de la estrategia de protección debe seguir los siguientes pasos:

1. Estudio de la unidad de proceso, tanque de almacenamiento o instalación auxiliar.
2. Evaluación de los riesgos de incendio.
3. Definición de escenario de incendio adecuado a la instalación estudiada.
4. Definición del tipo de incendio de acuerdo con el escenario propuesto.
5. Definición de los objetivos de protección.
6. Selección de los métodos o técnicas a utilizar para la protección.
7. Diseño de las instalaciones.
8. Estudio de la consecución de objetivos.
9. Diseño de detalle de la instalación.
10. Selección de equipos y tecnologías, montaje.
11. Puesta en marcha.
12. Pruebas.

4.5 VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

A mayor de control de nivel de fuego y del gas en un sistema de bombeo de GLP, mayor es la seguridad tanto interna como externa de la planta. Es validado por la utilización de la matriz causa-efecto para detección de gas y fuego. Por estudios realizados y experiencias en otros países, cuando se maximiza los criterios de control de seguridad para detección de fugas de gas y de fuego se reducen riesgos en menos del 2%.

Cuando es mayor la implementación de sensores de infra rojo, es mayor el grado de seguridad en una estación de GLP.

CONCLUSIONES

Los riesgos comúnmente asociados al GLP son el fuego y la explosión por cuanto los escapes o fugas de GLP incontrolados pueden llevar resultados graves, por ello un Programa de Seguridad en plantas y terminales de transporte y almacenamiento de GLP, es la de prevenir riesgos.

Los GLP's, en estado gaseoso pesan el doble que el aire, si se produjera una fuga, se expandirá tendiendo a depositarse en las partes bajas de la planta para ello se debe tener sensores inteligentes en las tuberías y tanques de almacenamiento, se recomienda la red Lonwork.

Los GLP en estado líquido pesan la mitad que el agua. Si un envase de GLP contuviera también agua, ésta quedaría en el fondo. Si el envase contuviera agua en vez de gas, pesaría un 30% más.

Aunque el límite de inflamabilidad es muy bajo, se requiere revisar periódicamente la instalación en previsión de pequeñas fugas y así garantizar su estanquidad.

Se usan detectores de gas en zonas o lugares donde se espere que vaya a presentar un incendio rápidamente. Estos sistemas tienen un bajo índice de error no obstante no son rápidos en su activación.

Los detectores de humo son útiles para fuegos sin llama que producen una gran cantidad de humo tales como fuego en cables, fuego en papel

Los detectores de llama se instalan en aplicaciones al exterior cuando se requiera vigilancia de un área de riesgo, tales como, bombas que transporten combustibles, estos deben estar colocados de tal modo que

puedan detectar todo el área/sección a proteger siguiendo recomendaciones del fabricante.

Los equipos de alarma de incendios, son necesarios en caso de incendio que permita alertar al personal.

LonWorks es una tecnología que garantiza la interoperabilidad con múltiples proveedores. Por lo tanto, estos subsistemas pueden ser conectados en una línea recta que permite la configuración de un sistema abierto, donde no se requiere una interfaz dedicada y elimina la imprecisión.

Normalmente, un sistema de control central se separa en un bus que integra toda la información en el lado de HMI (Human Machine Interface, es decir, terminal de supervisión central) que generalmente se llama el bus principal, y un bus de campo que lleva a cabo el control y las mediciones de sensores y equipo de campo por debajo del subsistema. LonWorks es la red del bus de campo.

RECOMENDACIONES

Se recomiendan los siguientes aspectos.

La Planta deberá estar provisto de dispositivos de seguridad adecuados y de control de supervisión y operado por personal técnico capacitado.

Debe haber un programa adecuado de mantenimiento y pruebas efectuadas por personal técnico competente.

La Planta debe tener advertencias u otras indicaciones identificables y rutas accesibles para evacuaciones.

Los registros de mantenimiento y pruebas deben mantenerse

Se deben tomar precauciones para evitar incendios y explosiones incluyendo la protección adecuada de los recipientes de almacenamiento.

Hacer cumplir a cabalidad las normas de seguridad industrial y protección ambiental a todo el personal que esté relacionado con las labores de un Terminal de un Gas Licuado de Petróleo (GLP).

Que todo recipiente de Gas Licuado de Petróleo (GLP) sea retirado del mercado luego de cumplir su ciclo útil de uso.

Realizar un adecuado mantenimiento de todos los equipos de un Terminal de Gas Licuado de Petróleo (GLP), para garantizar su operatividad y responsabilidad social.

Se recomienda además:

Realizar Ensayos térmicos y funcional

Emplear revisiones de diseño

Efectuar investigaciones de pérdida en los componentes del GLP.

Evaluaciones de terceros, la investigación y el desarrollo.

Evaluaciones de seguridad de los procesos/riesgo.

GLOSARIO

Bit Rate

La tasa en bits a la que el marco del paquete se transfiere a través del medio de comunicación.

Canal.

El medio de comunicación que conecta dispositivos LONWORKS. Segmentos conectados a través de un repetidor de capa física se consideran un solo canal. Los enrutadores LonWorks se utilizan para conectar dos canales.

Cliente / Servidor Arquitectura

En una red, una arquitectura donde dos programas de ordenador tienen una relación en la que un programa, el cliente, hace una solicitud de servicio desde otro programa, el servidor, que cumple la solicitud. Por lo general, varios programas clientes comparten los servicios de un programa de servidor común. En una red de LONWORKS, LNS permite una arquitectura cliente / servidor.

Dirección de destino

La dirección lógica contenida en cada paquete LonTalk del dispositivo o grupo de dispositivos designados para recibir el paquete. La dirección de destino puede ser la única neurona ID, la dirección del dispositivo lógico, una dirección de grupo, o una dirección de difusión.

Dispositivo (Ver LONWORKS Device)

Dirección de nodo

Un identificador lógico de 15 bits único para cada dispositivo en un dominio. La dirección de nodo consta de dos partes: una dirección de subred de 7 bits y un ID de nodo de 8 bits. El ID de nodo es único dentro de la subred.

Dispositivo de control de LONWORKS

Un dispositivo LONWORKS que detecta y/o controla las variables en el sistema. Puede tener cualquier combinación de sensores y actuadores integrados, o interfaces de entrada/salida a los sensores y actuadores externos heredados. El programa de aplicación en el dispositivo puede enviar y recibir valores en la red y realizar el procesamiento de datos (por ejemplo, linealización, calibración) de las variables detectadas y la lógica de control, como el control PID de lazo, registro de datos y la programación.

Dispositivo de control LonPoint

Un dispositivo LonPoint que proporciona funciones de control distribuido, tales como la programación, acondicionamiento de señales y algoritmos de bucle PID. También

proporciona interfaces de E/S estándar que permiten la fácil incorporación de sensores y actuadores en una red LonWorks.

Dispositivo de interfaz de red

Un dispositivo LONWORKS que tiene una interfaz física a un equipo host externo, como un ordenador o una herramienta de mantenimiento de mano. El programa de aplicación del dispositivo proporciona protocolos de comunicación y una API (interfaz de programación de aplicaciones) para permitir que las aplicaciones basadas en host, como las herramientas de la red para acceder a la red de LONWORKS. Por ejemplo, el adaptador de LonTalk PCLTA - 10 de Echelon es un dispositivo de interfaz de red empaquetada en un adaptador de tarjeta de PC estándar ISA. Se conecta al bus ISA en el PC, que proporciona acceso a la red para las herramientas de red compatibles con LNS, como la herramienta de integración de LonMaker.

Gestión de Red

La gestión de las funciones, servicios, eventos y propiedades en una red LONWORKS integrado.

Herramienta de administración de redes

Una aplicación de software , tales como la herramienta de integración de LonMaker, utilizado para facilitar una o más tareas de gestión de red, tales como el diseño de redes, configuración, instalación, documentación , mantenimiento, modificación, seguimiento o control de supervisión.

Herramienta de Integración LonMaker

Una herramienta de red compatible con LNS basado en la interfaz gráfica de usuario de Visio. La herramienta LonMaker se utiliza para diseñar, comisión, mantener, y las redes de control de documentos distribuidos integrados por tanto LonMark y otros dispositivos de LONWORKS. Anteriormente conocido como el LonMaker para la herramienta de integración de Windows.

Interfaz Hombre-Máquina (HMI)

Una herramienta de gestión de red que proporciona servicios para la vigilancia humana y control de supervisión de sistemas. El HMI normalmente se ejecuta en una estación de trabajo o computadora de escritorio / PC portátil.

Interface I/O

Una interfaz eléctrica de un dispositivo LonWorks - tales como tensión, corriente, o cierre de contacto, a un sensor o actuador. La interfaz de E/S puede ser digital (on/off), análogo o un protocolo de comunicación.

Interfaz de red Servicios (NSI)

El componente de la arquitectura LNS que proporciona la conexión física a la red LONWORKS, administra las transacciones con el NSS, y proporciona acceso remoto transparente a la NSS.

ID de nodo

La tercera parte de la jerarquía LonTalk direccionamiento de dominio / subred / nodo. Al momento de la instalación cada dispositivo se le asigna un identificador de nodo único en su subred por la

LonMark

Un logotipo distintivo aplicarse a dispositivos LONWORKS que han sido certificados con los estándares de interoperabilidad de la Asociación de Interoperabilidad LonMark.

LonMark Device

Un dispositivo LONWORKS que ha sido certificado para cumplir con los estándares de interoperabilidad de la Asociación de Interoperabilidad LonMark.

LonMark perfil funcional

Una plantilla de bloque funcional diseñado para áreas de aplicación específicas, tales como los sistemas de climatización, alumbrado, etc. Un ejemplo es el perfil funcional del controlador VAV, que toma el valor temperatura ambiente de la red y ejecuta un algoritmo de control PID para conducir un actuador de compuerta para regular la temperatura ambiente. La Asociación LonMark forma grupos de tareas de los miembros interesados para diseñar, aprobar y publicar los perfiles funcionales en numerosas áreas funcionales, tales como HVAC, sistemas de seguridad, iluminación, y de fabricación de semiconductores. La documentación completa de todos los perfiles funcionales LONMARK se puede encontrar en el sitio web de la Asociación LonMark.

LonPoint Aplicación

El programa de aplicación en un dispositivo LonPoint. Una aplicación LonPoint consiste en un conjunto de bloques funcionales (FB) que realizan funciones de control básicas.

LonTalk Firmware

Una implementación de programa del protocolo LonTalk que reside en el chip de la neurona de cada dispositivo LONWORKS. Una parte de la RAM no volátil en el dispositivo está reservado para las propiedades de configuración modificables a hacer concesiones en el rendimiento, la seguridad y fiabilidad para una aplicación particular.

Módulo de interfaz de LonPoint

Un dispositivo LonPoint que proporciona interfaces de E/S para la incorporación de sensores y actuadores en una red LonWorks. También proporciona funciones de control distribuido, tales como el acondicionamiento de señales y algoritmos de bucle PID.

Nodo de Bloque de objetos funcionales

Un bloque funcional que monitoriza el estado de todos los bloques funcionales en un dispositivo y hace que la información de estado disponible para el control por las herramientas de gestión de red. En un dispositivo de LonMark compatible que tiene más de un bloque funcional, tiene que haber un bloque funcional de nodo del objeto.

Protocolo LonTalk

El protocolo utilizado en redes LonWorks para estandarizar la comunicación. Se define una manera estándar para los dispositivos intercambiar información.

Puesta en marcha de un dispositivo

El proceso de utilización de una herramienta de instalación de red, como la herramienta de integración de LonMaker, para descargar los datos de configuración de la red y los datos de configuración de la aplicación a un dispositivo. Para los dispositivos cuyos programas de aplicación no están contenidos en la ROM, la herramienta de red también descarga el programa de aplicación en la memoria RAM no volátil en el dispositivo. Los dispositivos están generalmente bien comisionados y probados uno a la vez o en servicio en el modo fuera de línea, luego trajeron en línea y probados uno a la vez.

Servicios de red LONWORKS (LNS)

Un sistema operativo de red que proporciona servicios para la instalación interoperable LonWorks, mantenimiento, monitoreo y herramientas de control. El uso de los servicios proporcionados por la arquitectura cliente/servidor LNS, herramientas de diferentes proveedores pueden trabajar juntos para instalar, mantener, supervisar y controlar las redes de LONWORKS.

Servicios de red de servidor (NSS)

El componente de la arquitectura LNS que procesa los servicios de red, mantiene la base de datos de red, y permite y coordina múltiples puntos de acceso. Tenga en cuenta que el módulo NSS-10 combina elementos tanto del INE y SEN, pero no admite múltiples puntos de acceso.

Sistema LonPoint

Una familia de productos diseñados para permitir a los integradores de sistemas para obtener los beneficios de la tecnología LONWORKS en altamente distribuidos, las redes peer -to-peer de control para aplicaciones de construcción e industriales. La familia se compone de:

- Los dispositivos de control LonPoint y routers
- Herramienta de Integración LonMaker

Tecnología LONWORKS

La tecnología que permite la creación de redes de control abiertas e interoperables que se comunican con el protocolo LonTalk. Tecnología LONWORKS consta de las

herramientas y los componentes necesarios para construir el dispositivo inteligente y para instalarlos en las redes de control.

Variable de red de entrada

Una variable de red que recibe información en el dispositivo de otra parte en la red.

Variable de red (NV)

Objetos de alto nivel que definen los datos con la que los dispositivos de aplicación se comunican entre sí. Una variable de red puede ser una entrada, para los datos de un dispositivo que espera recibir, o una salida, para los datos que el dispositivo espera enviar. Los tipos, funciones, y número de variables de red en cada dispositivo se determinan por el código de la aplicación en el dispositivo. Las variables de red facilitan el desarrollo de aplicaciones de control en red mediante la eliminación de todo el trabajo de bajo nivel y tedioso de la construcción y el envío de mensajes de enlace descendente, y recibir y responder a mensajes de enlace ascendente.

Variable de configuración de red

Una clase especial de variable de red utilizada para implementar las propiedades de configuración de dispositivos. Variables de red de configuración son siempre entradas. Para las aplicaciones host, es responsabilidad del huésped para almacenar valores de configuración.

Variable de red de salida

Una variable de red que proporciona información desde un dispositivo a otros dispositivos de la red.

Sensor

Cualquier componente que se utiliza para determinar la condición o el valor de una variable del sistema físico, o para aceptar comandos de un operador humano.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, J. (2013). *Instrumentación y control avanzado de procesos*. Madrid: Diaz de Santos.
- Delgado, E. G. (2012).
<http://www.iit.upcomillas.es/pfc/resumenes/504a0eccc7652.pdf>. Recuperado el 6 de Noviembre de 2013
- Ibarra, D., Gonzalez, D., Baz, V., & Capelo, M. (2010). *La industria del gas licuado de petróleo GLP en México*. México: Centro de Investigación para el Desarrollo.
- Kozulj, R. (2006). *La industria del gas natural en América del Sur: situación y posibilidades*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Ministerio de Industrias de España, R. (2007). *Reglamento de distribución y utilización de combustibles gasosos*. Madrid: Paraninfo.
- Palazuelos, E. (2008). *El petróleo y el gas en la geoestrategia mundial*. Madrid: Akal.
- Parra, E. (2006). *Petróleo y gas natural*. Madrid: Akal.
- RODRÍGUEZ, M. P. (Enero de 2005).
http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5750/1/24913_1.pdf.
Recuperado el 5 de Diciembre de 2013
- Ruíz, A. (2007). *La Seguridad Energética de América Latina y el Caribe en el Contexto Mundial*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Valdez, B., & Schorr, M. (2013). *Corrosión y preservación de la infraestructura industrial*. Madrid: Omnia Science.
- Velásquez, O. (30 de Julio de 2011).
<http://www.slideshare.net/mh1r85/sistema-de-gas-y-fuego-eqp>. Recuperado el 29 de Noviembre de 2013
- Viloria, J. R. (2011). *Automatismo Industriales*. Madrid: Paraninfo.

REFERENCIAS EN LA WEB:

- <http://www.iit.upcomillas.es/pfc/resumenes/504a0eccc7652.pdf>
- http://www.exponent.com/fire_protection_engineering/#tab_overview
- <http://www.bacnet.org/Bibliography/ASH-3-98/ASH-3-98.htm>
- <http://www.sarian.ir/flame-detectors.htm>

<http://www.detronics.com/utcfs/Templates/Pages/Template53/0,%208062%20pageld%3D2603%26siteId%3D462,%2000.html>

<http://www.andes.info.ec/es/actualidad/gasoducto-monteverde-%E2%80%93-los-chorrillos-garantizar%C3%A1-gas-licuado-petr%C3%B3leo-al-pa%C3%ADs.html> Recuperado el noviembre de 2013, de disponible:

<http://www.fmglobal.com/FMGGlobalRegistration/Vshared/FMDS0755.pdf>

http://www.ence.ch/eng/equipment_ngd.php

<https://www.osha.gov/doc/outreachtraining/htmlfiles/subpartf.html>

<https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/004/nfpa.58.2001.html>

http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5750/1/24913_1.pdf

<http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/ver/estudios/2008/30VE2008G0037.pdf> 67 O 112

<http://www.iit.upcomillas.es/pfc/resumenes/504a0eccc7652.pdf> 40

http://tesis.ula.ve/postgrado/tde_busca/archivo.php?codArchivo=5844 9

<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/20013/6/TESIS%202012.pdf> 103

http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/16480/1/53295_1.pdf 88-65

<http://www.mexicogas.net/revistaspdf/revista04.pdf>

<http://www4.eppetroecuador.ec:8500/sistemanoticias/noticias/BOL%20085.pdf>

MANUALES

“DESIGN AND CONSTRUCTION OF LPG INSTALLATIONS”, API Standard 2510, Séptima Edición Mayo 1995.

“FIRE-PROTECTION CONSIDERATIONS FOR THE DESIGN AND OPERATION OF LIQUEFIED PETROLEUM GAS” (LPG) “STORAGE FACILITIES”; API Publicación 2510A, Segunda Edición 1996.

FLUJO DE FLUIDOS EN VÁLVULAS ACCESORIOS Y TUBERÍAS, Crane, McGRAW-HILL, 1998.

MANUAL DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS, NFPA, Décimo séptima Edición.

http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd46/LSI_Cap15.pdf

“NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION” NFPA 13, Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores, Edición 2007.

“NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION” NFPA 15, Norma Para Sistemas Fijos Aspersores de Agua para Protección Contra Incendios, Edición 2007.

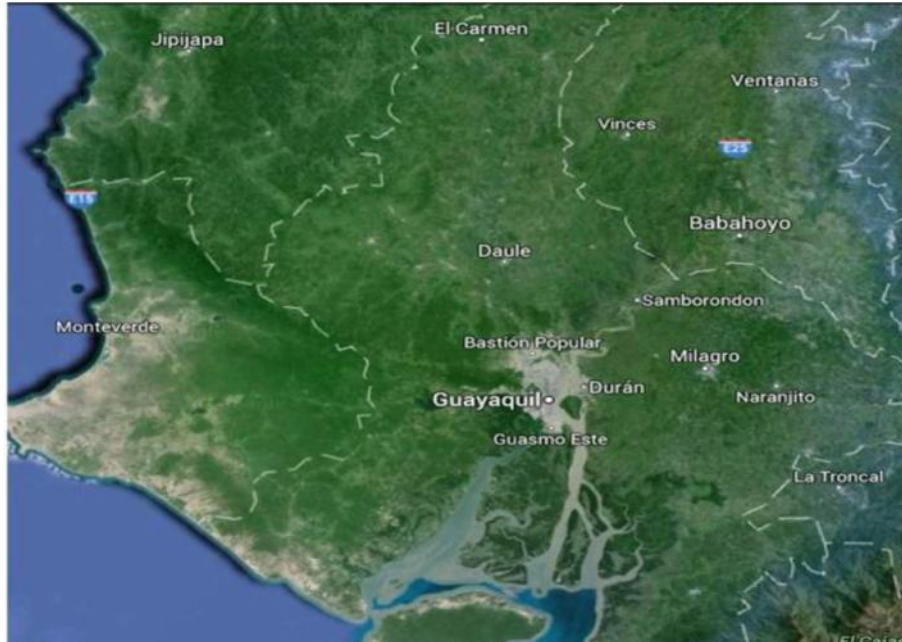
“NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION” NFPA 20, Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios, Edición 2007.

“NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION” NFPA 25, Norma Para la inspección, prueba y Mantenimiento de Sistemas Hidráulicos de Protección contra Incendios, Edición 2008.

“NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION” NFPA 58, Norma para el Almacenamiento y manejo de gases licuados de petróleo, Edición 1995.

NORMA PE-SHI-018, Sistemas De Agua Contra Incendios Para Instalaciones Petroleras Resolución No. 92010, enero de 1992.

ANEXO 1: PROYECTO TERMINAL GLP EL CHORRILLOS
IMÁGENES DE LA CONSTRUCCIÓN DEL MUELLE MONTEVERDE Y TERMINAL
CHORRILLO



UBICACIÓN DE MONTEVERDE



PILOTES DEL MUELLE EN MONTEVERDE



TRABAJOS EN TERMINAL GLP- EL CHORRILLO



CONSTRUCCIÓN DE ESFERAS PARA ALMACENAR GLP SOBRE TIERRA

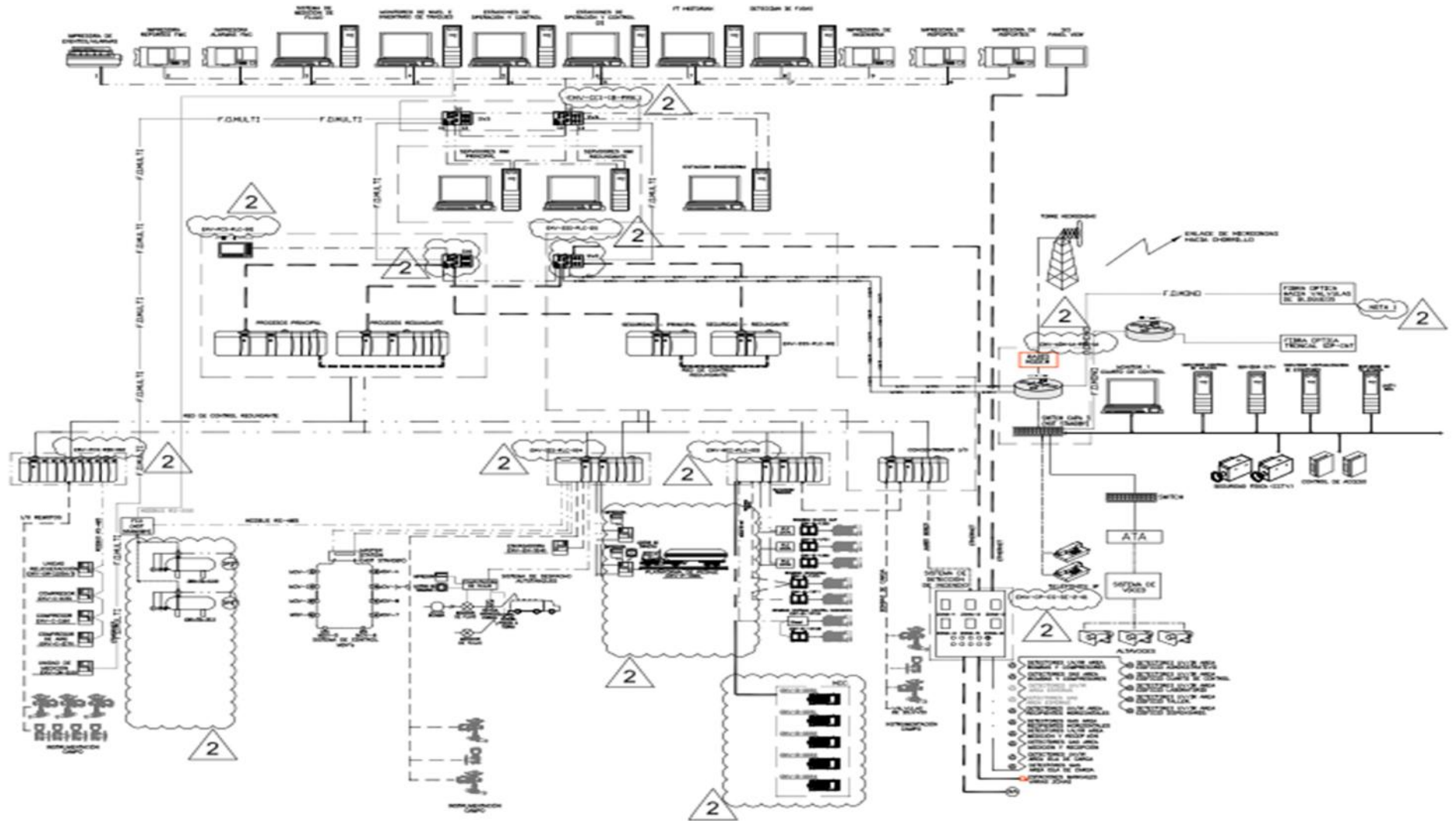


**FINALIZACIÓN DE CONSTRUCCIÓN DE ESFERAS DE ALMACENAMIENTO DE GLP EN
TERMINAL EL CHORRILLO**




TANQUE HORIZONTAL DE ALMACENAMIENTO GLP EN EL CHORRILLO

ANEXO 2: RED DE COMUNICACIÓN TERMINAL EL CHORRILLO



ANEXO 3: MATRIZ CAUSA EFECTO PARA DETECCIÓN DE GAS Y FUEGO, EN TERMINAL EL CHORRILLO

 <small>EP PETROECUADOR</small>		EP PETROECUADOR EC015-EMV - TERMINAL MONTEVERDE DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE FUEGO Y GAS										FECHA 12-Abr-13 DOC. No. EC015-EMV-000-001-0											
		ADDRESS				LOCATION	EFFECT		LOCATION		BOMBAS DE DUCTOS PRINCIPALES		TANQUES HORIZONTALES GLP		COMPRESORES		UNIDAD DE MEDICIÓN Y CALIBRACIÓN		ESTACIONES		OBRAS ALERCE		
TAG	CONTROLLER	NODE	CHANNEL	DEVICE	LOCATION	FUNCTION PERFORMED	FIRE ALARM AT PANEL	PANEL TROUBLE ALARM	XA-001 H	XA-001 L	XA-FG-001	XA-002 H	XA-002 L	XA-FG-002	XA-FG-005	XA-003 H	XA-003 L	XA-FG-003	XA-FG-004	XA-004 H	XA-004 L	XA-FG-006	NOTAS
EDIFICACION																							
1	GO-014		010		DETECTOR DE GAS DE COMERCIALIZACIÓN																		NOTA 1
2	GO-015		011		DETECTOR DE GAS DE GUARDIANA																		NOTA 1
3	GO-016		012		DETECTOR DE GAS DE LA SALA DE CONTROL																		NOTA 1
4	GO-017		013		DETECTOR DE GAS DE TALLER Y BODEGA																		NOTA 1
5	GO-018		014		DETECTOR DE GAS DE ADMINISTRACIÓN																		NOTA 1
6	GO-019		015		DETECTOR DE GAS DE LABORATORIO																		NOTA 1
7	MS-011		016		ESTACIÓN MANUAL DE UNIDAD DE RELIQUFACCIÓN																	X	
KO DRUM																							
8	GO-024		017		DETECTOR DE GAS DE KO DRUM																X	X	NOTA 1
UNIDAD DE MEDICIÓN Y CALIBRACIÓN																							
9	GO-001		018		DETECTOR DE GAS DE LA UNIDAD DE MEDICIÓN Y CALIBRACIÓN																		NOTA 1
10	FD-001		019		DETECTOR DE FUEGO DE LA UNIDAD DE MEDICIÓN Y CALIBRACIÓN				X	X	X												
11	MS-001		020		ESTACIÓN MANUAL DE LA UNIDAD DE MEDICIÓN Y CALIBRACIÓN				X	X	X												
BOMBAS PRINCIPALES																							
12	GO-002		021		DETECTOR DE GAS DE LAS BOMBAS PRINCIPALES																		NOTA 1
13	GO-003		022		DETECTOR DE GAS DE LAS BOMBAS PRINCIPALES																		NOTA 1
14	FD-002		023		DETECTOR DE FUEGO DE LAS BOMBAS PRINCIPALES				X	X	X												
15	FD-003		024		DETECTOR DE FUEGO DE LAS BOMBAS PRINCIPALES				X	X	X												
16	MS-002		025		ESTACIÓN MANUAL DE LAS BOMBAS PRINCIPALES				X	X	X												
TRAMPA DE LANZADOR																							
17	GO-004		026		DETECTOR DE GAS DE LA TRAMPA DE LANZADOR																		NOTA 1
18	FD-004		027		DETECTOR DE FUEGO DE LA TRAMPA DE LANZADOR				X	X	X												
SUMINISTRO DE ENERGÍA																							
19	GO-020		028		DETECTOR DE GAS DE SUMINISTRO DE ENERGÍA				X	X													NOTA 1
20	GO-021		029		DETECTOR DE GAS DE SUMINISTRO DE ENERGÍA				X	X													NOTA 1
21	MS-003		030		ESTACIÓN MANUAL DE SUMINISTRO DE ENERGÍA				X	X	X												
TANQUES HORIZONTALES GLP																							
22	GO-005		031		DETECTOR DE GAS DE TANQUES HORIZONTALES DE GLP																		NOTA 1
23	GO-006		032		DETECTOR DE GAS DE TANQUES HORIZONTALES DE GLP																		NOTA 1
24	GO-007		033		DETECTOR DE GAS DE TANQUES HORIZONTALES DE GLP																		NOTA 1
25	FD-005		034		DETECTOR DE FUEGO DE TANQUES HORIZONTALES DE GLP							X	X	X									
26	FD-006		035		DETECTOR DE FUEGO DE TANQUES HORIZONTALES DE GLP							X	X	X									
27	FD-007		036		DETECTOR DE FUEGO DE TANQUES HORIZONTALES DE GLP							X	X	X									
28	FD-008		037		DETECTOR DE FUEGO DE TANQUES HORIZONTALES DE GLP							X	X	X									
29	MS-005		038		ESTACIÓN MANUAL DE TANQUES HORIZONTALES DE GLP							X	X	X									
BULLET TANK																							
30	GO-009		039		DETECTOR DE GAS DE BULLET TANK																		NOTA 1
31	GO-023		040		DETECTOR DE GAS DE BULLET TANK																		NOTA 1
32	FD-010		041		DETECTOR DE FUEGO DE BULLET TANK							X	X		X								
33	MS-006		042		ESTACIÓN MANUAL DE BULLET TANK							X	X		X								

EP PETROECUADOR		EC015-EMV - TERMINAL MONTEVERDE										FECHA						
		DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE FUEGO Y GAS										12feb-13						
												DOC. No. EC015-EMV-1200-401-0						
TAG	ADDRESS			LOCATION	EFFECT	LOCATION	BOMBA DE DUCTOS PRINCIPALES	TANQUES HORIZONTALES OLP	COMPRESORES	ISLAS DE CARGA	UNIDAD DE RELIQUFACCIÓN	EDIFICACIONES	OBSERVACIONES					
	CONTROLLER	NODE	CHANNEL											DEVICE	FUNCTION PERFORMED	XA-001 H	XA-001 L	XA-FG-001
COMPRESORES																		
34	GD-008		043		DETECTOR DE GAS DE COMPRESORES								NOTA 1					
35	GD-013		044		DETECTOR DE GAS DE COMPRESORES								NOTA 1					
36	FD-009		045		DETECTOR DE FUEGO DE COMPRESORES				X	X								
37	FD-015		046		DETECTOR DE FUEGO DE COMPRESORES				X	X								
38	MS-007		047		ESTACIÓN MANUAL DE COMPRESORES				X	X								
ISLAS DE CARGA																		
39	GD-012		048		DETECTOR DE GAS DE ISLAS DE CARGA								NOTA 1					
40	FD-013		049		DETECTOR DE FUEGO DE ISLAS DE CARGA						X	X						
41	FD-014		050		DETECTOR DE FUEGO DE ISLAS DE CARGA						X	X	X					
42	MS-009		051		ESTACIÓN MANUAL DE ISLAS DE CARGA						X	X	X					
BOMBAS DE DESPACHO																		
43	GD-010		052		DETECTOR DE GAS DE BOMBAS DE DESPACHO								NOTA 1					
44	FD-011		053		DETECTOR DE FUEGO DE BOMBAS DE DESPACHO						X	X						
45	MS-008		054		ESTACIÓN MANUAL DE BOMBAS DE DESPACHO						X	X	X					
UNIDAD DE RELIQUFACCIÓN																		
46	GD-011		055		DETECTOR DE GAS DE UNIDAD DE RELIQUFACCIÓN								NOTA 1					
47	GD-022		056		DETECTOR DE GAS DE UNIDAD DE RELIQUFACCIÓN								NOTA 1					
48	FD-012		057		DETECTOR DE FUEGO DE UNIDAD DE RELIQUFACCIÓN						X	X	X					
49	FD-016		058		DETECTOR DE FUEGO DE UNIDAD DE RELIQUFACCIÓN						X	X	X					
BOMBAS SCI																		
50	MS-004		059		ESTACIÓN MANUAL DE BOMBAS SCI			X	X	X								
TANQUE DE GASOLINA Y DIESEL																		
51	MS-010		060		ESTACIÓN MANUAL DE TANQUE DE GASOLINA Y DIESEL								X X X					

NOTAS

1 LOS DETECTORES DE GAS TIENEN DOS NIVELES DE ALARMA A 20% LEL Y A 40% LEL. ESTAS ALARMAS PASAN AL SISTEMA DE CONTROL Y SEGURIDAD POR COMUNICACIONES

ANEXO 4: COMUNICACIÓN RED LON PARA DETECCIÓN DE FUGAS DE GLP Y FUEGO EN TERMINAL EL CHORRILLO

