

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**



**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y  
FUGAS DE GLP EN AREAS CLASIFICADAS PARA PLANTA  
ENVASADORA COSTAGAS S.A.C.”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

LA ROSA ABARCA, DEYVI CARLOS

**Villa El Salvador  
2019**

## **DEDICATORIA**

A los jóvenes estudiantes para que investiguen y brinden soluciones aplicadas a la instrumentación industrial utilizando nuestro conocimiento y creatividad como en el presente trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecimiento a Dios, por brindar todo el valor espiritual y fuerza de voluntad, a mis familiares por toda la confianza y el apoyo recibido en mi formación profesional, a la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, por brindarme todo el conocimiento en la rama de ingeniería electrónica y telecomunicaciones, así mismo a mi asesor que gracias a su guía y dedicación se logró concluir el presente trabajo de suficiencia profesional, y además a la empresa PIL Perú SAC por la confianza puesta en mí, y estar en los diversos proyectos que me dieron conocimiento para el desarrollo presente trabajo.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	3
1.2. Justificación del problema.....	8
1.3. Delimitación del proyecto.....	10
1.3.1.- Teórica .....	10
1.3.2.- Temporal.....	10
1.3.3.- Espacial.....	11
1.4. Formulación del problema.....	11
1.4.1.- Problema general.....	11
1.4.2.- Problemas específicos.....	11
1.5. Objetivos.....	12
1.5.1.- Objetivo general.....	12
1.5.2.- Objetivos específicos.....	12
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	
2.1. Antecedentes.....	13
2.2. Bases teóricas.....	19
2.3. Definición de términos básicos.....	64
<b>CAPÍTULO III: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y FUGAS DE GLP EN AREAS CLASIFICADAS</b>	
3.1. Modelo de solución propuesto.....	68
3.2. Pruebas y resultados.....	105
3.3. Presupuesto de proyecto.....	114
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>116</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>117</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>118</b>
<b>LISTA DE ANEXOS.....</b>	<b>121</b>

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Demanda nacional de GLP por regiones (2017).....	4
Figura 2: Facturación de principales combustibles (2017).....	5
Figura 3: Tanque de almacenamiento de GLP.....	7
Figura 4. Área de llenado y pintura.....	8
Figura 5: Cadena comercialización de GLP.....	20
Figura 6: Tanques estacionarios dentro de dique de seguridad.....	21
Figura 7: Placa de seguridad para tanques estacionarios.....	22
Figura 8: Formato de información al consumidor.....	24
Figura 9: Acabado de balones de GLP en la empresa COSTAGA S.A.C.....	25
Figura 10: Almacenamiento de envases de GLP en la empresa COSTAGAS S.A.C.....	26
Figura 11: Traslado de balones de GLP de la empresa COSTAGAS S.A.C.....	27
Figura 12: Marcado típico de equipos eléctricos conforme a ATEX 94/9/CE.....	31
Figura 13: Disposición del código IP.....	33
Figura 14: Terminales de instrumentos.....	38
Figura 15: Fuente de alimentación.....	39
Figura 16: Cajas de conexión.....	39
Figura 17: Partes de un tanque de GLP.....	43
Figura 18: Sistemas del GLP.....	43
Figura 19: Capacidad de vaporización de cilindros y tanques de GLP.....	44
Figura 20: Gráfica de alarma sonora.....	47
Figura 21: UL listing.....	48
Figura 22: Puesta a tierra delta para instrumentación.....	54
Figura 23: partes del cable FPLR.....	56
Figura 24: Acometida eléctrica en detectores de gases GLP.....	60
Figura 25: Operación de monitoreo.....	62
Figura 26: Operación de alarma.....	62
Figura 27: Registro de controlador.....	63
Figura 28: Proceso del sistema contra incendios y fugas de GLP.....	69
Figura 29: Diagrama de Gantt del proyecto.....	71
Figura 30: Diagrama de electrodo perimetral.....	74

Figura 31: Típico de construcción de pozo a tierra.....	76
Figura 32: Características del cable FPLR Honeywell.....	77
Figura 33: Montaje de fuente de 24v.....	79
Figura 34: Especificaciones de AL600ULXD.....	80
Figura 35: Típico de tablero ALTRONIX.....	81
Figura 36: Vista frontal interior del tablero de control.....	85
Figura 37: Diagrama de conexionado parte 1.....	87
Figura 38: Diagrama de conexionado parte 2.....	88
Figura 39: Tubería conduit BM-ELECTRIC.....	89
Figura 40: Modelos de cajas de paso.....	89
Figura 41: Certificados y normas de cumplimiento de SOLDEXEL.....	90
Figura 42: Certificados y normas de cumplimiento de unión UNY CROUSE-HINDS.....	90
Figura 43: Certificados y normas de cumplimiento de sello cortafuego EYS CROUSE-HINDS.....	91
Figura 44: Certificados y normas de cumplimiento de tubería flexible ECGJH CROUSE-HINDS.....	91
Figura 45: Canal unistrut B-22.....	92
Figura 46: Certificados del detector de flama.....	93
Figura 47: Típico de montaje de detector de flama.....	95
Figura 48: Certificados del detector de gas.....	96
Figura 49: Típico de montaje de detector de gas.....	96
Figura 50: Interruptor manual BARTEC.....	97
Figura 51: Certificados de interruptor marca FIKE.....	97
Figura 52: Típico de montaje de interruptor manual.....	98
Figura 53: Especificaciones de BB150.....	99
Figura 54: Especificaciones de BH150.....	100
Figura 55: Especificaciones de SSTX-MV.....	101
Figura 56: Típico de montaje de alarma visible y sonora.....	102
Figura 57: Tablero CHEETAH Xi.....	103
Figura 58: Módulo de control 55-042.....	104
Figura 59: Módulo de control 55-045.....	104
Figura 60: Método de medición de puestas a tierra.....	106
Figura 61: Certificado de calibración del telurómetro.....	107

Figura 62: Medición de la puesta a tierra.....	107
Figura 63: Datos de medición de la puesta a tierra.....	107
Figura 64: Medición de entrada de la fuente de voltaje.....	108
Figura 65: Medición de salida de la fuente de voltaje.....	109
Figura 66: Certificado UL cable FPLR marca HONEYWELL.....	110
Figura 67: Certificado UL del tablero RITTAL.....	110
Figura 68: Certificado UL de la tubería conduit marca BM- ELECTRIC.....	111
Figura 69: Certificado UL de CROUSE-HINDS by EATON.....	111
Figura 70: Certificado UL canal strut B22.....	112
Figura 71: Configuración de la entrada del Cheetah Xi.....	112
Figura 72: Verificación del sensor de flama.....	113
Figura 73: Configuración de la salida del Cheetah Xi.....	113
Figura 74: Monitor de Baterías.....	114

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Conexiones para los tanques.....	23
Tabla 2: Simbología para tensiones e intensidades.....	28
Tabla 3: Simbología para elementos generales de un circuito.....	29
Tabla 4: Grupo de equipo y clasificación de categoría conforme a ATEX 94/9/CE.....	30
Tabla 5: Clasificación de zonas conforme a ATEX 99/92/CE.....	32
Tabla 6: Grados de protección indicados por la primera cifra característica.....	34
Tabla 7: Grados de protección contra el agua indicados por la segunda cifra características.....	35
Tabla 8: Descripción del grado de protección contra el acceso a partes peligrosas indicadas por la letra adicional.....	36
Tabla 9: Numeración típica de etiquetas.....	37
Tabla 10: Letras de identificación.....	38
Tabla 11: Estándares NEMA.....	40
Tabla 12: Tipos de Líquidos.....	42
Tabla 13: Tubería metálica rígida para GLP.....	44
Tabla 14: Tubería metálica flexible para GLP.....	45

Tabla 15: Resistividad para terrenos comunes.....	53
Tabla 16: Características del cable Belden.....	77
Tabla 17: Lista de Cables del diseño e implementación de sistemas contra incendios y fugas de GLP.....	78
Tabla 18: Certificados de la fuente 24v.....	79
Tabla 19: Total de carga del tablero de control 1.....	82
Tabla 20: Requerimiento de carga secundaria para el tablero de control 1.....	82
Tabla 21: Total de carga del tablero de control 2.....	82
Tabla 22: Requerimiento de carga secundaria para el tablero de control 2.....	83
Tabla 23: Características del Compact enclosures AE-AE1060.500.....	84
Tabla 24: Lista de materiales del tablero de control.....	86
Tabla 25: Tag de componentes del tablero de control.....	87
Tabla 26: Tiempo de respuesta de IPES-IR3.....	93
Tabla 27: Tiempo de respuesta de IPS-IR/UV.....	94
Tabla 28: Especificaciones de 27XST-024-4.....	99
Tabla 29: Datos del teluometro.....	105
Tabla 30: Medición de puestas a tierra.....	106
Tabla 31: Registro puesta a tierra PPN.....	106
Tabla 32: Datos del multímetro.....	108
Tabla 33: Presupuesto del proyecto.....	115



## LISTA DE ABREVIATURAS

NA	Normalmente Abierto
NC	Normalmente Cerrado
ISO	Organización Internacional de Estandarización
DC	Corriente Continua
AC	Corriente Alterna
Vrms	Root Mean Square (raíz media cuadrática)
V	Tensión, voltaje
I	Corriente
UL	Underwriters Laboratorios
NFPA	Asociación Nacional de Protección contra Incendios
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional
NEMA	Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos
ANSI	Instituto Nacional Estadounidense de Estándares
ISA	Sociedad Americana para la Instrumentación
CNE	Código Nacional de Electricidad

## INTRODUCCIÓN

Las plantas envasadoras de GLP en la zona de Lima Sur, en el Perú, destaca la empresa Costa Gas, que cuenta con una de sus sedes en el distrito de Lurín, el área de la planta es suficiente grande para su demanda actual, esta empresa compra el GLP a granel y llena envases destinado a diversos puntos de Lima y en algunos casos enviando a distinto puntos de la sierra.

En la empresa Costa Gas se envasan dos productos, la primera y la más económica es el producto MEGAGAS, el cual es un producto con menos procesos de calidad, para minimizar costos. El segundo producto es Costa Gas un envase verde en el cual los envases pasan por una limpieza para quitar residuos internos, un proceso de pintura de mayor calidad, generando un valor agregado al producto final.

El GLP al ser un producto inflamable tiene varios protocolos de seguridad para su transporte, envasado y almacenamiento. En la rama de la instrumentación industrial existen diferentes sistemas de seguridad para evitar incendios o explosiones, por ejemplo el SIS(sistema integra de seguridad) el cual consiste en colocar válvulas de alivio o switch de presión, que al momento de detectar una presión diferente (alta o baja) a la de trabajo, cierra las válvulas y detiene el proceso, también hay un sistema PCS(sistema de seguridad de procesos) en el cual se instalan transmisores de presión y de flujo que detectan las caídas de presión y mediante una programación cierran válvulas o realizan un By-Pass, para que continúe el proceso.

Pero qué ocurre si estos sistemas no detectan una caída de presión y se produce un amago de incendio o se genera una atmosfera explosiva, en lugares donde puede haber una alta concentración de gases inflamables, generando incendios de grandes magnitudes, explosiones a gran escala. Afectando al personal de trabajo, producción, fabricas colindantes y el medio ambiente.

Por ello, se presenta la necesidad de diseñar e implementar un sistema contra incendios y fugas de GLP en áreas clasificadas para la planta envasadora Costa Gas.

Este trabajo de investigación se constituye de un primer capítulo que trata del planteamiento del problema, un segundo capítulo que describe el marco teórico y un tercer capítulo que trata de la metodología del trabajo.

El Autor

## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Descripción de la Realidad Problemática.

Las plantas envasadoras de GLP (gas licuado del petróleo) en Perú, son un negocio muy lucrativo y estas son fiscalizadas por OSINERGMIN (organismo supervisor de la inversión en energía y minas), una institución pública encargada de regular y supervisar que las empresas del sector eléctrico, hidrocarburos y minero cumplan las disposiciones legales de las actividades que desarrollan.

La empresa COSTAGAS S.A.C. es una empresa envasadora de GLP la cual se encuentra en la zona industrial Las Praderas en el distrito de Lurín en la provincia de Lima, esta empresa se encuentra rodeada de diferentes tipos de industrias las cuales cuentan con equipos eléctricos y en algunos productos inflamables, claro ejemplo es la empresa FABTECH S.A.C, que se encuentra al lado COSTAGAS S.A.C, empresa metal-mecánica que realiza continuos trabajos de soldadura y cuenta con materiales inflamables como tanques de argón, tuberías de PVC, generadores de diésel, motores de diésel, y otros insumos que se utilicen en el rubro de la empresa. Un incendio o explosión en la planta COSTAGAS perjudica a muchas empresas alrededor y los extintores dentro de la planta envasadora ante un incendio de grandes proporciones no lograrían sofocar el fuego, es por eso que es necesario la implementación de un sistema contra incendios y fugas de GLP dentro de la empresa COSTAGAS S.A.C., la cual no cuenta con sensores que detecten flama ni gas dentro de las áreas clasificadas. Este sistema puede prevenir grandes pérdidas económicas para la empresa y posibles problemas judiciales en caso de un siniestro, es por eso que reflejaremos la problemática económica que traería un incendio o explosión dentro de la planta envasadora y luego los problemas de salud que pueden ocasionar la inhalación de GLP, recolectando información de documentos emitidos por OSINERGMIN y la Refinería la Pampilla de SOLGAS, la cual es una empresa grande en el rubro de hidrocarburos a nivel nacional.

Según OSINERGMIN (2018), en su Reporte Semestral de Monitoreo del Mercado de Hidrocarburos del Segundo Semestre del 2017, nos indica lo siguiente

“De acuerdo a las cifras oficiales al año 2016, el sector hidrocarburos generó el 1.7% del Producto Bruto Interno (PBI) y en el año 2017 tuvo una presión tributaria de 8.9% respecto del sector. Además, ha sido uno de los principales recaudadores del Impuesto Selectivo al Consumo (ISC) con el 41% del total de este concepto en el 2017. El monto acumulado de las regalías petroleras superó los USD2800 millones en el periodo 2011 y 2017.” (p.2), esto refleja el potencial de este mercado y el impacto genera en la economía a nivel nacional. El GLP no es ajeno a estas cifras, la Figura 1 nos muestra la demanda del GLP en el año 2017 (OSINERGMIN, 2018, p.12) en miles de barriles (Mbls). La conclusión del Reporte Semestral de Monitoreo del Mercado de Hidrocarburos del Segundo Semestre del 2017 emitido por OSINERGMIN (2018), nos indica que: “A nivel regional, la región de Lima concentró el 55% de la demanda, seguida de Arequipa con un 9% y La Libertad con un 9%, Junín y Piura con un 5% cada una, y Lambayeque con 4%.” (p.12), por lo tanto, en Lima se genera la mayor distribución de GLP, y es donde también se encuentran la mayor cantidad de plantas envasadores de este producto.

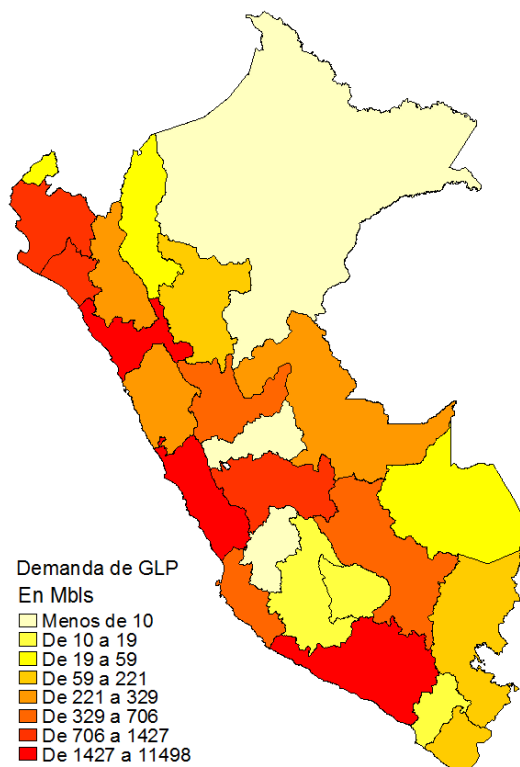


Figura 1. Demanda nacional de GLP por regiones (2017)  
Fuente: DSR-GSE-OSINERGMIN

En la Figura 2 Se puede observar el grafico de facturación del GLP (OSINERGMIN, 2018, p. 13), en millones de dólares (MMUSD), con respecto a otros combustibles. El Reporte Semestral de Monitoreo del Mercado de Hidrocarburos del Segundo Semestre del 2017, nos dice que “En el caso de la facturación de GLP, ésta representó el 20% del total con USD 2052.8 millones”(p. 13), a pesar de que el GLP no fue el producto que más facturo, en cifras de dinero se relaciona con una alta suma de millones de dólares, es por eso que este mercado debe de tener diferentes sistemas de seguridad, para garantizar la producción diaria del GLP, Ya se observa que en Lima es la mayor demanda , por eso las plantas envasadoras de GLP deben de operar diariamente.

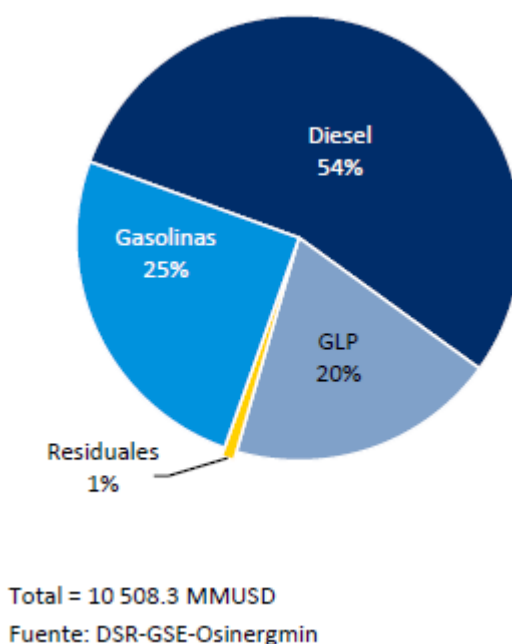


Figura 2. Facturación de principales combustibles (2017)  
Fuente: DSR-GSE-OSINERGMIN

En caso de algún accidente como explosión o incendio en una planta envasadora, generaría pérdidas económicas importantes, desde la perdida de quipos, denuncias por parte de trabajadores, indemnizaciones a nivel social, y la paralización indefinida de la producción.

SOLGAS es una empresa que cuenta con una planta envasadora en la provincia constitucional del Callao, es más conocida como la PAMPILLA, y según OSIRNERGMIN (2017), en su Reporte Semestral de Monitoreo del Mercado de

Hidrocarburos Primer Semestre del 2017 -Año 6 – N° 10,nos dice que ” Para el primer trimestre del 2017, la compañía obtuvo utilidades netas positivas por US\$ 30.5 millones, mayor a la cifra del primer trimestre del 2016 donde obtuvo utilidades por US\$ 6.1 millones.”(p. 17), solo con este dato se puede observar cuanto de perdida generaría si esta planta envasadora paraliza su producción.

Jiménez (2002), en su informe sobre La Seguridad en la distribución y manipulación del G.L.P. nos dice que “Los G.L.P. en su estado natural, son inodoros e incoloros, por ello, como en una eventual fuga no podría ser detectada” (p.6), por lo tanto, si un trabajador está en una eventual fuga de GLP no podría darse cuenta debido a las características de este producto, y lo cual genera que el trabajador no detecte a tiempo una atmosfera explosiva y que el trabajador se estuviese intoxicando por la inhalación de gases tóxicos.

Con respecto a la inhalación del GLP la Refinería La Pampilla S.A. (2006), en la Ficha de Datos de Seguridad (conforme al D.S. 026-94-EM) Gas Licuado de Petróleo – GST-F-GLP – Rev. 1.6 se indica que: “A altas concentraciones en el aire, posee propiedades narcóticas y asfixiantes debido a la disminución del oxígeno disponible para la respiración. Puede causar efectos adversos sobre el sistema nervioso central. Los efectos pueden incluir excitación, dolor de cabeza y mareos. Concentraciones superiores al 10% pueden causar irregularidades cardiacas” (p.1), por lo tanto, este dato nos indica lo peligroso que puede ser el inhalar el gas, si la fuga del GLP no se detecta a tiempo puede afectar a numerosas personas, no solo a los trabajadores directos, también a personas que viven o transitan en los exteriores estas plantas.

En la revista BEACO (2014), en su artículo “Hace 30 años – tragedia por el GLP”, donde nos describe que se produjo un incendio de grande magnitudes y una serie de explosiones en la terminal de almacenamiento y distribución de GLP en San Juan Ixhuatepec en México, en artículo nos dice, “Aunque hubo muchos factores de diseño que contribuyeron al desastre, el comité local de seguridad de la planta también registro que encontró una serie de problemas de seguridad operacional antes del accidente: falta de limpieza, 40% de dispositivos de seguridad, incluyendo rociadores de agua no funcionaban, no había válvula de

seguridad en el colector de GLP y manómetro inexactos”(2014), este accidente demuestra que las primeras barreras de seguridad del proceso fallaron , y si hubiera existido un detector de gas o flama hubiera avisado al personal a los lugares seguros y evitar muertes y heridos.

El principal problema de la empresa COSTAGAS S.A.C es que no cuenta con un sistema contra incendios y fugas de GLP automatizado dentro de las áreas clasificadas, las cuales son más vulnerables a un incendio o explosión. La figura 3, Tanque de almacenamiento de GLP (elaboración propia), muestra el tanque de almacenamiento de GLP en donde vemos que no cuenta con sensores detectores de gas o fuego y tampoco cuenta con tuberías de color rojo para el agua o espuma, y la única defensa ante una emergencia es un extintor manual, el cual depende de la capacitación del personal que labora dentro de la empresa, y pone en riesgo la vida del personal cerca a esta área.



Figura 3. Tanque de almacenamiento de GLP  
Fuente: Elaboración propia

La Figura 4, área de llenado y pintura (Elaboración propia), nos muestra que dentro del área de llenado no existen extintores PQS cerca al personal y al área de operación, por lo que se necesita implementar sensores que detecten el GLP, ya que una explosión o un amago de incendio generado en ese lugar se complicaría si no tiene una respuesta rápida, la pintura al ser un componente químico altamente



inflamable agregado el GLP realizan una mezcla explosiva que terminaría con cifras mortales dentro de la empresa y para las personas que transitan cerca de la planta , generando numerosas pérdidas humanas.



Figura 4. Área de llenado y pintura  
Fuente: Elaboración propia

El problema de la empresa al no contar con un sistema automatizado de detección de fuego y fugas de GLP, es que se confía de la respuesta humana, pero en realidad no se puede medir la reacción que tendrá el personal involucrado, por lo que se requiere una respuesta libre de la mano del hombre y que ponga a salvo la vida del ser humano.

## 1.2. Justificación del Problema.

### 1.2.1. Justificación teórica.

García (2010), en su artículo para la revista del gas natural titulado Sistemas instrumentados de seguridad (SIS), nos indica que la norma IEC 61511, existen niveles de seguridad en el proceso de hidrocarburos, García define el sistema de control básico de proceso (BPCS) de la siguiente manera “Es la capa de automatización que permite el control del proceso manteniendo las variables dentro

de los valores normales de operación.”(2010), controlando básicamente variables de presión, nivel y temperatura bajo un protocolo de comunicación, Existe otro sistema de seguridad llamado SIS (sistema instrumentado de seguridad), que es independiente del BPCS pero controla las mismas variables. Los dos sistemas de seguridad mencionados controlan variables de proceso, pero si ocurre una emergencia por accidente o provocado se necesita de sensores que detecten la emergencia sin importar la causa de este, para activar equipos que alerten y mitiguen la emergencia, de allí la necesidad de un sistema de detección contra incendios y fugas de GLP dentro de las plantas envasadoras, utilizando detectores de flama y gas dentro de áreas clasificadas que son las más vulnerables a una catástrofe.

### **1.2.2. Justificación en la salud ocupacional.**

El sistema contra incendios y fugas de GLP en áreas clasificadas para planta envasadora COSTAGAS S.A.C. cuenta con detectores de gas, los cuales alertan la presencia de este componente químico y el área en donde se presenta, sin importar el origen de la fuga o del amago de incendio, el GLP al ser un gas imperceptible a nuestros sentidos, puede estar siendo inhalado de manera inconsciente, provocando una infección dentro de nuestro organismo y a largo plazo la muerte.

También se debe de considerar que la respuesta por parte de los recursos humanos de una empresa no siempre es de manera automática, y a veces en el punto de emergencia no se encuentra personal presente, es por eso que se requieren de equipos electrónicos para realizar la supervisión de estas áreas consideradas como clasificadas, y así alertar de manera automática la fugas de GLP o el incendio, activando el plan de emergencia y contingencia de la empresa.

Con este sistema se logra prevenir enfermedades y bajas en las horas de hombre de la producción, generando un ambiente laboral más seguro y personal productivo.

### **1.2.3. Justificación económica.**

El uso del GLP envasado tiene una demanda diaria por parte de la población, como se observa en la Figura 1, Lima es el principal consumidor de este combustible y la empresa COSTAGAS S.A.C. se encuentra en esta localidad, teniendo un flujo de producción y despacho diario, este sistema contra incendios y fugas de GLP, puede evitar un incendio de grandes proporciones, porque detecta el inicio de un amago de incendio, activando las alarmas (visibles y sonoras) para activar el plan de emergencia, el sistema puede mandar señales de salida a diferentes equipos electrónicos, como electroválvulas, que pueden activar la salida de agua y espuma en caso se detecte una emergencia, evitando que el amago de incendio se eleve a uno de grandes proporciones, evitando la pérdida de equipos y materiales utilizados en todo el proceso de envasado, llevando al personal a los puntos de reunión de emergencia y manteniéndolos a salvo del siniestro, el sensor se activa en un área determinada y se puede saber en qué área se inició la emergencia, acelerando los procesos de investigación para dar con el origen del siniestro.

Este sistema logra evitar pérdidas económicas, y evita paralizar la producción en tiempos prolongados.

### **1.3. Delimitación del Proyecto.**

#### **1.3.1. Teórica.**

El proyecto tiene como teoría los fundamentos de control industrial, funcionamiento de Modulo CHEETAH Xi, funcionamiento de Modulo Mini Monitor, funcionamiento de Modulo Controlador, Teoría de grados de Protección en instrumentación industrial, Formulas de diseño de puestas a tierra, Formulas de diseño para rutas de canalización, Guia-Tecnica-001-OS-DSR-UTH por OSINERGMIN, Código Nacional de Electricidad, reglamento de seguridad para instalaciones y transportes de gas licuado de petróleo.

#### **1.3.2. Temporal.**

Este proyecto se realizará desde la primera semana de febrero del año 2019 hasta la primera semana de mayo del mismo año, en donde se lograrán los objetivos del presente documento.

### **1.3.3. Espacial**

La investigación se realizará en los ambientes de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, ubicada en el distrito de Villa el Salvador.

## **1.4. Formulación del Problema.**

### **1.4.1. Problema general.**

¿Cómo diseñar e implementar un sistema contra incendios y fugas de GLP en áreas clasificadas para planta envasadora COSTAGAS S.A.C., cumpliendo las normas establecidas por OSINERGMIN?

### **1.4.2. Problemas específicos**

1. ¿Cómo proteger el diseño e implementación del sistema contra incendios y fugas de GLP en áreas clasificadas para planta envasadora COSTAGAS S.A.C. contra sobrecargas eléctricas producidas por equipos de alto voltaje?
2. ¿De qué forma el sistema contra incendios y fugas de GLP en áreas clasificadas para planta envasadora COSTAGAS S.A.C. tendrá energía DC las 24 horas asegurar un monitoreo constante de la planta?
3. ¿Qué consideraciones deberán tener los componentes se implementaran en el diseño de un sistema contra incendios y fugas de GLP en áreas clasificadas para planta envasadora COSTAGAS S.A.C. para no generar ningún tipo de chispas y que resistan todas las condiciones ambientales y laborales?
4. ¿Cómo se implementará la comunicación de los equipos dentro del diseño de un sistema contra incendios y fugas de GLP en áreas clasificadas para planta envasadora COSTAGAS S.A.C.?

## **1.5. Objetivos.**

### **1.5.1. Objetivo general.**

Diseñar e implementar un sistema contra incendios y fugas de GLP en áreas clasificadas para planta envasadora COSTAGAS S.A.C., cumpliendo las normas establecidas por OSINERGMIN.

### **1.5.2. Objetivos específicos.**

- Diseñar e implementar un tablero de control y puestas a tierra para sistema contra incendios y fugas de GLP en áreas clasificadas para planta envasadora COSTAGAS S.A.C. que minimice la posibilidad de un corto circuito y proteja todo el sistema.
- Diseñar e implementar una fuente de energía secundaria con autonomía de 24 horas que genere el suministro de energía necesario para que el sistema contra incendios y fugas de GLP en áreas clasificadas para planta envasadora COSTAGAS S.A.C tenga un monitoreo constante de la planta.
- Seleccionar los componentes para sistema contra incendios y fugas de GLP en áreas clasificadas para planta envasadora COSTAGAS S.A.C. con certificación UL y grado de protección IP de acuerdo a las condiciones laborales y ambientales.
- Configurar el sistema contra incendios y fugas de GLP en áreas clasificadas para planta envasadora COSTAGAS S.A.C. a través de contactos secos, y que al momento de interrumpir este contacto se genere una alarma de emergencia.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes.**

##### **2.1.1. Antecedentes nacionales.**

Crisóstomo (2014), en su tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Electrónico, titulado “Sistema puesta a tierra menor a 02 ohmios para protección de equipos electrónicos, contra descargas eléctricas, en entidades financieras” concluyó:

“Con la instalación del sistema de pozo a tierra realizado en la entidad financiera de San Hilarión en la Caja Piura (CMAC PIURA), se obtuvo el valor de 1.78 ohmios de la impedancia del sistema de pozo a tierra. Con esto, se logró proteger a los usuarios y equipos electrónicos en la entidad financiera.”(p. 99).

“Con el electrodo de cobre puro, se mejoró la conductividad eléctrica del SPAT en un 90%, evitando la corrosión prematura del electrodo, ya que el cobre posee propiedades sólidas que mantienen el tiempo de vida útil hasta 40 años. Mientras con el electrodo de acero revestido de cobre (copperweld), su tiempo de vida es mayor en 05 años respecto al cobre puro. En la actualidad es el electrodo con mayor demanda en el SPAT.”(p. 99).

“La determinación de la resistividad del terreno, es un factor muy importante para el SPAT en instalaciones eléctricas. Éstas dependieron de factores como la humedad y temperatura. Para tal efecto, con la aplicación de la tierra negra de cultivo en el sistema de pozo a tierra, se logró bajar la impedancia óhmica hasta 1.78 ohmios.”(p. 99).

“Con el empleo del compuesto químico denominado THOR GEL, se redujo significativamente el valor de la resistividad óhmica del pozo a tierra en un 90 %. Y se obtuvo el valor de 1.78 ohmios con la medición realizada con el instrumento de medida llamado telurómetro. Además, se comprobó que la instalación de THOR GEL es muy práctico y se comporta mejor en sistemas de pozo a tierra en tipo vertical.”(p. 99).

En esta tesis el autor indica la importancia de la puesta a tierra en sistema donde hay presencia de equipos electrónicos, además de decirnos que hay un

rango de valores para la puesta a tierra electrónica, en el caso que el plantea debe de ser menor a 2 ohmios, lo cual logra realizando diferentes mejoras a su sistema y que además la resistencia de su puesta a tierra varía de acuerdo a factores a externos como la humedad, pH del suelo, temperatura, etc.

Arellano (2018), en su elaboración de procedimiento para el proyecto “Automatización de ductos Lote 8” para la empresa PLUSPETROL titulado “Procedimiento para construcción de puesta a tierra”, nos indica con respecto a la medida de las puestas a tierra lo siguiente (pág. 10):

- Valor para malla general - menor 5 ohmios
- Valor para tierra electrónica - menor 1 ohmios
- Valor para pararrayo - menor 10 ohmios
- Valor para pozo - menor 25 ohmios

Por lo tanto las medidas que debemos de tener para la puesta a tierra del presente proyecto deben ser electrónica, pues los componentes que usaremos presentan una resistencia intrínseca y si la protección de puesta a tierra tiene una resistencia mayor, una descarga podría dañar los equipos.

Nonaka (2006), en su informe para optar el título profesional de Ingeniero Petroquímico, titulado “Proyecto de un procedimiento de evaluación de un sistema contra incendios de una planta de abastecimiento de combustibles líquidos” concluyó:

“Es impensable que una instalación de las características señaladas se pueda plantear la posibilidad de renunciar a la protección contra incendios; no sólo porque la ley obliga a disponer de medios de extinción de incendios en las instalaciones, sino porque las empresas son conscientes del gran coste material, social, ambiental y humano que supondría el desarrollo de un incendio, comparado con el coste necesario para implementar la protección.”(p. 31).

“Se considera que se ha diseñado una estrategia para combatir el fuego desde un punto de vista lo más práctico posible, teniendo en cuenta las características de la instalación y todos los datos aportados por la normativa. Y según las opciones escogidas, la solución del problema requiere caudales grandes de agua y espuma, imposibles de suministrar de forma inmediata, sin la

intervención de los medios fijos de lucha contra incendios. Interpretándose que, en el caso de no recurrir a los sistemas fijos de extinción de incendios, las consecuencias se habrán vuelto inmedibles, para el momento en que la comunicación de incendios llegue al puesto de bomberos más cercano.”(p. 31).

“Como punto clave se señala la necesidad de realizar un análisis exhaustivo de los datos de partida disponibles, ya que a partir de ellos se definen las dimensiones del proyecto a desarrollar; siendo que, por ejemplo, un error en el cálculo de la separación entre tanques puede causar un sobre-dimensionamiento del orden de 400 000 litros de agua, lo cual sería una pérdida de recursos bastante considerable.”(p. 31).

En este informe el autor justifica la necesidad de un sistema contra incendios en una planta de abastecimiento de combustibles, además estos sistemas deben de tener una forma práctica de activar y mitigar la emergencia, además nos indica que la parte mecánica de este sistema merece un estudio para el caudal del agua a utilizar.

Vásquez y Vargas (2000), en su proyecto de investigación gerencial aplicado titulado “Diseño de una planta de almacenamiento de GLP para distribución metropolitana” concluyeron:

“El Proyecto de Inversión es viable dado las características del entorno y su tasa de rentabilidad (33%) que es mayor al costo promedio ponderado (28%). El VANF es positivo (917.74).” (p. 141).

“Las variables con las que se ha trabajado, son las que más se aproximan a la realidad y con base a ella se han realizado las proyecciones.” (p. 141).

“En los derivados del petróleo, los precios varían según condiciones mundiales, por eso se acostumbran a trabajar, los proyectos sobre los precios constantes en dólares y sólo se proyectan los volúmenes de consumo.” (p. 141).

“ENVAGAS, asume un reto que significa entrar a un campo de acción más rápida. Sólo una buena gestión gerencial hará que el negocio desarrolle y según



los antecedentes y conocimiento del mercado de los socios estamos convencidos que así será.” (p. 141).

“El riesgo es mínimo (volumen de ventas) por ser un producto de consumo masivo. Las estrategias de ENVAGAS están enfocadas a innovar el sector y la diferenciación aprovecha el amplio conocimiento del mercado.” (p. 141).

Esta investigación respalda la justificación económica y dentro del marco teórico del documento nos menciona los gastos que realizaran para el proceso del envasado de GLP mencionando válvulas y manómetros a utilizar dentro de un sistema de seguridad como el BPCS o SIS.

Encarnación (2008), en su Informe de Suficiencia para optar el Título Profesional de Ingeniero Electricista en la Universidad Nacional de Ingeniería, titulado “Normatividad de Instalaciones Eléctricas en Atmósferas Explosivas para Estaciones de Servicio Mixta” concluyó:

“La clasificación de áreas peligrosas es un tema complejo. Sobredimensionar para hacer segura una locación peligrosa deberá ser una consideración esencial en el diseño.”(p. 75).

“El principio básico de diseño en un área peligrosa es asegurar que los tres lados del triángulo de explosividad no existan simultáneamente. Si cualquier lado no está presente, no puede ocurrir una explosión. La protección contra explosiones por lo tanto requerirá controlar o eliminar uno o más lados del triángulo.” (p. 75).

“El diseño de las instalaciones eléctricas y la selección de los equipos y materiales que se empleen dentro de establecimientos de venta al público de combustibles líquidos, GLP o GNV deberá cumplir con las especificaciones de la Clase 1, División 1 o 2, Grupo D según el Anexo J del Código Nacional de Electricidad vigente.” (p. 75).

“El uso de luminarias a prueba de explosión en los techos de la islas de dispensadores y los valores de puesta a tierra exigidos por la normativa vigente

para los establecimientos de venta de GNV deberán ser analizados en cada caso y adecuarse al diseño.” (p. 75).

“En algunos casos, el flujo de ventilación necesario para la seguridad de las personas en ambientes con sustancias ignitables, protege la instalación contra el peligro de explosiones.” (p. 75).

“La posibilidad que un teléfono celular utilizado en condiciones normales pueda convertirse en una fuente de explosión en una estación de combustible es considerada baja porque la energía irradiada por el teléfono celular (radio frecuencia) es menor a la energía requerida para la ignición de un gas o vapor perteneciente al Grupo D.” (p. 75).

En este informe señala la importancia de la clasificación de las áreas donde se puede generar una atmosfera explosiva, basándose en el código nacional de electricidad el cual toma como referencia las normas NFPA, NEMA, NEC IEC, etc., para las instalaciones eléctricas dentro de estas áreas. Así mismo resalta la instalación de puestas a tierra y su respectivo análisis y diseño.

### **2.1.2. Antecedentes Internacionales.**

Fernández (2015), en su Proyecto Fin de Carrera Ingeniería Industrial del Departamento de Ingeniería de Construcción y Proyectos Escuela Técnica Superior de Ingeniería Universidad de Sevilla, titulado “Sistema de protección contra Incendios de una Terminal de almacenamiento de hidrocarburos” concluyó:

“Independientemente de que se indique o no, en los planos del contrato, se deberán satisfacer todos los requerimientos de la normativa. Estas especificaciones requieren el suministro e instalación de los sistemas completos de rociadores en todos sus detalles y de acuerdo con la normativa y standards aplicables.”(p. 201).

“El color de acabado de las manetas de las válvulas, de los tapones y de los acoplamientos del departamento de incendios, serán definidos por el departamento de incendios local.” (p. 201).

“La instalación del sistema y las características de funcionamiento estarán de acuerdo en todos los puntos con los standard y normativas aplicables.” (p. 201).

El autor refiere que según norma NFPA existe un color para los sistemas contra incendios, y así diferenciar las tuberías de otros sistemas, en el caso de Perú el color para nuestro sistemas en la parte mecánica es el color rojo, y el color de las tuberías por donde irán las canalizaciones eléctricas será de color azul, así mismo se refiere que si en el plano se contradice con el código, siempre estará por encima el código.

Osorio (2014), en su Trabajo Especial de Grado Universidad del Zulia Facultad de Ingeniería División de Postgrado Maracaibo-Venezuela, titulado “Mejora del sistema contra incendio del patio de tanques Tasajeras PDVSA, S.A” concluyó:

“Se requiere la implantación de un sistema contra incendios ya que en esta instalación no se cuenta en la actualidad con un programa computarizado que permita dar seguimiento y ayude con el control de los posibles incendios producidos en las áreas de forma más segura, existiendo áreas desprotegidas que en caso de presentarse un siniestro no podrán ser atendidas con prontitud, esto se debe a que los sistemas actualmente utilizados no cubren la totalidad de las áreas del complejo y no están regulados por un sistema automatizado.” (p. 64).

“El personal de la empresa no posee la información necesaria para operar un sistema contra incendios, esto puede tener su origen en el hecho de que dicho sistema carece de información actualizada, además de no contarse con los recursos tecnológicos necesarios, lo cual exige de una mayor preparación en el recurso humano que labora en estas instalaciones.” (p. 64).

El documento menciona que la empresa venezolana PPDVSA necesita un cambio en muchas de las instalaciones, mencionando con claridad la necesidad de implementar un sistema contra incendios para controlar emergencias dentro de la empresa, así mismo menciona la importancia de los recursos humanos y la importancia de la capacitación de estos, como realizar simulacros, áreas seguras señalización de botones de emergencia.

Esono (2015), en su trabajo Fin de Master del departamento de Energía y combustible de la Universidad Politécnica de Madrid, titulado “Sistema de Protección Contra Incendios De Un Parque De Almacenamiento De Líquidos Petrolíferos” concluyó:

“Se ha previsto la instalación de una sirena contra incendios en la instalación, con potencia de entre 105 dB y 120 dB, incluido el ruido del ambiente, según NFPA 72.” (p. 83).

“Las alarmas visibles, o alumbrado de emergencia, generan señales de aviso o de emergencia. Estarán ubicados en las esquinas de los sectores a proteger, con una altura de 3 metros desde el suelo.” (p. 83).

“Los sistemas manuales de alarma están constituidos por un conjunto de pulsadores que permiten transmitir voluntariamente por los ocupantes del sector, una señal a una central de control y señalización permanentemente vigilada, de tal forma que sea fácilmente identificable la zona en que ha sido activado el pulsador.”(p. 83).

El autor resalta la importancia de las alarmas visibles y sonoras, basándose en la norma NFP72, donde nos especifica las características de estos equipos y se debida instalación dentro de las áreas clasificadas. Además nos refiere que se deben de utilizar diferentes puntos para la instalación de los interruptores manuales y así activar la emergencia en cuando algún personal observe algún amago de incendio o una fuga de gas.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1 Plantas envasadoras de GLP**

El GLP según Balcázar (2011), en el Reglamento de Seguridad para instalaciones y transporte de GLP se define como “Hidrocarburo que, a condición normal de presión y temperatura, se encuentra en estado gaseoso, pero a la temperatura normal y moderadamente alta presión es licuable. Usualmente este compuesto de propano, butano, polipropileno y butileno o mezcla de los mismos. En determinados porcentajes forman una mezcla explosiva. Se le almacena en estado líquido, en recipientes a presión. Dentro de los recipientes a presión donde se almacena al GLP (cilindros portátiles, tanques estacionarios, cisternas etc.),

debe mantenerse dos fases una gaseosa o de vapor y otra líquida, por lo que estos recipientes deben de llenarse hasta un máximo de 80 %.” (p.2), en este concepto nos indica las condiciones en las que debe de estar un envase de GLP, y que si varía los porcentajes de los componentes químicos se puede lograr una mezcla explosiva, generando una posible emergencia en caso de no detectar una fuga a tiempo.

La cadena de Comercialización del GLP es muy dinámica, pero contiene un mismo origen, que puede ser de producción o importación, después de esta etapa recién pasará a una planta envasadora, como también puede ir a otra planta de almacenamiento donde se puede mejorar la calidad del GLP, Pero una vez dentro de las plantas envasadoras la venta va para diferentes rubros del mercado a nivel nacional, la Figura 5 muestra la cadena de comercialización del GLP (OSINERGMIN, 2011, p.3).

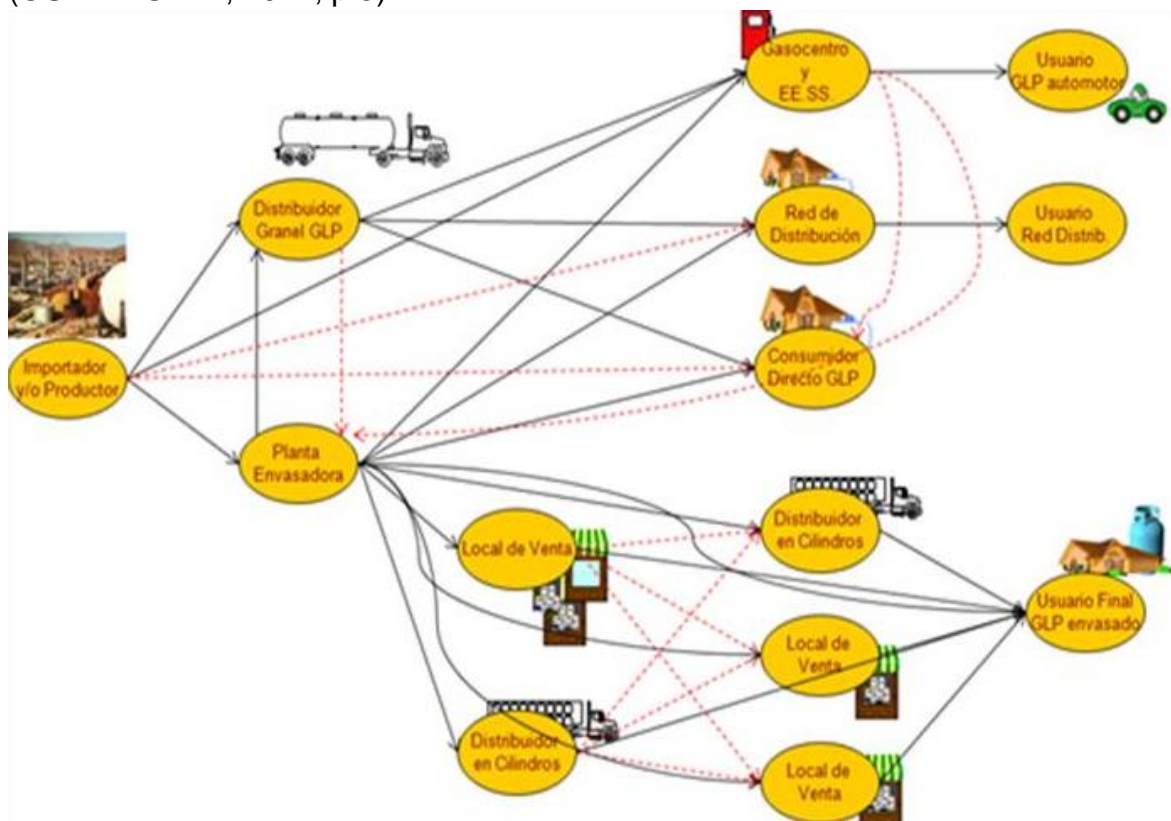


Figura 5. Cadena Comercialización de GLP  
Fuente: <http://www.ssecoconsulting.com>

### 2.2.1.1. Almacenamiento de GLP.

Las plantas envasadoras de GLP compran el producto en camiones cisternas y estas llevan el producto a su empresa, en donde trasiegan el producto a tanques estacionarios, el trasegado del combustible y los tanques estacionarios deben de cumplir con Reglamento de Seguridad para Instalaciones y Transportes de Gas Licuado de Petróleo con Decreto Supremo N° 27-94-EM.

El trasegado de los camiones cisternas hacia los tanques estacionarios, deben de estar a una distancia menor de 3 metros, y con diferentes medidas de seguridad. Los tanques estacionarios deben de estar dentro de un dique lo cual hará evitar la acumulación de combustibles líquidos debajo de los tanques de GLP, estos diques deben estar una distancia mayor de 3 metros del tanque estacionario Como se muestra en la Figura 6 (OSINERGMIN, 2011, p.34).



Figura 6. Tanques estacionarios dentro de dique de seguridad  
Fuente: Charla de Capacitación sobre seguridad en Plantas Envasadoras de GLP, OSINERGMIN (2011)

Estos tanques deben de contar con una placa de seguridad que debe de contar con la siguiente información, según el Reglamento de Seguridad para Instalaciones y Transportes de Gas Licuado de Petróleo con Decreto Supremo N° 27-94-EM.:

- El tipo de servicio para el cual el tanque fue diseñado (por ejemplo, enterrado, superficial o ambos).
- Nombre y dirección del fabricante.
- Capacidad de agua equivalente en litros o galones americanos.
- Presión de diseño en MPa o psig

- Este tanque no podrá contener un producto que tenga una presión de vapor superior a \_\_\_\_\_ MPa manométrico (psig) a 100°F
- La superficie exterior en metros cuadrados o pies cuadrados.
- Año de fabricación.
- Espesor del cuerpo y espesor de los cabezales.
- Largo total (OL), Diámetro exterior (OD) y Diseño de cabezal (HD).
- Número de serie del fabricante.
- Mínima temperatura de diseño del metal \_\_\_\_\_°C (°F) a la Máxima Presión a de Operación Permitida (MAWP) \_\_MPa (psi).
- Tipo de construcción W.
- %de radiografiado\_\_\_\_\_.

El formato de la placa de seguridad para los tanques estacionarios se muestra en la Figura 7 (OSINERGMIN, 2011, p.14).

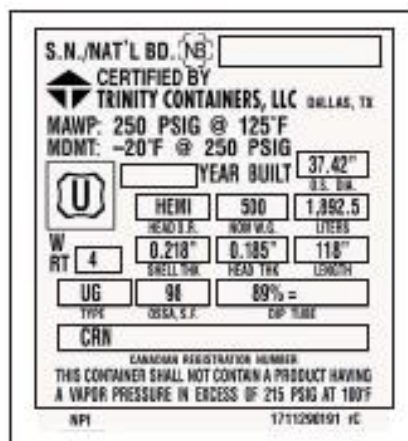


Figura 7. Placa de seguridad para tanques estacionarios  
Fuente: Charla de Capacitación sobre Seguridad en Plantas Envasadoras de GLP, OSINERGMIN (2011)

### 2.2.1.2. Llenado de envases de GLP.

Los envases de GLP para su proceso de llenado con el combustible indicado deben de cumplir con las disposiciones legales indicadas en el Reglamento de Seguridad para Instalaciones y Transportes de Gas Licuado de Petróleo con Decreto Supremo N° 27-94-EM.

De los tanques estacionarios se realizará el llenado hacia los envases, es por eso que el tanque debe de tener diferentes tipos de válvulas para asegurar la eficiencia y seguridad del proceso. Los accesorios se pueden observar en la Tabla 1.

Tabla 1.  
Conexiones para los tanques

Accesorios	Tanques estacionarios de hasta 15.14 m <sup>3</sup> (4000 gal) de capacidad de agua
Válvula de llenado de doble check	R ✓
Válvula de cierre manual para servicio vapor [véase apartado 5.4.1(e)]	R ✓
Medidor fijo del nivel máximo de líquidos	R ✓
Válvula de seguridad interna del tipo a resorte (véase apartado del 5.2.3.1 al 5.2.3.7)	R [véase apartado 5.4.1(a)]
Medidor de flotador	R ✓
Válvula de no retroceso y válvula de exceso de flujo de retorno de vapor	O ✓
Válvula de exceso de flujo de extracción de líquido comandada [véase apartados 5.4.1(b) al 5.4.1(d)]	R

Fuente: Charla de Capacitación sobre Seguridad en Plantas Envasadoras de GLP, OSINERGMIN (2011).

De la Tabla 1 se obtiene la siguiente leyenda:

- R: Requerido como un accesorio separado.
- O: Opcional.
- R ✓: Requerido como un accesorio separado o como parte de una válvula multipropósito.
- ✓: Opcional como un accesorio separado o como parte de una válvula multipropósito.

Con estos accesorios se debe garantizar el proceso de producción de los envases de GLP, además de los accesorios ya mencionados se debe tener en cuenta el canal por el que estará transitando el GLP, los cuales son tuberías y mangueras con sus respectivos accesorios de conexión y unión, según OSINERGMIN (2011), en su Charla de capacitación sobre seguridad en plantas envasadoras de GLP, nos indica lo siguiente “Deberán ser diseñadas para trabajar a una presión de 2,4MPa manométrica (350psig) con un factor de seguridad de 5 a 1 y deberán ser marcadas continuamente con GLP, gas LP, propano, presión de trabajo 350 PSI, y con el nombre del fabricante o marca registrada. Los conectores



flexibles y mangueras utilizadas como conectores flexibles deberán ser resistentes a la acción del GLP tanto líquido como vapor. No deberán exceder de 1m (36 pulgadas) de longitud, donde sean utilizados con tubos de líquido o vapor en tanques portátiles o estacionarios.” (p.25), todo lo mencionado con el fin de dar seguridad al proceso de llenado de los envases de GLP.

Además de las consideraciones del proceso de llenado se debe de tener en cuenta las características los envases, según el diario oficial de la República del Perú, El Peruano(2016), en las Normas Legales, nos indica “En el artículo 2 del Reglamento para la Comercialización de Gas Licuado Petróleo, aprobado mediante Decreto Supremo N° 01-94-EM (en adelante, el Reglamento) que define a los cilindros para GLP como envases portátiles de acero, fabricados para contener el GLP y que, por su forma, peso y medidas facilitan su manipuleo, transporte e instalación; pudiendo ser de 5, 10, 15 y 45 kilogramos de capacidad”(p.604357), y además se adjunta la imagen del formato, Figura 8, que nos muestra la información al consumidor (El Peruano, 2016, p. 604358).

NOMBRE DE LA EMPRESA ENVASADORA			
PESO DEL CILINDRO ANTES DE LLENADO :.....kg			
PESO NETO DEL GLP :.....kg			
PESO TOTAL DEL CILINDRO :.....kg			
Tolerancia del Peso Neto del GLP (Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 01-94-EM)			
Peso neto nominal del GLP	Tolerancia del peso neto (porcentaje)	Rangos de tolerancia de peso	
		Minimo	Máximo
5 kg	±2.5%	4.875 kg	5.125 kg
10 kg	±2.5%	9.750 kg	10.250 kg
15 kg	±2.5%	14.625 kg	15.375 kg
45 kg	±1.0 %	44.550 kg	45.450 kg

Cualquier denuncia por inconformidades sobre el peso neto de GLP puede ser presentada directamente a su proveedor o ante Osinergmin, vía telefónica al 0800-41800 o a través de otros medios informáticos habilitados.

Figura 8. Formato de información al consumidor  
Fuente: Diario El Peruano (2016)

### 2.2.1.3. Pintura de envases de GLP.

La pintura que cubre a los envases es de acuerdo a la marca que representa la empresa, también debe de tener un logo con el nombre de la marca, y una tapa

en la válvula de salida para que no sea manipulado hasta el momento de ser utilizado.

ARP SURA (2010), es su informe de Tanques y cilindros de Gas Propano, nos indica que “Es muy importante aclarar que las señales que se coloquen, deben estar elaboradas de un material y pintura especiales a fin de que sean resistentes al fuego durante al menos una hora o a la corrosión ya que en caso de emergencia estas deben mantenerse intactas por un tiempo tal que permita la identificación durante el mayor tiempo posible.” (p.3), es importante saber el uso de la pintura a emplear, pero también el tiempo de secado y la velocidad con que se puede realizar esta etapa.

La etapa de pintura según Bautista (2012), en su propuesta de mejora en la línea de envasado de balones de GLP para incrementar la productividad de la empresa Envasadora Caxamarca Gas S.A – Cajamarca, para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, nos dice la función del operario de pintura, “Prepara la pintura (pintura con disolvente) de acuerdo al color que va a pintar. Activa el compresor de aire y abre las llaves de paso y empieza a pintar poniendo los envases en la mesa giratoria de acuerdo a su color y tamaño; para terminar, coloca el logotipo de la empresa con un color diferente al color de envase.” (p.45), por lo tanto en la Figura 9 nos muestra el acabado de los envases de GLP en la empresa COSTAGAS S.A.C. (COSTAGAS, 2012).



Figura 9. Acabado de balones de GLP en la empresa COSTAGAS S.A.C.  
Fuente: <https://www.costagas.com.pe/site/store>

#### 2.2.1.4. Almacenamiento y despacho de envases de GLP

Los envases de GLP se almacenan en un lugar con techo y ventilado , en donde quedaran hasta su despacho , debido a la demanda el despacho es de manera inmediata y solo se almacena para tener un control de logístico y de contabilidad, este producto final ya listo para su comercialización debe de tener, según la Resolución de Consejo Directivo OSINERGMIN N° 252-2016-OS/CD, un formato de Información al consumidor en el cual se detalla el peso del cilindro antes del llenado, el peso neto del GLP y el peso total del cilindro. En la Figura 10 observamos el almacenamiento de los envases de GLP en la empresa COSTAGAS S.A.C. (COSTAGAS, 2013).



Figura 10. Almacenamiento de envases de GLP en la empresa COSTAGAS S.A.C.  
Fuente: <https://www.costagas.com.pe/>

Una vez almacenado los envases de GLP se procede a su despacho a los diferentes transportes que ingresan a la planta envasadora. Las empresas que despachan los envases con GLP tiene que tener en cuenta que los medios de transporte deben de cumplir con lo establecido en el Reglamento de Seguridad para Instalaciones y Transportes de Gas Licuado de Petróleo con Decreto Supremo N° 27-94-EM.

En dicho reporte se menciona que para transportar los envases de GLP se debe de hacer con las válvulas hacia arriba y colocados de manera vertical, y dicta la siguiente escala niveles de apilamiento de los envases de GLP de acuerdo al transporte:

- Camioneta – hasta 1 nivel.
- Camioneta tipo baranda – hasta 2 niveles.

- Camiones de transporte. Los cilindros se podrán estibar unos sobre otros hasta una altura máxima de 2 metros.

También nos indica que los envases de GLP que pesen 45 kg deberán de ser transportadas en un solo nivel con las válvulas hacia arriba y de manera vertical firmemente asegurados, con la válvula completamente cerrada y con elementos de seguridad par que no sea manipulado, en la mayoría de casos le colocan un forro de plástico.

El Transporte de los envases de GLP debe de contar con el logo de la marca que transporta, extintor con certificado UL, barandas, letreros de seguridad.

En la Figura 11 se muestra como se trasladan los balones de GLP de la empresa COSTAGAS S.A.C. (OPECU, 2013).



Figura 11. Traslado de balones de GLP de la empresa COSTAGAS S.A.C.  
Fuente: <https://opecu.org.pe>

## **2.2.2 Sistema de protección contra incendios y fugas de GLP en plantas envasadoras de Perú.**

### **2.2.2.1 Normas, especificaciones y Reglamentos a cumplir en la protección contra incendios y fugas de GLP.**

A continuación se citaran las normas, especificaciones y reglamentos que se utilizaran en el diseño e implementación del sistema contra incendios y detección de fuga de GLP en áreas clasificadas para planta envasadora, abarcando la parte eléctrica y de instrumentación que es lo que necesita el presente diseño.

## a) IEC (Comisión Electrotécnica Internacional)

Según la página web de la INACAL (2015), en el título Comisión Electrotécnica Internacional – IEC, nos dice sobre la IEC “es la organización líder mundial que prepara y publica Estándares Internacionales para todas las tecnologías eléctricas, electrónicas y relacionadas. Cerca de 20 000 expertos de la industria, el comercio, el gobierno, los laboratorios de pruebas e investigación, la academia y los grupos de consumidores participan en el trabajo de normalización de IEC.” Recuperado de <https://www.inacal.gob.pe>.

Las normas que se aplican en el sistema de protección contra incendios y fugas de GLP en plantas envasadoras son:

- IEC 60027 símbolos de carta que se utilizan en la tecnología eléctrica.

La UNE, en su artículo IEC 60027-7: 2010, nos indica que “es aplicable a la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. Da nombres y símbolos de letras para cantidades y unidades. Además, se dan las reglas para subíndices múltiples y su sucesión” (<https://www.une.org/>). En las siguientes tablas se observaran algunos de los símbolos según normas IEC, las que se utilizaran en el presente diseño, y se comparan con la simbología utilizada por normas DIN y ANSI, que algunos casos son iguales a la utilizada por la IEC, en la Tabla 2 representa la simbología para tensiones e intensidades (IEC, 2013).


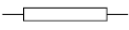






Tabla 2.  
Simbología para tensiones e intensidades

Significación	Símbolo según las normas		
	IEC	DIN	ANSI
Corriente continua.		= IEC	
Corriente alterna.		= IEC	= IEC
Corriente continua o alterna (universal).		= IEC	= IEC

Fuente: <http://electrocircuitosindustriales.blogspot.com>

La Tabla 3 representa la simbología para elementos generales de un circuito (IEC, 2013).

Tabla 3.  
Simbología para elementos generales de un circuito

Significación	Símbolo según las normas		
	IEC	DIN	ANSI
Resistencia.			= IEC
Condensador.			
Condensador con toma.		= IEC	
Tierra.		= IEC	= IEC

Fuente: <http://electrocircuitosindustriales.blogspot.com>

- IEC 60079 atmósferas explosivas.  
BELT, el portal de los profesionales de la seguridad, en su artículo web “ATEX 95”, indica lo siguiente “La Directiva ATEX 94/9/CE se aplica a la fabricación y distribución de equipos y sistemas de protección destinados al uso en atmósferas potencialmente explosivas, esta directiva define dos grupos de equipo divididos en cinco categorías de equipo.”(<http://www.belt.es>). Así mismo las categorías de equipo definen el nivel de protección necesario en el equipo.
  - Grupo I: se aplica al equipo usado en operaciones subterráneas, como la minería.
  - Grupo II: se aplica al equipo usado por las industrias de procesamiento en superficie. Esas industrias de procesamiento típicas son la petroquímica, la química, la farmacéutica y la de alimentación.

La Tabla 4, muestra el grupo de equipo y clasificación de categoría conforme a ATEX 94/9/CE (2004, Toledo).

Tabla 4.  
Grupo de equipo y clasificación de categoría conforme a ATEX 94/9/CE

	Categoría de equipo	Atmósfera peligrosa	Nivel de protección contra ignición	Condiciones de funcionamiento	Rendimiento de protección
Grupo de equipo I	M1	Metano y polvos	Muy alto	El equipo permanece encendido y en funcionamiento en presencia de una atmósfera explosiva.	Dos métodos de protección independientes o seguro con dos fallos.
	M2		Alto	El equipo se apaga en caso de crearse una atmósfera explosiva.	Nivel de seguridad suficiente en condiciones normales de funcionamiento.
Grupo de equipo II	Cat. 1	Gases, vapores, neblinas y polvos	Muy alto	El equipo permanece encendido y en funcionamiento en las zonas 0, 1 y 2 (G) o 20, 21 y 22 (D).	Dos métodos de protección independientes o seguro con dos fallos.
	Cat. 2		Alto	El equipo permanece encendido y en funcionamiento en las zonas 1 y 2 (G) o 21 y 22 (D).	Apto para el funcionamiento normal y perturbaciones frecuentes o seguro con un fallo.
	Cat. 3		Normal	El equipo permanece encendido y en funcionamiento en las zonas 2 (G) o 22 (D).	Apto para el funcionamiento normal.

Fuente: estándares y normativas para zonas peligrosas, Toledo (2014)

Los equipos utilizados en estas áreas peligrosas deben de tener un Marcado CE, según Toledo (2014), en sus estándares y normativas para zonas peligrosas, dice que “El marcado CE es obligatorio y debe colocarse antes de asignar el equipo para su distribución en el mercado o antes de ponerlo en funcionamiento. Está destinado a facilitar la libre circulación de equipos dentro de la Unión Europea. Sirve como declaración de que el producto ha sido fabricado de conformidad con todos los requisitos y disposiciones aplicables de la Directiva 94/9/CE.”(p.5). Por lo que la Figura 12 muestra un ejemplo del marcado CE (2004, Toledo).





Figura 12. Marcado típico de equipos eléctricos conforme a ATEX 94/9/CE  
 Fuente: Estándares y normativas para zonas peligrosas, Toledo (2004)

La OSHA, Agencia europea para la seguridad y la salud en el trabajo, en su artículo web “Directiva 99/92 / CE - Riesgos por atmósferas explosivas”, nos indica lo siguiente “Directiva ATEX 99/92/EC o ATEX 137, esta directiva se aplica a usuarios de equipos en atmósferas potencialmente explosivas. Proporciona los requisitos mínimos para mejorar la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores potencialmente en riesgo a causa de atmósferas explosivas. Las zonas peligrosas se dividen en tres para gases y tres para sustancias en polvo. La clasificación otorgada a una zona determinada, su tamaño y ubicación se deciden en función de la frecuencia y persistencia de la atmósfera explosiva.”( <https://osha.europa.eu>). La Tabla 5 muestra la Clasificación de zonas conforme a ATEX 99/92/CE (2004, Toledo, M.). La tabla 5 muestra el concepto de clasificación de zonas. El concepto se ha usado con éxito durante muchos años en la especificación y selección de equipos eléctricos para atmósferas explosivas gaseosas y con polvo. Las zonas 0, 1 y 2 se usan para indicar atmósferas explosivas que contienen gases y vapores.



Tabla 5.  
Clasificación de zonas conforme a ATEX 99/92/CE

Clasificación de zonas		
Gas	Zona 0	Presencia de una atmósfera explosiva <b>de forma continua</b> o durante <b>largos períodos de tiempo</b> .
	Zona 1	Puede crearse una atmósfera explosiva <b>de forma ocasional</b> durante el funcionamiento normal.
	Zona 2	Puede crearse una atmósfera explosiva <b>con poca frecuencia</b> o durante <b>cortos períodos de tiempo</b> .
Polvo	Zona 20	Presencia de una atmósfera explosiva <b>de forma continua</b> o durante <b>largos períodos de tiempo</b> .
	Zona 21	Puede crearse una atmósfera explosiva <b>de forma ocasional</b> durante el funcionamiento normal.
	Zona 22	Puede crearse una atmósfera explosiva <b>con poca frecuencia</b> o durante <b>cortos períodos de tiempo</b> .

Fuente: estándares y normativas para zonas peligrosas, Toledo, M. (2004)

- IEC 60228 conductores de cables aislados.

Según la ABTN (asociación brasilera de normas técnicas) (2002), en sus normas de cables aislado (IEC 60228, MOD), nos dice que “Esta Norma especifica las secciones nominales normalizadas de 0,5 mm<sup>2</sup> hasta 2000 mm<sup>2</sup>, así como también los diámetros, la cantidad de alambres y los valores de resistencia eléctrica, de los conductores para cables eléctricos y cordones flexibles, aislados.”(p. 4), donde además nos indica que esta norma no se aplica para los cables de telecomunicaciones.

- IEC 60529 grados de protección proporcionados por las envolventes.

Las envolventes de los equipos eléctricos deben garantizar una protección contra contactos eléctricos directos de las personas y una protección del propio equipo contra penetración de agentes ambientales sólidos y líquidos (Código IP).

El ingeniero Galizia(2014) en su informe Los grados de protección de protección IP en los equipos e instalaciones y su interpretación según IEC y NEMA, nos define IP de la siguiente forma, “El código IP es el sistema de codificación para indicar los grados de protección proporcionados por una envoltura contra el acceso a partes peligrosas, la penetración de cuerpos

sólidos extraños, la penetración de agua y para suministrar una información adicional unida a la números de una cifra y a veces de una o dos letras opcionales que proporcionan información adicional. Cuando el grado de protección correspondiente a una de las cifras no se precise porque no sea necesario o porque no sea conocido, se reemplaza por “X.”(p.4), en la Figura 13 se observa la Disposición del código IP (Grados de protección proporcionados por las envolventes de los materiales eléctricos: código IP, UNE 20324 EN 60529 y CÓDIGO IK, UNE-EN 50102).

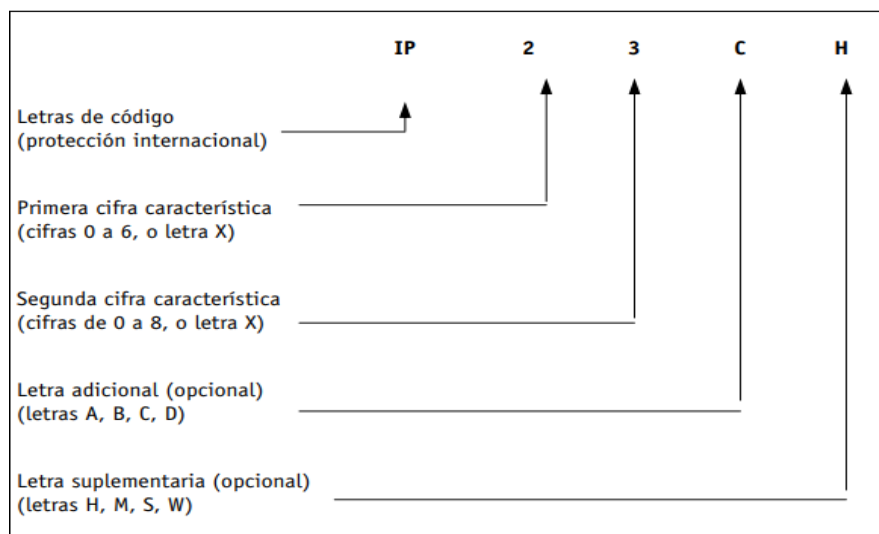


Figura 13: Disposición del código IP

Fuente: Grados de protección proporcionados por las envolventes de los materiales eléctricos: código IP, UNE 20324 EN 60529 y CÓDIGO IK, UNE-EN 50102(<http://platea.pntic.mec.es>)

La primera cifra característica indica simultáneamente: la protección de las personas contra el acceso a las partes peligrosas, impidiendo o limitando la penetración de una parte del cuerpo humano o de un objeto cogido por una persona. La protección de los materiales contra la penetración de cuerpos sólidos extraños. Esta primera cifra puede tomar un valor entre 0 y 6, a mayor valor indica mayor protección contra cuerpos sólidos de menor tamaño.

La Tabla 6 indica los Grados de protección indicados por la primera cifra característica (Grados de protección proporcionados por las envolventes de los materiales eléctricos: código IP, UNE 20324 EN 60529 y CÓDIGO IK, UNE-EN 50102).

Tabla 6.  
Grados de protección indicados por la primera cifra característica

Cifra	Grados de protección	
	Protección contra contactos eléctricos directos	Protección contra la penetración de cuerpos sólidos extraños
0	No protegida	No protegido
1	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con el dorso de la mano	Protegido contra los cuerpos sólidos extraños de diámetro superior a 50 mm
2	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un dedo, $\varnothing \geq 12$ mm y 80 mm de longitud.	Protegido contra los cuerpos sólidos extraños de diámetro superior a 12,5 mm
3	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con una herramienta, $\varnothing \geq 2,5$ mm	Protegido contra los cuerpos sólidos extraños de diámetro superior a 2,5 mm
4	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un alambre de $\varnothing \geq 1$ mm	Protegido contra los cuerpos sólidos extraños de diámetro superior a 1mm
5	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un alambre de $\varnothing \geq 1$ mm	Protegido contra el polvo. Puede penetrar polvo en cantidad no perjudicial.
6	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un alambre de $\varnothing \geq 1$ mm	Totalmente protegido contra el polvo. Estancas al polvo.

Fuente: Grados de protección proporcionados por las envolventes de los materiales eléctricos: código IP, UNE 20324 EN 60529 y CÓDIGO IK, UNE-EN 50102(<http://platea.pntic.mec.es>)

La segunda cifra característica indica el grado de protección proporcionado por las envolventes con respecto a los efectos perjudiciales sobre el equipo, debido a la penetración de agua. La Tabla 7 indica los Grados de protección contra el agua indicados por la segunda cifra características (Grados de protección proporcionados por las envolventes de los materiales eléctricos: código IP, UNE 20324 EN 60529 y CÓDIGO IK, UNE-EN 50102).

Tabla 7.  
Grados de protección contra el agua indicados por la segunda cifra  
características

2ª Cifra	Grado de protección	
	Descripción abreviada	Protección proporcionada por la envolvente
0	No protegida	Sin protección particular
1	Protegido contra la caída vertical de gotas de agua, ejemplo por efecto de fugas o gotas de condensación en la parte alta del habitáculo o en tuberías que pasen encima de la envolvente.	A la caída vertical de gotas de agua.
2	Protegido contra las caídas de agua verticales con un mayor caudal y con una inclinación de hasta 15°.	A la caída vertical de gotas cuando la envolvente está inclinada hasta 15° de cada lado de la vertical.
3	Protegida contra el agua en forma de lluvia	A la caída de agua en forma de lluvia fina, en una dirección que tenga, respecto a los dos lados de la vertical un ángulo inferior o igual a 60°.
4	Protegida contra las proyecciones de agua	A la proyección de agua en todas las direcciones sobre la envolvente.
5	Protegido contra chorros de agua	A la proyección de agua a chorros sobre la envolvente en cualquier dirección
6	Protegido contra chorros fuertes de agua	A la proyección de agua a chorros fuertes sobre la envolvente en cualquier dirección
7	Protegido contra los efectos de la inmersión en agua	Contra la penetración de agua en cantidad perjudicial en el interior de la envolvente sumergida temporalmente en agua con una presión y un tiempo normalizados.
8	Protegido contra la inmersión prolongada	El equipo es adecuado para la inmersión continua en agua bajo las condiciones especificadas por el fabricante.

Fuente: Grados de protección proporcionados por las envolventes de los materiales eléctricos: código IP, UNE 20324 EN 60529 y CÓDIGO IK, UNE-EN 50102(<http://platea.pntic.mec.es>)

La letra adicional que de manera opcional puede formar parte del código IP proporciona información suplementaria sobre el grado de protección de personas contra el acceso a partes peligrosas. Su uso reserva a aquellos supuestos en que la protección efectiva del acceso a la parte peligrosa es más eficaz que la indicada por la primera cifra o cuando esta ha sido reemplazada por una X. Se identifican con los códigos A, B, C, D y su significado se corresponde respectivamente con el de las cifras 1, 2, 3, 4 pero a diferencia de la primera cifra característica que proporciona información de cómo la envolvente previene la penetración de cuerpos

sólidos, proporciona información sobre la accesibilidad de determinados objetos o partes del cuerpo a las partes peligrosas en el interior de la envolvente. Una envolvente no puede ser designada por un grado de protección indicado por una letra adicional si no garantiza que satisface también todos los grados de protección inferiores. La Tabla 8 nos da la Descripción del grado de protección contra el acceso a partes peligrosas indicadas por la letra adicional. (Grados de protección proporcionados por las envolventes de los materiales eléctricos: código IP, UNE 20324 EN 60529 y CÓDIGO IK, UNE-EN 50102).

Tabla 8.  
Descripción del grado de protección contra el acceso a partes peligrosas indicadas por la letra adicional

<b>Letra adicional</b>	<b>Grado de protección</b>
<b>A</b>	Protegido contra el acceso con el dorso de la mano. Se prueba con una esfera de 50 mm, que ha de quedar a una distancia adecuada de las partes peligrosas
<b>B</b>	Protegido contra el acceso con el dedo u objetos análogos. El dedo de prueba te 12 mm de $\varnothing$ y 80 mm de longitud.
<b>C</b>	Protegido contra el acceso con una herramienta u otro objeto de diámetro superior a 2,5 mm y longitud máxima 100 mm.
<b>D</b>	Protegido contra el acceso con un alambre, de diámetro superior a 1 mm y longitud máxima de 100 mm.

Fuente: Grados de protección proporcionados por las envolventes de los materiales eléctricos: código IP, UNE 20324 EN 60529 y CÓDIGO IK, UNE-EN 50102(<http://platea.pntic.mec.es>)

#### **b) NORMAS ANSI (Instituto Nacional Estadounidense de Estándares) / ISA (Sociedad Americana para la Instrumentación)**

El propósito de esta norma es establecer un medio uniforme de designación a los instrumentos y los sistemas de la instrumentación usados para la medición y control. La simbología y las identificaciones entregadas en este estándar son aplicables a toda clase de mediciones en instrumentación para control de procesos.

Esta norma nos indica Cada instrumento o función a ser identificado es designado por un código alfanumérico o un número de etiqueta, López (2003), en su Adaptación y traducción de la Norma ANSI/ISA 5.1 para la universidad

técnica Federico Santa María, nos dice “En un lazo las partes se identifican con una etiqueta generalmente común a todos los instrumentos o funciones pertenecientes al lazo. Se puede agregar un sub fijo o un prefijo para complementar la identificación.”(p. 11), esta referencia se refleja en la Tabla 9, de la numeración típica de etiquetas (2003, López).

Tabla 9.  
Numeración típica de etiquetas

<b>NUMERACION TIPICA DE ETIQUETAS</b>	
TIC 103	Identificación de Instrumento o numero de etiqueta
T 103	Identificación de lazo
103	Numero de lazo
TIC	Identificación funcional
T	Primera letra
IC	Letras sucesivas
<b>NUMERO ETIQUETA EXPANDIDO</b>	
10-PAH-5A	Número de etiqueta
I0	Prefijo opcional
A	Sub fijo opcional
Nota: Los guiones son opcionales como separadores	
<b>Figura 1 números de etiquetas</b>	

Fuente: Adaptación y traducción de la Norma ANSI/ISA 5.1 (2003, López)

Los números de los instrumentos en los lazos pueden tener código de información relacionada, con la planta y el área designada para ellos. En un instrumento que este en lazos, la primera letra de la identificación funcional se selecciona acorde con la medición o variable inicial y no de acuerdo a la variable manipulada, las letras sucesivas de la identificación funcional, designan una o más lecturas o funciones pasivas y/o funciones, de salidas. Se pueden modificar las letras si es necesario, agregando más letras en forma sucesiva según sea aplicable, pero la cantidad de letras dentro de un grupo no debe exceder de 4. Para entender el significado de las letras dentro del Tag de identificación se observa la Tabla 10, Letras de identificación (2003, López), donde los significados de las letras de acuerdo a su posición ya están traducidos al español.

Tabla 10.  
Letras de identificación

Variable medida(3)	1° Letra		2° Letra	
	Letra de Modificación	Función de lectura pasiva	Función de Salida	Letra de Modificación
A. Análisis (4)		Alarma		
B. Llama (quemador)		Libre (1)	Libre (1)	Libre (1)
C. Conductividad			Control	
D. Densidad o Peso específico	Diferencial (3)			
E. Tensión (Fem.)		Elemento Primario		
F. Caudal	Relación (3)			
G. Calibre		Vidrio (8)		
H. Manual				Alto (6)(13)(14)
I. Corriente Eléctrica		Indicación o indicador (9)		
J. Potencia	Exploración (6)			
K. Tiempo			Estación de Control	
L. Nivel		Luz Piloto (10)		Bajo (6)(13)(14)
M. Humedad				Medio (6)(13)
N. Libre(1)		Libre	Libre	Libre
O. Libre(1)		Orificio		
P. Presión o vacío		Punto de prueba		
Q. Cantidad	Integración (3)			
R. Radiactividad		Registro		
S. Velocidad o frecuencia	Seguridad (7)		Interruptor	
T. Temperatura			Transmisión o transmisor	
U. Multivariable (5)		Multifunción (11)	Multifunción (11)	Multifunción (11)
V. Viscosidad			Válvula	
W. Peso o Fuerza		Vaina		
X. Sin clasificar (2)		Sin clasificar	Sin clasificar	Sin clasificar
Y. Libre(1)			Relé o compensador (12)	Sin clasificar
Z. Posición			Elemento final de control sin clasificar	

Fuente: Adaptación y traducción de la Norma ANSI/ISA 5.1 (2003, López)

Los terminales, para los puntos de conexión, de instrumentos se identifican como se muestra en la Figura 14 (2015, Pérez), estos se pueden identificar con letras o números y puede usarse la nomenclatura del fabricante.

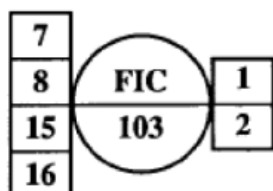


Figura 14. Terminales de instrumentos  
Fuente: Simbología y diagramas de instrumentación (2013, Vallejo)

Similar a los terminales de instrumentación se identifica la fuente de alimentación, como se observa en Figura 15 (2015, Pérez).



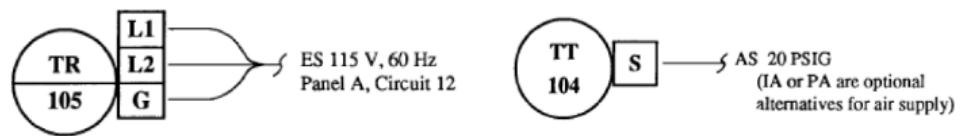


Figura 15. Fuente de alimentación  
Fuente: Simbología y diagramas de instrumentación (2013, Vallejo, M.)

Los cajas de conexionado para instrumentación son conocidas como Junction Box (JB) y dentro de las normas ISA tiene su simbología para su conexionado e identificación, esto se observa en la Figura 16, Cajas de conexión (2015, Pérez), donde se observan los números de borneras de la caja de conexión y mediante un circulo se refiere al instrumento que corresponde.

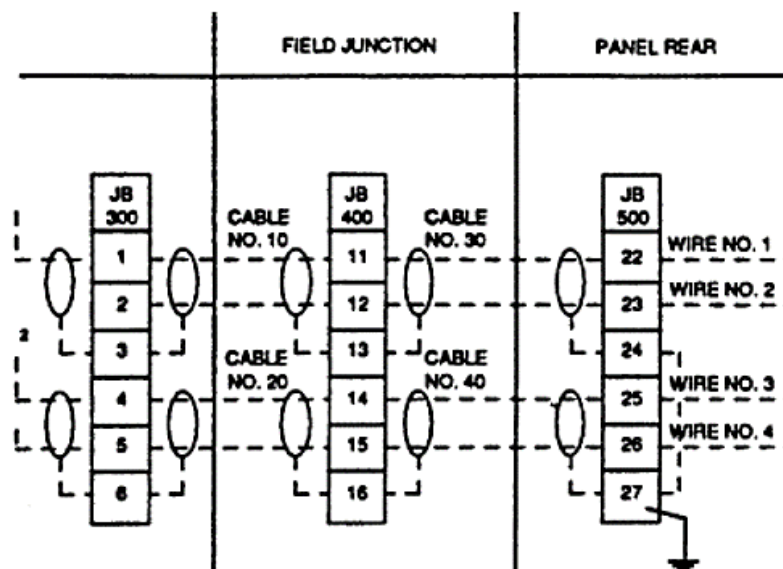


Figura 16. Cajas de conexión  
Fuente: Simbología y diagramas de instrumentación (2013, Vallejo)

### c) NORMAS NEMA (Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos).

La página web de la NEMA, en su desarrollo de normas NEMA, se define como “Una norma NEMA define un producto, proceso o procedimiento con referencia a uno o más de los siguientes: nomenclatura, composición, construcción, dimensiones, tolerancias, seguridad, características de operación, desempeño, calificación, pruebas y el servicio para el cual el producto (s) están diseñados.” (www.nema.org), estos estándares se utilizan para darles especificaciones a los equipos eléctricos, los estándares más comunes son: NEMA 4, NEMA 4X y NEMA 12.



NEMA, en su artículo web “desarrollo de normas NEMA”, define el NEMA 4 como “Sellado contra el agua y polvo. Los gabinetes tipo 4 están diseñados especialmente para su uso en interiores y exteriores, protegiendo el equipo contra salpicaduras de agua, filtraciones de agua, agua que caiga sobre ellos y condensación externa severa. Son resistentes al granizo pero no a prueba de granizo (hielo). Deben tener ejes para conductos para conexión sellada contra agua a la entrada de los conductos y medios de montaje externos a la cavidad para el equipo.” (www.nema.org).

NEMA, en su artículo web “desarrollo de normas NEMA”, define el NEMA 4X como “Sellado contra agua y resistente a la corrosión. Los gabinetes tipo 4X tienen las mismas características que los tipo 4, además de ser resistentes a la corrosión.” (www.nema.org).

NEMA, en su artículo web “desarrollo de normas NEMA”, define el NEMA 12 como “De uso industrial. Un gabinete diseñado para usarse en industrias en las que se desea excluir materiales tales como polvo, pelusa, fibras y filtraciones de aceite o líquido enfriador.” (www.nema.org).

Las resto de estándares NEMA se visualizan en la Tabla 11, Estándares NEMA (2012, TEC ELECTRONICA).

Tabla 11.  
Estándares NEMA

Tipo 1	Para propósitos generales
Tipo 2	A prueba de goteos
Tipo 3	Resistente al clima
Tipo 3R	Sellado contra la lluvia
Tipo 3S	Sellado contra lluvia, granizo y polvo
Tipo 5	Sellado contra polvo
Tipo 6	Sumergible
Tipo 6P	Contra entrada de agua durante sumersiones prolongadas a una profundidad limitada
Tipo 7 (A, B, C o D)*	Locales peligrosos, Clase I - Equipo cuyas interrupciones ocurren en el aire.
Tipo 8 (A, B, C o D)*	Locales peligrosos, Clase I - Aparatos sumergidos en aceite.
Tipo 9 (E, F o G)*	Locales peligrosos, Clase II
Tipo 10	U.S. Bureau of Mines - a prueba de explosiones (para minas de carbón con gases)
Tipo 11	Resistente al Acido o a gases corrosivos - sumergido en aceite
Tipo 13	A prueba de polvo

Fuente: Estándares de protección IP y NEMA (2012, TEC ELECTRONICA)

#### **d) NORMAS NFPA (Asociación Nacional de Protección contra Incendios).**

Esta encargada de crear y mantener las normas y requisitos mínimos para la prevención contra incendio, capacitación, instalación y uso de medios de protección contra incendio, utilizados tanto por bomberos, como por el personal encargado de la seguridad. Sus estándares conocidos como National Fire Codes recomiendan las prácticas seguras desarrolladas por personal experto en el control de incendios. La página web de NFPA, en su desarrollo de normas NFPA, nos indica que “El proceso de desarrollo de estándares de la NFPA alienta la participación pública en el desarrollo de sus estándares. Todas las normas de la NFPA se revisan y actualizan cada tres a cinco años, en ciclos de revisión que comienzan dos veces al año. Normalmente, el ciclo de un estándar toma aproximadamente dos años en completarse. Cada ciclo de revisión procede de acuerdo con un programa publicado que incluye fechas finales para cada etapa del proceso de desarrollo de estándares.”( <https://www.nfpa.org>).

- NFPA 30: Código De Líquidos Inflamables Y Combustibles.  
Según la NFPA-30 (1996), en sus normas para código de líquidos inflamables y combustibles, se define “Este código debe aplicarse al almacenamiento, manipuleo y uso de líquidos inflamables y combustibles, incluyendo los desechos líquidos” (p.7), en esta norma se definen los tipos de líquidos que existen, esto se visualiza en la Tabla 12 (2016, BCN).

Tabla 12.  
Tipos de Líquidos

CLASE DE CL		Punto de inflamación <sup>a) c)</sup> $P_{inf}$ , °C (°F)	Punto de ebullición <sup>c) d)</sup> $P_{eb}$ , °C (°F)	Tipos de CL
Inflamable (Clase I)	IA	$P_{inf} < 22,8$ (73) <sup>b)</sup>	$P_{eb} < 37,8$ (100)	Gasolinas 93, 95 y 97 octanos, de aviación, bioetanol, petróleo crudo, benceno, nafta, gasolina blanca u otro solvente liviano
	IB	$P_{inf} < 22,8$ (73)	$P_{eb} \geq 37,8$ (100)	
	IC	$22,8$ (73) $\leq P_{inf} < 37,8$ (100)		
Combustible	II	$37,8$ (100) $\leq P_{inf} < 60$ (140)	-	Kerosene, Kerosene de aviación, Petróleos Diesel, Aguarrás mineral
	IIIA	$60$ (140) $\leq P_{inf} < 93,0$ (200)	-	Petróleos combustibles
	IIIB	$P_{inf} \geq 93,0$ (200)	-	Biodiesel

Fuente: Reglamento de seguridad para las instalaciones y operaciones de producción y refinación, transporte, almacenamiento, distribución y abastecimiento de combustibles líquidos (2016, BCN)

- NFPA 58: Código Del Gas licuado de petróleo.

Según la NFP 58 (1998), en su código de GLP, nos dice lo siguiente “se aplicará a la operación de todos los sistemas de gas LP, incluidos los siguientes: Contenedores, tuberías y equipos asociados, cuando entrega de gas LP a un edificio para su uso como gas combustible. Transporte por carretera de gas LP. El diseño, construcción, instalación y operación de Terminales marítimos cuyo objetivo principal es el recibo de Gas LP para su entrega a transportistas, distribuidores o usuarios.”(p. 5), la Figura 17 muestra las partes de un tanque de GLP (2010, Rojas).

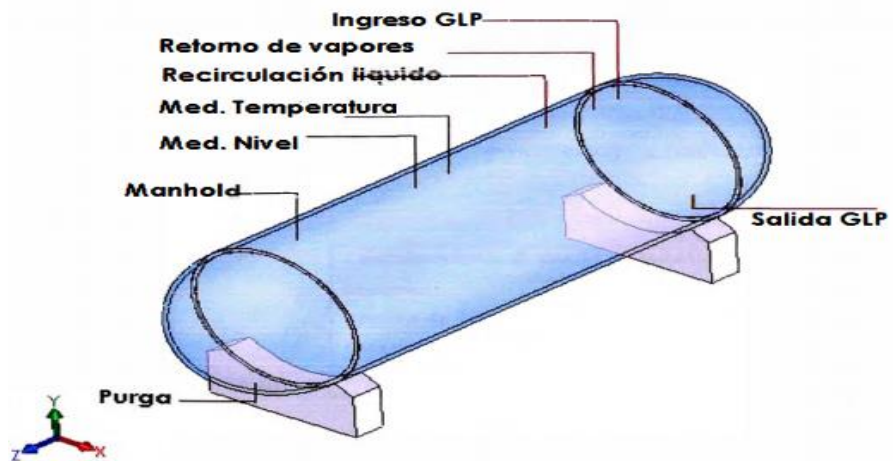


Figura 17. Partes de un tanque de GLP

Fuente: Estudio de ampliación de la capacidad de almacenamiento de una planta de GLP (2010, Rojas)

El sistema del GLP puede ser a granel o envasado, el transporte a granel consiste en llevar el GLP en cisternas de gran capacidad y lo llevan hasta plantas envasadoras o hacia otros tanques de almacenamiento, el GLP envasado consiste en llevar GLP en envases con estándares establecidos y de transporte más cotidiano, estos envases son conocidos por el uso doméstico que se la da a los envases de 10 kilo-gramos, El sistema del GLP se observa en la Figura 18 (2016, Arias).

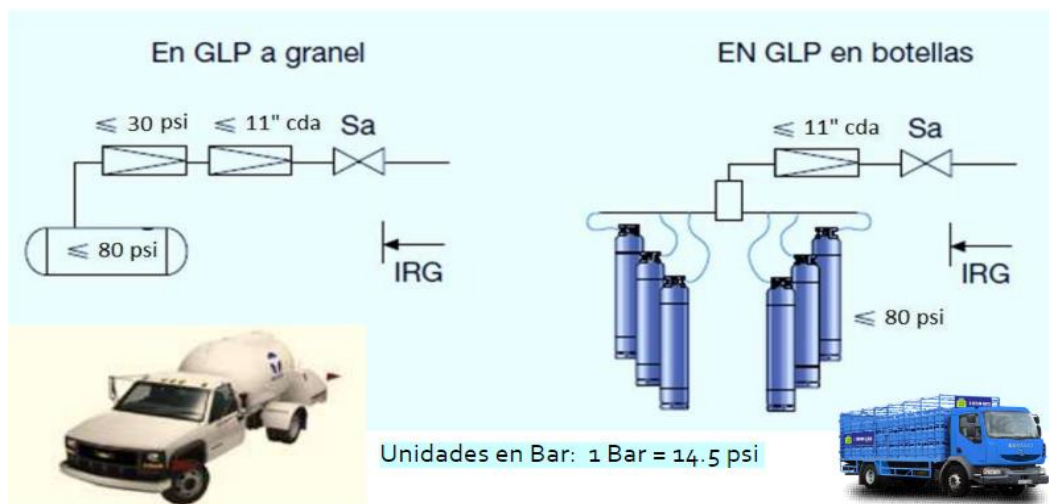


Figura 18. Sistemas del GLP

Fuente: El reto del diseño para instalaciones confiables y seguras basadas NFPA (2016, Arias, J.)

La Figura 19 muestra la capacidad de vaporización de cilindros y tanques de GLP (2016, Arias), que indica las etapas que tiene el GLP dentro de su envase.



Figura 19. Capacidad de vaporización de cilindros y tanques de GLP  
Fuente: El reto del diseño para instalaciones confiables y seguras basadas NFPA (2016, Arias)

Según esta norma existen materiales con los que se deben de trabajar para cumplir con los estándares de seguridad, la Tabla 13 las tubería metálicas rígidas que se deben de utilizar para el GLP (2016, Arias)

Tabla 13.  
Tubería metálica rígida para GLP

Material	Norma
Tubería de Acero Forjado, Soldado y Sin Costura.	ANSI/ASME B36.10,
Tubería, de Acero, Negro Galvanizado en Caliente, Recubierta con Cinc, Soldada y Sin Costura	ASTM A53,
Tubería de Acero al Carbón, Sin Costura, para Servicio a Alta Temperatura	ASTM A 106,
Tubería de Latón	ASTM B43
Tubería de Cobre	ASTM B42
Tubería de Poliamida (Manufacturada para uso con Gas LP)	ASTM D 2513-09

Fuente: El reto del diseño para instalaciones confiables y seguras basadas NFPA (2016, Arias)

La Tabla 14, muestra las tuberías metálicas flexibles que se utilizan para GLP (2016, Arias, J.), mostrando las características y las normas que debe de cumplir estos accesorios.

Tabla 14.  
Tubería metálica flexible para GLP

Material	Norma
<i>Tubería de Latón (Aleación de Cobre y Zinc)</i>	ASTM B 135
<i>Tubería de Cobre sin Costura para Agua (Tipo K)</i>	ASTM B88
<i>Tubería de Cobre Sin Costura para Servicio en Terreno de Aire Acondicionado y Refrigeración. (Tipo L)</i>	ASTM B280
Tubería de Poliamida (Manufacturada para uso con Gas LP)	ASTM D 2513-09
Tubería de Polietileno de Alta Densidad (PE) (Manufacturada para uso con Gas LP)	ASTM D 2513
<i>Tubería Flexible de Acero Inoxidable Corrugado.</i>	ANSI LC 1/CSA6.26,

Fuente: El reto del diseño para instalaciones confiables y seguras basadas NFPA (2016, Arias)

- NFPA 69: Estándar sobre sistemas de prevención de explosiones.
 

Según a NFPA-60 (2002), En su estándar sobre sistemas de prevención de explosiones, nos indica sobre esta norma lo siguiente “Esta norma deberá cubrir los requisitos mínimos para la instalación de sistemas para la prevención de explosiones en recintos que contengan concentraciones inflamables de materiales inflamables, gases, vapores, nieblas, polvos o mezclas híbridas.” (p. 5), La prevención de la deflagración por reducción de concentración del oxidante, será permitido ser considerado cuando una mezcla de oxidante y material inflamable se limita a un recinto dentro del cual se puede controlar la concentración de oxidante, y se debe de tener las siguientes consideraciones:

  - Reducción requerida en la concentración de oxidante.
  - Variaciones en el proceso, temperatura y presión del proceso y materiales que se están procesada.
  - Fuente de suministro de gas de purga e instalación de equipos.
  - Compatibilidad del gas de purga con el proceso.
  - Controles de funcionamiento.
  - Mantenimiento, inspección y pruebas.

- Fuga de gas de purga a las áreas circundantes.
- Necesidad de aparatos respiratorios por parte del personal.
- NFPA 72: Código Nacional De Alarmas De Incendios.

Según la NFPA 72 (1996), en su código de alarma de incendio, nos dice que “El propósito de este código consiste en definir los medios para el inicio, transmisión, notificación y anuncio de señales; los niveles de desempeño; y la confiabilidad de los diversos tipos de sistemas de alarma de incendio. Este código define las características asociadas con estos sistemas y también proporciona la información necesaria para modificar o actualizar un sistema existente con el fin de que cumpla con los requisitos de una determinada clasificación. La intención de este código es establecer los niveles de desempeño requeridos, la extensión de las redundancias, y la calidad de las instalaciones, pero no así establecer los medios por los cuales se lograrán estos requerimientos.”(p.11). Los sistemas de alarma de incendio deberán contar con al menos dos fuentes de suministro independiente y confiable, una primaria y una secundaria (de reserva), cada una de las cuales deberá poseer la capacidad adecuada para la aplicación. La alimentación primaria deberá poseer un alto grado de confiabilidad, deberá poseer una adecuada capacidad para el servicio que se busca, la alimentación secundaria deberá suministrar la energía al sistema automáticamente en menos de 30 segundos, y sin pérdida de señales, cuando la alimentación primaria no sea capaz de suministrar el voltaje mínimo requerido para el funcionamiento correcto. La alimentación eléctrica secundaria (de reserva) deberá suministrar energía al sistema en caso de falla total de la alimentación eléctrica primaria (principal) o cuando el voltaje primario caiga a un nivel insuficiente para mantener la funcionalidad de los equipos de control y componentes del sistema, bajo la máxima carga normal, la alimentación secundaria deberá poseer una capacidad suficiente para operar un predio protegido, una estación central o un sistema en la propiedad durante 24 horas.

Los dispositivos de inicio, son consideraciones los que mandan la señal para la emergencia, uno de estos dispositivos son los pulsadores manuales los cuales deben de estar montados sobre un fondo color contraste o debe estar a menos de 42 pulg. (1.07 m) ni a más de 48 pulg. (1.22 m) por encima del nivel del piso.

Los aparatos de alerta son las visibles y sonoras, con respecto a las visibles las luces utilizadas para la señalización de alarmas de incendio únicamente o para señalar la intención de una evacuación completa deben ser transparentes o de color blanco nominal y no deben exceder de 1000 cd (intensidad efectiva) y con respecto a las sonoras tener un nivel de presión sonora mínimo de 85 dBA a 10 pies (3 m). La Figura 20 gráfica de alarma sonora (2010, Ortiz, M.), nos da el ejemplo de como una alarma de 90 dBA a 3 metros. Al duplicarse esta distancia se atenúa el sonido en 6 dBA generando unos 84 dBA a seis metros de la señal y al duplicarse de nuevo esta distancia se atenúa en otros 6 dBA, generando un sonido de 78 dBA a 12 metros de la señal y así sucesivamente cuando se duplica la distancia se atenúa otros 6 dBA.

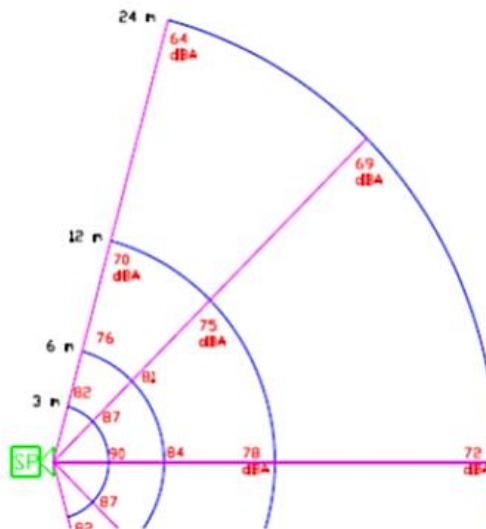


Figura 20. Gráfica de alarma sonora  
Fuente: NFPA 72 (2010, Ortiz, M.)

#### e) UL (Underwriters Laboratories).

Según la misma empresa UL (2012), en su documento de La puerta de entrada al mercado Norteamericano y más allá, dice lo siguiente “Cuando la Marca UL



aparece en un producto significa que UL ha realizado ensayos en muestras representativas del producto y que ha determinado que éste cumple con las normativas vigentes u otros requisitos aplicables con respecto a su potencial riesgo de incendio, descarga eléctrica y peligros mecánicos. La Marca UL en un producto representa la conformidad del fabricante con la normativa vigente de forma continuada. Cada año UL otorga su Marca de seguridad a más de 20.000 millones de productos en todo el mundo. UL es el único organismo de certificación de terceros autorizado para conceder la Marca UL.”(p. 3), en el mismo documento se define UL Listing, de la siguiente manera “Cuando la Marca UL aparece en un producto significa que UL ha realizado ensayos en muestras representativas del producto y que ha determinado que éste cumple con las normativas vigentes u otros requisitos aplicables con respecto a su potencial riesgo de incendio, descarga eléctrica y peligros mecánicos. La marca UL en un producto representa la conformidad del fabricante con la normativa vigente de forma continuada. Cada año UL otorga su Marca de seguridad a más de 20.000 millones de productos en todo el mundo. UL es el único organismo de certificación de terceros autorizado para conceder la Marca UL.”(p. 4), y para reconocer este certificado vemos la Figura 21, UL Listing (2012, UL).



Figura 21. UL listing  
Fuente: La puerta de entrada al mercado Norteamericano y más allá  
(2012, UL)

#### **f) CNE (Código Nacional de Electricidad).**

El ministerio de Energía y Minas de la república del Perú (2006). En su código nacional de electricidad, define el objetivo de este documento: “tiene como objetivo establecer las reglas preventivas para salvaguardar las condiciones de seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal, y de la propiedad, frente a los peligros derivados del uso de la electricidad; así como la preservación del ambiente y la protección del Patrimonio Cultural de la Nación. El Código

también contempla las medidas de prevención contra choques eléctricos e incendios, así como las medidas apropiadas para la instalación, operación y mantenimiento de instalaciones eléctricas. El Código no está destinado a ser un compendio de especificaciones para proyectos, ni un manual de instrucciones. Cumpliendo con las reglas del Código, utilizando materiales y equipos eléctricos aprobados o certificados y efectuando la instalación, operación y mantenimiento apropiados, con personal calificado y autorizado, se logrará una instalación esencialmente segura.”(p. 1), este código se basa en las normas ya mencionadas y descritas en los puntos anteriores, como normas ANSI/ISA, IEC, NFPA, UL, etc.

**g) Reglamento de Comercialización de GLP, aprobado por el Decreto Supremo N° 01-94-EM.**

El organismo que verificara que los reglamentos se cumplan será OSINERGMIN, el cual en su página oficial, se define como “Es el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, una institución pública encargada de regular y supervisar que las empresas del sector eléctrico, hidrocarburos y minero cumplan las disposiciones legales de las actividades que desarrollan.”(<http://www.osinergmin.gob.pe>).

Con respecto al reglamento el decreto supremo N° 01-94-EM (1994), en su reglamento de comercialización de GLP, no dice “se hace necesario dictar las normas que garanticen un procedimiento adecuado, eficaz y oportuno, a fin de permitir que las actividades de transporte, distribución y comercialización del Gas Licuado de Petróleo, tengan los mecanismos que satisfagan el abastecimiento del mercado interno” (p. 1), además se debe de cumplir con los siguientes decretos.

- Decreto Supremo N° 054-99-EM que simplifica procedimientos administrativos y modifican reglamentos sobre seguridad para instalaciones, transporte y establecimientos de venta de gas licuado de petróleo.
- Decreto Supremo N° 001-2007-EM que modifica y complementa el Reglamento de Comercialización de GLP.

- Decreto Supremo N° 004-2007-EM que otorga plazos para el cumplimiento de las obligaciones contenidas en los artículos 10° y 12° del Decreto Supremo N° 001-2007-EM y modifica el Reglamento de Comercialización de GLP.
- Decreto Supremo N° 026-2008-EM que establece plazos y procedimientos para la inscripción en el Registro Temporal de Consumidores Directos, Locales de Venta y Redes de Distribución de GLP.
- Decreto Supremo N° 036-2008-EM que modifica el Decreto Supremo N° 026-2008-EM.

**h) Reglamento de establecimientos de gas licuado de petróleo para uso automotor - Gasocentros aprobado por el Decreto Supremo N° 019-97-EM.**

Según OSINERGMIN(2009), en cambios normativos aplicables a las instalaciones de GLP gerencia de fiscalización de hidrocarburos líquidos división de GLP, dice “la modificatoria estará orientada a diversos aspectos, tales como: Uniformizar requisitos de distancias respecto al Reglamento de Seguridad para establecimientos de Venta al Público de Combustibles Derivados de Hidrocarburos, aprobado por D. S. N° 053-94- EM; adecuar los requisitos relacionados a válvulas y accesorios de los tanques de GLP; adoptar diversos requerimientos técnicos y de seguridad establecidos en normas y códigos internacionales; eliminar toda referencia directa a alguna norma internacional, dado que generalmente se presentan en idioma distinto al castellano y su acceso es restringido. Modificación del Reglamento de Establecimientos de GLP para uso automotor – Gasocentros aprobado por el Decreto Supremo N° 019-97-EM” (p. 14), además de tener referencia los siguientes decretos.

- Decreto supremo N° 029-2007-EM que Modifica el Reglamento de Establecimientos de Venta de GLP para Uso Automotor - Gasocentros y el Glosario, Siglas y Abreviaturas del Subsector Hidrocarburos.
- Fe de erratas Decreto Supremo N° 029-2007-EM.
- Decreto supremo N° 037-2007-EM que Modifica el Reglamento de Establecimientos de Venta de GLP para Uso Automotor - Gasocentros y el Glosario, Siglas y Abreviaturas del Subsector Hidrocarburos.

**i) Reglamento de Seguridad para el Transporte de Hidrocarburos aprobado por el Decreto Supremo N° 26-94-EM.**

En este decreto supremo N° 26-94-EM, se define el alcance “Este Reglamento identifica las normas generales de diseño, ingeniería, construcción, operación, mantenimiento, control de corrosión, salvaguardia, seguridad y protección del equipo contra incendios, de protección de la salud del personal y del público.”(p. 4).

**j) Reglamento de Seguridad para Almacenamiento de Hidrocarburos aprobado por el Decreto Supremo N° 052-93-EM.**

El alcance del Decreto Supremo N° 052-93-EM, se define “El presente Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos, a quien en adelante nos referiremos como el Reglamento, tiene por objeto establecer las normas y disposiciones para que, de conformidad con lo establecido en el Artículo 73 de la Ley N° 26221, cualquier persona natural o jurídica, nacional o extranjera, pueda construir, operar y mantener Instalaciones para Almacenamiento de Hidrocarburos, sea petróleo o derivados, en cualquiera de las diferentes etapas de la industria de los hidrocarburos: en la explotación, cuando el petróleo se encuentra en las baterías de campo o los patios de tanques; en el transporte, cuando el petróleo y/o derivados se encuentran en los patios de tanques de las estaciones de bombas, terminales marítimos y/o fluviales; en la refinación, cuando el petróleo y/o derivados se encuentran en los patios de tanques de las refinerías; en la comercialización, cuando los derivados se encuentran en los patios de tanques de las Plantas de Ventas; en el procesamiento, cuando el petróleo y/o derivados se encuentran en los patios de Tanques de las Plantas de Procesamiento.”(p. 3).

**2.2.2.2. Estructura y componentes del Sistema de Protección contra incendios y fugas de GLP en plantas envasadoras de Perú.**

En este segmento se definirán los sistemas que tendrán el presente diseño, presentando los componentes que se van a utilizar y la función que realizarán cada

uno de los componentes mencionados, también se harán mención de las fórmulas matemáticas a utilizar, para realizar una buena memoria de cálculo en el diseño.

### a) Subsistema eléctrico.

En este sistema se van a definir las partes eléctricas con las que contará el diseño e implementación de un sistema contra incendios y detección de fugas de GLP en áreas clasificadas para planta envasadora, referenciando ecuaciones y componentes a utilizar.

- Puestas a tierra.

INGESCO (2014), en su documento de Puestas a Tierra, define que “Las puestas a tierra se establecen con el objeto principal de limitar la tensión que con respecto a tierra, pueden presentar en un momento dado las masas metálicas, y evitar diferencias de potencial peligrosas permitiendo el paso a tierra de las corrientes de falta o de descarga de origen atmosférico.”(p. 47), los componentes de las puestas a tierra a utilizar son: jabalina de cobre, caja de registro, cable de cobre desnudo, cemento conductor, conectores de cobre y terminales de cobre. Para el presente diseño se realizara un pozo independiente para la energía alterna y un sistema de tres pozos para los instrumentos que funcionaran con 24 voltios.

En términos de capacidad de conducción de corriente de falla, la sección mínima de los conductores puede ser calculada (utilizando la Ecuación 40 de ANSI/IEEE 80-2000).

$$A_{mm^2} = \frac{I}{\sqrt{\left(\frac{TCAP \cdot 10^{-4}}{t_c \alpha_r \rho_r}\right) \ln\left(\frac{K_0 + T_m}{K_0 + T_a}\right)}} \quad (1)$$

Dónde:

A : Sección mínima de los conductores (mm<sup>2</sup>).

I : Corriente máxima de los conductores (kA).

TCAP : Capacidad térmica por unidad de volumen (J/ cm<sup>3</sup> °C).

Tc : Tiempo de actuación de las protecciones (s)

$A_r$  : Coeficiente térmico de resistividad a temperatura de referencia  $T_r$  ( $1/^\circ\text{C}$ ).

$\rho_r$  : Resistividad del conductor a temperatura de referencia  $T_r$  ( $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ )

$K_0$  :  $1/\alpha_0$

$T_m$  : Máxima temperatura permitida ( $^\circ\text{C}$ )

$T_a$  : Máxima temperatura ambiente ( $^\circ\text{C}$ )

De acuerdo con la ANSI/IEEE 80-2000, Sistemas de puestas a tierra (p. 33) se obtienen las siguientes constantes para conductores de cobre:

$$TCAP : 3,42 \left( \frac{J}{\text{cm}^3 \cdot ^\circ\text{C}} \right) \quad (2)$$

$\alpha_r$  : 0,00381 ( $1/^\circ\text{C}$ )       $\rho_r$  : 1,78 ( $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ )       $K_0$  : 242  $^\circ\text{C}$

$I$  : 1,666 (kA)       $t_c$  : 0,4 s

Con respecto a la resistividad del suelo se obtiene la Tabla 15, resistividad para terrenos comunes (2014, Universidad Nacional de Ingeniería), Estos valores estimados nos dan un aproximado de la resistividad de los terrenos según las características de los suelos.

Tabla 15.  
Resistividad para terrenos Comunes

Arcilla normal	.....	60 + 20
Margas secas	.....	50
Arcilla escamosa	.....	20 + 3
Arcilla ferrosa, piritosa, margas, turbas, arcilla	.....	10
Mioceno, plioceno ( Arcilla marga)	.....	10 + 1
Ahuyones embebidos de agua salada	.....	5 + 1
Esquistos grafiticos secos	.....	3,5
Agua de mar	.....	1
Esquistos grafiticos mojados	.....	1 + 0,5
Mineral conductor	.....	0,1
Solución salina	.....	0,1 + 0,01

Fuente: Diseño y construcción de pozos a tierra (2014, Universidad Nacional de Ingeniería)

Wallis (2008), en su informe para la empresa Innovantins Technologies, titulado "Barreras de seguridad intrínseca, conceptos, puesta a tierra y

comparación entre tecnologías, barreras zener y barreras galvánicas.” Nos dice con respecto a la ANSI/ISA-RP12.06.01-2003 “Todas las conexiones a tierra deben ser seguras, permanentes, visibles y accesibles. La resistencia del cable de puesta a tierra desde la barrera más lejana hasta el electrodo de tierra no debe exceder 1  $\Omega$ . La integridad del sistema de aterramiento es fundamental para mantener la seguridad intrínseca” (p. 5). Para el diseño se considera utilizar tres jabalinas y estas serán interconectadas entre a una distancia de 3 metros entre sí, como se muestra en la Figura 22, Puesta a tierra delta para instrumentación (2018, PIL Perú), la distancia es para evitar algún tipo de interferencia entre las jabalinas y realizar una correcta medición en el control de calidad.

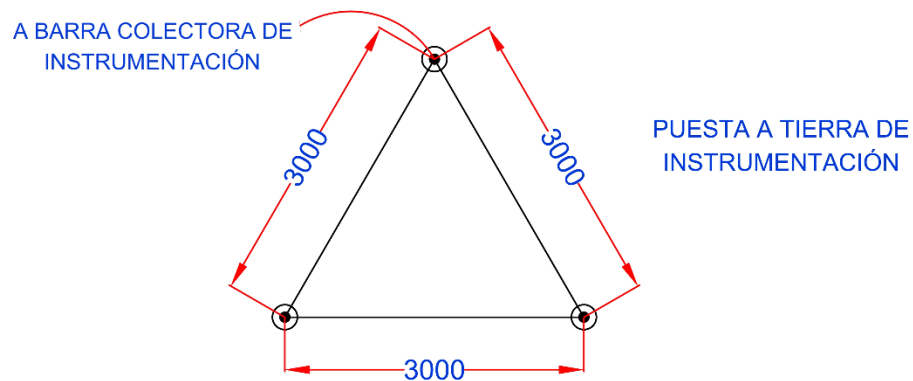


Figura 22. Puesta a tierra delta para instrumentación  
Fuente: Típico de puesta a tierra (2018, PIL Perú)

La resistencia de las varillas de la malla está dada por, ANSI/IEE 80-2000, sistemas de puestas a tierra (p. 35):

$$R_2 = \frac{\rho}{2\pi n_r L_r} \left[ \ln \left( \frac{8L_r}{d_r} \right) - 1 + \frac{2K_1 L_r}{\sqrt{A}} - (\sqrt{n_r} - 1)^2 \right] \quad (3)$$

Donde:

$n_r$  : Número de jabalinas instaladas en el área A.

$L_r$  : Longitud de cada varilla en m.

$d_r$  : Diámetro de la varilla en m.

A : Área de malla en m<sup>2</sup>

$L_x$  : Largo de la malla en m.

$L_y$  : Ancho de malla en m.

$K_1$  : Coeficiente de relación de longitudes de malla, ANSI/IEE 80-2000, Sistemas de puestas a tierra (p. 31).

$$K_1 = -0.05 \frac{L_x}{L_y} + 1.2 \quad (4)$$

Una vez realizada las conexiones de tierra en todos los equipos, se realizará la conexión entre puestas a tierra a fin de generar un equipotencial.

Con estos valores se determina el valor de la resistencia ( $R_E$ ) de la malla usando la siguiente fórmula de la ANSI/IEE 80-2000, sistemas de puestas a tierra (p. 35):

$$R = \frac{\rho}{2.73L} \text{Log}_{10} \frac{2L^2}{WD} \quad (5)$$

Esta dada por la siguiente expresión según la ANSI/IEE 80-2000, sistemas de puestas a tierra (p. 35):

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_b} + \frac{1}{R_c}} \quad (6)$$

- Cables.

Según VIAKON (2011), en su Manual Eléctrico, nos dice “Debe recordarse que un material aislante es toda substancia de tan baja conductividad que el paso de la corriente eléctrica a través de ella es prácticamente despreciable. En relación con la idea anterior, se tiene en cada aislamiento eléctrico una cierta cantidad de características o parámetros que permiten estudiar, evaluar y comparar estos materiales. Por ejemplo los valores mecánicos importantes son: la resistencia a la tensión mecánica y al alargamiento de un material antes y después de someterlos a una prueba de envejecimiento acelerado, así como también su dureza y flexibilidad. Entre las cualidades



eléctricas están: la rigidez dieléctrica del material, su resistividad, su factor de potencia y su constante dieléctrica. Otros aspectos importantes serán su resistencia al calor, al ozono, a la humedad, a la intemperie, a la luz solar, a los aceites y productos químicos.”(p. 83).

El cable a utilizar en los sistemas contra incendios, debe de ser a una prueba de envejecimiento acelerado, así como también su dureza y flexibilidad. Entre las cualidades eléctricas están: la rigidez dieléctrica del material, su resistividad, su factor de potencia y su constante dieléctrica. Otros aspectos importantes serán su resistencia al calor, al ozono, a la humedad, a la intemperie, a la luz solar, a los aceites y productos químicos, por lo tanto se debe de utilizar el cable FPLR.

Este tipo de cable está diseñado para utilizarse en la conexión de equipos contra incendio, tales como: Panel de Control, Estaciones manuales, Sirenas, Estrobos, Detectores de Humo, entre otros. La Figura 23 partes del cable FPLR (2014, VIAKON), muestra la estructura del cable que se necesita para un sistema contra incendios.



Figura 23. Partes del cable FPLR  
Fuente: FPLR 2C/16 AWG (2014, VIAKON)

- Fuente de alimentación.

La fuente de alimentación es primaria y secundaria, la fuente de alimentación primaria es la que es suministrada por la empresa operadora del servicio en la zona donde se encuentra para la empresa COSTAGAS S.A.C. será la empresa Luz del Sur, la fuente de alimentación secundaria será parte del diseño, pero pueden ser UPS o banco de baterías.

MCCarthy, K. (2005), en su Comparación de configuraciones de diseños de sistemas UPS, nos dice “Ante la posibilidad de que se produzcan tiempo de

inactividad y errores en el procesamiento de datos causados por la red de suministro eléctrico, la mayoría de las empresas optan por utilizar un sistema UPS (sistema de energía sin interrupción) entre el sistema de la red pública de distribución de energía y sus cargas de misión crítica. La configuración de diseño del sistema UPS elegida para una aplicación tiene un impacto directo en la disponibilidad de los equipos informáticos a los que ese sistema abastece. Hay muchas variables que afectan la disponibilidad de un sistema, entre ellas los errores humanos, la confiabilidad de los componentes, los cronogramas de mantenimiento y el tiempo de recuperación. El impacto que cada una de estas variables tiene en la disponibilidad de todo el sistema queda determinado en gran medida por la configuración elegida.”(p.3), los proveedores realizan el cálculo del ups a utilizar de acuerdo a la potencia del sistema y al tiempo de uso que funcionara en caso de una emergencia o corte de la energía principal. Todas las UPS obtienen su energía de una batería o un grupo de baterías conectadas en serie. La mayoría utiliza baterías selladas de plomo-ácido, las cuales se caracterizan por su bajo costo, alta duración y operación libre de mantenimiento. Existen baterías más modernas, que contienen calcio. Cuanto mayor sea el voltaje de entrada más eficiente será la UPS dado que para una misma potencia se requerirá una menor corriente. En general se recomienda que la fuente de alimentación de la UPS no sea menor a 48 Voltios. No obstante, estas baterías sufren envejecimiento por lo que su vida útil generalmente no supera los 4 años.

- Tablero eléctrico.

Según Cardozo (2011) en su diseño y construcción de un tablero de control aplicable a una estación de combustibles líquidos “Todas las UPS obtienen su energía de una batería o un grupo de baterías conectadas en serie. La mayoría utiliza baterías selladas de plomo-ácido, las cuales se caracterizan por su bajo costo, alta duración y operación libre de mantenimiento. Existen baterías más modernas, que contienen calcio. Cuanto mayor sea el voltaje de entrada más eficiente será la UPS dado que para una misma potencia se requerirá una menor corriente. En general se recomienda que la fuente de alimentación de la UPS no sea menor a 48 Voltios. No obstante, estas

baterías sufren envejecimiento por lo que su vida útil generalmente no supera los 4 años.”(p. 16), el tamaño y material del tablero será de acuerdo a la cantidad de componentes y los factores a los que este expuesto para una mayor durabilidad.

- **Canalización para cables.**

Para la canalización de los cables eléctricos se utilizarán tuberías flexibles y tuberías tipo conduit rígida, VILLACERO (2013), en su documento de tubería conduit, nos dice “La tubería rígida CONDUIT es fabricada en acero de alta calidad de la cual se obtiene una maleabilidad que facilite el doblado y roscado del producto. Galvanizamos nuestra tubería por el método de inmersión en caliente, el cual garantiza un galvanizado uniforme tanto interior como exterior (recubrimiento mínimo de 150 gr/m<sup>2</sup>) dándole una resistencia a la corrosión muy superior a los demás métodos. Los procesos de fabricación están vigilados por estrictos controles de calidad a través de diferentes pruebas, entre ellas las corrientes de Eddy y la de doblez a 90° para brindar al usuario una máxima seguridad en la protección de cableados eléctricos. La tubería CONDUIT cumple ampliamente con los estándares de calidad nacionales e internacionales; y cuenta con el certificado Underwriters Laboratories, Inc”. (p.1).

Además de la tubería conduit se utilizan otros componentes para realizar las terminaciones en los diferentes instrumentos como: sello cortafuego, elemento que permite interrumpir la ignición dentro de la canalización; tubería conduit flexible, permite acomodarse a la terminación del instrumento y uniones universales para separar la canalización del conexionado y para facilitar su mantenimiento.

## **b) Subsistema de instrumentación.**

El sistema de instrumentación trabaja con un voltaje de 24 voltios y se encarga de dar las entradas y salidas a la parte de control de todo el sistema, teniendo como dispositivos de entrada los detectores de flama, detectores de gas y los interruptores manuales; los dispositivos de salida son las alarmas visibles y las

alarmas sonoras. La alimentación, sus pozos a tierra y su canalización se definieron en la parte eléctrica.

Los instrumentos deben de cumplir con las normas establecidas con grado de protección IP mayor a 65 y funcionar como un contactor, para que el controlador pueda tomar lectura solo contactos secos.

- Detectores de flama.

La página SYSCOM, en sus detectores de flama UV/IR, nos define los detectores de flama como “El detector de flama UV / IR utiliza una señal ultra alta para la tasa del ruido en el sensor UV y un sensor IR separado para brindar una detección superior a la flama. El sensor UV brinda una sensibilidad superior mientras que el sensor IR asegura la resistencia a falsas alarmas.”( <https://www.syscom.mx/>).

Los detectores de flama para áreas clasificadas deben de tener el certificado UL y tener una alta protección para soportar tanto factores externos como ambientales, y garantizar su funcionamiento a largo plazo.

- Detectores de gas.

Según GDS (2013), en su mantenimiento de sistemas detectores de fugas EESS, nos dice “La NFPA 72-2010 especifica que el método de mantenimiento al sistema detector de gases está definido por el fabricante del mismo. La frecuencia del mantenimiento depende de la tecnología de medición del sensor” (p. 19), en la Figura 24, se muestra la acometida eléctrica en detectores de gases GLP (2018, OSINERGMIN).

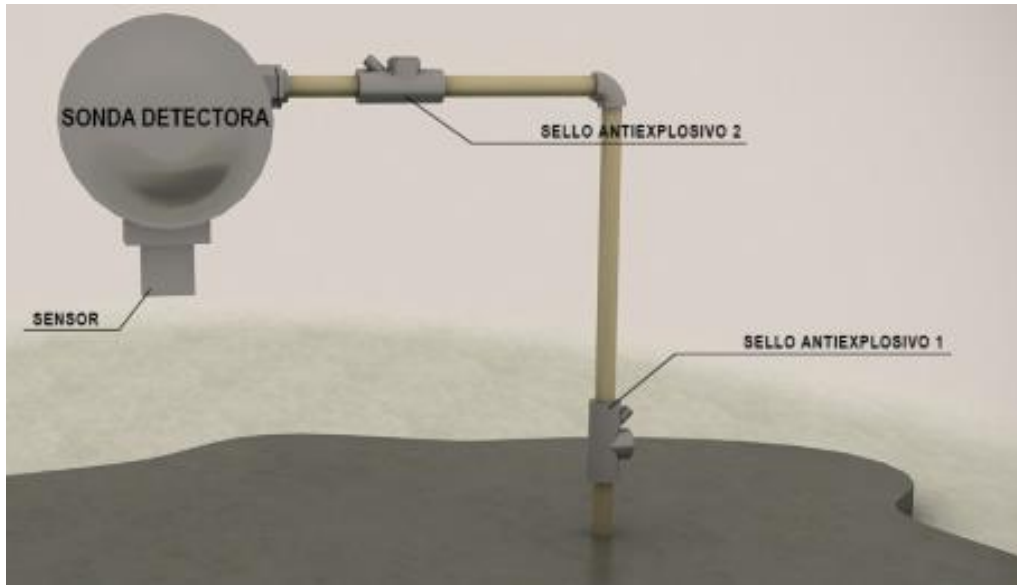


Figura 24. Acometida eléctrica en detectores de gases GLP  
 Fuente: GUÍA técnica n° 001-OS/DSR-Uth (2018, OSINERGMIN).

- Interruptores manuales.  
 SCHMERSAL, en su programa de fabricación Interruptores de paro de emergencia por tracción de cable, nos dice “Los interruptores de parada de emergencia por tracción de cable son muy importantes como interfaz entre personas y máquinas en aplicaciones industriales. Están instalados, por ejemplo, en plantas de transportación y en sistemas de transporte por cintas. Cuando están actuados manualmente estos dispositivos inician o interrumpen ciclos de trabajo y/o procesos.”(p. 2), estos interruptores deben de estar en zonas visibles y estratégicas para ser accionadas en caso de alguna emergencia.
- Alarma visible.  
 Según COOPER, en su Dispositivos de Señalización Visual y Audible Áreas Peligrosas, nos dice “El rango del flash no deberá exceder dos flasheos por segundo (2Hz) y no deberá ser menor a un flash por segundo (1 Hz) La iluminación o bien el recurso luminoso en un globo claro no deberá exceder las 1000 cd (Candelas Efectivas). Importancia de Sincronización: Reduce las posibilidades de desencadenar un ataque de Epilepsia a las Personas que tienen esta Propensión (ADA Asociación Americana de

Discapacitados)” (p. 23), esta alarma visible debe de tener un color rojo y se encendido debe de ser intermitente.

- Alarma sonora.

COOPER, en su Dispositivos de Señalización Visual y Audible Áreas Peligrosas, nos dice” La señal debe exceder el ruido de ambiente circundante por 6 decibeles. Consideraciones de Alarmas en Modo Publico: Deberán producir una señal de salida de cuanto menos 15db a 10 pies sobre el promedio de sonido máximo que dure 60 segundos, lo que resulte en mayor sonido. El nivel mínimo es de 75db y no deberá exceder 120db a la mínima distancia de escucha. Donde haya requerimientos que excedan 120db se deberá utilizar notificación audiovisual.”(p. 17), esta alarma debe de tener un encendido prolongado para indicar la emergencia.

### **c) Subsistema de control.**

Este sistema permite el control de los instrumentos las ventajas de este equipo permite que se detecten fallas en la conexión o en el cable mandando señales de alarma, la manera de operar de se observa en la Figura 25, Operación de monitoreo (Elaboración propia), el instrumento de entrada funciona como contactor obteniendo una posición de normalmente abierto, la resistencia genera una impedancia que es registrada por el controlador, si el instrumento no detecta ninguna señal y el controlador detecta falla, es posible que el cable este roto o quebrado, mientras se mantenga la impedancia de la resistencia el controlador no emitirá ninguna señal.

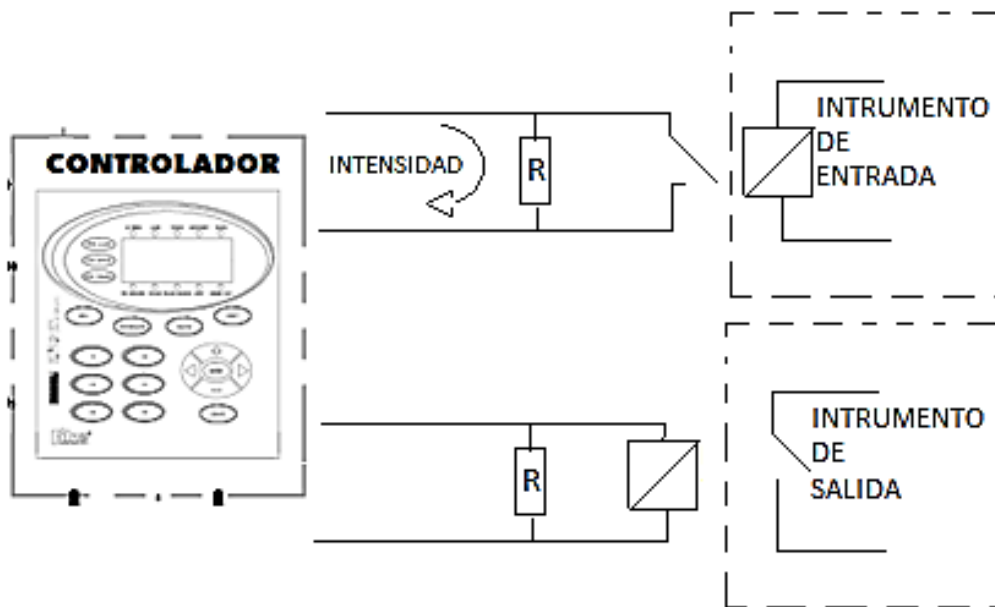


Figura 25. Operación de monitoreo  
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 26, Operación de alarma (Elaboración propia), el instrumento genera una señal (por la presencia de flama, gas o la activación del pulsador manual) y este genera que el contacto cierre, y se eleve la intensidad, esto es registrado por el controlador, que activa los instrumentos de salida.

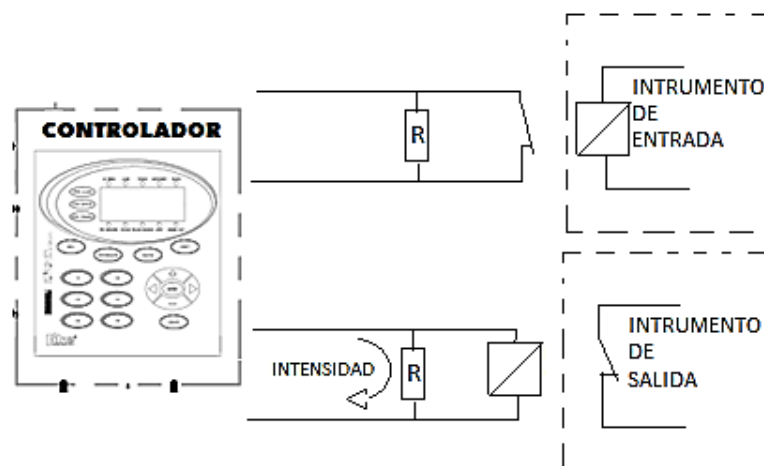


Figura 26. Operación de alarma  
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 27, registro del controlador (Elaboración propia), muestra que la intensidad llega a un punto constante en el tiempo, eso es generado por la resistencia en paralelo al instrumento de entrada, hasta que se genera la

alarma y la intensidad se incrementa, este comportamiento es registrado por el controlador.

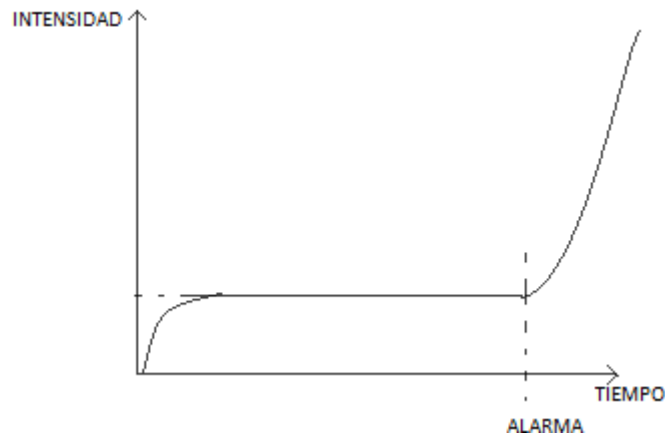


Figura 27. Registro de controlador  
Fuente: Elaboración propia

- Controlador.

La empresa FIKE, en su sistema de control para supresión de incendios inteligente CHEETAH XI, nos dice que “Esto supone que cada módulo y sensor del sistema de protección contra incendios puede actuar como un par, capaz de comunicarse directamente con el panel de control de detección y con cualquier otro dispositivo. Esta comunicación directa reduce el tiempo de respuesta para la protección contra incendios a un tiempo de tan solo un cuarto de segundo. Cada dispositivo de detección de incendio también puede generar información precisa, totalmente pormenorizada” ([www.fike.es](http://www.fike.es)), el controlador permite un buen rendimiento del sistema mandando diferente tipos de alarma.

- Módulo de control supervisado.

Este módulo está conectado con los instrumentos de salida tanto alarmas visibles como sonoras, HONEWELL, en CMF-900 - Módulo de Control Supervisado, nos dice “Este módulo se utiliza para cambiar una fuente de alimentación externa, que puede ser una fuente de alimentación DC. También supervisa el cableado a las cargas conectadas e informa su estado al panel como normal, abierto (open) o en cortocircuito (shortcircuit).” (<http://www.firelite.com>).



- Módulo mini monitor.- este módulo está conectado con los instrumentos de entrada, HONEWELL, en MMF-900 - Módulo de Monitoreo, nos dice “está diseñado para utilizarse en sistemas inteligentes de dos hilos. Proporciona un circuito de iniciación con tolerancia a fallas de dos o de cuatro cables para dispositivos de seguridad, supervisión y alarma contra incendios de contacto normalmente abierto. El panel controla el estado de la luz LED en el módulo.” (<http://www.firelite.com>).

### **2.3. Definición de Términos Básicos**

A continuación se van a definir los términos utilizados en todo el diseño, los cuales se encuentran ordenados de manera alfabética.

Aparato a prueba de explosiones.- aparato encerrado en una caja que sea capaz de resistir una explosión de un gas o vapor específico que pueda ocurrir dentro de ella y de evitar la ignición de un gas o vapor específico que rodea la envoltura por chispas, destellos o explosión del gas o vapor dentro de la misma, y que opera a una temperatura tan externa que una atmósfera inflamable circundante no se encenderá por eso. OSINERGMIN (2017), Áreas clasificadas como peligrosas en grifos, estaciones de servicio y gasocentros de GLP (guía técnica N° 001-OS/DSR-UTH).

Arco eléctrico.- Haz luminoso producido por el flujo de corriente eléctrica a través de un medio aislante, que produce radiación y gases calientes. SPT INGENIERIA LTDA. (2008), Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.

Atmósfera peligrosa.- en el almacenamiento, es aquella que contiene una cantidad significativa de vapores o gases inflamables, en concentraciones capaces de ignición o que sean tóxicos. OSINERGMIN (2017), Áreas clasificadas como peligrosas en grifos, estaciones de servicio y gasocentros de GLP (guía técnica N° 001-OS/DSR-UTH).

Baliza.- Señal fija de aeronavegación, que permite la visión diurna o nocturna de un conductor de fase o del cable de guarda. SPT INGENIERIA LTDA. (2008), Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.

BPCS.- Es la primera capa de protección que se implementa en una instalación industrial y es considerada como una capa de protección NO SIS, que es totalmente independiente de un SIS. García (2010), Sistemas instrumentados de seguridad.

Certificado UL.- Ensayos no destructivos de piezas de acero forjadas. Normalización española (UNE), UNE-EN 10228-3:2016.

Con Sello.- Equipos o materiales a los cuales se ha adherido un sello, símbolo u otra marca de identificación de una organización aceptada por la autoridad competente y relacionada con la evaluación de productos, que realiza inspecciones periódicas a la producción de equipos y materiales que ostentan el sello, y a través de cuyo sello el fabricante muestra el cumplimiento de normas apropiadas o que el equipo o producto se desempeña de un modo determinado. NFPA-30(1996), Código de Líquidos Inflamables y Combustibles.

Conductor a tierra.- También llamado conductor del electrodo de puesta a tierra, es aquel que conecta un sistema o circuito eléctrico intencionalmente a una puesta a tierra. SPT INGENIERIA LTDA. (2008), Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.

Detector UV/IR.- es un detector electroóptico de espectro múltiple detecta energía radiante en los espectros ultravioleta (UV), visible y Wide Band Infrared™ (IR).La energía radiante de toda clase de incendios con llamas alerta al detector sobre su presencia. (<https://www.honeywellanalytics.com/>)

Emisiones por Fugas.- Liberaciones de vapor inflamable que se producen de manera continua o intermitente en los equipos de procesamiento durante su operación normal. Estas incluyen las pérdidas producidas en los sellos de las bombas, empaque de las válvulas, juntas de las bridas, sellos de los compresores, drenajes de los procesos, etc. NFPA-30(1996), Código de Líquidos Inflamables y Combustibles.

EESS.- estación de servicio de combustibles, lugar donde se despacha combustibles. (<https://www.precision.cl/eess>).

Explosión.- Es la conversión repentina de energía potencial (química o mecánica) en energía cinética, con la producción y liberación de gases a presión o la liberación de un gas que estaba a presión. Estos gases que estaban a presión realizan un trabajo mecánico como desplazar, cambiar o dispersar los materiales cercanos. Montoya, J. (2005), en su tesis para optar el título profesional de ingeniero de higiene y seguridad industrial titulado Prevención y control de incendios y explosiones en la producción y almacenamiento de gas licuado de petróleo – GLP.

Fuente de respaldo.- Uno o más sistemas de suministro de energía (grupos electrógenos, bancos de baterías, UPS, circuito de suplencia) cuyo objetivo es proveer energía durante la interrupción del servicio eléctrico normal. SPT INGENIERIA LTDA. (2008), Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.

IEC 61511.- establece los requisitos para la especificación, diseño, instalación, operación y mantenimiento de un sistema instrumentado de seguridad (SIS), de modo que se pueda confiar con confianza para lograr o mantener un estado seguro del proceso. Normalización española (UNE), IEC 61511-1: 2016.

Incendio.- Un incendio implica la rápida oxidación a temperaturas por encima de 815°C con presencia de productos gaseosos muy calientes y la emisión de radiaciones visibles e invisibles. Montoya, J. (2005), en su tesis para optar el título profesional de ingeniero de higiene y seguridad industrial titulado Prevención y control de incendios y explosiones en la producción y almacenamiento de gas licuado de petróleo – GLP.

Instalación eléctrica antiexplosiva.- se entenderá como instalación eléctrica antiexplosiva a la que cuando existan vapores inflamables dentro y fuera de cualquier parte de ella, se comporta en forma tal que la inflamación de los vapores interiores o cualquier falla de la instalación o del equipo, no provoca la inflamación de los vapores existentes en el exterior. OSINERGMIN (2017), Áreas clasificadas como peligrosas en grifos, estaciones de servicio y gasocentros de GLP (guía técnica N° 001-OS/DSR-UTH).

NFPA 70.- categoriza la instalación por su potencial de falla, a través de 5 valores, en función de la máxima energía incidente derivada de un cortocircuito o falla del sistema, que repercute en el grado de lesiones por quemaduras, en relación a los

parámetros de falla del sistema y la distancia de trabajo. Chacon (2012), Estudio e implementación de estrategia para la incorporación de programas de seguridad eléctrica, con enfoque en peligros de relámpago de arco.

Protección IP.- Es el nivel de protección proporcionado por una envolvente contra el acceso a las partes peligrosas, contra la penetración de cuerpos sólidos extraños, contra la penetración de agua o contra los impactos mecánicos exteriores, y que además se verifica mediante métodos de ensayo normalizados. UTILCELL (2016), Grados de protección.

SIS.- Es un sistema compuesto por sensores, procesadores lógicos y elementos finales de control que tiene el propósito de implementar las funciones de seguridad necesarias para llevar al proceso a un estado seguro, cuando se han violado condiciones predeterminadas. García (2010), Sistemas instrumentados de seguridad.

## CAPITULO III

### DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y FUGAS DE GLP EN AREAS CLASIFICADAS

#### 3.1. Modelo de solución propuesto

##### 3.1.1. Descripción del Proyecto

La IEC61511, define los niveles de seguridad y los instrumentos a utilizar dentro de cada etapa, según las variables a controlar. El nivel de proceso (BPCS), el cual controla el llenado del tanque y el llenado de balones, utiliza sensores de nivel, presión y temperatura, con un protocolo de comunicación independiente al siguiente nivel de seguridad que vendría a ser el sistema integrado de seguridad (SIS), en el cual por lo general utiliza protocolo HART, y tiene dentro válvula de desfogue y alivio para controlar las variables ya mencionadas. El sistema contra incendios y fugas de GLP vendría a ser el tercer nivel de seguridad pues detecta la emergencia sin importar la causa de esta y manda señales para dar el aviso de emergencia y posteriormente mitigarla, evitando un accidente de mayor envergadura. Además este sistema estará instalado dentro de áreas clasificadas tales como; el tanque de combustible, el área de llenado y el área de almacenamiento de la empresa COSTAGAS S.A.C. No siendo consideradas las áreas administrativas, área de estacionamiento, área de despacho balones GLP y traslado de balones de GLP.

El diseño e implementación de sistema contra incendios y fugas de GLP en áreas clasificadas para planta envasadora COSTAGAS S.A.C cuenta con 3 subsistemas: subsistema eléctrico, subsistema de instrumentación y subsistema de control.

El subsistema eléctrico se encarga de generar la energía primaria y en caso de que esta falle podrá activarse una fuente de energía secundaria, además cuenta con el diseño de puestas a tierra para proteger los equipos ante cualquier tipo de sobre carga, se realizara la selección de los tipos de cable a utilizar y del tablero que tendrá la alimentación del sistema.

El subsistema de instrumentación permite detectar amagos de incendios y detectar atmosferas explosivas generadas por la acumulación del GLP, generando las señales de emergencias tanto visibles como sonoras.

El subsistema de control permite detectar el estado de los instrumentos, además alertan si existe alguna falla en los cables o conexión.

La implementación de los equipo se verá reflejada en los típicos y procedimientos del diseño, la secuencia de detección de emergencia se observa en la Figura 28, Proceso del sistema contra incendios y fugas de GLP (diseño propio), en donde los instrumentos de entrada (detector de flama, detector de gas y pulsador de emergencia), están conectados a un módulo mini-monitor que está transmitiendo una señal de 5v al controlador, cuando estos dispositivos se activan, e controlador enviara una señal a módulo de control supervisado y este activara la alarma visible y sonora del sistema.

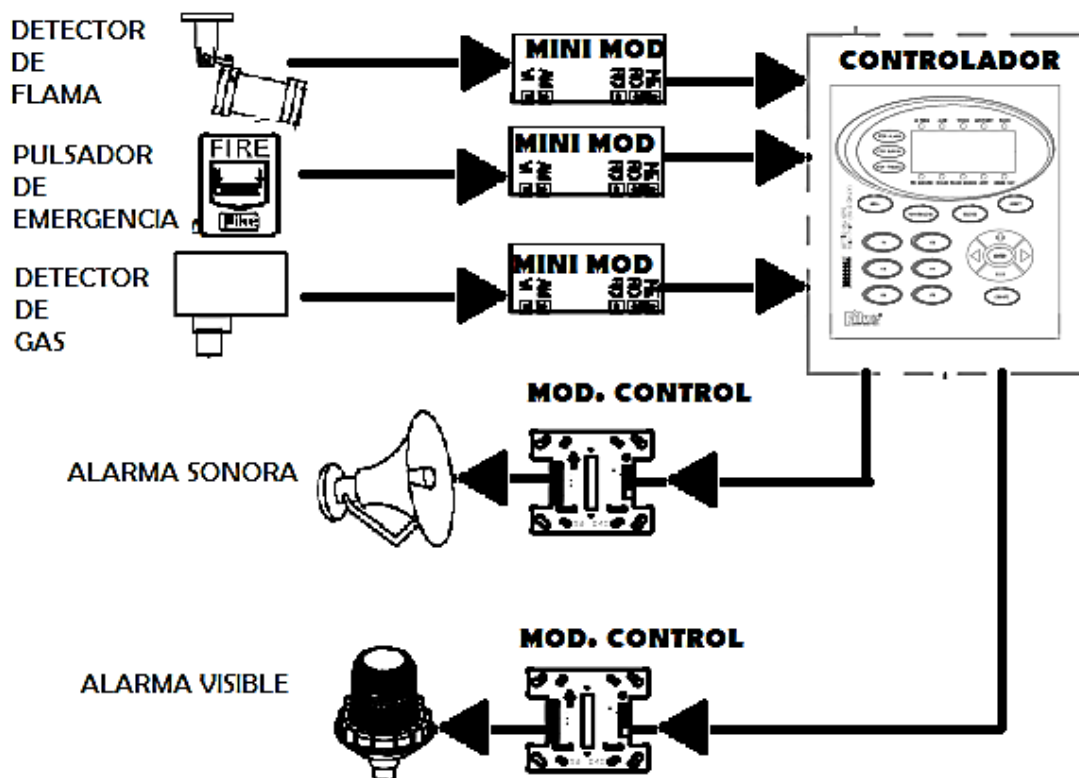


Figura 28. Proceso del sistema contra incendios y fugas de GLP  
Fuente: Elaboración propia

El desarrollo de todas las actividades de este proyecto tendrá una duración de 100 días, y considerando que para el inicio de las actividades se debe de tener la ingeniería aprobada por el cliente, y la logística en el área de trabajo.

La primera etapa del proyecto es la implementación del subsistema eléctrico, el cual empezara de manera simultánea con las puesta a tierra, con duración de 8 días, y la fabricación del tablero de control, con duración de 15 días, es posible estas dos actividades porque las puestas a tierra se realizan en campo y los tableros en un taller. La siguiente actividad a realizar es los ensayos FAT (test de aceptación de fábrica), duración de 3 días, en el cual se verifica el correcto funcionamiento del tablero con simulaciones de señal luego de estas pruebas se realiza el montaje de los tableros, con duración de dos días, en el cual se acondicionara el área y se realizara la limpieza adecuada para el montaje. Para finalizar esta etapa se realiza la canalización de la tubería conduit y tendido de cables, con duración de 31 días, esta actividad empieza luego de las puestas a tierra porque la canalización empieza desde los puntos de los instrumentos finalizando en los tableros, por el cual ninguna actividad perjudicara a otra. Por lo tanto la etapa de implementación del sub sistema eléctrico tendrá una duración de 41 días.

La segunda etapa es la implementación del subsistema de instrumentación, el cual dura 33 días, considerando un día de verificación del área clasificada, pues no se puede generar chispas al tener una atmosfera explosiva por el GLP. La fabricación de los soportes, con duración de 12 días, se realizara en un taller alejado del área clasificada. El montaje de soportes y equipos, con duración de 15 días, se realizara de acuerdo a la ingeniería de detalle aprobada por el cliente. Por último se realizara la conexión de los equipos, con duración de 5 días, esto es factible gracias al tendido de cables realizado en la primera etapa de implementación.

La tercera etapa de este proyecto es la implementación del subsistema de control que va de la mano con la puesta en marcha del proyecto, con duración de 28 días, aquí se realizara la configuración del software y se realizara la simulación de los instrumentos, activando señales mediante simulación de fuego, gas y pulsación de switch de emergencia, verificando el funcionamiento de los

instrumentos de entrada y de salida como las alarmas visible y sonoras. Una vez finalizada estas pruebas se realiza la puesta en marcha en el cual se deja activado el proyecto se entregan los documento de calidad para la presentación a OSINERGMIN.

El tiempo de implementación de este proyecto se visualiza en la figura 29, Diagrama de Gantt del proyecto, en el cual observamos el tiempo de duración en días.

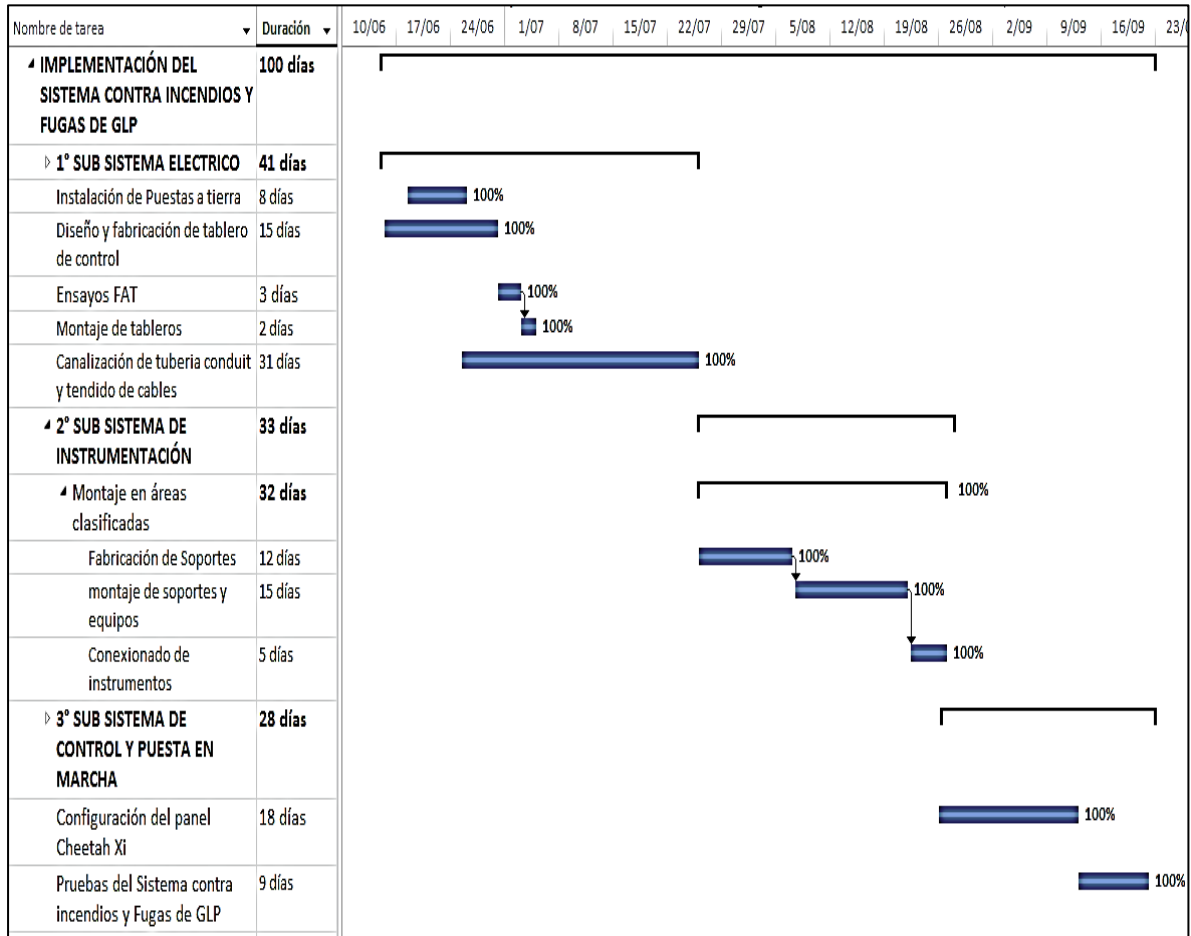


Figura 29. Diagrama de Gantt del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Las actividades de este proyecto se validan en la “GUÍA TÉCNICA N° 001-OS/DSR-UTH”, titulada “Áreas clasificadas como peligrosas en grifos, estaciones de servicio y gasocentros de GLP”, emitida por OSINERGMIN en el años 2017. Y su protocolo de validación para los procesos descritos en el presente proyecto el cual se publicó en el Diario El Peruano (2017), con el título “Resolución De Consejo Directivo Organismo Supervisor De La Inversión En Energía Y Minería OSINERGMIN N° 158-2017- OS/CD”, en su anexo titulado “Listado De Condiciones



Inseguras De Alta Criticidad En Plantas Envasadoras De GLP”, está la lista se observa en el anexo 1.

La empresa PIL Perú S.A.C. realizó el acta de entrega del proyecto para la empresa COSTAGAS S.A.C. (ver anexo 2) por lo tanto la empresa PIL emite y aprueba la siguiente lista de procedimientos que se utilizarán en el presente proyecto:

- Procedimiento para construcción de puesta a tierra (ver anexo 3).
- Registro de construcción de puesta a tierra (ver anexo 4).
- Procedimiento para construcción de tableros (ver anexo 5).
- Procedimiento para montaje e instalación de tuberías conduit (ver anexo 6).
- Procedimiento para el tendido de cables (ver anexo 7).
- Procedimiento para el cableado, conexionado y montaje de instrumentos (ver anexo 8).
- Registro de control de cableado eléctrico (ver anexo 9).
- Registro de montaje de tuberías conduit (ver anexo 10).

a) Análisis actual sistema contra incendio y fugas de GLP en la empresa COSTAGAS S.A.C.

Actualmente en el año 2019, esta empresa no cuenta con un sistema de fugas de GLP, y la única protección contra incendios es el uso de extintores con certificados UL, en caso de una emergencia de gran envergadura, estos equipos no podrán detener la emergencia, generando daños ya señalados en el capítulo I.

b) Análisis de la implementación del sistema contra incendio y fugas de GLP en la empresa COSTAGAS S.A.C.

Este sistema contra incendios y detección de fugas de GLP, genera un aviso inmediato de a emergencia detectada, a través del controlador podrá activar válvulas para la apertura de rociadores de agua y trampas de espuma, además de indicar en que área ocurrió la emergencia

### **3.1.2. Consideraciones del diseño**

Ante la necesidad de un sistema contra incendios y fugas de GLP en la empresa COSTAGAS S.A.C. que permita detectar emergencia las 24 horas del día, y al mismo tiempo intervenir en la emergencia de manera automática para eliminar su propagación, se debe de considerar las siguientes consideraciones en el presente diseño:

1. El sistema debe de tener puestas a tierra ante cualquier falso contacto o sobretensión.
2. Se instalara una fuente de alimentación secundaria para que el sistema funcione según la norma NFPA 70.
3. Los cables a utilizar deben de ser para sistema contra incendio (FPLR).
4. La canalización con tubería conduit debe de ser antiexplosivo y tener certificado UL, al igual que los accesorios para las distintas rutas de la canalización.
5. Los instrumentos deben de tener certificado UL y tener protección IP 53 como mínimo.
6. Los detectores de flama deben estar en nivel alto para tener un ángulo de detección de toda el área clasificada y los detectores de gas en los puntos más vulnerables.
7. Los pulsadores deben de estar a la altura promedio para activar por cualquier personal dentro de la planta
8. Las alarmas deben de estar en un soporte de aprox. 3metros para que todos visualicen el lugar de la emergencia
9. Los accesorios para el conexionado como sellos cortafuego, mangueras flexibles y uniones universales deben de tener certificado UL.

### **3.1.3. Subsistema eléctrico.**

#### **a) Puestas a tierra.**

Este elemento tendrá la función de proteger el sistema ante descargas en líneas, o contactos no intencionales con líneas de tensiones mayores.

- Memoria de cálculo para las puestas a tierra.

El valor de la resistencia máxima aceptable de la puesta a tierra será de 1 ohm para instrumentos (seguridad intrínseca) que tendrán todo el sistema.

Para las puestas a tierra de instrumentación se adopta una temperatura ambiente de 40°C, una temperatura máxima permitida de 450°C. De acuerdo con los datos informados anteriormente se reemplazan los valores en la ecuación (1) y se determina que el cable de la puesta a tierra para instrumentación debe tener una sección mínima de:

$$A_{\text{mm}^2} = \frac{1,666}{\sqrt{\left(\frac{3,42 \cdot 10^{-4}}{0,4 \cdot 0,00381 \cdot 1,78}\right) \ln\left(\frac{242 + 450}{242 + 40}\right)}} = 4,95 \text{ mm}^2$$

Considerando una mayor área de contacto de superficie y eventuales problemas de corte accidental por esfuerzo mecánico ante fallas, se adopta un cable de 70 mm<sup>2</sup> de sección como valor estándar.

El lugar donde estarán nuestros tablero será una caseta y se realizara un electrodo perimetral para mejorar los valores de la puesta a tierra, la Figura 30 muestra el diagrama del electrodo perimetral (fuente propia).

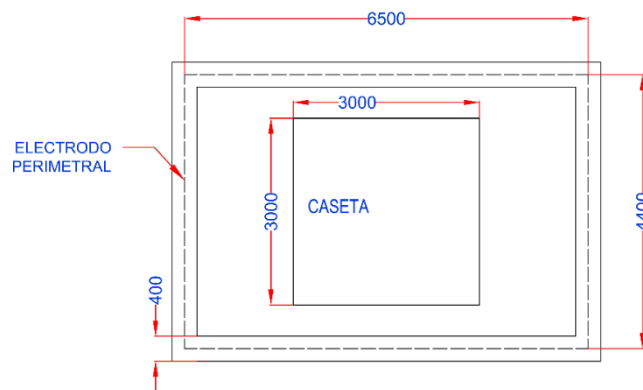


Figura 30. Diagrama de electrodo perimetral  
Fuente: Elaboración propia

En nuestro caso tenemos los valores:

$\rho$  : 20 ( $\Omega$ -m)      L : 21.80 (m)      W: 0.4 (m)      D: 0.8 (m)

Los siguientes valores se reemplazan en la ecuación (4):

$n_r$  : 3;  $L_r$  : 2.4 m.;  $d_r$  : 0.015 m;  $L_x$ : 6.50 m;  $L_y$ : 4.40 m.

Se obtiene el siguiente valor de  $K_1 = 1.12$ . Con estos valores que se han obtenido se reemplaza en la ecuación (3), para obtener el valor de la resistencia de instrumentación, teniendo en cuenta que el terreno donde se va hacer la puesta a tierra fue una cantera para una marmolería y se observa un suelo arcilloso por lo tanto su valor es de 20 ohmios. Con estos resultados se obtiene lo siguiente

$$R_{\text{INSTR}}: 0,71 \Omega.$$

Tenemos  $R_{\text{INSTR}}: 0,71 \Omega < 1 \Omega$ , el valor de resistencia de puesta a tierra de instrumentación se encuentra dentro del valor máximo aceptable por lo tanto el diseño cumple con la protección requerida.

Luego se reemplaza el valor de instrumentación en la ecuación (6).

$$R_{\text{eq}}: 0.44 \Omega.$$

- Procedimiento y típico de construcción de puesta a tierra.  
El presente procedimiento tiene como objetivo describir cómo se van a realizar los trabajos de instalación de puesta a tierra, las mismas que serán concordantes con las especificaciones técnicas.

Los materiales a usar son los siguientes:

- Jabalina tipo Copper Weld 15 mm. ( $\varnothing 5/8$ "). Longitud: 2.4 m.
- Conector de cobre para jabalina  $\varnothing 5/8$ " con dos cables de cobre de sección 70 mm<sup>2</sup>.
- Cable sin aislar de cobre desnudo sección 70 mm<sup>2</sup>.
- Caja de registro de PVC
- Conector Split Bolt de cobre 70 mm<sup>2</sup> (2/0AWG).
- Dosis de cemento conductivo (según requerimiento en obra).
- Tierra mejorada (según requerimiento en obra).
- Terminal a compresión p/cable de Cu desnudo, sección 70 mm<sup>2</sup>.
- Perno cabeza hexagonal de 5/16"x1" zincado electrolítico.+ tuerca + arandela.

El primer paso será la construcción de manera individual como se muestra en la Figura 31, Típico de construcción de pozo a tierra (fuente propia).

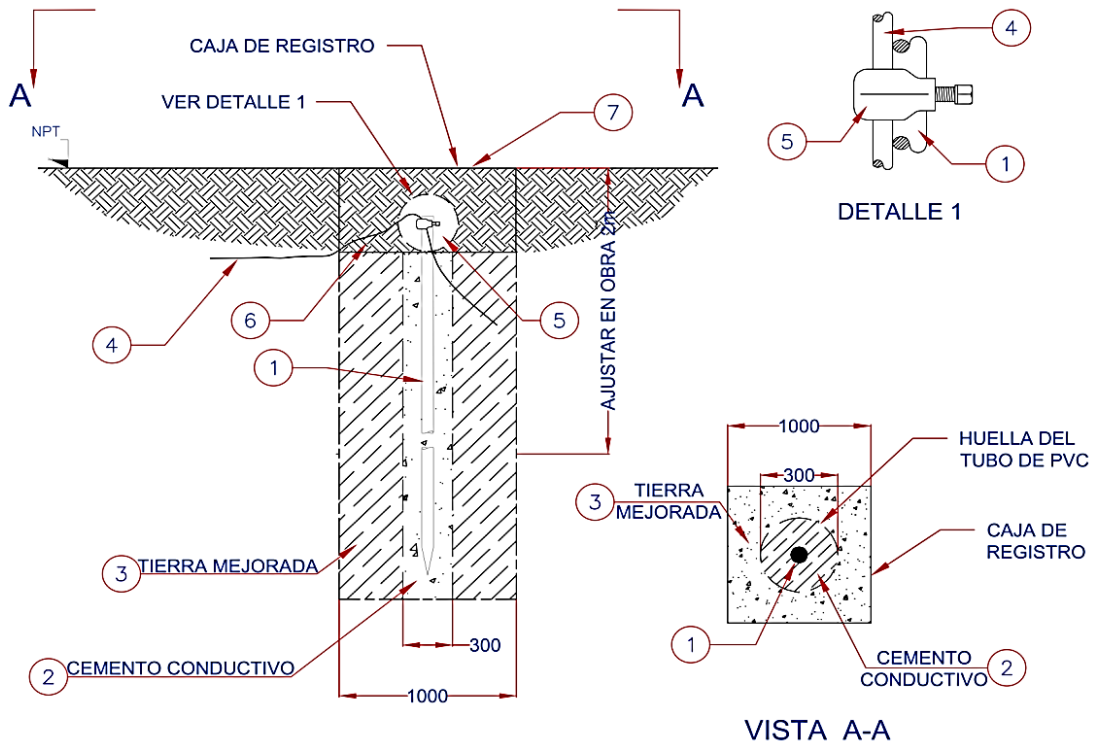


Figura 31. Típico de construcción de pozo a tierra.  
Fuente: Elaboración propia

La Figura 31 muestra unos numeros que son la numeración de los pasos a seguir :

- 1.- En principio se cavará un pozo de 3 m. de profundidad por 1 m. de diámetro. La profundidad se ajustará en obra.
- 2.- Se colocará la tubería de PVC de  $\varnothing 6''$  según indicado en el gráfico. Luego se instalará una barra de cobre de  $\varnothing 5/8''$  en el centro del tubo de PVC.
- 3.- Se rellena con cemento conductor el tubo de PVC. Así mismo, se rellena con tierra mejorada alrededor de los tubos, según se indica el gráfico y posteriormente se retirará el tubo de PVC.
- 4.- Luego se tendera el cable de cobre desnudo de 70mm<sup>2</sup> desde la jabalina enterrada hasta el tablero que corresponde.
- 5.- EL conector unirá la jabalina de cobre y el cable de cobre desnudo de 70 mm<sup>2</sup>.
- 6.- El cable de cobre desnudo pasara por debajo de la caja de registro y estará bajo tierra hasta llegar a su punto de conexión.

7.- La caja de registro se colocará al final de la construcción del pozo para realizar futuras mediciones o mantenimientos.

Las conexiones a las estructuras de los tableros se realizaran con un perno zincado y su respectiva tuerca y arandela, para su correcta fijación.

Si el valor de la tierra de instrumentación o delta, da mayor a 1 Ohmio, se adicionará varillas de cobre de 2.4 metros de longitud hasta tener el valor igual o menor a 1  $\Omega$ .

## b) Cables.

El cable que se va a implementar en el diseño de sistemas contra incendios y fugas de GLP es el cable FLPR.

- Selección del cable FPLR.

El cable marca Belden muestra la siguiente Tabla 16, características del cable Belden (Ficha técnica, Belden).

Tabla 16.  
Características del cable Belden

UL Flammability:	UL1666 Riser
CSA Flammability:	FT4
UL voltage rating:	300 V RMS

Fuente: 5120FL, Belden

La marca Honeywell muestra las siguiente Figura 32, características del cable Honeywell (Power Limited Fire Alarm Cable Part No. 4406, Honeywell).

Temperature Rating	-20 to 75 °C
Operating Voltage	300 Volts max.
Capacitance	46 pf/ft nom.
Impedance	34 Ohms nom.
DC Resistance	4.1 Ohms/M' at 20°C
Flame Rating	UL 1666 Riser, CSA FT4

Figura 32. Características del cable FPLR Honeywell  
Fuente: Power Limited Fire Alarm Cable Part No. 4406, Honeywell

Por lo tanto el cable FPLR a utilizar es el de la marca HONEYWELL pues representa a más detalle los certificados que tiene este material, además representa un mayor voltaje de prueba por lo que tendrá más resistencia en el aislamiento.

- Lista de cable.

La Tabla 17 representa las medidas desde el tablero hacia los puntos de los diferentes equipos del diseño e implementación de sistemas contra incendios y fugas de GLP en áreas clasificadas de planta envasadora (Elaboración propia).

Tabla 17.  
Lista de Cables del diseño e implementación de sistemas contra incendios y fugas de GLP

ITEM	DESCRIPCION DE INSTRUMENTO	VOLTAJE DE OPERACIÓN	MAX. CONSUMO (Amp.)	POTENCIA MAX. (Consumida)	RESISTIVIDAD ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )	LONGITUD (m)	CAIDA DE TENSION(3%)	SECCIÓN CALCULADA ( $\text{mm}^2$ )	SECCIÓN ELEGIDA	CALIBRE DE CABLE
1	DETECTOR DE FLAMA	24v	0.125	3w	0.17	180	0.72	0.53125	2.08	FPLR AWG 14
2	DETECTOR DE FLAMA	24v	0.125	3w	0.17	50	0.72	0.14757	2.08	FPLR AWG 14
3	DETECTOR DE FLAMA	24v	0.125	3w	0.17	110	0.72	0.32465	2.08	FPLR AWG 14
4	DETECTOR DE GAS	24v	0.125	3w	0.17	230	0.72	0.67882	2.08	FPLR AWG 14
5	DETECTOR DE GAS	24v	0.125	3w	0.17	50	0.72	0.14757	2.08	FPLR AWG 14
6	DETECTOR DE GAS	24v	0.125	3w	0.17	50	0.72	0.14757	2.08	FPLR AWG 14
7	DETECTOR DE GAS	24v	0.125	3w	0.17	110	0.72	0.32465	2.08	FPLR AWG 14
8	DETECTOR DE GAS	24v	0.125	3w	0.17	150	0.72	0.44271	2.08	FPLR AWG 14
9	ALARMA SONORA	24v	0.6	14.4w	0.17	50	0.72	0.70833	2.08	FPLR AWG 14
10	ALARMA SONORA	24v	0.6	14.4w	0.17	110	0.72	1.55833	2.08	FPLR AWG 14
11	ALARMA SONORA	24v	0.6	14.4w	0.17	50	0.72	0.70833	2.08	FPLR AWG 14
12	ALARMA SONORA	24v	0.6	14.4w	0.17	110	0.72	1.55833	2.08	FPLR AWG 14
13	ALARMA VISIBLE	24v	1.75	42w	0.17	50	0.72	2.06597	2.08	FPLR AWG 14
14	ALARMA VISIBLE	24v	1.75	42w	0.17	110	0.72	4.54514	2.08	FPLR AWG 14
15	ALARMA VISIBLE	24v	1.75	42w	0.17	50	0.72	2.06597	2.08	FPLR AWG 14
16	ALARMA VISIBLE	24v	1.75	42w	0.17	110	0.72	4.54514	2.08	FPLR AWG 14
17	INTERRUPTOR MANUAL	24v	-	-	-	25	-	-	1.30763	FPLR AWG 16
18	INTERRUPTOR MANUAL	24v	-	-	-	35	-	-	1.30763	FPLR AWG 16
19	INTERRUPTOR MANUAL	24v	-	-	-	25	-	-	1.30763	FPLR AWG 16
20	INTERRUPTOR MANUAL	24v	-	-	-	35	-	-	1.30763	FPLR AWG 16
21	MODULO MINIMONITOR	24v	0.00485	11.04w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
22	MODULO MINIMONITOR	24v	0.00485	11.04w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
23	MODULO MINIMONITOR	24v	0.00485	11.04w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
24	MODULO MINIMONITOR	24v	0.00485	11.04w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
25	MODULO MINIMONITOR	24v	0.00485	11.04w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
26	MODULO MINIMONITOR	24v	0.00485	11.04w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
27	MODULO MINIMONITOR	24v	0.00485	11.04w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
28	MODULO MINIMONITOR	24v	0.00485	11.04w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
29	MODULO MINIMONITOR	24v	0.00485	11.04w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
30	MODULO MINIMONITOR	24v	0.00485	11.04w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
31	MODULO MINIMONITOR	24v	0.00485	11.04w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
32	MODULO MINIMONITOR	24v	0.00485	11.04w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
33	MODULO MINIMONITOR	24v	0.00485	11.04w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
34	MODULO MINIMONITOR	24v	0.00485	11.04w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
35	MODULO MINIMONITOR	24v	0.00485	11.04w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
36	MODULO MINIMONITOR	24v	0.00485	11.04w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
37	MODULO MINIMONITOR	24v	0.00485	11.04w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
38	MODULO MINIMONITOR	24v	0.00485	11.04w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
39	MODULO MINIMONITOR	24v	0.00485	11.04w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
40	MODULO MINIMONITOR	24v	0.00485	11.04w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
41	MODULO MINIMONITOR	24v	0.00485	11.04w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
42	MODULO MINIMONITOR	24v	0.00485	11.04w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
43	MODULO MINIMONITOR	24v	0.00485	11.04w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
44	MODULO MINIMONITOR	24v	0.00485	11.04w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
45	MODULO SUPERVISOR DE	24v	0.002	0.048w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
46	MODULO SUPERVISOR DE	24v	0.002	0.048w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
47	MODULO SUPERVISOR DE	24v	0.002	0.048w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
48	MODULO SUPERVISOR DE	24v	0.002	0.048w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
49	MODULO SUPERVISOR DE	24v	0.002	0.048w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
50	MODULO SUPERVISOR DE	24v	0.002	0.048w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
51	MODULO SUPERVISOR DE	24v	0.002	0.048w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16
52	MODULO SUPERVISOR DE	24v	0.002	0.048w	0.17	3	0.72	0.000343542	1.30763	FPLR AWG 16

Fuente: Elaboración Propia

### Fuente de alimentación secundaria.

- Fuente de alimentación primaria.

La empresa cuenta con energía de 220 voltios, se implementara una fuente de 24 voltios, en la Figura 33, montaje de fuente de 24v (elaboración propia), se observa una fuentes con un breaker de protección.

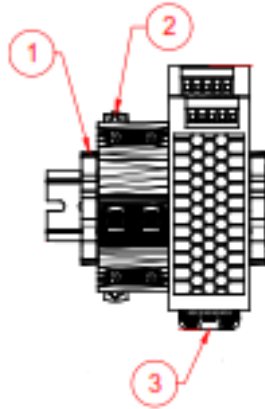


Figura 33. Montaje de fuente de 24v  
Fuente: Elaboración propia

La fuente elegida será de la marca PHOEOIX CONTACT, el modelo QUINT-PS- 1A/24DC/10//CO, este equipo recibe 220v en alterna y tiene salidas de 24v en continua, es fácil de implementar en tableros y tiene certificados que requiere el proyecto, como se observa en la Tabla 18, certificados de la fuente 24v (elaboración propia).

Tabla 18.  
Certificados de la fuente 24v

UL Recognized		<a href="http://database.ul.com/cgi-bin/XYV/template/LISEXT/1FRAME/index.htm">http://database.ul.com/cgi-bin/XYV/template/LISEXT/1FRAME/index.htm</a>	FILE E 211944
UL Listed		<a href="http://database.ul.com/cgi-bin/XYV/template/LISEXT/1FRAME/index.htm">http://database.ul.com/cgi-bin/XYV/template/LISEXT/1FRAME/index.htm</a>	FILE E 123528
cUL Recognized		<a href="http://database.ul.com/cgi-bin/XYV/template/LISEXT/1FRAME/index.htm">http://database.ul.com/cgi-bin/XYV/template/LISEXT/1FRAME/index.htm</a>	FILE E 211944
cUL Listed		<a href="http://database.ul.com/cgi-bin/XYV/template/LISEXT/1FRAME/index.htm">http://database.ul.com/cgi-bin/XYV/template/LISEXT/1FRAME/index.htm</a>	FILE E 123528
EAC			RU C-DE.A*30.B.01082
EAC			EAC-Zulassung
cULus Recognized		<a href="http://database.ul.com/cgi-bin/XYV/template/LISEXT/1FRAME/index.htm">http://database.ul.com/cgi-bin/XYV/template/LISEXT/1FRAME/index.htm</a>	

Fuente: Elaboración propia



- Fuente de alimentación secundaria.

La marca ALTRONIX, anexo 11, ver con su tablero AL600ULXD, cuenta con un diseño para estos sistemas, tiene las certificaciones requeridas, cuenta con un propio tablero, recarga las baterías por sí mismo detecta fallas y se alimenta con 220v de corriente alterna, La Figura 34, especificaciones de AL600ULXD (ALTRONIX), muestra las características de su diseño y lo práctico para el sistema e implementación de sistemas contra incendios y fugas de GLP en planta envasadora.

Specifications	
<b>Input</b>	
Voltage	115VAC, 60Hz, 3.5A or 230VAC, 50/60Hz, 1.8A.
<b>Output</b>	
Voltage	12VDC or 24VDC selectable.
Current	6A continuous supply current.
Other	Short circuit and thermal overload protection. Filtered and regulated.
<b>Back-up Battery</b> <i>(not included)</i>	
Type	Sealed lead acid or gel type.
Failover	Upon AC loss, instantaneous.
<b>Supervision</b>	
AC Failure	Form "C" contacts.
Low Battery	Form "C" contacts.
Battery Presence	Form "C" contacts.
<b>Indicators (LED)</b>	
Input	Input voltage is present.
DC Output	Powered.
<b>Agency Listings</b>	
UL	UL294 (Access Control). UL1481 (Fire Protective Signaling Systems).
CE	European Conformity
<b>Physical and Environmental</b>	
<b>Dimensions (H x W x D)</b>	
15.5" x 12" x 4.5" (393.7mm x 304.8mm x 114.3mm) Enclosure accommodates up to two (2) 12VDC/12AH batteries.	
<b>Product Weight</b>	12.6 lbs. (5.72 kg).
<b>Shipping Weight</b>	13.9 lbs. (6.3 kg).
<b>Temperature</b>	
Operating	0°C to 49°C (32°F to 120°F).
Storage	-20°C to 70°C (-4°F to 158°F).
<b>Relative Humidity</b>	85% +/-5%.
<b>BTU/Hr. (approx.):</b>	12VDC: 37 BTU/Hr. 24VDC: 74 BTU/Hr.

Figura 34. Especificaciones de AL600ULXD  
Fuente: ALTRONIX

Se tendrán dos tableros de control, por lo tanto se requiere dos tableros de alimentación secundaria, La Figura 35, Típico de tablero ALTRONIX (elaboración propia), muestra cómo se conectarán los tableros ALTRONIX, y las tuberías verticales serán las encargadas de llevar la alimentación a los tableros de control y la llegada del 220v en alterna.

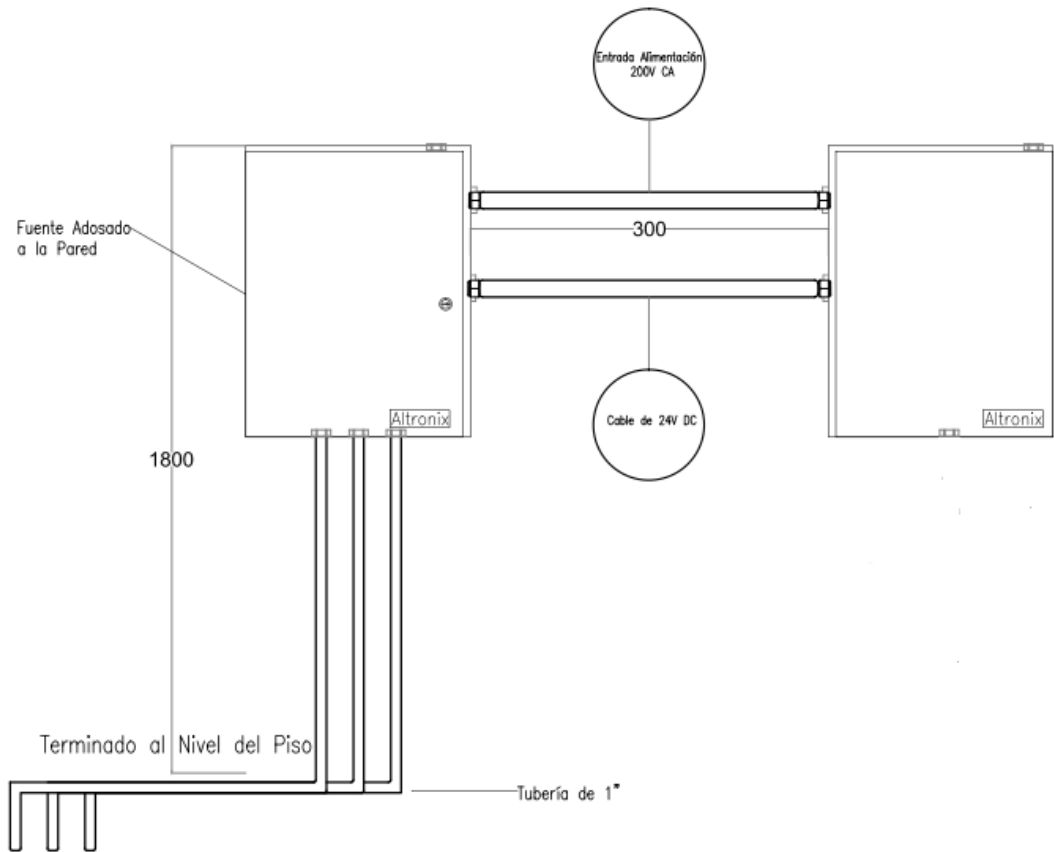


Figura 35. Típico de tablero ALTRONIX  
Fuente: Elaboración propia

- Memoria de cálculo para baterías.

El proveedor ALTRONIX, nos brinda la plataforma de calcular las baterías a necesitar en el diseño implementación de sistemas contra incendios y fugas de GLP en plantas envasadoras, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La operación Normal de Fuente secundario, recomendación NFPA 72 a 24 horas.
- La operación en alarma de fuente secundario, recomendación NFPA 72 más 5 minutos (5min=0.084 Horas).

Para el primer tablero de control se muestra la Tabla 19, Total de carga del tablero de control 1 (ALTRONIX), donde se calcula que la carga total de alarma es de 6.55 ampere.

Tabla 19.  
Total de carga del tablero de control 1

Modelo	Dispositivo	Standby Current (A.)				Alarm Current (A.)			
		Qty		Draw	Standby	Qty		Draw	Alarm
SSTX-MV	ALARMA SONORA	2	x	0.00000	0.00000	2	x	0.60000	1.20000
27XST-024R	ALARMA VISIBLE	2	x	0.00000	0.00000	2	x	1.90000	3.80000
	DETECTOR DE GAS	5	x	0.08400	0.42000	5	x	0.31000	1.55000
Total Standby Load (A.):					0.420	Total Alarm Load (A.): 6.550			

Fuente: ALTRONIX

La Tabla 20, el requerimiento de carga secundaria para el tablero de control 1 (ALTRONIX).

Tabla 20.  
Requerimiento de carga secundaria para el tablero de control 1

Current Draw		Time (hours)	Total (AH)
Secondary Standby Load 0.420 A	x	Required Standby Time	
		24 hours	10.08
Secondary Alarm Load 6.550 A	x	Required Alarm Time (hours)	
		0.084 hours	0.55
Total Secondary Load			10.63
Derating factor			x 1.20
Secondary Load Requirements (AH)			12.76

Fuente: ALTRONIX

Para el tablero de control 2, se muestra la Tabla 21, Total de carga del tablero de control 2 (ALTRONIX), donde se calcula que la carga total de alarma es de 5.93 ampere.

Tabla 21.  
Total de carga del tablero de control 2

Modelo	Dispositivo	Standby Current (A.)				Alarm Current (A.)			
		Qty		Draw	Standby	Qty		Draw	Alarm
SSTX-MV	ALARMA SONORA	2	x	0.00000	0.00000	2	x	0.60000	1.20000
27XST-024R	ALARMA VISIBLE	2	x	0.00000	0.00000	2	x	1.90000	3.80000
IPES-IR/UV	DETECTOR DE FLAMA	3	x	0.08400	0.25200	3	x	0.31000	0.93000
Total Standby Load (A.):					0.252	Total Alarm Load (A.): 5.930			

Fuente: ALTRONIX

La Tabla 22, el requerimiento de carga secundaria para el tablero de control 2 (ALTRONIX).

Tabla 22.  
Requerimiento de carga secundaria para el tablero de control 2

Current Draw		Time (hours)	Total (AH)
Secondary Standby Load 0.252 A	x	Required Standby Time	
		24 hours	6.05
Secondary Alarm Load 5.930 A	x	Required Alarm Time (hours)	
		0.084 hours	0.50
Total Secondary Load			6.55
Derating factor			x 1.20
Secondary Load Requirements (AH)			7.86

Fuente: ALTRONIX

El cálculo obtenido indica que las baterías deben tener una capacidad mínima de 12.76 A/h para el tablero de control 1 y 7.86 A/h para el tablero de control 2. Sin embargo para asegurar el funcionamiento adecuado solicitado por la norma y trabajando con valores comerciales, se ha seleccionado baterías de 18 A/h, la cual permitirá que en el futuro se puedan agregar dispositivos a la Fuente de Alimentación Auxiliar sin tener que cambiar las baterías, además de compensar la pérdida de capacidad de almacenamiento en el tiempo que tienen las baterías.

### c) Tablero eléctrico.

El tablero debe de tener las medidas necesarias para los componentes del sistema e implementación del sistema contra incendios y fugas de GLP en planta envasadora.

- Selección del tablero.

El tablero con las dimensiones que se requieren y los certificados que se necesitan no se encuentran de manera muy comercial en el mercado peruano, así que se usa la marca RITTAL el modelo Compact enclosures AE-AE 1060.500, que brinda todo lo necesario para la implementación del sistema contra incendios y fugas de GLP en planta envasado. La Tabla 23 muestra las características de Compact enclosures AE-AE 1060.500 ([www.rittal.com/ca-en](http://www.rittal.com/ca-en)).

Tabla 23.  
Características del Compact enclosures AE–AE 1060.500

<b>Material:</b>	Housing: Carbon steel Door: Carbon steel, all-round foamed-in PU seal
<b>Surface finish:</b>	Housing and door: Dipcoat primed, powder-coated on the outside, textured paint Mounting plate: Zinc-plated
<b>Color:</b>	RAL 7035
<b>Protection category IP to IEC 60 529:</b>	IP 66
<b>Protection category NEMA:</b>	NEMA 4

Fuente: [www.rittal.com/ca-en](http://www.rittal.com/ca-en)

- Layout de Tablero.

Tendremos dos Tableros de control, donde se encontraran los módulos mini monitor y los módulos de control supervisado cada uno con sus borneras y su breaker de protección en la Figura 36 muestra la vista frontal interior del tablero de control (elaboración propia).

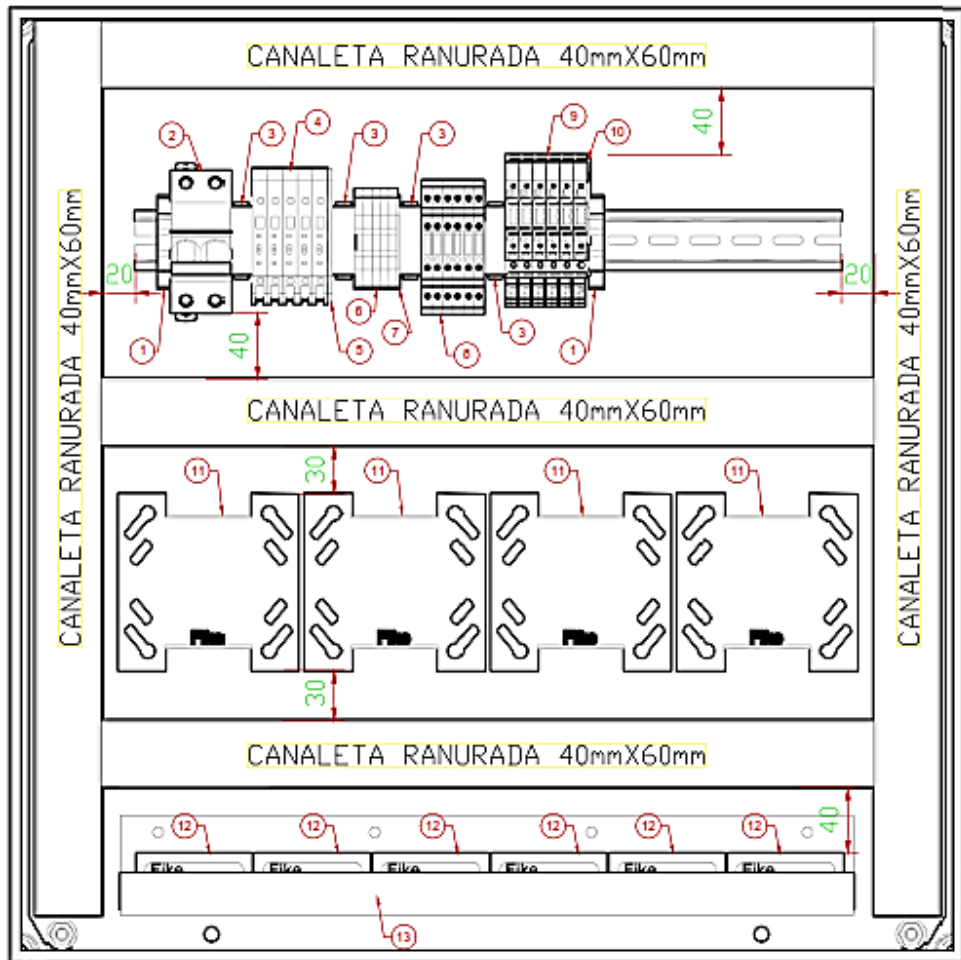


Figura 36. Vista frontal interior del tablero de control  
Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 24, Lista de materiales del tablero de control (elaboración propia) podremos observar los componentes que tendrá la Figura 34, vista frontal interior del tablero de control.

Tabla 24.  
Lista de materiales del tablero de control

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	2	ALLEN BRADLEY, TOPE DE BORNER, COD: 1492-EAJ35
2	1	SHNEIDER, INTERRUPTOR AUTOMATICO IC60N 2P 10A, COD:A9F79210
3	4	ALLEN BRADLEY, MARCADOR DE GRUPO DE BORNERAS, COD: 1495-GM35
4	5	ALLEN BRADLEY, BORNERA PORTAFUSIBLE, COD: 1592-H6
5	1	ALLEN BRADLEY, TAPA FINAL DE BORNERA PORTAFUIBLE, COD: 1492-N37
6	5	ALLEN BRADLEY, BORNERA DE PASO, COD: 1492-J3
7	1	ALLEN BRADLEY, TAPA FINAL DE BORNERA DE PASO, COD: 1492-EBJ3
8	6	PHOENIX CONTACT, BORNERA DE DOS PISO CON SELECCIONADOR UKK 5-MTK-P/P, COD: 2800004
9	6	ALLEN BRADLEY, BORNERA PORTAFUSIBLE DE DOS PISOS, COD: 1492-JD3FB
10	1	ALLEN BRADLEY, TAPA FINAL BORNERA PORTAFUSIBLE DE DOS PISOS, COD: 1492-EBJD3FB
11	4	FIKE, MODULO DE CONTROL SUPERVISADO, COD: 55-042
12	6	FIKE, MODULO MINIMONITOR, COD: 55-045
13	1	PLANCHA DE ACRILICO TRANSPARENTE
14	1	RITTAL ARMARIO COMPACTO IP66, COD: AE1060.500

Fuente: Elaboración propia

El controlador y el convertidor del voltaje estarán instalados en un tablero de distribución existente en la empresa COSTAGAS SAC. Los módulos mini monitor restantes se encontraran dentro de la canalización.

- Diagrama de conexionado del tablero.

La Tabla 25, Tag de componentes del tablero de control (Elaboración propia) muestra el tag asignado al componente y su descripción.

La Tabla 25.  
Tag de componentes del tablero de control

TAG	DESCRIPCIÓN
Q1	SCHNEIDER, INTERRUPTOR AUTOMÁTICO IC60N 2P 10A. COD: A9F79210.
X1	ALLEN BRADLEY, BORNERA PORTAFUSIBLE, COD: 1492-H6.
X2	ALLEN BRADLEY, BORNERA DE PASO, COD: 1492-J3.
X3	PHOENIX CONTACT, BORNERA DE DOS PISOS CON SECCIONADOR, COD: 2800004.
X4	ALLEN BRADLEY, BORNERA PORTAFUSIBLE DE 2 PISOS, COD: 1492-JD3FB.
E1/E2/E3/E4	FIKE, MODULO DE CONTROL SUPERVISADO. COD: 55-042.
E5/E6/E7/E8/E9/E10	FIKE, MODULO MINI MONITOR. COD: 55-045.

Fuente: Elaboración Propia

La Figura 37, Diagrama de conexionado parte 1(Elaboración propia), muestra la conexión desde el punto de alimentación hacia sus borneras, y el diagrama de aterramiento.

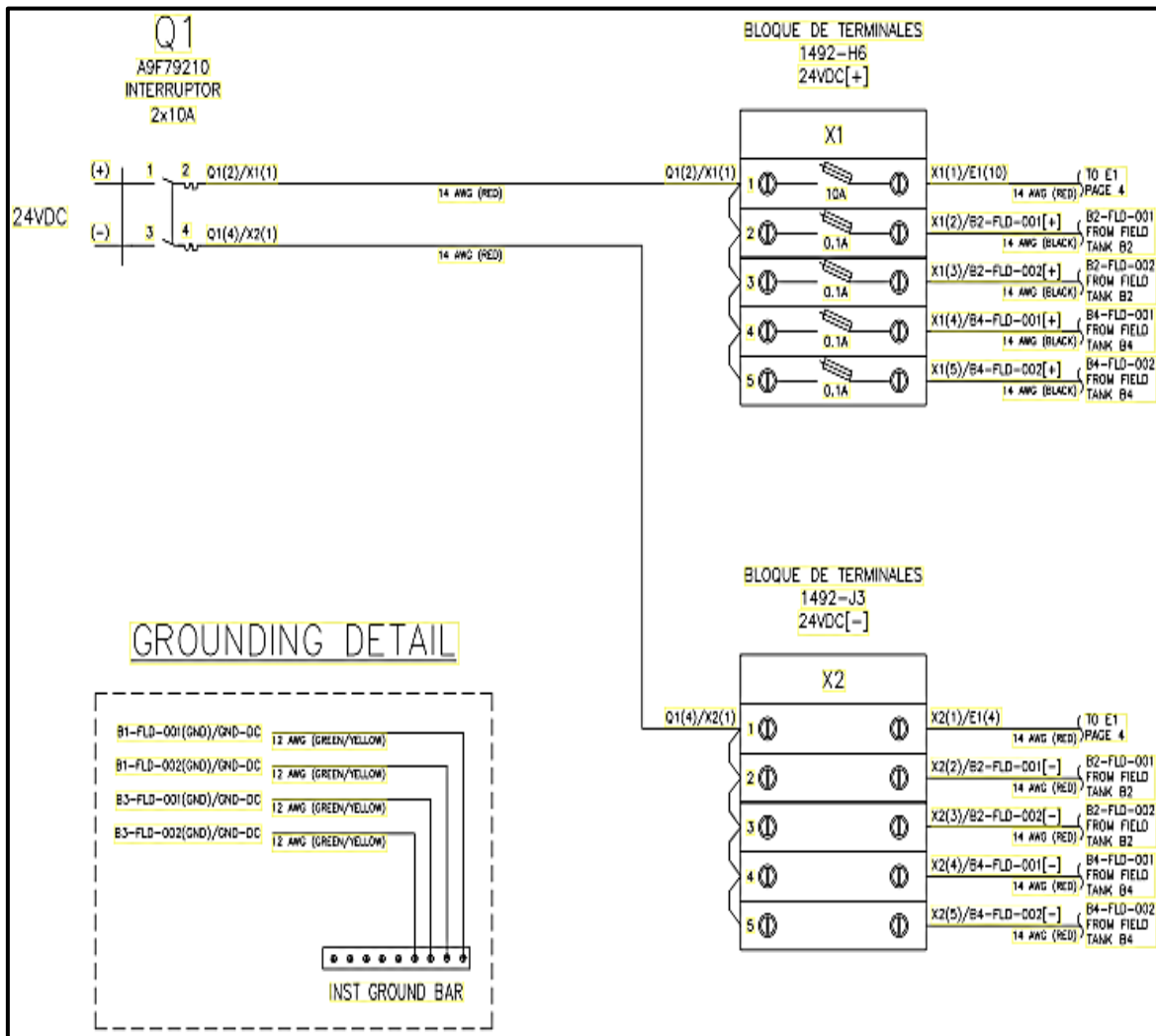


Figura 37. Diagrama de conexionado parte 1  
Fuente: Elaboración propia



La Figura 38, Diagrama de conexionado parte 2(Elaboración propia), muestra la conexión de los módulos y que significa cada punto del componente.

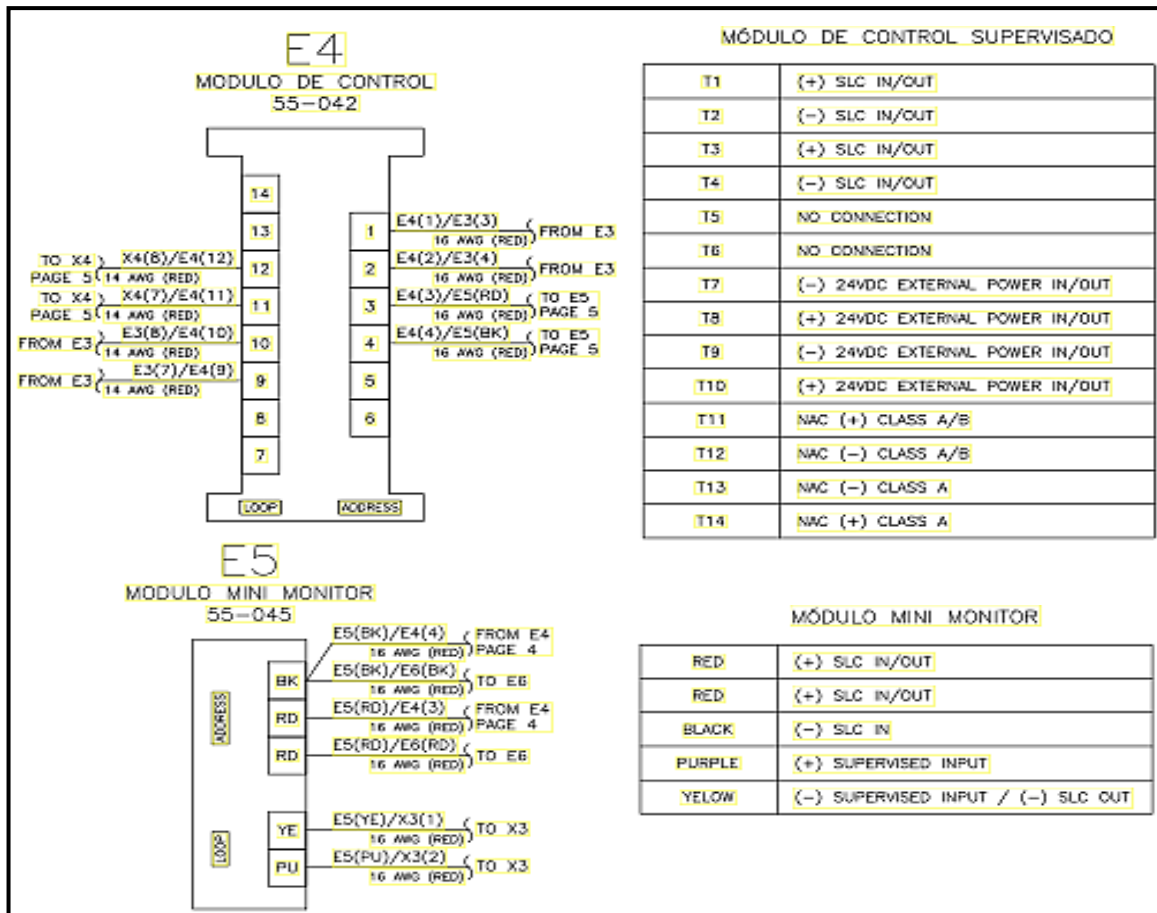


Figura 38. Diagrama de conexionado parte 2  
Fuente: Elaboración propia

#### d) Canalización para cables.

Se seleccionara la marca y modelo para la canalización y componente como: tuberías conduit, cajas de paso redondas, uniones universales, sellos cortafuego, tubería flexible y canal unistrut, por donde se realizara el tendido de cables FPLR del diseño e implementación de sistemas contra incendios y fugas de GLP en áreas clasificadas para planta envasadora. Se seleccionaran diferentes marcas para cada componente, de acuerdo a los certificados que presenten, ver anexo 12.

- tuberías conduit.

La empresa COINSA es el proveedor para la implementación del sistema contra incendios y fugas de GLP, muestra un catálogo de tuberías muy

variado con respecto a diámetro y espesor del conduit de la marca BM ELECTRIC la cual tiene los certificados UL y ANSI, como se observa en la Figura 39, tubería conduit BM-ELECTRIC (Catalogo de tubería RGS, COINSA).



Figura 39. Tubería conduit BM-ELECTRIC  
Fuente: Catalogo de tubería RGS, COINSA

- Cajas de paso.

La ruta de la canalización es muy dinámica por lo que habrá puntos donde la canalización realizara cambios de orientación en 90 grados y para la apertura estas cajas de paso se necesitan diferentes modelos, como se muestra en la Figura 40, Modelos de cajas de paso (Cajas redondas para áreas peligrosas, SOLDEXEL).



Figura 40. Modelos de cajas de paso  
Fuente: Cajas redondas para áreas peligrosas, SOLDEXEL

La marca SOLDEXEL es parte del diseño e implementación del sistema contra incendios y fugas de GLP en áreas clasificadas para planta envasadora muestra todos estos modelos y cuenta con las siguientes certificaciones, como se observa en la Figura 41, certificados y normas de cumplimiento de SOLDEXEL (Cajas redondas para áreas peligrosas, SOLDEXEL).

Certificaciones y Normas de Cumplimiento	
Norma UL 50:	Cabinets and boxes.
UL 886:	Oulet boxes and Fittings for use in Hazardous (classified) Locations.
UL 1203:	Explosion-Proof and dust-ignition-proof Electrical Equipment for use in Hazardous (Classified) Locations.
NEC:	National Electric Code Art. 500 - 503
NTC 3229:	Norma Técnica Colombiana Cajas de salida y accesorios que se utilizan en sitios clasificados como de alto riesgo.
RETIE:	Accesorios para uso en instalaciones especiales (areas clasificadas peligrosas).
<b>Nema 7, Nema 9, Nema 3 y Nema 4</b>	

Figura 41. Certificados y normas de cumplimiento de SOLDEXEL  
Fuente: Cajas redondas para áreas peligrosas, SOLDEXEL

- Unión universal.

Este componente permite separar la tubería conduit del sello cortafuego y una marca prestigiosa presente en el mercado peruano es EATON con su serie CROUSE-HINDS, y sus certificados lo observamos en la Figura 42, certificados y normas de cumplimiento de unión UNY CROUSE-HINDS (UNIONS and ELBOWS, CROUSE-HINDS by EATON).


<ul style="list-style-type: none"> <li>• NEC/CEC:           <ul style="list-style-type: none"> <li>Class I, Division 1 &amp; 2, Groups A, B, C, D</li> <li>Class II, Division 1, Groups E, F, G</li> <li>Class II, Division 2, Groups F, G</li> <li>Class III</li> <li>EL ½", ¾", 1"</li> <li>UNF/UNY 105, -215, -205, -305</li> <li>UNL 105, -125, -215, -205</li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Class I, Division 1 &amp; 2, Groups B, C, D</li> <li>Class II, Division 1, Groups E, F, G</li> <li>Class II, Division 2, Groups F, G</li> <li>Class III</li> <li>UNF/UNY406, -506, -606, -706, -806, -905, -1005</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Class I, Division 1 &amp; 2, Groups C, D</li> <li>Class II, Division 1, Groups E, F, G</li> <li>Class II, Division 2, Groups F, G</li> <li>Class III</li> <li>EL, UNF, UNL, UNY - all sizes</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Class I, Division 1 &amp; 2, Group D</li> <li>Class II, Division 1, Groups E, F, G</li> <li>Class II, Division 2, Groups F, G</li> <li>Class III</li> <li>UNA</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• UL Standard: 1203</li> </ul>	

Figura 42. Certificados y normas de cumplimiento de unión UNY CROUSE-HINDS  
Fuente: UNIONS and ELBOWS, CROUSE-HINDS by EATON

- Sello cortafuego.

Para este componente encontramos a EATON con su serie CROUSE-HINDS, y sus certificados lo observamos en la Figura 43, certificados y normas de cumplimiento de sello cortafuego EYS CROUSE-HINDS (Conduit Sealing Fittings, CROUSE-HINDS by EATON).

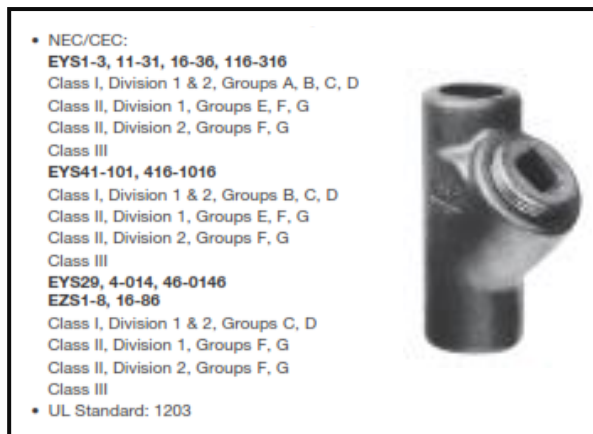


Figura 43. Certificados y normas de cumplimiento de sello cortafuego EYS CROUSE-HINDS

Fuente: Conduit Sealing Fittings, CROUSE-HINDS by EATON

- Tubería flexible.

Para este componente encontramos a EATON con su serie CROUSE-HINDS, y sus certificados lo observamos en la Figura 44, certificados y normas de cumplimiento de tubería flexible ECGJH CROUSE-HINDS (ECGJH and ECLK Series Couplings, CROUSE-HINDS by EATON).

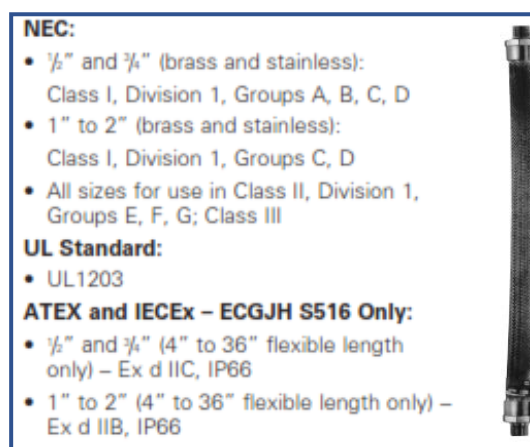


Figura 44. Certificados y normas de cumplimiento de tubería flexible ECGJH CROUSE-HINDS

Fuente: ECGJH and ECLK Series Couplings, CROUSE-HINDS by EATON

- Canal strut.

Se utiliza la marca B-Line de EATON, que muestra una amplia garantía y certificado UL. La Figura 45 muestra el modelo B-22 que será necesario en la implementación del sistema contra incendios y fugas de GLP (Ficha técnica B-22, B-Line by EATON)

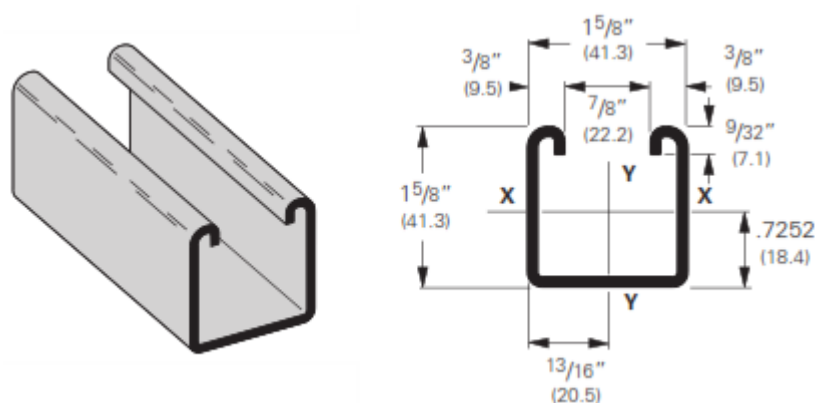


Figura 45. Canal unistrut B-22  
Fuente: Ficha técnica B-22, B-Line by EATON

### 3.1.4. Subsistema de instrumentación.

#### a) Detector de flama.

- Selección del detector de flama.

Luego de descartar los equipos que no cumplen con los certificados y los que no son compatibles con el subsistema de control se obtiene que la marca ESP SAFETY INC, el modelo IPES-IR3, ver anexo 13, y el modelo IPS-IR/UV ambos cuentan con los mismos certificados, como se muestra la Figura 46, certificados del detector de flama (ESP SAFETY INC CERTIFICATIONS).

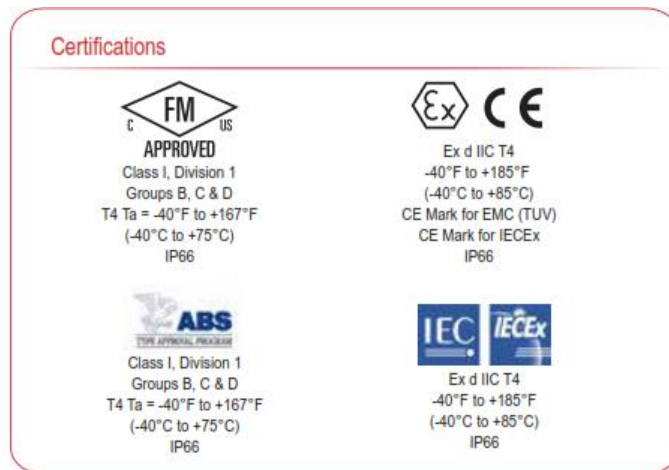


Figura 46. Certificados del detector de flama  
 Fuente: ESP SAFETY INC CERTIFICATIONS

La diferencia de estos equipos se observa en el tiempo de respuesta, como se observa en la Tabla 26, tiempo de respuesta de IPES-IR3 (ESP SAFETY INC IPES-IR3).

Tabla 26.  
 Tiempo de respuesta de IPES-IR3

Fuel	Size	Distance Feet (M)	Typical Response Time (Sec.)
n-Heptane	1 ft x 1 ft	210 (64.0)	6.0
Methanol	1 ft x 1 ft	150 (45.7)	7.0
JP5	2 ft x 2 ft	210 (64.0)	4.5

Fuente: ESP SAFETY INC IPES-IR3

Mientras que la Tabla 27, tiempo de respuesta de IPS-IR/UV (ESP SAFETY INC IPS-IR/UV), muestra tiempos más rápidos y que son de vital importancia para detener una emergencia.

Tabla 27.  
Tiempo de respuesta de IPS-IR/UV

Fuel	Horizontal (Left)	Horizontal (Right)	Vertical (Up)	Vertical (Down)	Min, Distance	Avg. Time
n-Heptane	45°	45°	45°	45°	56.1 ft. (17.1 m.)	4.61 sec.
Denatured ethyl alcohol 85.4%	45°	45°	45°	45°	41 ft. (12.5 m.)	4.55 sec.
JP4	45°	45°	45°	45°	82 ft. (25 m.)	Instantaneously

Fuente: ESP SAFETY INC IPS-IR/UV

- Típico de montaje para detector de flama.

El balón de gas más grande mide 1.50 metros aproximadamente, por lo que nuestro sensor debe de monitorear más arriba de esa altura, además el sensor detecta el fuego una distancia de 17 metros y hasta en un ángulo de 45 grados, por lo que es suficiente para monitorear las áreas clasificadas donde se encuentra, por lo tanto la Figura 47, típico de montaje de detector de flama (Elaboración propia), muestra la manera más apropiada de instalar este equipo.

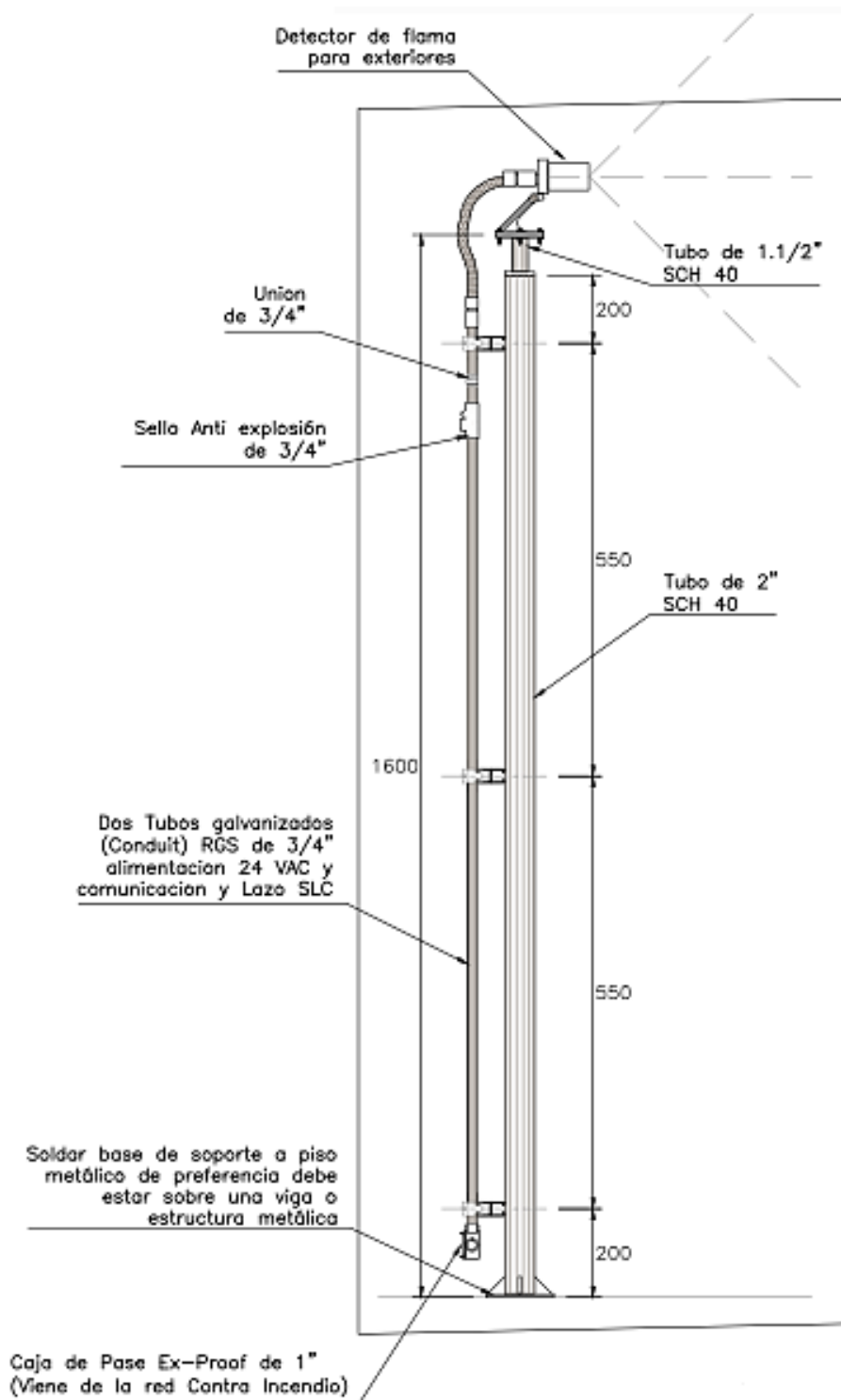


Figura 47. Típico de montaje de detector de flama  
Fuente: Elaboración propia

#### b) Detectores de gas.

- Selección de detector de gas.

La marca ESP SAFETY INC, el modelo TGAES y el modelo SGOES, muestra la opción de operar como contacto y tienen los mismos certificados,



los que se observa en la Figura 48, certificaciones del detector de gas (ESP SAFETY INC SGOES).

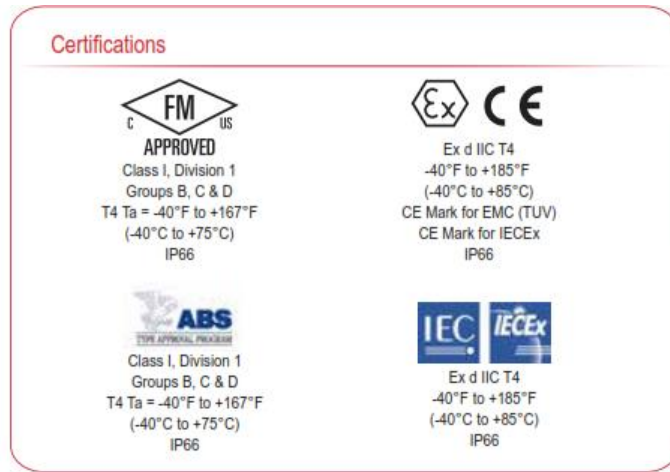


Figura 48. Certificados del detector de gas  
Fuente: ESP SAFETY INC CERTIFICATIONS

El GLP tiene una densidad mayor que el aire, por lo tanto se va a concentra a nivel del suelo el modelo TGAES, detecta gas a una densidad menor que el aire, y debe de funcionar de manera sincronizado con equipo para detectar la concentración de la atmosfera explosiva, mientras que el modelo SGOES detecta a nivel de suelo, ver anexo 13, por lo tanto este será el equipo a utilizar en el diseño e implementación de sistemas contra incendios y fugas de GLP en áreas clasificadas para planta envasadora.

- Típico de montaje de detectores de gas.

El modelo SGOES se instala en suelo del área clasificada, este equipo cuenta con una base para apoyarse sobre la superficie plana, como se observa en la Figura 49, típico de montaje de detector de gas (ESP SAFETY INC SGOES), se pueden utilizar pernos para la fijación de este equipo.

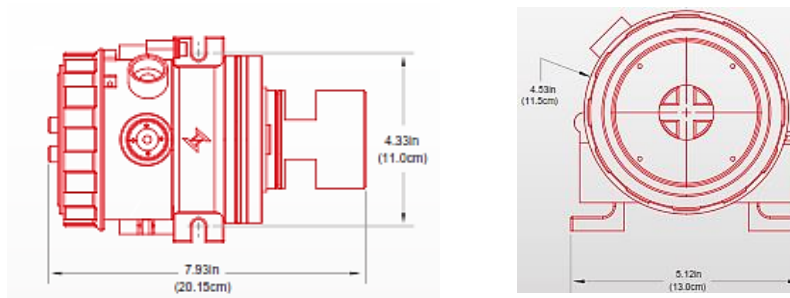


Figura 49. Típico de montaje de detector de gas  
Fuente: ESP SAFETY INC SGOES

### c) Interruptor manuales.

- Selección de interruptor manuales.

Este equipo no puede ser un botón, porque se puede activar de manera casual por cualquier personal, pero tampoco debe de tener seguros para poder realizar una rápida operación en caso se requiera activar este equipo, la marca BARTEC con el modelo BCP135, muestra un equipo que cumple con las expectativas, como se muestra en la Figura 50, interruptor manual BARTEC (MANUAL CALL POINT BARTEC BCP135).



Figura 50. Interruptor manual BARTEC  
Fuente: MANUAL CALL POINT BARTEC BCP135

La marca FIKE con el modelo 201843, muestra un interruptor similar pero con la diferencia que este equipo tiene el certificado UL como se muestra en la Figura 51, certificados de interruptor marca FIKE (metal conventional manual pull stations, FIKE), ver anexo 14, este certificado no tiene la marca BARTEC, por lo tanto la marca FIKE será la correcta para el diseño e implementación de sistemas contra incendios y fugas de GLP en áreas clasificadas para planta envasadora.



Figura 51. Certificados de interruptor marca FIKE  
Fuente: metal conventional manual pull stations, FIKE

- Típico de montaje de interruptor manuales.

El interruptor se debe de implementar al alcance de todo el personal para ser activado, la figura 52 muestra el típico de montaje del interruptor manual (elaboración propia), tomando en referencia la altura promedio en Perú el cual 1.65 metros

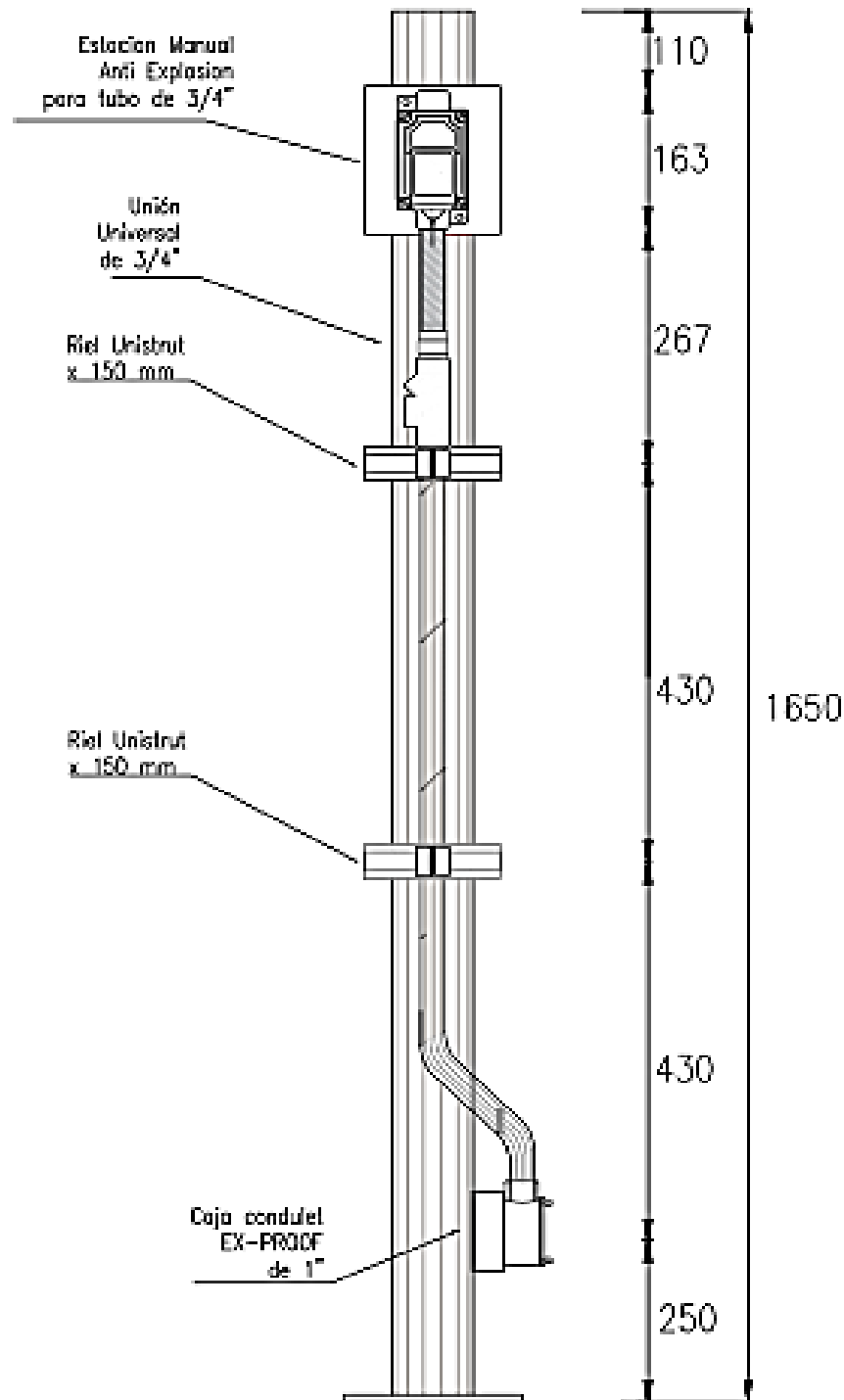


Figura 52. Típico de montaje de interruptor manual  
Fuente: Elaboración propia

#### d) Alarma visible y sonora

- Selección de alarma visible.

Se encontraron dos equipos que cumplen con la norma NFPA 72, además tienen un grado de protección IP 66, la marca BARTEC con el modelo BB150(ver anexo 15) cuenta con las siguientes especificaciones, que se observan en la Figura 53, especificaciones de BB150 (Audible and Visual signalling equipment, BARTEC).



Figura 53. Especificaciones de BB150

Fuente: Audible and Visual signalling equipment, BARTEC

Mientras que la marca FEDERAL SIGNAL CORPORATION, con el modelo SSTX-MV, muestra la siguiente Tabla 28, especificaciones de 27XST-024-4 (Model 27XST-024-4 Explosion-Proof Strobe Light), en el cual se observa la manera en que opera el equipo, además la marca cuenta con certificación UL que es importante para su implementación en áreas clasificadas, por lo tanto este equipo será el indicado para el sistema e implementación de sistemas contra incendios y fugas de GLP en planta envasadora.

Tabla 28.  
Especificaciones de 27XST-024-4

Voltaje de funcionamiento	24 VCC
Parpadeos por minuto	75
Corriente máxima de funcionamiento	1.9 A
Frecuencia, Hz:	DC

Fuente: Model 27XST-024-4 Explosion-Proof Strobe Light

- Selección de alarma sonora.

Se encontraron dos equipos que cumplen con la norma NFPA 72, además tienen un grado de protección IP 66, la marca BARTEC con el modelo BH150 cuenta con las siguientes especificaciones, que se observan en la Figura 54, especificaciones de BH150 (Audible and Visual signalling equipment, BARTEC).

- ATEX and IECEx approved
- Industrial and explosive gas/dust environment
- IP 66
- GRP material
- Natural GRP enclosure finish (no painting)
- Stainless steel mounting bracket
- Electrical board replacable
- 12-48VDC or 100-240VAC, 50-60Hz
- 3 stages of alarm sound output
- 63 tones
- Every stage tone selected separately
- Sound recording or customization
- Built-in volume control

Figura 54. Especificaciones de BH150

Fuente: Audible and Visual signalling equipment, BARTEC

Mientras que la marca FEDERAL SIGNAL CORPORATION, con el modelo SSTX-MV, muestra la siguiente Figura 55, especificaciones de SSTX-MV (Explosion-Proof Electronic Siren Model SSTX-MV), en el cual se observa la certificación UL (ver anexo 16) del equipo y es importante para su implementación en áreas clasificadas, por lo tanto este equipo será el indicado para el sistema e implementación de sistemas contra incendios y fugas de GLP en planta envasadora.

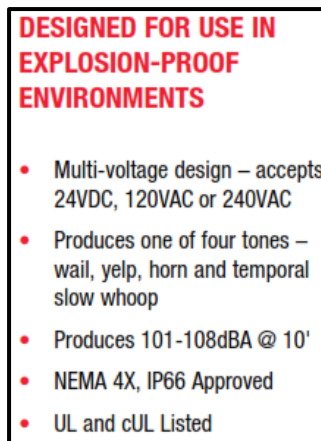


Figura 55. Especificaciones de SSTX-MV  
Fuente: Explosion-Proof Electronic Siren Model SSTX-MV

- Típico de montaje de alarma visible y sonora.  
Las alarmas funcionara de manera simultánea estarán juntas a una altura elevada y visible para detectar en donde es la emergencia, la Figura 56, típico de montaje de alarma visible y sonora (Elaboración propia), muestra todas las características que deben de tener la instalación de estos equipos.

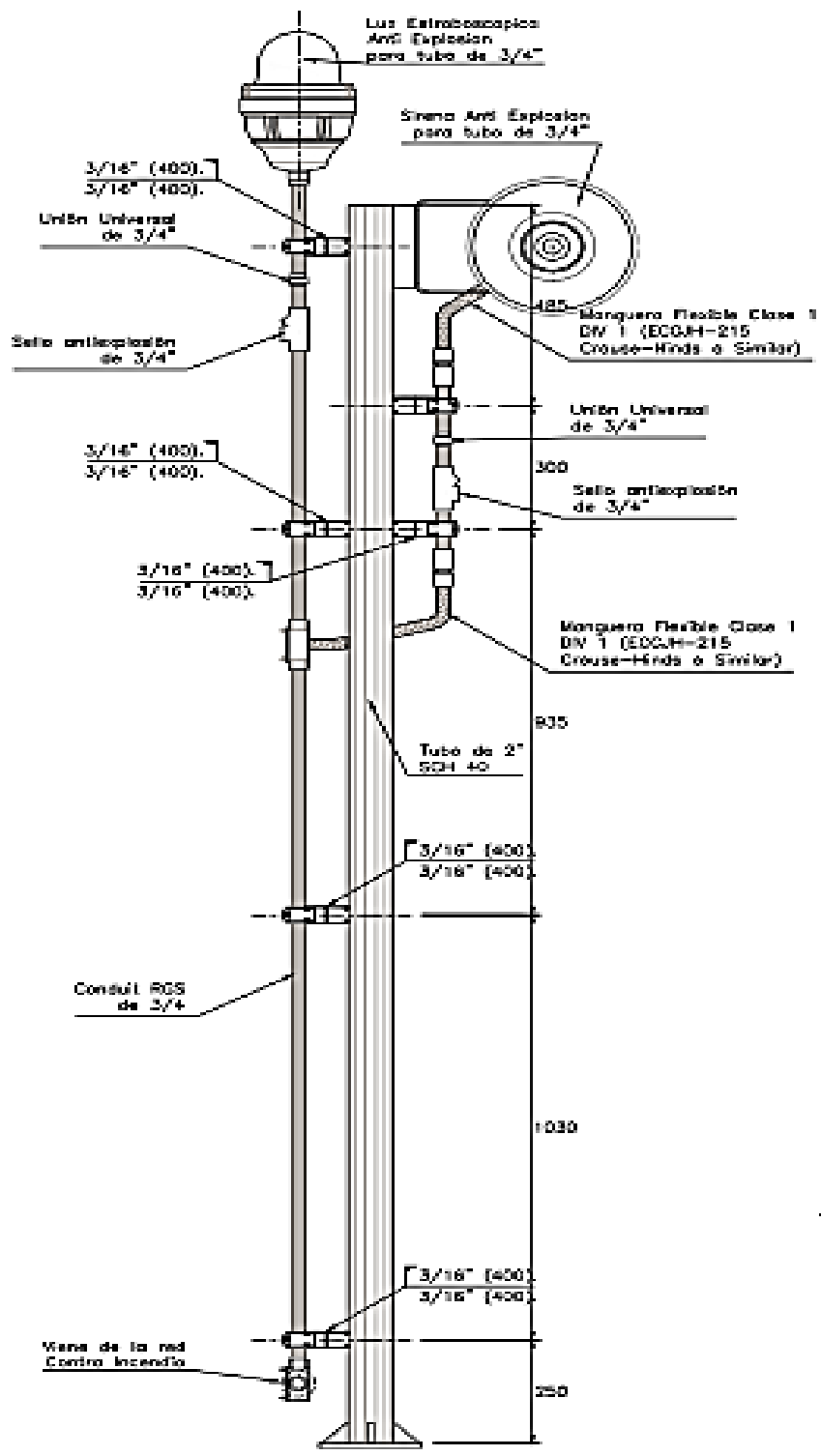


Figura 56. Típico de montaje de alarma visible y sonora  
 Fuente: Elaboración propia

### 3.1.5. Subsistema de control.

Existen diferentes marcas para realizar el control del sistema contra incendios y fugas de GLP en planta envasadora, pero con los elementos que se están implementando se necesita un controlador sencillo que registre un contacto seco. Es por eso que la empresa FIKE especialista en sistema contra incendios, será el proveedor de todo el subsistema de control, porque requiere lo que se necesita y cuenta con certificado UL como se observó en la Figura 48, certificados de interruptor marca FIKE (el certificado es para toda la marca), a comparación de otros equipos más robustos y de una programación más detallada, este controlador solo necesita parámetros de configuración y utilizara 3 componentes.

#### a) Controlador.

El controlador será el CHEETAH Xi, ver anexo 17, es compatible con los módulos a utilizar y es el último en su versión, además cuenta con una garantía de un año, y tiene su propia fuente de alimentación secundaria, este controlador registrara lo indicado en la Figura 24, Operación de monitoreo, en la Figura 25, operación de alarma y en la En la Figura 24, registro del controlador. La figura 57, tablero CHEETAH Xi (manual CHEETAH Xi).



Figura 57. Tablero CHEETAH Xi  
Fuente: manual CHEETAH Xi

#### b) Módulo de control supervisado.

El modelo 55-042, ver anexo 18, es el modulo indicado porque realizara todo el circuito de comunicación y alimentación de los dispositivos de alarma tal como se observó en Figura 24, Operación de monitoreo, y en Figura 25, operación de



alarma, además proporciona aislamiento completo de cortocircuito para instalaciones que requieren NFPA. La Figura 58, El módulo de control 55-042(Fike control module), muestra cómo será el componente, los cuales estarán dentro de un tablero.

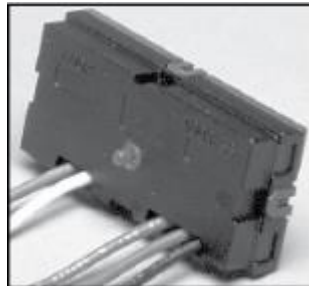


Figura 58. Módulo de control 55-042  
Fuente: Fike control module

### c) Módulo mini monitor.

El modelo 55-045, ver anexo 19, es el modulo indicado porque realizara todo el circuito de comunicación y alimentación de los dispositivos de entrada tal como se observó en Figura 24, Operación de monitoreo, y en Figura 25, operación de alarma, además de monitorear los contactos conectados, el módulo monitoreará la cableado al dispositivo para circuitos abiertos a través de una resistencia de final de línea. La Figura 59, El módulo de control 55-045 (Fike control module), muestra cómo será el componente, los cuales estarán dentro de un tablero y dentro de cajas redondas de la canalización(los componentes que quedaran para la reserva).



Figura 59. Módulo de control 55-045  
Fuente: Fike control module

### 3.2. Pruebas y resultados.

Todos los procedimientos mencionados están aprobados por un ingeniero colegiado, por lo que cada etapa de los procedimientos se valida en el Protocolo de verificación de procedimientos (Anexo 20), en el cual se realiza en un formato de check list, donde todos los resultados que se obtienen con los diferentes equipos quedan registrados. En el caso de las puestas a tierra, el protocolo de verificación exige que se tomen tres medidas desde diferentes distancias y así verificar que el pozo a tierra tenga una baja resistencia y logre absorber cualquier tipo de sobrecarga, para la verificación de las fuentes de voltaje se utilizara un multímetro certificado y calibrado el cual registrará los voltajes de entrada y salida, para verificar la correcta configuración del panel se registrara los cables que llegan a los instrumentos y se realizara un timbrado y megado de cables los cuales serán registrados dentro del mismo protocolo.

#### 3.2.1. Resultado de medición de puestas a tierra.

La medición de estos pozos a tierra se realiza con un teluometro certificado y calibrado, para tener la garantía de que las mediciones sean correctas. Se realiza un registro de pruebas y se sigue un procedimiento de medición. La Tabla 29, Datos del teluometro (elaboración propia), muestra los datos que se necesitan para garantizar la correcta información de los pozos a tierra.

Tabla 29.  
Datos del teluometro

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN				
MARCA	MODELO	SERIE	FECHA CALIBRACIÓN	Nro CERTIFICADO CALIBRACIÓN
KOBAN	KRT 1520	1101563	18/02/2019	LEI-00340-2019

Fuente: Elaboración propia

La Figura 60, Método de medición de puestas a tierra (elaboración propia), muestra la distancia que debe de estar los electrodos del teluometro y realizar una buena medición. De esta figura se observa que la letra “E” se refiere al pozo a tierra, la letra “P” es el electrodo de potencia, y la “C” de corriente.

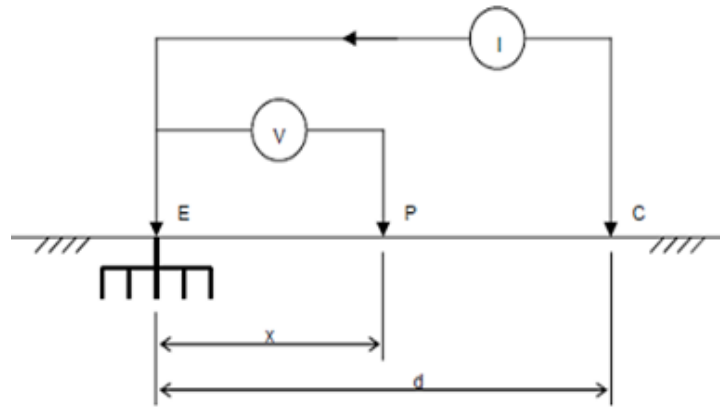


Figura 60. Método de medición de puestas a tierra  
Fuente: Elaboración propia

La Tabla 30 muestra la medición de puestas a tierra (elaboración propia), muestra los datos de la medición del pozo a tierra de instrumentación y las distancias en las que se establecieron los electrodos.

Tabla 30.  
Medición de puestas a tierra

AREA	DISTANCIA DE ELECTRODO		RESIST. EN OHM ( $\Omega$ )
	POTENCIA (mts.)	CORRIENTE (mts.)	
Pozo a tierra de instrumentación	5	10	0.73
	6	11	0.75
	7	12	0.81

Fuente: Elaboración propia

La tabla 31, registro de puesta a tierra PPN (registro PL08-500-TP-E-1001), muestra las medidas de un solo pozo a tierra (anexo 21), hecho en la empresa PLUSPETROL bajo el mismo procedimiento.

Tabla 31.  
Registro puesta a tierra PPN

AREA	DISTANCIA DE ELECTRODO		RESIST. EN OHM ( $\Omega$ )
	POTENCIA (mts.)	CORRIENTE (mts.)	
Pozo a tierra de electricidad	5	10	6.44
	6	12	6.52
	7	14	6.84

Fuente: Registro PL08-500-TP-E-1001

Se observa que el pozo mide más de 6 ohmios, pero si se logra conectar en paralelo 3 pozos y mejorar el terreno con Thor gel y más cemento conductivo, se puede lograr un ohmiaje menor a 1.

La Figura 61, Certificado de calibración del teluometro (elaboración propia) muestra que el equipo de medición que se utiliza cumple con los estándares de calidad para realizar el procedimiento de medición.



Figura 61. Certificado de calibración del teluometro  
Fuente: Elaboración propia

La Figura 62, Medición de la puesta a tierra (elaboración propia), muestra que estamos utilizando el teluometro de manera correcta, y que las medidas que hemos obtenidas son correctas.

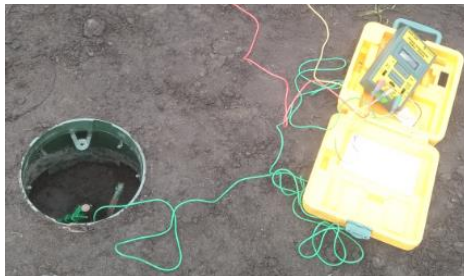


Figura 62. Medición de la puesta a tierra  
Fuente: Elaboración propia

La Figura 63, Datos de medición de la puesta a tierra (Elaboración propia), muestra el resultado obtenido en el pozo a tierra eléctrico y en el de instrumentación, estos datos se encuentran en la Tabla 30 de medición de puestas a tierra.



Figura 63. Datos de medición de la puesta a tierra  
Fuente: Elaboración propia

La prueba nos demuestra un mejora un resultado que el proyecto mencionado en el capítulo 2, en donde el autor Crisóstomo en el año 2014 logro medir 1.78 ohmios, a diferencia de su modelo, aquí se agregó tierra de abono, ya que las propiedades de su PH hicieron que la medida resulte favorable en conjunto con el cemento conductivo y el Thorgel, además se le agrego cemento conductivo en todo el cable de cobre para mejorar su resistividad.

### 3.2.2. Resultado de prueba de fuente de alimentación.

El tablero de alimentación ALTRONIX, tiene una garantía y un certificado del fabricante, por lo tanto probaremos que la fuente de voltaje de marca PHOENIX CONTACT, el modelo QUINT-PS- 1A/24DC/10//CO, si cumple con la función de emitir 24 volteos en DC. La Tabla 31, Datos del multímetro (elaboración propia), muestra los datos que se necesitan para garantizar la correcta información de los voltajes requeridos.

Tabla 32.  
Datos del multímetro

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN				
MARCA	MODELO	SERIE	FECHA CALIBRACIÓN	Nro CERTIFICADO CALIBRACIÓN
FLUKE	117	22181913	28/09/2018	2810133

Fuente: Elaboración propia

La Figura 64, medición de entrada de la fuente de voltaje (Elaboración propia), comprueba que está llegando corriente alterna a la entrada del componente.



Figura 64. Medición de entrada de la fuente de voltaje  
Fuente: Elaboración propia

La Figura 65, medición de salida de la fuente de voltaje (elaboración propia), muestra que el componente registra una salida de 24 voltios en DC, por lo tanto cumple con la función de alimentar de manera correcta a todo el sistema contra incendios y fugas de GLP en plantas envasadoras.



Figura 65. Medición de salida de la fuente de voltaje  
Fuente: elaboración propia

### 3.2.3. Resultado de la recolección de certificado de componentes del Sistema contra incendios y fugas de GLP

La recolección de los certificados de los diferentes componentes que se presentan en el diseño e implementación del sistema contra incendios y fugas de GLP en áreas clasificadas para planta envasadora, deben de presentar un certificado para asegurar que estos cumplen con lo dicho en su ficha técnica, el certificado UL demostrara que los componentes cumplen con las normas fiscalizadas por OSINERGMIN.

**a) Certificado de cable FPLR.**

La Figura 66, muestra el certificado de UL del cable FPLR marca HONEYWELL (HNIR.E175105, UL).

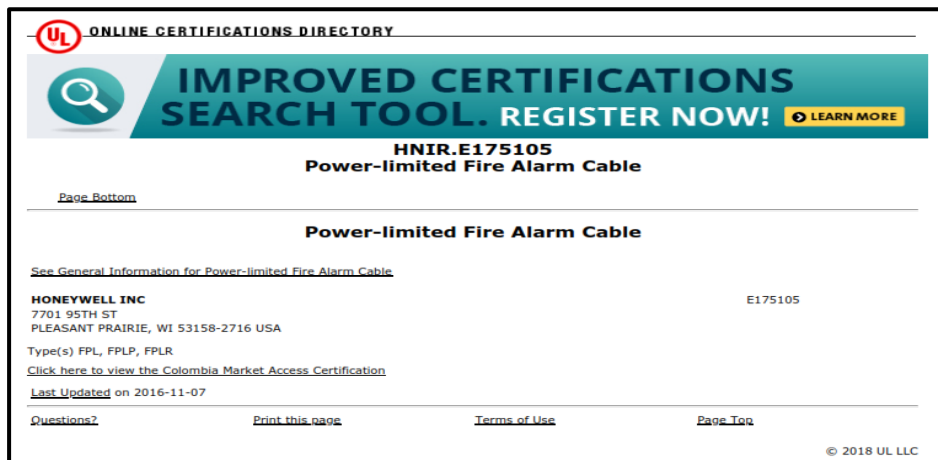


Figura 66. Certificado UL cable FPLR marca HONEYWELL  
Fuente: HNIR.E175105, UL

**b) Certificado de tablero eléctrico.**

El tablero RITTAL cuenta con su certificado UL como se observa en la Figura 67 (20140113-E76083, UL)

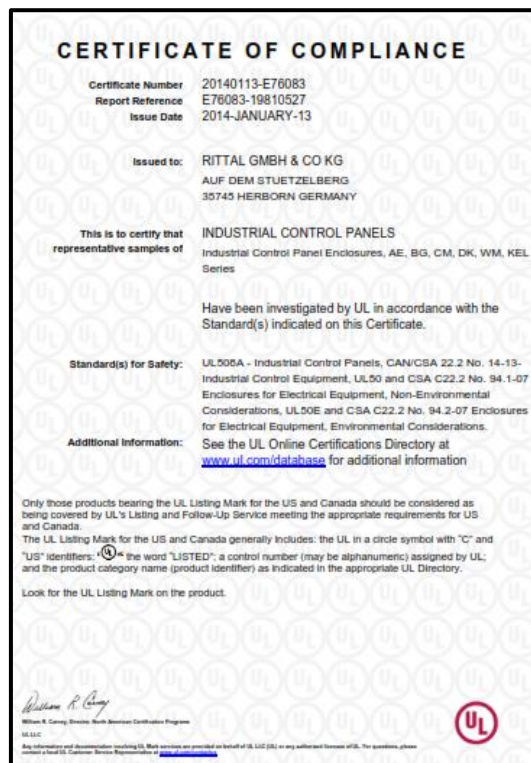


Figura 67. Certificado UL del tablero RITTAL  
Fuente: 20140113-E76083, UL



**c) Certificado de tubería conduit.**

La figura 68 muestra el certificado UL de la tubería conduit marca BM-ELECTRIC (DYIX.E492512, UL).



Figura 68. Certificado UL de la tubería conduit marca BM-ELECTRIC  
Fuente: DYIX.E492512, UL

**d) Certificado de unión universal, sello cortafuego y tubería flexible.**

Estos componentes son de la marca CROUSE-HINDS by EATON y presentan un certificado extenso donde se encuentran: modelo UNY para unión universal, modelo EYS para sello cortafuego y el modelo ECGJH para tubería flexible. La figura 69 muestra el certificado UL de CROUSE-HINDS by EATON (EBNV.E10279, UL).



Figura 69. Certificado UL de CROUSE-HINDS by EATON  
Fuente: EBNV.E10279, UL



### e) Certificado de canal strut.

El canal strut presenta un certificado UL como se observa en la Figura 70, Certificado UL canal strut B22 (DWMU.E180006, UL).

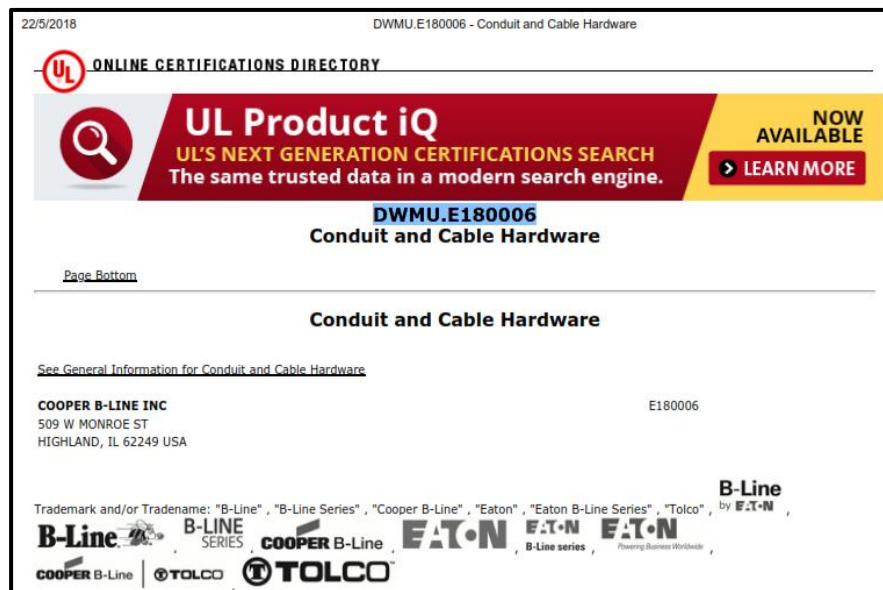


Figura 70. Certificado UL canal strut B22  
Fuente: DWMU.E180006, UL

### 3.2.4. Resultado de configuración del controlador.

El panel de control Cheetah Xi solo se configura, no necesita programación, estará relacionado con los módulos controladores y módulos mini monitor, en la Figura 71, configuración de la entrada del Cheetah Xi (elaboración propia), se observa que le damos al sensor 01 un lazo y una dirección, en este caso será el área de almacenamiento, su función es detectar flama.

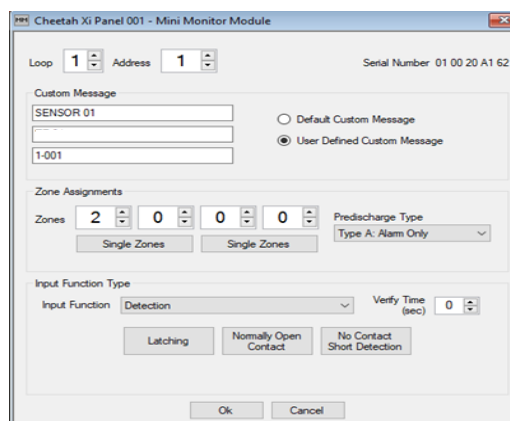


Figura 71. Configuración de la entrada del Cheetah Xi  
Fuente: elaboración propia

En la figura 72, Verificación del sensor de flama (elaboración propia), observamos que la configuración permite obtener lecturas del instrumento por lo tanto la

configuración es válida, pues todos los instrumentos tiene el mismo funcionamiento.



Figura 72. Verificación del sensor de flama  
Fuente: elaboración propia

En la Figura 73, configuración de la salida del Cheetah Xi (elaboración propia), se observa la dirección y el lazo de la sirena, por lo tanto la sirena está determinada por la actuación de los instrumentos de entrada.

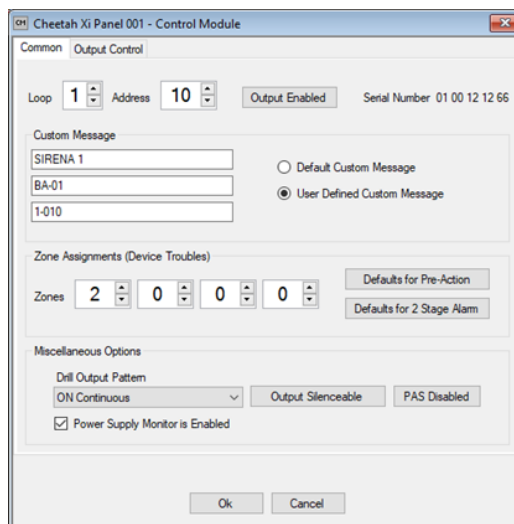


Figura 73: Configuración de la salida del Cheetah Xi  
Fuente: elaboración propia

En la Figura 74, Monitor de baterías (Elaboración propia), configuración el Cheetah Xi para que alerte el cambio de fuente para que las baterías se encuentren operativas y el sistema funcione las 24 horas.



Figura 74. Monitor de baterías  
Fuente: elaboración propia

### 3.3. Presupuesto de proyecto.

El precio del costo total del proyecto dependerá de la magnitud del proyecto, la ruta de canalización definirá un punto importante del costo del proyecto y el nivel de protección de los equipos, la Tabla 32, Presupuesto de componentes (elaboración propia), muestra el costo en dólares de estos componentes.

Tabla 33.  
Presupuesto de componentes

COMPONENTE	CAN TIDA D		PRECIO
Unión universal	20	unid	401.5
Sello cortafuego	20	unid	1084.16
Tubería Flexible	20	unid	4605.2
Detector de Flama	4	unid	12338.45
Detector de gas	4	unid	20567.98
Pulsador manual	4	unid	10546.76
Panel de control	1	unid	995.24
Minimodulo	10	unid	298.78
Modulo de control	10	unid	299.37
VARILLA DE COBRE	3	unid	171.08
CONECTOR TIPO AB	6	unid	21.44
CEMENTO CONDUCTIVO	9	unid	332.36
CABLE DE COBRE DESNUDO	100	mtr	1178.32
CABLE RFLP	300	mtr	143.45
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	1	unid	559.5
FUENTE ALTRONIX	1	unid	318.19
TABLERO DE CONTROL	1	unid	428.69
CONDUIT RGS	300	mtr	1726.72
CAJAS DE PASO	10	unid	390.33

Fuente: elaboración propia

## CONCLUSIONES

- Concluyó que el diseño e implementación del sistema contra incendios y fugas de GLP para áreas clasificadas en planta envasadora cumple con las condiciones que fiscaliza OSINERGMIN, además realiza un monitoreo las 24 horas del día cumpliendo la Norma NFPA 72.
- El diseño e implementación de un subsistema de puestas a tierra, para proteger el sistema contra incendios y fugas de GLP para áreas clasificadas en Planta envasadora, se comprueba, en la medición de puestas a tierra con resultado menor a 1 ohmio, registrado en la tabla 30 y 31, cumpliendo con la característica de seguridad intrínseca según IEC 60079 atmósferas explosivas.
- La figura 64 y 65 demuestran que la implementación de un convertidor de voltaje y una fuente secundaria para la alimentación del sistema contra incendios y fugas de GLP en áreas clasificadas para una planta envasadora, da como resultado 24v DC realizando el by pass, en caso de caída de tensión, cumpliendo con la norma NFPA 72
- Las figuras 66 hasta la figura 70 confirman la selección de componentes con certificación UL para sistema contra incendios y fugas de GLP para áreas clasificadas en Planta envasadora, mediante la recolección de Certificado de pruebas emitido por Underwriters Laboratorios, las cuales son requeridas en áreas clasificadas y a su vez son auditadas por OSINERGMIN.
- La figura 73 y 74 demuestran la configuración del panel Cheetah Xi, realizando la verificación del detector de flama y comprobando que los parámetros asignados son correctos para el funcionamiento del sistema contra incendios y fugas de GLP para áreas clasificadas en la Planta envasadora.

## RECOMENDACIONES

- Es recomendable utilizar otros puntos de puestas a tierra más cerca a los lugares donde están los componentes electrónicos ,pues al momento de llevar un cable de un punto a otro perjudica áreas de transito realizando trabajos civiles y aumentado costos y mano de obra
- Se recomienda que si la planta envasadora quiere instalar otros equipos electrónicos o electromecánicos, que estos tengan un grado de protección IP 75 como mínimo y certificado UL para que estos componentes tengan un nivel de protección igual que diseño e implementación del sistema contra incendios y fugas de GLP para áreas clasificadas en planta envasadora.
- Es recomendable adicionar un tablero de control con PLC, el cual registre toda la actividad del Cheetah Xi y poder observar mediante un SCADA toda la actividad del diseño e implementación del sistema contra incendios y fugas de GLP para áreas clasificadas en planta envasadora y así visualizar desde una sala de control local o remota.
- Se recomienda darle un mantenimiento anual a todo diseño e implementación del sistema contra incendios y fugas de GLP para áreas clasificadas en planta envasadora para verificar el buen funcionamiento de los equipos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arcos, E. (2015). *Diseño y construcción de un tablero de control automático para la corrección del factor de potencia, empleando un módulo DCRA*. Proyecto previo a la obtención del título de tecnólogo en electromecánica de la escuela politécnica Nacional. Quito, Ecuador.
- Balcazar, R. (2011), *Reglamento de seguridad para instalaciones y transporte de GLP*. Área Técnica DREMT. Tumbes, Perú.
- Balcazar, R. (2011), *Reglamento de seguridad en grifos*. Área Técnica DREMT. Tumbes, Perú.
- Bautista (2012), *Mejora en la línea de envasado de balones de GLP para incrementar la productividad de la empresa Envasadora Cajamarca Gas S.A – Cajamarca*. Informe para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial. Cajamarca, Perú.
- Camara, J. (2015). *Normativa Electrónica*. Presentación para la universidad de Burgos. Burgos, España.
- Cardozo, C. (2011). *Diseño y construcción de un tablero de control aplicable a una estación de combustibles líquidos*. Tesis para optar por el título de ingeniero electrónico de la Universidad Pontificia Bolivariana. Santander, Colombia.
- Diaz, H. (2009). *Proyecto de instalación de una planta de gas licuado de petróleo en la ciudad de Tingo María*. Tesis de grado titulación por examen profesional para optar el título profesional de ingeniero petroquímico. Lima, Perú.
- Emerson, Rosemount (2017). *Detector de llama UV/IR 975UR*. Manual del usuario 00809-0100-4978.
- Encarnación, J. (2008). *Normatividad de Instalaciones Eléctricas en Atmósferas Explosivas para Estaciones de Servicio Mixta*. Informe de Suficiencia para optar el Título Profesional de Ingeniero Electricista en la Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
- Esono, P. (2015). *Sistema de Protección Contra Incendios De Un Parque De Almacenamiento De Líquidos Petrolíferos*. Trabajo Fin de Master del

departamento de Energía y combustible de la Universidad Politécnica. Madrid, España.

- Estrada, U. (2008). *Sistema de identificación de materiales peligrosos*. Memoria de experiencia profesional de la unidad profesional interdisciplinaria de ingeniería y ciencias sociales y administrativas. Iztacalco, México.
- FIKE (2015). *Sistema de Control Inteligente de Supresión*.
- Gallo, F. (2016). *Bombas contra incendio NFPA-20*. Presentación para Astros Maquinaria LTDA. Y ARANCI. Colombia.
- Garcia, L. (2010), *Sistemas Instrumentados De Seguridad (SIS)*. GN, La Revista del Gas Natural. Perú.
- Hokama (2004). *Decreto Supremo N° 27-94-EM*, Ministerio de Energía y Minas, Perú.
- IEC/ISO (2014). *Uso y referencia a normas ISO e IEC en la reglamentación técnica*. Uso y referencia a normas ISO e IEC en la reglamentación técnica. Madrid, España
- Lab-Volt (2004), *Fundamentos del control de procesos usando el programa LVPROSIM*, Manual de estudiante, Canadá.
- Méndez, F. (2012). *Protección contra incendio para tanques de almacenamiento atmosféricos*. Tesis que para obtener el título de ingeniero químico en la Universidad Nacional Autónoma De México. D.F. México.
- Nonaka, C. (2006). *Proyecto de un procedimiento de evaluación de un sistema contra incendio de una planta de abastecimiento de combustibles líquidos*. Informe de suficiencia para optar el título profesional de ingeniero petroquímico. Lima, Perú.
- Ortiz, M. (2010). *NFPA 72 código nacional de alarmas de incendio*. Presentación de sistema de protección contra incendios (SPCI).
- OSINERGMIN (2006). *La organización económica de la industria de hidrocarburos en el Perú: comercialización del GLP envasado*. Oficina de estudios económicos. Perú.
- OSINERGMIN (2011). *Charla de capacitación sobre seguridad en plantas envasadoras de GLP*, Perú.



- OSINERGMIN (2011). *Cambios normativos relacionados con la seguridad del GLP*, Perú.
- Osorio, J. (2014). *Mejora del sistema contra incendio del patio de tanques tasajeras Pdvsa, S.A.* Trabajo de grado presentado ante la ilustre universidad del zulia para optar al grado académico de especialista en ingeniería de seguridad, Maracaibo, Venezuela.
- Rojas, C. (2010). *Estudio de ampliación de la capacidad de almacenamiento de una planta envasadora de gas licuado de petróleo de 60 000 a 120 000 galones.* informe de suficiencia para optar el título profesional de ingeniero mecánico Universidad Nacional De Ingeniería facultad de ingeniería mecánica. Lima, Perú.
- Ureta, B. (1997). *Proyecto de instalación de una planta de envasado de gas licuado de petróleo (GLP) en Tarma.* Titulación por examen profesional para optar el título profesional de ingeniero petroquímico, Lima, Perú.
- Vásquez, A.; Vargas, E. (2000). *Diseño de una planta de almacenamiento de GLP para distribución metropolitana.* Proyecto de investigación gerencial aplicado Universidad San Ignacio de Loyola. Lima, Perú.
- Valladares, C. (2006). *Descarga de GLP en planta Callao método de cálculo de volumen y peso comparación con cálculo de buques- diferencia.* Tesis para optar el título profesional de ingeniero de petróleo. Universidad Nacional de Ingeniería del Perú Lima. Perú.
- Vílchez, A. (2011). *Establecimiento del plano para la clasificación de áreas peligrosas frente a Atmósferas Explosivas en una unidad de refinería.* Proyecto de fin de carrera Departamento de Ciencia e Ingeniería de Materiales e Ingeniería Química de la Universidad Carlos III de Madrid. Madrid, España.

## **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO 1: LISTADO DE CONDICIONES INSEGURAS DE ALTA CRITICIDAD EN PLANTAS ENVASADORAS DE GLP.

ANEXO 2: ACTA DE ENTREGA DEL PROYECTO PARA LA EMPRESA COSTAGAS S.A.C.

ANEXO 3: PROCEDIMIENTO PARA CONSTRUCCIÓN DE PUESTA A TIERRA.

ANEXO 4: REGISTRO DE CONSTRUCCIÓN DE PUESTA A TIERRA.

ANEXO 5: PROCEDIMIENTO PARA CONSTRUCCIÓN DE TABLEROS.

ANEXO 6: PROCEDIMIENTO PARA MONTAJE E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS CONDUIT.

ANEXO 7: PROCEDIMIENTO PARA EL TENDIDO DE CABLES.

ANEXO 8: PROCEDIMIENTO PARA EL CABLEADO, CONEXIONADO Y MONTAJE DE INSTRUMENTOS.

ANEXO 9: REGISTRO DE CONTROL DE CABLEADO ELÉCTRICO.

ANEXO 10: REGISTRO DE MONTAJE DE TUBERÍAS CONDUIT.

ANEXO 11: FUENTE ALTRONIX.

ANEXO 12: HOJA TECNICA DETECTOR DE FLAMA.

ANEXO 13: HOJA TECNICA DETECTOR DE GAS.

ANEXO 14: HOJA TECNICA INTERRUPTOR MANUAL.

ANEXO 15: HOJA TECNICA DE ALARMA VISIBLE.

ANEXO 16: HOJA TECNICA DE ALARMA SONORA.

ANEXO 17: HOJA TECNICA DE CHEETAH Xi.

ANEXO 18: HOJA TECNICA MODULO MINI MONITOR.

ANEXO 19: HOJA TECNICA MODULO DE CONTROL.

ANEXO 20: PROTOCOLO DE VALIDACIÓN DE PROCEDIMIENTO.

ANEXO 21: REGISTRO DE PUESTA A TIERRA PROYECTO PLUSPETROL LOTE 8

## ANEXO 1: LISTADO DE CONDICIONES INSEGURAS DE ALTA CRITICIDAD EN PLANTAS ENVASADORAS DE GLP

Nº	CONDICIÓN INSEGURA	BASE LEGAL
1	Realizada la inspección periódica a los tanques estacionarios de GLP de la Planta Envasadora, de acuerdo con lo establecido en el API 510, en su última edición vigente, se determina que alguno de los tanques en operación presenta deterioro que afecte su integridad y no garantice una operación segura del recipiente.	Artículos 21 y 22 del Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 027-94-EM. Primera Disposición Transitoria del Decreto Supremo N° 031-2014-EM.
2	Plantas Envasadoras de GLP operativas que no cumplan con cualquier de las siguientes especificaciones del Código Nacional de Electricidad:  a. Las balanzas eléctricas para envasado, comprobación de peso o tara del cilindro de GLP no tienen la clasificación de apto para Clase I, División 1.  b. Los motores eléctricos y equipos de termosellado utilizados en áreas clasificadas no tienen la clasificación de apto para Clase 1, División 1 ó 2, según sea el caso.	Artículo 30 del Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 027-94-EM. Artículo 31 del Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 027-94-EM. Artículo 57 del Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 027-94-EM.
3	Los dos interruptores de corte de energía eléctrica general de la Planta no se encuentran operativos.	Artículo 62 del Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 027-94-EM.
4	Instalar, en cualquier zona del interior de la Planta Envasadora de GLP, talleres para la reparación de unidades automotrices u otros talleres donde se pueda generar chispas o exista la necesidad de hacer fuego abierto.	Artículo 67 del Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 027-94-EM.
5	El volumen del almacenamiento de reserva de agua contra incendio de la planta no es suficiente para sostener el caudal de máximo riesgo por al menos una hora, según lo establecido en el estudio de riesgos.	Artículo 73 del Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 027-94-EM.
6	No contar con el sistema contra incendio operativo. Cualquiera de los siguientes supuestos:  a. No cuenta con bomba contra incendio lista o certificada según corresponda. b. La bomba contra incendio es lista o certificada pero no funciona. c. Las Tuberías del sistema contra incendio se encuentran obstruidas, impidiendo proveer de agua a los sistemas de aspersión y mangueras contra incendio d. El tanque estacionario aéreo o semi montado no cuenta con sistema de enfriamiento. e. Los aspersores del sistema de enfriamiento de los tanques estacionarios han sido removidos de su ubicación. f. En bombas contra incendio activadas por motor de combustión interna cuyo tanque de combustible se encuentre lleno por debajo de los 50% de su capacidad.	Artículo 73 del Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 027-94-EM.
7	El sistema de enfriamiento por aspersión, de los tanques estacionarios, no funciona debido a que el sistema de activación automática se encuentra inoperativo y fuera de servicio.	Artículo 73 del Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 027-94-EM en concordancia con la NFPA 20.

N°	CONDICIÓN INSEGURA	BASE LEGAL
8	<p>No contar con al menos 3 extintores portátiles de Polvo Químico Seco, con una capacidad de extinción certificada mínima de 120BC para Plantas Envasadoras con capacidad <math>\leq</math> 20 000 galones; o no contar al menos 6 extintores portátiles de Polvo Químico Seco, con una capacidad de extinción certificada mínima de 120BC para Plantas Envasadoras con capacidad <math>&gt;</math> 20 000 galones.</p> <p>En ambos casos, los extintores deberán estar certificados o listados y con vigencia del último mantenimiento.</p>	<p>Artículo 74 del Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 027-94-EM.</p>
9	<p>El tanque estacionario excede la cantidad máxima de GLP líquido con la que debe llenarse.</p>	<p>Artículo 142 del Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 027-94-EM.</p>
10	<p><b>Póliza por siniestros en instalaciones:</b> La empresa envasadora no cuenta con una póliza de seguro de responsabilidad civil extracontractual vigente que cubra los daños a terceros, en sus bienes y personas, por siniestros que puedan ocurrir en sus instalaciones, según corresponda, expedida por una compañía de seguros establecida legalmente en el país.</p>	<p>&gt;Artículos 31 y 32 del Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 01-94-EM.</p>
11	<p><b>Póliza por siniestros derivados de la falla de Válvulas Reguladoras o Cilindros:</b> La empresa envasadora no cuenta con una póliza de seguro de responsabilidad civil extracontractual vigente que cubra los daños a terceros, en sus bienes y personas, por siniestros derivados de la falla de Válvulas Reguladoras o Cilindros de su responsabilidad.</p>	<p>Artículos 31 y 32 del Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 01-94-EM.</p>

**ANEXO 2: ACTA DE ENTREGA DEL PROYECTO PARA LA EMPRESA  
COSTAGAS S.A.C.**

*"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"*

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y FUGAS  
DE GLP EN AREAS CLASIFICADAS PARA PLANTA ENVASADORA COSTAGAS  
S.A.C.**

**A** : Wilbert Rojas Zagaceta , Área de Operaciones COSTAGAS – MEGA GAS SAC  
**DE** : *Bachiller* DEYVI CARLOS LA ROSA ABARCA  
**ASUNTO** : Informe del Trabajo de Suficiencia Profesional  
**FECHA** : 08 de mayo 2019

---




Mediante el presente comunico que el Trabajo de Suficiencia Profesional, Titulado "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y FUGAS DE GLP EN AREAS CLASIFICADAS PARA PLANTA ENVASADORA COSTAGAS – MEGAGAS S.A.C." realizado por el Bachiller DEYVI CARLOS LA ROSA ABARCA, de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, le es formalmente entregado a la empresa COSTAGAS S.A.C.

Atentamente,




  
MEGAGAS S.A.C.  
OPERACIONES

MEGAGAS S.A.C.  
08 MAY 2019  
RECIF



**ANEXO 3: PROCEDIMIENTO PARA CONSTRUCCIÓN DE PUESTA A TIERRA.**

	Proyecto:  <p style="text-align: center;"><b>AUTOMATIZACIÓN</b></p>				
Proyecto N°: PNL8006	PROCEDIMIENTO PARA CONSTRUCCIÓN DE PUESTA A	PLO8-500-OP-E-1002			
Rev. 0	TIERRA	Pagina 1 de 18			
<p><b>PROCEDIMIENTO PARA CONSTRUCCIÓN DE PUESTA A TIERRA</b></p> <p><b>PIL PERÚ S.A.C.</b></p> <div style="text-align: right; margin-top: 100px;">                   LUIS ANGEL                  LANDAURO QUIRONES                  INGENIERO ELECTRONICO                  Reg. CIP N° 208147             </div>					
<b>LISTA DE REVISIONES</b>					
0	Aprobado	24/10/2018	D. La Rosa	L. Landauro	L. Landauro
A	Para aprobación	20/09/2018	D. La Rosa	L. Landauro	L. Landauro
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ

**ANEXO 4: REGISTRO DE CONSTRUCCIÓN DE PUESTA A TIERRA.**

	Proyecto:  <p style="text-align: center;"><b>AUTOMATIZACIÓN</b></p>				
Proyecto N°: PNL8006	PROCEDIMIENTO PARA CONSTRUCCIÓN DE PUESTA A	PLO8-500-OP-E-1002			
Rev. 0	TIERRA	Pagina 1 de 18			
<p><b>PROCEDIMIENTO PARA CONSTRUCCIÓN DE PUESTA A TIERRA</b></p> <p><b>PIL PERÚ S.A.C.</b></p> <div style="text-align: right; margin-top: 200px;">                   LUIS ANGEL                  LANDAURO QUIÑONES                  INGENIERO ELECTRONICO                  Reg. CIP N° 208147             </div>					
<b>LISTA DE REVISIONES</b>					
0	Aprobado	24/10/2018	D. La Rosa	L. Landauro	L. Landauro
A	Para aprobación	20/09/2018	D. La Rosa	L. Landauro	L. Landauro
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELABORO	REVISO	APROBO



**ANEXO 5: PROCEDIMIENTO PARA CONSTRUCCIÓN DE TABLEROS.**

	Proyecto:  <p style="text-align: center;"><b>AUTOMATIZACIÓN</b></p>				
Proyecto N°: PNL8006		PIL-SIG-00910-E-PRO-001			
Rev. 0	PROCEDIMIENTO PARA CONSTRUCCIÓN DE TABLEROS	Pagina 1 de 10			
<p><b>PROCEDIMIENTO PARA CONSTRUCCIÓN DE TABLEROS</b></p> <p><b>PIL PERÚ S.A.C.</b></p> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">                   LUIS ANGEL                  LANDAURO QUIÑONES                  INGENIERO ELECTRONICO                  Reg. CIP N° 208147             </div>					
<b>LISTA DE REVISIONES</b>					
0	Aprobado	20/10/2018	D. La Rosa	L. Landauro	L. Landauro
A	Para aprobación	17/09/2018	D. La Rosa	L. Landauro	L. Landauro
<b>REV.</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>FECHA</b>	<b>ELABORO</b>	<b>REVISO</b>	<b>APROBO</b>



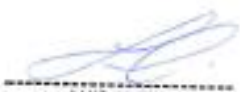


## ANEXO 7: PROCEDIMIENTO PARA EL TENDIDO DE CABLES.

 <b>PIL</b> <small>Pilack Group Company</small>	Proyecto:  <b>AUTOMATIZACIÓN</b>	 <b>PIL</b> <small>Pilack Group Company</small>
Proyecto N°: PNL8006		PL05-500-OP-E-1006
Rev. 0	PROCEDIMIENTO PARA EL TENDIDO DE CABLES	Página 1 de 11

### PROCEDIMIENTO PARA EL TENDIDO DE CABLES

PIL PERÚ S.A.C.

  
 -----  
**LUIS ANGEL  
 LANDAURO QUIRONES**  
 INGENIERO ELECTRONICO  
 Reg. CIP N° 208147




LISTA DE REVISIONES					
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELABORO	REVISO	APROBO
0	Aprobado	20/12/2018	D. La Rosa	L. Landauro	L. Landauro
C	Para Aprobación	18/12/2018	D. La Rosa	L. Landauro	L. Landauro
B	Para Aprobación	10/12/2018	D. La Rosa	L. Landauro	L. Landauro
A	Para Aprobación	13/11/2018	D. La Rosa	L. Landauro	L. Landauro



**ANEXO 9: REGISTRO DE CONTROL DE CABLEADO ELÉCTRICO.**

	Proyecto:  <b>AUTOMATIZACIÓN</b>				
Proyecto N°: PNL8006	REGISTRO CONTROL DE CABLEADO ELÉCTRICO	PL08-500-TP-E-1003			
Rev. 0		Página 1 de 2			
<p><b>REGISTRO CONTROL DE CABLEADO ELÉCTRICO</b></p> <p>PIL PERÚ S.A.C.</p>					
 <p>LUIS ANGEL LANDAURO QUIÑONES INGENIERO ELECTRONICO Reg. CIP N° 208147</p>					
LISTA DE REVISIONES					
0	Aprobado	20/11/2018	D. La Rosa	L. Landauro	L. Landauro
A	Para Aprobación	16/11/2018	D. La Rosa	L. Landauro	L. Landauro
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ

**ANEXO 10: REGISTRO DE MONTAJE DE TUBERÍAS CONDUIT.**

		Proyecto: <p style="text-align: center;"><b>AUTOMATIZACIÓN</b></p>			
Proyecto N°: PNL8006		REGISTRO MONTAJE DE TUBERIAS CONDUIT		PLO8-500-TP-E-1008	
Rev. 0				Pagina 1 de 2	
<p><b>REGISTRO MONTAJE DE TUBERIAS CONDUIT</b></p> <p><b>PIL PERÚ S.A.C.</b></p>					
 LUIS ANGEL LANDAUERO QUIÑONES INGENIERO ELECTRONICO Reg. CIP N° 208147					
<b>LISTA DE REVISIONES</b>					
0	Aprobado	11/12/2018	O. La Rosa	L. Landauero	L. Landauero
B	Para Aprobación	11/12/2018	O. La Rosa	L. Landauero	L. Landauero
A	Para Aprobación	13/11/2018	O. La Rosa	L. Landauero	L. Landauero
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ

## ANEXO 11: FUENTE ALTRONIX



Rev. AL600ULXD-06082017

### AL600ULXD Power Supply/Charger

#### Description

Altronix AL600ULXD power supply/charger converts a 115VAC 60Hz or 230VAC 50/60Hz input into a single 12VDC or 24VDC non power-limited output.



AL600ULXD

#### Specifications

##### Input

Voltage 115VAC, 60Hz, 3.5A or  
230VAC, 50/60Hz, 1.8A.

##### Output

Voltage 12VDC or 24VDC selectable.  
Current 6A continuous supply current.  
Other Short circuit and thermal overload protection.  
Filtered and regulated.

##### Back-up Battery *(not included)*

Type Sealed lead acid or gel type.  
Failover Upon AC loss, instantaneous.

##### Supervision

AC Failure Form "C" contacts.  
Low Battery Form "C" contacts.  
Battery Presence Form "C" contacts.

##### Indicators (LED)

Input Input voltage is present.  
DC Output Powered.

##### Agency Listings

UL UL294 (Access Control).  
UL1481 (Fire Protective Signaling Systems).  
CE European Conformity

##### Physical and Environmental

###### Dimensions (H x W x D)

15.5" x 12" x 4.5" (393.7mm x 304.8mm x 114.3mm)  
Enclosure accommodates up to two (2) 12VDC/12AH batteries.

Product Weight 12.6 lbs. (5.72 kg).

Shipping Weight 13.9 lbs. (6.3 kg).

###### Temperature

Operating 0°C to 49°C (32°F to 120°F).  
Storage -20°C to 70°C (-4°F to 158°F).

Relative Humidity 85% +/-5%.

###### BTU/Hr. (approx.):

12VDC: 37 BTU/Hr.  
24VDC: 74 BTU/Hr.

## ANEXO 12: HOJA TECNICA DETECTOR DE FLAMA

**SPECIFICATION SHEET**



**ESP SAFETY INC**

Technology of the Future  
Protection for Today




The state-of-the-art multi-spectral infrared technology of ESP Safety's Model IPES-IR3 Flame Detector affords the highest sensitivity in detecting flames from combustible vapors gases within a wide field of view. It is preferred where UV in other detectors may be a problem with false signal triggers.

IPES-IR3's advanced detection technology ensures rapid flame recognition and alarm signaling. In addition, IPES-IR3's selective, multi-spectral technology virtually eliminates false alarms. It ignores false triggers from sources such as direct or indirect sunlight, arc welder flash, resistive heaters, fluorescent, halogen, and incandescent light.

IPES-IR3 sends an alarm only when data from three different IR wavelengths agree that a flame or fire is present in the field of view. Upon confirmation of flame or fire, the IPES-IR3 transfers alarm signals to receiving control devices located in control and operations rooms and to fire alarms and burglar/fire alarm systems. While operating, the IPES-IR3 transmits detector-status information via:

- 4-20 mA analog output
- A standard RS-485 communication channel under protocol Modbus RTU
- Relay outputs

The IPES-IR3 Flame Detector is constructed with an explosion-proof housing for use in hazardous (classified) locations. It meets the certifications and requirements of Class I, Division 1, Group B, C & D, T4.

**SIL3 RATED**



**IPES IR3  
FLAME DETECTOR**

**Applications**

- Drilling and production platforms
- Shipping tankers, freighters, and other vessels
- Fuel loading facilities
- Refineries, bulk terminals, and tank farms
- LNG/LPG processing and storage facilities
- Compressor stations and pipeline facilities
- Petrochemical, paint, and fertilizer plants
- Power plants and gas turbine facilities
- Transportation facilities (airports and subways)
- Oil and gas fired boilers / furnaces
- Aircraft hangars

**Features and Benefits**

- Multi-spectral IR detection provides the highest level of flame and fire sensitivity.
- Multi-spectral IR detection provides optimal rejection of false alarms.
- Power-on self-test and frequent sensor self-test ensure system integrity and correct operation.
- Heated optics, secondary heater function helps to prevent condensation problems.
- Explosion-proof package allows for hazardous environment operation.
- Tri-color status LED on the device is easily viewable for a visual report of the device's operating status.
- Continuous monitoring of the optical path for obstruction or reduced transmission affords maximum reliability.
- Power consumption of <3W means low power costs, protection against surges.
- Digital, analog and relay outputs provide reliable status information across a range of communication formats.
- Industry standard for remote alarm and fault indication ensure reliability and consistency.
- Extended detection range provides a greater area of protection.
- 5-year warranty – long, reliable product life; low cost to operate over time.



**Certifications**



**FM APPROVED**  
Class I, Division 1  
Groups B, C & D  
T4 Ta = -40°F to +167°F  
(-40°C to +75°C)  
IP66



Ex d IIC T4  
-40°F to +167°F  
(-40°C to +75°C)  
CE Mark for EMC (TUV)  
CE Mark for IECEx  
IP66



**ABS**  
Class I, Division 1  
Groups B, C & D  
T4 Ta = -40°F to +167°F  
(-40°C to +75°C)  
IP66



Ex d IIC T4  
-40°F to +167°F  
(-40°C to +75°C)  
IP66

**Response Time**

Fuel	Size	Distance Feet (M)	Typical Response Time (Sec.)
n-Heptane	1 ft x 1 ft	210 (64.0)	6.0
Methanol	1 ft x 1 ft	150 (45.7)	7.0
JP5	2 ft x 2 ft	210 (64.0)	4.5

**Field of View**

Fuel	Horizontal (ft)	Horizontal (m)	Vertical (ft)	Vertical (m)	Min. Distance Feet (m)	Avg. Time
n-Heptane	50'	15'	50'	15'	38.1 (11.7)	3 sec.
Methanol	50'	15'	50'	15'	41.0 (12.5)	3 sec.
JP5	50'	15'	50'	15'	65.0 (20.0)	3 sec.

**Electrical Characteristics**

**Operating Voltage** 18 to 32 VDC

**Power consumption**  
 <2 W, standby  
 <3 W, during alarm  
 <7.5 W, with heater on maximum

**Analog Outputs** 4-20mA  
 Analog signal/Current  
 Fault signal 2 mA ± 0.1 mA  
 Ready signal 4 mA ± 0.1 mA  
 Fire signal 18 mA ± 0.1 mA  
 Test Mode 8 mA ± 0.1 mA

**Digital Outputs** RS 485, Modbus RTU, Profibus

**Relay Contact** Fire Alarm:  
 - normally open relay  
 - closed on fire detection  
 - latching or non-latching  
 Fault:  
 - normally closed relay  
 - open on fault detection

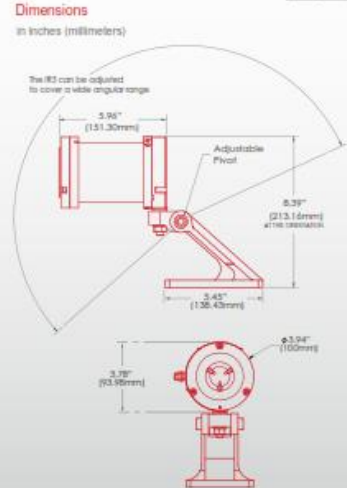
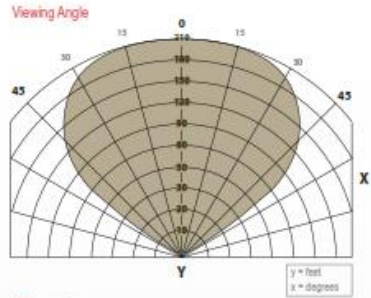
**Operating Temperature** -40°F to +105°F (-40°C to +45°C)  
**Extended Operating Temperature (By Request)** -75°F to +250°F (-60°C to +125°C)  
**Storage Temperature** -76°F to +185°F (-60°C to +85°C)

**Humidity** Up to 90 % Relative humidity, non-condensing (withstands up to 100% RH for short periods)

**Wiring** 14 AWG (2.05 mm<sup>2</sup>) or 16 AWG (1.31 mm<sup>2</sup>)  
 Shielded cable is recommended

**SIL Rating** SIL 3

**Ingress Protection** IP66



**Mechanical Characteristics**

**Material** 316 Stainless Steel

**Cable Entry** 3/4" NPT

**Weight** 11 lbs (5.0 kg)

**Warranty** 5 years

**IPES IR3 FLAME DETECTOR**





## ANEXO 13: HOJA TECNICA DETECTOR DE GAS

SPECIFICATION SHEET



**ESP SAFETY INC**



**Technology of the Future  
Protection for Today**



ESP Safety's Model SGOES Gas Detector measures the concentration of hydrocarbon gases present in the monitored environment. The SGOES is configured to report alarms when the gas concentrations in the environment reach the two independently programmable levels, expressed as a percentage of the lower explosive limit (LEL) in air. As determined by application requirements, the SGOES is factory calibrated with one of eight hydrocarbon-based gases (typically methane or propane). Conversion factors are used to correct for gases other than the factory calibration gas.

The SGOES sensor detects and quantifies the presence of hydrocarbons by measuring their absorption of infrared light (IR). Because the device does not depend on the presence of oxygen in a mixture of gases, it can function effectively in environments where other sensor technologies cannot. Moreover, it is not sensitive to gases such as nitrogen, oxygen, carbonic acid, ammonia, and hydrogen sulfide, that may adversely affect other types of sensors. This makes the SGOES an excellent choice for environments where non-hydrocarbon gases are present and where monitoring of hydrocarbons like methane and propane is required.

The explosion-proof design of SGOES makes it ideal for use in hazardous environments such as:

- Oil and gas facilities
- Pumping stations
- Refineries
- Tank farms
- Pipelines
- Loading racks.

SGOES is FM-certified for use in potentially explosive gas/vapor environments in compliance with FM3015 and CSA-C22.2 No 30 standards for explosion proof protection. In addition, it meets CSA standard E60079-1 for flameproof protection, and ANSI/ISA standard 12.13.01-2000 for performance of combustible gas detectors.

The SGOES gas detector is typically used as an indicating device in fire and gas (F&G) detection and suppression systems as well as emergency shutdown (ESD) systems.

The rugged SGOES design allows it to be used in harsh environments. It will operate from -76°F to +165°F (-60°C to +80°C) at relative humidity up to 95%.

**SIL2** RATED



**SGOES  
GAS DETECTOR**

### Applications

- Drilling and production platforms
- Shipping tankers, freighters, and other vessels
- Fuel loading facilities
- Refineries, bulk terminals, and tank farms
- LNG/LPG processing and storage facilities
- Compressor stations and pipeline facilities
- Petrochemical, paint, and fertilizer plants
- Power plants and gas turbine facilities
- Transportation facilities (airports and subways)
- Oil and gas fired boilers / furnaces
- Environmental regulation monitoring

### ZENSITEC

### Features and Benefits

- High sensitivity to all hydrocarbon gases/vapors for maximum property protection and personal safety
- Open path optical sensor - no physical contact between sensor and environment
- IR optical path obstruction monitoring (dust, paint, etc.) provides maintenance alerts
- Heated optics, secondary heater function helps to prevent condensation problems
- Low power (<4.5W) operation for cost savings
- Versatile indoor/outdoor installation
- Industry standard analog, digital, and relay outputs are used for remote alarm and fault indications
- Resistance to vibration ensures reliability and durability
- Operates effectively in fog and high humidity
- Wide operating temperature range provides flexibility and reliability
- Tri-color status LED on the device is easily viewable for a visual report of the device's operating status

Electrical Characteristics	
<b>Voltage</b>	10 to 32 VDC
<b>Power</b>	2 W, standby 4.5 W, during alarm 7.5 W, heater on maximum
<b>Outputs</b>	4.20mA, analog (0 to 100% LEL) two alarm relays (isolated, dry contact type) with programmable thresholds fault relay indicating optical path obstruction RS-485 Modbus RTU, HART, Ethernet
<b>Recommended Wiring</b>	16 AWG (1.5mm) for 4000ft (1200m) max
Performance	
<b>Gases</b>	methane, propane, butane, pentane, hexane, isobutane, cyclopentane, ethanol (The target gas is factory configurable according to customer request.)
<b>Range</b>	0 to 100% LEL (lower explosive level – in air)
<b>Accuracy</b>	±2% LEL, for 0 to 100% LEL
<b>Humidity</b>	Up to 95%, non-condensing (withstands up to 100% RH for short periods)
<b>Response Time (for 100% LEL Methane)</b>	50% full scale < 1.9 seconds 90% full scale < 3.0 seconds
<b>Operating Temperature</b>	-76°F to +105°F (-40°C to +85°C)
<b>Extended Operating Temperature (By Request)</b>	-76°F to +154°F (-40°C to +90°C)
<b>Storage Temperature</b>	-59°F to +125°F (-50°C to +50°C)
<b>Ingress Protection</b>	IP66
<b>SIL Rating</b>	SIL 2
<b>Warranty</b>	5 Years
Certifications	
 <b>FM APPROVED</b> Class I, Division 1 Groups B, C & D T4 Ta = -40°F to +167°F (-40°C to +75°C) IP66	 <b>Ex CE</b> Ex d IIC T4 -40°F to +105°F (-40°C to +85°C) CE Mark for EMC (TUV) CE Mark for ECEEx IP66
 <b>IEC IECEx</b> Ex d IIC T4 -40°F to +105°F (-40°C to +85°C) IP66	 <b>SP</b> Class I, Division 1 Groups B, C & D T4 Ta = -40°F to +167°F (-40°C to +75°C) IP66
 <b>ABS</b> Class I, Division 1 Groups B, C & D T4 Ta = -40°F to +167°F (-40°C to +75°C) IP66	
Mechanical Characteristics	
<b>Material</b>	316 Stainless Steel
<b>Diameter</b>	3.5" (14 cm)
<b>Length</b>	11.5" (29 cm)
<b>Weight</b>	14.3lbs (6.5 kg)
<b>Conduit Entry</b>	1/2" NPT

### Calibration

Factory calibrated at 0%, 20%, 50%, and 95% LEL with methane or propane.  
Calibration with NIST traceable calibration gas is optional.

### Configuration Options

#### Standard Gas options:

- Methane
- Propane
- Butane
- Pentane
- Hexane
- Isobutane
- Cyclopentane
- Ethanol

#### Custom Gas configuration options:


- Volatile Organic Compounds (VOC)
- Optional calibration with gas mixtures directly traceable to NIST standard reference materials.



Dust Cover  
(for rain & snow protection)

Field Communicator  
(sold separately)

# ANEXO 14: HOJA TECNICA INTERRUPTOR MANUAL



## DATA SHEET

---

**METAL CONVENTIONAL MANUAL PULL STATIONS**

**DESCRIPTION**

Fike's conventional line of metal pull stations are high quality, cost-effective series of manual fire alarm and suppression pull stations. They are designed to meet multiple applications with the installer and end-user in mind. They come in a variety of languages and models ranging from single and dual action to explosion proof and institutional versions as well to meet your specific application.

This family of pull stations provides conventional and intelligent control panels such as the CyberCat® and Cheetah® X, with an alarm initiating input signal. Its innovative design, durable construction, and multiple mounting options make them simple to install, maintain, and operate.

**FEATURES**

- Aesthetically pleasing, highly visible design
- Painted Die Cast Housing
- 14 Gauge Plated Steel Back Plate
- Corrosion Inhibited Surface
- 4 Position Terminal Block
- Single Gang Mounting
- 10 Amp Snap Action Switch
- Key lock access
- Easy glass rod replacement, no additional tools required
- Single and Dual Action models available
- "Fire" and "Fire Suppression Release" models available
- Explosion and Institutional models available
- Available in English, Spanish, and Portuguese

**APPROVALS:**

- UL
- FM
- CSFM

**SPECIFICATIONS**

**Electrical**

Switch: 10 amp @ 120 VAC  
 Gold Contact: 1.0 amp @ 120 VAC  
 Key Switch: 0.5 amp @ 30 VDC

**Dimensions**

**Standard:** Width 3.200 in  
 Length 4.750 in  
 Depth 0.875 in





**RMS-DAH:** Width 3.325 in  
 Length 4.750 in  
 Depth 1.625 in

**RMS-LP/LPH:** Width 3.200 in  
 Length 4.750 in  
 Depth 1.500 in

**Weight**

Standard: 13.2 oz  
 RMS-DAH: 1 lb 9 oz  
 RMS-LP/LPH: 1 lb 4 oz

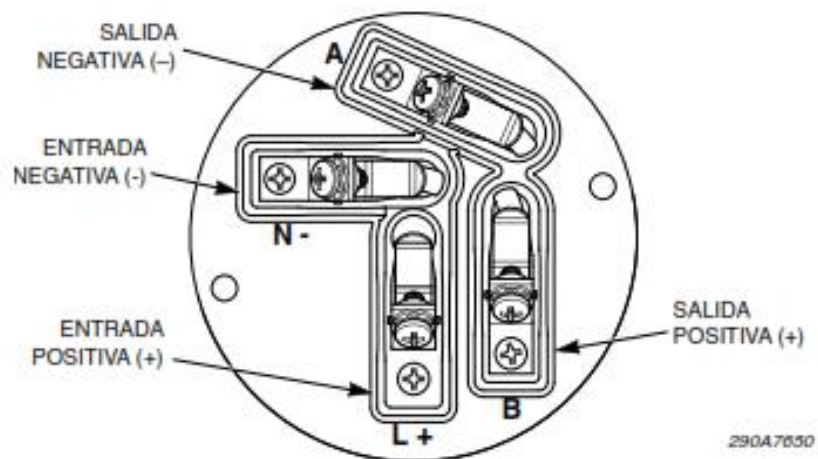
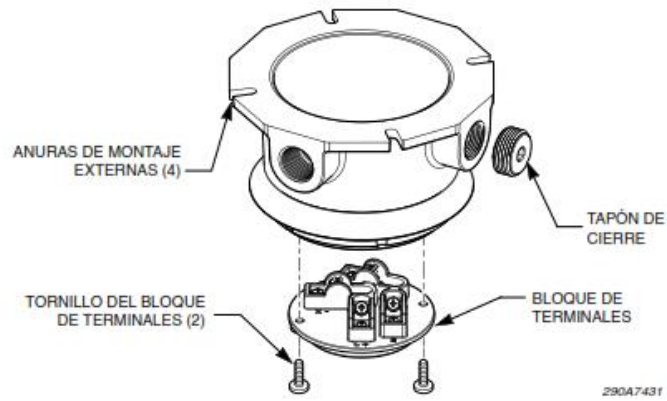
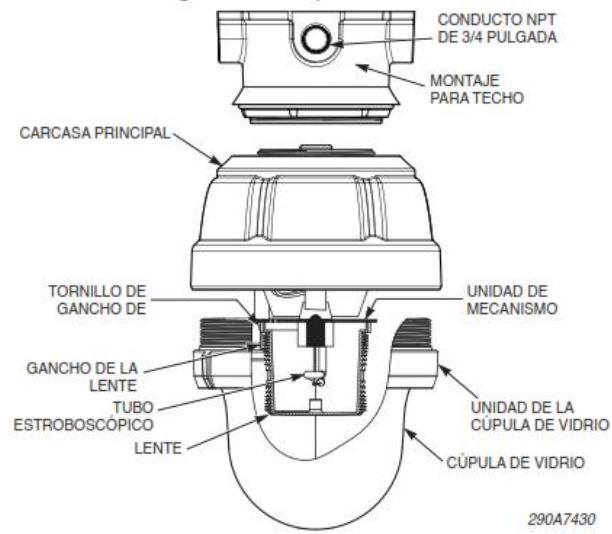
**Mount:**  
 Single gang

### ORDERING INFORMATION

Fike P/N	Mfg P/N	Description
<b>Fire Alarm</b>		
20-1833	RMS-1T-KL	SPST Single Action RSG Keyed Metal "Fire" Manual Pull Station
20-1834	RMS-1T-KL-PT	SPST Single Action RSG Keyed Metal Portuguese "Fire"(FOGO) Manual Pull Station
20-1835	RMS-1T-KL-ES	SPST Single Action RSG Keyed Metal Spanish "Fire"(Fuego) Manual Pull Station
20-1836	RMS-1T-KL-LP	SPST Dual Action RSG Keyed Metal "Fire" Manual Pull Station
20-1837	RMS-1T-KL-LP-PT	SPST Dual Action RSG Keyed Metal Portuguese "Fire"(FOGO) Manual Pull Station
20-1838	RMS-1T-KL-LP-ES	SPST Dual Action RSG Keyed Metal Spanish "Fire"(Fuego) Manual Pull Station
<b>Suppression</b>		
20-1839	RMS-1T-KL-LP-S	SPST Dual Action RSG Keyed Metal "Fire Suppression Release" Manual Pull Station
20-1840	RMS-1T-KL-LP-S-PT	SPST Dual Action RSG Keyed Metal Portuguese "Fire Suppression Release" (Disparo de Supressao de Fogo) Manual Pull Station
20-1841	RMS-1T-KL-LP-S-ES	SPST Dual Action RSG Keyed Metal Spanish "Fire Suppression Release" (Descarga Sistema de Supresion) Manual Pull Station
<b>Weatherproof</b>		
20-1842	RMS-1T-KL-LP-WP	Weatherproof SPST Dual Action RSG Keyed Metal "Fire" Manual Pull Station
<b>Explosion Proof</b>		
20-1843	RMS-EXP-1T-KL-LP	Explosion proof SPST Dual Action RSG Keyed Metal "Fire" Manual Pull Station
<b>Institutional</b>		
20-1844	RMS-1T-KL-ID	Institutional "Fire" Key Operated Only Manual Pull Station
<b>Spare Parts</b>		
20-1092	RMS-GR	Glass rod replacement

## ANEXO 15: HOJA TECNICA DE ALARMA VISIBLE



## ANEXO 16: HOJA TECNICA DE ALARMA SONORA



FEDERAL SIGNAL CORPORATION

### Explosion-Proof Electronic Siren

Model SSTX-MV

#### DESIGNED FOR USE IN EXPLOSION-PROOF ENVIRONMENTS

- Multi-voltage design – accepts 24VDC, 120VAC or 240VAC
- Produces one of four tones – wail, yelp, horn and temporal slow whoop
- Produces 101-108dBA @ 10'
- NEMA 4X, IP66 Approved
- UL and cUL Listed

Federal Signal's SSTX-MV is an explosion-proof electronic siren capable of producing one of four high decibel tones from the same unit. The circuitry is contained in a rugged die-cast aluminum amplifier housing. The unique threaded rear access cover eliminates traditional time consuming bolting patterns. The access cover is also equipped with a braided cable lanyard securing it to the housing whenever the cover is open for installation or maintenance.

The Model SSTX-MV features internal amplification and tone circuitry capable of reproducing one of four different tones. The user selects from the wail, yelp, horn or temporal slow whoop tone by reconfiguring the internal jumpers.

This unit operates on 24VDC, 120VAC or 240VAC. It is capable of producing up to 108dBA @ 10 feet (118dBA @ 1m).

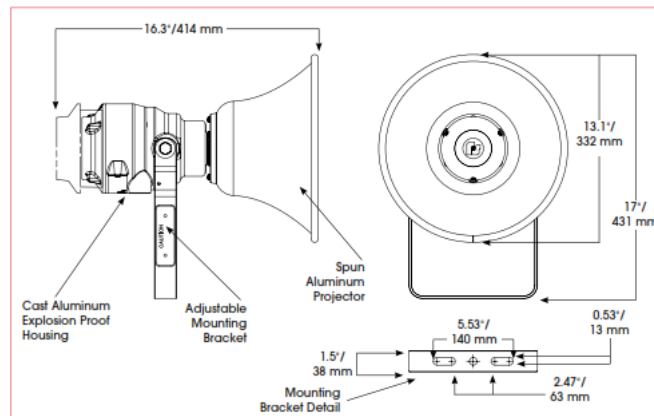
This electronic siren is UL and cUL Listed for Class I, Division 1, Groups B, C & D.

The Model SSTX-MV can be used as a stand-alone, full output, audible warning device in any explosion-proof environment where voice paging is not required.

Typical uses include emergency warning, start and dismissal, general alarm and evacuation.

Federal Signal's Model SSTX-MV Explosion-Proof Electronic Siren is an economical multi-tone siren that is designed to hold up to the rigors of explosive and corrosive environments.

#### EXPLOSION-PROOF ELECTRONIC SIREN (SSTX-MV)



#### SPECIFICATIONS

Operating Temperature:	-67°F to +151°F	-55°C to +66°C
Net Weight:	15.4 lbs.	7.0 kg
Shipping Weight:	22.8 lbs.	10.4 kg
Height:	17.0"	431.80 mm
Width:	13.1"	332.73 mm
Depth:	16.3"	414.02 mm

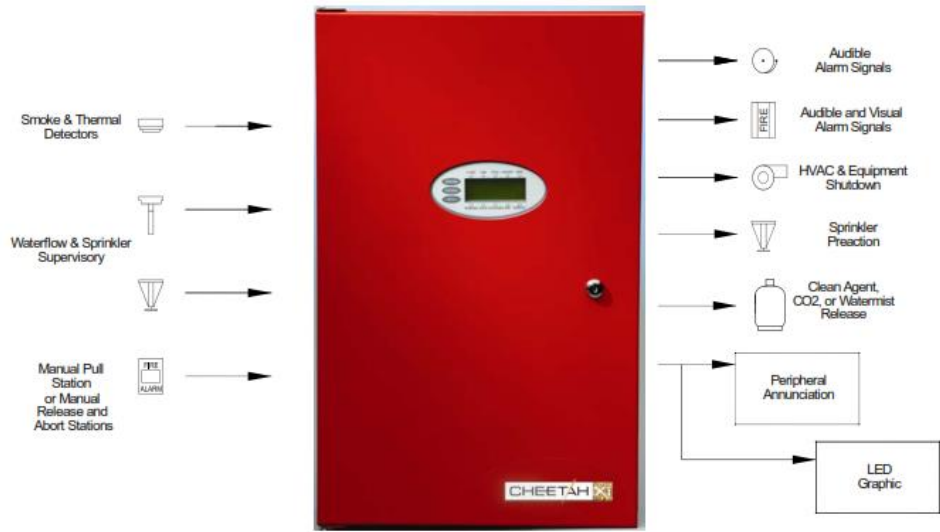
#### HOW TO ORDER

- Specify model number

#### REPLACEMENT PARTS

Description	Part Number
Connector, 4-Position	K140340B
Driver Assembly	K8593097A

# ANEXO 17: HOJA TECNICA DE CHEETAH Xi





# ANEXO 18: HOJA TECNICA MODULO MINI MONITOR



## DATA SHEET

### MINI MONITOR MODULE

#### DESCRIPTION

The Mini Monitor Module, P/N 35-045 & 35-050, provides a single, Class B initiating device circuit (IDC) capable of monitoring normally open contact fire alarm and supervisory devices or normally open supervisory/process devices. In addition to monitoring the connected contacts, the module will monitor the wiring to the device for open circuits via an end of line resistor (Class B only). The module has a single tri-color LED to indicate device status. The isolator version of the module, P/N 35-050, provides complete short circuit isolation for installations requiring NFPA, Class X wiring.

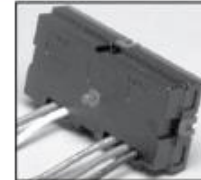
The module is compatible with Fike's CyberCat® and Cheetah® Xi intelligent control panels. Its operating parameters are configured using the panel's programming software and are stored within non-volatile RAM in the module. This on-board intelligence allows each module to communicate its status directly to other devices connected to the panel. This peer-to-peer digital protocol results in less information that needs to be sent between the module and the host control panel, resulting in faster, more reliable communication.

#### SPECIFICATIONS

Normal Operating Voltage:	15 to 30 VDC
Standby Current:	485 µA max. (continuous broadcasts)
IDC Voltage:	5.4 VDC max.
Alarm Current:	2 mA (red LED on)
Maximum IDC Wiring Resistance:	100 Ω
Temperature Range:	32 to 120°F (0 to 49°C)
Humidity:	10 to 93% RH Noncondensing
Dimensions:	1.31" H x 2.73" W x 0.61" D (33 mm H x 69 mm W x 15 mm D)
Wire Length:	6.5 inches (165 mm)
Accessories:	39 kΩ End of Line Resistor P/N 10-2625 included
Mounting:	Inside standard electrical box behind monitored device

#### ORDERING INFORMATION

Fike P/N	Mfg P/N	Description
35-045	EM-1MM	Mini Monitor Module - Non-isolator
35-050	EM-1MMI	Mini Monitor Module - Isolator
<b>Accessories</b>		
20-1346	CB500	Control Module Barrier
20-1347	SMB500	Surface Mount Box
35-051	EA-CT	IR Tool
10-2625		39Kohm end of line assembly
10-2530		14K short detect resistor

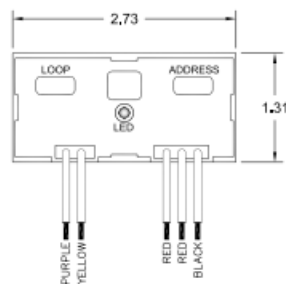


#### APPROVALS:

- UL - 53217
- FM
- City of New York - 378-00-E
- CSFM - 7300-2010:0101



#### MODULE DIMENSIONS



#### WIRE COLOR DEFINITIONS

Red	(+) SLC in/out
Red	(+) SLC in/out
Black	(-) SLC in
Purple	(+) Supervised Input
Yellow	(-) Supervised Input/(-) SLC out

# ANEXO 19: HOJA TECNICA MODULO DE CONTROL



## DATA SHEET

### CONTROL MODULE

#### DESCRIPTION

The Control Module, P/N 55-042 & 55-047, provides a means to switch an external power supply to notification appliances or release solenoids used for sprinkler operation, or to activate Fike's Masterbox interface module, P/N 10-2413, which is used on a Local Energy Type Auxiliary Fire Alarm System. The module is capable of Class A or Class B wiring. The device will monitor the wiring (while external power is not switched to the auxiliary devices) to the connected device for open and short circuits via an end of line resistor (Class B only). The module will monitor the external power input for loss of power (DC voltage supplies only). The isolator version of the module, P/N 55-047, provides complete short circuit isolation for installations requiring NFPA, Class X wiring.

The module is compatible with Fike's CyberCat® and Cheetah® XI intelligent control panels. Its operating parameters are configured using the panel's programming software and are stored within non-volatile RAM in the module. This on-board intelligence allows each module to communicate its status directly to other devices connected to the panel. This peer-to-peer digital protocol results in less information that needs to be sent between the module and the host control panel, resulting in faster, more reliable communication.

#### SPECIFICATIONS

Normal Operating Voltage:	15 to 30 VDC
Standby Current:	630 uA max. average (continuous broadcasts)
Alarm Current:	2 mA (red LED on)
Maximum NAC Circuit Line Loss:	4 VDC
Power Supply Monitor:	Regulated 24 VDC
	Trouble Range: 0 to 2 VDC
	32 to 120°F (0 to 49°C)
Temperature Range:	10 to 93% RH Non-condensing
Humidity:	4.675" H x 4.275" W x 1.4" D
Dimensions:	(119 mm H x 109 mm W x 36 mm D)
Accessories:	39kΩ End of Line Resistor P/N 10-2625 (included)
	Wall cover plate (Included)
	Surface Mount Electrical Box: P/N 20-1347
	Control Module Barrier: P/N 20-1346
	Series Solenoid Diode/Resistor: P/N 10-2300
Mounting:	Mounts directly on a 4-inch square electrical box with a minimum depth of 2 1/8 inches. For surface mounting, use 20-1347 surface mount box.

#### OUTPUT RATING

Current Rating	Maximum Voltage	Load Description	Application
2A	25 VAC	PF=0.35	Non-Coded
3A	30 VDC	Resistive	Non-Coded
2A	30 VDC	Resistive	Coded
0.46A	30 VDC	(L/R=20 ms)	Non-Coded
0.7A	70.7 VAC	PF=0.35	Non-Coded
0.9A	125 VDC	Resistive	Non-Coded
0.5A	125 VAC	PF=0.75	Non-Coded
0.5A	125 VAC	PF=0.35	Non-Coded



**APPROVALS:**

- UL - 52203
- FM
- City of New York - 8-05-E
- CSFM - 7165-0900-0137

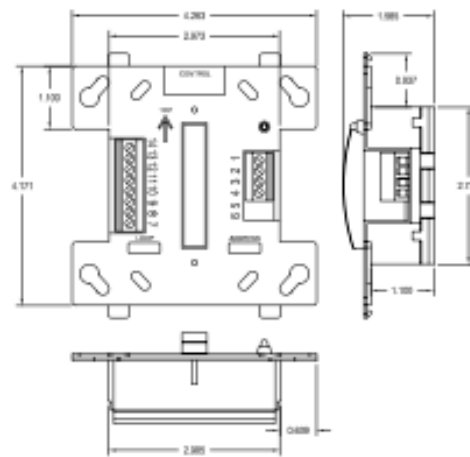




## ORDERING INFORMATION

File P/N	Description
35-042	Supervised Control Module - Non-isolator
35-047	Supervised Control Module - Isolator
<b>Accessories</b>	
20-1346	Control Module Barrier
20-1347	Surface Mount Box
35-051	IR Tool
10-2360	Series Solenoid Diode/Resistor
10-2625	39K EOL
13-0192	COVERPLATE




## MODULE DIMENSIONS



## TERMINAL DEFINITIONS

T1	(+) SLC In/out	T8	(+) 24 VDC External Power In/out
T2	(-) SLC In/out	T9	(-) 24 VDC External Power In/out
T3	(+) SLC In/out	T10	(+) 24 VDC External Power In/out
T4	(-) SLC In/out	T11	NAC (+) Class A/B
T5	No Connection	T12	NAC (-) Class A/B
T6	No Connection	T13	NAC (-) Class A
T7	(-) 24 VDC External Power In/out	T14	NAC (+) Class A

## ANEXO 20: PROTOCOLO DE VALIDACIÓN DE PROCEDIMIENTO

	<b>Proyecto:</b>  <p style="text-align: center;"><b>AUTOMATIZACIÓN</b></p>				
Rev. 0	PROTOCOLO DE VERIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS	Pagina 1 de 7			
<p><b>COSTAGAS S.A.C</b></p> <p><b>PROTOCOLO DE VERIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS</b></p> <p>PIL PERÚ S.A.C.</p> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">                   LUIS ANGEL                  LANDAURO QUIÑONES                  INGENIERO ELECTRONICO                  Reg. CIP N° 208147             </div>					
<b>LISTA DE REVISIONES</b>					
0	Aprobado	10/06/2019	D. La Rosa	L. Landauro	L. Landauro
A	Para Aprobación	3/06/2019	D. La Rosa	L. Landauro	L. Landauro
<b>REV.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>FECHA</b>	<b>ELABORÓ</b>	<b>REVISÓ</b>	<b>APROBO</b>



	<b>Proyecto:</b>  <b>AUTOMATIZACIÓN</b>																																		
Rev. 0	REGISTRO MONTAJE E INSTALACIÓN DE JB's / TABLEROS	Pagina 3 de 7																																	
<p style="text-align: right;"><b>Registro N°:</b> _____</p> <p>AREA: _____ PLANOS APLICABLES: _____</p> <p>_____ SISTEMA: _____</p> <p>UBICACION: _____ TAG DE TABLERC _____</p> <p>_____</p>																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #d9e1f2;"> <th style="width: 10%;">ITEM</th> <th style="width: 60%;">DESCRIPCION</th> <th style="width: 30%;">CONFORME</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>Tag de acuerdo a Diagramas de conexonado</td> <td>SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Tag diseñado en campo y pendiente por adicionar en As Builts</td> <td>SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Correcto anclado en sitio de acuerdo a planimetrías</td> <td>SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td>El tablero o JB se encuentra nivelado</td> <td>SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td>El tablero se encuentra conectado a tierra y/o a estructura</td> <td>SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6</td> <td>El soporte del tablero es el adecuado para soportar al tablero, según especifica la ingeniería.</td> <td>SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7</td> <td>Existen obstaculos que impidan la apertura de puerta(s) del tablero</td> <td>SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">8</td> <td>La altura a la que fue montada el tablero permite acceso para su mantenimiento y operatividad</td> <td>SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9</td> <td>Se requiere instalar escalinatas o pasarelas para operar el tablero</td> <td>SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">10</td> <td>El tablero cuenta con techo de proteccion para efectos del clima (si el tablero se encuentra instalado en el exterior)</td> <td>SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>			ITEM	DESCRIPCION	CONFORME	1	Tag de acuerdo a Diagramas de conexonado	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>	2	Tag diseñado en campo y pendiente por adicionar en As Builts	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>	3	Correcto anclado en sitio de acuerdo a planimetrías	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>	4	El tablero o JB se encuentra nivelado	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>	5	El tablero se encuentra conectado a tierra y/o a estructura	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>	6	El soporte del tablero es el adecuado para soportar al tablero, según especifica la ingeniería.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>	7	Existen obstaculos que impidan la apertura de puerta(s) del tablero	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>	8	La altura a la que fue montada el tablero permite acceso para su mantenimiento y operatividad	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>	9	Se requiere instalar escalinatas o pasarelas para operar el tablero	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>	10	El tablero cuenta con techo de proteccion para efectos del clima (si el tablero se encuentra instalado en el exterior)	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
ITEM	DESCRIPCION	CONFORME																																	
1	Tag de acuerdo a Diagramas de conexonado	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>																																	
2	Tag diseñado en campo y pendiente por adicionar en As Builts	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>																																	
3	Correcto anclado en sitio de acuerdo a planimetrías	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>																																	
4	El tablero o JB se encuentra nivelado	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>																																	
5	El tablero se encuentra conectado a tierra y/o a estructura	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>																																	
6	El soporte del tablero es el adecuado para soportar al tablero, según especifica la ingeniería.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>																																	
7	Existen obstaculos que impidan la apertura de puerta(s) del tablero	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>																																	
8	La altura a la que fue montada el tablero permite acceso para su mantenimiento y operatividad	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>																																	
9	Se requiere instalar escalinatas o pasarelas para operar el tablero	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>																																	
10	El tablero cuenta con techo de proteccion para efectos del clima (si el tablero se encuentra instalado en el exterior)	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>																																	
<p>OBSERVACIONES: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #d9e1f2;"> <th style="width: 25%;"></th> <th style="width: 25%;">CONSTRUCTOR</th> <th style="width: 25%;">QA / QC</th> <th style="width: 25%;">SUPERVISOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nombre y Ap.:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Empresa</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Firma:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fecha:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				CONSTRUCTOR	QA / QC	SUPERVISOR	Nombre y Ap.:				Empresa				Firma:				Fecha:																
	CONSTRUCTOR	QA / QC	SUPERVISOR																																
Nombre y Ap.:																																			
Empresa																																			
Firma:																																			
Fecha:																																			

	<b>Proyecto:</b>  <b>AUTOMATIZACIÓN</b>												
Rev. 0	REGISTRO MONTAJE DE TUBERIAS CONDUIT	Pagina 4 de 7											
<b>Registro N°</b> _____													
AREA: _____ PLANOS APLICABLES: _____ UBICACIÓN: _____ SISTEMA: _____ _____													
REGISTRO													
Item	DESCRIPCION DE CONDUIT	Longitud	Diametr o	PARAMETROS DE AVALUACION									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
OK: CONFORME      NO: NO CONFORME      NA: NO APLICA													
PARAMETROS DE EVALUACION													
1	Separacion de soportes de la tuberia conduit esta de acuerdo a planos y especificaciones tecnicas .												
2	Longitud de la tuberia conduit de acuerdo a planos y especificaciones tecnicas.												
3	Las juntas de la tuberia conduit han sido selladas con pintura para evitar el ingreso de la humedad.												
4	No hay obstrucciones para el tendido de los cables por la tuberia conduit.												
5	Espaciamiento de tuberia conduit de cables de fuerza y control de acuerdo a los planos y especificaciones tecnicas												
6	Nivelacion y verticalidad de la tuberia conduit de acuerdo a los planos y especificaciones.												
7	Separacion de las tuberias conduit de las lineas calientes de acuerdo a planos y especificacion tecnica.												
8	Los soportes de las tuberias se encuentran correctamente fijados para la sujeción de las tuberias.												
9	Cumple con las condiciones para el área de instalación.												
10	Pintura conforme a los solicitado por PPN en las especificaciones técnicas												
OBSERVACIONES: _____													
_____													
_____													
CONSTRUCTOR			QA / QC				SUPERVISOR						
Nombre y Ap.:													
Empresa													
Firma:													
Fecha:													

	<b>Proyecto:</b>  <b>AUTOMATIZACIÓN</b>																																																													
Rev. 0	REGISTRO CONTROL DE CABLEADO ELÉCTRICO	Pagina 5 de 7																																																												
<b>REGISTRO Nº:</b> _____																																																														
<b>AREA:</b> _____ _____ _____	<b>PLANOS APLICABLES:</b> _____ _____ _____																																																													
<b>UBICACION:</b> _____ _____ _____	<b>TAG DEL CABLE</b> _____ _____ _____																																																													
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 80%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">SI</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">NO</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">N/A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.- Verificar que la tubería (conduit) esté limpio internamente</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>2.- La tubería está libre de bordes cortantes o en mal estado</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>3.- Chequear la placa de asignación de la bobina y su programa de corte</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>4.- Verificar el rango de voltaje del cable, la mínima temperatura y tipo de compuesto, para halar cable</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>5.- Verificar que el cable instalado no exceda los radios de curvatura según especificación.</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>6.- Verificar la tensión máxima permitida del cable antes de ser halada para evitar excesos.</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>8.- Realizar pruebas de aislamiento y Continuidad al cable luego de la instalación.</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>9.- El Cable está libre de torceduras y daños en su revestimiento</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>10.- El espacio entre el cable de instrumentos y el cable de poder está acorde al diseño.</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>11.- Los Cables están identificados por especificación y plano.</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>12.- Los Cables están sellados y aislados luego de ser cortados.</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>13.- El recorrido de los cables se presenta según los planos de ruteo.</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>14.- Se requiere pasarelas para el tránsito peatonal debido a que obstruye el libre tránsito</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>15.- El cable se encuentra correctamente peinado sobre la bandeja portacables.</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>				SI	NO	N/A	1.- Verificar que la tubería (conduit) esté limpio internamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.- La tubería está libre de bordes cortantes o en mal estado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3.- Chequear la placa de asignación de la bobina y su programa de corte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.- Verificar el rango de voltaje del cable, la mínima temperatura y tipo de compuesto, para halar cable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.- Verificar que el cable instalado no exceda los radios de curvatura según especificación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6.- Verificar la tensión máxima permitida del cable antes de ser halada para evitar excesos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8.- Realizar pruebas de aislamiento y Continuidad al cable luego de la instalación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9.- El Cable está libre de torceduras y daños en su revestimiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10.- El espacio entre el cable de instrumentos y el cable de poder está acorde al diseño.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11.- Los Cables están identificados por especificación y plano.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12.- Los Cables están sellados y aislados luego de ser cortados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	13.- El recorrido de los cables se presenta según los planos de ruteo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	14.- Se requiere pasarelas para el tránsito peatonal debido a que obstruye el libre tránsito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15.- El cable se encuentra correctamente peinado sobre la bandeja portacables.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	SI	NO	N/A																																																											
1.- Verificar que la tubería (conduit) esté limpio internamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																											
2.- La tubería está libre de bordes cortantes o en mal estado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																											
3.- Chequear la placa de asignación de la bobina y su programa de corte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																											
4.- Verificar el rango de voltaje del cable, la mínima temperatura y tipo de compuesto, para halar cable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																											
5.- Verificar que el cable instalado no exceda los radios de curvatura según especificación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																											
6.- Verificar la tensión máxima permitida del cable antes de ser halada para evitar excesos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																											
8.- Realizar pruebas de aislamiento y Continuidad al cable luego de la instalación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																											
9.- El Cable está libre de torceduras y daños en su revestimiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																											
10.- El espacio entre el cable de instrumentos y el cable de poder está acorde al diseño.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																											
11.- Los Cables están identificados por especificación y plano.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																											
12.- Los Cables están sellados y aislados luego de ser cortados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																											
13.- El recorrido de los cables se presenta según los planos de ruteo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																											
14.- Se requiere pasarelas para el tránsito peatonal debido a que obstruye el libre tránsito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																											
15.- El cable se encuentra correctamente peinado sobre la bandeja portacables.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																											
<b>OBSERVACIONES:</b> _____ _____ _____ _____																																																														
<b>FECHA:</b> _____																																																														
	<b>CONSTRUCTOR</b>	<b>QA / QC</b>	<b>SUPERVISOR</b>																																																											
Nombre y Ap.:																																																														
Empresa																																																														
Firma:																																																														
Fecha:																																																														







## ANEXO 21: REGISTRO DE PUESTA A TIERRA PROYECTO PLUSPETROL LOTE 8

	Proyecto: <b>AUTOMATIZACIÓN DE DUCTOS LOTE 8</b>	
Proyecto N°: PNL8006 Rev. 0	REGISTRO DE CONSTRUCCIÓN DE PUESTA A TIERRA	PLOB-500-TP-E-1001 Pagina 2 de 2
REGISTRO N°: <u>01</u>		
ÁREA: <u>Quebrada Winston Norte - QWN</u>	PLANOS APLICABLES: <u>PLOB-514-PL-E-1005</u>	
UBICACIÓN: <u>3 km + 300</u>	NORMA DE REFERENCIA: <u>CNE (Codigo Nacional de Electricidad)</u>	

**INSTALACIÓN DE CABLE PARA MALLA DE PUESTA A TIERRA.**

	SI	NO	N/A
Se identificaron interferencias en planos As Built (No excavar sin aprobación.)	<input checked="" type="checkbox"/>		
Existen interferencias en campo (No excavar zanja hasta encontrar interferencias.)	<input checked="" type="checkbox"/>		
Trazo de recorrido de malla a tierra de acuerdo a ultima revision de planos	<input checked="" type="checkbox"/>		
Profundidad final (Según Planos) h= <u>1</u> m	<input checked="" type="checkbox"/>		
Verificación de cama de tierra vegetal Profundidad=10cm	<input checked="" type="checkbox"/>		
Verificación de colocación de cable de cobre	<input checked="" type="checkbox"/>		
Verificación de soldadura exotérmica	<input checked="" type="checkbox"/>		
Aprobación de nivel final de relleno	<input checked="" type="checkbox"/>		
Se instalara el cable de acuerdo a lo indicado en el los típicos y detalles	<input checked="" type="checkbox"/>		

**MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE POZOS PUESTA A TIERRA**

CONTROLES PREVIOS	POZO ( <u>1</u> )	POZO ( )	POZO ( )
Indicar con un check (✓) la aprobación de la revisión correspondiente a cada pozo			
1. Verificación de ubicación	<input checked="" type="checkbox"/>		
2. Verificación de soldadura exotérmica	<input checked="" type="checkbox"/>		
3. Verificación de grapas de conexión.	<input checked="" type="checkbox"/>		
4. Profundidad y características de acuerdo a plano	<input checked="" type="checkbox"/>		
5. Verificación de relleno de tierra vegetal	<input checked="" type="checkbox"/>		
6. se empleo cemento conductor según procedim.	<input checked="" type="checkbox"/>		
7. Se instalo la varilla y alambre según plano.	<input checked="" type="checkbox"/>		

POZO A TIERRA	N° DE PLANO	AREA	DISTANCIA DE ELECTRODO		RESIST. EN OHM (Ω)
			POTENCIA (mts.)	CORRIENTE (mts.)	
QWN-PARARAYO	PLOB-514-PL-E-1005	Quebrada Winston Norte	5	10	6.44
			6	12	6.52
			7	14	6.84

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN**

MARCA	MODELO	SERIE	FECHA CALIBRACIÓN	Nro CERTIFICADO CALIBRACIÓN
MEGABRAS	MTD20KWE	1251301	15-01-2018	CLE-0051-2018

**CONTROL DE SOLDADURA EXOTERMICA**

	SI	NO	N/A
1. Soldadura según procedimiento	<input checked="" type="checkbox"/>		
2. Inspección visual de soldadura	<input checked="" type="checkbox"/>		
3. Conductor de cobre en buen estado	<input checked="" type="checkbox"/>		
4. Molde de grafito en buen estado	<input checked="" type="checkbox"/>		
5. Limpieza de elementos antes de soldar	<input checked="" type="checkbox"/>		
6- Cartucho de soldadura según tipo de molde y cables de cobre	<input checked="" type="checkbox"/>		

OBSERVACIONES: El pozo de puesta a tierra se realizó de manera horizontal

	CONSTRUCTOR	QA/QC	SUPERVISOR
Nombre y Ap.:	<u>Oruche Z. Pardo</u>	<u>Deyvi La Rosa Abaren</u>	
Empresa:	<u>PIL Peru</u>	<u>PIL PERU SAC</u>	
Firma:	<u>[Firma]</u>	<u>[Firma]</u>	
Fecha:	<u>16-11-2018</u>	<u>16-11-2018</u>	

Importante: Este documento es propiedad exclusiva de Pil Peru S.A.C. Esta prohibida su reproducción, difusión, distribución y retención total o parcial. S