

# BUENAS PRÁCTICAS ÁREAS CLASIFICADAS COMO PELIGROSAS DE PLANTAS ENVASADORAS DE GLP



 **Osinergmin**

DIVISIÓN DE SUPERVISIÓN DE  
HIDROCARBUROS LÍQUIDOS

UNIDAD DE SUPERVISIÓN DE PLANTAS  
DE ENVASADO E IMPORTADORES

# CONTENIDO

- 01** Introducción
- 02** Objetivo
- 03** Alcance
- 04** Requerimiento Normativo
- 05** Clasificación
- 06** Mercado
- 07** Sistema de alambrado
- 08** Equipos eléctricos
- 09** Zona de pintado
- 10** Diagramas
- 11** Mantenimiento



# CONTENIDO



<b>01 INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>02 OBJETIVO</b>	<b>5</b>
<b>03 ALCANCE</b>	<b>6</b>
<b>04 REQUERIMIENTO NORMATIVO</b>	<b>8</b>
<b>05 CLASIFICACIÓN</b>	<b>10</b>
Diagrama de la extensión del área clasificada	
Programa de estandarización IECEx	
<b>06 MARCADO</b>	<b>13</b>
Clasificación por zonas	
Interpretación del tipo de marcado ATEX	
Clasificación por divisiones	
Interpretación del tipo de marcado norteamericano	

## **07 SISTEMA DE ALAMBRADO** **15**

Métodos de alambrado – División 1	
Métodos de alambrado – División 2	
Sujeción y soportes	
Sellado para sistemas de alambrado	
Sellado de los conductores	
Sellado para cables	

## **08 EQUIPOS ELÉCTRICOS** **25**

Equipos de iluminación	
------------------------	--

## **09 ZONA DE PINTADO** **27**

Cabina de pintado	
Pintado de cilindro en exteriores	
Área de secado	

## **10 DIAGRAMAS** **30**

Tanque estacionario de GLP y sus conexiones	
Zona de carga y descarga de GLP	
Bomba para transferencia GLP y Compresor GLP	
Válvula de alivio hidrostático	
Llenado de GLP en cilindros	
Trasiego de GLP de cilindros	
Almacenamiento de cilindros de GLP	
Zona de pintado con cabina de pulverización	
Zona de pintado en área abierta	

## **11 MANTENIMIENTO** **41**

## 1. Introducción

La electricidad puede causar la muerte o lesiones graves a personas y causar daños a la propiedad por los efectos de incendios y explosiones. Las descargas eléctricas no siempre causan lesiones duraderas, pero en determinadas circunstancias pueden provocar la muerte, lo que se conoce como electrocución. La contracción muscular repentina durante el impacto puede provocar lesiones, incluso la corriente eléctrica que fluye por el cuerpo puede provocar quemaduras profundas.

Un arco eléctrico, quizás como resultado de un cortocircuito causado por instalaciones fuera de norma o prácticas de trabajo inseguras, puede generar un calor intenso que conduce a quemaduras profundas y de curación lenta, incluso si persiste durante un tiempo corto. A menudo, quienes trabajan con o cerca de la electricidad no aprecian el riesgo de lesiones graves y daños consecuentes al equipo que pueden surgir de la formación de un arco eléctrico.

La formación de arco eléctrico, el sobrecalentamiento y, en algunos casos, las corrientes de fuga eléctrica pueden provocar un incendio o una explosión al encender los vapores de GLP en el área de operaciones de la Planta Envasadora. Esto puede provocar la muerte, lesiones y pérdidas económicas considerables. La mayoría, si no todos, los equipos eléctricos producen calor y pueden fácilmente ser una fuente de ignición cuando entran en contacto con el GLP. Si los contactos eléctricos no están limpios o el cable no se fija correctamente al contacto, pueden aparecer pequeñas chispas eléctricas capaces de producir ignición.

Por ello, las instalaciones y equipos eléctricos en una Planta Envasadora deben diseñarse, fabricarse, instalarse y mantenerse adecuadamente de modo que no presenten riesgo de descarga eléctrica, quemaduras, incendio o explosión cuando se utilicen correctamente. Para ello, resulta necesario cumplir con normas específicas para estos sistemas eléctricos con lo cual se garantizará que los riesgos eléctricos se controlen adecuadamente.

Una preocupación de seguridad importante en las Plantas Envasadoras de GLP es la clasificación de las ubicaciones donde existan atmósferas explosivas potencialmente peligrosas. El riesgo de ocurrencia de la formación de una atmósfera explosiva existe en los procesos y procedimientos operativos de toda Planta Envasadora de GLP. Una atmósfera explosiva puede ser considerada como una mezcla con aire (a presión y temperatura atmosférica), de sustancias inflamables como vapores, gases, nieblas o polvos, en la que después de una ignición, la combustión originada propagarse hacia el resto de la mezcla no consumida.

Para que ocurra una explosión debe coincidir la atmósfera explosiva y un punto de ignición. Esto requiere la existencia de una sustancia combustible (GLP, en el caso de

Plantas Envasadoras), y de un oxidante (aire) en un rango de concentración determinado y propio de cada sustancia, y al mismo tiempo la presencia de una fuente de energía capaz de iniciar la ignición.

En lugares con una atmósfera explosiva se requiere que, en especial se tomen en cuenta dos situaciones concretas:

- ✓ Que los equipos y su instalación deban estar ubicados e instalados en una determinada zona, de manera segura y que no sean susceptibles de originar una explosión.
- ✓ Las condiciones operativas y procedimientos de trabajo utilizadas en la zona peligrosa.

Los lugares con atmósferas explosivas<sup>1</sup> que se encuentra dentro de las instalaciones de una Planta Envasadora de GLP (recepción de GLP desde camiones cisterna, almacenamiento en los tanques estacionarios, trasiego/transferencia de GLP, envasado y despacho a granel) deben dar cumplimiento al Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 027-94-EM, el Código NFPA 58, el Código NFPA 70 y el Código Nacional de Electricidad 2006 – Utilización.

En ese sentido, para el presente documento, un lugar clasificado como peligroso es aquella área en la que está presente o se puede esperar que haya una atmósfera de gas explosivo, en cantidades tales que se requieran precauciones especiales para la construcción, instalación y uso del equipo o instalación eléctrica.

## 2. Objetivo

El presente documento contempla la identificación de lugares clasificados como peligrosos debido a la presencia de concentraciones de gases o vapores combustibles en Plantas Envasadoras de GLP; define los espacios en donde estas concentraciones tienen posibilidades de explotar o inflamarse; con el fin de seleccionar adecuadamente la instalación y el equipo eléctrico. No obstante, el presente documento debe considerarse sólo como una guía base.

Las figuras mostradas en el presente documento se muestran a modo de ilustraciones y no deberán ser utilizados como modelo exacto para una instalación real; la responsabilidad en el diseño e instalación es del propietario e instalador. Para información detallada, debe consultarse el Código NFPA 58, el Código NFPA 70, el Código Nacional de Electricidad 2006-Utilización, e incluso otras normas y prácticas recomendadas aplicables a instalaciones eléctricas y lugares clasificados como peligrosos.

---

<sup>1</sup> Aunque una mezcla que tiene una concentración por encima del límite superior de inflamabilidad no es una atmósfera explosiva, puede convertirse fácilmente en tal y, en general, para fines de clasificación de áreas peligrosas, es aconsejable considerarla como una atmósfera de gas explosiva.

### 3. Alcance

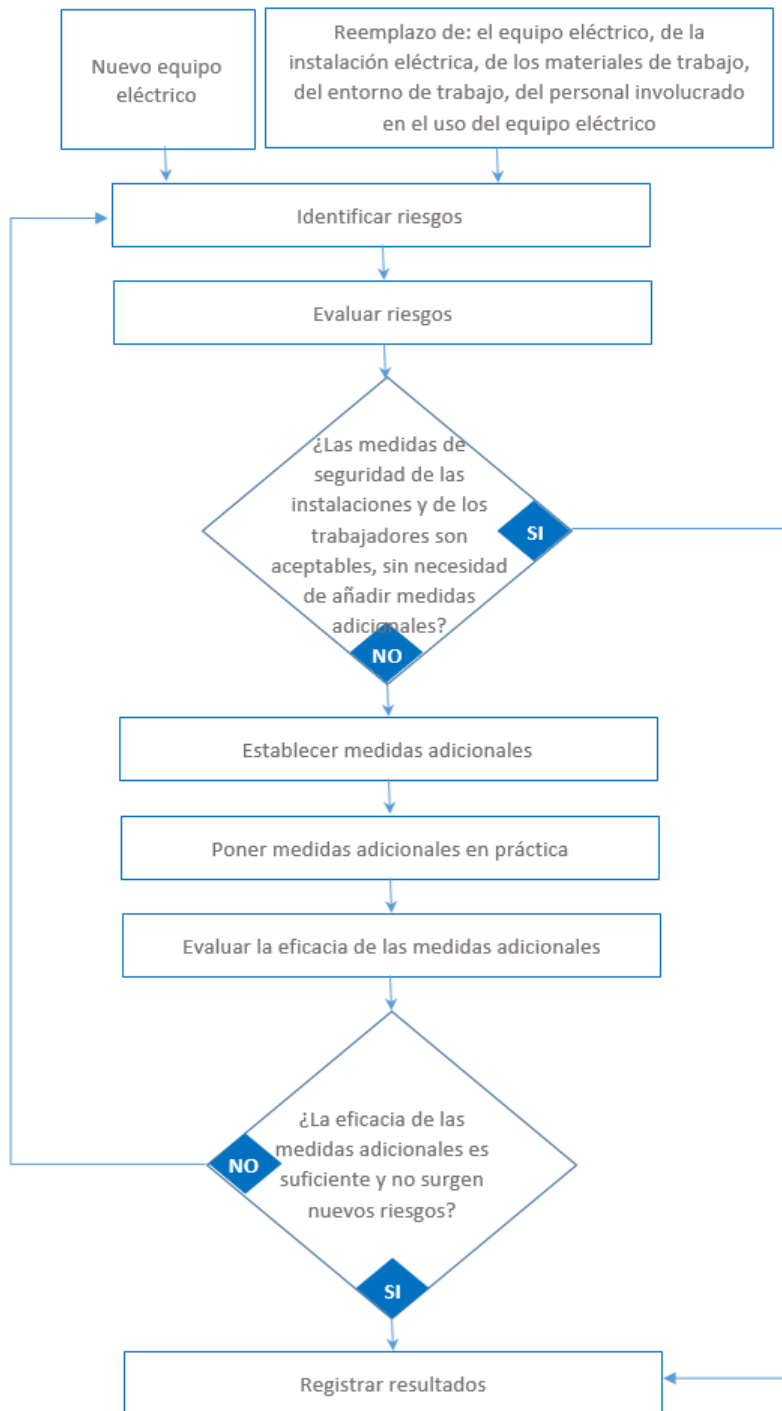
El presente documento cubre la identificación de lugares clasificados como peligrosos en Plantas Envasadoras de GLP, algunos requisitos del cableado y de los equipos eléctricos instalados en los referidos lugares; y donde puede existir riesgo de incendio o explosión debido a la presencia de gases inflamables (GLP) y vapores producidos por líquidos inflamables, en Plantas Envasadoras de GLP.

No se incluyen aspectos relacionados con la protección contra la electricidad estática y los peligros por rayos en lugares clasificados como peligrosos. Para ello, se puede consultar las siguientes normas:

- ▶ Norma para la instalación de sistemas de protección contra rayos, NFPA 780
- ▶ Práctica recomendada sobre electricidad estática, NFPA 77
- ▶ Protección contra igniciones que surgen de rayos estáticos y corrientes parásitas, API RP 2003.

El propietario de la Planta Envasadora de GLP es responsable del cumplimiento de todo lo indicado en el Código NFPA 58, NFPA 70, Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006 y otras aplicables. En caso existieran discrepancias entre lo indicado en el presente documento y lo requerido por la norma NFPA 58, NFPA 70 o el Código Nacional de Electricidad, primará lo requerido por estas normas.

Cabe mencionar que el responsable de la Planta Envasadora de GLP deberá tomar medidas técnicas y organizativas que impidan posibles riesgos eléctricos. Para ello es necesario que se evalúe el potencial de peligro y el riesgo de explosión a consecuencia de las instalaciones y equipos eléctricos instalados, procurando que el entorno de las operaciones en la Planta Envasadora de GLP sea seguro y clasificando los lugares peligrosos de modo que se cumplan las normas aplicables y así garantizar la seguridad durante las operaciones con GLP.



Asimismo, después de la correcta puesta en marcha de los equipos eléctricos, ésta deberá tener la inspección y mantenimiento respectivo para garantizar su seguridad y descartar cualquier posible riesgo. Para ello, el responsable de la Planta Envasadora de GLP deberá mantener documentos específicos de las instalaciones eléctricas y de cada equipo eléctrico (placa de características, instrucciones de uso, instrucciones para el mantenimiento del equipo y/o sistema, certificaciones de ser el caso, etc.) y documentos generales (normas legales y técnicas, estándares, etc.). Toda la documentación de cada producto deberá mantenerse actualizada y guardada a lo largo de toda la vida útil del

equipo y deberá ser puesta a disposición del personal encargado de los trabajos de mantenimiento.

La identificación de lugares clasificados como peligrosos (mediante planos de clasificación de áreas) y; la documentación de los equipos, accesorios e instalación en las áreas peligrosas, ayudará al diseñador, al instalador y a Osinergmin con la verificación del cumplimiento estricto de los requisitos exigidos por la legislación vigente.

## 4. Requerimiento normativo

De conformidad con el Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 027-94-EM, las instalaciones eléctricas, los equipos y materiales que se empleen dentro de las zonas de envasado, almacenamiento de cilindros, tanques estacionarios y otras zonas donde de una u otra forma es factible de producirse escape de GLP, deberán cumplir con las especificaciones del Código Nacional de Electricidad<sup>2</sup>.

Por su parte, el Código Nacional de Electricidad - Utilización 2006 adopta la subclasificación por Zonas, en la Sección 110, con el propósito de lograr una armonización global en la clasificación de áreas. No obstante, en caso se emplee la subclasificación por Divisiones, se deberán aplicar las Reglas J110 del Anexo J. El código considera que ambos sistemas de clasificación ofrecen niveles de seguridades equivalentes<sup>3</sup>. Asimismo, el Código Nacional permite que los equipos marcados como aptos para instalaciones en lugares Clase I, Zona 2, también puedan ser instalados en lugares Clase I, División 2<sup>4</sup>.

Cabe mencionar que el Código Nacional de Electricidad – Utilización, también considera a las zonas de pintado y el almacenamiento de pinturas y solventes, como áreas peligrosas<sup>5</sup> y, prohíbe el uso de equipos eléctricos no esenciales en lugares clasificados como peligrosos<sup>6</sup>. Asimismo, todo equipo de servicios, paneles, tableros y otros equipos

<sup>2</sup> **Artículo 31°** - “El diseño de las instalaciones eléctricas y la selección de los equipos y materiales que se empleen dentro de las zonas de llenado, de almacenamiento de cilindros, de los tanques estacionarios o a una distancia menor de 4.5 m (15 pies) de sus límites, deberá cumplir, además de lo estipulado en el artículo anterior, con las especificaciones de la Clase 1 - Grupo D del Código Nacional de Electricidad.

Los equipos y materiales anti-explosivos utilizados en este tipo de instalaciones, deberán tener inscripciones o certificaciones que indiquen la clase, división y grupo correspondiente a la clasificación de áreas y temperatura de operación y el laboratorio o entidad que aprobó su uso.

Esta condición deberá ser mantenida durante toda la vida útil de las instalaciones”.

**Artículo 57°** - “Todos los elementos de los sistemas eléctricos, en las zonas de llenado, almacenamiento en cilindros o tanques y zonas donde de una u otra forma es factible de producirse escape de GLP, deberán ser fabricados a prueba de explosión y presión de acuerdo a las especificaciones del Código Nacional de Electricidad. (...)”.

<sup>3</sup> Ver Regla 110-000, 110-006 del Anexo B, del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.

<sup>4</sup> Ver Regla 110-000 (5) del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.

<sup>5</sup> **Anexo J120 – 400 Procesos de Acabado, del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.**

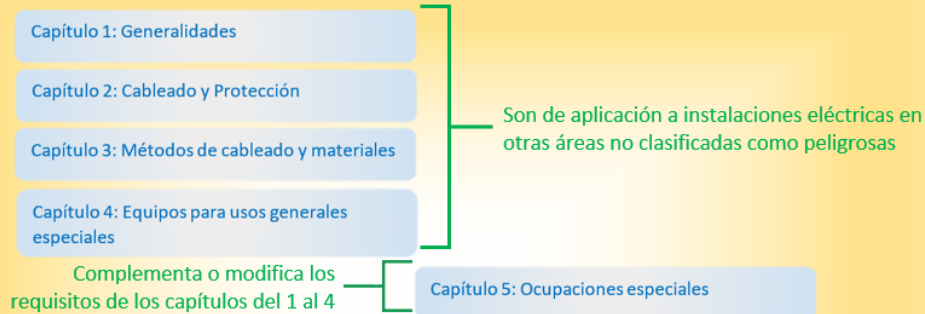
**J120-400 Alcance** “Las Reglas J120-402 hasta la J120-414 se aplican donde pinturas, lacas u otros materiales inflamables son regularmente o frecuentemente aplicados mediante pulverización, inmersión, brocha u otro medio, y donde se utilizan solventes volátiles inflamables o thiners; así como también donde pueden haber depósitos o residuos fácilmente inflamables de pinturas, lacas u otros materiales para acabados”.

<sup>6</sup> Ver Regla 110-056 – Equipos eléctricos no esenciales, del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006



eléctricos similares, en tanto sea práctico, deben estar ubicados en locales o secciones de la edificación donde no existan condiciones peligrosas.

#### Tip Para no Olvidar: Uso de los Capítulos de NFPA 70



El Capítulo 5 establece reglas específicas que deben ser cumplidas en todos los lugares clasificados como peligrosos en la Planta Envasadora de GLP y están por encima de las reglas generales establecidas los capítulos del 1 al 4.

Los capítulos del 1 al 4 son reglas que son de aplicación a instalaciones eléctricas en otras áreas no clasificadas como peligrosas en la planta envasadora de GLP y también complementan los requisitos no indicados en el capítulo 5.

Por su parte, el Código del Gas Licuado del Petróleo – NFPA 58 indica que la extensión del área clasificada debe cumplir con la Tabla 6.25.2.2 Clasificación de áreas Eléctricas<sup>7</sup>.

Por otro lado, la normativa nacional también exige que los equipos y materiales eléctricos instalados en lugares peligrosos, deben tener inscripciones o certificaciones donde se precise su aptitud para el uso en el lugar instalado. Asimismo, precisa que dichas inscripciones deben permanecer durante toda la vida útil de los equipos e instalaciones.

Estas inscripciones y certificaciones aseguran que se cumple con un elevado estándar de seguridad; en distintas partes del mundo existen diferentes normas y reglamentos que dictaminan los procesos de diseño, desarrollo, certificación y fabricación a los que deben someterse los productos a fin de poder lograr una certificación de seguridad eléctrica y aptitud para uso en lugares peligrosos: las más conocidas son ATEX, IECEx, UL y FM.

<sup>7</sup> **Numeral 6.21.3 de la Norma NFPA 58.** Instalación de Equipo Eléctrico. La instalación del equipo eléctrico debe cumplir con 6.25.2. **Numeral 6.25.2.1 de la Norma NFPA 58.** Los equipos y cableado eléctricos instalados en áreas sin clasificar deben cumplir con NFPA 70, Código Eléctrico Nacional. **Numeral 6.25.2.2 de la Norma NFPA 58.** El alcance de las áreas clasificadas eléctricamente debe cumplir con la Tabla 6.23.2.2.



## 5. Clasificación

Existen dos organizaciones principales que establecen estándares sobre la clasificación de lugares peligrosos: IEC/CENELEC y NFPA.

La Unión Europea (UE) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) utilizan la clasificación por Zonas. IEC/CENELEC, conforme a la directiva ATEX, divide las zonas peligrosas en:

Zona 0	Áreas en las que las atmósferas explosivas están continuamente presentes.
Zona 1	La atmósfera explosiva es probable que se presente en operación normal.
Zona 2	Las atmósferas explosivas no son probables de producirse durante una operación normal del proceso y si ocurrieran sería por un corto tiempo.

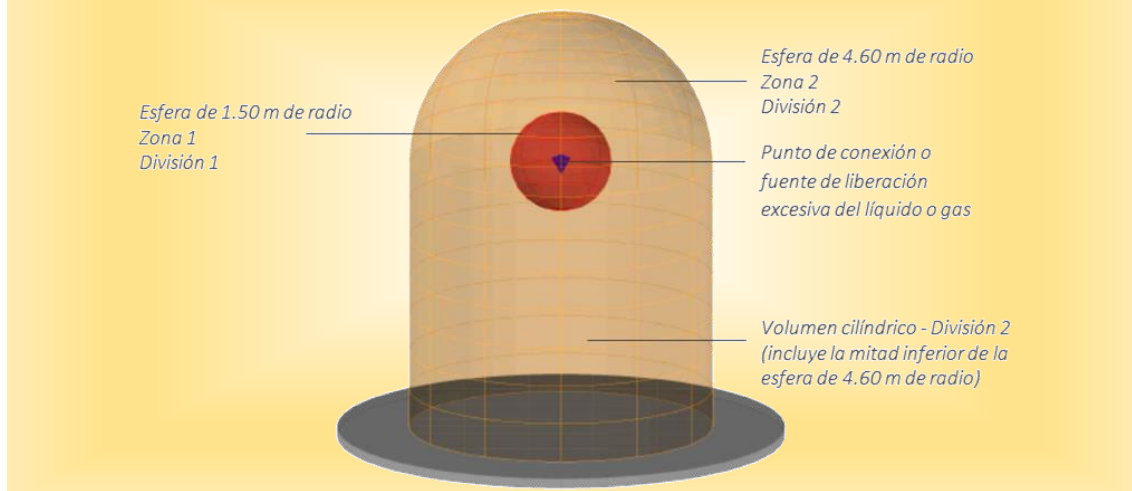
NFPA con el Código Nacional Eléctrico (NEC), divide los lugares peligrosos en Clases de sustancias I, II y III, en función del tipo de material presente. Los lugares Clase I y su clasificación en divisiones<sup>8</sup> corresponden a los encontrados en Plantas Envasadoras de GLP:

Lugares Clase I	Aquellos en que están o pueden estar presentes en el aire, gases o vapores inflamables en cantidades suficientes como para producir mezclas explosivas o inflamables.
División 1	La atmósfera explosiva está presente o es probable que esté presente en la operación normal.
División 2	Considera que la atmósfera explosiva no está presente en operación normal, pero puede presentarse en una operación anormal o accidentes en el proceso.

<sup>8</sup> Ver reglas J110-002 Clasificación y J110-004 División de Lugares Clase I, del Código Nacional de Electricidad–Utilización 2006.

Tip para no olvidar:

Diagrama de la extensión del área clasificada en Plantas Envasadoras de GLP<sup>9,10</sup>



Cabe mencionar que, de acuerdo al Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006, los equipos marcados para Clase I, División 1, son apropiados para las zonas 1 y 2<sup>11</sup>. A su vez los equipos marcados para Clase I, División 2, son apropiados sólo para Zona 2<sup>12</sup>.

Asimismo, todo equipo deberá estar aprobado indicando el tipo específico de protección utilizando un método de identificación por grupos de Gas A, B, C ó D (para la clasificación por División, Clase 1) o grupos expresados como IIA, IIB, y IIC (para la clasificación por Zonas). En Plantas Envasadoras de GLP, la equivalencia de los dos sistemas es: “Grupo D es equivalente al Grupo IIA”.

Grupo D <sup>13</sup>	Comprende atmósferas que contienen acetona, nitrilo acrílico, alcohol, amoníaco, benceno, benzol, butano, dicloruro de etileno, gasolina, hexano, isopreno, vapores solventes de lacas, nafta, gas natural, propano, propileno, estireno, acetato de vinilo, cloruro de vinilo, xileno, u otro gases o vapores de peligrosidad equivalente.
Grupo IIA <sup>14</sup>	Comprende atmósferas que contienen acetaldehído, acetona, nitrilo acrílico, alcohol, amoníaco, benceno, benzol, butano, dicloruro de etileno, gasolina, hexano, isopreno, vapores solventes de lacas, cloruro de vinilo, nafta, gas natural, propano, propileno, estireno, acetato de vinilo, xilenos, u otros gases o vapores de peligrosidad similar.

<sup>9</sup> Ver Figura A.6.25.2.3 Alcance del área eléctricamente clasificada, de la norma NFPA 58, Edición 2020.

<sup>10</sup> Muros sin perforaciones, techo o división sólida hermética al vapor, cortan el área clasificada y no es posible extender el área clasificada.

<sup>11</sup> Numeral 110-006 División de Lugares Clase I, del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.

“(a) Zona 0, aquellos lugares en los que están presentes atmósferas explosivas, permanentemente o por largos periodos.

(b) Zona 1, aquellos lugares en los cuales:

(i) Es probable que se formen atmósferas explosivas durante la operación normal; o (...)

(c) Zona 2, comprende los lugares Clase I en los cuales: (...)

(ii) Se manipulan, procesan o utilizan líquidos volátiles inflamables, gases inflamables o vapores normalmente confinados en contenedores o sistemas cerrados, de los que pueden escapar sólo en casos de rotura accidental de tales contenedores o colapso de los sistemas cerrados, o por la operación anormal de los equipos empleados en la manipulación, procesamiento o utilización de dichos líquidos o gases; o (...).”

<sup>12</sup> Anexo B del Código Nacional de Electricidad – Notas para las Reglas del Código.

Sección 110: Lugares Peligrosos, Numeral 110-052, 110-098, 110-150. (Anexo B, pág. 21 de 49).

<sup>13</sup> Ver Regla 110-050(3)(d) Equipo Eléctrico, del Código Nacional de Electricidad - Utilización 2006.

<sup>14</sup> Ver Regla 110-050(2)(c) Equipo Eléctrico, del Código Nacional de Electricidad - Utilización 2006.




Además de la clasificación para separar los gases, vapores y polvos en grupos, se deberá verificar la temperatura externa máxima de equipo o un código de temperatura:

Código de Temperatura	T1	T2	T2A	T2B	T2C	T2D	T3	T3A	T3B	T4	T4A	T5	T6
Máxima Temperatura Superficial, °C	450	300	280	260	230	215	200	180	165	135	120	100	85

Cabe mencionar que equipos de Grupo IIB o Grupo IIA pueden ser utilizados, siempre que la temperatura de inflamación de la mezcla gaseosa sea más elevada que la temperatura máxima superficial.

## Programa de estandarización IECEx

IECEx es un marco único de certificación global basado en estándares internacionales IEC. Sirve para países cuyos estándares nacionales son idénticos o muy parecidos a los de la IEC. A continuación, se presenta algunas similitudes y diferencias existentes entre los tres estándares globales más importantes.

	ATEX	NEC/CEC	IECEx
<b>Clasificación de zona</b>	Zona	Zona, Clase y División	Zona
<b>Aceptación</b>	Unión Europea	Norteamérica (NEC) y Canadá (CEC)	En todo el mundo con variaciones en cada país; en Australia/Nueva Zelanda sin variaciones
<b>Marcado de Conformidad</b>	 Ver nota 15	 Los símbolos C y US a cada lado indican que esta aprobación se aplica tanto para el mercado estadounidense como para el canadiense.	
Respecto al mercado de conformidad de otras regiones, en concordancia a la normativa para áreas clasificadas de cada país, se pueden encontrar: CNEEx, NEPSI, TIIS, ExEAC, GOST R-Ex, INMETRO, entre otros.			

## 6. Mercado (Rotulado)

De acuerdo a la clasificación de áreas peligrosas, por zonas o divisiones, se tiene los siguientes requerimientos de mercado, conforme lo establecido en el Código Nacional de Electricidad – Utilización<sup>16</sup>.

<sup>15</sup> El mercado CE es obligatorio y debe colocarse antes de asignar el equipo para su distribución en el mercado o antes de ponerlo en funcionamiento. Para permitir la libre circulación de mercancías, el mercado CE y Ex debe figurar en el equipo.

<sup>16</sup> Ver Reglas 110-052 Mercado (Rotulado) y J110-052 Mercado o Rotulado

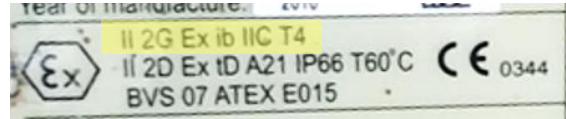
## Clasificación por zonas

El equipo destinado a las zonas peligrosas debe ser marcado con los siguientes símbolos:


- ✓ Los símbolos Ex o EEx.
- ✓ Símbolos para indicar el método o métodos de protección utilizados.
- ✓ Símbolo del grupo de gas.
- ✓ Símbolo para la temperatura nominal para equipos del tipo que producen calor.

### Condición Segura

Marcado ATEX de un terminal de pesaje, en el que se indica que es apto para áreas clasificadas.



## Interpretación del tipo de marcado ATEX

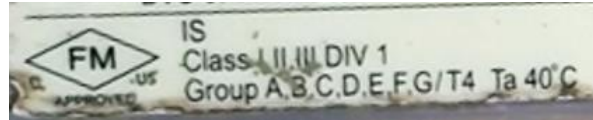
	Distintivo CENELEC, muestra que el equipo es adecuado para su instalación en atmósferas potencialmente explosivas.
II	<b>Grupo del equipo</b> II: en industrias de superficie; I: En minería o industrias bajo el suelo.
2	<b>La categoría del equipo indica la zona en la que este puede utilizarse</b> Gas: Zona 0 = 1; Zona 1=2; Zona 2=3
G	G = Probada para atmósferas de gas; D = Probada para atmósferas de polvo.
Ex	Equipos eléctricos a prueba de explosiones; a veces, se indica como EEx. La E adicional hace referencia al certificado europeo de conformidad con los estándares armonizados.
Ib	<b>Tipo de protección contra ignición</b> i = Seguridad intrínseca; se refiere a la ausencia de la energía de ignición mínima para causar una chispa durante el funcionamiento normal o en caso de avería. ia = Seguridad intrínseca; en caso de que fallen dos medidas de seguridad. Para su uso en zonas peligrosas con la clasificación de "Zona 0", "Zona 1" y "Zona 2". ib = Seguridad intrínseca; en caso de que falle una medida de seguridad. Para su uso en las zonas peligrosas con la clasificación de "Zona 1" y "Zona 2". d = Carcasa a prueba de fuego que puede soportar una explosión y evitar su propagación. e = Carcasa de mayor seguridad en la que no se produce ninguna chispa ni existe superficie caliente alguna durante el funcionamiento normal. m = Encapsulado; todos los componentes están encapsulados.
IIC	<b>Gases Clasificados en Grupos de explosión</b> I = metano II: Todos los demás gases. <b>Para los modos de protección "d" e "i", el grupo II se subdivide en IIA, IIB, IIC.</b> IIA = P. ej., propano; IIB = P. ej., etileno; IIC = P. ej., hidrógeno y acetileno El material marcado IIB se adapta a las aplicaciones que exigen materiales IIA. Igualmente, IIC se adapta para IIA y IIB.
T4	<b>Clase de temperatura de la superficie:</b> Corresponde a la temperatura de la superficie de trabajo máxima del producto. T1 = 450 °C; T2 = 300 °C; T3 = 200 °C; T4 = 135 °C; T5 = 100 °C; y T6 = 85 °C

## Clasificación por divisiones


El equipo eléctrico aprobado para utilizarse en lugares peligrosos debe estar marcado indicando la Clase, y para los lugares Clase I, el grupo, o el gas específico para el cual el equipo ha sido aprobado.

### Condición Segura

Marcado NEC de un terminal de pesaje, en el que se indica que es apto para áreas clasificadas



## Interpretación del tipo de marcado norteamericano

	<b>Marcado del organismo que otorgó la conformidad.</b> Asesor de conformidad certificado NRTL.
IS	<b>Tipo de protección</b> IS = Seguridad intrínseca XP = A prueba de explosiones AIS = Aparato asociado con conexiones intrínsecamente seguras
DIV 1	<b>Clasificación de divisiones:</b> Indica la probabilidad de que pueda existir una sustancia inflamable. División 1: Presente durante el funcionamiento normal. División 2: Presente durante el funcionamiento anormal.
Group D	<b>Grupo de sustancias de explosión:</b> desde A a D = Gas, desde E a G = Polvo D = Propano
T4	<b>Clase de temperatura:</b> Corresponde a la temperatura de trabajo máxima del producto. T1 = 450 °C; T2 = 300 °C; T2a = 300 °C; T2b = 260 °C; T2c = 230 °C; T2d = 215 °C; y T3 = 200 °C T3a = 180 °C; T3b = 165 °C; T3c = 160 °C; T4 = 135 °C; T4a = 120 °C; T5 = 100 °C; y T6 = 85 °C
Ta 40 °C	Ta = Temperatura ambiente. Para la figura mostrada, "Ta" está definida en 40 °C.

La placa de identificación de cada accesorio o producto debe estar protegido a fin de evitar que se deteriore con el tiempo debido a que, si no es posible visualizar la información contenida por el deterioro, no se puede acreditar que el equipo es apto para áreas clasificadas y por lo tanto debe ser reemplazado.

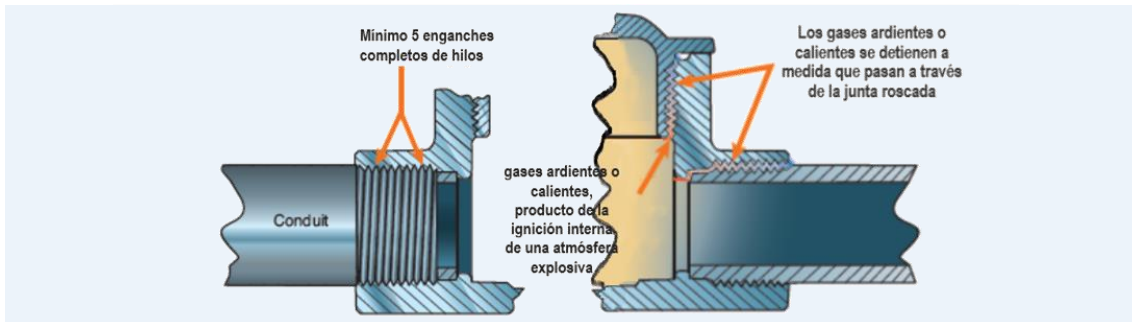
## 7. Sistema de alambrado

### Métodos de alambrado – División 1

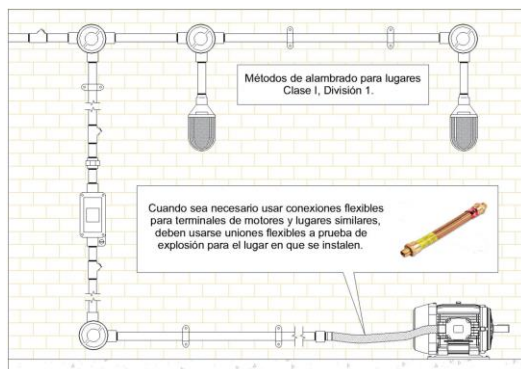
A fin de mantener la naturaleza antiexplosiva de la instalación eléctrica, es necesario que todos los dispositivos estén conectados mediante tubería metálica pesada rígida roscada<sup>17</sup>, a una tubería pesada metálica flexible a prueba de explosiones, o a un cable

<sup>17</sup> Regla J110-104 Métodos de Alambrado para Lugares Clase I, División 1, del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.  
 "(1) El método de alambrado debe ser con tubería metálica pesada rígida roscada o cables aprobados para lugares peligrosos asociados con collarines de cable aprobados para el lugar peligroso particular.  
 (2) Todas las cajas, uniones y juntas deben ser roscadas para conectarse con tuberías o collarines de cable, y deben ser a prueba de explosión con cajas y accesorios aprobados para lugares Clase I.

"HL<sup>18</sup>" aprobado (cables aprobados para lugares peligrosos asociados con prensaestopas de cable aprobados para el lugar peligroso particular<sup>19</sup>). La tubería debe ser de roscado ahusado y con por lo menos cinco hilos completamente endentados<sup>20</sup>. Todos los accesorios en estas zonas, deben ser aptos para áreas clasificadas.



En caso de existencia de tomacorrientes y enchufes, éstos también deberán estar aprobados para su uso en lugares Clase I<sup>21</sup>.



Cuando sea necesario usar conexiones flexibles para terminales de motores y lugares similares, deben usarse uniones flexibles a prueba de explosión para el lugar en que se instalen.



Cordón flexible listado para uso extra-pesado

(3) Las uniones roscadas deben tener al menos cinco hilos completamente engrazados y no debe usarse la parte de roscado recto. (...)"

Ver Regla J110-152 Métodos de Alambrado, Clase I, División 2, del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.

<sup>18</sup> HL: Hazard Locations.

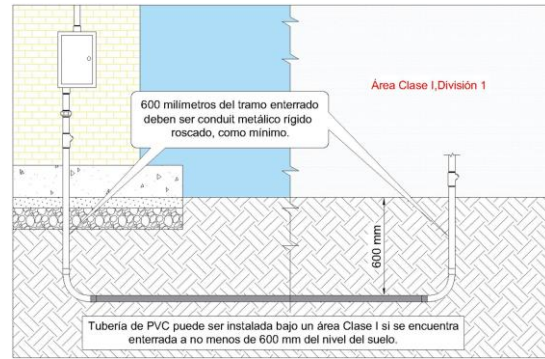
<sup>19</sup> Regla JB110-104 del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.

Los cables aprobados para lugares peligrosos son adecuados para todo tipo de lugares peligrosos, pero los dispositivos terminales deben estar aprobados para cada lugar peligroso en particular.

<sup>20</sup> Regla 110-106 Métodos de Alambrado, Clase I, Zona 1, del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.

<sup>21</sup> Reglas J110-122, Tomacorrientes y Enchufes, Clase I, División 1, respectivamente, del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.

Se permite usar conduit tipo PVC siempre que tenga una cubierta de mínima de 600 mm, medidos desde la parte superior del conduit hasta el nivel del suelo. Además del requisito anterior, se deberá utilizar conduit metálico rígido roscado en los últimos 600 mm del tramo enterrado y hasta que salga del suelo, conectándose con la tubería que vaya por encima del nivel de suelo.



Las cajas y demás accesorios deben estar aprobados para ubicaciones Clase I, División 1.

## Métodos de alambrado – División 2

Todos los dispositivos deberán estar conectados mediante tubería metálica pesada rígida roscada<sup>22</sup>, o a un cable "HL"<sup>23</sup> aprobado (cables aprobados para lugares peligrosos asociados con prensaestopas de cable aprobados para el lugar peligroso particular<sup>24</sup>). Todos los accesorios en estas zonas, deben ser aptos para áreas clasificadas, según el lugar que corresponda.

### Tip para no Olvidar

#### Cables permitidos por el Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.

Clase 1, División 1 (Regla J110-104)	Clase 1, División 2 (Regla J110-152)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Cables aprobados para lugares peligrosos, con prensaestopas de cable aprobados para el lugar peligroso particular.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cables aprobados para lugares peligrosos con sus prensaestopas asociados, aprobados para el lugar peligroso particular.</li> <li>Cables tipo TC o similar instalados en bandejas de acuerdo con la Regla 070-2204.</li> <li>Cables con armadura tipo ACWU o similar, con sus prensaestopas asociados que cumplan con la Regla 110-150.</li> <li>Otro permitido por la regla J110-152.</li> </ul>

<sup>22</sup> Ver Regla J110-152 Métodos de Alambrado, Clase I, División 2, del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.

<sup>23</sup> HL: Hazard Locations.

<sup>24</sup> Regla JB110-104 y JB110-152 del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.

Los cables aprobados para lugares peligrosos son adecuados para todo tipo de lugares peligrosos, pero los dispositivos terminales deben estar aprobados para cada lugar peligroso en particular.



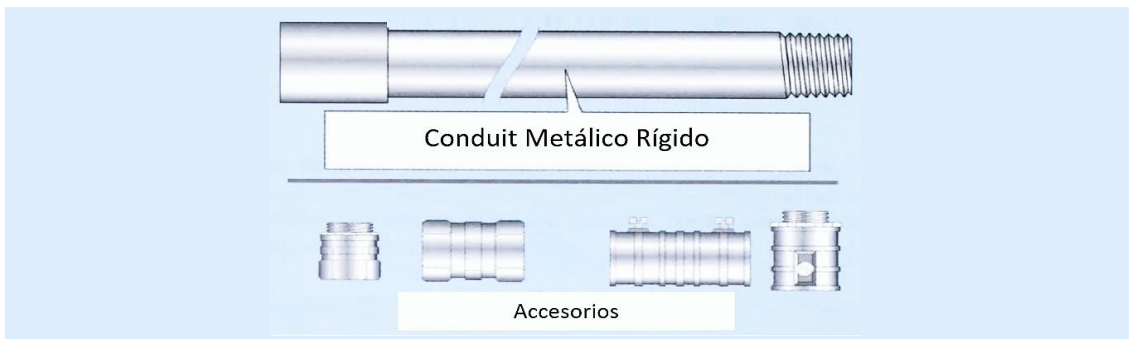
En caso de existencia de tomacorrientes y enchufes, éstos también deberán ser aprobados para áreas clasificadas, Clase I, División 1<sup>25</sup>.



## Sujeción y soportes de los sistemas conduit metálico rígido

El conduit metálico rígido, los codos, acoples, así como los accesorios instalados deberán ser de tamaño igual o superior a ½ pulgada<sup>26</sup> y deberán estar listados<sup>27</sup>.

El uso incorrecto de accesorios no solo es peligroso, sino que va en contra del Código Eléctrico, por ello deben seleccionarse considerando se cumplan los requisitos de su aplicación.



Soportes tales como abrazaderas metálicas deberán ser colocados entre las cajas de paso u otros accesorios, además deberán estar protegidas contra la corrosión<sup>28</sup>.



Fuente: Figura 314.4, de Handbook NFPA 70, edición 2017

<sup>25</sup> Reglas J110-122 y J110-174, Tomacorrientes y Enchufes, Clase I, División 1 y 2, respectivamente, del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.

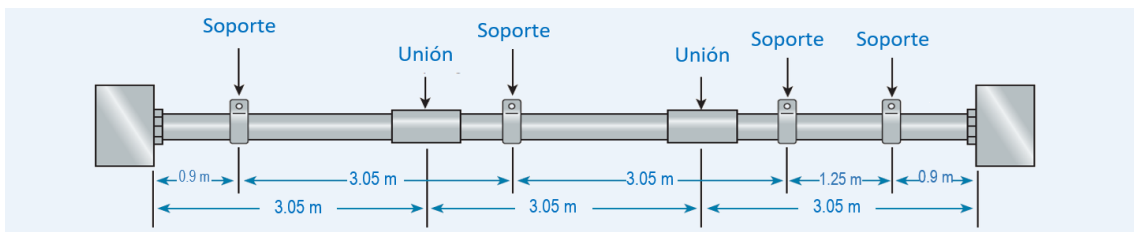
<sup>26</sup> Regla 344.20 de Código NFPA 70, edición 2020; Tamaño

<sup>27</sup> Regla 344.6 de Código NFPA 70, edición 2020; Requisitos de Listado

<sup>28</sup> Regla 314.23 de Código NFPA 70, edición 2020; Soportes

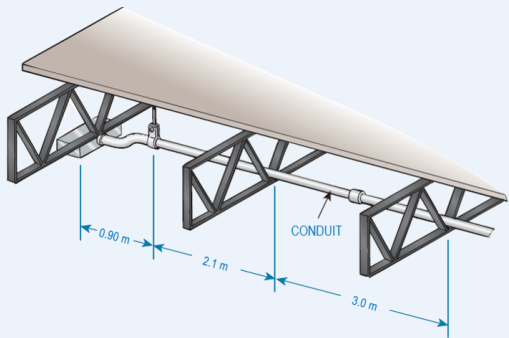
El conduit, ensambles de cables, cajas de paso y accesorios se deberán asegurar y sujetar en su lugar; los medios de soporte que se utilicen deberán estar firmemente sujetos en su lugar, proporcionando soporte vertical para el peso del sistema y asegurando que no ocurran movimientos horizontales o balanceos; con lo cual se da una suficiente protección al sistema<sup>29</sup>.

El conduit metálico rígido debe estar fijado de manera segura a una distancia que este dentro de 0.90 metros de cada caja de salida, caja de conexiones, dispositivos, gabinetes u otra terminación. En condiciones particulares y excepcionalmente esta distancia puede incrementarse hasta 1.5 metros<sup>30</sup>.



Asimismo, en tramos rectos de conduit, la distancia entre soportes deberá ser de 3.05 metros o según la siguiente tabla, siempre y cuando estos soportes eviten la transmisión de esfuerzos a la terminación:

Tamaño comercial	Distancia máxima entre soportes (metros)
½ - ¾	3.0
1	3.7
1 ¼ - 1 ½	4.3
2 - 2 ½	4.9



<sup>29</sup> Regla 300.11 de Código NFPA 70, edición 2020; Sujeción u Soportes

<sup>30</sup> Regla 344.30 de Código NFPA 70, edición 2020; Sujeción y Soporte

Los tramos verticales de conduit deberán estar sostenidos y fijados de manera segura en la parte superior e inferior del tramo, y con soportes adicionales a intervalos que no excedan los 6 metros.

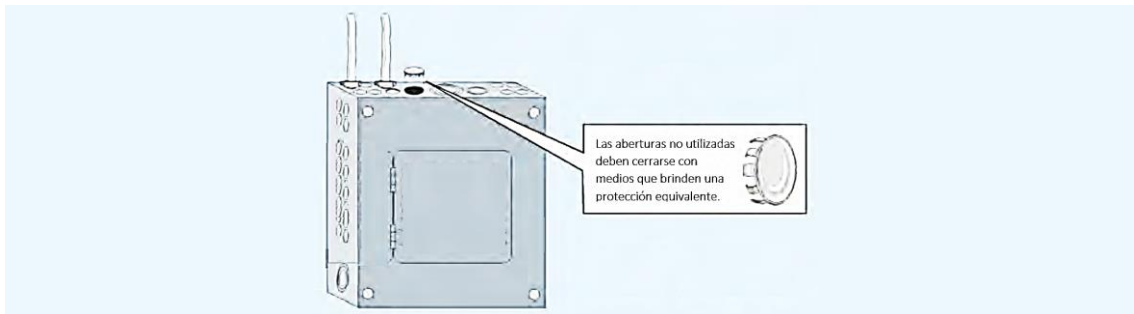
Asimismo, las canalizaciones deberán ser continuas entre las cajas de paso, accesorios u otros encerramientos o salidas<sup>31</sup>.

**Condición Segura**

La tubería vertical, que conduce al cableado eléctrico, se encuentra fijada mediante abrazaderas.



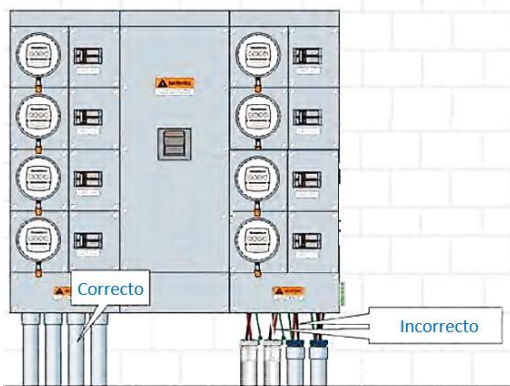
Los conductores que entren en los envolventes se deben cerrar utilizando accesorios aprobados para su uso. En ese sentido las aberturas de los envolventes que no sean utilizados deberán contar con tapones listados o aprobados para tal fin<sup>32</sup>.



**Condición Insegura**

Los cables eléctricos, no se encuentran totalmente protegidos mediante tubería Conduit (se muestran cables expuestos).

Instalación a la entrada de la cubierta del equipo eléctrico.



<sup>31</sup> Regla 300.12 del Código NFPA 70, edición 2020; Continuidad mecánica de las canalizaciones y salidas.

<sup>32</sup> Regla 312.5 (A) de Código NFPA 70, edición 2020; Aberturas que se deben cerrar.

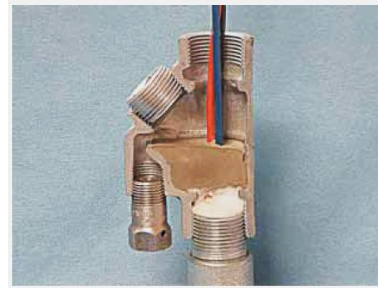
## Sellado para los sistemas de alambrado

El sellado del alambrado en instalaciones eléctricas (tanto de conduits como de cables eléctricos), evita el paso de gases, vapores o llamas de una parte de la instalación eléctrica a otra. Asimismo, restringe y evita así, en caso de explosión interna, que la llama que se genera en el envolvente no se extienda a través de aquella área (caja o tubería).

### a. Sellado de los conductores

El sello cortafuego debe ser instalado junto con el compuesto sellante y la fibra retenedora, puede colocarse de manera vertical u horizontal, de acuerdo al diseño de la instalación eléctrica. El espesor mínimo del compuesto de sellado en el sello terminado deberá ser mayor al diámetro nominal de la tubería donde se instale el sello, pero en ningún caso deberá ser menor de 20 mm<sup>33</sup>.

#### Diagrama referencial de la instalación de un sello cortafuego



Fuente: Figura 501.9, de Handbook NFPA 70, edición 2017

Estos sellos se deberán colocar en áreas clasificadas, Clase I, División 1 o División 2, en los siguientes casos<sup>34</sup>:

Aplicación	Ubicación del Sello
Envoltorio de Interruptor Envoltorio del Interruptor Automático Envoltorio de Fusible	En cada tendido de tubería que entra en una cubierta que requiere ser a prueba de explosión, en ningún caso a más de 45 cm de la cubierta, con ninguna caja de empalme o cubierta similar en el recorrido de la tubería entre el accesorio sellador y la cubierta del aparato.

<sup>33</sup> Regla J110-106 Sellado para Lugares Clase I, División 1, del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.  
“(…)”

(4) Cuando se requiera instalar sellos, estos deben cumplir con lo siguiente:

(a) Deben ser hechos:

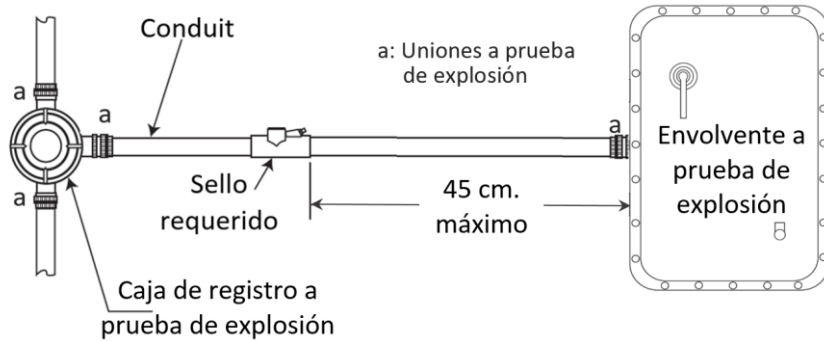
(i) En un accesorio sellador preparado en obra, el cual debe ser accesible y adecuado al lugar donde se instalará; o  
 (ii) En un accesorio sellador provisto como parte de una cubierta aprobada, y cuando el sello ha sido hecho en fábrica la cubierta debe estar rotulada indicando que incluye el sello, con excepción de los motores y generadores aprobados para un determinado lugar que no requieren incluir esta indicación. (…)

(b) Los compuestos selladores deben estar fabricados y aprobados para tal fin y deben ser adecuados para resistir las condiciones atmosféricas, líquidos y demás condiciones del lugar en que van a instalarse, y su punto de fusión no debe ser menor de 93 °C;

(c) En el sello acabado, el grosor del compuesto sellador no debe ser menor que el diámetro nominal de la tubería pesada y en ningún caso menor de 20 mm de diámetro nominal; (…)”

<sup>34</sup> Regla J110-106 Sellado para Lugares Clase I, División 1 del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.  
 Regla J110-154 Sellado, Clase I, División 2 del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.

Aplicación	Ubicación del Sello
Envoltorio de Relé Envoltorio de Resistencia Equipo de Arco y Chispa Equipo a Alta Temperatura	Entre el accesorio de sellado y el envoltorio a prueba de explosión solo deben permitirse uniones a prueba de explosión, acoples, reductores, codos, codos con casquillo y cuerpos de conduit similares a los tipos en L, en T y en cruz que no sean mayores que el tamaño comercial del conduit.



Aplicación	Ubicación del Sello
Envoltorio a prueba de explosión que contiene contactos (que pueden producir arcos o chispas) que están sellados herméticamente contra la entrada de gas o vapor. El equipo deberá contar con sello de fábrica y estar identificado para esa ubicación (Clase 1, División 1 ó; Clase 1, División 2) y marcada con el texto: "Sellado en Fábrica (Factory Sealed)", "No Requiere Sello (Seal not Required)", "Lleva Sellado de Fábrica (Leads Factory Sealed)" ó equivalente <sup>35</sup> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ En tramos de conduit más pequeños que el tamaño comercial 2, no se requiere sello.</li> <li>✓ Si el conduit es de tamaño comercial 2 o más grande, la ubicación del sello será en el tramo de conduit dentro de las 18 pulgadas desde el envoltorio.</li> </ul>

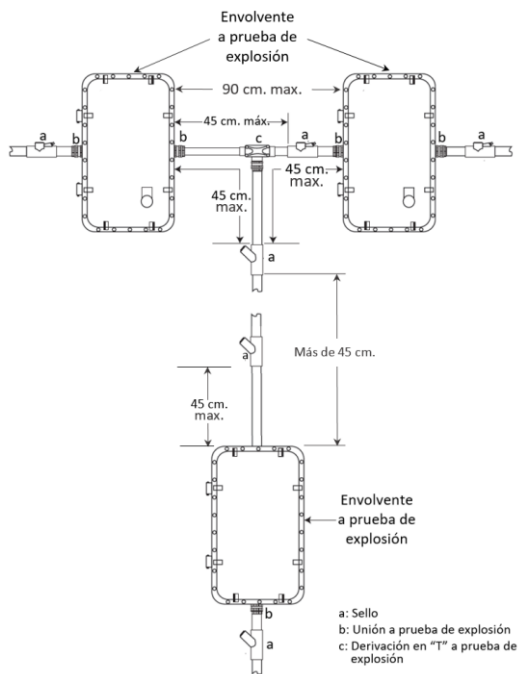


<sup>35</sup> Reglas 501.15(A)(1)(1)(3) y 501.15(A)(1)(2) de NFPA 70, edición 2020.

### Aplicación

Dos envoltentes a prueba de explosión con un tramo de conduit entre ellos de más de 90 cm.

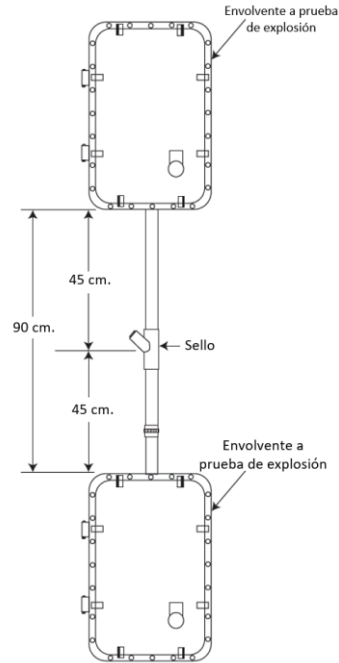
Dos envoltentes a prueba de explosión con un tramo de conduit entre ellos de 90 centímetros o menos.



### Ubicación del Sello

En el tramo de conduit dentro de los 45 cm. desde cada envoltente

En el tramo de conduit dentro de los 45 cm desde cada envoltente. Se permite usar un solo sello siempre que el sello esté dentro de los 45 cm desde cada envoltente

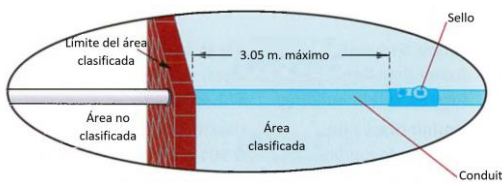


### Aplicación

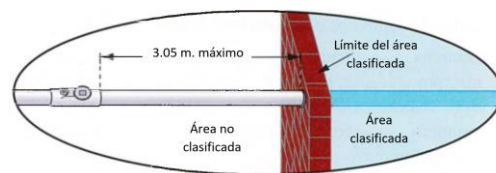
Tramo de conduit que sale de un lugar "División 1" ó "División 2"

### Ubicación del Sello

No más de 3.05 metros de cualquier lado del perímetro del lugar en mención. No se permiten uniones, acoplamientos, cajas o accesorios (que no sean reductores a prueba de explosión) entre el accesorio del sello y el punto donde el conduit sale del área "División 1".



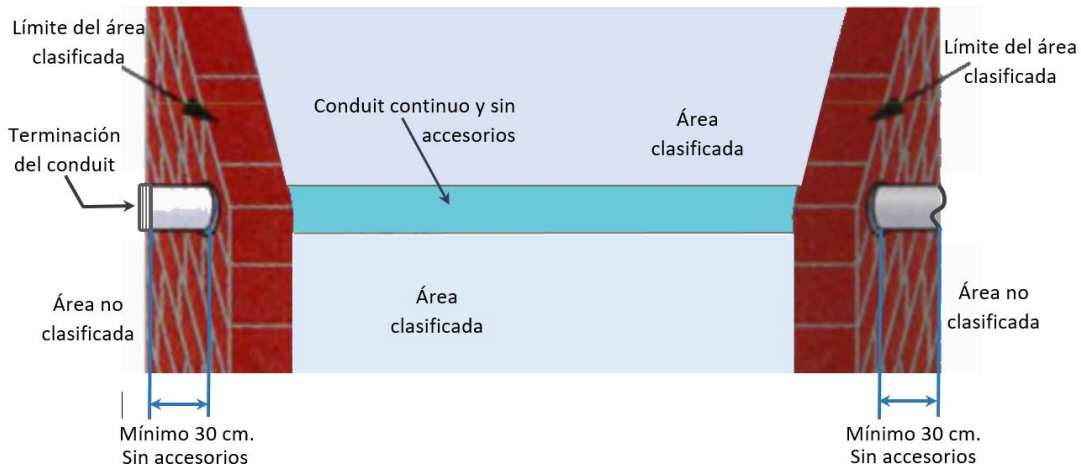
ó



### Excepción

No requiere sello en los puntos finales del conduit metálico rígido; que cumpla todas las siguientes condiciones:

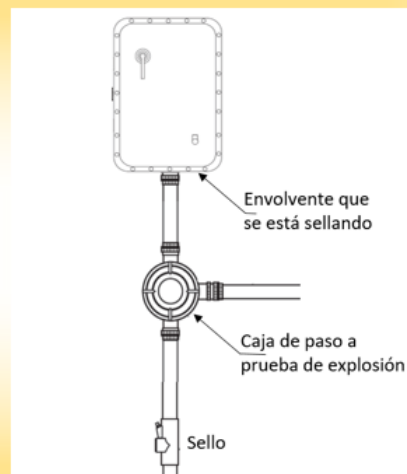
- ✓ Que pase completamente a través de un lugar "Clase I, División 1 ó División 2".
- ✓ Que el conduit sea continuo e ininterrumpido, es decir que no contenga uniones, acoplamientos, cajas o accesorios
- ✓ Que no contenga ningún accesorio instalado dentro de los 30 cm, medidos desde el límite del área clasificada hacia afuera del límite. Esta condición debe cumplirse en ambos lados del límite del área clasificada.
- ✓ Que los puntos de terminación del conduit estén ubicados en áreas no clasificadas.



### Tip para no Olvidar

Los accesorios aceptables para instalarse entre el sello y el envoltorio se seleccionan sobre la base de que su volumen interno es lo suficientemente pequeño como para evitar la acumulación de cualquier volumen peligroso de gas o vapor (GLP).

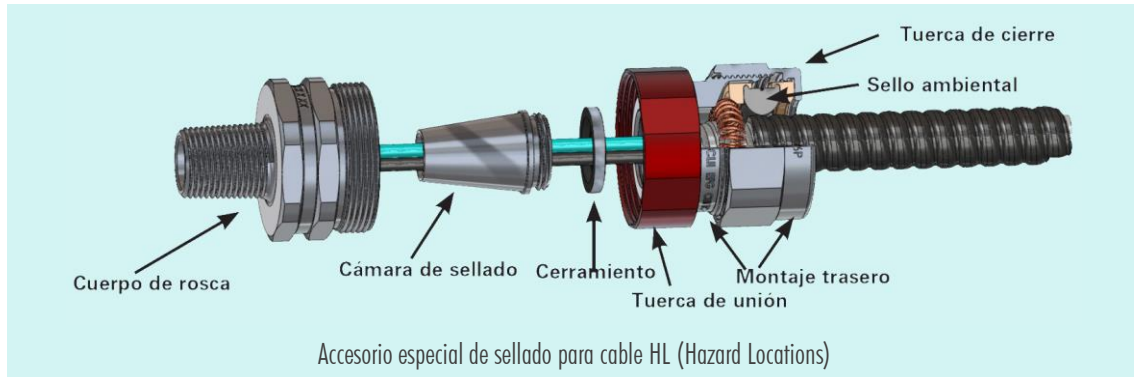
Las uniones, los acoplamientos roscados, reductores y codos, aptos para áreas clasificadas, son accesorios permitidos entre el sello y el envoltorio. Se puede conectar un bushing en la entrada de un conduit a un envoltorio para que el bushing esté conectado entre el sello y el envoltorio. Entre el sello y el envoltorio que se está sellando no se deberá instalar una caja o cualquier otro similar de mayor volumen.



**Instalación incorrecta**

## b. Sellado para cables

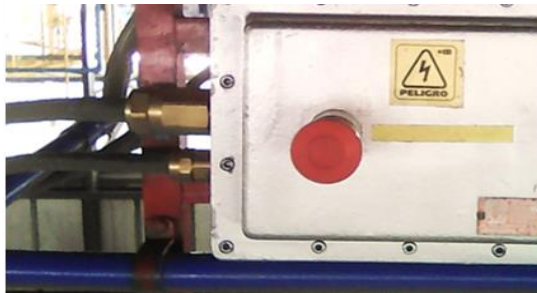
Todo cable debe ser sellado en el punto de entrada a una cubierta que se requiere que sea a prueba de explosión<sup>36</sup>. El sellado puede ser realizado en un prensaestopas de cable (collarín) aprobado para lugares peligrosos Clase 1<sup>37</sup>, el cual debe ser accesible.



Algunos diseños de collarines de cables incluyen un sello integral y están rotulados como "SL" para indicar que el sello está incluido en el collarín del cable. Diseños que requieren un sello preparado en obra o hecho en fábrica tienen la designación del grupo marcada en estos componentes. Como las características de un sellado apropiado puede lograrse de diferentes maneras, deben seguirse las instrucciones del fabricante<sup>38</sup>.

### Condición Segura

Instalación de prensaestopas en la caja de conexiones.



### Condición Segura

Instalación de prensaestopas en el cableado de los pulsadores.



<sup>36</sup> Regla J110-106 Sellado para Lugares Clase I, División 1 del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.

"(...)

(2) El paso de gases, vapores o llama en cables con aislamiento mineral está inherentemente prevenido por las características constructivas del cable, pero debe usarse un compuesto sellador en los collarines de cable a fin de impedir el ingreso de humedad y otros fluidos en el aislamiento del cable, los sellos deben ser adecuados y aprobados para las condiciones existentes en el lugar que se utilicen."

Ver Regla J110-154(2) Sellado, Clase I, División 2 del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.

<sup>37</sup> Ver Regla JB110-106(4)(a) del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.

<sup>38</sup> Ver Regla JB110-106(3)(c) y JB110-154(3)(c), del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.



## 8. Equipos eléctricos<sup>39</sup>

En la Plataforma de envasado, zona de tanques de almacenamiento, zona de trasiego, tuberías de procesos, bombas y compresores, áreas de almacenamiento de cilindros, áreas de pintado, entre otras de la Planta Envasadora de GLP, se pueden encontrar áreas con Clase I, División 1 y División 2.

Los equipos eléctricos ubicados en áreas clasificadas deben contar con la inscripción o certificación donde se indique la clase, división y grupo correspondiente a la clasificación de áreas y temperatura de operación y; el laboratorio o entidad que aprobó su uso<sup>40</sup>.

Los equipos eléctricos usualmente instalados en áreas clasificadas dentro de la Planta Envasadora de GLP son:

- ✓ Balanzas eléctricas utilizadas para envasado o comprobación de peso.
- ✓ Motores eléctricos: en la cabina de pintado (para recirculación de agua, como extractor de aire), en equipos de pintado (sistema airless), para la cadena transportadora de cilindros, para el compresor de GLP, para la bomba de GLP.
- ✓ Equipos de termosellado, luminarias, interruptores, videocámaras, medidor másico, detectores continuos de presencia de gases, entre otros.



### Condición Segura

Marcado de interruptor, el cual indica que es apto para áreas clasificadas. Se visualiza que incluye la siguiente información:

- ✓ Clase 1, Grupo D, División 1 y 2.

En la plataforma de envasado, el área de tanques u otra zona con presencia de atmósfera explosiva, está prohibido el uso de celulares, cámaras fotográficas y/o radios portátiles no aptos para áreas clasificadas, y en general, todo elemento que pueda generar un punto de ignición<sup>41</sup>.

## Equipos de iluminación<sup>42</sup>

Los artefactos de alumbrado contienen dos posibles fuentes de ignición: las superficies de lámparas calientes y en caso de quebrarse la lámpara, un filamento caliente se quema, produciendo una combinación de calor intenso y chispas.

<sup>39</sup> Regla J110-050 Equipos Eléctricos, del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.

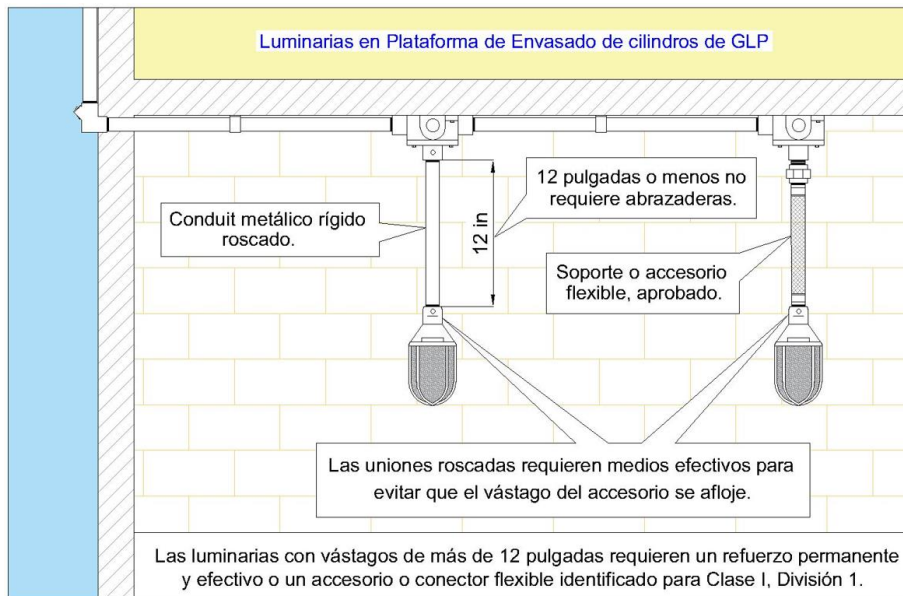
*“(1) Cuando en esta Sección se requiera que el equipo eléctrico sea aprobado para la Clase de lugar, también lo debe ser para el gas, vapor o polvo que puede estar presente (...)”.*

<sup>40</sup> Artículo 31° del Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 027-94-EM.

Artículo 57° del Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 027-94-EM.

<sup>41</sup> Regla J110-056 Equipos Eléctricos no Esenciales *“(1) Ningún equipo eléctrico debe instalarse en lugares peligrosos, a menos que sea esencial para el proceso o procesos que se realizan en dichos lugares”.*

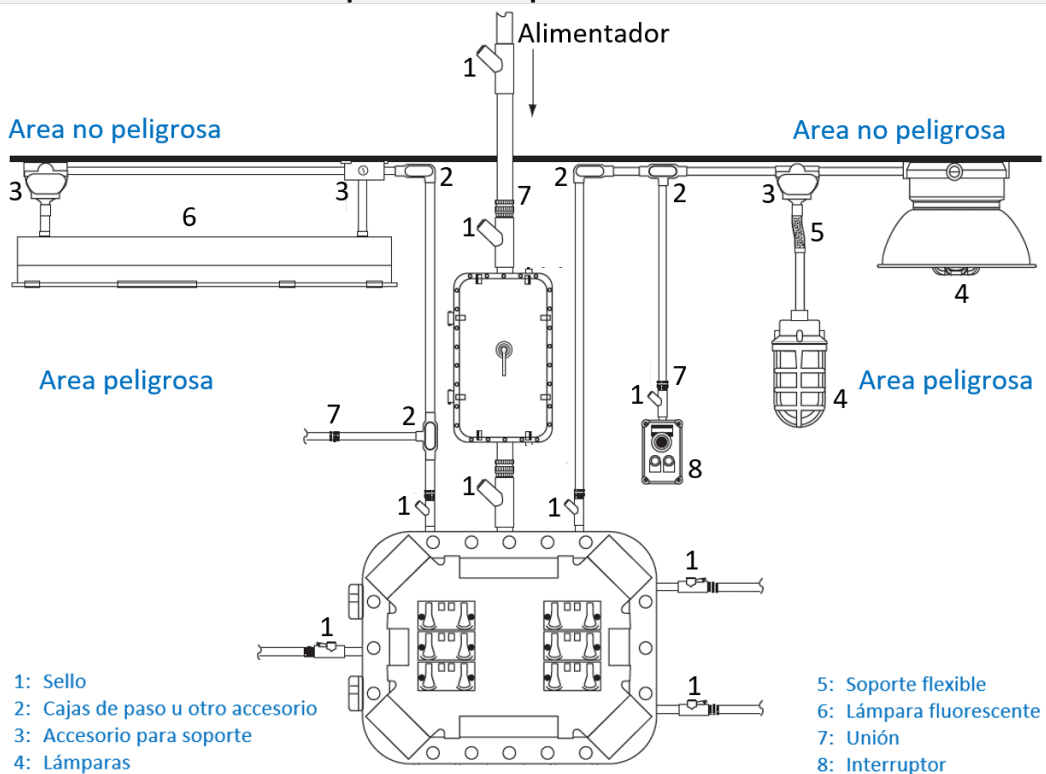
<sup>42</sup> Reglas J110-116 y J110-168 Artefactos de Iluminación.



Los artefactos de alumbrado deben ser aprobados como montajes completos, ya que si cualquier parte, incluyendo la lámpara, cambia, las características caloríficas del artefacto pueden cambiar y la máxima temperatura de superficie del artefacto puede excederse.

Las luminarias se deben proteger contra daños físicos bien sea por su ubicación o por la utilización de protección adecuada. Las luminarias colgantes deben estar suspendidos por medio de sistemas de conductos roscados o por otros medios aprobados.

### Instalación Típica de Conduto para Circuitos de Iluminación



## 9. Zona de almacenamiento de pintura, pintado y secado<sup>43</sup>

En una planta envasadora usualmente se realiza el proceso de pintado de cilindros de GLP. En este proceso, se almacena y manipula líquidos inflamables (pintura y solventes), en especial durante las operaciones de pulverización. Las zonas o áreas involucradas en este proceso son:

Área de almacenamiento <sup>44</sup>	Área de pulverización <sup>45</sup>	Área de evaporación <sup>46</sup>
El almacenamiento y manipulación de líquidos inflamables (pinturas y solventes) deberán cumplir todos los requisitos aplicables de la norma NFPA 30 y capítulo 8 de la norma NFPA 33.	Cualquier área cerrada total o parcialmente o abierta donde hay cantidades peligrosas de vapores inflamables, neblinas, residuos, polvos, o depósitos, debido a las operaciones de pulverización.	Área abierta o encerrada, posterior a un proceso de aplicación por pulverización, en la que se liberan vapores debido a la exposición al aire ambiente.

### Cabina de pintado

Las cabinas de pintado o de pulverización<sup>47</sup>, son recintos con sistema de ventilación forzada para las operaciones o procesos de pulverización que confina y limita la salida del material pulverizado, incluyendo vapores, neblinas, polvos, y residuos producidos por las operaciones de pulverizado, y que lleva o dirige estos materiales a un sistema de extracción.

Para estas cabinas de pintado, debe considerarse lo siguiente:

Espacios que se deben considerar de Clase 1, División 1 <sup>48</sup>	Espacios que se deben considerar de Clase 1, División 2 <sup>49</sup>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El interior de las cabinas de pintado.</li> <li>• El interior de los ductos de escape.</li> <li>• Cualquier área en la trayectoria directa de las operaciones de pulverización.</li> <li>• Todo el espacio, en todas direcciones, aunque dentro de una distancia máxima de 90 cm (3 pies) fuera de contenedores abiertos, contenedores de suministro, pistolas limpiadoras por pulverización y unidades de destilación de solventes que contengan líquidos inflamables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En caso de pulverización en un área abierta, todo el espacio, horizontalmente fuera del lugar de Clase 1, División 1, aunque dentro de una distancia máxima de 6 m (20 pies) y verticalmente 3m (10 pies).</li> <li>• En caso de pulverización dentro de una cabina, cerrada en su parte superior y de cara abierta o frente abierto, dentro de los 91,5 cm (3 pies) desde cualquier abertura; deben extenderse desde los bordes de la cara abierta o del frente abierto de la cabina o recinto.</li> </ul>

<sup>43</sup> **Numeral 516.1 del Código NFPA 70, edición 2020.** "Para mayor información sobre las medidas de seguridad para estos procesos, tales como protección contra incendios, instalación de señales de precaución y medidas de mantenimiento, véanse las publicaciones NFPA 33, Norma para operaciones de pulverización con productos inflamables o combustibles".

<sup>44</sup> Numeral 8.1 de la norma NFPA 33, Edición 2021.

<sup>45</sup> Numeral 3.3.2.3 de la norma NFPA 33, Edición 2021.

<sup>46</sup> Numeral 3.3.2.1 de la norma NFPA 33, Edición 2021.

<sup>47</sup> Numeral 3.3.19 de la norma NFPA 33, Edición 2021.

<sup>48</sup> Numeral 516.3 (B) y (C) del Código NFPA 70, edición 2020.

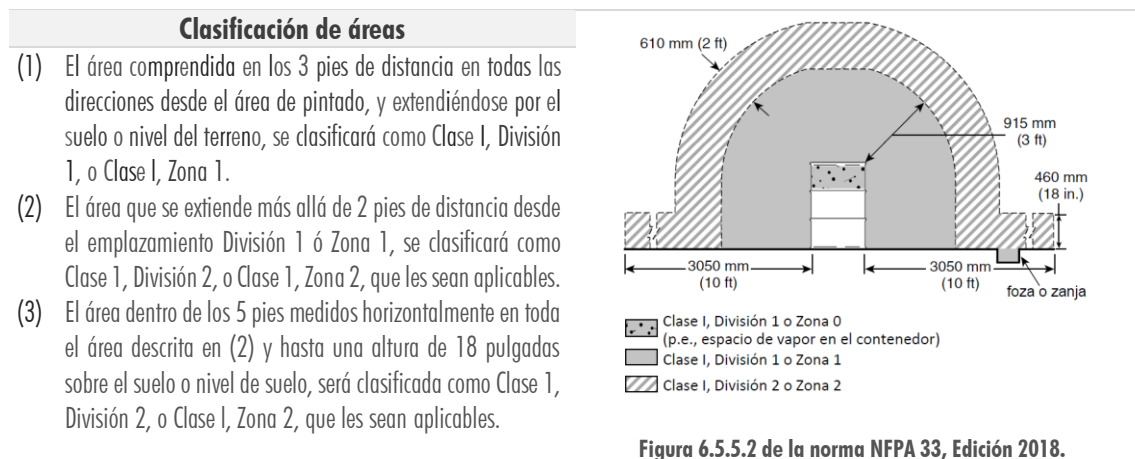
<sup>49</sup> Numeral 516.3 (B) y (C) de la norma NFPA 70, edición 2020 y Regla J120-402 Lugares Peligrosos, del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.

Asimismo, el área peligrosa por encima de la cabina con un lado abierto, o la abertura de una cabina de pintado cerrada, donde existan artefactos de alumbrado pueden reducirse a “lugar no peligroso” mediante la instalación de un deflector de plancha metálica sobre la cabina, tal como se permite según la Regla 120-402(8) y (9) del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.

En las operaciones de pulverizado de pintura, todos los equipos metálicos no eléctricos (por ejemplo, las partes metálicas de los ductos de escape de la cabina de pulverización, sistemas de tubería y tanques de pintura y solventes) deben de ser enlazados a tierra, a fin de evitar cualquier formación de carga estática<sup>50</sup>.

## Pintado de cilindros en exteriores

Las zonas de pintado en área abierta, los contenedores de suministro, contenedores de residuos, limpiadores de pistolas pulverizadoras y las unidades de pintura y solvente se deberán localizar en áreas ventiladas<sup>51</sup>. En la siguiente figura se muestra un ejemplo de clasificación de áreas eléctricas de operaciones de pintado de cilindros en un área abierta.



## Área de secado

Las piezas de trabajo recién pulverizadas se secarán sólo en lugares que estén ventilados para prevenir la concentración de vapores por encima del 25% del límite inferior de inflamabilidad<sup>52</sup>.

<sup>50</sup> Regla 120-414 Enlace Equipotencial a Tierra, del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.

<sup>51</sup> Numeral 6.5.5 de la norma NFPA 33, Edición 2018.

<sup>52</sup> Numeral 7.12 de la norma NFPA 33, Edición 2018.

Numeral 13.4.3 de la norma NFPA 33, Edición 2018. “Las áreas de evaporación abiertas o cerradas sin calentamiento deberán ser ventiladas de acuerdo con la sección 7.12”.

## 10. Diagramas

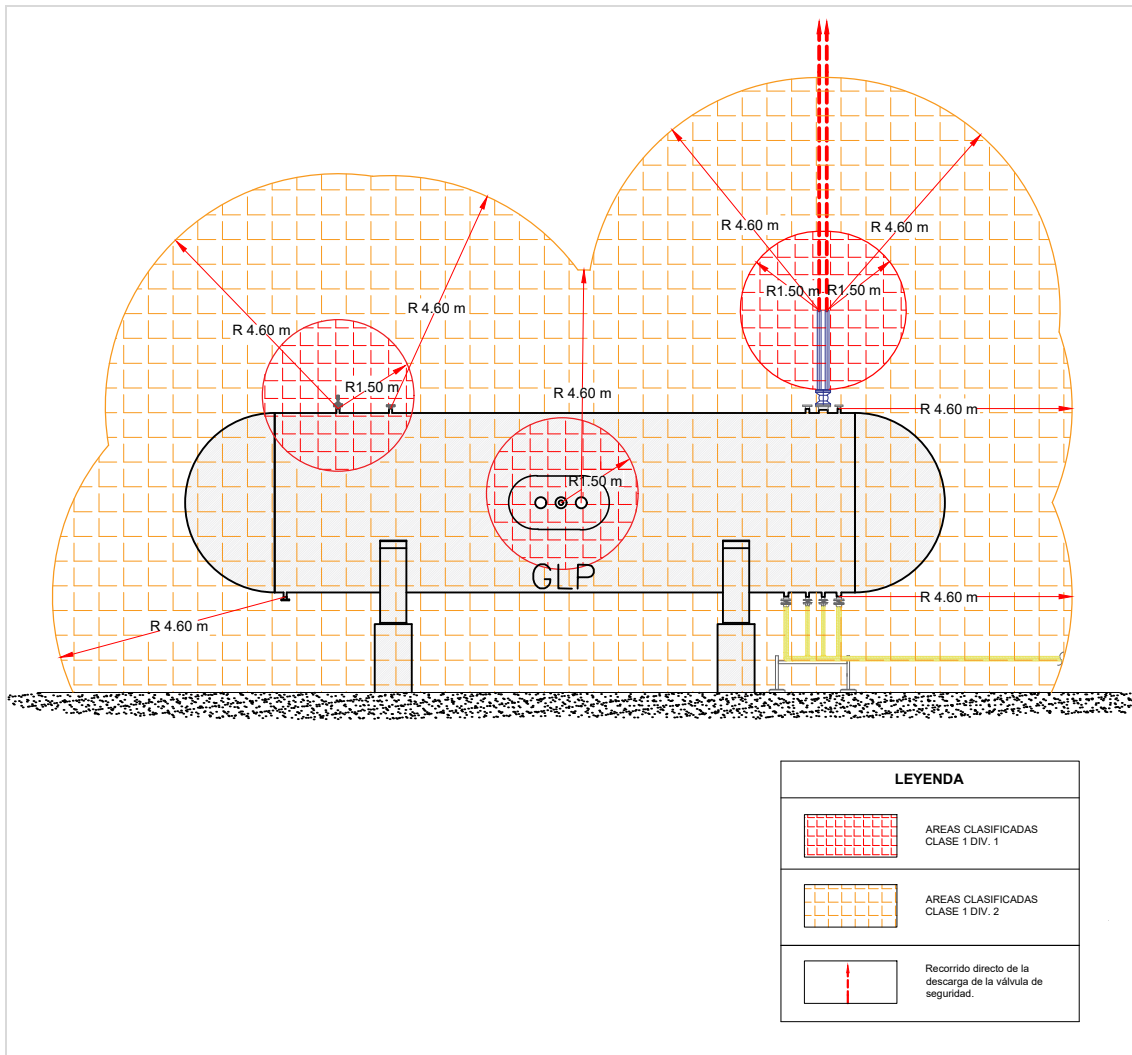
### Tanque estacionario de GLP y sus conexiones (en superficie)

Conecciones del tanque <sup>53</sup>	Dentro de los 4.6 m en todas las direcciones desde las conexiones, excepto las conexiones cubiertas de otra manera en esta tabla.	Área Clase I, División 2
Ventoeo del medidor de nivel <sup>54</sup>	Dentro de 1.5 m en todas direcciones desde el punto de descarga.	Área Clase I, División 1
	Más allá de 1.5 m, pero dentro de los 4.6 m, en todas direcciones desde el punto de descarga.	Área Clase I, División 2
Descarga del dispositivo de escape en contenedores <sup>55</sup>	Dentro del recorrido directo de la descarga.	El equipo eléctrico fijo no debe ser instalado en este espacio.
	Dentro de 1.5 m en todas direcciones desde el punto de descarga.	Área Clase I, División 1
	Más allá de 1.5 m desde el punto de descarga, dentro de los 4.6 m en todas direcciones dentro del volumen cilíndrico entre el ecuador de la esfera y el nivel del piso	Área Clase I, División 2

#### Nota

Las conexiones de los tanques estacionarios de GLP, conforme el Artículo 19° del DS 027-94-EM, incluyen conexiones hacia los siguientes accesorios:

- Medidores de nivel fijos y variables, termómetro, manómetros, válvula de seguridad, válvulas en la ruta de ingreso y salida de GLP.



<sup>53</sup> Literal A de la Tabla 6.25.2.2 Clasificación Eléctrica de Área, de la norma NFPA 58 Edición 2020.

<sup>54</sup> Literal D de la Tabla 6.25.2.2 Clasificación Eléctrica de Área, de la norma NFPA 58 Edición 2020.

<sup>55</sup> Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.

Literal D de la Tabla 63 - Áreas peligrosas para despacho de propano, llenado de contenedores y almacenamiento.

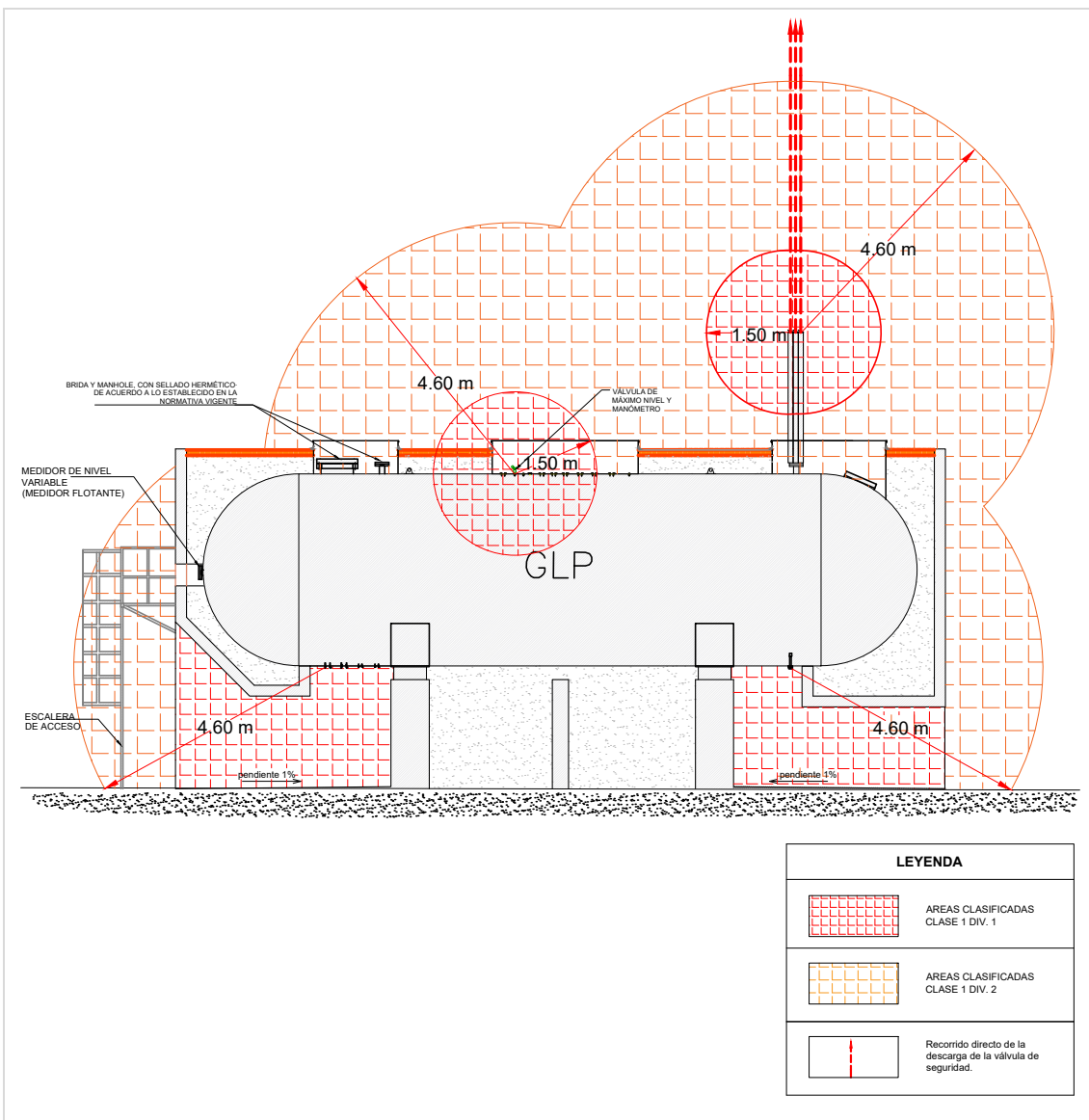
## Tanque estacionario de GLP y sus conexiones (Monticulado)

Conexiones del tanque <sup>56</sup>	Dentro de los 4.6 m en todas las direcciones desde las conexiones, excepto las conexiones cubiertas de otra manera en esta tabla.	Área Clase I, División 2
Ventoeo del medidor de nivel <sup>57</sup>	Dentro de 1.5 m en todas direcciones desde el punto de descarga.	Área Clase I, División 1
	Más allá de 1.5 m, pero dentro de los 4.6 m, en todas direcciones desde el punto de descarga.	Área Clase I, División 2
Descarga del dispositivo de escape en contenedores <sup>58</sup>	Dentro del recorrido directo de la descarga.	El equipo eléctrico fijo no debe ser instalado en este espacio.
	Dentro de 1.5 m en todas direcciones desde el punto de descarga.	Área Clase I, División 1
	Más allá de 1.5 m desde el punto de descarga, dentro de los 4.6 m en todas direcciones dentro del volumen cilíndrico entre el ecuador de la esfera y el nivel del piso	Área Clase I, División 2

### Nota

Las conexiones de los tanques estacionarios de GLP, conforme el Artículo 19° del DS 027-94-EM, incluyen conexiones hacia los siguientes accesorios:

- Medidores de nivel fijos y variables, termómetro, manómetros, válvula de seguridad, válvulas en la ruta de ingreso y salida de GLP.



<sup>56</sup> Literal A de la Tabla 6.25.2.2 Clasificación Eléctrica de Área, de la norma NFPA 58 Edición 2020.

<sup>57</sup> Literal D de la Tabla 6.25.2.2 Clasificación Eléctrica de Área, de la norma NFPA 58 Edición 2020.

<sup>58</sup> Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.

Literal D de la Tabla 63 - Áreas peligrosas para despacho de propano, llenado de contenedores y almacenamiento.

## Zona de carga y descarga de GLP

Dentro de los 3.0 m en todas direcciones de las conexiones hechas regularmente o que se desconectan para trasiego de producto<sup>59</sup>. Área Clase I, División 1

Más allá de los 3.0 m pero dentro de los 7.5 m en todas direcciones desde un punto donde se hacen conexiones regularmente o se desconectan y dentro del volumen cilíndrico entre el ecuador de la esfera y el nivel del piso. Área Clase I, División 2

### Notas.

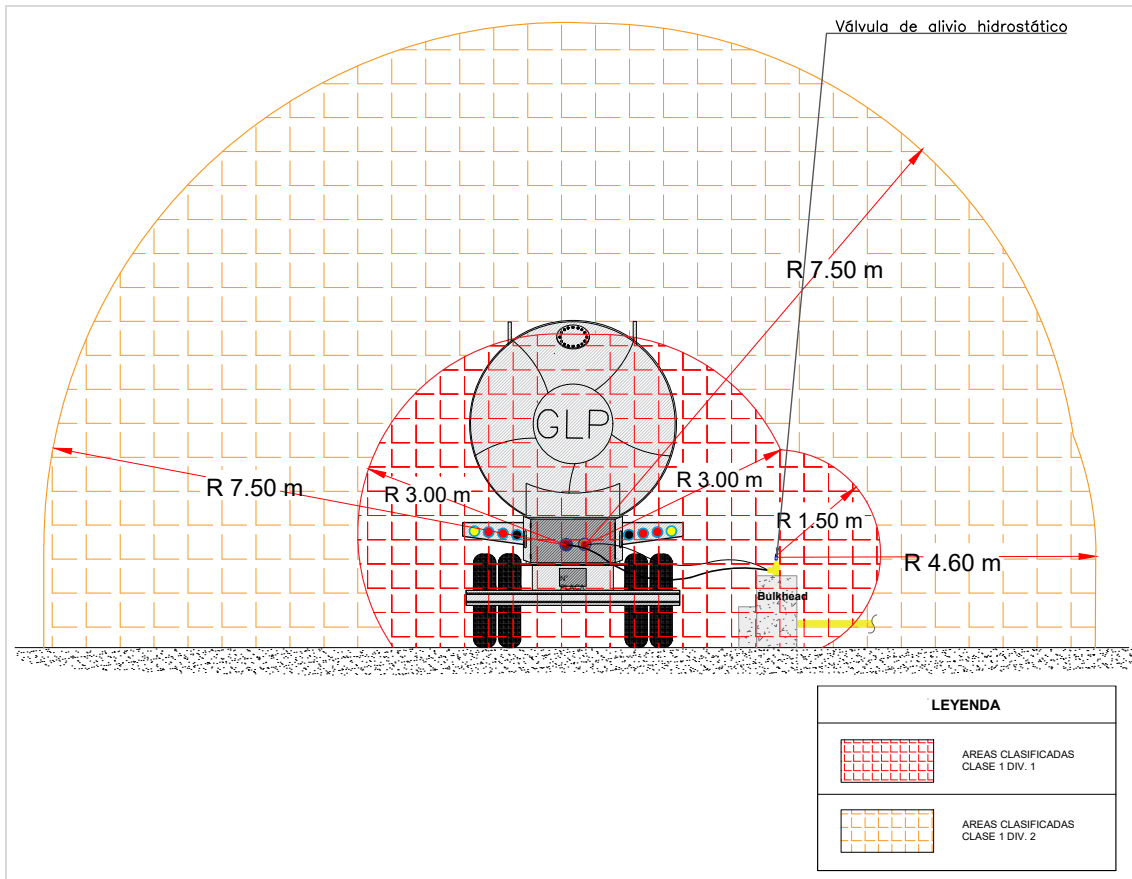
Se deberá considerar las variaciones de ubicación de las unidades de transporte<sup>60</sup>.

Se deberá considerar la instalación de la válvula de alivio hidrostático<sup>61</sup>.

En el presente diagrama solo se han considerado las áreas clasificadas que inciden sobre la Planta Envasadora de GLP, no se han considerado las otras áreas clasificadas de la unidad de transporte que puedan existir debido a las fuentes potenciales de fuga de esta unidad.

Si bien en el siguiente diagrama se presenta la ubicación de la unidad de transporte y la válvula de alivio hidrostático, se deberá considerar todas las fuentes potenciales de fuga que puedan existir<sup>62</sup>.

### Vista Frontal de la unidad de transporte



<sup>59</sup> Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.

Literal B de la Tabla 63 - Áreas peligrosas para despacho de propano, llenado de contenedores y almacenamiento.

<sup>60</sup> Numeral A.6.25.2.2 de la norma NFPA 58, Edición 2020. "Al clasificar el alcance de las áreas peligrosas, deben tenerse en cuenta las posibles variaciones en la ubicación de vagones cisterna y carro tanques en los puntos de descarga y el efecto que esas variaciones de ubicación real pueden tener sobre el punto de conexión.

Donde se especifique para la prevención de incendio o explosión durante la operación normal, la ventilación se considera adecuada donde se proporcione de acuerdo con las disposiciones del presente código".

<sup>61</sup> Artículo 56° del Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 027-94-EM

"(...) Las mangueras que se usen para el trasiego de líquido deberán protegerse contra presiones hidrostáticas excesivas mediante válvulas de alivio hidrostáticas."

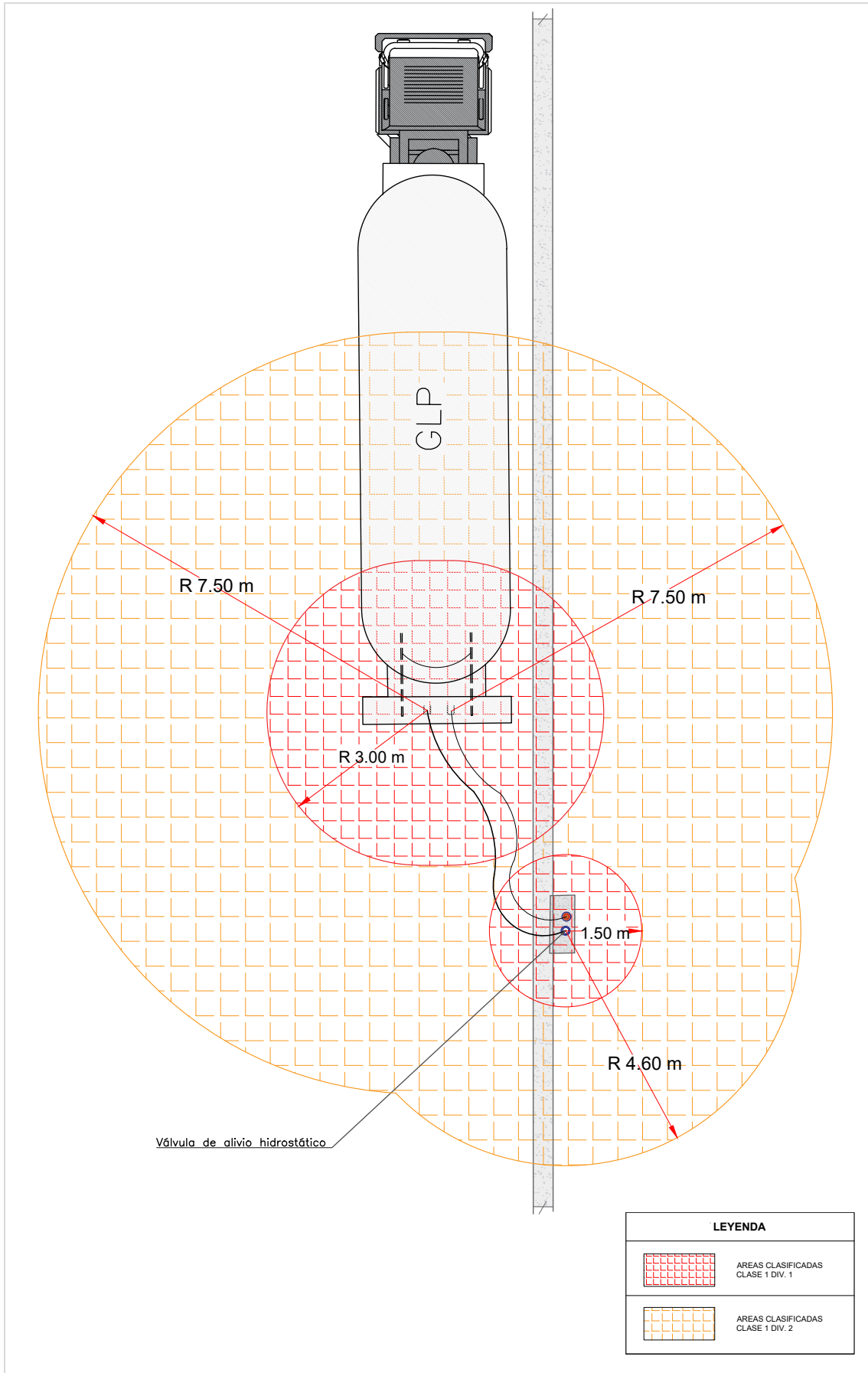
<sup>62</sup> Numeral 5.9 Procedimiento para clasificación de las áreas, de la norma NFPA® 497 Edición 2021- Práctica Recomendada para la Clasificación de Líquidos inflamables, Gases o Vapores inflamables y de Áreas Peligrosas (Clasificadas) para instalaciones Eléctricas en Áreas de Procesamiento Químico.

5.9.1 Primer paso- determinar la necesidad de clasificación. El área debería clasificarse si allí se procesan, manipulan o almacenan materiales combustibles.

5.9.4.1 Las fuentes potenciales de fuga se deberían localizar en el plano o en el campo. Estas fuentes pueden incluir ejes rotativos o reciprocantes (ej., bombas, compresores y válvulas de control) y dispositivos de alivio de presión que descarguen a la atmósfera.

5.10.5 Carros tanque - Gas licuado inflamable, gas comprimido inflamable o líquido criogénico inflamable. (Ver Figura 5.9.5.)

Vista de planta de la unidad de transporte



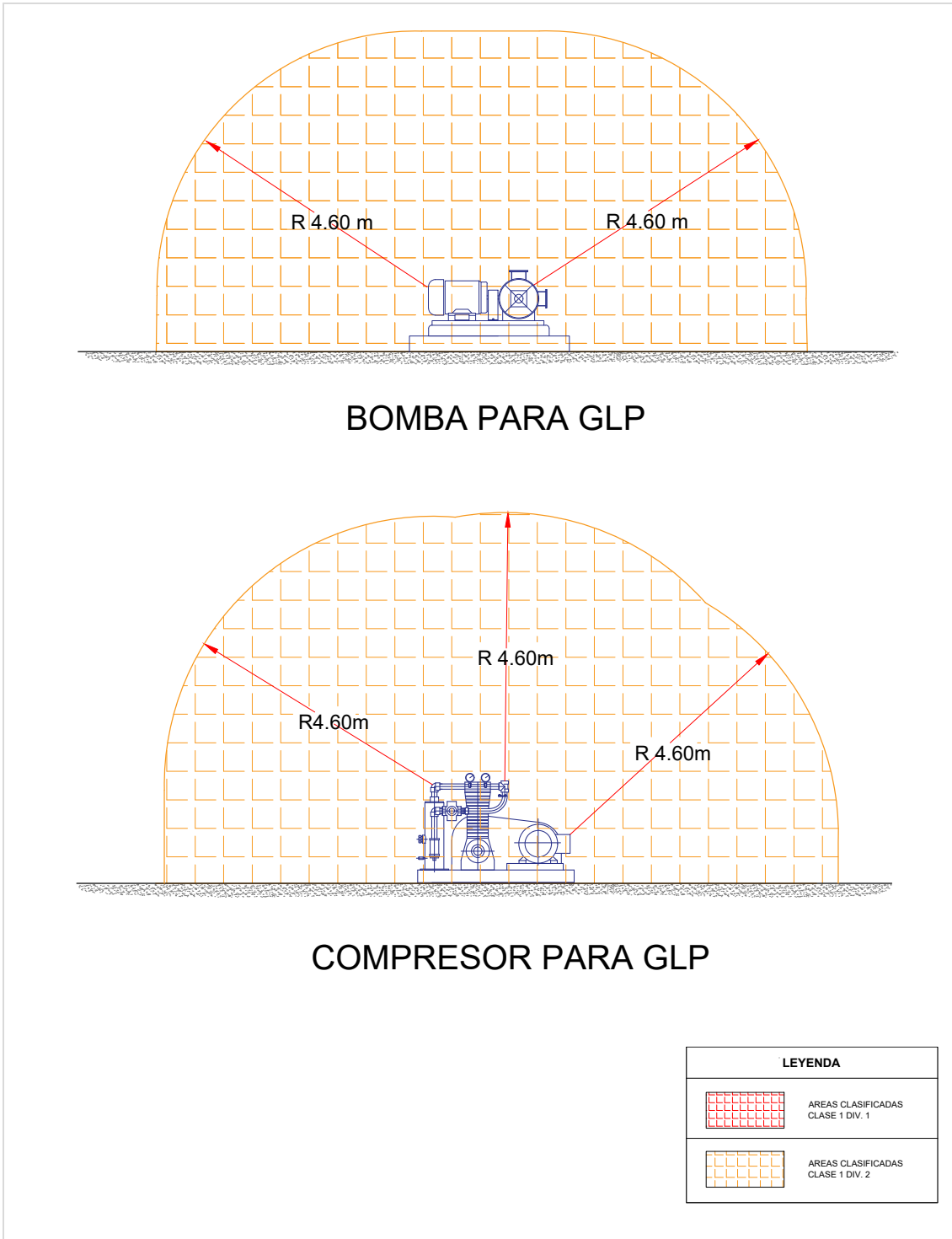


## Bomba para transferencia de GLP y Compresor de GLP

Al exterior en aire abierto a nivel o por encima del nivel del piso<sup>63</sup>.

Dentro de los 4,6m en todas las direcciones desde el equipo y dentro del volumen del cilindro entre el ecuador horizontal de la esfera y el nivel del piso.

Área Clase I, División 2



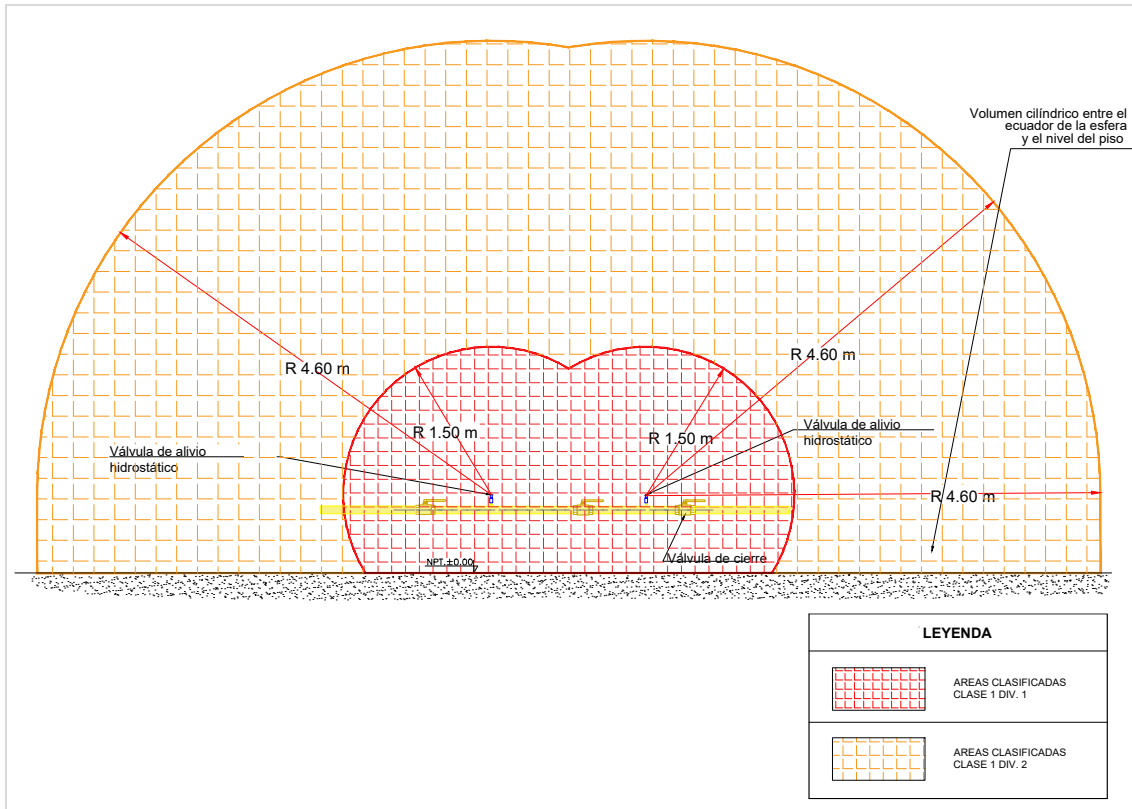
<sup>63</sup> Literal C de la Tabla 6.25.2.2 Clasificación Eléctrica de Área, de la norma NFPA 58 Edición 2020.

## Válvula de alivio hidrostático

Tuberías y conexiones que contienen venteo <sup>64</sup> .	Dentro de los 5 pies (1.5 m) en todas direcciones desde el punto de descarga.	Área Clase I, División 1
	Más allá de los 5 pies (1.5 m) desde el punto de descarga, dentro de los 15 pies (4.6 m) en todas direcciones dentro del volumen cilíndrico entre el ecuador de la esfera y el nivel del piso.	Área Clase I, División 2

**Notas:**

Se deberá considerar la instalación de la válvula de alivio hidrostático en los tramos en que pueda quedar atrapado el GLP en su fase líquida<sup>65</sup>.



<sup>64</sup> Literal J de la Tabla 6.25.2.2 Clasificación Eléctrica de Área, de la norma NFPA 58 Edición 2020.

<sup>65</sup> **Artículo 40° del Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 027-94-EM**

*“Se instalará una válvula de seguridad o de alivio con capacidad de descarga adecuada en los tramos de tubería en que pueda quedar atrapado el GLP en su fase líquida, entre dos válvulas de cierre. (...)*

*El dispositivo aliviador de presión descargará a la atmósfera. Se deberá disponer que la descarga se efectúe en un lugar apropiado y en forma segura.”*

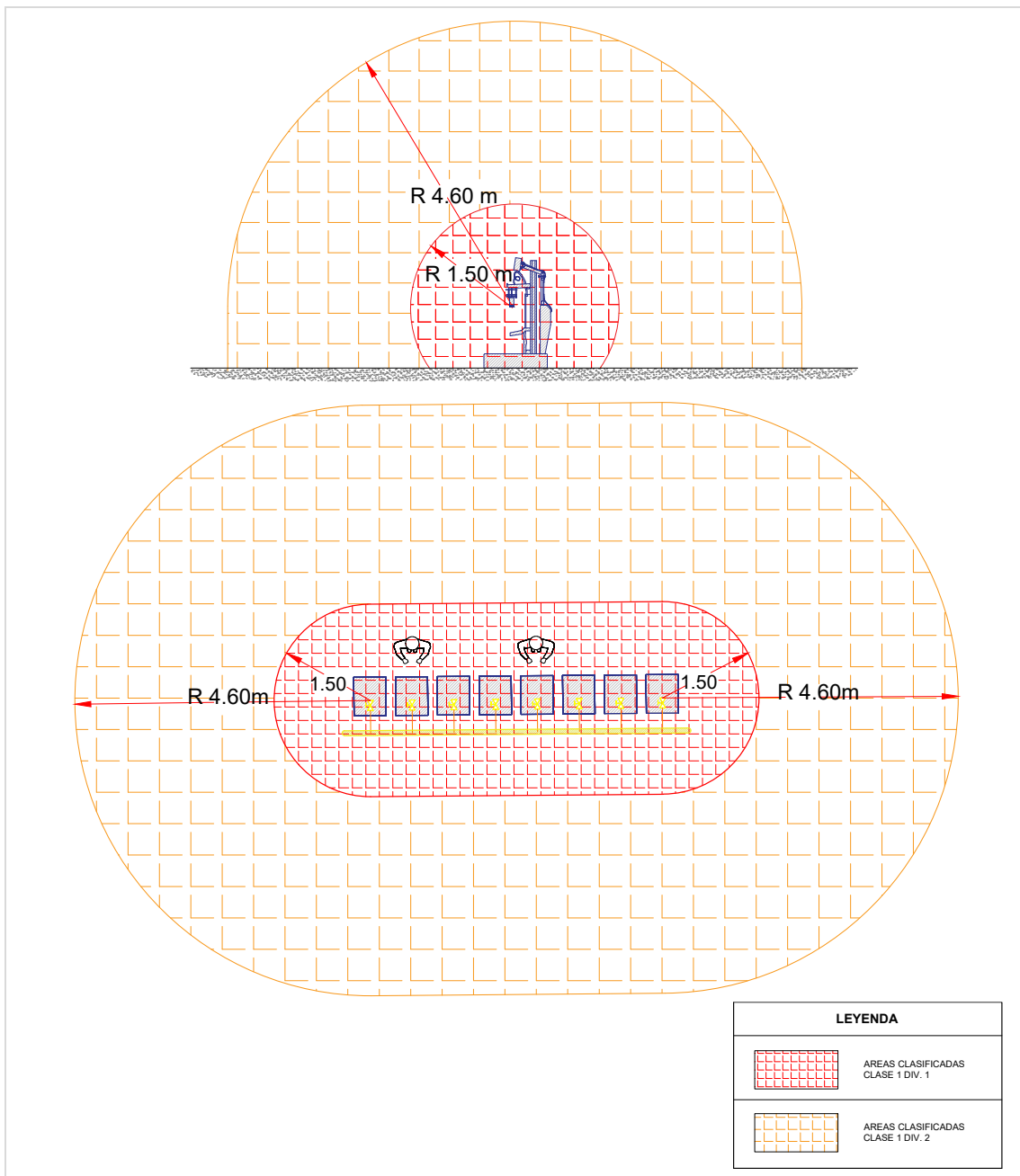
## Llenado de GLP en cilindros

Al exterior al aire libre <sup>66</sup> .	Dentro de 1.5 m en todas direcciones desde un punto de trasiego	Área Clase I, División 1
	Más allá de 1.5 m, pero dentro de los 4.6 m en todas direcciones desde un punto de trasiego y dentro del volumen cilíndrico entre el ecuador de la esfera y el piso.	Área Clase I, División 2

**Nota**

Debe considerarse que un “punto de trasiego de GLP” es el lugar donde rutinariamente se efectúa la transferencia de GLP líquido de un recipiente o tanque a otro, sean fijos o móviles<sup>67</sup>.

En el caso de la implementación de un carrusel de envasado, en la evaluación de la extensión del área Clase I, división 1 y 2, deberá considerarse desde cada punto de transferencia de GLP.

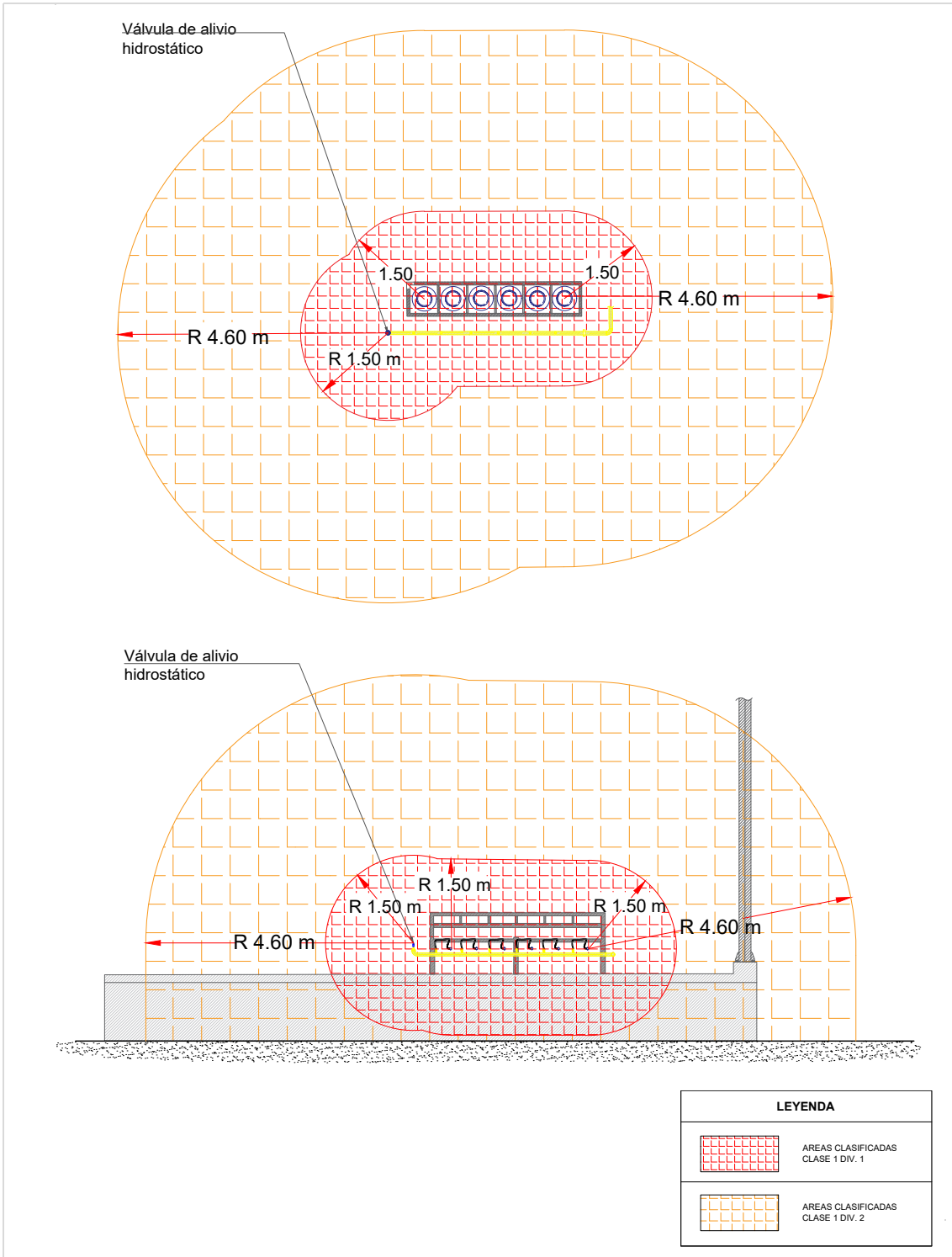


<sup>66</sup> Literal K de la Tabla 6.25.2.2 Clasificación Eléctrica de Área, de la norma NFPA 58 Edición 2020.

<sup>67</sup> Numeral 3.3.59 Punto de Trasiego, de la norma NFPA 58, Edición 2020. Ubicación donde se realizan conexiones y desconexiones o donde el Gas-LP se ventila hacia la atmósfera durante las operaciones de trasiego.

## Trasiego de GLP de cilindros

Dentro de 1.5 m en todas direcciones desde un punto de trasiego	Área Clase I, División 1
Al exterior al aire libre <sup>68</sup> .	Más allá de 1.5 m pero dentro de los 4.6 m en todas direcciones desde un punto de trasiego y dentro del volumen cilíndrico entre el ecuador de la esfera y el piso.
	Área Clase I, División 2



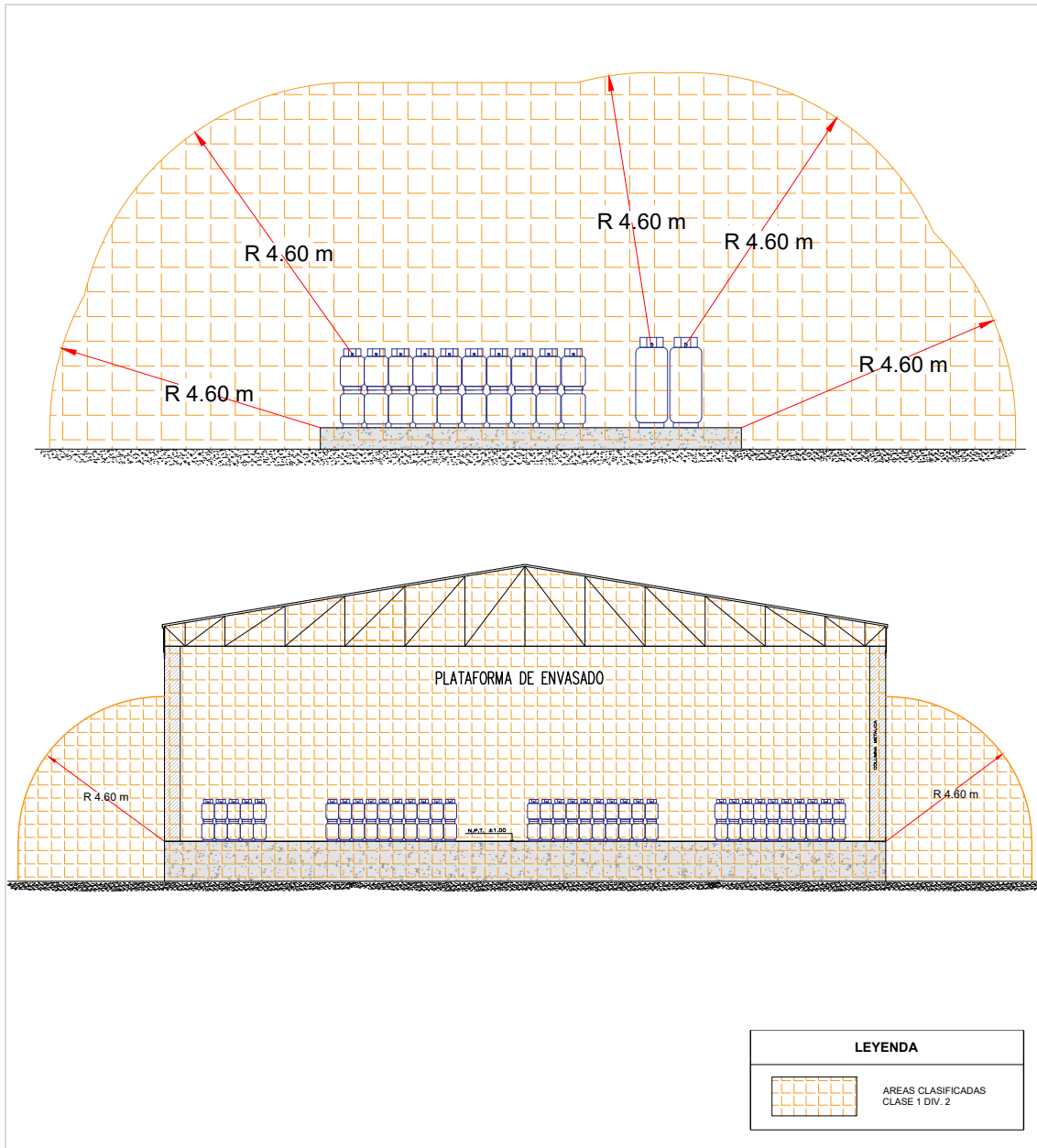
<sup>68</sup> Literal K de la Tabla 6.25.2.2 Clasificación Eléctrica de Área, de la norma NFPA 58 Edición 2020.

## Almacenamiento de cilindros de GLP

Edificios o recintos especiales <sup>69</sup> .	Todo el recinto.	Área Clase I, División 2
Capacidad de almacenamiento de más de 454 kg de agua <sup>70</sup> .	Espacio comprendido dentro de 4,6 m en todas las direcciones desde las conexiones.	Área Clase I, División 2

**Nota:**

Deberá considerarse también en la evaluación el almacenamiento de los cilindros que podrían ocupar las unidades de transporte de GLP envasado. Conforme lo establecido en el Artículo 31° del DS 027-94-EM, el área Clase I-Grupo D, el área clasificada también deberá ser considerada desde los límites de la zona de almacenamiento.



<sup>69</sup> Literal I de la Tabla 6.25.2.2 Clasificación Eléctrica de Área, de la norma NFPA 58 Edición 2020.

<sup>70</sup> Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.

Literal K de la Tabla 63 - Áreas peligrosas para despacho de propano, llenado de contenedores y almacenamiento.

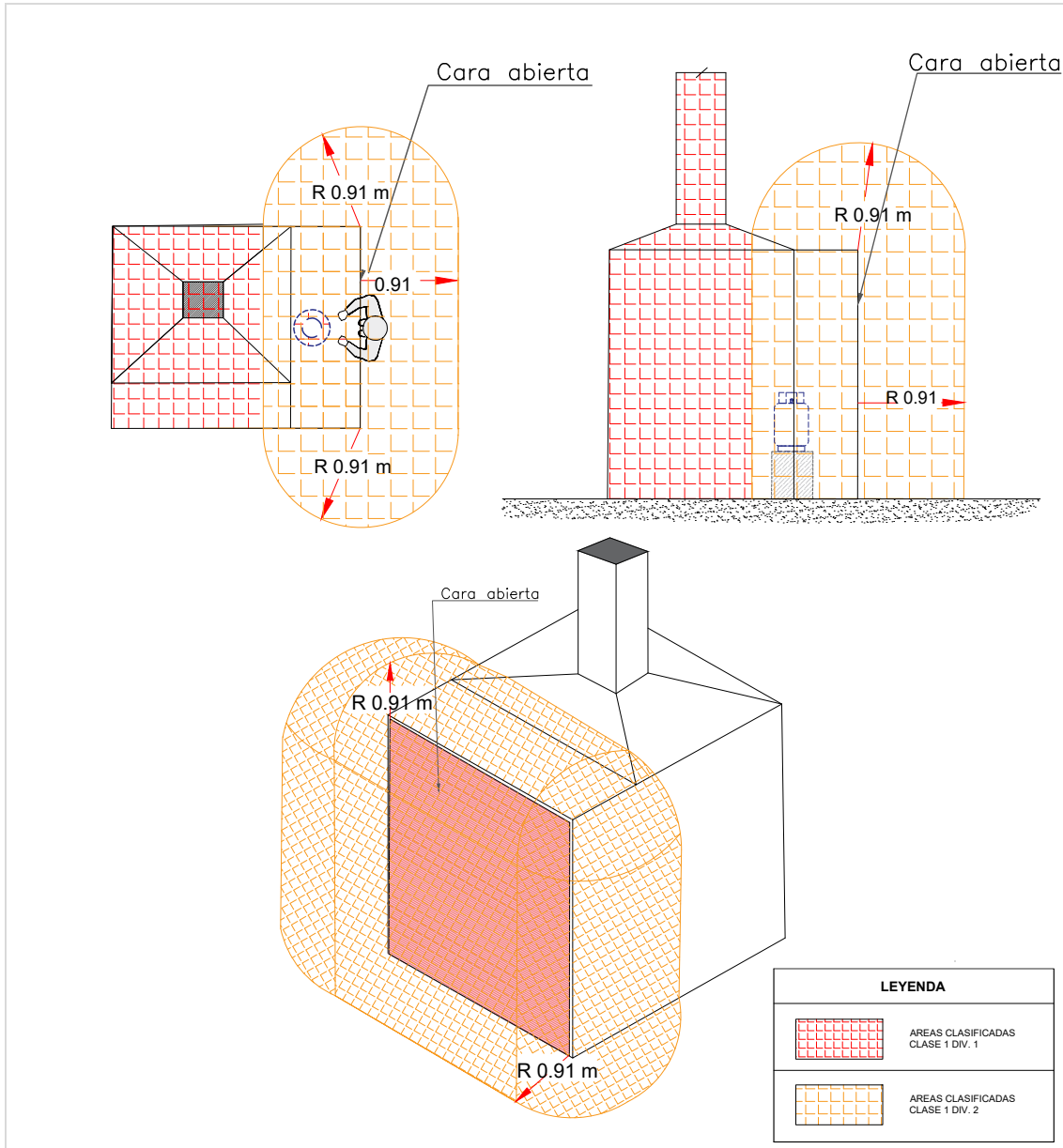
Se considera 4.6 m en la división 2, de conformidad con la Fig. A.6.25.2.3 de la norma NFPA 58, edición 2020 (15 pies = 4.6 m).

## Zona de pintado con cabina de pulverización

Con cabina de pulverización <sup>71</sup>	Los interiores de las cabinas de pulverización y sus ductos de escape. Por lo menos de 1,5 m del lado abierto de la cabina de pulverización.	Área Clase I, División 1 Área Clase I, División 2
---	---	--

**Nota**

La extensión del área clasificada División 2, es tomada desde los bordes de cualquier abertura de la cabina de pintado (por ejemplo, las aberturas de la cabina para el carrusel de envasado).



<sup>71</sup> Numeral 516.5 Clasificación de los Lugares, de la norma NFPA 70 - NEC, Edición 2020.

"(...)

**(C) Lugares de Clase I, División I.** Los siguientes espacios se deben considerar de Clase 1, División 1 (...)

- (1) El interior de las cabinas y recintos de pulverización (...).
- (2) El interior de los ductos de escape
- (3) Cualquier área en la trayectoria directa de las operaciones de pulverización. (...)

**(D) Lugares de Clase I, División 2.** Los siguientes espacios se deben considerar de Clase I, División 2 (...)

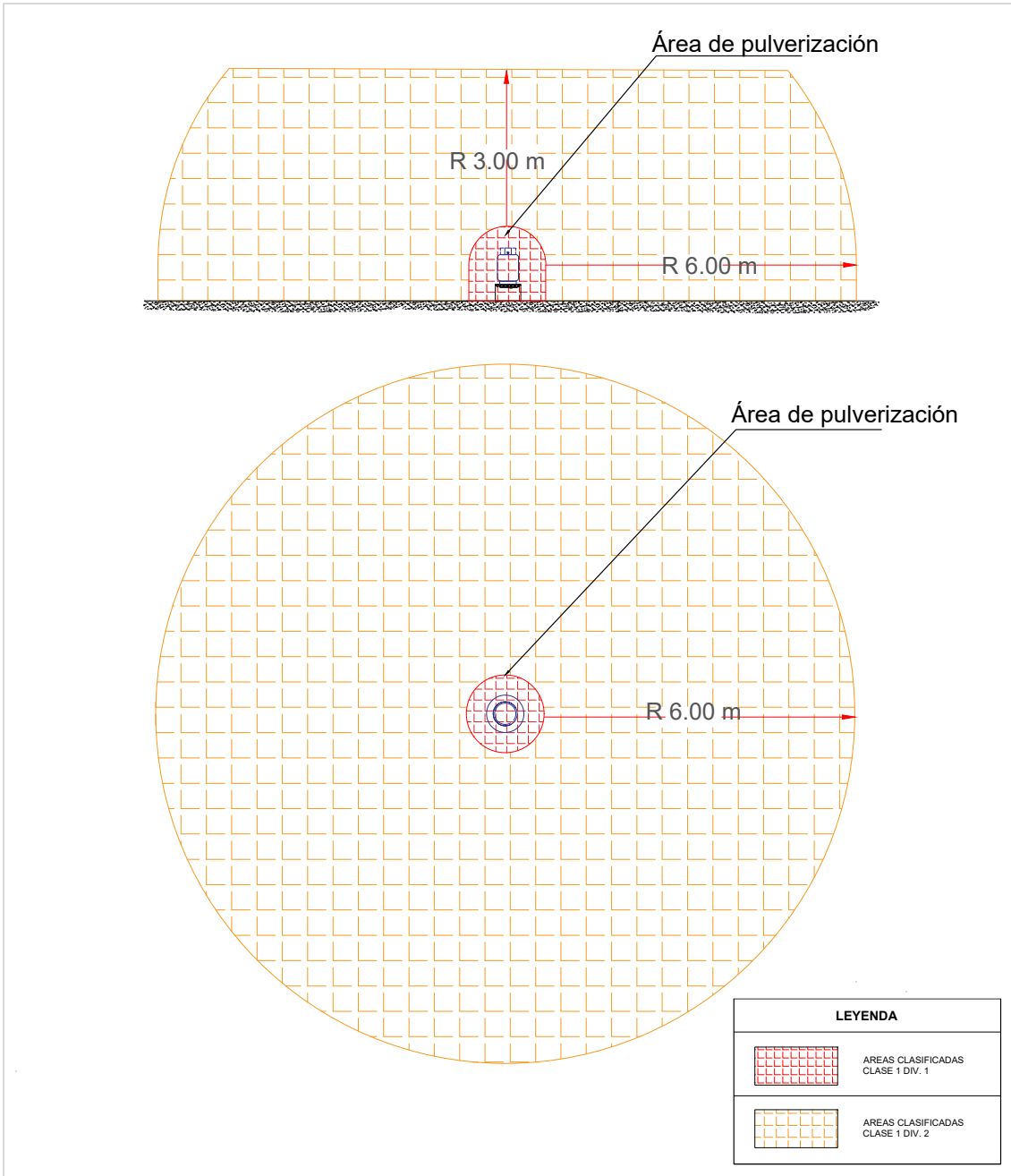
(2) Cabinas de pulverización y recintos de pulverización con parte superior cerrada, abiertos por la cara y abiertos por el frente. Si las operaciones de aplicación por pulverización se llevan a cabo dentro de un recinto o cabina cerrados en su parte superior y de cara abierta o frente abierto, cualquier cableado o equipo de utilización ubicado afuera de la cabina o cuarto, pero dentro de los 915 mm (3 pies) desde cualquier abertura, debe ser adecuada para lugares de Clase I, División 2; de Clase I, Zona 2; de Clase II, División 2; o de Zona 22, como se muestra en la Figura 5 16.3(D)(2) deben extenderse desde los bordes de la cara abierta o del frente abierto de la cabina o recinto (...)"

## Zona de pintado en área abierta

Sin cabina de pulverización <sup>72</sup>	Trayectoria directa de las operaciones de pulverización.	Área Clase I, División 1
	Desde el límite el lugar Clase 1, División 1, todos los espacios dentro de 6 m medidos horizontalmente en todas las direcciones, y verticalmente 3 m.	Área Clase I, División 2

**Nota:**

En caso se cuenten con una zona para pintado de logo mediante pulverización, brocha u otro medio, también deberá considerarse como áreas clasificadas Clase I, División 1 y 2, según corresponda.



<sup>72</sup> Numeral 516.5 Clasificación de los Lugares, de la norma NFPA 70 - NEC, Edición 2020.

"(...)

**(C) Lugares de Clase I, División 1.**

(3) Cualquier área en la trayectoria directa de las operaciones de pulverización.

**(D) Lugares de Clase I, División 2.** Los siguientes espacios se deben considerar de Clase I, División 2 (...)

(1) Procesos de pulverización abiertos. Para pulverización abierta, todo el espacio, horizontalmente fuera de, aunque dentro de una distancia máxima de 6 m (20 pies) y de 3 m (10 pies), verticalmente, del lugar de Clase I, división 1 o de Clase I, Zona 1, según se define en la sección 516.3(A) y no separado de este por tabiques."

## 11. Mantenimiento

Al igual que con los demás equipos instalados en la Planta Envasadora de GLP, los equipos y sistemas instalados en áreas clasificadas están sujetos a inspección, mantenimiento y reparación. Estos aparatos y sistemas presentan características especiales para cumplir con los requisitos de las normas del Código Eléctrico de modo que se garantice una operación segura en áreas clasificadas como peligrosas. El propósito de realizar estos programas de mantenimiento es reducir los riesgos para la vida y la propiedad causados por fallas o mal funcionamiento de los sistemas y equipos eléctricos.

La inspección, el mantenimiento y la reparación debe garantizar que las operaciones en la Planta Envasadora de GLP sea segura durante la vida útil total de los equipos y sistemas eléctricos instalados. Los requisitos para inspecciones, pruebas y mantenimiento de estos sistemas se dan en la norma “*NFPA 70B: Práctica Recomendada para el mantenimiento de equipos eléctricos*”; además de los que el fabricante de cada equipo así lo requiera.

Implementar un programa de mantenimiento preventivo de las instalaciones eléctricas ofrece beneficios directos, medibles económicamente, que pueden generar reducciones en el costo de las reparaciones requeridas anualmente y en la reducción del tiempo de parada de las instalaciones. Además de ello, también pueden obtenerse otros beneficios menos medibles pero muy reales que, a la larga, también inciden en una mayor seguridad.

Para entender completamente cómo un programa de mantenimiento preventivo sirve a la seguridad del personal y del equipo, se debe comprender la mecánica del programa, los procedimientos de inspección, prueba y reparación. Este entendimiento y comprensión del mantenimiento permite identificar otros beneficios no tangibles tales como: una operatividad optimizada e incremento de la producción, reducción del ausentismo laboral, reducción de las interrupciones de producción y un mejor cumplimiento normativo. Un estado de ánimo mucho más orientado hacia la seguridad, por parte de los trabajadores, aparece cuando los empleados toman conciencia del esfuerzo y preocupación que su gerencia tiene al promover mejores condiciones de seguridad, y así reduciendo la probabilidad que ocurran lesiones o muertes originadas por emergencias derivadas de causas eléctricas, explosiones e incendios.

Parte de los beneficios que dan origen a una seguridad mejorada no son fáciles de medir; sin embargo, estos beneficios directos y medibles económicamente se pueden demostrar con los registros de costos de reparación y de las paradas de las instalaciones, después de que el programa de mantenimiento preventivo haya sido implementado.

Para la planificación y desarrollo de un programa de mantenimiento se deberían tomar en consideración las siguientes etapas:

- Identificar plenamente todos los sistemas y equipos.
- Establecer cuales son los equipos y sistemas más críticos.
- Desarrollar programa de supervisión continuo.
- Establecer el personal necesario, propio y de contratistas, para implementar y realizar el programa de mantenimiento.



Después de la instalación de un equipo para áreas clasificadas como peligrosas y antes de su puesta en servicio, se le debe realizar una inspección inicial. La inspección inicial debe garantizar que el tipo de protección del aparato y su instalación sean adecuados. Por regla general, las inspecciones iniciales serán inspecciones detalladas, las mismas que deberán ser adaptadas cuidadosamente a las necesidades propias de la Planta Envasadora de GLP.

Durante el servicio, las inspecciones periódicas regulares o la supervisión continua deben garantizar el funcionamiento seguro del equipo o sistema. Las inspecciones periódicas podrían ser únicamente de tipo visual, pero deben detectar todos los factores que afectan el deterioro del aparato, por ejemplo, corrosión, acumulación de polvo o suciedad, entrada de agua, exposición a temperatura ambiente excesiva, daño mecánico, modificaciones o ajustes no autorizados y mantenimiento inadecuado.

Por regla general, los procedimientos de inspección y mantenimiento después de la instalación y durante el servicio debe ser realizado por personal calificado, con experiencia en los distintos tipos de protección contra explosiones, con amplio conocimiento de las reglas de instalación y los principios de clasificación de áreas peligrosas.

Los equipos e instalaciones eléctricas en áreas clasificadas son equipos críticos y por tanto deberían necesitar inspecciones y pruebas frecuentes. Los manuales de los fabricantes deberían contener una frecuencia de inspección recomendada. Un manual del fabricante es una buena base por dónde empezar a considerar la frecuencia para la inspección y pruebas, aun cuando dicha frecuencia de inspección se basa en las condiciones estándar o más habituales de funcionamiento.

En ausencia de recomendaciones del fabricante respecto de la frecuencia de inspección y pruebas de mantenimiento, pueden tomarse como punto de partida el *Anexo K: Lineamientos de mantenimiento a largo plazo*, y el *Anexo L: Intervalos de mantenimiento*, de la Práctica recomendada NFPA 70B. Asimismo, pueden revisarse también la norma *ANSI/NETA MTS: Norma para especificaciones de pruebas de mantenimiento para equipos y sistemas de energía eléctrica*, para obtener orientación sobre la frecuencia de mantenimiento, métodos y pruebas.

El análisis de los informes como resultado de las inspecciones que se realicen y de pruebas ejecutadas deberá ser seguido de la implementación de medidas correctivas apropiadas tales como reparaciones, reemplazos, y ajustes que sean necesarios. Los registros deberían ser precisos y contener toda la información, anotando esta información en el libro de registro de inspecciones de la Planta Envasadora de GLP.

Los siguientes ejemplos son algunas discrepancias detectadas durante las labores de fiscalización en campo, efectuadas por Osinergmin:

**Accesorios inadecuados:** La figura 11.1 muestra una balanza, apta para áreas clasificadas pero que al momento de su instalación se utilizaron presa estopas de uso común.

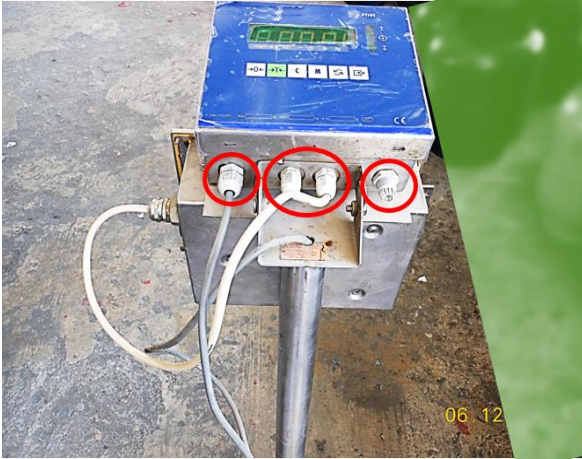


Figura 11.1: Prensaestopas inadecuados, instalados en un equipo apto para áreas clasificadas.

**Falta de tapones en aberturas no utilizadas:** las aberturas no utilizadas deben cerrarse con elementos obturadores certificados para mantener la integridad del accesorio, en caso se produzca una explosión interna.

Las figuras 11.2 y 11.3 ilustran este incumplimiento.



Fig. 11.2: se dejó abierta un entrada de la caja de conexiones apta para áreas clasificadas.

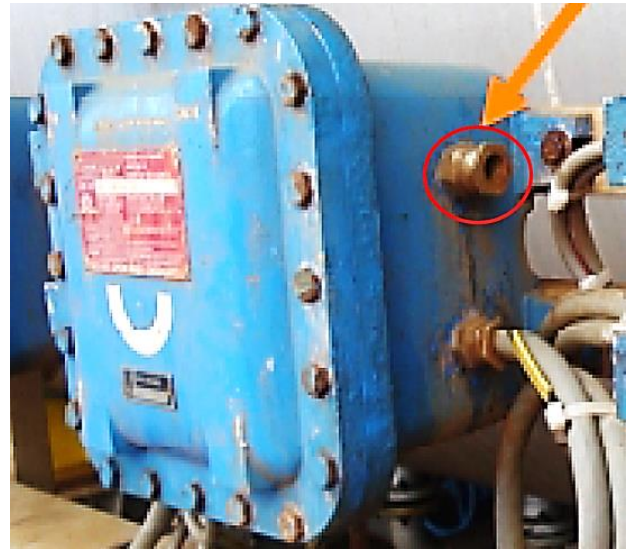


Fig. 11.3: Un prensaestopa no puede reemplazar un tapón de cierre metálico listado para cerrar una abertura no utilizada de un encerramiento listado.

**Ajuste inadecuado o ausencia de los tornillos:** en envoltorios a prueba de explosión, esta situación compromete la integridad del equipo.

Las figuras 11.4 y 11.5 ilustran este incumplimiento.

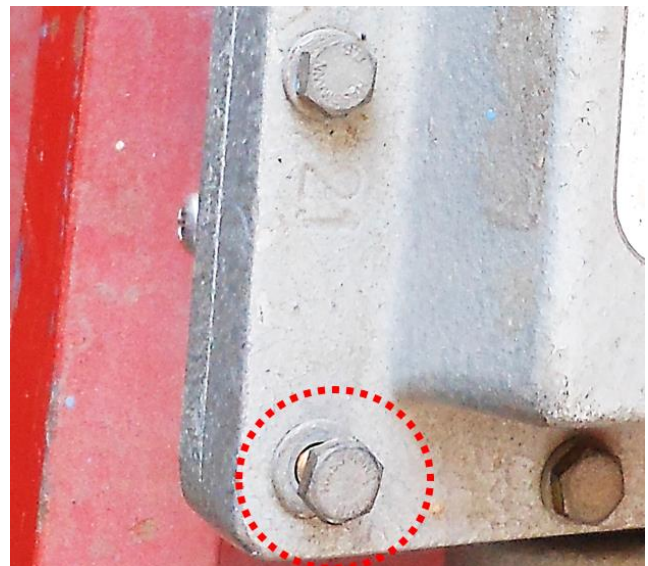


Fig. 11.4: se dejó flojo uno de los pernos en la entrada de la caja de conexiones apta para áreas clasificadas.



Fig. 11.5: Durante el mantenimiento a este envoltorio apto para áreas clasificadas se retiró un perno y no se volvió a colocar.

Montaje inadecuado de tuberías y accesorios: las tuberías, prensaestopas y accesorios deben seleccionarse teniendo en cuenta el diámetro requerido para su correcta conexión. En los equipos y accesorios a prueba de explosión el correcto dimensionamiento es muy importante para evitar la entrada de gases inflamables, agua y polvo.

La figura 11.6 ilustra este incumplimiento.



Fig 11.6 Montaje inadecuado de tuberías y accesorios.

Instalación incompleta de los sellos en tuberías, no se agrega el material sellante en los accesorios de sellado próximo a un envoltorio o equipo a prueba de explosión. La figura 11.7 ilustra este incumplimiento.



Figura 11.7: Falta de material sellante en accesorio instalado en áreas clasificadas.

Uso de materiales y accesorios no aptos para áreas clasificadas: Las tuberías y los accesorios deben cumplir con los requerimientos de la normativa vigente. Las figuras 11.8, 11.9 y 11.10 ilustran este incumplimiento.

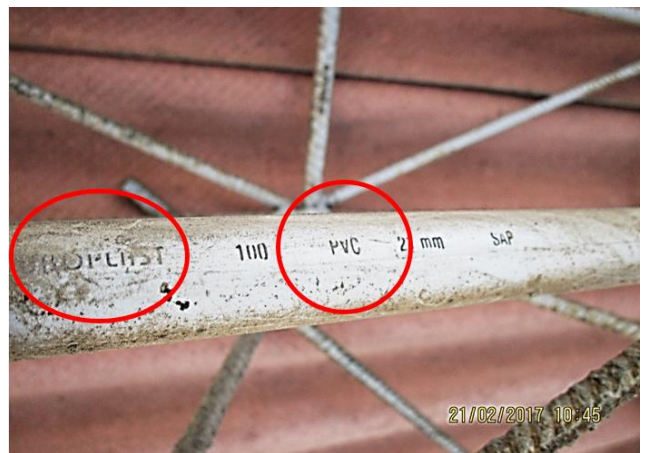


Fig. 11.8: Instalación de tuberías plásticas en áreas clasificadas.



Fig. 11.9: Instalación de uniones no listadas en áreas clasificadas.



Fig. 11.12: Tubería sin soportes, instalación improvisada.



Fig 11.10: Conector flexible plástico unido a un envoltorio a prueba de explosión.

Cableado suelto, tuberías mal instaladas o no soportadas: durante las actividades de mantenimiento debe revisarse que todo el alambrado esté correctamente instalado, eliminándose todo cableado no utilizado. Las figuras 11.11 y 11.12 ilustran este incumplimiento.

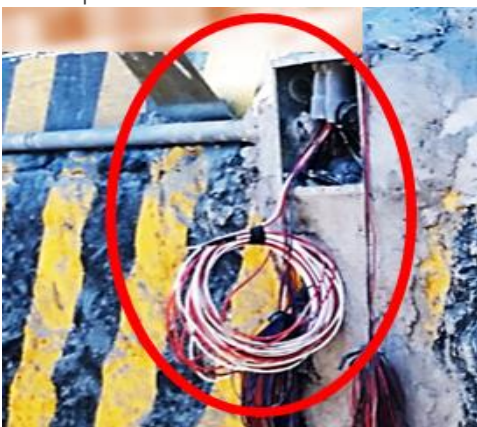


Fig.11.11 Cables sueltos en áreas clasificadas.

Para cualquier comentario o sugerencia, por favor, enviar un mensaje a [jmerino@osinergmin.gob.pe](mailto:jmerino@osinergmin.gob.pe)



Calle Bernardo Monteagudo 222 - Magdalena del Mar

Teléfono: (01) 219-3410

[www.osinergmin.gob.pe](http://www.osinergmin.gob.pe)