

## ANEXO I. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

## 1. CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA Y VELOCIDADES EN RED DE DISTRIBUCIÓN

Las fórmulas utilizadas para el cálculo son las que a continuación se indican:

$$\text{MOP} > 0,4 \quad P_A^2 - P_B^2 = 64,28 \cdot s \cdot L \cdot Q^{1,82} \cdot D^{-4,82}$$

Donde:

PA y PB = Presiones absolutas en bar para la primer y tercera ecuación y en presión relativa expresada en mbar para la segunda ecuación.

S = Densidad relativa del gas.

L = Longitud del tramo (metros).

Q = Caudal circulante (Nm<sup>3</sup>/h).

D = Diámetro interior de la conducción (mm).

Para el cálculo de la velocidad se utilizará la fórmula siguiente:

$$V = \frac{378 \cdot Q}{P_B \cdot D^2} \leq 30 \text{ m/s}$$

Donde:

V = Velocidad del gas en m/s.

Q = caudal en m<sup>3</sup>/h

PB = Presión absoluta en bar en el extremo del tramo.

D = Diámetro interior de la conducción (mm).

Todas las redes cumplirán las siguientes condiciones:

- La pérdida de carga entre el punto origen de suministro y los extremos de la red, considerando el consumo máximo a 20 años, será aquel en que en todos los puntos de la red la presión estimada sea superior a la presión de garantía exigida en la normativa (0,4 bar).
- La velocidad del gas en las tuberías, para las mismas condiciones de caudal indicadas y la situación más desfavorable, no sobrepase los 30 m/s.

## 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS. ADECUACIÓN DE LAS INSTALACIONES RECEPTORAS

La longitud de las canalizaciones existentes ha de ser al menos un 20% inferior a la longitud máxima determinada con las siguientes fórmulas:

$$\Delta P = 23.200 * s * L_E * Q^{1,82} * D^{-4,82} \quad \text{per } P \leq 50\text{mbar}$$

Donde  $L_E = (P_A - P_B) / (23.200 * s * Q^{1,82} * D^{-4,82})$

$$P_A^2 - P_B^2 = 48,60 * s * L_E * Q^{1,82} * D^{-4,82} \quad \text{per } P > 50\text{mbar}$$

Donde  $L_E = (P_A^2 - P_B^2) / (48,60 * s * Q^{1,82} * D^{-4,82})$

Siendo:

$\Delta p$  = Diferencia de presión entre inicio y el final de un tramo en mbar

$P_A$  = Presión absoluta en bar al inicio del tramo en bar

$P_B$  = Presión absoluta en bar en el extremo del tramo en bar

$s$  = Densidad relativa del gas. Considerada siempre 0,62

$L_I$  = Longitud equivalente del tramo en metros

$Q$  = caudal en  $\text{m}^3$  (n) / h

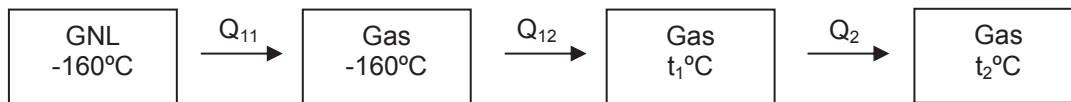
$D$  = Diámetro interior de la conducción en mm

### 3. DIMENSIONAMIENTO DEL MÓDULO DE REGASIFICACIÓN (GNL).

#### 3.1. Caudal punta horario. Capacidad de Gasificación.

Caudal punta horario =  $500 \text{ m}^3(\text{n})/\text{h}$

Esta será la capacidad de gasificación máxima requerida para el módulo de regasificación. El proceso seguirá el siguiente esquema:



Donde:

$Q_{11}$  = calor a aportar al regasificador para producir el cambio de estado

$Q_{12}$  = calor a aportar al regasificador para incrementar la temperatura del gas final a la temperatura  $t_1$

$Q_1 = Q_{11} + Q_{12}$  = calor a aportar al regasificador

$Q_2$  = calor a aportar al recalentador para incrementar la temperatura de  $t_1$  a la temperatura de distribución,  $t_2$

$Q = Q_1 + Q_2$  = aportación calorífica total

La temperatura del gas a la salida del regasificador ( $t_1$ ) se considera igual a la temperatura mínima registrada al municipio según la estación meteorológica más cercana -  $10^\circ\text{C}$ .

La temperatura del gas a la salida del recalentador ( $t_2$ ) será de  $5^\circ\text{C}$ , temperatura adecuada para inyectar gas en la red.

Datos:

Calor latente de vaporización ( $\lambda$ ) =  $510 \text{ kJ/kg}$

Capacidad calorífica a presión constante ( $C_p$ ) =  $2,219 \text{ kJ}/(\text{kg K})$

Densidad del gas natural ( $\rho$ ) = 0,77 kg/m<sup>3</sup>

Caudal a regasificar = Q = 500 m<sup>3</sup>(n)/h

Temperatura mínima del municipio = -3,7°C

Cálculo:

Caudal másico = m = Q· $\rho$  = **500 Nm<sup>3</sup>/h \* 0,77 kg/Nm<sup>3</sup>/h = 385 kg/h**

Potencia a suministrar al regasificador:

$$Q_1 = Q_{11} + Q_{12} = m \cdot \lambda + m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$Q_{11} = 385(\text{kg/h}) * 510 (\text{kJ/kg}) = 196.350 \text{ kJ/h} \Rightarrow 54,542 \text{ kW}$$

$$Q_{12} = 385(\text{kg/h}) * 2,219 (\text{kJ/kg K}) * (-13,7 + 160) (\text{°C}) = 124.986,285 \text{ kJ/h} \Rightarrow 34,718 \text{ kW}$$

$$Q_1 = 321.336,285 \text{ kJ/h} \Rightarrow \mathbf{89,26 \text{ kW}}$$

Potencia a suministrar al recalentador:

$$Q_2 = m \cdot C_p \cdot \Delta T = 385(\text{kg/h}) * 2,219 (\text{kJ/kg K}) * (5 - (-13,7)) (\text{°C}) = 15.975,69 \text{ kJ/h} \Rightarrow \mathbf{4.438 \text{ kW}}$$

Potencia a suministrar al conjunto regasificador + recalentador:

$$Q = Q_1 + Q_2 = \mathbf{93,698 \text{ kW}}$$

Se podrá plantear otras soluciones alternativas (vaporizadores forzados, ...) siempre que la potencia total suministrada por el sistema sea igual a la calculada.

### 3.2. Caudal punta diario. Autonomía. Volumen del depósito.

Las siguientes tablas muestran valores de referencia del caudal máximo diario y horario que puede suministrar desde depósitos de diferentes capacidades para autonomías de 2 y 3 días:

CNA	AUTONOMÍA 2 días		AUTONOMÍA 3 días	
	CMD	Qh máx	CMD	Qh máx
Capacidad Nominal almacenamiento	Capacidad máxima diaria	Consumo horario máximo	Capacidad máxima diaria	Consumo horario máximo
m3(n) GNL	m3(n)/día GN	m3(n)/h GN	m3(n)/día GN	m3(n)/h GN
5	1.305	91	870	61
10	2.610	183	1.740	122
15	3.915	274	2.610	183
20	5.220	365	3.480	244
30	7.830	548	5.220	365
40	10.440	731	6.960	487
50	13.050	914	8.700	609
60	15.660	1.096	10.440	731
80	20.880	1.462	13.920	974
100	-	-	17.400	1.218
120	-	-	20.880	1.462
140	-	-	24.360	1.705
160	-	-	27.840	1.949
180	-	-	31.320	2.192
200	-	-	34.800	2.436
220	-	-	38.280	2.680
240	-	-	41.760	2.923

Valores calculados considerando una densidad de  $580 \text{ m}^3 \text{ GN} / \text{m}^3 \text{ GNL}$ , con un grado de llenado del 90% y aproximadamente 14 horas / día de consumo.

En los depósitos de  $100 \text{ m}^3$  no se considera aceptable la solución de 2 días de autonomía, ya que se obtienen frecuencias punta de carga de más de 1 cisterna / día.

En el caso concreto de la instalación objeto del presente proyecto, la capacidad nominal de almacenamiento que se obtiene para el caudal previsto, considerando aceptable, por la distancia a la una autonomía de 3 días es la siguiente:

<b>Planta GNL</b>					
<b>Periodo</b>	<b>Consumo horario previsto</b>	<b>Días de reserva estratégica</b>	<b>Capacidad máxima diaria</b>	<b>Capacidad de almacenamiento</b>	<b>Capacidad Nominal de almacenamiento</b>
	m <sup>3</sup> (n)/h	días	m <sup>3</sup> (n)/día GN	m <sup>3</sup> (n) GNL	m <sup>3</sup> (n) GNL
<b>Inicial</b>	<b>151</b>	<b>5</b>	<b>2.157</b>	<b>20</b>	<b>19</b>
<b>Medio plazo</b>	<b>189</b>	<b>4</b>	<b>2.696</b>	<b>20</b>	<b>19</b>
<b>Largo plazo</b>	<b>227</b>	<b>3</b>	<b>3.236</b>	<b>20</b>	<b>19</b>

Se instalará un depósito de 19 m<sup>3</sup> con capacidad para el suministro del consumo previsto inicial y medio plazo, incluso a largo plazo, considerando en una fase posterior, en función de la evolución real de las emisiones diarias y horarias que se registren y la previsión de ejecución de la infraestructura de conexión con la red de distribución, la ampliación de esta capacidad en caso necesario.

### 3.3. Protección contra derrames. Volumen del cubeto

Se realizará un cubeto de recogida con las siguientes dimensiones:

Altura:	1,00 m
Longitud:	6,30 m
Anchura:	9,00 m
Volumen bruto del cubeto:	56,70 m <sup>3</sup>
Volumen soportes y otros (10%):	5,67 m <sup>3</sup>
Volumen útil	51,03 m <sup>3</sup>

El volumen es superior al del depósito contemplado en el proyecto, por lo que se cumple el volumen mínimo indicado en el Art. 5.2. de la UNE 60210.



#### 4. CÁLCULO DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD.

##### Datos de partida

Presión máxima de trabajo (bar)	P	9
Diámetro depósito (m)	D	3
Altura / Longitud depósito (m)	H	11,374
Espesor (m)	e	0,19
Conductividad térmica (perlita) (kcal / h m °C)	$\lambda$	0,022
Calor latente 110%P (kcal/kg)	L1	112
Calor latente 130%P (kcal/kg)	L2	105
Peso molecular del gas (kg/kmol)	Pm	17,335
Volumen específico (15°C y 1 bar) (m³ / kg)	V	1,286
Coef. Transf. de calor (kcal/h m² °C)	$C = \lambda/e$	0,116
Superficie aprox. recip. Interior (m²)	A	107,20

##### 1ª Válvula de seguridad (al 110% de la máxima presión de trabajo)

Aportación de calor a través del aislamiento (kcal/h)	$Q_1 = 100 \times C \times A^{0,82}$	536,07
Caudal de gas a aliviar (kg / h))	$M_1 = (3 \times Q_1) / (2 \times L_1)$	7,18
Caudal de gas a aliviar en condiciones standard	$M_1' = M_1 \times v$	9,23
Sección (mm²)	$S_1$	1,40
Diámetro (mm)	$D_1 = (4 \times S_1 / \pi)^{0,5}$	1,34

##### 2ª Válvula de seguridad (al 130% de la máxima presión de trabajo)

Aportación de calor a través del aislamiento (kcal/h)	$Q_2 = 565 \times C \times A^{0,82}$	3028,77
Aportación de calor a través del aislamiento NRF	$Q_2 = 37000 \times C \times A^{0,82}$	198,344,17
Caudal de gas a aliviar (kg / h))	$M_2 = (3 \times Q_2) / (2 \times L_2)$	43,27
Caudal de gas a aliviar en condiciones standard	$M_2' = M_2 \times v$	55,64
Sección (mm²)	$S_2$	7,15
Diámetro (mm)	$D_2 = (4 \times S_2 / \pi)^{0,5}$	3,02

\* Condiciones standard = 15°C y 1 bar

RF = Resistente al fuego

NRF = No resistente al fuego

Las secciones mínimas de descarga de las válvulas de seguridad se obtienen siguiendo las indicaciones del código AS-Merkblatt Sección A-2 Ed.98:

$$A_0 = 0,1791 \cdot \left( \frac{q_m}{\psi \cdot K_d \cdot P} \right) \cdot \sqrt{\frac{T \cdot Z}{M}}$$

Donde:

A<sub>0</sub> = sección (mm<sup>2</sup>)

K<sub>d</sub> = coeficiente de descarga

ψ = función de descarga

P = presión absoluta en condiciones de disparo (bar)

Z = factor de compresibilidad del gas

q<sub>m</sub> = caudal de gas (kg / h)

T = temperatura absoluta (K)

M = peso molecular del gas (kg / kmol)

## 5. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

### 5.1. Potencias.

Se calculará la potencia real de un tramo sumando la potencia instalada de los receptores que alimenta, y aplicando la simultaneidad adecuada y los coeficientes impuesto por el REBT. Entre estos últimos cabe destacar:

- Factor de 1,8 a aplicar en tramos que alimentan a puntos de luz con lámparas o tubos de descarga. (Instrucción ITC-BT-09, apartado 3 e Instrucción ITC-BT 44, apartado 3.1 del REBT).
- Factor de 1,25 a aplicar en tramos que alimentan a uno o varios motores, y que afecta a la potencia del mayor de ellos. (Instrucción ITC-BT-47, apartado. 3 del REBT).

### 5.2. Intensidades.

Se determinará la intensidad por aplicación de las siguientes expresiones:

- Distribución monofásica:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos(\varphi)}$$

Siendo:

V = Tensión (V).

P = Potencia (W).

I = Intensidad de corriente (A).

Cos ( $\varphi$ ) = Factor de potencia.

- Distribución trifásica:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos(\varphi)}$$

Siendo:

V = Tensión entre hilos activos.

### 5.3. Secciones.

Para determinar la sección de los cables se utilizarán tres métodos de cálculo distintos:

- Calentamiento.
- Limitación de la caída de tensión en la instalación (momentos eléctricos).
- Limitación de la caída de tensión en cada tramo.

Adoptaremos la sección nominal más desfavorable de las tres resultantes, tomando como valores mínimos 1,50 mm<sup>2</sup> para alumbrado y 2,50 mm<sup>2</sup> para fuerza.

#### **Cálculo de la sección por calentamiento.**

Aplicaremos para el cálculo por calentamiento lo expuesto en la norma UNE 20.460-94/523. La intensidad máxima que debe circular por un cable para que éste no se deteriore viene marcada por las tablas 52-C1 a 52-C14, y 52-N1. En función del método de instalación adoptado de la tabla 52-B2, determinaremos el método de referencia según 52-B1, que en función del tipo de cable nos indicará la tabla de intensidades máximas que hemos de utilizar.

La intensidad máxima admisible se ve afectada por una serie de factores como son la temperatura ambiente, la agrupación de varios cables, la exposición al sol, etc. Que generalmente reducen su valor. Hallaremos el factor por temperatura ambiente a partir de las tablas 52-D1 y 52-N2. El factor por agrupamiento, de las tablas 52-E1, 52-N3, 52-N4 A y 52-N4 B. Si el cable está expuesto al sol, o bien, se trata de un cable con aislamiento mineral, desnudo y accesible, aplicaremos directamente un 0,9. Si se trata de una instalación enterrada bajo tubo, aplicaremos un 0,8 a los valores de la tabla 52-N1.

Para el cálculo de la sección, dividiremos la intensidad de cálculo por el producto de todos los factores correctores, y buscaremos en la tabla la sección correspondiente para el valor resultante. Para determinar la intensidad máxima admisible del cable buscaremos en la misma tabla la intensidad para la sección adoptada, y la multiplicaremos por el producto de los factores correctores.

### Cálculo de la sección por momentos eléctricos.

Al tratarse de una derivación individual, con un único usuario y sin LGA, la caída de tensión será del 1,5% (salvo excepción ITC-BT-19, punto 2, apartado 2.2.2). Este método nos permitirá limitar la caída de tensión en toda la instalación al 2,85% para alumbrado por compensación con derivación individual (ITC-BT-19, punto 2, apartado 2.2.2) y al 4,85% para fuerza, igualmente por compensación con derivación individual (ITC-BT-19, punto 2, apartado 2.2.2). Para ejecutarlo, utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Distribución monofásica:

$$S = \frac{2 \cdot Li \cdot Pi}{K \cdot e \cdot Un}$$

Siendo:

S = sección del cable (mm<sup>2</sup>).  
e = Caída de tensión (V).  
K = Conductividad.  
Li = Longitud del tramo (m).  
Pi = Potencia de cálculo (W).  
Un = Tensión entre fase y neutro (V).

- Distribución trifásica:

$$S = \frac{Li \cdot Pi}{K \cdot e \cdot Un}$$

Siendo:

Un = Tensión entre fases (V).

### Cálculo de la sección por la caída de tensión.

Una vez determinada la sección, calcularemos la caída de tensión en el tramo aplicando las siguientes fórmulas:

- Distribución monofásica:

$$S = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos(\varphi)}{\Delta V \cdot V}$$

Siendo:

S = sección del cable.  
 $\rho$  = Resistividad del cable a 40° C  
L = Longitud de la instalación (solo fase).  
Cos ( $\varphi$ ) = Factor de potencia.  
 $\Delta V$  = Caída de tensión %/100.  
V = 230 V.

- Distribución trifásica:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos(\varphi)}{\Delta V \cdot V}$$

Siendo:

S = sección del cable.  
 $\rho$  = Resistividad del cable a 40° C  
L = Longitud de la instalación (solo fase).  
Cos ( $\varphi$ ) = Factor de potencia.  
 $\Delta V$  = Caída de tensión %/100.  
V = 400 V.

#### 5.4. Demanda de potencia.

Para el cálculo de la demanda de potencia que se necesita para la planta, debemos tener en cuenta los consumos de todos los receptores de la instalación.

En esta planta, encontraremos los siguientes circuitos:

- C1. Alumbrado exterior.
- C2. Alumbrado interior.
- C3. Alumbrado de emergencia.
- C4. Reserva 1.
- C5. Válvula motorizada salida de planta.
- C6. Sirena.
- C7. Tomas de corriente.
- C8. Equipos de telecomunicaciones (módems).
- C9. Pantalla de operación (IHM).
- C10. Barreras de seguridad intrínseca (ATEX).
- C11. PLC e Instrumentos.
- C12. Electroválvulas.
- C13. Sistema odorización.
- C14. Equipos seguridad patrimonial.
- C15. Calderas.
- C16. Reserva 2.

○ **Alumbrado:**

Circuito	Potencia
C1. Alumbrado exterior (12x36W)	432,00 W
C2. Alumbrado interior (6x36W)	216,00 W
C3. Alumbrado de emergencia (6x36W)	216,00 W
C4. Reserva 1	750,00 W
<b>TOTAL ALUMBRADO</b>	<b>1.614,00 W</b>

La potencia para el alumbrado se multiplicará por el factor 1,8 resultando:

**TOTAL POTENCIA DE CÁLCULO PARA LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO 2.905,20 W**

○ **Fuerza sin motores:**

Circuito	Potencia
C5. Válvula motorizada salida de planta	600,00 W
C6. Sirena	40,00 W
C7. Tomas de corriente	500,00 W
C8. Equipos de telecomunicaciones (módems)	300,00 W
C9. Pantalla de operación (IHM)	300,00 W
C10. Barreras de seguridad intrínseca (ATEX)	300,00 W
C11. PLC e Instrumentos	300,00 W
C12. Electroválvulas	250,00 W
C13. Sistema odorización	300,00 W
C14. Equipos seguridad patrimonial	300,00 W
C15. Calderas	6.000,00 W
C16. Reserva 2	1.000,00 W
<b>TOTAL FUERZA SIN MOTORES</b>	<b>10.190,00 W</b>

La potencia para la fuerza con motores se multiplicará por el factor 1,25.

**TOTAL POTENCIA DE CÁLCULO PARA INSTALACIÓN DE FUERZA 12.737,50 W**

○ **Resumen:**

Circuito	Potencia
Alumbrado	2.905,20 W
Fuerza	12.737,50 W
<b>TOTAL</b>	<b>15.642,70 W</b>

CUADRO RESUMEN POR CIRCUITO								
Circuito	Ltot	Lcdt	Un	Pcal	In	Imax	Sección	Cdt
C1. Alumbrado exterior (12x36W)	50	50	230	432	2,34	10	2x(1x1,5)+TTx1,5mm <sup>2</sup> Cu	1,08
C2. Alumbrado interior (6x36W)	15	15	230	216	1,17	10	2x(1x1,5)+TTx1,5mm <sup>2</sup> Cu	0,16
C3. Alumbrado de emergencia (6x36W)	20	20	230	216	1,17	10	2x(1x1,5)+TTx1,5mm <sup>2</sup> Cu	0,22
C4. Reserva 1	4	4	230	750	5,43	10	2x(1x1,5)+TTx1,5mm <sup>2</sup> Cu	0,20
C5. Válvula motorizada salida de planta	16	16	230	600	3,26	10	2x(1x1,5)+TTx1,5mm <sup>2</sup> Cu	0,47
C6. Sirena	12	12	230	40	0,21	10	2x(1x1,5)+TTx1,5mm <sup>2</sup> Cu	0,02
C7. Tomas de corriente	3	3	230	500	2,71	16	2x(1x2,5)+TTx2,5mm <sup>2</sup> Cu	0,05
C8. Equipos de telecomunicaciones (módems)	4	4	230	300	1,63	10	2x(1x1,5)+TTx1,5mm <sup>2</sup> Cu	0,06
C9. Pantalla de operación (IHM)	75	75	230	300	1,63	10	2x(1x1,5)+TTx1,5mm <sup>2</sup> Cu	1,12
C10. Barreras de seguridad intrínseca (ATEX)	75	75	230	300	1,63	10	2x(1x1,5)+TTx1,5mm <sup>2</sup> Cu	1,12
C11. PLC e Instrumentos	100	100	230	300	1,63	10	2x(1x1,5)+TTx1,5mm <sup>2</sup> Cu	1,49
C12. Electroválvulas	75	75	230	250	1,36	10	2x(1x1,5)+TTx1,5mm <sup>2</sup> Cu	0,94
C13. Sistema odorización	18	18	230	300	1,63	10	2x(1x1,5)+TTx1,5mm <sup>2</sup> Cu	0,27
C14. Equipos seguridad patrimonial	110	110	230	300	1,63	10	2x(1x1,5)+TTx1,5mm <sup>2</sup> Cu	1,64
C15. Calderas	25	25	230	6.000	16,30	24	2x(1x2,5)+TTx2,5mm <sup>2</sup> Cu	0,20
C16. Reserva 2	20	20	230	1.000	4,07	10	2x(1x1,5)+TTx1,5mm <sup>2</sup> Cu	0,75

Siendo:

Ltot = Longitud total del circuito, en metros.

Lcdt = Longitud hasta el receptor con la caída de tensión más desfavorable, en metros.

Un = Tensión de línea, en voltios.



Pcal = Potencia de cálculo, en vatios.

In = Intensidad de cálculo, en amperios.

Imáx = Intensidad de cálculo admisible, en amperios.

Sección = Sección elegida.

Cdt = Caída de tensión acumulada en el receptor más desfavorable (%).

### 5.5. Cálculo de intensidad de cortocircuito.

El poder de cortocircuito de nuestro cuadro eléctrico es de 10 KA, dándonos la compañía eléctrica una Icc < 6 KA, con lo que queda suficientemente protegida nuestra instalación.

### 5.6. Cálculo de red de tierras.

La resistencia de tierras de los electrodos se determina a partir de las fórmulas reseñadas en la ITC-BT-18.

La resistencia de los electrodos que componen el sistema de tierras proyectado es:

- Conductor enterrado:  $R = \frac{2\rho}{L}$
- Picas verticales:  $R = \frac{\rho}{L} = \frac{150}{2} = 75\Omega$
- Placa enterrada:  $R = \frac{0,8 \cdot \rho}{P}$

Siendo:

R = Resistividad ( $\Omega$ )

$\rho$  = Resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ )

L = Longitud del conductor o pica (m)

P = Perímetro de la placa (m)

La resistencia total del sistema, será:

$$\frac{1}{R} = \left(\frac{1}{R_1}\right) + \left(\frac{1}{R_2}\right) + \dots + \left(\frac{1}{R_n}\right)$$

### Resistencia de la red de tierra de la instalación interior.

Datos:

- Placa de cobre de 0,5x0,5m: 1 ud.
- Conductor de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup>: 10 m.
- Resistividad del terreno: 200  $\Omega \cdot m$

- Resistencia: 19,6  $\Omega$

#### **Resistencia de la red de tierra de la instalación exterior.**

Datos:

- Placa de cobre de 0,5x0,5m: 1 ud.
- Conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup>: 910 m.
- Resistividad del terreno: 200  $\Omega \cdot m$
- Resistencia: 3,98  $\Omega$

#### **5.7. Cálculo de la intensidad de defecto de los diferenciales.**

Considerando la situación más desfavorable, de zonas húmedas, la corriente de defecto, será:

$$I = \frac{V_c}{R} = \frac{24}{32} = 0,75 \text{ A}$$

Se utilizarán aparatos de 30 o 300 mA de sensibilidad (según se determina en planos), no obstante, se efectuarán mediciones de la resistencia de tierra para comprobar que son válidos los resultados calculados.

#### **5.8. Cálculo del alumbrado de emergencia.**

Para garantizar la iluminación uniforme en las dependencias en las que se instale el servicio, se realiza un cálculo aproximado, teniendo en cuenta que:

- Se consideran necesarios de 5 lúmenes/m<sup>2</sup> de la superficie.
- La distancia mínima entre equipos autónomos de emergencia será de  $4 \times h$ , siendo h la altura de instalación que estará comprendida entre 2 y 2,5 m. Teniendo en cuenta que los equipos se instalarán a 2,5 m de altura, la separación entre ellos será como máximo de 10 m.

Dependencia	Necesidades		Instalación		
	Superficie (m <sup>2</sup> )	Lúmenes necesarios	Lúmenes por equipo	Nº de equipos	Lúmenes Instalados
Sala de control	8	40	60	1	60

### 5.9. Puesta a tierra.

De acuerdo con la norma UNE 60210 la resistencia de puesta a tierra será inferior a 20 ohmios. Como margen de seguridad, se ha calculado la instalación para una resistencia inferior a 15 Ohms

La ITC-BT 18 establece las pautas para el cálculo de la instalación de puesta a tierra. La tabla 5 de la citada instrucción recoge las fórmulas siguientes:

$$R = \frac{\rho}{L} \quad \text{para picas verticales}$$

$$R = \frac{2 \times \rho}{L} \quad \text{para conductor enterrado horizontalmente}$$

donde:

R: resistencia ( $\Omega$ )

L: Longitud (m)

$\rho$ : resistividad del terreno ( $\Omega$  m). Se toma un valor medio de 800  $\Omega$  m

Se utilizarán 14 picas de 2 m y 60 m de cable de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup>, con lo cual se cumple con la resistencia máxima exigida.

## 6. CARACTERIZACIÓN DEL EMPLAZAMIENTO Y NIVEL DE RIESGO A EFECTOS DE S.C.I.

Las condiciones y requisitos que deben satisfacer los establecimientos industriales, en relación con su seguridad contra incendios, estarán determinados por su configuración y ubicación con relación a su entorno y su nivel de riesgo intrínseco, de acuerdo con el Real Decreto 2.267 / 2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

### 6.1. Nivel de riesgo intrínseco.

El nivel de riesgo intrínseco se evaluará en función de la densidad de carga de fuego del establecimiento. Para el caso de almacenamientos, esta viene dada por la siguiente fórmula:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{vi} C_i h_i s_i}{A} R_a \quad (\text{MJ} / \text{m}^2) \text{ o } (\text{Mcal} / \text{m}^2)$$

Donde:

$q_{vi}$  = carga de fuego, aportada por cada  $\text{m}^3$  de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en  $\text{MJ} / \text{m}^3$  o  $\text{Mcal} / \text{m}^3$ .

$h_i$  = altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, (i), en m.

$s_i$  = superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio en  $\text{m}^2$ .

$A$  = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en  $\text{m}^2$ .

$C_i$  = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

$R_a$  = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

Cuando hay varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que esta actividad ocupe al menos el 10% de la superficie del sector o área de incendio.

Considerando:

$q_{vi}$  = Poder calorífico superior del gas natural = 11 Mcal / m<sup>3</sup> (n)

$h_i \times s_i$  = Volumen de gas natural almacenado = 580 x Capacitat del depósito

A = Superficie de la parcela

$C_i$  = 1,6 (coeficiente de peligrosidad por combustibilidad ALTO: Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente).

$R_a$  = 2 (depósito de hidrocarburos)

Por aplicación de la fórmula anterior se obtiene el siguiente resultado:

Datos			Qs (Mcal/m <sup>2</sup> )
Volumen depósito (m <sup>3</sup> )	19	→	
Superficie parcela (m <sup>2</sup> )	1254		<b>309</b>

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	6	$8005 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

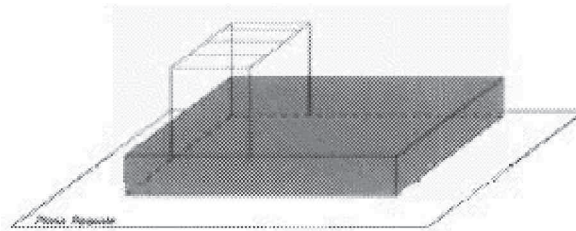
La instalación se considera, por tanto, de **Nivel de Riesgo Intrínseco Alto (6)**.

## 6.2. Tipos de configuración.

El establecimiento se caracteriza, en función de su configuración y ubicación con relación a su entorno como TIPO E "establecimiento industrial que ocupa un espacio abierto que puede estar parcialmente cubierto (hasta un 50% de su

superficie), alguna de las fachadas en la parte cubierta carece totalmente de cierre lateral ", tipología menos exigente en cuanto a requisitos de seguridad contra incendios.

Tipo E



### 6.3. Requisitos constructivos y de instalaciones de protección contra incendios.

El reglamento mencionado, no establece ningún requisito adicional a los ya considerados de acuerdo con la norma UNE 60210, para el nivel de riesgo y el tipo de configuración indicados.

La instalación irá provista por tanto de 2 extintores de 50 kg, cantidad suficiente para cubrir los 8.300 kg de gas natural licuado, de acuerdo con las exigencias de la norma UNE 60.210 (10 kg de polvo por cada 1000 kg de GNL) .

## 7. DIMENSIONAMIENTO DEL DEPÓSITO DE GLP PROVISIONAL.

### 7.1. Consumo y autonomía.

Para saber la autonomía del depósito, se ha estimado una capacidad inicial de 241 puntos de suministro en el municipio, con un consumo previsto de GLP:

$$\text{Caudal punta horario} = 54 \text{ m}^3 \text{ (n) / h}$$

Con estos datos obtenemos un consumo punta por vivienda de  $0,53 \text{ m}^3 \text{ (n) / h}$ , por lo que si consideramos que este caudal se mantiene durante 6 horas al día para vivienda:

$$Q = 3,18 \text{ m}^3 \text{ (n) / día por vivienda}$$

Teniendo en cuenta los datos siguientes, podemos calcular la autonomía de nuestro depósito de 5.000 litros de capacidad nominal:

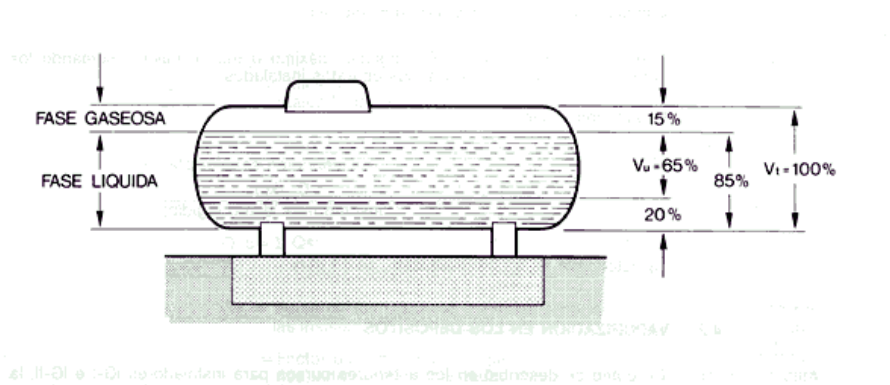
- La masa en volumen del propano es de  $2,095 \text{ kg / m}^3$
- La masa del propano en fase líquida es de  $506 \text{ kg / m}^3$

$$0,53 \text{ m}^3 \text{ / día} \times 2,095 / 506 = 0,0022 \text{ m}^3 \text{ / día de propano en fase líquida.}$$

Con este valor y aplicando

$$V_{\text{depo}} \times 0,65 = \text{Consumo total} \times \text{Autonomía}$$

\* El factor de 0,65 aparece ya que según prescribe el reglamento, un depósito no se puede llenar más del 85% del volumen total y tampoco se ha de vaciar por debajo del 20%, por lo que el volumen útil a considerar es el 65% del volumen total geométrico.



$$5 \times 0,65 = 0,0022 \times 241 \text{ PS} \times \text{Autonomía.}$$

**Autonomía = 6,13 días**

La autonomía del depósito provisional dotando de suministro a 241 puntos de suministro, será de 6,13 días. Hay que tener en cuenta que según se va realizando el cambio de gas, el número de viviendas a las que se debe suministrar GLP disminuirá, por lo que la autonomía del depósito será mayor.

## 7.2. Vaporización.

La vaporización natural de un depósito de propano se puede obtener mediante la expresión:

$$D = \frac{a \cdot S \cdot K \cdot (E_t - T_u)}{q}$$

Donde:

D = es la capacidad de vaporización del propano en kg / h

a = es el porcentaje de la superficie del depósito que está en contacto con el líquido (0,336 para un 20% de llenado)

S = es la superficie del depósito en m<sup>2</sup>

K = es el coeficiente de intercambio de calor con el exterior (12 kcal / hm<sup>2</sup> °C para depósitos aéreos)

E<sub>t</sub> = es la temperatura mínima del ambiente en que está instalado el depósito

T<sub>u</sub> = Temperatura de equilibrio líquido-gas del propano (20°C a 1,7 bar)

q = Calor latente de vaporización del propano (90Kcal / kg)



El depósito tiene una superficie de 18,4 m<sup>2</sup> según los datos del fabricante.

$$D = \text{ask} (E_t - T_u) / q$$
$$D = 0,336 \times 18,4 \times 12 \times (-3,7 - (-20)) / 90$$
$$D = 13,436 \text{ kg / h.}$$

El caudal instantáneo previsto con un coeficiente de simultaneidad de 0,25 es de 13,40 Kg / h por lo que no será necesaria la instalación de vaporizador.

### **7.3. Punto máximo de llenado: longitud tubo sonda.**

La fórmula que permite calcular la longitud útil del tubo sonda es:

$$L = 0,207 \times D$$

Donde:

L = longitud útil del tubo sonda desde la pared del tanque en mm.

D = diámetro del depósito en mm.

Por lo que da como resultado: L = 248,4 mm.

### **7.4. Protección contra el fuego.**

Las instalaciones de protección contra incendios deben cumplir lo dispuesto en la legislación vigente, siendo esta el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.

Los extintores a utilizar deben ser de polvo químico seco, portátiles o sobre ruedas. La instalación se encuentra clasificada como zona A-5 por lo que deberá contar con, como mínimo, 2 extintores de eficacia mínima unitaria de 34A-183B-C.

### **7.5. Toma de tierra**

Habrà una toma de tierra para el camión cisterna, para la descarga de su electricidad estática y para igualar sus potenciales. La toma de tierra se situará preferentemente fuera de la estación de G.L.P. y se conectará con el depósito con cable de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup>.

### **7.6. Elementos complementarios**

El centro de almacenamiento provisional debe disponer de carteles indicadores con el siguiente texto: "Gas inflamable "Prohibido fumar y encender fuego", y colocarlos en la proximidad del depósito, y en cada uno de los lados del cerramiento y en las puertas de acceso

## ANEXO II. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

## 1. OBJETO.

El Presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y demolición se redacta en base al Real Decreto R.D. 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

A continuación se realiza una estimación de los residuos que se prevé que se producirán en los trabajos directamente relacionados con la obra y se resumen los criterios que se tendrán en cuenta para la gestión de los mismos.

## 2. DEFINICIONES.

A efectos del Real Decreto 105/2008 se entiende por:

- Residuo de Construcción y Demolición (RCD): Cualquier sustancia y objeto, que cumpliendo la definición de “Residuo” incluida en el artículo 3.a) de la Ley 22/2011, de 28 de julio, se genere en una obra de construcción y demolición.
- Residuo inerte: Aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencias municipal o no.
- Productor de Residuos de construcción y demolición: La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción.
- Poseedor de Residuos de construcción y demolición: La persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos. En todo caso tendrá la consideración de poseedor de residuos la persona física o jurídica que ejecute

la obra de construcción, tales como el constructor, las empresas subcontratistas o los trabajadores autónomos.

- Obra de construcción y demolición: es la actividad consistente en:

1º. – La construcción, rehabilitación o mejora de un bien inmueble, tal como un edificio, carretera, puerto, o aeropuerto, ferrocarril, canal, presa, instalación deportiva o de ocio, así como otro análogo de Ingeniería civil.

2º. – La realización de trabajos que modifiquen la forma o sustancia del terreno o del subsuelo, tales como excavaciones, inyecciones, urbanizaciones y otros análogos.

Por lo tanto, las obras previstas en este documento se incluyen en esta definición y se hace necesaria la realización de este Estudio de Gestión de Residuos de Construcción.

### 3. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR.

<b>RCD Nivel I (residuos de excavación y movimientos de tierra)</b>		
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	X
17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05	
17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07	
<b>RCD Nivel II (residuos de actividades propias de la construcción)</b>		
<b>Residuos de naturaleza pétreo</b>		
	Hormigón	
17 01 01	Hormigón	X
	Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	
17 01 02	Ladrillos	X
17 01 03	Tejas y Materiales Cerámicos	
17 01 07	Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y mat cerám distinta del código 17 01 06	
	Piedra, arena, grava y otros áridos	
01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de código 01 04 07	
01 04 09	Residuos de arena y arcilla	
17 09 04	RCDs mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03	
<b>Residuos de naturaleza no pétreo</b>		
17 02 01	Madera	X
17 02 02	Vidrio	
17 02 03	Plástico	X
17 03 02	Asfalto (Mezclas Bituminosas distintas a las del código 17 03 01)	
	Metales	
17 04 01	Cobre, bronce, latón	X
17 04 02	Aluminio	
17 04 03	Plomo	
17 04 04	Zinc	
17 04 05	Hierro y Acero	X
17 04 06	Estaño	
17 04 07	Metales mezclados	X
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	
17 08 02	Materiales de Construcción a partir de Yeso distintos de los 17 08 01	X
20 01 01	Papel	X
	Asimilables a residuos municipales	
20 02 01	Residuos biodegradables	X
20 03 01	Mezclas de residuos municipales	X
	Otros	
02 01 03	Residuos de tejidos vegetales	
12 01 13	Residuos de soldadura	X
15 01 09	Envases textiles (sacos terreros)	X
15 02 03	Ropa de trabajo, materiales de filtración (mantas-anti-roca)	
16 01 03	Neumáticos	
16 02 16	Componentes retirados de equipos desechados distintos a los especificados en el código 16 02 15	

Residuos peligrosos		
07 07 01	Sobrantes de desencofrantes	
08 01 11	Sobrantes de pintura	
08 01 11	Sobrantes de barnices	
13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor..)	
13 07 03	Hidrocarburos con agua	X
14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados	
15 01 10	Envases vacíos de metal y plástico contaminados	X
15 01 11	Aerosoles vacíos	X
15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos...)	X
16 01 07	Filtros de aceite	
16 06 01	Baterías de plomo	
16 06 03	Pilas botón	
16 06 04	Pilas alcalinas y salinas	
16 07 08	Residuos que contienen hidrocarburos	
17 01 06	Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias	
17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas	
17 03 01	Mezclas Bituminosas que contienen alquitrán de hulla	
17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados	
17 04 09	Residuos Metálicos contaminados con sustancias peligrosas	
17 04 10	Cables que contienen Hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras SP's	
17 05 03	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas	
17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas	
17 05 07	Balasto de vías férreas que contienen sustancias peligrosas	
17 06 01	Materiales de Aislamiento que contienen Amianto	
17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas	
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los 17 06 01 y 17 06 03	
17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto	
17 08 01	Materiales de Construcción a partir de Yeso contaminados con SP's	
17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen Mercurio	
17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's	
17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's	
17 09 04	RCDs mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03	
20 01 21	Tubos fluorescentes	

(Codificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos, publicada por Orden MAM/304/ 2002 del Ministerio de Medio Ambiente, de 8 de febrero)

## 4. MEDIDAS A APLICAR PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS

### 4.1. Principios generales

Tal y como exige la legislación vigente en materia de residuos, la gestión de los mismos tratará de priorizar, por este orden, su **reducción, reutilización, reciclado y recuperación energética (valorización)**, asegurando que los residuos destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado.

**Reutilización:** es la recuperación de elementos constructivos completos con las mínimas transformaciones posibles.

La reutilización, no solamente reporta ventajas ambientales, sino también económicas. Los elementos constructivos valorados en función del peso de los residuos poseen un valor bajo, pero, si con pequeñas transformaciones, o mejor, sin ellas, pueden ser regenerados o reutilizados directamente, su valor económico es más alto. En este sentido, la reutilización es una manera de minimizar los residuos originados, de forma menos compleja y costosa que el reciclaje.

**Reciclaje:** es la recuperación de algunos materiales que componen los residuos, sometidos a un proceso de transformación en la composición de nuevos productos.

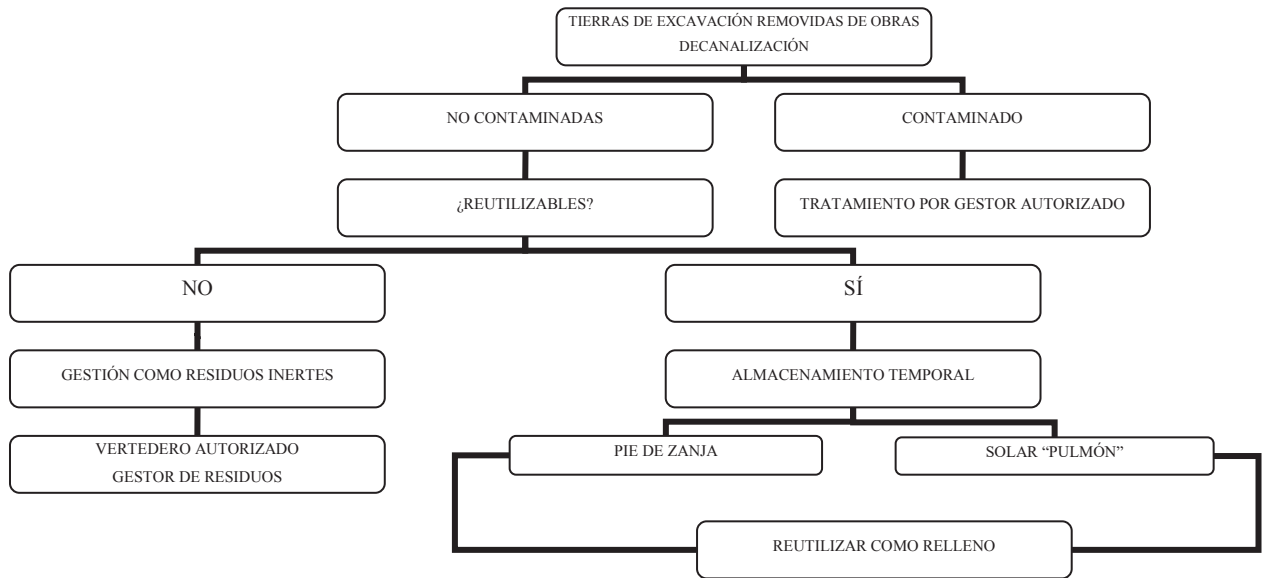
La naturaleza de los materiales que componen los residuos de construcción, determina cuáles son sus posibilidades de ser reciclados y su utilidad potencial. Los residuos pétreos-hormigones principalmente, pueden ser reintroducidos en obras como granulados, una vez han pasado el proceso de criba y machaqueo.

**Valorización:** es dar valor a los elementos y materiales de los residuos de la construcción y consiste en aprovechar las materias, subproductos y sustancias que contienen.

La valorización de los residuos evita la necesidad de enviarlos a un vertedero controlado y también evita que se eliminen mediante el sistema de vertido incontrolado en el suelo.



A continuación se adjunta el esquema de actuación para las tierras procedentes de obras de construcción y reparación de redes:



El resto de residuos no reutilizables serán tratados en vertedero autorizado.

Los residuos generados se entregarán a un Gestor Autorizado de Residuos, el cual se encargará de recoger, almacenar, transportar y valorizar los mismos.

#### 4.2. Medidas de prevención

De forma previa al inicio de los trabajos la empresa encargada de realizar la obra deberá facilitar, si se requiriese, la lista de gestores autorizados para la retirada de residuos reciclables así como los certificados de aceptación del gestor, y la lista de vertederos autorizados en la zona que, a priori, podrían ser el destino de los sobrantes de obra.

Siempre que sea posible, se intentará minimizar el volumen de residuos generados en las obras mediante un adecuado diseño y se pondrán en marcha medidas que permitan su reciclaje y reutilización.

Se evitarán sobrantes innecesarios, solicitando las piezas y materiales mínimos indispensables. Se preverá, no obstante, la instalación de contenedores de almacenaje de productos sobrantes que se ubicarán en el entorno de la obra, para evitar que estos se desechen junto a los residuos.

La maquinaria utilizada en las obras deberá estar en buen estado, siendo requisito que haya superado su revisión periódica. Asimismo, deberá tener su placa de identificación correspondiente. Cuando se produzcan pérdidas de aceite o fluidos contaminantes de vehículos o maquinaria utilizada en la obra, éstos serán retirados de la obra hasta su reparación. Asimismo, el Contratista aplicará las medidas necesarias y adecuadas para eliminar los posibles daños producidos.

Las operaciones de mantenimiento de la maquinaria y otras operaciones con productos peligrosos se efectuarán dentro de la obra en lugares específicos para ello, debiendo estar alejados de cauces y de la red de saneamiento.

Los productos químicos y/o peligrosos que se utilicen en la obra estarán envasados en recipientes estables, resistentes y correctamente etiquetados para su fácil identificación. Antes de la eliminación de estos recipientes, se procurará su vaciado completo.

Se extremarán las precauciones en los trabajos que se realicen cerca de cauces para evitar la caída de materiales o productos al mismo, debiendo mantener en todos los casos la obra en perfecto estado de orden y limpieza.

#### **4.3. Medidas de separación**

Mediante la **separación de residuos** se facilita su reutilización, valorización y eliminación posterior. Será exigible la separación de residuos en las fracciones determinadas en el artículo 5.5 del Real Decreto 105/2008 cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las cantidades especificadas en el mismo artículo.

- Hormigón: 80 t
- Ladrillos, tejas, cerámicos: 40 t
- Metal: 2 t
- Madera: 1 t
- Vidrio: 1 t
- Plástico: 0,5 t
- Papel y cartón: 0,5 t

En todo caso, los residuos potencialmente peligrosos que se generen en la obra, se mantendrán separados del resto de residuos, evitando la contaminación de estos últimos.

Los contenedores para la recogida de residuos se situarán en la calzada, o en una zona amplia de acera señalizándolo convenientemente. Se tendrá que prever la posibilidad de que sea necesaria la utilización de más contenedores en función de la evolución de la ejecución de los trabajos.

#### **4.4. Otras medidas**

Se establecen las siguientes prescripciones específicas en lo relativo a la gestión de residuos:

- Se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo a realizar por el Gestor Autorizado de Residuos.

- Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

- El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado,

estará obligado a entregarlos a un Gestor Autorizado de Residuos. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

- La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

## 5. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR Y PRESUPUESTO.

RED A CANALIZAR (m)	196,00
CALAS A REALIZAR (purgas + válvulas de sectorización a instalar)	4,00
CAPACIDAD TOTAL DEPÓSITOS A DESMANTELAR (m³)	66,50

	Volumen (m³)	Densidad (t/m³)	Peso (t)	Coste gestión (€/t)	Importe (€)
<b>RCD Nivel I</b>					
Tierras y piedras de excavación sin RP (LER 17 05 04)	82,40	1,50	123,60	8,00	988,80
<b>RCD Nivel II</b>					
<b>Residuos de naturaleza pétreo</b>					
Hormigón (LER 17 01 01)	0,33	1,50	0,50	8,00	3,99
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos (LER 17 01 02-03-07)	0,13	1,25	0,17	8,00	1,33
Piedra, arena, grava y otros áridos (LER 01 04 08-09)	0,00	1,50	0,00	8,00	0,00
<b>Residuos de naturaleza no pétreo</b>					
Madera (LER 17 02 01)	0,13	1,50	0,20	40,00	7,98
Vidrio (LER 17 02 02)	0,00	1,00	0,00	40,00	0,00
Plástico (LER 17 02 03)	0,13	0,75	0,10	40,00	3,99
Asfalto (LER 17 03 02)	0,00	1,00	0,00	40,00	0,00
Metales (LER 17 04)	5,32	1,50	7,98	40,00	319,20
Yeso (LER 17 08 02)	0,33	1,00	0,33	40,00	13,30
Papel (LER 20 01 01)	0,07	0,75	0,05	40,00	2,00
Asimilables a municipales (LER 20 02 01, 20 03 01) y otros	0,13	0,75	0,10	40,00	3,99
<b>Residuos potencialmente peligrosos</b>					
Hidrocarburos con agua (LER 13 07 03)	66,50	1,00	66,50	12,50	831,25
Envases contaminados, aerosoles vacíos y otros	0,07	0,60	0,04	12,50	0,50
<b>TOTAL RCD GENERADOS</b>	<b>155,55</b>	<b>-</b>	<b>199,57</b>		<b>2.176,32 €</b>

## **6. NORMATIVA DE APLICACIÓN.**

### **6.1. Normativa Europea**

- Directiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011 relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.
- Directiva 1999/31/CE, del Consejo, de 26 de abril de 1999, relativa al vertido de residuos.
- Decisión del Consejo 2003/33/CE de 19 de diciembre de 2002, por la que se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos con arreglo al artículo 16 y al anexo II de la Directiva 1999/31/CEE.

### **6.2. Normativa Nacional**

- Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero del Ministerio de la Presidencia por la que se regula la producción y gestión de Residuos de construcción y Demolición. (BOE 13 de febrero de 2008)
- Orden MAM 304/2002, de 8 de febrero, del Ministerio de Medio Ambiente, Lista Europea de Residuos. (BOE 19 de febrero 2002).
- Corrección de errores orden MAM 304/2002, de 8 de febrero, del Ministerio de Medio Ambiente. (BOE 12 de marzo de 2002).
- Ley 22/2011 de 28 de julio de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la Ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básico de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio.
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

### 6.3. Normativa Autonómica.

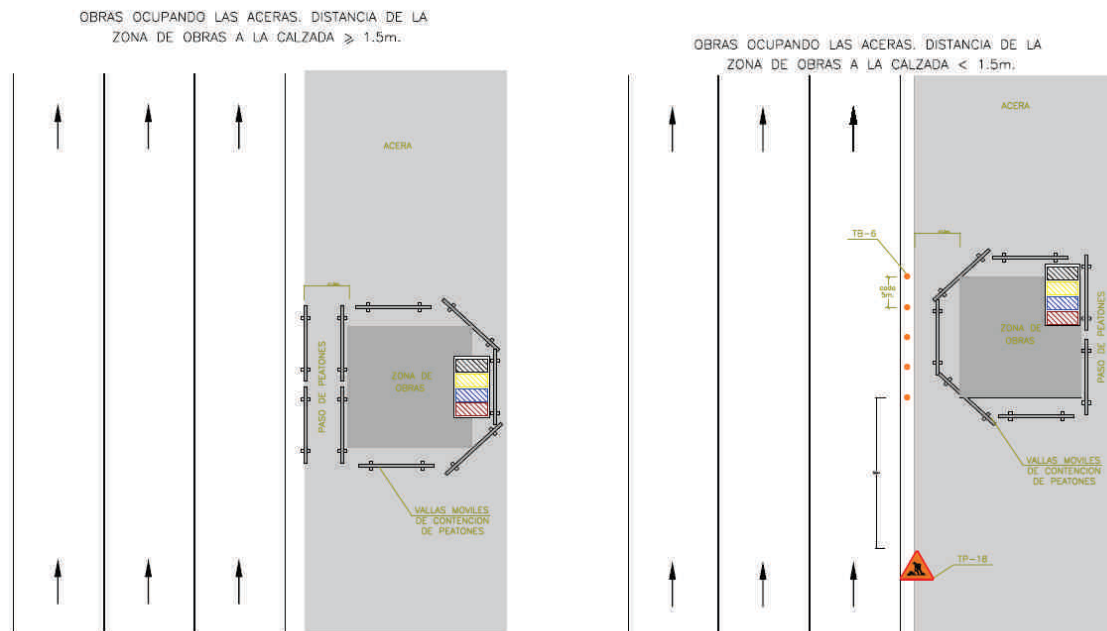
- Decreto 39/2016, de 21 de octubre, del Plan Director de Residuos de Navarra 2016-2026.
- Decreto 4/2006 de 13 de enero de 2006, regulador de las actividades de producción y gestión de residuos.
- Decreto 86/1990, de 11 de octubre de 1990, de asignación de competencias en materia de autorizaciones para la producción y gestión de residuos tóxicos y peligrosos.
- Orden 32/2001, de 27 de diciembre de 2001, por la que se regulan los documentos de control y seguimiento para la recogida y gestión de residuos no peligrosos.
- Orden 1/2002, de 21 de enero de 2002, por la que se regulan los documentos de control y seguimiento a emplear para la recogida de pequeñas cantidades de residuos peligrosos.
- Decreto 44/2014 , de 16 de octubre , por el que se regulan las actividades de producción y gestión.

## 7. PLANOS.

Dando cumplimiento a lo establecido en el apartado 1.a.5 del artículo 4 del RD 105/2008, en el apartado PLANOS se indica la ubicación aproximada de las zonas de acopio de los diferentes tipos de materiales y residuos procedentes de las obras contempladas en el presente proyecto.

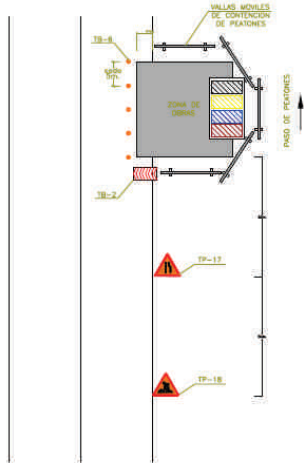
Además, se incluyen a continuación varios esquemas tipo que muestran la forma aproximada en que se dispondrán los contenedores de recogida de residuos que en su caso fueran necesarios para las obras de canalización, en función de que las características concretas del tramo a ejecutar aconsejen ubicarlos en calzada o bien en acera.

Dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y su sistema de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.

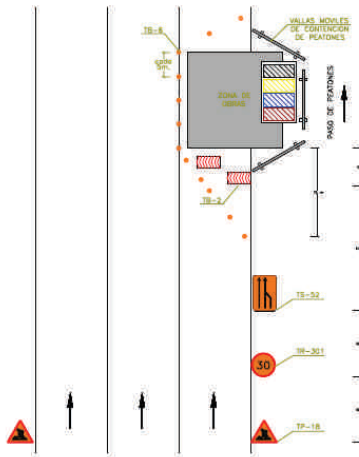




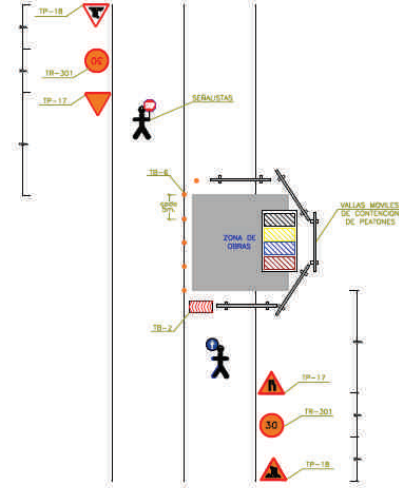
OBRAS OCUPANDO HASTA 1m. DE CALZADA EN CUALQUIER TIPO DE VIA.



OBRAS OCUPANDO UN CARRIL EN VIAS DE 2 O MAS CARRILES POR SENTIDO.



OBRAS OCUPANDO UN CARRIL EN VIAS DE DOS CARRILES, UNO PARA CADA SENTIDO. ORDENACION DEL TRAFICO MEDIANTE SEÑALISTAS:



**AUTOR DEL PROYECTO  
EL INGENIERO DE CAMINOS**

**JULIAN DIEZ GOMEZ  
No. Colegiado 7.730**

## ANEXO III. PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

## 1. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN.

El artículo N°45 de la Constitución Española establece el derecho de todos los ciudadanos a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, así como el deber de conservarlo y la obligación de los Poderes Públicos de velar por la utilización racional de los recursos naturales con el fin de proteger y mejorar la calidad de vida y defender y restaurar el medio ambiente.

Las instalaciones objeto del presente proyecto, no requieren ser sometidas a estimación de impacto ambiental según la normativa vigente de aplicación.

No obstante, dado que las actuaciones previstas pueden causar molestias puntuales, especialmente en la fase de purgado de gas residual y en la de demolición, en el presente anexo se identifican los aspectos en que el diseño, ejecución, puesta en servicio y mantenimiento de las instalaciones proyectadas puede afectar al medio ambiente, con el objeto de establecer las medidas apropiadas para reducir su impacto.

## **2. LEGISLACIÓN APLICABLE.**

### **2.1. Normativa comunitaria.**

- Directiva 85/337/CEE del Consejo, de 27 de junio de Evaluación de Impacto Ambiental (DOCE L 175/40 de 5.7.85).
- Directiva 97/11/CEE del Consejo, de 3 de Marzo de modificación de la anterior (DOCE L 73 de 14.3.97).
- Directiva 2003/35/CE, de 26 de mayo de 2003, por la que se establecen las medidas para la participación del público en la elaboración de determinados planes y programas relacionados con el medio ambiente y por la que se modifican las Directivas 85/337/CEE y 96/61/CE.
- Directiva 2008/50/CE del Parlamento y del Consejo de 21 de mayo de 2008 relativa a la calidad del aire ambiente y una atmósfera más limpia en Europa (DOUE L152 de 11-6-08).

### **2.2. Normativa nacional.**

- Ley 34/1998, de 7 de Octubre, del sector de hidrocarburos.
- Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos (BOE de 28 de enero de 2008).
- Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental. (BOE núm. 239, de 05.10.88).
- Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- Real Decreto Legislativo 1/2001 de aprobación de texto refundido de la Ley de Aguas.
- Ley 22/2011 de 28 de julio de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE 38, de 13-2-08).

- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos (BOE de 19-2-2002; corrección de errores BOE de 12-3-2002).
- Real Decreto 952/1997, de 20 de Junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1.986.
- Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- La Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.
- Real Decreto-Ley 4/2007, de 13 de abril, por el que se modifica el texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera (BOE 275 de 17-11-2007).
- Proyecto de Real Decreto por el que se actualiza el Anexo IV de la Ley 34/2007 (Mayo de 2009).
- Ley 37/2003, de 27 de noviembre, del Ruido (BOE nº 276, de 18-11-2003).
- Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental (BOE nº301, de 17-12-2005)
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas (BOE nº 254, de 23-10-2007).
- Ley 16/85 de 25 de Junio del patrimonio histórico español.

### **2.3. Normativa autonómica.**

- Ley Foral 4/2005, de 22 de marzo, de intervención para la Protección Ambiental
- Decreto Foral 93/2006, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo de la Ley Foral 4/2005.

### **3. IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES**

#### **3.1. Vertidos y residuos.**

- Residuos de capas asfálticas, cemento, losetas, hormigón, tierras sobrantes de la excavación, maderas y plásticos de embalajes de tubos y elementos constructivos y plásticos de polietileno de recorte de los tubos.
- Agua con hidrocarburos procedente de la desgasificación de los depósitos.

#### **3.2. Emisiones a la atmósfera.**

- Purgado de gas residual en las conducciones.
- Emisión de gases de combustión (vehículos, compresores...)
- Aumento en la cantidad de material particulado, como resultado de las excavaciones, el tránsito de vehículos, etc.

#### **3.3. Vibraciones y ruidos.**

- Vibraciones y ruido producidos por la maquinaria pesada (martillos neumáticos, sierras de corte, retroexcavadoras, apisonadora de tierras, etc) en la apertura de zanjas y calas.

#### **3.4. Afección al tráfico.**

- Debidas al tránsito de maquinaria y operarios para apertura de zanjas y calas.
- Durante la operación de vaciado y desgasificación del depósito, por la necesidad de acotar una zona para ubicar el camión cisterna.

#### **3.5. Consumos.**

- Consumo de agua para el desgasificado.
- Consumo de gasoil y gasolina por la maquinaria de obra.

- Consumo de hormigón y gravas para el relleno de zanjas y calas.
- Consumo de polietileno, acero...para los tubos y accesorios de red.

### **3.6. Afección a bienes del patrimonio cultural histórico.**

Las operaciones previstas, en principio, no producirán afección al patrimonio cultural e histórico de la localidad. No obstante, se atenderá a todas las indicaciones del Ayuntamiento en este sentido para evitar cualquier tipo de afección a zonas protegidas.

#### **4. MEDIDAS MINIMIZADORAS.**

Este tipo de medidas van dirigidas a paliar las afecciones que se producen, en la medida de lo posible.

##### **4.1. Fase de construcción.**

###### **4.1.1. Vertidos y residuos.**

- Los residuos se valorizarán, reutilizando al máximo lo que se pueda y llevando al vertedero de inertes a través de un gestor autorizado, según se concreta en el Anexo "Gestión de residuos de construcción y demolición", los que no puedan reutilizarse.
- El agua procedente del desgasificado de los depósitos se recogerá para su posterior tratamiento por gestor autorizado.
- Para evitar la contaminación del suelo, la labor de vaciado del depósito se realizará por personal técnico cualificado y según procedimientos homologados. En caso de que se produzca un derrame accidental se procederá rápidamente a la retirada del suelo contaminado siendo gestionado como un residuo tóxico y peligroso.
- Se retirarán todos los desechos de construcciones realizadas con el fin de dejar la zona totalmente limpia.
- No se realizará ninguna operación de mantenimiento de la maquinaria o vehículos en la zona de trabajo.
- Se impedirá en todo momento la afección a los posibles acuíferos existentes, no excavando hasta su nivel en ningún momento y evitando cualquier derrame o vertido accidental de aceites, combustible o cualquier otra sustancia contaminante.

###### **4.1.2. Emisiones.**

- El gas residual se quemará de manera que será emitido en su mayor parte como CO<sub>2</sub>, en cantidad no superior a la habitual en las instalaciones



domésticas. Los quemadores se ubicarán en lugares que permitan la rápida evacuación de los productos de la combustión.

- Evitar emisiones excesivas de gases a la atmósfera teniendo en perfecto estado de mantenimiento toda la maquinaria.
- Minimizar la emisión de partículas sólidas sedimentables en las zonas más expuestas al viento, en las áreas de acopio y en todas las zonas donde se realicen movimiento de tierras, utilizando lonas protectoras o aplicando riegos si es preciso.

#### 4.1.3. Vibraciones y ruidos.

- El nivel sonoro y de vibraciones de la maquinaria y vehículos utilizados será acorde con la normativa vigente (Real Decreto 212/2002 de 22 de Febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre).
- Los equipos utilizados dispondrán de marcado CE, indicando el nivel de potencia acústica garantizado y declaración CE de conformidad cuando así lo establezca el citado RD.
- Mantener la maquinaria encendida únicamente cuando sea necesario.
- Cumplir horarios previstos para cada actividad.

#### 4.1.4. Afección al tráfico.

- Si es posible, las zanjas y calas se situarán de manera que no interrumpan el tráfico, trabajando en los viales de manera que la ejecución afecte primero a la mitad de una calle y, si es necesario, posteriormente a la otra mitad. La zona de obra se señalará y vallará convenientemente, para evitar un accidente debido a la irregularidad del terreno y la presencia de maquinaria y material en las zonas de acopio. Las zanjas y calas se taparán y se repondrá el terreno sin dilaciones en el tiempo que aumenten los riesgos de la población que circule por los viales afectados.

- Se minimizará el número de viajes a realizar por los vehículos, aprovechando la capacidad de los camiones, etc
- Se comunicará a los servicios técnicos municipales, las obras que vayan a realizarse para que, en el caso de que se prevea el corte de algún vial, estos puedan habilitar los itinerarios alternativos más adecuados.
- Cuando se esté trabajando en carreteras, caminos, etc., se mantendrán de día y noche todas aquellas señales adecuadas para proteger a todas las personas de cualquier accidente, y prevenir a los conductores de la obstrucción existente, debiendo contarse para ello siempre con la autorización escrita previa de los organismos.

#### 4.1.5. Consumos.

- Se reducirán mediante una buena planificación y una correcta operativa que permita minimizar recorridos, evitar duplicidades o repetición de actividades, optimizar longitudes y cantidad de materiales...

#### 4.1.6. Afecciones a patrimonio cultural histórico.

- Cuando se prevea que en la localización de la obra pueda existir afección a Patrimonio Cultural Histórico, se consultará con el Ayuntamiento con carácter previo al comienzo de las obras para tomar las medidas necesarias de manera que el impacto sea mínimo. En el caso de que se detecte algún resto arqueológico, se detendrán de inmediato las obras, comunicándolo al Ayuntamiento para su valoración.
- Podrán adaptarse, por ejemplo, los lugares previstos para el purgado de gas residual si según indicaciones del Ayuntamiento es recomendable para evitar algún tipo de afección.

## 4.2. Fase de explotación

De todos los combustibles fósiles, el gas natural destaca por presentar los menores impactos ambientales a lo largo de su ciclo de vida, tanto en la etapa de extracción, elaboración y transporte, como en la fase de utilización.

El gas natural está constituido en su mayor parte de metano, no contiene azufre, tan sólo el correspondiente al odorizante, carece de compuestos orgánicos volátiles, hidrocarburos pesados y otras impurezas, y su contenido en metales es prácticamente inapreciable, lo que resulta en menores emisiones de gases contaminantes por unidad de energía producida y descarta cualquier emisión de partículas sólidas, hollines...

Además, la naturaleza del gas (su combustión tiene lugar en fase gaseosa) permite alcanzar una mezcla más perfecta con el aire de combustión lo que conduce a combustiones completas y más eficientes.

Por lo que respecta a los consumos, el Promotor hace las siguientes recomendaciones generales a los usuarios:

- Apagar pilotos cuando no se estén utilizando.
- Limpiar regularmente los quemadores tanto de calentadores, cocinas como de calderas.
- Mantener ventanas cerradas y bien aisladas.

Por todo lo comentado se considera que, en la fase de explotación, el impacto de las actuaciones es principalmente positivo, ya que satisfacen las necesidades energéticas de forma más limpia, eficiente y segura que el combustible actual.

**AUTOR DEL PROYECTO  
EL INGENIERO DE CAMINOS**



**JULIAN DIEZ GOMEZ  
No. Colegiado 7.730**

## ANEXO IV. DOCUMENTO DE PROTECCIÓN CONTRA EXPLOSIONES

## 1. INTRODUCCIÓN

La Directiva 1999/92/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 1999, relativa a las disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas, establece las disposiciones específicas mínimas en este ámbito. Mediante el Real Decreto 681/2003, de 12 de junio se procede a la transposición al Derecho español del contenido de esta directiva.

A efectos de dicho Real Decreto, se entiende por atmósfera explosiva la mezcla con el aire, en condiciones atmosféricas, de sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos, en la que, tras una ignición, la combustión se propaga a la totalidad de la mezcla no quemada.

Este Real Decreto establece la obligación por parte del empresario de evaluar los riesgos específicos derivados de las atmósferas explosivas, teniendo en cuenta, al menos:

- a) La probabilidad de formación y la duración de atmósferas explosivas.
- b) La probabilidad de presencia y activación de focos de ignición, incluidas las descargas electrostáticas.
- c) Las instalaciones, las sustancias empleadas, los procesos industriales y sus posibles interacciones.
- d) Las proporciones de los efectos previsibles.

Para ello, según se indica en el mismo, deberá elaborar un Documento de Protección contra Explosiones donde se reflejará:

- Que se han determinado y evaluado los riesgos de explosión.
- Que se tomarán las medidas adecuadas para lograr los objetivos de dicho RD.
- Las áreas que han sido clasificadas en zonas de conformidad con el anexo I del RD.
- Las áreas en que se aplicarán los requisitos mínimos establecidos en el anexo II del mismo RD.
- Que el lugar y los equipos de trabajo, incluidos los sistemas de alerta, están diseñados y se utilizan y mantienen teniendo debidamente en cuenta la

seguridad.

- Que se han adoptado las medidas necesarias, de conformidad con el Real Decreto 1215/1997 para que los equipos de trabajo se utilicen en condiciones seguras.

La norma del Grupo PE.03273.ES - TR.PRL, tiene por objeto garantizar estas condiciones mínimas de seguridad frente a los riesgos derivados de la presencia de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo, de acuerdo con lo dispuesto en el RD 681 / 2003, teniendo el contenido exigido por el mismo.

A esta norma quedan determinados, entre otras, la metodología de clasificación de zonas, la metodología de evaluación del riesgo, las medidas de seguridad a adoptar y otros temas de formación y coordinación de actividades empresariales.

Gas Natural Fenosa dispone del Documento de Protección contra Explosiones dividido en cuatro partes:

- Parte General: PE.03273.ES - TR.PRL Prevención de riesgos en puestos de trabajo con potencial presencia de atmósferas explosivas.
- Parte 1: Estudio de Clasificación de Zonas y Evaluación de Riesgos.
- Parte 2: Listado de verificación De La Seguridad Generales Contra Explosiones.
- Parte 3: Resumen por Actividades.

## 2. OBJETO.

El presente documento tiene por objeto dar cumplimiento a lo dispuesto en dicho Real Decreto 681/2003, con la finalidad de garantizar las condiciones mínimas de seguridad frente a los riesgos derivados de la presencia de atmósferas explosivas en las instalaciones objeto del presente proyecto.

En concreto, las instalaciones que se consideran susceptibles de presentar este tipo de riesgo en condiciones normales de operación en el caso del presente proyecto son:

- Planta de GNL
- Planta provisional de GLP.
- Estación de regulación de la planta (aérea, sin caseta).
- Válvulas (enterradas en su mayoría, y de tipo aéreo).

La red de tuberías no se considera como zona clasificada en condiciones normales, sólo en situaciones que pudieran alterar dichas condiciones como fugas o presencia de gas debido a la realización de intervenciones. Para estas situaciones, existen normas específicas donde se establecen los procedimientos y medidas preventivas a aplicar, según se contempla en el Estudio de Seguridad y Salud.

### 3. NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Con carácter general se cumplirá con lo establecido en la siguiente normativa, listado no exhaustivo, y sus posteriores modificaciones:

- Ley 31/95, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, y normativa de desarrollo.
- R.D. 681/2003, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- R.D. 400/1996, de 1 de marzo, por el que se dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.
- R.D. 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1.995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- UNE-EN 60079 Parte 10-1 (Abril 2010): Material eléctrico para atmósferas explosivas. Clasificación de emplazamientos peligrosos.
- UNE-EN 60079 Parte 14 (Octubre 2010): Material eléctrico para atmósferas explosivas. Instalaciones eléctricas en áreas peligrosas.
- Norma UNE-EN 60079 Parte 17 (Diciembre 2008): Atmósferas explosivas. Inspección y mantenimiento de instalaciones eléctricas.
- Norma UNE-EN 1127 Parte 1 (Septiembre 2012): Prevención y protección contra la explosión. Conceptos básicos y metodología.



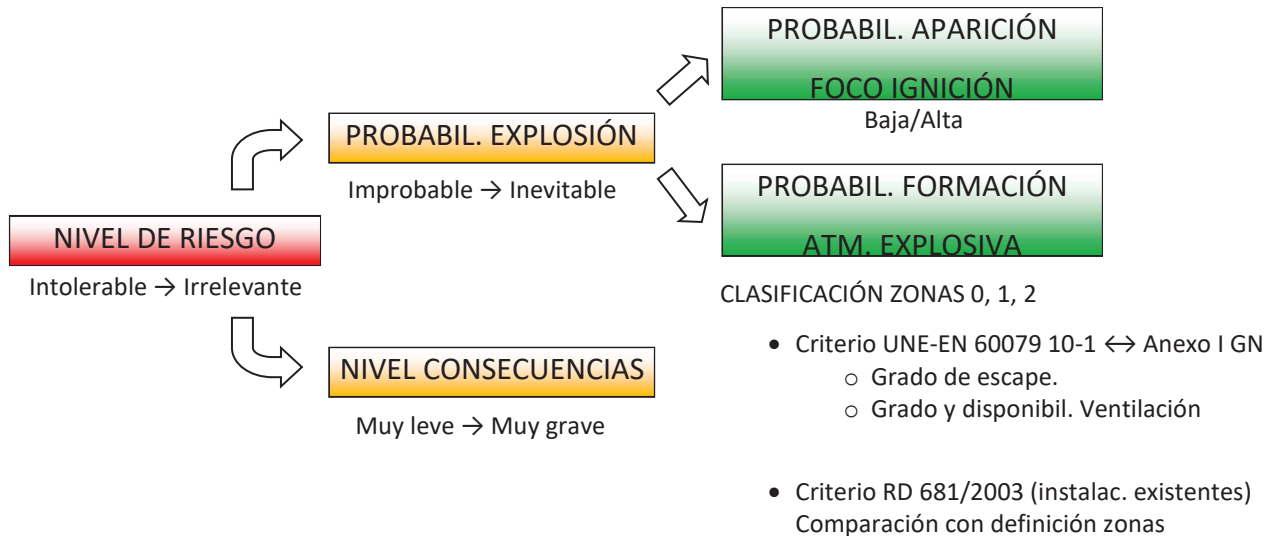
- Norma UNE 60210 (Abril 2015): Plantas satélite de gas natural licuado (GNL).

Gas Natural dispone de una norma específica (PE.03273.ES-TR.PRL Prevención de riesgos en lugares de trabajo con potencial presencia de atmósferas explosivas) que ya contempla todos los aspectos exigidos por el RD 681/2003 con respecto al Documento de Protección contra Explosiones, incluyendo apartados específicos para la clasificación de zonas de probabilidad de formación de atmósfera explosiva y evaluación del nivel de riesgo en las instalaciones típicas de la industria del gas.

La redacción de este documento se basa en el contenido de dicha normativa interna.

#### 4. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO.

El procedimiento para la evaluación del nivel de riesgo de una instalación o actividad se esquematiza como sigue:



El **nivel de riesgo** a considerar se obtiene, a partir de la combinación de los parámetros “probabilidad de explosión” y “nivel de las consecuencias” que se derivarían de la misma, según muestra la tabla siguiente:

Probabilidad de Explosión	Nivel de Consecuencias				
	Muy Leves	Leves	Moderadas	Graves	Muy Graves
Improbable	Irrelevante	Irrelevante	Trivial	Tolerable	Moderado
Posible	Irrelevante	Trivial	Tolerable	Moderado	Considerable
Probable	Trivial	Tolerable	Moderado	Considerable	Importante
Bastante Probable	Tolerable	Moderado	Considerable	Importante	Intolerable
Inevitable	Moderado	Considerable	Importante	Intolerable	Intolerable

Por otra parte, la **probabilidad de explosión** se estima combinando los parámetros “Probabilidad de formación de atmósfera explosiva” y la “Probabilidad de aparición de focos de ignición”:

Formación de Atmósfera Explosiva (Clasificación en Zonas)	Presencia y Activación de Focos de Ignición	
	Baja	Alta
Zona 2	Improbable	Probable
Zona 1	Posible	Bastante probable
Zona 0	Probable	Inevitable

Uno de los aspectos principales a considerar para la evaluación del riesgo de explosión es, por tanto, la clasificación de zonas de probabilidad de formación de atmósfera explosiva o zonas ATEX. La definición de los diferentes tipos de zonas es la siguiente:

Tipo	Definición
<b>Zona 0</b>	Área de trabajo en la que una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla está presente de modo permanente, o por un período de tiempo prolongado, o con frecuencia.
<b>Zona 1</b>	Área de trabajo en la que es probable, en condiciones normales de explotación, la formación ocasional de una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.
<b>Zona 2</b>	Área de trabajo en la que no es probable, en condiciones normales de explotación, la formación de una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo permanece durante breves períodos de tiempo.
<p>Observaciones:</p> <p>Si en un mismo emplazamiento peligroso coexisten diversas fuentes de escape se deberá tener en cuenta la posible acumulación de las mismas en la clasificación de la zona.</p> <p>En recintos cerrados se clasificará todo el recinto como emplazamiento peligroso, excepto cuando se justifique la reducción de la extensión de la zona mediante un estudio (valoración de que el volumen de una eventual mezcla explosiva es muy inferior al volumen del recinto cerrado o que existe ventilación suficiente)</p> <p>En la clasificación de zonas se tendrán en cuenta los lugares que estén o puedan estar en contacto, mediante aberturas, con lugares en los que pueden crearse atmósferas explosivas.</p>	

Para clasificar las diferentes partes de la instalación como uno u otro tipo de zona se emplea la siguiente tabla, en función del grado de escape previsto y la calidad de la ventilación existente:

Grado de escape	Ventilación						
	Grado						
	Alto			Medio		Bajo	
	Disponibilidad						
	Buena	Aceptable	Pobre	Buena	Aceptable	Pobre	Buena, Aceptable o Pobre
Continuo	(Zona 0 ED) No peligrosa <sup>1</sup>	(Zona 0 ED) Zona 2 <sup>1</sup>	(Zona 0 ED) Zona 1 <sup>1</sup>	Zona 0	Zona 0 + Zona 2	Zona 0 + Zona 1	Zona 0
Primario	(Zona 1 ED) No peligrosa <sup>1</sup>	(Zona 1 ED) Zona 2 <sup>1</sup>	(Zona 1 ED) Zona 2 <sup>1</sup>	Zona 1	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 ó Zona 0 <sup>3</sup>
Secundario <sup>2</sup>	(Zona 2 ED) No peligrosa <sup>1</sup>	(Zona 2 ED) No peligrosa <sup>1</sup>	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 1 ó Zona 0 <sup>3</sup>

- (1) Las siglas ED indican una zona teórica clasificada de extensión despreciable o muy pequeña en condiciones normales. No obstante, se debe considerar su presencia para las instalaciones y equipos que deban emplearse en el recinto.
- (2) La zona 2 creada por un escape de grado secundario puede ser excedida por las zonas correspondientes a los escapes de grado continuo o primario, en este caso se tomará la de mayor extensión.
- (3) Será zona 0 si la ventilación es tan débil y es el escape es tal que prácticamente la atmósfera explosiva está presente de manera permanente, es decir, es una situación próxima a la ausencia de ventilación.

Para el cálculo de la extensión de la zona clasificada o distancia en la que existe atmósfera explosiva antes de que la dispersión del gas alcance una concentración por debajo del LIE con un factor de seguridad apropiado, se consideran los criterios expuestos en la norma UNE 60079 Parte 10-1.

## 5. EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO y CLASIFICACIÓN ATEX DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS.

A continuación se muestran las tablas con la clasificación de zonas ATEX y la evaluación de riesgos resultante, de acuerdo a los criterios contemplados en la norma UNE-EN 60079 10-1, para cada una de las instalaciones objeto del presente proyecto:

Tipo de Instalación	Clasificación de zonas			Evaluación del riesgo de explosión			
	Descripción		Extensión de la zona clasificada	Prob. activación foco ignición	Nivel de consecuencias	Nivel de riesgo	
Planta de GNL (*)	Zona de descarga de camiones cisterna (**)		Cilindro	R = 1,0 m	Baja	Graves	Tolerable
				H = 2,65 m desde el suelo	Baja	Graves	Tolerable
	Venteo de las válvulas de seguridad del depósito y de vaporizadores (***)		Cono invertido	R = 4 m H = 7 m	Baja	Graves	Moderado
	Venteo del sistema de purga del camión cisterna (***)		Cilindro	R = 2,5 m	Baja	Graves	Moderado
				H = 6,0 m (4,0 m por encima y 2,0 m por debajo del punto de venteo)	Baja	Graves	Moderado
	Zona del cubeto (incluyendo el equipo THT)		Interior del cubeto		Baja	Graves	Tolerable
Sala de calderas(****)		Interior de la sala		Baja	Graves	Tolerable	

(\*) Independientemente de la clasificación de zonas, en las plantas se respetarán las distancias de seguridad definidas en la norma UNE-60210:2015 en función de la capacidad de los depósitos.

(\*\*) La extensión de la zona clasificada se ha calculado considerando una presión de trabajo de 5 bar y un orificio de fuga de 2,5 mm<sup>2</sup>, según IN UNE 202007:2006.

(\*\*\*) La extensión de las zonas clasificadas se ha definido en base al ejemplo nº3 del Anexo C de la norma UNE-EN-60079-10-1. En el ejemplo la zona clasificada posee una forma esférica de 3,0 m de radio que se ha convertido en un cono (válvula de seguridad) y un cilindro (venteo manual) de similar volumen.

(\*\*\*\*) La instalación de un dispositivo de detección de gas asociado a electroválvula de corte según la norma UNE 60601 hará que la sala de calderas pase a ser una zona no clasificada.

Tipo de Instalación	Clasificación de zonas			Evaluación del riesgo de explosión		
	Descripción	Tipo de zona	Extensión de la zona clasificada	Prob. activación foco ignición	Nivel de consecuencias	Nivel de riesgo
ERM y EM Aéreas (sin caseta ni armario) (A)	Líneas de regulación 16-3 bar	2	Cilindro R = 1,18 m h=3,14 m (1,05 m por debajo y 2,09 m por encima de cada elemento de unión)	Baja	Graves	Tolerable
	Venteador de descompresión manual (*)	1	Cilindro 1-4 bar R=1,99m/H=3,54 m encima / 1,76 m debajo 0,1-0,4 bar R=0,83m/H=1,51 m encima / 0,75 m debajo	Baja	Graves	Moderado
	Venteador de las válvulas de seguridad	2	Cono invertido 1-4 bar R=3,31 m H=5,73m 0,1-0,4 bar R=1,39m H=2,4m	Baja	Graves	Tolerable
	Sala de calderas (**)	2	Interior de la sala	Baja	Graves	Tolerable
	Sala de control	Zona no clasificada				

(\*) La operación de venteo de descompresión manual debe realizarse a través de manguera, evacuando el gas hacia lugar seguro, en altura y bien ventilado. En caso de realizarse a través del venteo de las válvulas de seguridad, la extensión de la zona clasificada se referencia a este punto de escape.

(\*\*) La instalación de un dispositivo de detección de gas asociado a electroválvula de corte según la norma

Tipo de Instalación	Clasificación de zonas			Evaluación del riesgo de explosión		
	Descripción	Tipo de zona	Extensión de la zona clasificada	Prob. activación foco ignición	Nivel de consecuencias	Nivel de riesgo
Válvula enterrada (E)	Interior de la arqueta	1	Interior de la arqueta	Baja	Graves	Moderado
Válvula aérea (A)	Zona de válvulas	2	Cilindro Radio 1,51 m y Altura 4,03 m (1,36 cm por debajo y 2,67 cm por encima de cada elemento de unión).	Baja	Graves	Tolerable




Tipo de instalación	Descripción	Fuentes de fuga	Grados Fuentes de Escape	Ventilación		Tipos de zona	Observaciones
				Grado	Disponibilidad		
Planta GLP con depósitos aéreos o enterrados	Depósito	Válvula de seguridad	1r	Media	Buena	1	Anexo C norma UNE-EN-60250:2008
		Boca de carga	1r / 2n	Media	Buena	1 + 2	
	Caseta de vaporización	Elementos de unión	2n	Baj	Aceptable	1	
		Válvula de seguridad	1r	Media	Buena	1	Anexo C norma UNE-EN-60250:2008
		Aperturas de ventilación	2n	Media	Buena	2	
	Sala de bombeo	Elementos de unión	2n	Baj	Aceptable	1	
		Válvula de seguridad	1r	Media	Buena	1	
		Aperturas de ventilación	2n	Media	Buena	2	
	Sala de calderas	Bridas	2n	Media	Aceptable	2	Si la sala de calderas cumple con la especificación de la norma UNE-EN-60601: 2006, puede considerarse como zona no clasificada



## 6. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE LAS ACTUACIONES

A continuación se definen los niveles de actuación para la asignación de medidas preventivas, plazos de implantación y de seguimiento para cada uno de los niveles de riesgo detectados en las instalaciones objeto del presente proyecto:

<b>Nivel de riesgo</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Prioridad</b>
Tolerable	Establecer controles necesarios para verificar que se cumplen las medidas de prevención establecidas para las instalaciones y actividades	Baja
Moderado	Verificar periódicamente la eficacia de las medidas preventivas existentes. Mejorar la acción preventiva a medio plazo.	Media

Instalación y descripción del proceso	Sustancias	
	GLP	THT
<p>Plantas satélites de recepción y almacenamiento de GLP para su posterior gasificación y suministro para uso comercial, industrial y/o doméstico en las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatura: Ambiente</li> <li>- Presión: ≤ 160 mbar</li> </ul> <p>Las instalaciones específicas constan de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Depósito criogénico</li> <li>-Unidad de regulación y medida.</li> </ul> <p>Los depósitos suelen estar en el interior de un recinto vallado en todo su contorno y de forma rectangular.</p> <p>El Gas Licuado del Petróleo (GLP), llega a la planta en camiones cisterna, y a través de una manguera y gracias a una bomba de trasiego pasa a los depósitos.</p> <p>Dentro de los depósitos encontramos GLP en fase líquida y en fase gas. El proceso de vaporización suele realizarse de forma natural aunque también se puede disponer de sala de vaporización y caldera.</p> <p>La fase gaseosa del GLP almacenado es conducida hasta el equipo de regulación para conseguir la presión de consumo. En algunas ocasiones previo a su expedición se realiza la adición de un elemento odorizante (THT).</p>	<div style="text-align: center;">  <p>F+</p> </div> <p><b>R12:</b> Extremadamente Inflamable  <b>H220 :</b> Gas extremadamente inflamable.  <b>H280 :</b> Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento.  <b>P210:</b> Mantener alejadas las fuentes de calor, chispas, llamas abiertas o superficies calientes. No fumar  <b>P281:</b> Utilizar el EPI obligatorio en cada caso</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>F</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Xn</p> </div> </div> <p><b>R11:</b> Fácilmente Inflamable  <b>R21/22:</b> Nocivo por contacto con la piel y por ingestión  <b>R36/R37:</b> Irrita ojos y vías respiratorias.</p>
	<p>-Líquido extremadamente inflamable y combustible</p> <p>-Los vapores forman mezclas explosivas en el aire y son más pesados que el aire, pueden desplazarse hasta fuentes alejadas de ignición</p> <p>-Los vapores desplazan el aire de zonas bajas y áreas deprimidas creando riesgos de insuficiencias respiratorias o asfixia.</p> <p>-EL GLP es especialmente peligroso si se produce vertido al alcantarillado</p> <p>-El líquido flota en el agua y puede existir reignición en la superficie de la misma.</p> <p>-Evitar la acumulación de cargas electrostáticas</p> <p>-Mantener alejado de posibles fuentes de ignición</p> <p>-Evitar el contacto con el producto licuado y la inhalación del gas.</p>	<p>-Riesgo grave de incendio. Las mezclas de vapor/aire son explosivas</p> <p>-Las acumulaciones de vapor en espacios cerrados pueden explotar si se inflaman.</p> <p>-Vapores más pesados que el aire</p> <p>-Puede producir irritación en contacto con la piel y los ojos</p> <p>-Se utiliza como agente odoroso para la detección de los GLP.</p>

Clasificación de las zona					Primeros Auxilios				
<p><b>Zona 1:</b> emplazamiento en el que es probable que aparezca una atmósfera explosiva formada por una mezcla de sustancia inflamable en estado gas, vapor o niebla con el aire, en condiciones atmosféricas.</p> <p><b>Zona 2:</b> emplazamiento en el que no es probable que aparezca una atmósfera explosiva formada por una mezcla de sustancia inflamable en estado de gas, vapor o niebla con el aire, en funcionamiento normal y si aparece, permanecerá solamente durante períodos de corta duración.</p>					<p><b>Inhalación:</b> Trasladar al afectado a una zona con aire fresco, si la respiración es dificultosa y se está capacitado, practicar respiración artificial.</p> <p><b>Ojos:</b> El GLP puede salpicar a los ojos provocando un severo congelamiento del tejido, irritación, dolor y lagrimeo. Aplique, con mucho cuidado, agua tibia en el ojo afectado. Deberá manejarse con precaución el GLP cuando esta comprimido ya que una fuga provocaría lesiones por la presión contenida en los cilindros.</p> <p><b>Piel:</b> Al salpicar el GLP sobre la piel provoca quemaduras por frío, similares al congelamiento. Mojar el área afectada con agua tibia o irrigar con agua corriente. No use agua caliente. No frotar las partes afectadas. Quítese los zapatos o la ropa impregnada si no están adheridas a la piel</p> <p>En todos los casos recibir asistencia médica.</p>				
Clasificación de la zona		Categoría del aparato							
Zona 0		Categoría 1							
Zona 1		Categoría 1 o 2							
Zona 2		Categoría 1, 2 o 3							
Medios de Extinción					Vehículos				
<p>Los extintores que se utilicen deben ser de polvo químico seco, portátiles o sobre ruedas.</p> <p>Los medios de extinción fijos en planta deben ser, en función del tipo y volumen de la instalación:</p>					<p>En el interior de la planta la circulación de vehículos debe limitarse a lo estrictamente necesario para las labores de abastecimiento, mantenimiento y extinción de incendios</p> <p>La circulación debe disponerse de tal forma que se eviten maniobras, debiendo el estacionamiento permitir la forma más rápida de evacuación del vehículo.</p> <p>En cualquier caso únicamente podrán acceder vehículos autorizados.</p> <p>Las operaciones de descarga se realizarán según procedimiento establecido para tal cometido</p>				
Volumen (m <sup>3</sup> )	V≤1	1<V≤5	5<V≤13	V>13					
Depósito aéreo	No precisa	Materia extintora o toma de agua a menos de 15m	Materia extintora	Materia extintora					
Depósito enterrado	No precisa	No precisa	Materia extintora o toma de agua a menos de 15m	Materia extintora					



En presencia de gas	Precauciones Generales
<p>Se establece como límite de seguridad el valor del 20 % del LIE establecido para el propano.</p> <p>Independientemente de la concentración de gas y oxígeno medida, previamente a la realización de los trabajos, se actuará, en su caso, sobre todos aquellos elementos que puedan dificultar una ventilación natural favorable.</p> <p>Ante presencia de gas siempre se procederá a ventilar hasta que la alarma del detector desaparezca y no se accederá a la zona con presencia de gas salvo por situaciones de emergencia y con la única misión de poner la instalación en seguridad. En estos casos se aplicarían las medidas adicionales de protección colectiva e individual necesarias.</p> <p>En la estación de GLP, según su categoría, se debe disponer, además de la señalización pertinente, de una linterna portátil atex y de manta ignífuga. Además, en las de categoría A-2 000 se debe disponer de alarma acústica de accionamiento manual o automático y de un explosímetro.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p>-Se evitarán focos de ignición en emplazamientos peligrosos clasificados. En aquellas situaciones que sea inevitable, sólo se podrán realizar previa adopción de todas las medidas de prevención necesarias, incluyendo, en caso necesario, la opción de dejar la instalación sin carga. En todo caso, se realizará con autorización expresa a través de permiso de trabajo.</p> <p>-Antes de acceder a un emplazamiento clasificado como zona de riesgo de explosión deberá comprobarse, con los equipos detectores adecuados, que no existe presencia de atmósfera explosiva ni peligrosa. Una vez en el interior del emplazamiento se repetirá la comprobación de la atmósfera en las inmediaciones del área de trabajo, antes de iniciarlo y de modo continuo durante el mismo.</p> <p>-Siga las normas y procedimientos de trabajo establecidos.</p>
<p><b>Medidas preventivas</b></p>	
<p>Las medidas de seguridad a adoptar son las establecidas en base a la pertinente información de Gas Natural relativa a los riesgos, medidas de prevención y emergencias del lugar de trabajo, entre otras: PE.03262.ES "Medidas de seguridad para trabajos en espacios confinados", PE. 03273.ES "Prevención de riesgos en actividades con potencial presencia de ATEX", manuales y fichas descriptivas de riesgos de actividad, así como, en su caso, las reflejadas en la respectiva evaluación de riesgos de la empresa ejecutante. Todas estas medidas de seguridad y precauciones son de obligado cumplimiento.</p> <p>Gas Natural autoriza la actividad en estas instalaciones siempre y cuando se cumplan las medidas de seguridad necesarias, teniendo en cuenta las informaciones indicadas anteriormente, así como que el personal ejecutante reúna la aptitud, información y formación requerida en materia de prevención de riesgos laborales.</p>	<p>-Se tendrán en cuenta las posibles descargas electrostáticas</p> <p>-Utilice los equipos de protección necesarios en función de la actividad a realizar: calzado de seguridad antiestático, ropa antiestática preferiblemente ignífuga, etc.</p> <p>-Antes del uso de un equipo eléctrico se deberá comprobar su categoría (*) y se deberá revisar sus conexiones y aislamientos, desestimando los que presentes deterioros.</p> <p>En cualquier caso, ante una Urgencia, avisar al Teléfono: 900 750 750.</p>

Figura 3

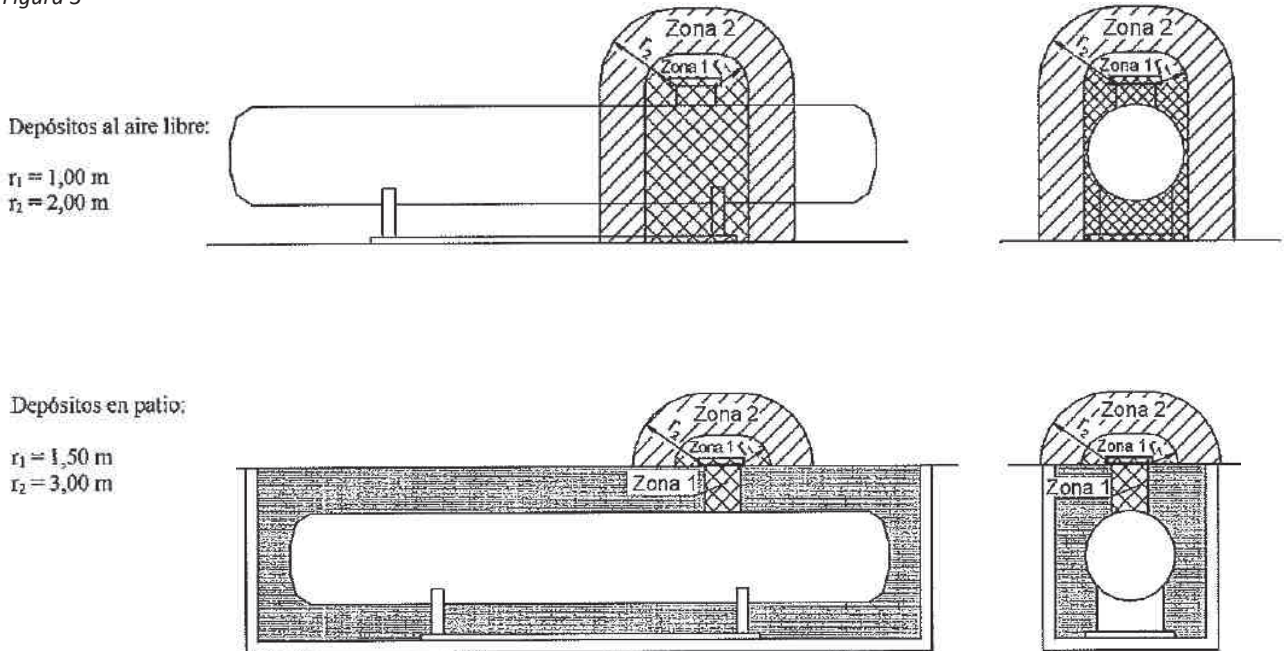
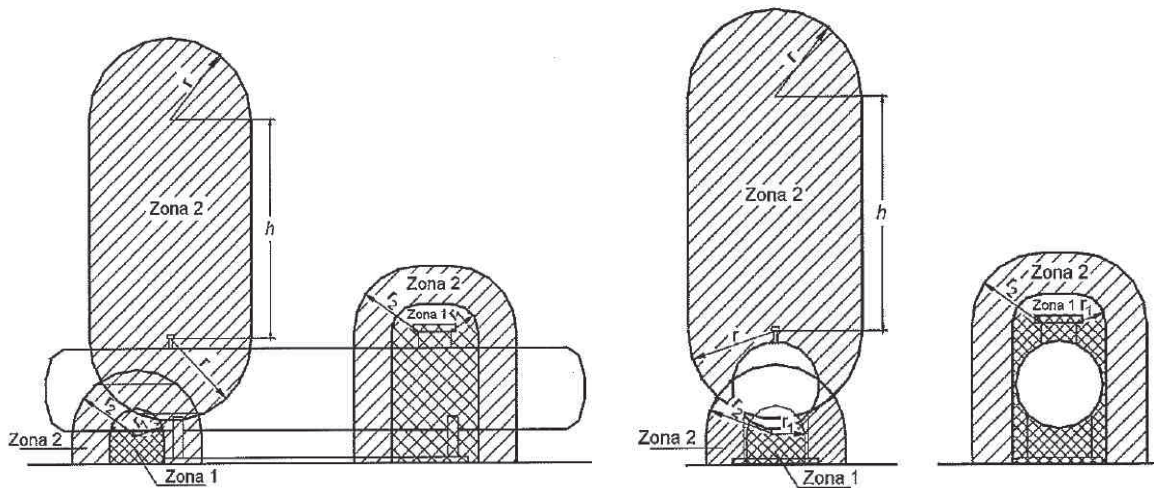


Figura 4



NOTA. Cotas  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $r$  y  $h$ , según figuras 1, 2 y 3.

## 7. MEDIDAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LOS EMPLAZAMIENTOS PELIGROSOS

### 7.1. Medidas preventivas.

#### 7.1.1. Medidas preventivas de carácter general:

- Antes de acceder a un emplazamiento clasificado como de zona de riesgo de explosión se deberá comprobar, con los equipos detectores adecuados, que no existe presencia de atmósfera explosiva ni peligrosa.
- Los trabajos que se realicen en recintos confinados cumplirán, además, la norma PE-03262.ES-TR.PRL.
- Una vez en el interior del emplazamiento se mantendrá la comprobación de la atmósfera de modo continuo.
- Se evitará la activación de focos de ignición en emplazamientos peligrosos clasificados. En aquellas situaciones que sea inevitable, las operaciones que se realicen en emplazamientos peligrosos clasificados que conlleven la activación de focos de ignición sólo se podrán realizar previa adopción de las medidas de prevención necesarias para que el nivel de riesgo por actividad no sea superior al nivel de riesgo de la instalación en condiciones de funcionamiento normal, incluyendo preferentemente -en caso necesario- dejar la instalación sin carga. En todo caso, se realizará con permiso de trabajo especial.
- Se prohíbe fumar en los emplazamientos peligrosos clasificados.
- Se seguirán en todo momento los procedimientos de trabajo establecidos para cada operación y las medidas de seguridad específicas detalladas en ellos.
- Se tendrán en cuenta las posibles descargas electrostáticas producidas por los trabajadores o el entorno de trabajo como portadores o generadores de carga.
- En este sentido, se deberá proveer a los trabajadores de calzado antiestático y ropa de trabajo adecuados, que no produzcan descargas electrostáticas, así como aquellos otros EPI establecidos en la evaluación de riesgos por puesto de trabajo.
- Los emplazamientos peligrosos clasificados como zona de riesgo estarán señalizados con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del R.D. 681/2003.
- En todos aquellos casos en que un emplazamiento clasificado como zona de riesgo de explosión disponga de más de un acceso, se dispondrá y mantendrá uno de ellos como salida de emergencia que, en caso de peligro, permita a los trabajadores abandonar con rapidez y seguridad los lugares amenazados.
- Los trabajadores que realicen tareas en lugares con posible formación de atmósferas explosivas deberán tener formación específica en esta área así como en la forma de evitar focos de ignición.



- La instalación, los aparatos, los sistemas de protección y sus correspondientes dispositivos de conexión sólo se pondrán en funcionamiento si están garantizados para ser usados con seguridad en una zona clasificada. Se prestará especial atención a los equipos eléctricos portátiles que se vayan a utilizar. En este sentido, se cumplirá lo establecido en el Anexo VI de la norma PE.03273.ES-TR.PRL (deberán estar certificados para trabajar en emplazamientos peligrosos clasificados y deberán estar en adecuado estado de mantenimiento).
- Los dispositivos para la comprobación de atmósferas explosivas deberán disponer, siempre en condiciones de funcionamiento, de alarma sonora de nivel adecuado al nivel de ruido existente en el emplazamiento. Sólo se podrán utilizar equipos de detección que cumplan las especificaciones de materiales establecidas por GN.
- En las zonas indicadas se deberán utilizar las siguientes categorías de aparatos (según R.D. 400/1996), siempre que resulten adecuados para gases:
  - En la zona 0, los aparatos de la categoría 1
  - En la zona 1, los aparatos de las categoría 1 ó 2
  - En la zona 2, los aparatos de las categorías 1, 2 ó 3
- En zonas 0 no se permite el uso de ninguna herramienta que pueda producir chispas.
- En zonas 1 y 2 sólo se permiten herramientas de acero (o de otro material con mayor grado de seguridad frente a la generación de chispas) que, durante su utilización, no pueden producir más que chispas aisladas (por ejemplo, destornilladores, llaves, llaves de impacto), siempre que estén en un correcto estado de mantenimiento y conservación. Las herramientas que, durante su utilización en trabajos de corte o de molienda, generan un haz de chispas sólo podrán utilizarse si se puede garantizar que no existe ninguna atmósfera explosiva en el lugar de trabajo.
- Evitar introducir elementos metálicos en zona clasificada como relojes, cadenas, anillos... y extremar las precauciones en equipos como por ejemplo los equipos de bombeo (tubos de aspiración de las bombas portátiles, boquillas de proyección, etc.) de manera que cumplan con las especificaciones de material y estado anteriormente citados.
- Antes de introducir un equipo eléctrico en el interior de un emplazamiento clasificado se deberá comprobar su categoría y se deberán revisar sus conexiones y aislamientos, desestimando aquellos que presenten deterioro.
- Los equipos de trabajo que se utilicen cumplirán con el R.D. 1215/1997, tanto en lo referente a sus características como en lo que concierne a su utilización.
- Serán de aplicación, igualmente, las medidas de seguridad establecidas en la ficha de seguridad del gas natural.

- Los equipos de protección individual cumplirán los requisitos establecidos en el R.D. 773/1997.
- Durante cualquier trabajo se evitará utilizar oxígeno y/o aire comprimido en las operaciones a desarrollar.
- Se evitarán superficies calientes que se encuentren a menos de 5°C de la temperatura de ignición en la zona clasificada.
- Todos los equipos y líneas instalados en el interior de las zonas clasificadas deberán estar puestos debidamente a tierra, incluyendo las tuberías enterradas y los tanques de almacenamiento. En este sentido se deberán contemplar también los depósitos metálicos.
- Todas las instalaciones que lo requieran legalmente deberán disponer de pararrayos.
- En cualquier trabajo eléctrico que se deba hacer en los emplazamientos peligrosos clasificados deberá realizarse en ausencia de tensión sobre la instalación eléctrica.
- Se evitarán cables de longitud igual o superior a 5 m. en la zona explosiva que no están protegidos contra sobrecargas y cortocircuitos, según indica la ITC-BT-29 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.D. 842/2002).
- Se realizarán puentes eléctricos cuando se interrumpe la continuidad de tuberías metálicas.
- La descarga de cisternas de GNL deberá realizarse según se describe en la norma técnica PE-02405.ES. Parte 5. Transporte, carga y descarga de mercancías peligrosas. Procedimiento operativo para la descarga de GNL.
- Los orificios de los equipos eléctricos para entradas de cables o tubos que no se utilicen deberán estar cerrados mediante piezas acordes con el modo de protección antideflagrante de que van dotados los equipos.
- No se deberá incrementar el nivel de riesgo en las instalaciones debido a cualquier operación realizada en el interior de las mismas, para lo cual se deberán respetar todas las medidas de seguridad indicadas en este capítulo.
- Las operaciones de venteo deben realizarse utilizando medios y procedimientos que permitan que el gas liberado se dirija a lugar seguro, bien ventilado.

#### 7.1.2. Medidas preventivas adicionales en caso de presencia de gas:

- La presencia de gas procedente de fugas, defectos de estanquidad de los elementos de obturación o válvulas, etc., en instalaciones o en la propia red de distribución, al canalizarse, acumularse en un recinto, o básicamente por su presencia de gas en un determinado momento según el grado de escape, grado de ventilación y su disponibilidad,



pueden producir mezclas con concentración de gas superior al LIE y por tanto explosivas.

- Se establece como límite de seguridad el valor del 20 % del LIE, es decir, una concentración de gas igual a 1/5 de LIE establecido para esa sustancia.
- Es por ello que en caso de presencia de gas se actuará de la siguiente forma:
  - 1º Independientemente de la concentración de gas y oxígeno medida, previamente a la realización de los trabajos, se actuará, en su caso, sobre todos aquellos elementos que puedan dificultar una ventilación natural favorable: apertura de puertas y tapas en la instalación, eliminación de chapas en zanjas, etc.,
  - 2º Seguidamente se volverá a medir la concentración de gas y oxígeno actuando de la siguiente forma:
    - Si la concentración de gas es igual o superior al 20% del LIE con independencia del nivel de oxígeno.
      - Se permanecerá fuera del área afectada, realizando aviso al Centro de Control, y línea jerárquica en caso necesario.
      - Se analizará la necesidad de acordonar la zona. Para determinar una zona de seguridad se pueden realizar mediciones con los equipos detectores de gas considerándose seguros los lugares con menos del 20% LIE.
      - En el caso de recintos se asegurará la ventilación del mismo mediante los medios necesarios: ventilación forzada con equipos extractores o impulsores de aire, e incluso la inyección de nitrógeno, en estos casos se ha de tener presente la falta de oxígeno que se producirá, por lo que será necesario la utilización de equipos de respiración autónomos o semiautónomos.
      - Con autorización de Dispatching se procederá a cerrar el paso de gas maniobrando los elementos de obturación disponibles, aguas arriba y aguas abajo, y se dejará descomprimir la instalación para posteriormente realizar el mantenimiento correctivo necesario en condiciones de seguridad.

- Si la concentración de gas es inferior al 20% del LIE y de oxígeno superior al 19.5%
  - Se verificará la presencia de productos inflamables antes de acceder por la zona del área afectada y durante la realización de las actividades.
  - Se podrá acceder al área afectada manteniendo las precauciones generales de trabajos con gas con el objeto de localizar la causa de la concentración de gas, efectuar las operaciones asignadas y notificar, en su caso, las incidencias que puedan detectarse.
  - El/los trabajador/es llevarán permanentemente en funcionamiento un detector de oxígeno y gas, con alarma, ambos en muestreo continuo, debiendo proceder a salir del área afectada al alcanzar valores superiores al 20% LIE y/o inferiores al 19,5% de oxígeno, o ante cualquier fallo del detector, no debiéndose anular en ningún caso cualquiera de las señales visuales o acústicas del mismo.
  
- Si la concentración de gas es inferior al 20% del LIE y de oxígeno inferior al 19.5%
  - En recintos, si a pesar de facilitar su ventilación los niveles de oxígeno permanecen inferiores al 19.5%, se tomarán las mismas medidas descritas en el apartado anterior, pero se podrá acceder al área de la zona afectada empleando equipos de respiración autónomos o semiautónomos.

En todo caso y de forma general:

- Cuando la concentración de oxígeno sea superior al 19,5% pero inferior al 21%, dicha atmosfera puede contener gases que sean tóxicos y/o desplazantes del oxígeno, (especial atención merecen la acumulación de lodos y otras materias orgánicas en descomposición) por lo que se deberán tener en cuenta sus riesgos potenciales y adoptar las medidas de prevención correspondientes.
- Por otro lado, cuando la concentración de oxígeno supere los 23,5%, la atmosfera de trabajo se volverá sobre-oxigenada debiéndose proceder a la suspensión de los trabajos con seguridad y evacuación del recinto

- debido al aumento de la posibilidad de incendios y explosiones.
- En los equipos semiautónomos o sistemas de ventilación por impulsión de aire, deberá asegurarse siempre que la fuente de captación no está afectada por gases de motores de combustión de vehículos, compresores, motobombas, etc., ni por el aire extraído del recinto durante su ventilación.
  - Si se utilizan equipos de ventilación forzada estos deberán estar certificados para su uso en dichas zonas.
  - Cuando sea factible la generación de sustancias peligrosas durante la realización de los trabajos en el interior, la eliminación de los contaminantes se realizará mediante extracción localizada o por difusión, siendo preferible la primera cada vez que existan fuentes puntuales de contaminación.
  - En ningún caso se utilizará oxígeno para ventilar un recinto.
  - Si la aportación de aire procede de un compresor, se utilizará un sistema de filtrado a la salida del mismo, que garantice la no presencia de partículas, aceites y contaminantes gaseosos.
  - Cuando se realicen actividades que impliquen el uso de productos químicos se seguirán las especificaciones de la ficha de seguridad donde se indican los riesgos y medidas de control necesarias.
  - Todas estas medidas se completarán, en su caso, con las establecidas en la norma PE.03262.ES- TR.PRL.

## 7.2. Requisitos de formación e información de los trabajadores

Todo trabajador que acceda a un área clasificada por riesgo de explosión debe ser informado acerca de los riesgos presentes en dicha área y recibir la formación adecuada. En concreto, todos los trabajadores que puedan acceder a un área clasificada deben recibir formación e información sobre:

- o El resultado de la evaluación de riesgos y medidas adoptadas sobre el riesgo de explosión.
- o Equipos y sistemas de protección a utilizar y manejo adecuado de los mismos.
- o Ropa de trabajo, equipos de protección individual, medios de protección colectivos, herramientas, equipos de trabajo y actuaciones, permitidos y prohibidos en la zona.
- o Actuaciones a seguir en caso de emergencias.

### **7.3. Sistema de permisos de trabajo**

Para la realización del cualquier tipo de trabajo realizado en zona clasificada será imprescindible la obtención del correspondiente permiso de trabajo ordinario incluyendo las prevenciones a adoptar en la intervención a través de la orden de mantenimiento. Cuando proceda, se realizará un permiso de trabajo especial.

Gas Natural, determinará si es necesario articular proceso para realizar la vigilancia de los trabajos en función del desarrollo concreto de la actividad y riesgos asociados, ya sea en aplicación del permiso ordinario o del permiso especial.

### **7.4. Adecuación de instalaciones y equipos. Puesta en servicio.**

Respecto a los equipos de trabajo de nueva adquisición (eléctricos y mecánicos), se establecerán en las correspondientes especificaciones de compra los condicionantes necesarios para cumplir con el Anexo II del R.D. 681/2.003 y con el R.D. 400/1996, de 1 de marzo, por el que se dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.

Antes de utilizar por primera vez los lugares de trabajo donde existan áreas en las que puedan formarse atmósferas explosivas, deberá verificarse su seguridad general contra explosiones según PE.03273.ES-TR.PRL.PT.02 por técnicos de prevención con formación de nivel superior, trabajadores con experiencia certificada de dos o más años en el campo de prevención de explosiones o trabajadores con una formación específica en dicho campo. Asimismo, se expedirá el correspondiente certificado o documento de conformidad con el R.D. 681/2003.

Con carácter previo a la puesta en servicio se debe realizar una inspección inicial por organismo de control autorizado de la instalación eléctrica de las zonas clasificadas, según exige la ITC-BT-05 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.D. 842/2002). En dicha inspección se debe comprobar que la instalación eléctrica de baja tensión se ajusta a lo dispuesto en la ITC-BT-29 del REBT.

### **7.5. Inspecciones periódicas y mantenimiento**

La instalación y los equipos eléctricos instalados en el interior de las zonas clasificadas deberán ser sometidos a un programa de revisiones internas para

dar cumplimiento a lo definido en la norma UNE-EN-60079-17. Según esto se deberá realizar una inspección inicial una vez instalados todos los equipos y revisiones posteriores donde se deberá comprobar, con una frecuencia máxima de tres años, el estado del material eléctrico para detectar posibles defectos de cableado, golpes, acumulaciones de suciedad, etc.

Esta lista de chequeo se podrá utilizar como guía para la realización de la revisión periódica de la instalación eléctrica definida según la norma UNE-EN-60079-17.

Se deben realizar inspecciones oficiales periódicas por organismo de control autorizado de la instalación eléctrica de las zonas clasificadas. Según la ITC-BT-05 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.D. 842/2002), esas inspecciones deberán realizarse para comprobar si la instalación eléctrica se ajusta a lo dispuesto en la ITC-BT-029 del REBT y deberán realizarse tras realizarse ampliaciones o modificaciones importantes y, en todo caso, con una frecuencia de 5 años.

El sistema de puestas a tierra de la instalación ha de ser revisado con una frecuencia mínima anual según establece el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (ITC-BT-18). Esta revisión podrá ser realizada por personal competente de la propia instalación.

## 8. PLANOS ATEX

En el apartado PLANOS se esquematiza la clasificación de zonas ATEX para las instalaciones objeto del presente documento que presentan mayor complejidad (planta GNL, estación de regulación y válvulas de línea).

**AUTOR DEL PROYECTO  
EL INGENIERO DE CAMINOS**



**JULIAN DIEZ GOMEZ  
No. Colegiado 7.730**