



ÍNDICE DE LA MEMORIA

1	MEMORIA DESCRIPTIVA.....	1
1.1	GENERALIDADES.....	1
1.1.1	OBJETO DEL PROYECTO	1
1.1.2	SITUACIÓN GEOGRÁFICA.....	2
1.1.2.1	Término municipal objeto del proyecto	3
1.1.2.2	Área de las autorizaciones que se solicitan	3
1.1.2.3	Límites de la localidad	3
1.1.2.4	Núcleo de población a abastecer	3
1.1.2.5	Población vinculada y sus componentes	5
1.1.2.6	Edificios según tipo de edificio.....	5
1.1.2.7	Locales activos según su tipo	5
1.1.2.8	Hogares según equipamiento del hogar.....	5
1.1.2.9	Número de viviendas a efectos de cálculo	6
1.1.3	JUSTIFICACION DEL PROYECTO	7
1.1.3.1	Justificación económica	7
1.1.3.2	Justificación social	7
1.1.3.3	Justificación climática	8
1.1.3.4	Justificación medioambiental.....	8
1.1.4	EMPRESA SOLICITANTE DE LAS AUTORIZACIONES	9
1.1.5	INSTALADOR AUTORIZADO	9
1.1.6	AUTOR DEL PROYECTO Y DIRECTOR DE LA OBRA	9
1.1.7	PROGRAMA DE EJECUCIÓN	10
1.1.8	CARACTERISTICAS DE LOS GASES A UTILIZAR	11
1.1.9	NORMAS A APLICAR	13
1.2	DEFINICIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	17
1.2.1	INSTALACIONES RECEPTORAS	17
1.2.1.1	Determinación del número de viviendas y clasificación de las mismas.....	17
1.2.2	PUNTOS DE CONSUMO	17
1.2.2.1	Consumos previstos	18
1.2.3	DATOS BÁSICOS DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE GAS.....	19



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



1.3	DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FUNDAMENTALES DEL CENTRO DE ALMACENAMIENTO	21
1.3.1	ESTACIÓN DE ALMACENAMIENTO	21
1.3.1.1	Clasificación y distancias de seguridad	22
1.3.2	DEPÓSITOS DE ALMACENAMIENTO Y EMISIÓN	26
1.3.2.1	Características técnicas	26
1.3.2.2	Valvulería de los depósitos	30
1.3.2.3	Grado de llenado	37
1.3.2.4	Emplazamiento de los depósitos	38
1.3.2.5	Fosas	39
1.3.3	TUBERÍAS	40
1.3.4	INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS	42
1.3.5	BOCA DE CARGA DIRECTA	45
1.3.6	EQUIPOS DE TRASVASE. PROCESO DE LLENADO	46
1.3.7	EQUIPO DE VAPORIZACIÓN	47
1.3.7.1	Vaporizador.....	47
1.3.7.2	Equipo de calefacción	50
1.3.8	REGULACIÓN Y CONTROL DE LA PRESIÓN EN LA RED.....	51
1.4	ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDIDA	53
1.4.1	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	53
1.4.2	LINEAS DE REGULACIÓN.....	56
1.4.2.1	Filtros	61
1.4.2.2	Reguladores.....	61
1.4.2.3	Válvulas de seguridad	66
1.4.3	ESTACIÓN DE MEDIDA	70
1.4.3.1	Contador.....	70
1.4.3.2	Convertor de volumen o corrector	72
1.4.3.3	Registadores de presión y temperatura	73
1.4.4	ACCESORIOS Y MATERIALES DE LA E.R.M.	75
1.4.4.1	Llaves o válvulas de cierre	75
1.4.4.2	Válvulas de entrada y salida a la Estación de Regulación y Medida.....	77
1.4.4.3	Tuberías.....	77
1.4.4.4	Juntas dieléctricas	78
1.4.5	RECINTO DE LA E.R.M	80
1.4.5.1	Ubicación	80
1.4.6	LINEA DISTRIBUCIÓN INTERIOR	81



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



1.5 OBRA CIVIL	82
1.5.1 DESCRIPCIÓN.....	82
1.5.2 FOSA DE DEPÓSITOS.....	82
1.5.3 CASSETAS DE VAPORIZADOR Y CALDERA.....	82
1.6 DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD.....	84
1.6.1 DISTANCIAS DE SEGURIDAD (NORMA UNE 60250).....	84
1.6.2 CERRAMIENTO.....	88
1.6.3 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	90
1.6.4 ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS.....	91
1.6.5 PROTECCIÓN ELÉCTRICA DEL DEPÓSITO.....	91
1.6.6 SISTEMA DE SEGURIDAD CONTRA INUNDACIÓN.....	92
1.7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	93
1.7.1 ZONAS CLASIFICADAS.....	93
1.7.2 MODO DE PROTECCIÓN.....	94
1.7.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.....	94
1.7.4 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA. TENSIÓN DE SERVICIO.....	95
1.7.5 ACOMETIDA.....	95
1.7.6 LÍNEA REPARTIDORA. DERIVACIÓN INDIVIDUAL.....	96
1.7.7 DESCRIPCIÓN DE LOS RECEPTORES.....	96
1.7.8 POTENCIA A INSTALAR.....	98
1.7.9 INSTALACIONES A REALIZAR. CLASIFICACIÓN DE ZONAS.....	99
1.7.10 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE FUERZA.....	100
1.7.11 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO.....	100
1.7.12 PROTECCIÓN. INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS Y DIFERENCIALES.....	101
1.7.13 CUADRO ELÉCTRICO.....	101
1.7.14 CONDUCTORES.....	102
1.7.15 CONDUCTOS.....	103
1.7.16 TOMA DE TIERRA.....	103
1.7.17 CÁLCULOS INTALACIÓN ELÉCTRICA.....	105
1.7.18 ELECCIÓN DE LOS CONDUCTORES POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE.....	106
1.8 PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSION.....	108
1.8.1 PROTECCIÓN PASIVA.....	108
1.8.1.1 Protección de los depósitos.....	108
1.8.1.2 Protección de la red de distribución.....	108



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



1.8.2	PROTECCIÓN ACTIVA.....	109
1.8.2.1	Protección catódica de los depósitos.....	109
1.9	PRUEBAS EN OBRA.....	110
1.9.1	PRUEBAS, ENSAYOS Y VERIFICACIONES DEL CENTRO DE ALMACENAMIENTO DE GLP	110
1.9.1.1	Pruebas.....	110
1.9.1.2	Ensayos	111
1.9.1.3	Verificaciones	112
1.10	CONCLUSIONES.....	113
2	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	114
2.1	CÁLCULO DE CONSUMOS	114
2.1.1	Definición de consumos	114
2.2	NECESIDADES ENERGETICAS	116
2.3	DEPOSITOS DE ALMACENAMIENTO	121
2.3.1	Autonomía de la instalación	121
2.3.2	Criterios de selección de los depósitos	122
2.3.3	Calculo de la vaporización	125
2.3.4	Válvulas de seguridad de los depósitos	129
2.3.5	Punto máximo de llenado	132
2.3.6	Cálculo de la fosa y solera de los depositos	133
2.3.7	Espárragos de sujección	134
2.3.8	Protección contra la corrosion de los depósitos.....	135
2.4	EQUIPO DE VAPORIZACIÓN.....	138
2.4.1	Generador de calor para el vaporizador.....	139
2.5	DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD.....	140
2.5.1	Extintores de incendios.....	140
2.5.2	Ventilación de caseta del vaporización.....	142
2.5.3	Ventilación de caseta de la caldera.....	142



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



2.6	ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDIDA	143
2.6.1	Cálculo de los filtros.....	143
2.6.2	Cálculo de los Reguladores	146
2.6.3	Cálculo del contador.....	148
2.6.4	Corrector de volumen.....	152
2.7	VÁLVULAS DE CIERRE.....	154
2.8	RED DE DISTRIBUCIÓN.....	157
3	PLANIFICACIÓN	159
3.1	MÉTODO PERT.....	159
3.1.1	Definición.....	159
3.1.2	Aplicaciones	159
3.1.3	Ventajas del pert.....	159
3.1.4	Método constructivo.....	160
3.1.5	GRÁFICO PERT.....	165
3.2	GRÁFICO DE GANTT.....	166
4	ESTUDIO ECONÓMICO Y VIABILIDAD	168
4.1	Valor actual de la instalación.....	168
4.1.1	Ventas.....	168
4.1.2	Costes excepto amortizaciones.....	170
4.1.3	Amortizaciones.....	172
4.1.4	Beneficios antes de impuestos.....	173
4.1.5	Impuesto de sociedades.....	174
4.1.6	Beneficio Neto.....	174
4.1.7	Flujo de caja	175
4.1.8	Flujo de caja actualizado	175
4.2	Valoración de la inversión.....	176
4.2.1	Valor Actual Neto (V.A.N)	176
4.2.2	Tasa Interna de Rentabilidad (T.I.R).....	177
4.3	Plazo de recuperación de la inversión	178



1 MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 GENERALIDADES

1.1.1 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es definir los elementos que configuran la instalación del centro de almacenamiento, vaporización, regulación y medida de GLP en la localidad de BENAVIDES DE ÓRBIGO

Recopilar la normativa aplicable a este tipo de proyectos.

Como resultado de los estudios de mercado realizados, está previsto el suministro de gas a corto y medio plazo. Inicialmente, se suministrará a los núcleos de viviendas existentes y demás consumos comerciales, institucionales y pequeña industria que se encuentran en la zona.

Para definir el programa de ejecución de obras, se ha realizado un exhaustivo estudio de mercado que refleja las características del pueblo, en cuanto a su distribución, sus necesidades energéticas, determinando el interés que existe en la población para abonarse al suministro de gas canalizado.

A medida que avance la penetración del gas y aumente el interés de la población, se podría incluso extender el suministro a otras zonas hoy alejadas o dispersas, mediante la ampliación de las redes, solicitando las oportunas autorizaciones administrativas.

Núcleo de población a abastecer: En una primera fase, se iniciará el suministro de gas propano en el núcleo urbano, y urbanizaciones de reciente construcción y previstas en la localidad de Benavides de Órbigo, así como en las urbanizaciones que vayan desarrollándose.



1.1.2 SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La localidad de Benavides de Órbigo, que pertenece al término municipal del mismo nombre, está situada a 32 k al oeste de León capital.

Se encuentra ubicada en las hojas nº 193 (Astorga) y nº 160 (Benavides) del mapa topográfico nacional de España a escala 1: 50.000, situada en la ribera del Órbigo entre las localidades de Carrizo de la Ribera y Hospital de Órbigo.

Desde León capital se puede acceder a la ubicación de la zona de estudio, por la carretera N-120 en dirección a Astorga hasta la localidad de Villadangos del Páramos, donde se tomará el desvío hacia Celadilla-Santa Marina del Rey, LE-443.

Para mayor detalle, consultar el plano nº 1 "SITUACIÓN" en el apartado de planos del proyecto.

Se realizará la instalación sobre una extensión de terreno correspondiente al núcleo urbano de Benavides de Órbigo.

El centro de almacenamiento se encuentra en las parcelas nº 20/95008 y 20/95009, en la localidad de Benavides de Órbigo, del término municipal de Benavides (León). (Ver plano nº 2 Emplazamiento)

Se accede desde la Avenida Órbigo, 5-7. A tal efecto se incluyen en el Proyecto los planos de situación y emplazamiento.



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



1.1.2.1 Término municipal objeto del proyecto

1.1.2.2 Área de las autorizaciones que se solicitan

Se solicitará autorización administrativa y constructiva para el suministro de gas propano en el Término Municipal de Benavides, localidad de Benavides de Órbigo.

1.1.2.3 Límites de la localidad

Benavides de Órbigo está situado dentro de la provincia de León y sus límites se detallan a continuación.

Al Norte:	Gavilanes
Al Oeste:	Quintanilla del Valle
Al Sur:	Gualtares de Órbigo
Al Este:	Santa Marina del Rey

1.1.2.4 Núcleo de población a abastecer

En una primera fase, se iniciará el suministro de gas propano en el núcleo urbano, y urbanizaciones de reciente construcción y previstas en la localidad de Benavides de Órbigo, así como en las urbanizaciones que vayan desarrollándose.

Población de derecho de Benavides de Órbigo:

NÚCLEO DE POBLACIÓN	HABITANTES
Benavides de Órbigo	1940



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



INEBase

Municipio Benavides

Unidad Poblacional	Población total							
	Año 2000	Año 2001	Año 2002	Año 2003	Año 2004	Año 2005	Año 2006	Año 2007
ANTOÑAN DEL VALLE	266	251	238	234	226	221	214	214
BENAVIDES DE ORBIGO	1903	1897	1925	1915	1895	1906	1925	1940
GUALTARES DE ORBIGO	21	21	20	20	18	20	18	13
QUINTANILLA DEL MONTE	599	599	600	577	567	557	543	533
QUINTANILLA DEL VALLE	190	190	185	172	162	156	146	140
VEGA DE ANTOÑAN	67	66	64	61	61	61	57	55
TOTAL MUNICIPIO DE BENAVIDES	3046	3024	3032	2979	2929	2921	2903	2895

Cifras de población referidas al 01/01/2007. Real Decreto 1683/2007, de 14 de diciembre

Detalle municipal

León: Población por municipios y sexo.

Unidades:Personas

	Ambos sexos	Varones	Mujeres
24000 Total provincial	497.387	242.939	254.448
24001 Acebedo	278	162	116
24002 Algadefe	324	169	155
24003 Alija del Infantado	893	458	435
24004 Almanza	640	351	289
24005 Antigua (La)	524	288	236
24006 Ardón	655	355	300
24007 Arganza	806	409	397
24008 Astorga	12.139	5.768	6.371
24009 Balboa	417	225	192
24010 Bañeza (La)	10.777	5.223	5.554
24011 Barjas	313	161	152
24012 Barrios de Luna (Los)	312	161	151
24014 Bembibre	10.053	4.978	5.075
24015 Benavides	2.895	1.457	1.438

Fuente: Instituto Nacional de Estadística. www.ine.es

1.1.2.5 Población vinculada y sus componentes										
TOTAL	Población residente				Población vinculada no residente				Tasa vinculación	
	TOTAL	Sólo reside	Reside y trabaja	Reside y tiene una segunda vivienda allí	Reside y estudia	TOTAL	Porque trabaja allí	Porque tiene una segunda vivienda allí		Porque estudia allí
3914	3018	2548	409	29	32	896	137	757	2	129,69%
1.1.2.6 Edificios según tipo de edificio										
Recuento de viviendas de cada clase	TOTAL	Viviendas familiares				Viviendas colectivas				
		Principales		No principales		Viviendas colectivas		Viviendas colectivas		
		TOTAL	Convencionales	TOTAL	Secundarias	Vacías	Otro tipo	TOTAL	Viviendas colectivas	
TOTAL	1841	1840	1100	740	424	313	3	1	1	
1.1.2.7 Locales activos según su tipo										
TOTAL	Equipamientos de salud (ambulatorio, centro de salud, hospital...)	Equipamientos educativos	Equipamientos de bienestar social	Equipamientos culturales o deportivos	Local comercial	Oficinas (incluye también el resto de los servicios)	Local industrial	Local agrario		
152	4	2	5	1	120	18	2	0		
1.1.2.8 Hogares según equipamiento del hogar										
Con calefacción individual	Con calefacción colectiva	Sin instalación pero con aparatos que permiten calentar alguna habitación	Tiene refrigeración	Dispone de 1 vehículo	2 vehículos	3 o más vehículos	Dispone de segunda vivienda	TOTAL		
67%	1,91%	25,09%	0,09%	45,65%	12,94%	2,10%	12,27%	1100		

Fuente: Instituto Nacional de Estadística. Censos de Población y Viviendas 2001. (Resultados definitivos Año 2004)



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



1.1.2.9 Número de viviendas a efectos de cálculo

Según los datos estadísticos obtenidos del INE, se puede observar que el Municipio de Benavides se compone de seis localidades con una población de 2894 personas empadronadas y una población vinculada de 3914 personas.

El número de viviendas familiares principales es de 1100 y el de locales activos de 152.

Para conocer los datos de la localidad objeto del presente proyecto (Benavides del Órbigo), se ha realizado una estimación basada en la interpolación entre los datos de todo el municipio y los de la localidad de estudio teniendo en cuenta el dato de población.

Se prevé un incremento del número de viviendas, debido a los nuevos planes urbanísticos, que posibilitan la existencia de varias zonas de expansión. En los próximos 10 años se estima que Benavides experimentará un crecimiento aproximado de 20 viviendas.

El número total de viviendas susceptibles a ser canalizadas es por lo tanto de 736 viviendas principales, 20 nuevas y 70 locales activos.

Total de viviendas estimadas para Benavides de Órbigo, a efectos de cálculo, **830 viviendas.**



1.1.3 JUSTIFICACION DEL PROYECTO

1.1.3.1 Justificación económica

En el mercado doméstico comercial, las estadísticas demuestran los ahorros conseguidos con el gas por la mejora de rendimientos siendo la energía más barata de entre las que ofrecen las misma prestaciones (se paga tan sólo lo que se consume).

Los ahorros alcanzables en calefacciones a gas natural frente a las de gasoil, se alcanzan un 10%.

Se podrán implantar empresas que empleen técnicas de utilización para procesos de alta temperatura y de media y baja temperatura: sistemas de cogeneración con motores y turbinas de gas, calderas de condensación.

Las empresas instaladas tendrán menos coste de preparación del combustible (no hay necesidad de calentamiento, bombeo ni pulverización) mejor rendimiento energético (posibilidad de reducir el exceso de aire al mínimo, ausencia de inquemados, facilidad de implantación de sistemas de recuperación de calor y regulación automática) y menores costes de mantenimiento (ausencia de sistemas de preparación del combustible y almacenamiento, mayor duración de los equipos).

1.1.3.2 Justificación social

El término municipal de Benavides tiene una población de 3.914 habitantes. El gas ofrece una alta calidad de vida para los usuarios por:

- Su alto poder calorífico y la gran potencia suministrable mediante una instalación simple.
- Su comodidad de uso y su limpieza.
- Su garantía y comodidad de suministro y mantenimiento.



1.1.3.3 Justificación climática

Según datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional las características del clima en esta zona son:

- Inviernos fríos y con frecuentes nieblas. Veranos secos y suaves.
- De precipitaciones moderadas, siendo el invierno y la primavera las estaciones más lluviosas.
- De nubosidad media de 4/8 de cielo cubierto y, por lo tanto, de poca insolación.

Esto implica la necesidad del uso de calefacciones en los meses de octubre a marzo.

1.1.3.4 Justificación medioambiental

El gas no contiene ningún elemento que produzca cenizas. La ausencia de residuos sólidos y el tipo de combustión permiten diseñar aparatos de gas compactos y de gran calidad, con las ventajas que tales características suponen para el usuario.

Menor presencia de inquemados en los gases de escape, debido principalmente al íntimo contacto entre el combustible y el comburente. Cuando el combustible es líquido, no es posible este grado de contacto y se produce una proporción de inquemados.

Menor producción de anhídrido carbónico en la combustión del gas con respecto al gasóleo debido al menor contenido de carbono de su molécula principal (metano-CH₄), con lo que reducen las emisiones de gases causantes del efecto invernadero.

Los gases procedentes de la combustión del gas no contienen azufre, que es el principal responsable de la lluvia ácida.



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



La emisión, en la combustión del gas, de óxidos de nitrógeno (procedentes de la reacción entre el nitrógeno y oxígeno del aire) es mucho menor en relación con los combustibles líquidos.

1.1.4 EMPRESA SOLICITANTE DE LAS AUTORIZACIONES

La empresa solicitante de las autorizaciones, como titular de las Autorizaciones es Ramos, C.B. con domicilio social en León y C.I.F. A-00000000 y con dirección para comunicaciones en Calle Medul, 13 – 2ºB.

1.1.5 INSTALADOR AUTORIZADO

El instalador autorizado que realizará las instalaciones objeto del presente Proyecto será uno de los inscritos por la Empresa Instaladora con categoría de Categoría A en el Organismo Territorial Competente según se indica en la “Instrucción Técnica Complementaria ITC-ICG 09 sobre Instaladores y Empresas Instaladoras de Gas” (Real Decreto 919/2006 de 28 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento Técnico de Distribución y Utilización de Combustibles Gaseosos y sus Instrucciones técnicas Complementarias ICG-01-11).

1.1.6 AUTOR DEL PROYECTO Y DIRECTOR DE LA OBRA

El autor del presente Proyecto es el Ingeniero Técnico de Minas D. Juan Carlos Ramos Rodríguez con D.N.I. 9.780.720-Q y colegiado nº 1551 del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Minas de León.

La Dirección Facultativa de obra será hecha, bien por el citado anteriormente, o por un técnico titulado que cumpla los requisitos exigidos por el Ministerio competente.



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



1.1.7 PROGRAMA DE EJECUCIÓN

Se ha previsto un plazo de ejecución de 22 días, para las obras correspondientes a la instalación del centro de almacenamiento y ERM .

No obstante, en caso de que las circunstancias así lo aconsejaran, puede adelantarse y reducirse el plazo de finalización de los trabajos, en función del crecimiento y necesidades del pueblo.

Posteriormente, tal y como sucede en cualquier otra ciudad en la que se distribuya gas canalizado, a medida que avance la penetración del gas y aumente el interés de la población, se podría incluso extender el suministro a otras zonas hoy alejadas o dispersas, mediante la ampliación de las redes, solicitando las oportunas autorizaciones administrativas.



1.1.8 CARACTERÍSTICAS DE LOS GASES A UTILIZAR

El GAS PROPANO COMERCIAL a utilizar será de las especificaciones indicadas en la Orden del Ministerio de Industria del 11.12.84. 11 (B.O.E. N° 303 del 19/12/84).

Estas características aparecen recogidas en la siguiente tabla:

Fórmula química:	C₃H₈
Tensión de vapor absoluta a 20 °C :	9 kg/cm ²
Tensión de vapor absoluta a 50 °C :	18 kg/cm ²
Peso específico del líquido a 20 °C :	0,506 kg/l
Peso específico del líquido a 50 °C :	0,458 kg/l
Peso específico del gas a 20 °C y presión atmosférica :	1,86 kg/Nm ³ 2,09 kg/Nm ³
Peso específico del gas a 0 °C y presión atmosférica :	- 45 °C 535 °C
Temperatura de ebullición :	1 920 kcal/kg
Temperatura de inflamación :	11 900 kcal/kg
Temperatura máxima de la llama con aire :	24 600 kcal/Nm ³
Poder calorífico superior (líquido) :	11 900 kcal/kg
Poder calorífico superior (vapor) :	20 400 kcal/Nm ³
Poder calorífico inferior (líquido) :	
Poder calorífico inferior (vapor) :	

El propano comercial es un gas de la tercera familia según se define en la norma UNE 60002.



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



Las redes de distribución se diseñarán y se construirán para que se pueda distribuir por ellas gas natural, cuya composición según su procedencia es la siguiente:

**CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS DISTINTOS TIPOS DE GAS NATURAL
DISTRIBUIDOS NORMALMENTE POR LAS REDES DE ENAGAS**

	SERRABLO	BERMEO	LIBIA	ARGELIA
Metano % vol.	98,598	87,085	85,996	91,875
Etano % vol.	0,433	5,555	12,881	6,777
Propano % vol.	0,066	2,110	0,371	0,643
Butano % vol.	0,031	0,810	0,051	0,093
Pentano % vol.	0,012	0,215	----	----
Hexano % vol.	0,013	0,082	----	----
Anh. Carb. % vol.	0,704	1,145	----	----
Nitrógeno % vol.	0,145	2,950	0,751	0,120
P.C.S. kcal/m ³ (N)	9.504	10.106	10.462	10.084
P.C.I. kcal/m ³ (N)	8.549	9.140	9.468	9.088
Peso esp. Kg/m ³ (N)	0,7312	0,833	0,8084	0,7736
Densidad relativa	0,5655	0,644	0,6253	0,5983
CO ₂ tot. hum. m ³ /m ³	1,006	1,104	1,131	1,077
N ₂ tot. hum. M ³ /m ³	7,564	8,061	8,322	8,017
Sec. m ³ /m ³ GAS	12.638	12.593	13.230	13.037
Índice de Wobbe	12.638	12.593	13.230	13.037



1.1.9 NORMAS A APLICAR

- Ley de Hidrocarburos 34/1998 de 7 de Octubre, del sector de hidrocarburos.
- Real Decreto 919/2006 de 28 de Julio, publicado el 4 de Septiembre de 2006 que aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos (y normas UNE asociadas) y sus instrucciones técnicas.
 - ✓ ITC-IGC 01 Instalaciones de distribución de combustibles gaseosos por canalización.
 - ✓ ITC-IGC 02 Centros de almacenamiento y distribución de envases de gases licuados del petróleo (GLP).
 - ✓ ITC-IGC 03 Instalaciones de almacenamiento de gases licuados del petróleo (GLP) en depósitos fijos.
- Reglamento de la actividad de distribución de G.L.P. R.D. 1085/1992 (BOE 9-10-1992). (Derogado por R.D. 919/2006 en aquello que contradigan o se opongan a lo dispuesto a este reglamento y sus ITC's).
- Reglamento de Redes y Acometidas de Combustibles Gaseosos (B.O.E. del 06-12-74, del 08-11-83 y del 23-07-84) (derogado por R.D. 919/2006 en aquello que contradigan o se opongan a lo dispuesto a este reglamento y sus ITCs).
- Reglamento General del Servicio Público de Gases Combustibles, Decreto del Ministerio de Industria del 26 de Octubre nº 2913/73, B.O.E. del 21-11-74 y del 20-02-84 (derogado por R.D. 919/2006 en aquello que contradigan o se opongan a lo dispuesto a este reglamento y sus ITCs).



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



- REAL DECRETO 769/1999, de 7 de Mayo de 1999, dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE , relativa a los equipos de presión y modifica el REAL DECRETO 1244/1979, de 4 de Abril de 1979, que aprobó el Reglamento de aparatos a presión. BOE núm. 129 de 31 de mayo de 1999
- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, Decreto de la Presidencia del Gobierno de 30/11/61, B.O.E. del 7/12/61.
- Reglamento sobre instalaciones de almacenamiento de Gases Licuados de Petróleo GLP en depósitos fijos. ORDEN 29 de enero de 1986 BOE n. 1 46 de/ 22-02-1986
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.D. 842/2002) (B.O.E. 18/9/2002) y sus Instrucciones Técnicas:
 - ✓ ITC.BT.006 Redes aéreas para distribución en baja tensión.
 - ✓ ITC.BT.007 Redes subterráneas para distribución en baja tensión.
 - ✓ ITC.BT.017 Instalaciones de enlace. Dispositivos de mando y protección.
 - ✓ ITC.BT.018 Puesta a tierra.
 - ✓ ITC.BT.019 Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales.
 - ✓ ITC.BT.019 Receptoras. Prescripciones generales.
 - ✓ ITC.BT.020 Instalaciones interiores o receptoras. Sistema de instalación.
 - ✓ ITC.BT.021 Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectores.
 - ✓ ITC.BT.022 Instalaciones interiores o receptoras. Protecciones contra sobrecargas.



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



- ✓ ITC.BT.023 Instalaciones interiores o receptoras. Protecciones contra sobretensiones.
- ✓ ITC.BT.024 Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra contactos directos e indirectos.
- ✓ ITC.BT.029 Prescripciones particulares para las instalaciones de locales con riesgo de incendio o explosión.
- ✓ ITC.BT.030 Instalación en locales de características especiales.
- ✓ ITC.BT.044 Receptoras para alumbrado.
- ✓ ITC.BT.047 Receptoras. Motores.

- Especificaciones Técnicas de la Compañía Suministradora.

Se ha observado igualmente lo prescrito en las siguientes Normas UNE:

- UNE-EN ISO 1872-1:2001 - Plásticos. Materiales de polietileno (PE) para moldeo y extrusión. Parte 1: Sistema de designación y bases para las especificaciones. (ISO 1872-1:1993).
- UNE-EN ISO 1872-2:1997 - Plásticos. Materiales de polietileno (PE) para moldeo y extrusión. Parte 2: Preparación de probetas y determinación de propiedades. (ISO 1872-2:1997).
- UNE-EN 1555:2003 - Sistemas de canalización en materiales plásticos para el suministro de combustibles gaseosos. Polietileno (PE).
- UNE 60002:1995 - Clasificación de los combustibles gaseosos en familias.
- UNE 60620-3:2005. Instalaciones receptoras de gas natural suministradas a presiones superiores a 5 bar. Parte 3: Estaciones de regulación y medida.
- UNE 60250:2004 - Instalaciones de suministro de gases licuados del petróleo (GLP) en depósitos fijos para su consumo en instalaciones receptoras.



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



- UNE 60302: 1974- Canalizaciones para combustibles gaseosos. Emplazamiento.
- UNE 60309:1983 - Zonas de Seguridad y espesores.
- UNE 60311:2001 - Canalizaciones de distribución de combustibles gaseosos con presión máxima de operación inferior o igual a 5 bar.
- UNE 60312:2001 - Estaciones de regulación para canalizaciones de distribución de combustibles gaseosos con presión de entrada no superior a 16 bar.
- UNE-EN 287-1:2004 - Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1: Aceros.
- UNE-EN 12261:2003 Contadores de gas. Contadores de gas de turbina.
- UNE-EN 12405-1:2005 - Contadores de gas. Dispositivos de conversión. Parte 1: Conversión de volumen.
- UNE-EN 12517:2006 - Examen no destructivo de soldaduras. Examen radiográfico de uniones soldadas. Niveles de aceptación.
- API Std 5 y Std 5LS. - Tuberías para conducción sin soldadura, con soldadura longitudinal y con soldadura helicoidal.

Así como las Ordenanzas Municipales que afecten a algún aspecto del proyecto.



1.2 DEFINICIÓN DE LA INSTALACIÓN

1.2.1 INSTALACIONES RECEPTORAS

1.2.1.1 Determinación del número de viviendas y clasificación de las mismas

Según el estudio de mercado efectuado en el municipio, la zona de canalización englobará un porcentaje de viviendas del 80 %. El número total de viviendas susceptibles a ser canalizadas es por lo tanto de 588 viviendas y 70 locales existentes. Se prevé un incremento del número de viviendas, debido a los nuevos planes urbanísticos, que posibilitan la existencia de varias zonas de expansión. En los próximos 10 años se estima que Benavides experimentará un crecimiento aproximado de 20 viviendas.

Se han tenido en cuenta a efectos de cálculos de consumo, tanto la superficie media de las viviendas, como la zona climática donde se encuentran situadas.

Asimismo se dará servicio a los usos Comerciales, Institucionales e Industriales, incluidos dentro del área canalizable.

1.2.2 PUNTOS DE CONSUMO

Cada vivienda irá dotada de los aparatos normales de consumo doméstico, debiendo estar necesariamente homologados e instalados de acuerdo con las Normas de Seguridad previstas para este tipo de instalaciones.

Su instalación se llevará a cabo por empresas autorizadas de acuerdo con el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos (y normas UNE asociadas) y sus instrucciones técnicas.



1.2.2.1 Consumos previstos

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, los consumos previstos de gas propano comercial, considerando el 100% de las viviendas de Benavides son los siguientes:

- Consumo diario de las viviendas existentes (810): 3.240 kg /día
- Consumo diario de las viviendas existentes más las viviendas en expansión y en construcción (830): 3.320 kg /día \Rightarrow 1.584 m³/día
- Caudal individual de cada vivienda: 2,17 kg/h
- Consumo punta o caudal simultaneo de las viviendas existentes más las viviendas en expansión y en construcción (830): 900 kg/h \Rightarrow 430 m³/h

Para la realización de los cálculos del apartado “2.1 Cálculo de Consumos” se ha considerado un índice de penetración en el municipio del 100 %, es decir, se estima que se llegará a dar gas al 100% de las viviendas existentes en Benavides.

Ante la imposibilidad de conocer a priori las características de los clientes y de sus aparatos de consumo, se ha adoptado como base de cálculo un caudal de **25800 kcal/h por vivienda**, correspondiente al grado de **gasificación 1**, según el Real Decreto 919/2006 que aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos (y normas UNE asociadas) y sus instrucciones técnicas.

La previsión de captación real a corto plazo es de **290 abonados** (considerando aproximadamente el 35% de las viviendas existentes). Sin embargo los cálculos se han realizado teniendo en cuenta las viviendas potenciales de la red propuesta y parte de las fases posteriores y zonas de expansión previstas. De este modo la red de distribución se encuentra suficientemente dimensionada para soportar incluso el consumo de toda la población.



1.2.3 DATOS BÁSICOS DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE GAS

La instalación a proyectar se plantea con los criterios que a continuación se detallan.

Se instalará un centro de almacenamiento y distribución, compuesto por 2 depósitos enterrados de G.L.P. con una capacidad de 59.400 litros cada uno.

De esta forma, la estación de almacenamiento totaliza un volumen de:

$$2 \times 59.400 = 118.800 \text{ litros}$$

El llenado de dichos depósitos se realizará mediante carga directa a los depósitos.

Se instalará un equipo de vaporización forzada compuesto de un vaporizador con la capacidad de producción suficiente para dar servicio sin utilizar la vaporización natural de los depósitos con el fin de evitar la descompresión de los mismos.

Con respecto a la presión de diseño, la red estará diseñada mecánicamente para soportar una presión máxima de operación (MOP) de 2 bar relativos, si bien el diseño hidráulico será para una presión de emisión a la salida de la fase gaseosa de los depósitos de almacenamiento y del equipo de vaporización, relativa a la salida de los depósitos de 1,75 kg/cm², por ser dicha presión adecuada para evitar el peligro de condensación en caso de baja temperatura.

Con el objeto de que la red sea válida para la distribución tanto de GLP como de gas natural, se recalcula para gas natural con una presión de emisión de 2,5 bar relativos. De este modo, la red será compatible con ambos gases combustibles, siendo necesario realizar pequeñas modificaciones en las instalaciones receptoras,



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



que no son objeto del presente proyecto, en el momento de cambiar el gas que se distribuye.

Se realizará una red de distribución con una presión máxima de operación comprendida entre 0,1 y 2 bar, en tubería de polietileno que discurrirá enterrada por zonas públicas y dispondrá de acometidas a los edificios (bloques o chalets), estando dotadas éstas de sus correspondientes llaves de acometida, situadas en arqueta al borde de cada edificio o en armario en la fachada de los mismos (Acometida a Bloque. Sección Acometida Unifamiliar, respectivamente). En las instalaciones receptoras será preciso reducir la presión de la red hasta el valor de utilización.

A lo largo de la red de distribución se colocarán válvulas de corte y derivación para mayor seguridad y operatividad. Dichas válvulas permiten aislar una zona de la red, o algún ramal o derivación de la misma, bien sea por motivos constructivos o por alguna posible anomalía que pudiera producirse en el futuro.

También disponen de elementos para el venteo de los tramos de conducción.



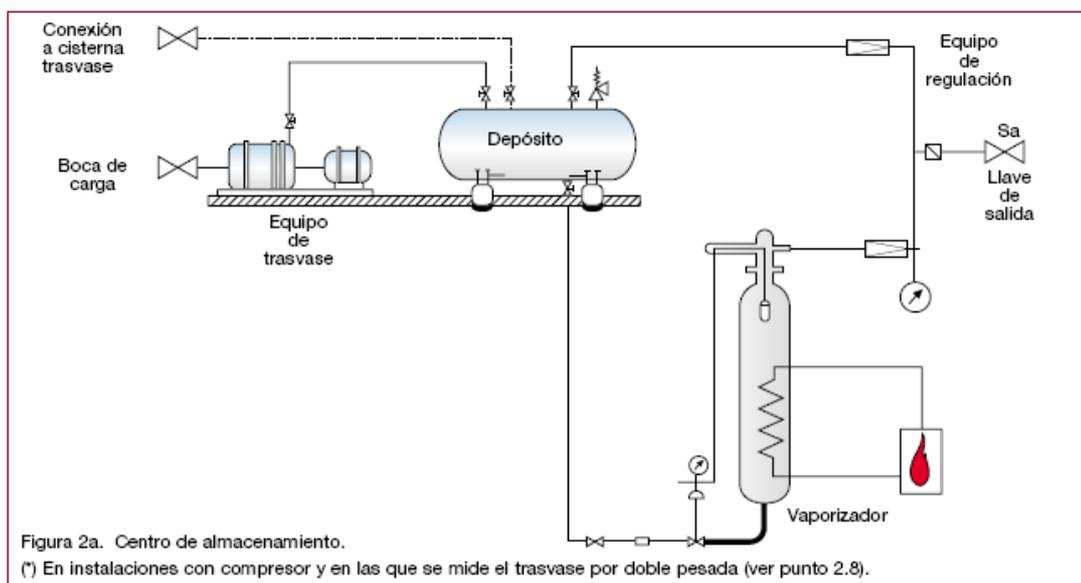
1.3 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FUNDAMENTALES DEL CENTRO DE ALMACENAMIENTO

El Real Decreto 919/2006 que aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos en su instrucción técnica ITC-ICG 03 y Norma UNE 60250: 2004 “Instalaciones de suministro de gases licuados del petróleo (GLP) en depósitos fijos para su consumo en instalaciones receptoras” es la normativa que regula este tipo de instalaciones.

1.3.1 ESTACIÓN DE ALMACENAMIENTO

Un centro de almacenamiento se compone por el conjunto o parte de los siguientes elementos:

- Boca de carga
- Depósitos con su valvulería y dispositivos de medida y seguridad.
- Canalizaciones existentes entre la boca de carga y la(s) válvula(s) de salida, incluida(s) ésta(s).
- Equipo de trasvase. Compuesto por bombas o compresores para poder trasvasar el GLP de un depósito a otro.
- Equipo de vaporización. Compuesto de vaporizador y elementos complementarios para producir la vaporización forzada del GLP.
- Equipo de regulación y medida. Compuesto por el/los regulador(es), el elemento de seguridad contra sobrepresión y el equipo de medida.
- Equipo de seguridad. Dispositivos destinados a la protección de las personas y las cosas, como las válvulas de seguridad por alivio de presión, protección contra la corrosión, contra el fuego, etc.
- Instalaciones complementarias. tales como carteles de prevención, vestimenta de protección, linternas, alarma, explosímetro, etc.
- Llave de salida.



La estación de almacenamiento se situará en una parcela a la que se tiene acceso desde la Avenida Órbigo, 5-7.

Los datos catastrales de estas fincas proporcionados por la página Web del catastro, incluyen la totalidad de las dos fincas donde se ubicará el centro de almacenamiento de G.L.P. y son los siguientes:

Ref. Catastrales: 2095009TN6029N0001AG-2095008TN6029N0001WG
Localización: Avenida Órbigo, 5-7
Clase: Urbano
Datos del titular: Ayuntamiento de Benavides
Domicilio: Plaza Mayor, 1, Benavides de Órbigo

1.3.1.1 Clasificación y distancias de seguridad

Los componentes de la Estación de Almacenamiento se implantarán cumpliendo lo indicado en el Cuadro de distancias mínimas de seguridad para instalaciones incluidas en la **Categoría E-120** (para instalaciones de capacidad mayor de 60 e inferior o igual a 120 m³) así como las indicadas en la categoría A-5



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



para el equipo de vaporización, en la norma UNE 60250:2004 de Instalaciones de Suministro de Gases Licuados del Petróleo (GLP) en depósitos fijos para su consumo en instalaciones receptoras. (Ver Plano nº 3: Distancias de Seguridad y Cerramiento)

Las instalaciones de suministro de GLP en depósitos fijos se clasifican en función de la suma de los volúmenes geométricos nominales de todos sus depósitos en las siguientes categorías:

Depósitos enterrados:

E-5 Inferior o igual a 5 m³

E-13 Mayor de 5 e inferior o igual a 13 m³

E-60 Mayor de 13 e inferior o igual a 60 m³

E-120 Mayor de 60 e inferior o igual a 120 m³

E-500 Mayor de 120 e inferior o igual a 500 m³

Las casetas donde se instalarán el equipo de vaporización y regulación, y el equipo de calefacción se colocarán fuera de la zona de seguridad de los depósitos (Ver Plano nº3). Además la caldera y el vaporizador se encontrarán en locales independientes, contiguos o no.

Serán construidas con materiales de clase M0 de acuerdo con la Norma UNE 23727:1990.

Además, tendrán una sola planta, cuya cota no debe de ser inferior al nivel del terreno que las circunda.

El pavimento debe de ser de tal naturaleza que los choques y golpes con objetos metálicos no puedan producir chispas. La cubierta debe de ser de construcción ligera.



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



Las construcciones de servicio cerradas deben permitir la fácil salida del personal en caso de peligro, sus puertas deben ser metálicas, y se deben abrir siempre hacia el exterior. Las cerraduras deben ser de accionamiento rápido y deben poder ser accionadas desde el interior sin necesidad de utilizar llaves.

Deben tener, como mínimo, dos rejillas de ventilación a menos de 10 cm del suelo, con una superficie mínima equivalente a 1/10 de la superficie de la planta, expresadas ambas en metros cuadrados (m²). Dichas rejillas de ventilación deben estar repartidas en dos paramentos opuestos o al menos en extremos opuestos del mismo paramento, incluidas puertas, y deben estar protegidas por malla metálica y su altura debe ser inferior a su longitud.

La pintura de los paramentos, tanto horizontales como verticales, será plastificada. El color será aprobado previamente por la dirección facultativa de la obra.

En el interior del recinto se encontrará un aparcamiento del camión cisterna con espacio suficiente para quedar a una distancia superior a 3 m. de la boca de carga.

Se realizará una demolición de las construcciones existentes en la parcela si fuese necesario y un desbrozado de la misma.

Las explanaciones se realizarán partiendo de los niveles de las calles de acceso, de acuerdo con las cotas definidas en los planos, de modo que las pendientes tras el relleno y compactación se mantengan entre el 1% y el 2% para facilitar la evacuación de las aguas pluviales.

Se realizarán las excavaciones oportunas para la construcción de las cimentaciones de los depósitos, así como las zanjas necesarias para albergar conducciones enterradas y cimentaciones de equipos y edificaciones.



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



La totalidad del recinto que comprende la Estación de Almacenamiento, caseta vaporización, y caseta de equipo de calefacción estará vallado por medio de una valla de 2 m. de altura como mínimo, que puede ser de malla metálica o de cualquier otro sistema análogo de clase M1, que permita una buena ventilación e impida el acceso de personas ajenas al mismo. En caso de que este cerramiento vaya provisto de zócalo, su altura no debe ser superior a 30 cm (Cerramiento del Centro de Almacenamiento).

Las puertas de los cerramientos deben abrir hacia el exterior, deben ser igualmente de clase M1, y los cierres deben ser de accionamiento rápido desde el interior sin necesidad de utilizar llaves.

La zona ocupada por los depósitos tendrá una capa superficial de grava, que facilite el drenaje, de modo que se absorba el agua procedente de lluvias y la que se vierta sobre los depósitos para su refrigeración ocasional.



1.3.2 DEPÓSITOS DE ALMACENAMIENTO Y EMISIÓN

1.3.2.1 Características técnicas

Los depósitos son recipientes destinados a contener los GLP en estado (fase) líquido, bajo presión, para su almacenamiento y consumo.

Estos depósitos se llenan “in situ” mediante camión cisterna. La toma de gas para utilización se realiza a través de conducción fija.

De acuerdo con los datos recogidos en las bases de diseño y con los criterios de la empresa suministradora, se construirá un centro de almacenamiento para gas propano, constituido, tal y como se ha dicho anteriormente, por 2 depósitos enterrados de 59,4 m³ de capacidad medida en agua cada uno.

Las características fundamentales de los depósitos son las siguientes:

Marca :	LAPESA
Modelo :	LP-59 E-22
Forma :	Cilíndrica horizontal
Materiales	
Virolas :	Acero Siemens St. 52,3
Fondos :	Acero Siemens St. 52,3
Características unitarias	
Longitud total:	16.390 mm
Diámetro exterior:	2.200 mm
Volumen total:	59,4 m ³
Superficie exterior:	116 m ²
Contenido en kg.:	24.948 kg
Peso en vacío aprox.:	12.630 kg
Datos técnicos	
Presión de diseño:	17 kg/cm ²
Presión de prueba:	24'31 kg/cm ²



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



Depósitos enterrados son los situados enteramente por debajo del terreno circundante. Su generatriz superior debe distar entre 30 y 50 cm del terreno. Una profundidad mayor dificultaría los trabajos de trasvase.

El diseño de un depósito tiene en cuenta la presión máxima de trabajo (de timbre) correspondiente al GLP a contener.

Dicha presión es la resultante de la temperatura de 60° C. que es de unos 20 bar (se toma la del propano).

La presión de prueba del depósito es un 30 % superior a dicha presión (26 bar).

Los depósitos cilíndricos se componen de una virola con sendos fondos en sus extremos que pueden ser casquetes semiesféricos o elípticos, a tener en cuenta al considerar las distancias de seguridad (D_p) desde las paredes del depósito.

Las superficies externas de los depósitos se han de proteger contra la corrosión mediante revestimiento adecuado.

Los depósitos destinados a ser enterrados, se entregan con recubrimiento protector contra la corrosión y con arqueta para contener los accesorios.

Según la reglamentación vigente, los depósitos deberán llevar dos placas de datos:

- Placa de diseño: a suministrar por el OTC, con indicación de la presión de diseño y máxima de servicio, número de registro del depósito y fecha de la primera y sucesivas pruebas de presión (retimbrados).
- Placa de identificación, indicando fabricante, número de fabricación, volumen (m^3), diámetro, superficie exterior, etc.



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



Una vez en funcionamiento, los depósitos han de quedar protegidos contra los agentes y acciones externas por una arqueta con tapa con cerradura.

De acuerdo con la norma UNE 60250 “Instalaciones de suministro de gases licuados del petróleo (GLP) en depósitos fijos para su consumo en instalaciones receptoras”, los depósitos enterrados se deben situar sobre terreno firme y compactado y deben estar anclados de forma que se impida su flotación.

Se puede realizar o completar la fosa por encima del terreno natural mediante paredes de obra de fábrica u hormigón hasta la altura necesaria para cumplir las condiciones requeridas a los mismos. Dichas paredes de obra deben cumplir una de las siguientes condiciones:

- Estar realizadas con materiales de clase M0 y poseer una resistencia mecánica calculada para los esfuerzos a que puedan verse sometidas.
- Estar reforzadas con tierra compactada terminada según el talud natural del terreno o contenida mediante otro muro calculado para sostener su empuje.

El material de relleno de la fosa debe estar exento de piedras o elementos que puedan dañar al depósito o a su protección y estará debidamente compactado.

La distancia entre depósitos situados en la misma fosa debe ser como mínimo de 1 m. entre paredes de depósitos.

En caso de que el depósito se aloje en una fosa revestida de obra de fábrica u hormigón, este revestimiento debe distar de las paredes del tanque un mínimo de 50 cm en las paredes laterales, 20 cm al fondo y 30 cm a la generatriz o pared superior del depósito.



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



En caso de que el depósito se aloje en fosas no revestidas, se debe adaptar su construcción a las características del terreno debiendo quedar, como mínimo, las distancias señaladas anteriormente para las fosas revestidas. Igualmente se debe guardar una distancia mínima, desde sus paredes, a cualquier conducción de otro servicio de 1,5 m.

Con la finalidad de poder detectar cualquier acumulación de gas o de agua en el fondo de la fosa, se debe instalar en una esquina de ésta un tubo buzo de, al menos 15 cm de diámetro interior que llegue hasta el fondo, cortado oblicuamente en su extremo inferior, equipado en esta parte con un elemento filtrante que impida la entrada de arena al mismo y de un tapón en el superior.

La valvulería del depósito y los accesorios, se deben proteger por una arqueta con tapa de registro y cuando sobre la misma puedan circular vehículos, se debe proteger con los medios necesarios para evitarla.

La valvulería debe ser perfectamente accesible desde el exterior, y los accesorios de control fácilmente legibles.

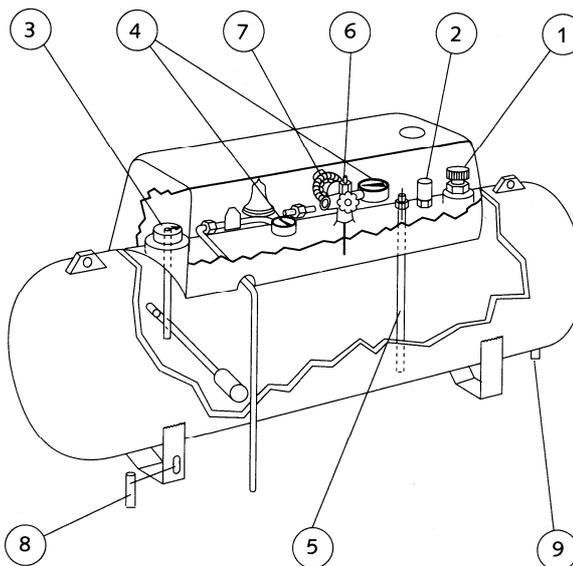


1.3.2.2 Valvulería de los depósitos

Los depósitos, de acuerdo con las prestaciones que deben satisfacer, estarán dotados cada uno de la siguiente valvulería para depósitos de volumen superior a 52.200 litros

- Para llenado:
- Válvula de llenado con antirretorno A 3400 L4 en 2" y llave de corte A 7513 FP en brida 2".
- Para uso en fase líquida:
- Válvula de fase líquida con limitador A 3500 P4 y llave de corte recta de globo A 7.513 FP, con bridas de 2".
- Para uso en fase gas:
- Válvula de fase gas con limitador A 3500 P4 y llave de corte recta de globo A 7.513 FP, con bridas de 2".
- Para punto alto de llenado y toma de presión:
- Llave de punto alto y manómetro 2805 C $\frac{3}{4}$ " NPT.
- Para purga:
- Chek-lok para purga 7580 FC de $1\frac{1}{4}$ " NPT.
- Para indicación nivel de llenado:
- Nivel magnético ROCHESTER tipo Magnetel modelo 6360-08.
- Para seguridad:
- Válvulas de seguridad montadas en un colector, con mecanismo interior que permita la sustitución de una de las válvulas sin tener que vaciar el depósito.

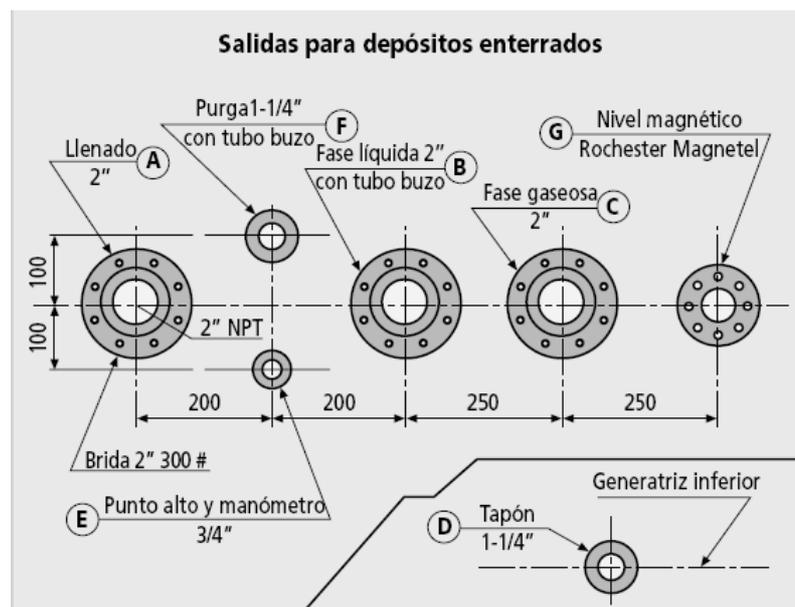
Figura 1.3-1: Valvulería



- 1) Boca de carga o válvula de llenado, con doble cierre, ambos de retención y uno de ellos situado en el interior del depósito. En el caso de depósitos de gran volumen se admite la sustitución de uno de los sistemas de retención por uno telemandado o manual.
- 2) Válvula de seguridad de exceso de presión situada en la parte superior y conectada por tanto a la fase gaseosa y tarada a 20 kg/cm^2 (1,96 MPa).
- 3) Indicador de nivel magnético de medida continua y lectura directa.
- 4) Manómetros
- 5) Válvula de salida de GLP en fase líquida (check-lock) con un cierre automático por exceso de flujo situado en el interior del depósito y otro manual. En tanques de gran volumen se puede sustituir el cierre automático descrito por otro telemandado.
- 6) Indicador de nivel de máximo llenado (Punto alto).
- 7) Dispositivo de salida de GLP en fase gaseosa.
- 8) Borna de toma de tierra
- 9) Drenaje.

Valvulería desde capacidad 52200 hasta 59400 litros		Ref. REGO
A- Llenado:	-Antirretorno	A 3400 L4
	-Llave de corte	A 7513 FP
B- Fase líquida:	-Limitador	A 3500 P4
	-Llave de corte	A 7513 FP
C- Fase gas:	-Limitador	A 3500 P4
	-Llave de corte	A 7513 FP
E- Punto alto y manómetro		2805-C
F- Purga: Chek-lok		7580 FC
G- Nivel magnético: Ø 2200		6360-08
	Ø 2450	6360-08

DIÁMETROS	Ø 2200				Ø 2450		
	LP 53* - 22	LP 56* - 22	LP 58* - 22	LP 59* - 22	LP 52* - 24	LP 55* - 24	LP 59* - 24
A Válvula de llenado	2" NPT en brida 2" 300 #						
B Fase líquida	2" NPT en brida 2" 300 #						
C Fase gaseosa	2" NPT en brida 2" 300 #						
E Punto alto y manómetro	3/4" NPT						
F Purga	1-1/4" NPT						
G Nivel Magnético	Rochester Magnetel (Brida especial)						
D Tapón	1-1/4 " NPT						





VÁLVULA DE LLENADO

Es el elemento conexionado a un depósito de almacenamiento de G.L.P. destinado a acoplar el equipo de suministro de G.L.P. en fase líquida a dicho depósito.

Características:

También reciben el nombre de válvula de carga.

Disponen de dos cierres de retención:

- Uno situado fuera del depósito.
- Uno situado en el interior del depósito.

Conexiones:

Deben disponer de un tapón roscado o una brida ciega de protección de la válvula para la posición de reposo.

Funcionamiento

En posición de reposo, la presión del gas en el interior del depósito cierra un asiento con lo que el cierre interior queda cerrado, y el otro cierre (el exterior) queda también cerrado debido a la presión de un muelle.

Para realizar la carga, al introducir la conexión macho de la manguera la fuerza que ejerce vence la fuerza del muelle del primer cierre y la fuerza del gas que cierra el segundo cierre, con lo que la válvula queda abierta y se introduce el G.L.P. líquido.



VÁLVULA "CHECK-LOK"

Es el elemento conexionado a un depósito de almacenamiento de G.L.P. destinado a la salida de la fase líquida de dicho depósito.

Características:

También recibe el nombre de válvula de fase líquida o válvula de drenaje.



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



Puede estar instalada en la parte inferior del depósito o en la parte superior y llegar hasta el fondo con un tubo buzo.

Las válvulas de fase líquida disponen de dos cierres:

-Uno situado fuera del depósito.

-Uno situado en el interior del depósito (cierre automático o telemandado, por exceso de flujo).

Deben disponer de un tapón roscado o de una brida ciega de protección de la válvula para la posición de reposo.



Funcionamiento

El cierre automático dispone de un muelle que se opone al flujo del gas; cuando éste flujo es tan elevado que vence la presión del muelle, la válvula se cierra.

VÁLVULA DE SEGURIDAD POR EXCESO DE PRESIÓN

Es el elemento conexasionado a un depósito de almacenamiento de G.L.P. destinado a aliviar la presión del interior del depósito cuando ésta excede de 20 kg/cm².

Características

Son de sistema de resorte y se instalan en la parte superior del depósito.

Los depósitos de más de 20 m³, llevan dos o más válvulas de descarga, quedando una de reserva.

Deben descargar un caudal de modo que la presión en el interior del depósito, no sobrepase un 20% de la presión de apertura de las mismas.

Deben disponer de un tapón roscado o de una brida ciega de protección de la válvula.

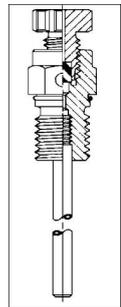
VÁLVULA DE PUNTO DE MÁXIMO LLENADO

Es el elemento conexasionado a un depósito de almacenamiento de G.L.P. destinado a indicar cuando un depósito se encuentra con el máximo de líquido permitido (85%).

Características

Se compone de una pequeña llave de paso que abierta deja pasar G.L.P. en fase gaseosa, y una sonda que comunica dicho paso con el nivel correspondiente al llenado máximo.

La longitud de la sonda depende de la geometría del depósito, concretamente del diámetro del mismo.



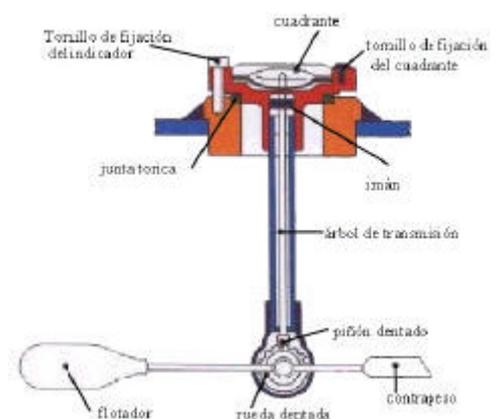
INDICADOR DE NIVEL MAGNÉTICO

Es un elemento anclado a un depósito de almacenamiento de G.L.P. destinado a indicar el nivel de líquido en el interior del depósito.

Características

Se basan en un sistema de flotador.

Tienen un sistema magnético que transmite la señal desde el interior del depósito al exterior por medio de imanes, con la ventaja de no tener que hacer perforaciones adicionales en el depósito. Hay esferas que resaltan el nivel del 20% del llenado, de modo que al llegar al mismo se pueda avisar a la compañía para efectuar un nuevo suministro.





MANÓMETRO

Es el elemento conexasionado a un depósito de almacenamiento de G.L.P. destinado a medir la presión, de forma continua, en el interior del mismo, en la zona de G.L.P. en fase gaseosa.

Características

Los manómetros miden la presión relativa respecto a la presión atmosférica.

Existen dos grupos:

- Los de medida directa por comparación.
- Los de medida indirecta.

El rango de escala de estos manómetros será de 0 a 30 bar como mínimo (lo normal para depósitos es un manómetro de 40 bar)

La zona normal de medida será entre el 50% y el 75% del fondo de escala.

La precisión de los manómetros está en el orden del 1,6 % del fondo de escala.

El diámetro de la esfera nunca será inferior a 80 mm., siendo un valor muy usual para depósitos de almacenamiento de G.L.P. de 63 mm.

Suelen instalarse justo después de una llave de paso con el fin de poder sustituirlo o mantenerlo sin tener una fuga de gas.

Existen manómetros con glicerina en el interior de la esfera (como el indicado en la figura), con el fin de evitar un desplazamiento brusco de la aguja, lo que podría equivaler a perder el tarado del manómetro.





BORNE DE TOMA DE TIERRA

Es el elemento de un depósito de almacenamiento de G.L.P. destinado a conectar el cable de toma de tierra, con el fin de asegurar la puesta a tierra del depósito.

Características

En algunos depósitos se trata de un agujero de rosca normalmente métrica 12 (M12) realizado en un soporte del depósito.

La conexión entre el cable de toma de tierra y el borne de toma de tierra, se realiza mediante un terminal de cobre con conexión al cable por presión y con conexión al borne mediante un agujero de diámetro 12 mm. La unión del terminal con el depósito se realiza con un tornillo de métrica 12 (M12) con una tuerca.



En otros depósitos, se trata de una varilla roscada de diámetro M12, de unos dos centímetros de longitud y soldada al depósito o al soporte del mismo.

En este caso la conexión se realiza también con un terminal, pero la varilla sustituye al tornillo.

1.3.2.3 Grado de llenado

El grado de llenado no excederá del 85% de su volumen, siendo de 50,49 m³.

La capacidad efectiva de almacenamiento considerando un 20% de reserva será de 38,39 m³.

1.3.2.4 Emplazamiento de los depósitos

Los depósitos enterrados deberán tener su generatriz superior entre 30 y 50 cm por debajo del nivel del terreno circundante. Profundidades mayores dificultarían las labores de llenado y mantenimiento.

Los dispositivos acoplados en el depósito se encontrarán protegidos mediante arqueta con tapa de registro, debiendo quedar accesible desde el exterior y los aparatos de control fácilmente legibles. Se evitará pueda ser afectada por el paso de vehículos.

Los depósitos enterrados se situarán sobre fundación firme y anclados de forma tal que se impida su flotación, caso de inundación o subida de la capa freática (al ser el propano líquido más ligero que el agua, el conjunto, aún encontrándose lleno al 85 %, pesa menos que el agua que desaloja estando inundado).

El zunchado de los depósitos enterrados facilita las operaciones de mantenimiento. Se puede emplear fleje o cable de acero de resistencia suficiente que atraviese la solera, cuyos extremos se anudan asegurando la unión mediante abrazaderas a presión por tornillo.

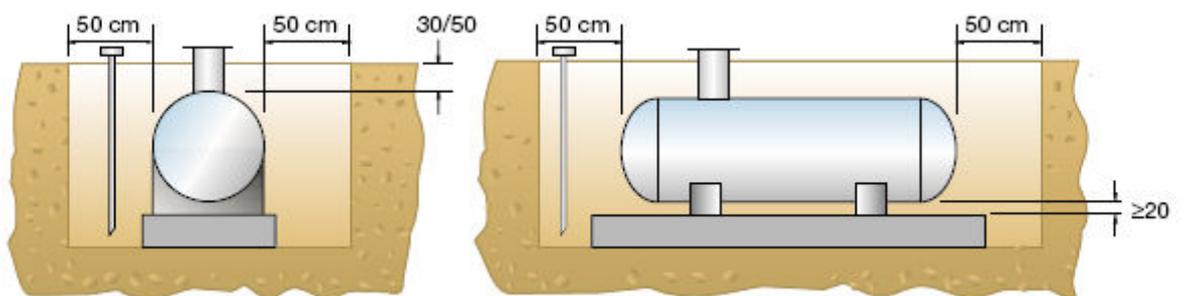


Figura 1.3-2 Distancias reglamentarias entre depósito enterrado y paredes de la fosa.

Los depósitos cilíndricos se instalarán con su eje longitudinal sensiblemente horizontal.



1.3.2.5 Fosas

Alojamiento en el terreno destinado para contener un depósito a enterrar. Puede ir o no revestida interiormente de obra de fábrica u hormigón, según sean las características del terreno

Las fosas para albergar depósitos deben ir revestidas cuando se tenga que resistir el empuje del terreno. A la vez de servir de continente a la arena de relleno, el revestimiento aísla al depósito de las influencias exteriores (corrientes de agua, tierras no inertes que puedan contaminar el contenido, etc.).

Antes de construir las zapatas en las que se anclarán las patas de los depósitos, se compactará convenientemente el terreno donde se vayan a recibir éstas, evitando que el asentamiento posterior del terreno favorezca la entrada de agua por la zona superior de la arqueta de acceso a la valvulería.

- Una fosa puede contener más de un depósito; en estos casos, la separación entre ellos será ≥ 1 m.
- La fosa ha de estar terminada a la llegada del depósito y cumplir las dimensiones mínimas establecidas en la normativa (ver Figura 1.3-2).
- Para fijar la profundidad se ha de tener en cuenta el definitivo suelo ya que puede modificarse el actual.
- El fondo de la fosa se ha de compactar antes de alojar al depósito.
- Colocar la capa de arena neutra en el fondo antes de depositar al depósito.
- El depósito quedará cubierto por una capa de arena neutra compactada, según reglamento. El grosor de los granos no ha de superar los 3 mm.

Las paredes del revestimiento de la fosa no se podrán enfoscar (impermeabilizar).

Se facilitará la filtración de las aguas de lluvia que se puedan introducir en la fosa, para ello, la fundación firme no cubrirá totalmente la planta de la fosa, ni los



parámetros laterales, y se dejarán aberturas discontinuas laterales a fin de permitir la salida del agua, que por cualquier causa se pudiera acumular en la fosa.

El relleno de la fosa se realizará con arena fina neutra. El techo de la fosa no requerirá forjado, a menos que se prevea el paso por encima de vehículos, personas, etc., en cuyo caso se preverá todo lo necesario para resistir dichas cargas, forjado incluido.

Cuando no lleve forjado, la parte superficial de la fosa deberá ser de arena exenta de piedras. Si no es preceptivo el cerramiento, se construirá un bordillo de obra de fábrica alrededor de la arqueta, de al menos 30 cm de altura, para indicar su situación e impedir el aparcamiento sobre el depósito

Para detectar cualquier acumulación de gas o de agua en el fondo de la fosa, se instalará en una de sus esquinas un tubo buzo de ≥ 110 mm. de diámetro interior, cortado oblicuamente en su extremo inferior y dotado de tapón en el superior.

1.3.3 TUBERÍAS

De acuerdo con la norma UNE 60250, las canalizaciones para fase gaseosa, deben cumplir con los requisitos de la Norma UNE 60310 o la Norma UNE 60311 en función de la presión máxima de trabajo, salvo las prescripciones específicas que se señalan en dicha norma.

Las tuberías de conexión en superficie entre el depósito y sus equipos complementarios de regulación, se deben regir en cuanto a materiales por la Norma UNE-EN 10208-2 para el acero o la Norma UNE-EN 1057 para el cobre. En este último caso, todo el tramo de la tubería debe estar ubicado dentro de la referencia 1, se debe utilizar cobre de 1,5 mm. de espesor, su diámetro no debe ser superior a DN 20, los accesorios deben cumplir la Norma UNE-EN 1254-1 y la unión de la tubería con los accesorios se debe realizar mediante soldadura de punto de fusión superior a 450 °C.



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



De la misma forma, las canalizaciones de fase líquida serán calculadas para soportar una presión máxima de 20 bar y una presión de prueba de 29 bar. En lo referente a materiales, se regirán por la Norma UNE-EN 10208-2 para el acero al carbono y la Norma UNE-EN 10088-1 para el acero inoxidable. Aunque por tratarse de fase líquida no les sea de aplicación, la construcción de las canalizaciones se debe regir por la Norma UNE 60310, salvo las prescripciones específicas que se señalan en el apartado 7.3 de la norma UNE 60250.

En el caso de que se empleen otros materiales distintos al acero se debe asegurar que éstos presenten unas condiciones de seguridad (resistencia química interna y externa al GLP, permeabilidad nula y resistencia mecánica adecuada a la presión de prueba) similares a las del acero. Las uniones de los tubos entre sí y de éstos con los accesorios se debe hacer de acuerdo con los materiales de contacto y de forma que el sistema utilizado asegure la resistencia y estanquidad, sin que ésta se pueda ver afectada por el GLP, no admitiéndose las uniones roscadas/embridadas salvo en uniones con equipos o que puedan ser permanentemente inspeccionadas visualmente.

El trazado de las tuberías será totalmente aéreo, por lo que irán ancladas sobre unos soportes de tal manera que la distancia mínima de la generatriz inferior al suelo sea de 5 cm, y cuando discurren por un muro, estarán separadas de éste por lo menos 2 cm

Los soportes se colocarán en número suficiente para que puedan soportar el peso de las tuberías, y la distancia máxima entre dos consecutivos será aquella que garantice la no deformación por pandeo de la misma.

Cuando las conducciones hayan de atravesar paramentos o forjados, lo harán por medio de pasamuros, de tal forma que quede libre, como mínimo, un espacio de 10 mm. alrededor de la tubería.



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



Los tramos de tuberías destinadas a fase líquida que puedan quedar aislados entre válvulas de corte, deben disponer de una válvula de seguridad (alivio térmico) o de by-pass de funcionamiento automático, que libere cualquier sobrepresión interior excesiva.

La descarga de estas válvulas de seguridad se realizará en todos los casos a la atmósfera en sentido vertical y estará protegida para evitar la entrada de agua y suciedad a su interior, pero sin dificultar su funcionamiento.

Las uniones soldadas se radiografiarán al 10 % a elegir por la dirección de obra. Si el porcentaje de soldaduras rechazadas es igual o superior al 15 % se radiografiarán al 100 %, aceptándose únicamente las calificadas como 1 y 2, según la Norma UNE 1063:2000.

Las tuberías deben estar protegidas contra la corrosión externa por medio de pintura u otro sistema apropiado. Las destinadas a fase líquida, se deben pintar en color rojo, y las destinadas a la fase gas, en color amarillo.

1.3.4 INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

El acceso de los camiones cisterna será tal que permita el posicionamiento en el lugar desde donde se realice la descarga realizando un mínimo de maniobras. No pasarán por la zona de seguridad de los depósitos de almacenamiento ni del equipo de vaporización y su salida se efectuará sin necesidad de realizar maniobra alguna.

También se instalará un equipo de vaporización adecuado a las necesidades de consumo.

Para conseguir una presión de suministro adecuada en la red de distribución, es necesaria una estación de regulación, la cual constará de dos líneas de regulación en paralelo, de caudal adecuado, definido en los cálculos



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



La presión de salida hacia la red de distribución será de 1,75 kg /cm² relativos por ser esa presión considerada suficiente para evitar todo peligro de condensación, especialmente en las épocas frías del año.

Toda la instalación eléctrica cumplirá lo dispuesto en el reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y las Normas UNE-EN 50015:1999 a UNE-EN 50020:1999, UNE 20319 a UNE 20321, UNE-EN 60079-10:2004, UNE 20323 a UNE 20326, UNE-EN 60079-7:2005 sobre material antideflagrante.

Constará de:

- Instalación eléctrica antideflagrante para la vaporización y regulación e iluminación de la caseta.
- Instalación eléctrica para la caseta de la caldera e iluminación.
- Alumbrado de emergencia.
- Cuadro de acometida.
- Red de tierras y pinza de puesta a tierra del camión cisterna.

Los interruptores generales de los circuitos de alimentación de bombas, compresores, motores y alumbrado de toda la instalación deben estar centralizados en un cuadro situado en un lugar de fácil acceso.

En el interior de cada una de las casetas se colocará un punto de luz que dote de iluminación suficiente el recinto, de modo que se pueda operar sobre los equipos.

El recinto estará dotado de una instalación de alumbrado que, en caso de necesidad, aporte la iluminación suficiente para la circulación durante la noche.

Se instalará también los picajes/preinstalación para el sistema de Telegestión.



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



El sistema de telegestión permitirá conocer los valores de los parámetros más importantes de la estación de GLP como nivel, presión, temperatura de los depósitos, presión y temperatura de la línea de suministro en fase gaseosa, temperatura del agua de vaporización, caudal suministrado, acceso al recinto, etc. desde uno o varios puntos de control distantes.

1. Presión y T^a de la Red:

- Presión: se instalará en la válvula combinada (punto alto + manómetro). Para ello es preciso instalar una T en cuyos extremos libres se conectarán el manómetro de glicerina y el transmisor de presión.
- El tipo de transmisor de presión es: WIKA IS-10/0-16 bar 1/4" NPT-M con SNAP CAP.
- Temperatura: el picaje de T^a no es necesario.

2. Sonda de detección de líquido.

- Picaje de 1" situado en línea de gas después del decantador, si éste está colocado después de la regulación, si no colocar este picaje después del equipo de regulación.

3. Temperatura de ida y retorno del circuito de calefacción.

- Picajes para sondas de T^a ida y retorno circuito de calefacción. Ya no es necesaria la ejecución de estos picajes ya que se instalarán sondas de contacto.

4. Presión en el interior del depósito.

- En depósitos grandes, se colocará una T en la válvula combinada, punto alto y manómetro, para colocar posteriormente una sonda de presión en el depósito.

1.3.5 BOCA DE CARGA DIRECTA

Su finalidad es la de permitir el llenado de G.L.P. en fase líquida, desde el camión cisterna de suministro hasta cada uno de los depósitos.

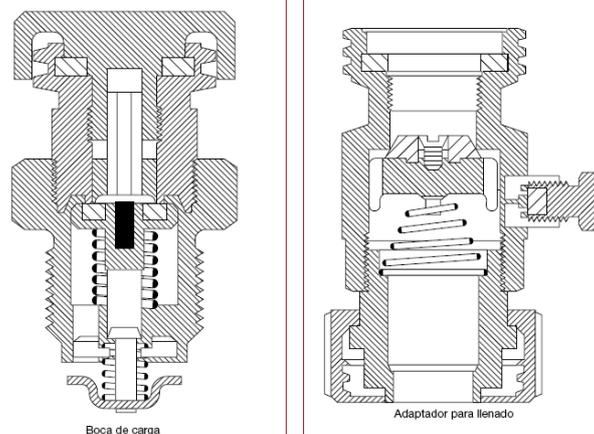
Estará situada en el mismo depósito, dotada del dispositivo de llenado de doble cierre que impida la salida de gas del depósito en caso de rotura accidental de la canalización de carga, uno de los cuales será de retención o antirretorno y estará situado siempre en el interior del depósito, y el otro podrá ser manual, telemandado o también de retención.

A parte de esto dispondrá de una válvula de seguridad por exceso de presión tarada a 20 bar.

Tanto la válvula superior como la inferior, al ser de retención, se abren por la acción del flujo de gas, por lo que al cesar el trasvase, se cierran.

La boca de carga estará dotada de un tapón roscado que la proteja de la entrada de cuerpos extraños que podrían impedir el cierre de la válvula tras la finalización de las operaciones de transvase, o del posible deterioro.

En las proximidades de la boca de carga se dispondrá una toma de tierra para la conexión del camión cisterna.





1.3.6 EQUIPOS DE TRASVASE. PROCESO DE LLENADO

La operación de llenado del depósito se realizará de forma forzada mediante bomba (trasiego en fase líquida).

La bomba de trasvase incorporada en el camión cisterna, impulsa el propano en fase líquida hasta la boca de carga en el depósito.

En el proceso de llenado se tendrán en cuenta las siguientes precauciones:

- El camión cisterna se situará en un punto próximo a la boca de carga, y a una distancia mínima de la misma de 3 m, de forma tal que, en caso de emergencia, su alejamiento de la zona no presente dificultades y pueda realizarse sin necesidad de maniobra.
- No fumar, no producir fuegos abiertos ni puntos calientes.
- Comprobar la cantidad de propano contenida en el depósito mediante el indicador de nivel. Para calcular la máxima cantidad que se puede trasvasar hay que tener en cuenta que el nivel máximo de llenado es el 85% de su volumen.
- Se conectará la cisterna de trasvase a tierra para evitar que una posible carga de electricidad estática pueda producir una descarga capaz de incendiar el gas que eventualmente pueda llegar a salir a la atmósfera. Parar el motor de camión.
- Durante el trasvase se tendrán a mano los extintores (al menos el de 12 Kg). No producir puntos calientes.
- Se estará pendiente principalmente de no producir el sobrellenado
- Durante el trasvase, la manguera debe descansar sobre el suelo para evitar tensiones innecesarias en los acoplamientos.
- Caso de quedar cerrado el paso aguas debajo de la bomba, la válvula diferencial abriría el paso de la impulsión para que se produzca el retorno del gas directamente a la cisterna.

1.3.7 EQUIPO DE VAPORIZACIÓN

Este equipo está compuesto por todos los aparatos y accesorios necesarios para la producción de propano en fase gaseosa, por calentamiento de propano en fase líquida que procede de los depósitos de almacenamiento.

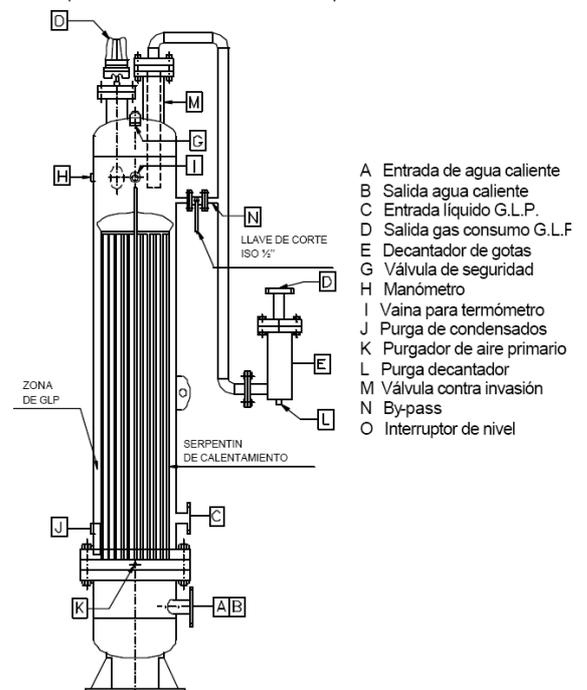
1.3.7.1 Vaporizador

El vaporizador es el aparato destinado a suministrar el caudal gaseoso de G.L.P. necesario para el consumo de la instalación, cuando los depósitos no son capaces de suministrarlo por vaporización natural.

El vaporizador es un intercambiador de calor el cual proporciona el calor necesario para vaporizar el gas desde el estado líquido, debido a que el caudal gaseoso exigido por los consumos es imposible conseguirlo por el calor del exterior en el depósito.

La fuente de energía que aporta calor al vaporizador puede ser de tipo eléctrica, mediante unas resistencias colocadas en el vaporizador; o con un fluido intermedio que puede ser calefactado a partir de gas contenido en el depósito de almacenamiento de propano, que alimenta a una caldera calentando un circuito primario en el que circula dicho fluido, que pasa por un intercambiador (El vaporizador).

Sección de un vaporizador con sus elementos más importantes:



El vaporizador es un recipiente cilíndrico vertical con fondos semiesféricos, construido en acero al carbono y preparado para una presión de prueba de 29 kg/cm² y 20 kg/cm² de presión de trabajo.



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



En su interior se diferencian dos zonas:

- a) Cuerpo del vaporizador
- b) Serpentín de calefacción

El propano líquido que proviene de los depósitos impulsado por la mayor presión existente en ellos hace su entrada al interior del vaporizador por su parte inferior. En el interior del vaporizador se encuentra un haz tubular de acero denominado serpentín de calefacción, por el que circula el fluido intercambiador de calor.

Se debe de tener en cuenta que la temperatura del agua de calentamiento no debe exceder de los 60 °C, por los problemas que origina la condensación de las olefinas que contiene el propano a temperaturas superiores. Se debe añadir, además, anticongelante en la instalación de calefacción para evitar la congelación y aumento de volumen del agua al pasar a hielo, con la posibilidad de rotura del serpentín y de un escape de gas en el vaporizador.

Así mismo, en el interior del vaporizador se aloja un flotador de acero inoxidable con extensión magnética, cuyo contacto eléctrico se hace por medio de una ampolla de mercurio a fin de que todas las conexiones eléctricas sean antideflagrantes.

La misión del flotador es el mando de la válvula neumática de cierre de entrada de la fase líquida al vaporizador, según el nivel existente dentro del cuerpo del mismo, evitando de esta forma el posible paso de gas propano en fase líquida a la fase gaseosa de utilización.

El vaporizador puede disponer también de cierre mecánico móvil movido por el flotador, o ambos sistemas indistintamente.



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



Otros elementos fundamentales de que consta serán:

- Válvulas de seguridad de escape conducido.
- Válvulas de purga y vaciado.
- Elementos de control.

Se dimensionan de acuerdo con el consumo de la instalación en kg/hora y sobredimensionando el mismo, ya que debe dar la demanda de gas, en las horas punta en kg/h. El vaporizador debe dar más de la demanda punta de la instalación (900 kg/h)

El funcionamiento del vaporizador es mediante la aportación de agua caliente, obtenida por una caldera

Los aparatos de regulación, control y medida se ubicarán donde no se vean afectados por las variaciones de temperatura que se experimenten en el vaporizador.

Las válvulas de seguridad instaladas dentro de una edificación tendrán evacuación al exterior.

Serán considerados, únicamente a efectos de riesgo de tipo de las distancias de seguridad, como si se tratara de depósitos de almacenamiento de categoría A-5, pudiendo ubicarse en edificaciones construidas específicamente para ellos, siempre que la caldera y el vaporizador se encuentren en locales separados.

El vaporizador será de marca TECFLUSA y de capacidad 700 kg/h, instalándose en la caseta para el generador, de dimensiones 7,25 x 2,50 x 2,50 m con tabique de división, montada sobre solera de hormigón de 25 cm de espesor con malla de acero electrosoldada. La caseta estará dotada de una puerta de 2,20 x 0,80 m.



1.3.7.2 Equipo de calefacción

El equipo de calefacción se compone de una caldera de pie a gas y dotada de quemador atmosférico de una potencia suficiente para el aporte de calor necesario para la vaporización del GLP.

Siendo necesaria una potencia calorífica neta de 101,5 kcal/kg (Calor latente de vaporización para el gas propano) se colocará una caldera de 240 000 kcal/h que es capaz de realizar la aportación calorífica necesaria.

La caldera estará dotada de termostato de trabajo tarado a una temperatura de 60 °C como máximo, termostato de seguridad tarado a 70 °C. de rearme manual, encendido piezoeléctrico, válvula de seguridad, válvulas de llenado y vaciado, y campana de salida de humos al exterior.

El circuito hidráulico dispondrá de un vaso de expansión cerrado, sin ningún accesorio de cierre intermedio.

Dicho circuito hidráulico se instalará de acero sin soldadura y dotado de las válvulas de corte y aparatos de regulación y medida; la circulación del agua se asegurará mediante sendas bombas de aceleración colocadas en paralelo.

El circuito se llenará de agua con anticongelante (agua + monoetilenglicol) a una presión aproximada de 1,5 kg/cm².

Dentro de la caseta metálica, y en un habitáculo independiente separado por un tabique, se instalará una caldera de pie, marca FERROLI modelo PEGASUS F2-85 de 85 Kw. de potencia nominal, así como un vaso de expansión ROCA de 35 lts de capacidad, con diafragma. La circulación de agua entre caldera y vaporizador se ha previsto mediante la instalación de dos bombas circuladoras marca GRUNDFOSS modelo UPS 32-120/2F, montadas en paralelo.



La caldera es de fundición, con rendimiento del 91%, provista de centralita electrónica de encendido y control de llama por ionización. Un dispositivo de control electrónico actúa sobre las electroválvulas en caso de falta de llama en el quemador.

En el plano nº 9 se indican las características más importantes.

Se conecta a chimenea NEGARRA de acero inoxidable de doble pared, aislada con vitrofil, de 200 mm de diámetro interior.

1.3.8 REGULACIÓN Y CONTROL DE LA PRESIÓN EN LA RED

La salida de gas propano en fase gaseosa desde los depósitos y equipo de vaporización a la red de distribución, irá precedida en ambos casos de un equipo de regulación, cuya misión es la de mantener en el punto de salida una presión relativa máxima de $1,75 \text{ kg/cm}^2$ por ser esa presión suficiente para evitar todo peligro de condensación en las épocas frías del año.

El equipo comprende dos líneas de regulación, cada una de las cuales contará con los siguientes componentes:

- Una válvula de corte con bridas PN-40 a la entrada y a la salida de la línea de regulación.
- Una junta aislante soldar-soldar de 2".
- Un regulador de presión variable con bridas para un caudal acorde a la demanda del municipio, tarado a $1,75 \text{ kg/cm}^2$ relativos (G.L.P.).

Aguas abajo de ambas líneas de regulación se colocará un regulador que hará las funciones de limitador de presión, como elemento de seguridad, en caso de avería de cualquiera de los dos reguladores.

A continuación del limitador se colocará una válvula de corte general, con cierre esférico y bridas norma DIN PN-16.

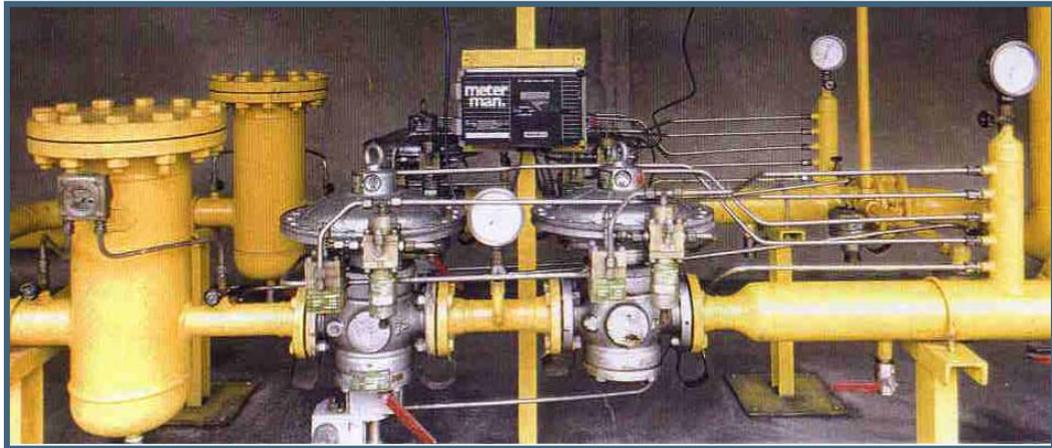


PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



A continuación del limitador se colocará una válvula de corte general, con cierre esférico y bridas norma DIN PN-16.

Cada regulador se situará de forma que reciba uno el gas que proviene de la vaporización forzada y el otro de la vaporización natural de los depósitos con una intercomunicación que intercambie las líneas de regulación en caso necesario.



1.4 ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDIDA

1.4.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Se denomina estación de regulación y medida, el conjunto de elementos (filtros, regulador de presión, tuberías, contador, válvulas de seguridad y seccionamiento, bridas, etc.), que tienen por misión, reducir y mantener a un valor constante la presión de gas a la salida de la misma. Asimismo controla y mide el volumen de gas suministrado al usuario. Sus límites son las válvulas de seccionamiento existentes a la entrada y salida de la misma, excluidas ambas.

Se intercala a la salida de los depósitos y del equipo de vaporización y antes de la salida del gas propano a la red general de distribución, para adecuar la presión de salida a la establecida de 1,75 kg/cm² (relativa) con una capacidad de regulación de 900 kg/h.



Las E.R.M. las podemos clasificar en función de las presiones:

Categoría	Presión de entrada Kg/cm ²
- Media Presión A	0,05 a 0,4
- Media Presión B	0,4 a 4
- Alta Presión I	Hata 16
- Alta Presión II	16 a 45



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



En nuestro caso: Alta Presión I

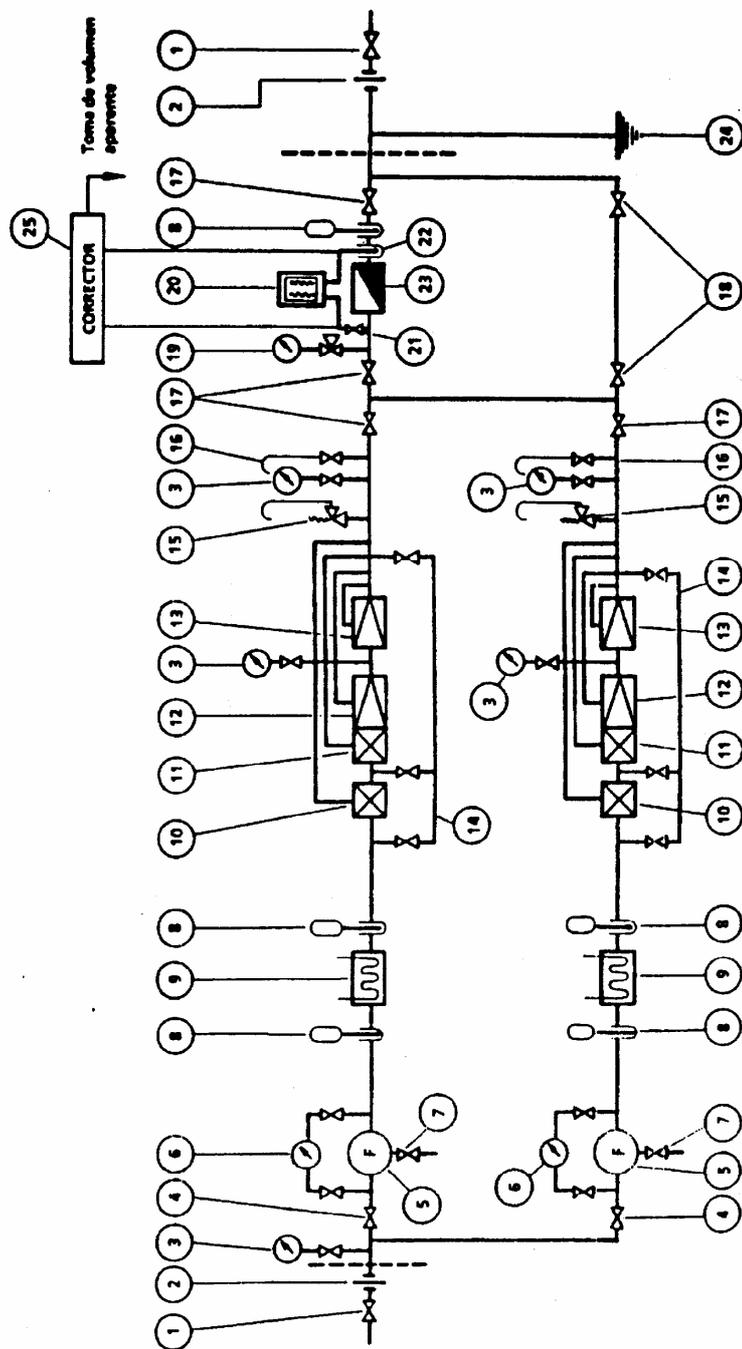
Según el tipo de consumo podemos definir los siguientes tipos de instalación:

- Interrumpible:
 - Son aquellas instalaciones en las que el consumo de gas puede ser interrumpido en cualquier momento, disponiendo sólo de una línea de filtraje y regulación.
- Continuo:
 - Son aquellas instalaciones en las que el consumo de gas sólo puede ser interrumpido eventualmente y de forma programada, por lo que dispondrán de doble línea de filtraje y regulación.
- Crítico:
 - Son aquellas instalaciones en las que el consumo no puede ser interrumpido en ningún momento, debido al proceso de fabricación del usuario, disponiendo, igual que en el caso anterior, de dos líneas de filtraje y regulación; pero con la salvedad que por línea se instalarán dos reguladores en serie (regulador monitor y principal).

Según el tipo de consumo, Crítico, ya que no puede interrumpirse en ningún momento.

ESQUEMA GENERAL DE UNA ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDIDA

UNE 60-620-88/3





1.4.2 LINEAS DE REGULACIÓN

Al ser una E.R.M de tipo critico, dispondrá de dos líneas de filtraje y regulación con dos reguladores en serie por línea, tarando un regulador a una presión superior que el otro, con lo que la instalación trabajará con el de menor presión; si falla este regulador quedando abierto, el otro regulador llevará la presión hasta su tarado.

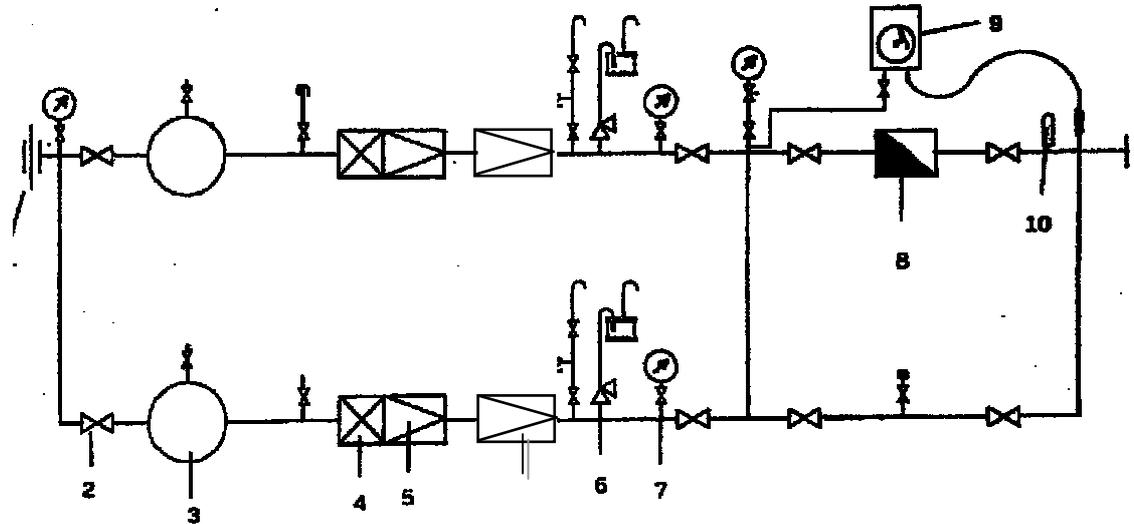
Para la otra línea se procederá del mismo modo con una diferencia entre 0,5 y 1 bar con respecto a la primera línea. A este montaje se le llama con monitor y principal (regulador principal el de menor presión y regulador monitor el otro).

La estación comprende dos líneas de regulación, cada una de las cuales contará con los siguientes componentes:

1. Junta dieleléctrica
2. Válvula de corte con bridas PN-40 a la entrada y a la salida de la línea de regulación
3. Filtro
4. Válvula de seguridad (VIS)
5. Regulador principal
6. Regulador monitor
7. Válvula escape atmósfera
8. Manómetro

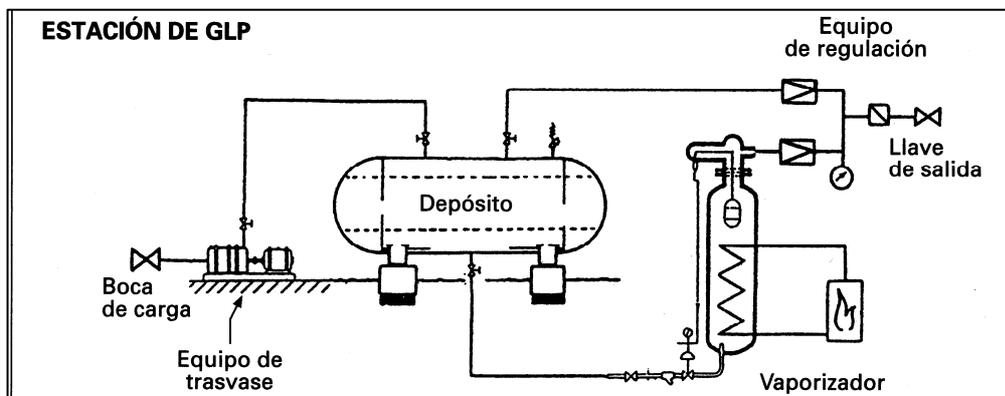
Aguas abajo de ambas líneas de regulación se colocará Contador, Registrador Presión-Temperatura y un Termómetro

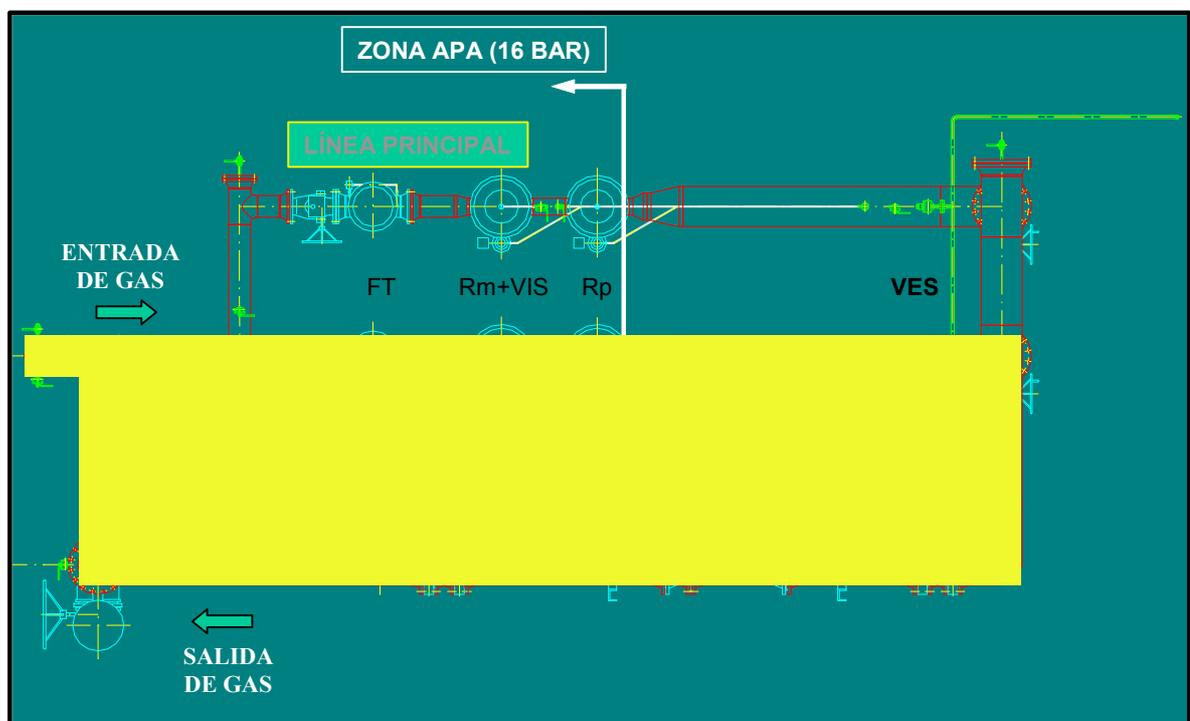
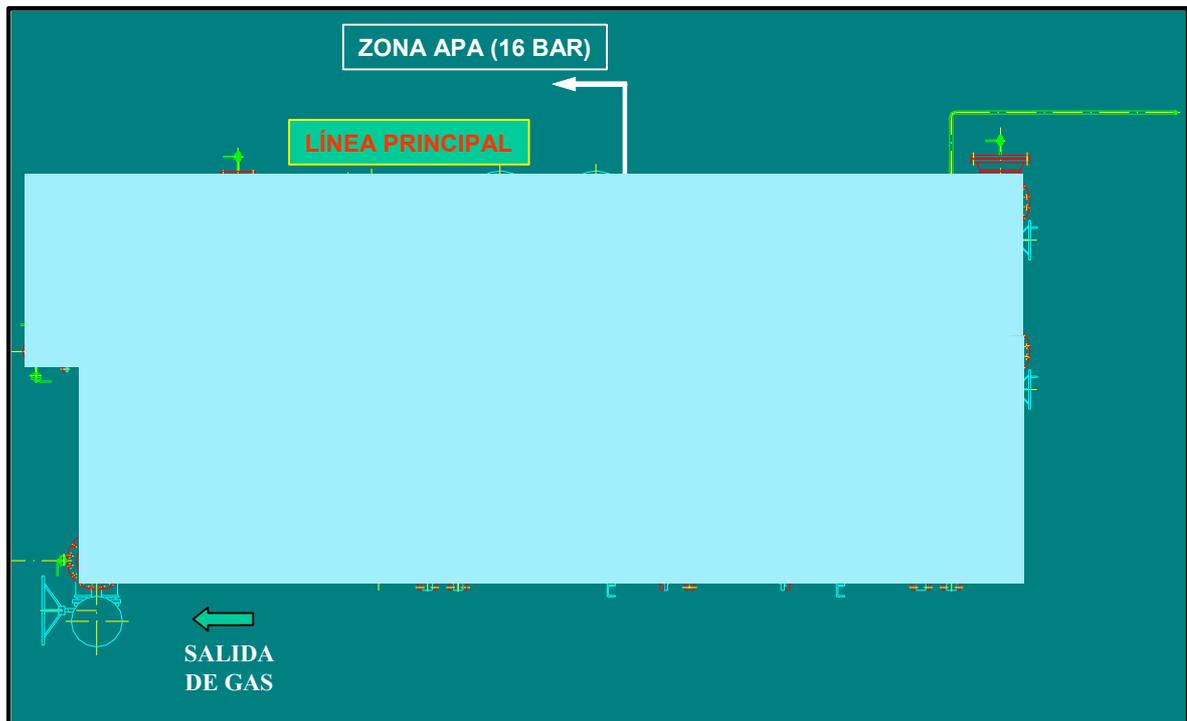
A continuación una válvula de corte general, con cierre esférico y bridas norma DIN PN-16.



- | | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| 1. Junta dieeléctrica | 7. Manómetro |
| 2. Válvula de corte | 8. Contador |
| 3. Filtro | 9. Registrador Presión-Temperatura |
| 4. Válvula de seguridad (VIS) | 10. Termómetro |
| 5. Regulador principal | 11. Regulador monitor |
| 6. Válvula escape atmósfera | |

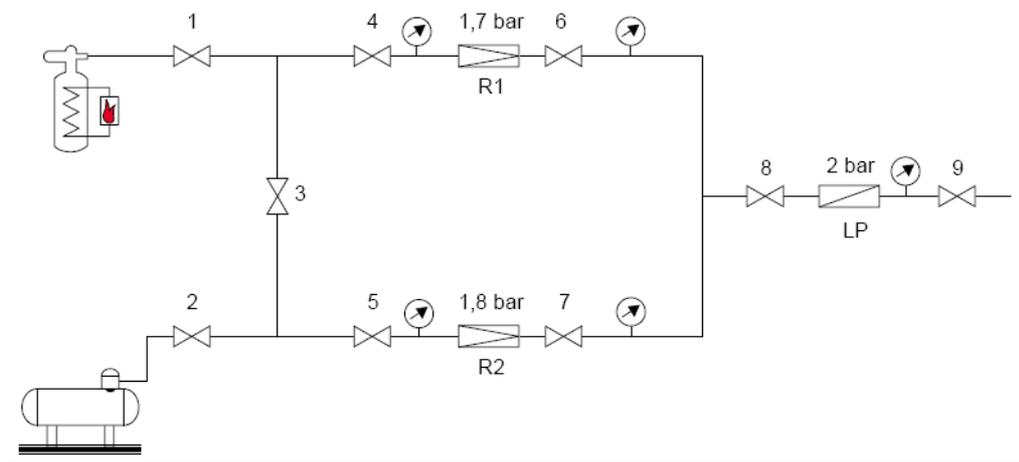
Cada regulador se situará de forma que reciba uno el gas que proviene de la vaporización forzada y el otro de la vaporización natural de los depósitos con una intercomunicación que intercambie las líneas de regulación en caso necesario.





Existen dos fuentes de alimentación, la línea 1 que procede del vaporizador y la línea 2 de la fase gaseosa del depósito.

El sistema puede actuar como doble línea (gracias a las llaves 1, 2 y 3), si los caudales nominales de R1 y R2 son iguales.



Cuando se esté utilizando el vaporizador, también se deberá tener preparada la línea 2 para que en caso de necesidad por avería de la línea 1 pueda entrar en funcionamiento automáticamente.

La línea 2 quedará en reserva mientras se utilice el vaporizador, por lo que una vez subsanada la avería, se ha de poner de inmediato en funcionamiento la línea 1 del vaporizador, dada la limitación que tienen los depósitos para un suministro continuado de larga duración.

Ello se consigue haciendo que el regulador R2 esté tarado a una presión más elevada que la del regulador R1, con lo que la presión de salida del regulador R2 vence a la del regulador R1 y éste se cierra.

Si se avería el vaporizador el gas puede fluir directamente del depósito a partir de la vaporización natural del mismo, pasando por:

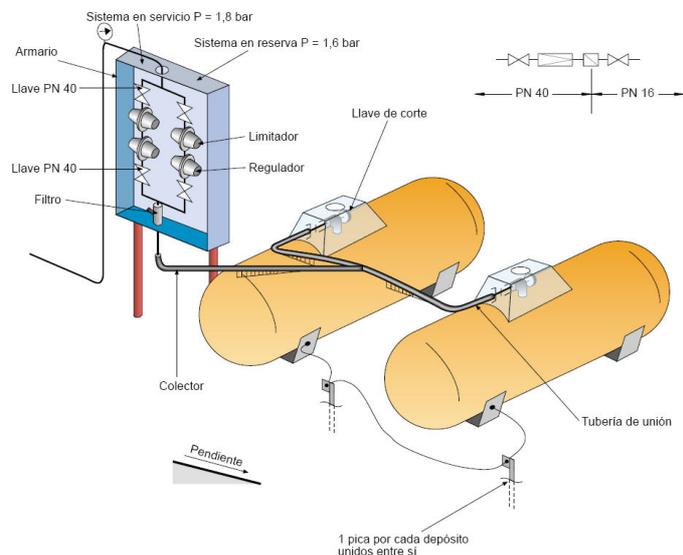
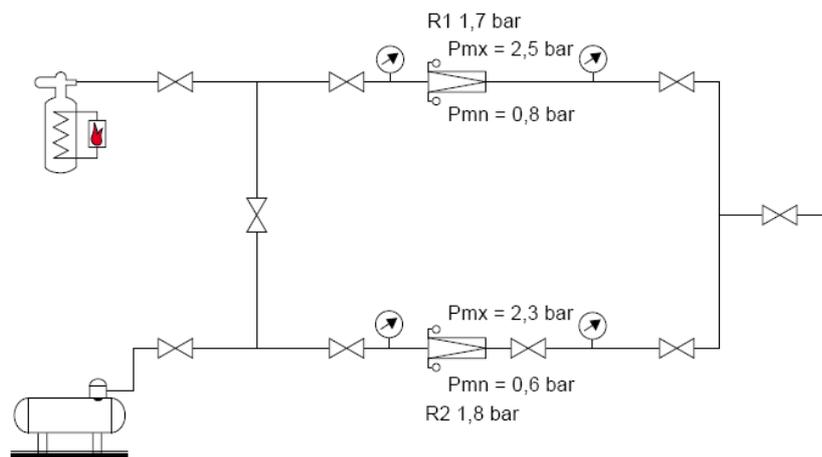
El regulador R2 y la única llave de paso cerrada será la 3 (así la regulación es automática, ya que sin la acción exterior la línea directa se pone en funcionamiento cuando la presión del regulador R1 baja del valor de tarado del regulador R2).

El regulador R1, estando las llaves 5, 7 Y 1 cerradas y la 3 abierta:

Si la avería se produce en el regulador R1, éste se aísla con las llaves de paso 4 y 6, se cierra la llave 2 y se abre la 3, teniendo así vaporización forzada

Otra variación es la de colocar dos reguladores en serie para cada línea, tarando un regulador a una presión superior que el otro, con lo que la instalación trabajará con el de menor presión; si falla este regulador quedando abierto, el otro regulador llevará la presión hasta su tarado.

Para la otra línea se procederá del mismo modo con una diferencia entre 0,5 y 1 bar con respecto a la primera línea. A este montaje se le llama con monitor y principal (regulador principal el de menor presión y regulador monitor el otro).





1.4.2.1 Filtros

El filtro tiene por objeto retener las impurezas arrastradas por el gas en su circulación. Este se coloca en la entrada de la E.R.M., antes del regulador de presión.

El cuerpo del filtro es cilíndrico de acero con conexiones embridadas. Así mismo, en su parte inferior existe una válvula de purga para poder evacuar al exterior las impurezas que se hayan acumulado en el fondo del mismo.

Los filtros deben estar equipados de un manómetro diferencial, colocado entre la entrada y salida del gas, que permita controlar la pérdida de carga del cartucho, es decir, el grado de suciedad de los mismos.

El calibre del filtro se determina por el tipo de gas, presión de servicio y pérdida de carga admisible según la norma UNE 19.002/52

Se escoge un filtro Tipo G1 DN25 marca Teyco con cartucho cilíndrico vertical de poliéster, cuerpo de acero, conexión por bridas, purgador y capacidad de filtraje de 5 micras

1.4.2.2 Reguladores

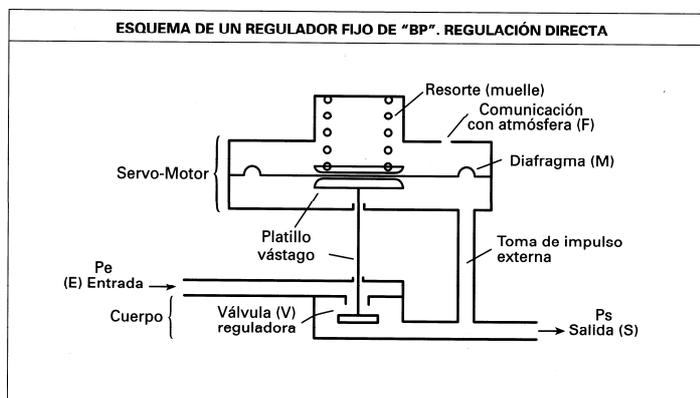
La finalidad del Regulador es reducir la presión de entrada del gas a la E.R.M. (P_e), a una presión predeterminada a la salida del mismo (P_s). Dicha presión de salida debe ser constante independientemente de las variaciones que pueda tener la presión de entrada y el consumo, dentro de unos límites definidos.

La precisión será como mínimo de $\pm 5\%$ de la presión de salida, para una gama de caudales comprendidos entre el 5% y el 100% del caudal nominal.

Existen dos tipos de reguladores:

- **De acción directa:** La presión del gas a la salida es la que actúa directamente sobre el elemento sensible (diafragma), contrarrestando la acción de la presión atmosférica y la de un muelle. La presión de salida puede ser fija o variable. En caso de falta de presión o cuando el diafragma se rompa, el regulador queda en posición abierta.
- **De acción indirecta o pilotado:** Un segundo regulador llamado piloto regula la presión del gas a un valor inferior y cuya acción sustituye al muelle y a la acción de la presión atmosférica. En caso de falta de presión o cuando la membrana se rompa, el regulador queda en posición cerrada. Esto supone una seguridad adicional.

REGULACIÓN DIRECTA: FUNCIONAMIENTO: Los cuatro elementos esenciales de un regulador son: la válvula reguladora, el diafragma o membrana, el muelle y el mecanismo que conecta la membrana con la válvula reguladora.



El gas pasa de la entrada (E) a la salida (S) del regulador a través de la válvula de regulación (V). La presión a la salida está determinada por la sección de paso entre el asiento y el obturador de la válvula.



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



Esta sección es mantenida constante gracias al equilibrio alcanzado a ambos lados del diafragma, entre la fuerza del resorte y la presión atmosférica por un lado y la presión del gas a la salida, por el otro.

El SERVO-MOTOR contiene el diafragma elástico, un resorte y un platillo solidario con el vástago del cuerpo. El diafragma divide al servo-motor en dos cámaras.

- La cámara superior se encuentra en comunicación directa con la atmósfera a través de un orificio "F".
- La cámara inferior de donde sale un pequeño conducto de diámetro reducido (Toma de impulso) que desemboca en el conducto de salida del regulador.

El CUERPO contiene la válvula de control o regulación accionada por el vástago solidario con los movimientos del diafragma. La válvula (V) está compuesta por el asiento y el obturador.

Los reguladores deben llevar un filtro a la entrada para evitar que pequeños corpúsculos puedan afectar la función de la válvula de regulación que traería como consecuencia el no cerrar la válvula a caudal cero (cuando no exista consumo).

Cuando existe consumo, el diafragma oscila haciendo que la válvula (V) se estabilice en la posición que corresponde a la presión ajustada mediante el resorte. El gas de la cámara inferior sale hacia los aparatos, el diafragma desciende y la válvula de regulación se abre lo suficiente para permitir la salida del gas a una presión constante llamada presión regulada o presión de salida y con el valor correspondiente a la tensión que tenga el resorte.

Cuando existe variación del caudal, el diafragma se desplaza arriba/abajo, dentro de unos márgenes, variando la sección de salida de la válvula, permitiendo la salida del caudal solicitado, con una variación mínima de la presión.



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



Un aumento de la presión de entrada supone un aumento de la presión de salida lo que produce un empuje ascendente del diafragma.

El vástago de la válvula que es solidario con el diafragma también asciende por lo que el obturador reduce la sección de paso, incrementando la pérdida de carga, lo que contrarresta dicho aumento de presión.

Un descenso de la presión de entrada produce el efecto contrario al aumentar la sección de paso.

Si la presión a la salida disminuyera, por ejemplo, por rotura de la conducción aguas abajo, el diafragma descendería vencido el equilibrio por la fuerza del resorte. La válvula se abriría tendiendo a restablecer el equilibrio de presiones. En estos casos se comprende que el regulador lleve un dispositivo de corte de gas que actúe cuando descienda la presión por debajo de un valor mínimo establecido (VIS mínima)

En el caso de que no exista consumo (Caudal cero), la presión en la cámara inferior vence al muelle y cierra la válvula de regulación. La presión debajo del diafragma alcanza el valor de cierre

Montaje de los reguladores monitor-principal:

En el caso de consumos críticos, cada línea de regulación tendrá dos reguladores en serie. El primero de ellos, en el sentido del paso del gas, se denomina regulador monitor y el segundo regulador principal.

El regulador principal es el que mantiene la presión de salida. La finalidad del regulador monitor es, en caso del fallo de regulador principal, asegurar una presión de salida constante, ligeramente superior a la del principal. Así pues, en funcionamiento normal, el regulador monitor se encuentra totalmente abierto y el regulador principal es el que nos mantiene la presión de salida. Si éste entrara en avería y nos aumentase la presión regulada, el regulador monitor automáticamente



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



tomaría a su cargo la regulación, dando una nueva presión de salida algo más alta que la anterior.

La denominación y presiones de tarado de los reguladores y la presión de tarado de las válvulas de seguridad será:

	P tarado (kg/cm ²)
• <u>L1 (Línea uno)</u>	
• Regulador monitor	2
• Regulador principal	1,8
• Válvula de seguridad de máxima.....	< 2,3
• Válvula de seguridad de mínima.....	< 1,8
• V. E. S.....	≤ 3
• <u>L2 (Línea dos-reserva)</u>	
• Regulador monitor	1,75
• Regulador principal	1,7
• Válvula de seguridad de máxima.....	< 2,5
• Válvula de seguridad de mínima.....	≤ 0,8
• V.E.S.	≤ 3

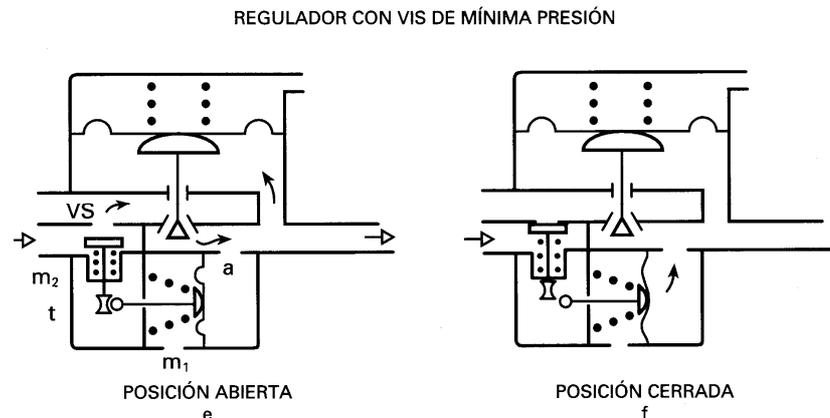
Se selecciona un regulador modelo Dival 160 AP, del fabricante Pietro Fiorentini con válvulas VIS de máxima y mínima presión, incorporadas.

1.4.2.3 Válvulas de seguridad

Válvula interruptora de seguridad por mínima presión (VIS de mínima)

La finalidad de esta válvula es la de cerrar la entrada del gas a la instalación cuando la presión a la salida del regulador desciende por debajo de un valor prefijado, de seguridad.

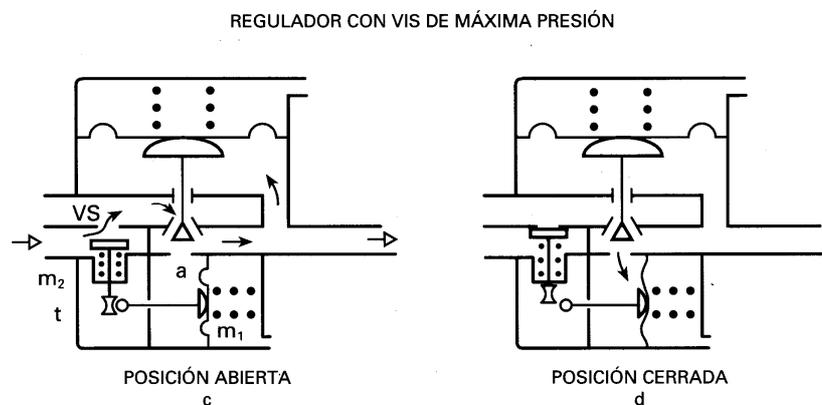
Como consecuencia del descenso de la presión podría producirse el apagado de los quemadores pequeños o de los ajustados a potencia reducida (pilotos, cocinas, etc.). En el caso de aparatos con seguro de encendido se desactivaría éste, cerrándose el paso del gas al aparato. No ocurriría lo mismo con aparatos carentes del mismo pues al volver a normalizarse el suministro de gas, volvería a salir éste de forma incontrolada.



En el caso de que la presión del gas a la salida del regulador descendiera por debajo de un valor mínimo prefijado, no podría contrarrestar la fuerza de reacción del muelle (m_1) por lo que la membrana se desplazaría hacia la derecha, impulsada por dicho muelle. El trinquete (t) se desplazaría a la derecha liberando a la (VS) que por la reacción del muelle (m_2) cierra la entrada del gas (también por la presión del propio gas). Para rearmar la válvula habrá que desplazar su eje hacia abajo, venciendo la resistencia del muelle (m_2).

Válvula interruptora de seguridad por máxima presión (vis de máxima)

La finalidad de esta válvula es la de cerrar la salida del gas cuando la presión a la salida del regulador supere un valor prefijado. Para reanudar el suministro, hay que desbloquearlo manualmente. Una de las posibles causas del aumento de presión (cuando no se consuma gas), es la falta de hermeticidad de la válvula de regulación para caudal cero.



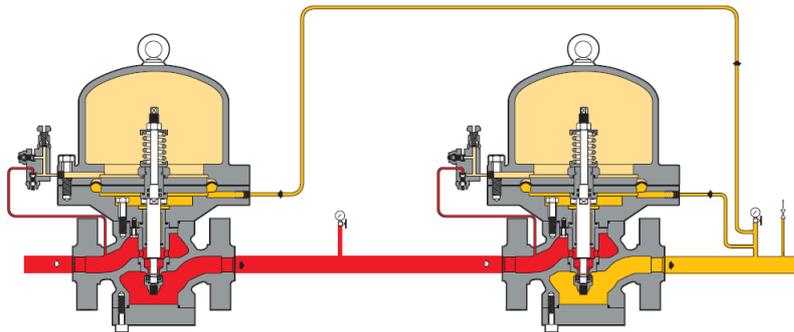
Funcionamiento: Durante el funcionamiento normal del regulador, el gas pasa por la válvula de seguridad (VS) que se encuentra abierta, atravesando la válvula de regulación (V) como en el modelo convencional. Caso de producirse un aumento de la presión a la salida por encima del valor prefijado, la presión actuaría a través del orificio (a) sobre la membrana inferior desplazándola hacia la derecha, venciendo la reacción del muelle (m1). El trinquete (t) libera al eje de la VS, que por la acción del muelle (m2) cierra la entrada del gas (la presión del propio gas ayuda a mantenerla cerrada). Para rearmar la válvula habría que desplazar manualmente su eje hacia abajo, venciendo la resistencia del muelle (m2) (previamente hay que cerrar la llave de corte situada a la entrada). El muelle m1 determina el valor de la presión de cierre.

El Regulador de presión Dival 160 AP puede incorporar válvulas de seguridad (slam-shut valve) en el propio regulador principal o en el monitor. El regulador con la válvula incorporada mantiene el 95% del coeficiente C_g/KG de un regulador estándar. El regulador con la válvula de seguridad incorporada tiene la ventaja de que este se puede montar en cualquier instante sin necesidad de modificar la unidad reductora.

DIVAL 160 AP FUNCIONANDO COMO MONITOR

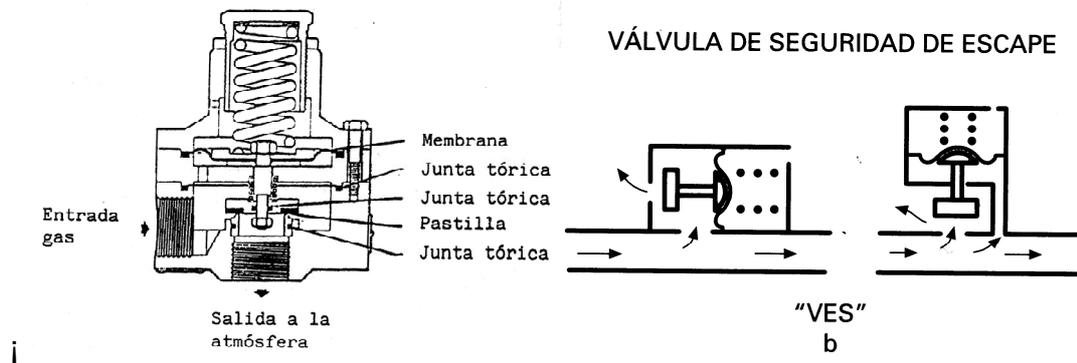
El monitor es un regulador de emergencia que comienza a funcionar en lugar del regulador principal si, en caso de fallo, la presión aguas abajo es superior al punto de tarado del monitor.

STAFLUX 187 + STAFLUX 187



Válvulas de seguridad de escape atmosférico o de alivio VES

En caso de estanquidad deficiente de la válvula de seguridad (VIS), la válvula de seguridad debe evacuar el 5% del caudal nominal de la E.R.M. con el fin de evitar sobrepresión a la salida del regulador, evacuando a la atmósfera a través de un conducto adecuado.



La VES debe cumplir los siguientes requisitos:

- - Intervalo de funcionamiento mínimo: entre el 90% y el 110% de la presión de tarado de la válvula.
- - Precisión de funcionamiento: $\pm 10\%$ de la presión de tarado.
- - Tipo: de resorte con membrana, o pilotada.
- - Ubicación: aguas abajo del regulador principal y de la toma de presión de la válvula de interrupción de seguridad.

Se escoge una válvula de corte de seguridad 1" ANSI 150 de la marca TECNOFLUID con cuerpo y obturador de acero, presión de disparo $0,5+4 \text{ kg/cm}^2$ regulable.



1.4.3 ESTACIÓN DE MEDIDA

1.4.3.1 Contador

Como su nombre indica, el contador sirve para medir el gas consumido por el usuario.

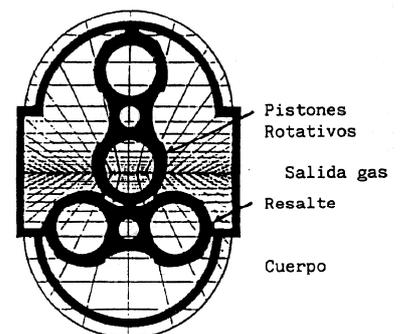
Los contadores admitidos deberán haber pasado la aprobación de modelo CEM (Centro Español de Metrología) ó del Organismo correspondiente de cualquier país de la CEE.; y tener la verificación primitiva efectuada en un laboratorio habilitado por uno de los organismos indicados anteriormente.

Contador de Membrana

El contador de membrana, como principio de funcionamiento, es idéntico al de los contadores domésticos. Su utilización práctica, dado su volumen y costo, está prácticamente limitada a E.R.M., de caudales máximos aproximadamente de 100 m³/h y caudales mínimos muy bajos, fuera del rango de los contadores de pistones rotativos o de los de turbina.

Contador de Pistones Rotativos

En el contador de pistones rotativos el gas penetra en el contador e incide sobre dos alabes o pistones en forma de 8 (sistema roots), conjugados por dos ruedas dentadas y equilibradas dinámicamente.



La presión del gas provoca la rotación de los alabes, pudiéndose admitir, sin error apreciable, que en cada vuelta completa de los mismos circula por el contador un volumen constante de gas

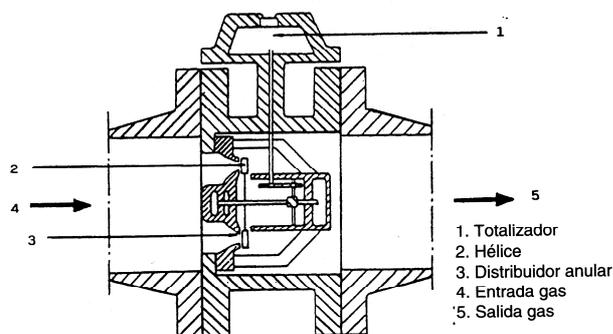
Contador de Turbina

Los contadores de velocidad o de turbina, están constituidos por un tramo recto de tubería, en cuyo interior está colocada una hélice o turbina, teóricamente sin rozamientos, apoyada en cojinetes y manteniendo su eje en el centro de la tubería.

La velocidad de rotación de la hélice debida al paso del gas, es proporcional a la velocidad de circulación del mismo y, por tanto (como la sección es constante), al volumen de gas que circula.

La precisión está regulada por norma en función del caudal y del tipo de contador de que se trate

Para la instalación de los contadores de turbina se deberá emplear un tramo recto, libre de accesorios, del mismo diámetro nominal que el del contador y de una longitud mínima de 5



veces el diámetro a la entrada y 3 veces dicho diámetro a la salida de éste. El contador de by-pass para evitar la interrupción de suministro.

El contador de turbina a emplear deberá cumplir con la norma UNE-EN 12261 sobre contadores de gas de turbina, será como mínimo de dinámica 20: $Q_{m\acute{a}x}/Q_{m\acute{i}n} \leq 20$.

Deben ser de clase C con un error máximo admisible de $\pm 0,5\%$, y deben incorporar una pantalla de consulta que permita como mínimo la visualización del volumen bruto, volumen convertido, presión y temperatura de medición, factor de corrección global, y factores de compresibilidad si estos son calculados.

Deben disponer de memoria de los datos acumulados de cómo mínimo 15 días, y disponer de salidas de pulsos libres de contacto habilitadas proporcionales a los caudales brutos y convertidos.

Para ello, se elegirá el contador de turbina tipo G-400 modelo TRZ2 del fabricante ELSTER, compacto con el corrector y los sensores de temperatura y presión, montados sobre el propio contador.

1.4.3.2 Conversor de volumen o corrector

Para poder medir la cantidad de gas que se consume resulta insuficiente con un contador. Si la presión aumenta o disminuye, la cantidad de gas que pasa también aumentará o disminuirá. De modo inverso sucede con la temperatura.

Por la ecuación de los gases perfectos se puede ver que la cantidad de gas (volumen) que pasa por el contador es proporcional a la presión (a más presión, más cantidad de gas) e inversa a la temperatura (a mayor temperatura, menor cantidad de gas)



$$P \cdot V = z \cdot R \cdot T \quad P_0 \cdot V_0 = z_0 \cdot R \cdot T_0$$

$$\frac{P \cdot V}{z \cdot T} = \frac{P_0 \cdot V_0}{T_0 \cdot z_0}$$

$$V_0 = V \cdot \frac{P}{P_0} \cdot \frac{T_0}{T} \cdot \frac{z_0}{z}$$

La misión del corrector es recoger la información del contador, medir la presión y la temperatura y expresar la cantidad de gas que ha pasado en m³ normales (Nm³), es decir, como si todo el gas que se ha consumido hubiera pasado por el contador a una presión de 1.01325 bar y a 0 °C.

Dentro de los correctores existen dos tipos: el PT y el PTZ. El primero sólo corrige en presión y temperatura y se utiliza para consumos por debajo de los 3.500 Nm³/h. Son equipos generalmente muy sencillos de uso con versiones alimentadas por pilas.

Los PTZ corrigen, al igual que los anteriores, en presión y temperatura y además según las características de composición del gas (z_0/z).



El convertidor de volumen a emplear deberá cumplir con la norma UNE-EN 12405-1:2005 sobre Contadores de gas. Dispositivos de conversión. Parte 1: Conversión de volumen.

Se selecciona un corrector electrónico ELSTER EK-260 del tipo PT con sondas de presión ENVEC CT30 y temperatura PT500 incluidas.

- Alimentación por baterías en seguridad intrínseca.
- Con protocolo de comunicaciones.
- Con función de almacenamiento de datos.
- Prueba de salida de laboratorio incluida.
- De acuerdo con la normativa ATEX.

1.4.3.3 Registradores de presión y temperatura

Los registradores de presión y de temperatura permitirán controlar las condiciones de trabajo del regulador, siendo imprescindibles para la corrección de los volúmenes totalizados por los contadores, con fines de facturación.

El aparato no sólo debe registrar la presión de utilización, sino también las presiones de trabajo de las válvulas de seguridad (VIS) y disparo de la válvula de escape (VES).

En el caso de registradores mecánicos (manotermógrafos) deben cumplir con las siguientes condiciones mínimas:

- Exactitud: $\pm 1\%$ del fondo de escala.
- Impresión gráfica: Tipo de banda enrollada o gráfico circular de cómo mínimo una semana de duración.
- Modo de arrastre: Por un sistema de relojería.



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



En el caso de registradores electrónicos (data logger), deben cumplir las siguientes condiciones mínimas:

- Exactitud: $\pm 1\%$ del fondo de escala.
- Registro de memoria: 15 últimos días.
- Intervalo de toma de muestras: 0,1 s.
- Datos extraíbles mediante aplicación y equipo informático.

La toma de presión se debe efectuar en la toma de presión PR de contador o en su defecto antes del mismo. Dicha toma debe estar provista de una llave de seccionamiento.

La sonda de temperatura se debe situar después del contador, alojada en vaina de protección.

Las presiones de trabajo de las válvulas de seguridad (VIS) y disparo de la válvula de escape (VES), deben quedar registradas dentro de los márgenes de los aparatos que se coloquen.

En el caso de que el convertor o convertidores de volumen almacenen en memoria los datos de volúmenes, presión y temperatura de los últimos 15 días, se puede evitar la instalación del registrador de P y T en la ERM.

Para la E.R.M. proyectada no es necesario registrador ya que el contador incluye un corrector adecuado.



1.4.4 ACCESORIOS Y MATERIALES DE LA E.R.M.

1.4.4.1 Llaves o válvulas de cierre

Las válvulas son siempre elementos imprescindibles en toda instalación. Su misión es la de aislamiento de los aparatos que componen una E.R.M.

Recordemos las definiciones de llave y válvula:

- **Llave:** Dispositivo que realizan la función de apertura o cierre del flujo del fluido (gas o líquido) y que exige una intervención manual para actuar mediante volante, palanca. Se clasifican por su construcción (de asiento, de un cuarto de vuelta bola o esfera, de mariposa, de compuerta..., etc.) o por su aplicación, de corte, de regulación, rompehielos, de mantenimiento, etc.

- **Válvula:** Dispositivo de corte o regulación intercalado en una conducción o formando parte de un aparato que es accionado por alguna de las características del propio fluido (por su presión, caudal o flujo, temperatura, sentido de desplazamiento, etc.) Se incluyen los dispositivos de corte de accionamiento electromagnético y neumático. Las válvulas tienen unas características según la función específica que cumplan.

Según tipo y tamaño, deberán cumplir las siguientes normas UNE:

DISPOSITIVOS DE CORTE			
Llaves de paso	hasta DN 50	UNE-EN 331	
	$100 \geq DN \geq 50$	UNE 60.708	
Obturador esférico	$DN \leq 50$	UNE-EN 331	clase $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ o superior
Dimensiones generales		UNE 60.718	
Obturador esférico, mariposa u otros	$DN \geq 100$	adecuadas	



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



Las llaves además de resultar estancas (sin fuga al exterior), han de ser herméticas (no han de permitir el paso del fluido cuando se encuentre en posición cerrada), fundamental para poder aislar un equipo para su reparación o sustitución y para aislar un servicio a una parte de la instalación

Las llaves de un cuarto de vuelta son muy indicadas para las instalaciones de gas, precisamente por su facilidad y rapidez de manejo, pues con un sencillo movimiento pasan de una posición a otra, lo que las hace insustituibles en circunstancias de emergencia.

Las llaves deben llevar indicación de sus respectivas posiciones abierto o cerrada, o sentido de maniobra (abrir o cerrar).

Se instalarán llaves delante de los reguladores, a la entrada de los aparatos de consumo y de los contadores y en todas las ramificaciones de la instalación.

Las partes fundamentales de una llave son el cuerpo con el asiento de cierre, el usillo con el obturador, las juntas entre usillo y cuerpo (empaquetadura), el volante o la palanca de accionamiento y las conexiones a la conducción que pueden ser roscadas, por bridas, por racores.

Las cualidades que se exigen a las válvulas son:

- Cierre estanco, tanto interno como externo
- Apertura o cierre suave y en algunos casos, rápida (un cuarto de vuelta).
- Resistencia al desgaste y a la presión de servicio

Generalmente son de dos tipos:

- Válvulas de mariposa
- Válvulas de bola de paso total



1.4.4.2 Válvulas de entrada y salida a la Estación de Regulación y Medida.

Las estaciones de Regulación y Medida deben disponer en el exterior del recinto, de una válvula de seccionamiento en la entrada y otra en la salida, con la finalidad de poderlas aislar convenientemente.

La válvula en la entrada y en la salida debe cumplir con las características mecánicas y constructivas establecidas en el apartado 4.4 de la UNE 60620-2:2005.

La válvula debe ser del tipo bola o mariposa con apertura y cierre por un cuarto de vuelta. Para DN superiores a 200 mm se deben utilizar válvulas con volante y reductor o dispositivo similar.

La válvula seleccionada de entrada será de seccionamiento rápido de $\frac{1}{4}$ de vuelta, tipo esfera, DN50 y PN-40, con cuerpo y obturador de acero, conexión bridas marca DIN Modelo F4. La de salida de la E.R.M. será de las mismas características pero PN16.

1.4.4.3 Tuberías

Las conducciones desde el depósito hasta el equipo de regulación deberán cumplir con la I.T.C.- M.I.G. 5.2 del Reglamento de redes y acometidas.

Las conducciones de fase líquida tendrán presión de prueba de 26 bar, rigiéndose igualmente por la misma ITC que las de fase gaseosa.

Para todas ellas se obtendrá del fabricante un certificado de la partida.

Las conducciones para fase líquida que pudieran quedar aisladas entre llaves de corte, dispondrán de una válvula de seguridad por alivio térmico o diferencial (bi-pass) automáticas que liberen cualquier exceso de presión.

Las conducciones que queden fuera de servicio se cerrarán mediante tapón roscado, disco ciego o brida ciega.



Cuando las conducciones deban atravesar paramentos o forjados, lo harán a través de pasamuros.

En Conducciones en alta presión se han de utilizar únicamente los aceros establecidos por el Reglamento de Redes y Acometidas de combustibles gaseosos (RRA). Se trata concretamente de las conducciones siguientes:

- En los depósitos, de la conexión de la boca de carga a distancia y de la salida de fase gaseosa al regulador.
- En las conducciones de fase líquida.

Las especificaciones técnicas de las conducciones corresponderán a normas de reconocido prestigio: API 5L, API5LX, API 5LS o DIN 17 172, 1626 o 1629, aceptándose el material St 33.2. Los espesores de las tuberías se calculan según UNE 60 309.

Conducciones enterradas: Se utilizará el acero al carbono estirado sin soldadura según ASTM-A 106 Gr. B/API 5LGrB. Los accesorios serán los establecidos para conducciones en AP. Se instalará protección catódica en tramos de longitud mayor de 10 m (ver posibilidad de utilizar polietileno). El control radiográfico se realizará según UNE 14 011.

1.4.4.4 Juntas dieléctricas

Las transiciones entre tuberías o accesorios de cobre y tuberías o accesorios de acero se realizarán con juntas dieléctricas, de modo que los metales anteriores no estén en contacto directo con el fin de evitar oxidaciones o reducciones por la diferencia de los potenciales de oxidación reducción de los mismos.

ROSCA
PARA
COBRE



PARA
SOLDAR
ACERO



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



La tubería, valvulería y accesorios que forman la estación de regulación deben cumplir lo dispuesto en las Normas UNE 60312 y UNE-EN 1594, en función de la MOP considerada en cada zona de la ERM y la ubicación final del elemento a instalar.

Las presiones nominales de las bridas aisladas, y de las bridas de los equipos a instalar, deben ser como mínimo los siguientes:

MOP de la zona de la ERM (bar)	PN según la Norma UNE-EN 12517	PN según la Norma UNE-EN 1092-1	PN según la Norma ISO 7005-1	Clase según la Norma ANSI B.16.5
80	PN 100	PN 100	PN 110	Clase 600
50	PN 64	PN 63	PN 50	Clase 300
16	PN 25	PN 25	PN 20	Clase 150
13	PN 16	PN 16	PN 16	
8	PN 10	PN 10	PN 10	
5	PN 6	PN 6	PN 6	



1.4.5 RECINTO DE LA E.R.M

1.4.5.1 Ubicación

Se establecen como límites mecánicos de la Estación de Regulación y Medida, las válvulas de seccionamiento situadas a la entrada y salida de la misma, excluidas ambas (Norma UNE 60312: 2001).

El emplazamiento escogido para la instalación de la ERM debe ser fácilmente accesible, al abrigo de posibles inundaciones y evitando zonas específicas dentro de la industria cuya atmósfera sea altamente corrosiva.

Las ERM se deben instalar en recintos destinados exclusivamente a este fin y preferentemente aislados.

Las entradas a los recintos de ERM deben disponer de un sistema de cierre.

Instalaciones de clase I ($5 < P \leq 16$) – Recintos abiertos y cerrados

Clases de recinto	Recinto abierto
A $(Q < 2\,000\text{ m}^3\text{ (n)/h})$	<ul style="list-style-type: none">– Se deben ubicar preferentemente aislados.– Se pueden ubicar adosados o incorporados a naves industriales o bien en azoteas.– Deben ser necesariamente recintos de tipo aislado respecto a edificios habitados y locales de pública concurrencia.– Distancia mínima de 6 m entre la envolvente del recinto y depósitos con productos fácilmente inflamables y fuegos abiertos.

Cuando la presión de entrada sea inferior a 5 bar, también podrán instalarse, con carácter excepcional, adosadas a edificios, o empotradas en paredes exteriores de edificios. En este último caso el local en el que se ubique la estación no deberá presentar ninguna abertura hacia el interior del edificio. Se admite una presión de entrada superior a 5 bar si el edificio es de uso industrial.

Las estaciones de regulación se instalarán preferentemente al aire libre, en edificios o en armarios cerrados.



Los recintos cerrados deben poseer entrada y salida independientes de aire de ventilación, de forma que se logre el barrido de las posibles mezclas de gas-aire.

El área combinada de las ventilaciones no debe ser inferior al 1% de la superficie en planta del recinto. Se evitará la obstrucción de las aberturas. Caso de que la instalación disponga de venteos al exterior, la superficie de ventilación podrá reducirse al 0,5%.

Si el gas canalizado es más denso que el aire y la estación de regulación se construye total o parcialmente subterránea, se debe instalar un sistema de ventilación forzada adecuado.

Los módulos compactos de regulación enterrados no precisarán aberturas de ventilación.

1.4.6 LINEA DISTRIBUCIÓN INTERIOR

Las conducciones desde el depósito hasta el equipo de regulación deberán cumplir con la I.T.C.- M.I.G. 5.2 del Reglamento de redes y acometidas.

Las conducciones de fase líquida tendrán presión de prueba de 26 bar, rigiéndose igualmente por la misma ITC que las de fase gaseosa.

Para todas ellas se obtendrá del fabricante un certificado de la partida.

Las conducciones para fase líquida que pudieran quedar aisladas entre llaves de corte, dispondrán de una válvula de seguridad por alivio térmico o diferencial (bi-pass) automáticas que liberen cualquier exceso de presión.

Las conducciones que queden fuera de servicio se cerrarán mediante tapón roscado, disco ciego o brida ciega.

Cuando las conducciones deban atravesar paramentos o forjados, lo harán a través de pasamuros.



1.5 OBRA CIVIL

1.5.1 DESCRIPCIÓN

La obra civil a realizar en el centro de almacenamiento consiste en la realización de la fosa de los dos depósitos y posterior relleno de la misma con arena inerte, la realización de casetas para alojamiento de vaporizador, caldera y realización del vallado del Centro de Almacenamiento, así como la adecuación de los accesos y de la zona de estacionamiento del camión cisterna.

En la red de distribución, la obra civil consiste en la realización de las zanjas para ubicación de los tramos de la red de distribución y de las acometidas.

1.5.2 FOSA DE DEPÓSITOS

La fosa para albergar los depósitos se construirá de acuerdo con lo indicado en el plano correspondiente.

1.5.3 CASETAS DE VAPORIZADOR Y CALDERA

Las casetas de vaporización y calefacción serán de obra de fábrica de ladrillo o similar, enfoscado interior y exteriormente y fratasado (Edificio para Vaporización y Regulación. Edificio para Equipo de Calefacción), siendo ambas del mismo tamaño y características.

Sus dimensiones exteriores mínimas serán:

Planta: 3,15 m x 3,25 m
Altura: 3,85 m

Las construcciones de servicio cerradas deben permitir la fácil salida del personal en caso de peligro, sus puertas deben ser metálicas, y se deben abrir siempre hacia el exterior. Las cerraduras deben ser de accionamiento rápido y deben poder ser accionadas desde el interior sin necesidad de utilizar llaves.



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



Deben tener, como mínimo, dos rejillas de ventilación a menos de 10 cm del suelo, con una superficie mínima equivalente a 1/10 de la superficie de la planta, expresadas ambas en metros cuadrados (m²). Dichas rejillas de ventilación deben estar repartidas en dos paramentos opuestos o al menos en extremos opuestos del mismo paramento, incluidas puertas, y deben estar protegidas por malla metálica y su altura debe ser inferior a su longitud.

La superficie de ventilación del cuarto de caldera, a ras del suelo, ha de ser de 5 cm² por Kw. instalado (UNE 60 601) y para el vaporizador equivalente a la décima parte de la superficie de la planta. Estos huecos de ventilación estarán repartidos al menos en dos paramentos, a ser posible opuestos, y protegidos por malla metálica. Se pretende con ello poder dispersar las eventuales fugas con el fin de evitar que la mezcla gas-aire llegue a ser inflamable.

- **Materiales:** resistentes al fuego, al menos RF-120
- **Pavimento:** de material no absorbente. Los choques y golpes con objetos metálicos no han de producir chispas.
- **Cubierta:** de construcción ligera, tipo fibrocemento o similar.

No se almacenarán en el local materiales ajenos al fin para el que fue construido.

- **Instalación eléctrica:** Dentro del local destinado al vaporizador, la instalación eléctrica ha de ser antideflagrante.
- En el local para la caldera, basta con que sea estanca.



1.6 DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

1.6.1 DISTANCIAS DE SEGURIDAD (NORMA UNE 60250)

Distancia de seguridad: Es la distancia mínima que ha de existir entre dos elementos que se quieren proteger de la influencia peligrosa, de uno de ellos sobre el otro.

Los elementos están referenciados: Siendo las referencias para almacenamiento de GLP en depósitos:

- **Referencia 1:** Espacio libre alrededor de la proyección sobre el terreno del depósito.
- **Referencia 2:** Distancia al cerramiento.
- **Referencia 3:** Distancia a muros o paredes ciegas (R-120 como mínimo).
- **Referencia 4A:** Distancia a límite de propiedad, proyección de líneas aéreas de alta tensión.
- **Referencia 4B:** Distancia a aberturas de inmuebles, aberturas de sótanos, aberturas de alcantarillas, focos fijos de inflamación, motores fijos de explosión, vías públicas, férreas o fluviales navegables equipos eléctricos no protegidos, y desagües (es posible reducir las distancias un 50% aplicando muro en depósitos enterrados).
- **Referencia 5:** Distancias a aberturas de edificios de uso docente, de uso sanitario, de hospedaje, de culto, de esparcimiento o espectáculo, de acuartelamiento, de centros comerciales, museos, bibliotecas o lugares de exposición públicos. Estaciones de servicio (bocas de almacenamiento y puntos de distribución).
- **Referencia 6:** Distancia desde la boca de carga a la cisterna de trasvase.

Las distancias se miden a partir de los orificios D_0 o de las paredes DP de los depósitos y equipos según se indica en la figura A.2. Se entiende, a estos efectos, por orificios cualquier abertura no cerrada por medio de tapones roscados o bridas ciegas, tales como válvulas de seguridad o boca de carga (sí está situada en el depósito).

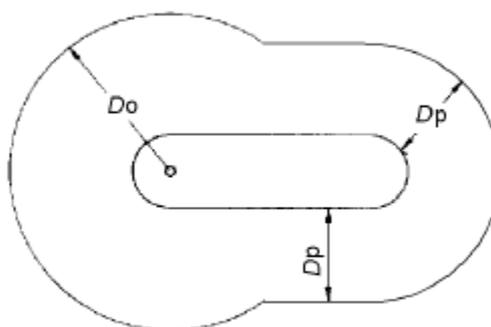


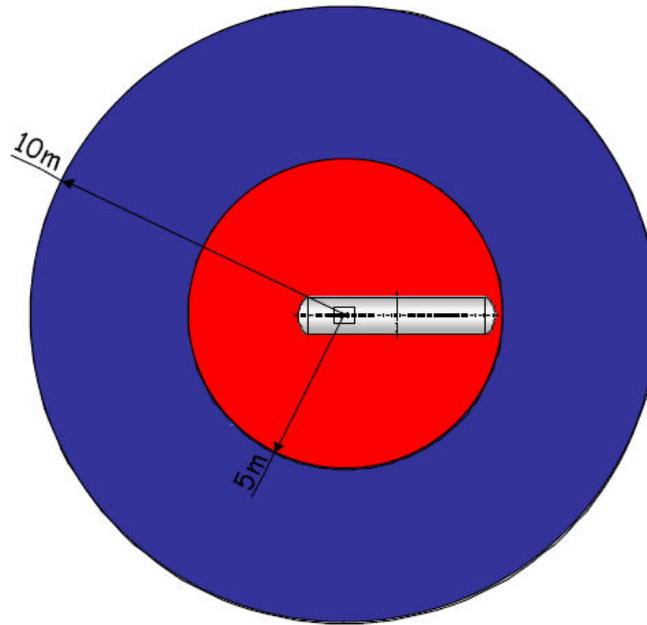
Fig. A.2

El centro de almacenamiento se instalará de forma que se cumpla lo indicado en el Anexo B de la Norma UNE 60250 donde se refleja el cuadro de distancias para estaciones con depósitos enterrados clasificados dentro de la categoría E-120.

Dicho anexo, particularizado para el centro contemplado en el presente proyecto se incluye a continuación.

REFERENCIA		Distancia desde orificios (D_0)
1	Espacio libre alrededor de la protección sobre el terreno del depósito.	0'8 m
2	Distancia al cerramiento.	5 m
3	Distancia a muros o paredes ciegas (RF-120)	2,5 m
4	Distancias a límites de la propiedad, aberturas de inmuebles, focos fijos de inflamación, motores fijos de explosión, vías públicas, férreas o fluviales, proyección de líneas aéreas de alta tensión, sótanos, alcantarillas o desagües.	5 m
5	Distancias a aberturas de edificios de uso docente, de uso sanitario, de hospedaje, de culto, de esparcimiento o espectáculo, de acuartelamientos, de centros comerciales, museos, bibliotecas o lugares de exposición públicos. Estaciones de servicios (Bocas de almacenamiento y puntos de distribución).	10 m
6	Distancias de la boca de carga a la cisterna de trasvase.	3 m

Figura 1.6-1: Distancias de seguridad depósitos enterrados. Ref. 4 y 5



Para el vaporizador, las distancias de seguridad son las indicadas en la siguiente tabla (como si se tratara de depósitos de categoría A-5):

	REFERENCIA	Distancia desde orificios (D₀)	Distancia desde paredes (D_p)
1	Espacio libre alrededor de la proyección sobre el terreno del depósito medido desde paredes del vaporizador		0,6 m
2	Distancia desde paredes al cerramiento		1,25 m
3	Distancia desde paredes a muros o paredes ciegas (RF-120)		0,6 m
4	Distancia desde paredes del depósito hasta límites de la propiedad, aberturas de inmuebles, focos fijos de inflamación, motores de explosión, vías públicas, férreas o fluviales, proyección de líneas aéreas de alta tensión, equipos eléctricos no protegidos, sótanos, alcantarillas y desagües.	3 m	2 m
5	Distancia desde orificios del depósito hasta límites de la propiedad, aberturas de inmuebles, focos fijos de inflamación, motores de explosión, vías públicas, férreas o fluviales, proyección de líneas aéreas de alta tensión, equipos eléctricos no protegidos, sótanos, alcantarillas y desagües.	6 m	
6	Distancia desde orificios a aberturas de edificios de uso docente, de uso sanitario, de hospedaje, de culto, de esparcimiento espectáculo, de acuartelamientos, de centros comerciales, museos, bibliotecas o lugares de exposición públicos. Estaciones de Servicios.		3 m

Estas distancias (referencia 5 y 4) se pueden reducir hasta un máximo del 50% con la colocación de un muro de altura mínima de 1,5 m y respetando las distancias marcadas en la figura Figura 1.6-2

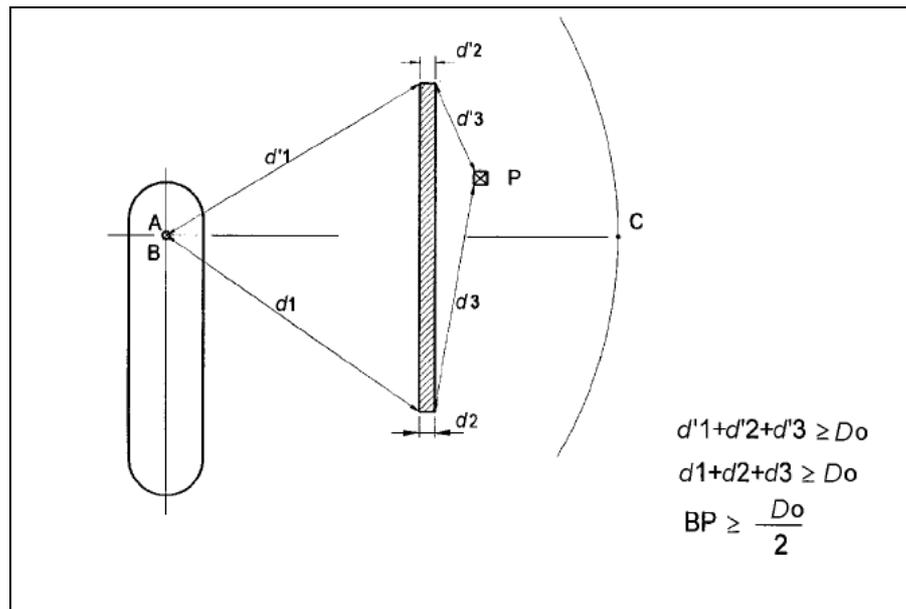


Figura 1.6-2

La distancia entre depósitos situados en la misma fosa debe ser como mínimo de 1 m entre paredes de depósitos y se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$d = (R1 + R2) / 2$$

d = distancia entre las paredes de los depósitos (m), con un mínimo de 1m.

R1, R2 = radios de los depósitos

Con estas distancias se cumple el R.D. 919 /2006 que aprueba el reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias.

1.6.2 CERRAMIENTO

El centro de almacenamiento, incluido las casetas de vaporización y calefacción, se encontrarán cerradas por una valla metálica de acuerdo con la misma tabla de distancias citada en el apartado anterior (Ver Plano 3).

Estos cerramientos se deben colocar a las distancias de los depósitos marcadas en el cuadro de distancias, referencia 2.

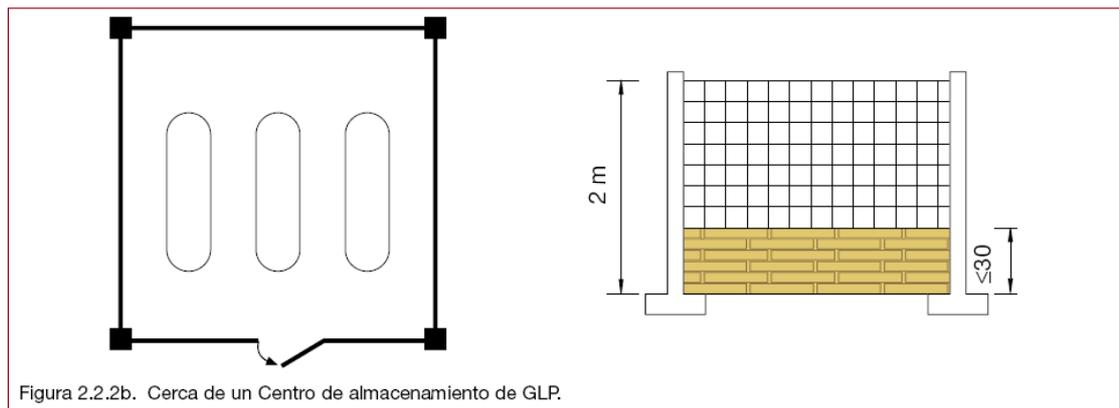
Las puertas del cerramiento, abrirán hacia el exterior y los cierres serán de accionamiento rápido manipulable desde el interior sin utilizar llaves.

Su altura será de 2 metros como mínimo.

La zona de almacenamiento irá protegida por una cerca de malla metálica que la aísla de los terrenos circundantes. La altura mínima será de 2 m y situada por lo menos a 10 m de los orificios libres y a 7,5 m de la válvula de seguridad.

La puerta de acceso abrirá hacia fuera y se podrá manipular desde el interior sin necesidad de utilizar llaves y será igualmente incombustible.

El zócalo del cerramiento no tendrá una altura superior a 30 cm.





**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



Dentro del cerramiento se ubicarán los equipos de vaporización, caldera y de regulación.

El cerramiento proyectado es superior al reflejado en la referencia 2 y que corresponde a 3 m medidos desde paredes, ya que la caseta de la caldera y del vaporizador quedan dentro del cerramiento, así como el área de influencia de los mismos.

La caseta donde se ubicará la caldera y el vaporizador está fuera de la referencia 4 pero dentro del cerramiento.

Las dimensiones del cerramiento serán: 23 x 25 m (Ver plano n° 3).



1.6.3 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

La protección contra incendios estará constituida por extintores de polvo químico seco, una serie de carteles indicadores y por otros elementos complementarios para seguridad de los operarios.

Extintores de incendios

De acuerdo con lo calculado en el apartado 2.5.1, se colocarán los siguientes extintores de polvo químico seco según cálculos:

Por almacenamiento:

Debe disponer de materia extintora en una proporción de 1 kg de polvo químico seco por cada metro cúbico de volumen geométrico de capacidad de almacenamiento, en este caso 118'8 kg de PQS, con un mínimo de dos extintores de eficacia mínima unitaria de 34A-183B-C, adoptando el valor inmediato superior de la escala normalizada

Por caseta de vaporizador:

Al menos un extintor de eficacia mínima 34A-183B-C como dotación suplementaria, que se situará en el exterior de la caseta.

Suministro de agua

Deberá estar dotada la estación de G.L.P. de una red de tuberías y de los elementos precisos de acoplamiento rápido, que permitan hacer llegar el agua a cualquier punto de la estación a una presión de 5 Bar, con un caudal mínimo de 15 m³/h.

Si la instalación no dispone de suministro exterior de agua, se dotará a la misma de un depósito de almacenamiento y medios de bombeo que permitan el funcionamiento de la red, a la presión y caudal indicados, durante 1 hora y 30 minutos.



1.6.4 ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

En la zona donde se encuentran los depósitos, queda terminantemente prohibido fumar y hacer cualquier operación que produzca chispas o llamas.

Para aviso de ello, se colocarán carteles indicando la prohibición de fumar y la presencia de Gas Inflamable, con los textos reglamentarios. Estos carteles se colocarán en las puertas de acceso al Centro de Almacenamiento y en cada lado del cerramiento del mismo.

1.6.5 PROTECCIÓN ELÉCTRICA DEL DEPÓSITO

Cada depósito debe ser puesto a tierra con una resistencia menor de 80 ohmios.

Para evitar riesgos de corrosión, o para permitir una protección catódica correcta, los depósitos y tubos de acero enterrados no se deben unir a un sistema de tierra en el que existan metales galvánicamente desfavorables para el acero, como el cobre, en contacto directo con el terreno. Sólo se deben unir a la red general de tierra de la instalación de gas, si no existe riesgo galvánico por estar ésta construida en cable galvanizado o cable de cobre recubierto y picas de zinc o zincadas.

Los depósitos enterrados, que no tengan boca de carga desplazada, deben disponer de un borne de conexión fuera de la arqueta de valvulería, para permitir la unión equipotencial entre el vehículo de suministro y el depósito.

Dicho borne de conexión debe ser realizado según lo especificado anteriormente.



1.6.6 SISTEMA DE SEGURIDAD CONTRA INUNDACIÓN

Al objeto de que no pueda llegar G.L.P. en estado líquido a la red de distribución, la tubería que une la salida de fase gaseosa con el sistema de regulación de presión tendrá una pendiente mínima de un 5 % descendiendo hacia los depósitos.

Con el mismo objeto, el vaporizador llevará incorporada una válvula con cierre automático mediante un flotador situado en el interior de dicho recipiente.

Por otra parte, se dispondrá una electroválvula de corte en la línea de alimentación de fase líquida al vaporizador. Esta electroválvula será construida en ejecución EExd IIB T4 y cerrará cuando un detector de temperatura (termostato) situado en la línea de alimentación de agua caliente al vaporizador, dé la señal de baja temperatura en dicha línea o cuando reciba la señal de alarma de un detector de máximo nivel, que se situará en el interior del vaporizador o adosado al mismo.



1.7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La acometida eléctrica en baja tensión hasta el cuadro de medida de la Estación será realizada por la compañía eléctrica suministradora.

La acometida será en baja tensión, 380/220 V, 3 F + N y a frecuencia industrial de 50 Hz. Por ello, se realizará una instalación eléctrica para la alimentación a los servicios auxiliares del centro de almacenamiento de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La instalación estará situada en el recinto del centro de almacenamiento, y estará formada por los siguientes elementos:

- Equipo de protección y medida.
- Línea repartidora.
- Interruptor de control de potencia.
- Cuadro general de protección y distribución.
- Instalación interior.
- Alumbrado.

1.7.1 ZONAS CLASIFICADAS

De acuerdo con lo establecido en el apartado 3 de la Instrucción ITC BT 029 “PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA LAS INSTALACIONES DE LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN” del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, la Estación de G.L.P. tiene un emplazamiento de **CLASE I**, dado que es un lugar en el que puede haber gases en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables.

Las zonas clasificadas y sus dimensiones para cada elemento serán las indicadas en el Anexo C de la Norma Une 60250.

La caseta de calefacción no tiene ningún tipo de clasificación especial, por lo que dicho local queda clasificado como “Zona No Clasificada”.



1.7.2 MODO DE PROTECCIÓN

Para las áreas clasificadas se emplearán materiales “ATEX”, es decir, material eléctrico en atmósferas explosivas.

El modo de protección que se empleará en la presente instalación, será el de envolvente antideflagrante <<d>>, y cuyo material eléctrico estará respaldado por certificado de conformidad extendido por laboratorio acreditado de acuerdo con una norma UNE, con una norma europea EN o con una recomendación CEI.

El modo de protección por envolvente antideflagrante “d” se caracteriza por ser capaz de soportar la explosión interna de una mezcla inflamable que haya penetrado en su interior, sin sufrir avería en su estructura y sin transmitir la inflamación interna, por sus juntas de unión u otras comunicaciones.

1.7.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

Toda la instalación eléctrica cumplirá lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La caseta de vaporización y regulación así como la del equipo de calefacción estarán dotadas de iluminación suficiente para permitir su operatividad.

Los interruptores generales de toda la instalación estarán centralizados en un cuadro situado próximo a la entrada de la estación y de fácil acceso, y fuera de las zonas clasificadas.

La instalación eléctrica que se proyecta se realizará para dar servicio, tanto en fuerza como en alumbrado, a la caseta de calefacción y caseta de vaporización.

El recinto estará dotado de una instalación de alumbrado que, en caso de necesidad, aporte la iluminación suficiente para la circulación durante la noche.



Se montará un cuadro general de protección y maniobras, que quedará ubicado en la caseta de calefacción. Desde él se alimentará, mediante líneas independientes, los distintos receptores y sus correspondientes maniobras.

1.7.4 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA. TENSIÓN DE SERVICIO

La alimentación eléctrica será trifásica, a 4 hilos (3 F + N), a la tensión nominal de 380 / 220 V (Baja Tensión) y a frecuencia industrial de 50 Hz.

Según el Título quinto (Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica) del Reglamento de Verificaciones Eléctricas, la empresa eléctrica suministradora está obligada a mantener la tensión y frecuencia nominales de suministro, en las que se tolerarán diferencias que no excedan de un 7 % en la tensión y un 5 % en la frecuencia.

La acometida eléctrica en baja tensión hasta el cuadro de medida de la Estación será realizada por la compañía eléctrica suministradora.

1.7.5 ACOMETIDA

Es la parte de la instalación que une la línea o red de distribución pública que la empresa suministradora tiene en la zona, y la CPM (Cuadro general de Protección y Maniobras).

Salvo que la empresa suministradora indique otras características, se realizará de la siguiente manera:

- El sistema de instalación será enterrado.
- Los conductores serán de aluminio, de 16 mm² de sección (3P + N), con aislamiento de 1000 V, y cables trenzados en haz de tipo RZ.
- La caída de tensión máxima admisible será del 1 % (Caída de tensión que la Empresa Suministradora tiene establecida en su reparto de caídas de tensión en los elementos constitutivos de la red).



1.7.6 LÍNEA REPARTIDORA. DERIVACIÓN INDIVIDUAL

Por ser un suministro individual, con CPM, se considerará toda línea desde la CPM hasta el cuadro general de protección como derivación individual, tal y como se indica en la Hoja de Interpretación nº 37 de fecha 18-11-80 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La instalación comienza en el armario de contadores, situado en el borde de la parcela del centro de almacenamiento, donde la compañía suministradora dará servicio mediante acometida en baja tensión de su red general de distribución.

El sistema de instalación será el de conductores aislados en el interior de tubos protectores de montaje enterrado, tal y como se indica en los planos adjuntos.

Tal y como indica la Instrucción ITC BT 015 "INSTALACIONES DE ENLACE. Líneas repartidoras", los conductores serán de COBRE, con aislamiento de polietileno reticulado con clorosulfonados (RI), y de 1000 voltios de tensión nominal de aislamiento.

La caída de tensión máxima admisible será del 0,50 %.

Los tubos que contienen los conductores de la línea repartidora, serán de un diámetro tal que permitan ampliar la sección inicial en un 50 % y con un mínimo de 29 mm. Para la sección indicada.

1.7.7 DESCRIPCIÓN DE LOS RECEPTORES

A continuación se detallan los distintos receptores tanto de alumbrado como de fuerza.

1.7.7.1 Bomba de trasvase

No existe bomba de trasvase. El llenado de los depósitos se hace mediante carga directa a los depósitos.



1.7.7.2 Iluminación de la zona de carga

Se trata de una zona clasificada, por lo que las luminarias tendrán una protección EExe o EExd e índice de protección IP65.

1.7.7.3 Iluminación de la edificación de vaporización

Se trata de una zona clasificada, por lo que las luminarias tendrán una protección EExe o EExd e índice de protección IP65.

Se dispondrá en el techo de la edificación de vaporización una lámpara de incandescencia de 100 W, asegurando así un nivel de iluminación en la sala de 100 lux y alumbrado de emergencia.

1.7.7.4 Iluminación de la edificación de calefacción

No se trata de una zona clasificada, por lo que las luminarias tendrán un índice de protección IP65.

Se dispondrá en el techo de la edificación de calefacción una lámpara de incandescencia de 100 W, asegurando así un nivel de iluminación en la sala de 100 lux y alumbrado de emergencia.

1.7.7.5 Sistema de control: cuadro secundario

En el cuarto de calefacción, a una distancia superior a un metro de las misma y a una altura mínima de 1,5 metros, se dispondrá el cuadro de control de la caldera, de las dos bombas de circulación del agua de la misma, y de la electroválvula de corte de fase líquida al vaporizador por baja temperatura del agua de calentamiento.

1.7.7.6 Iluminación exterior de la parcela

En el límite de la parcela, fuera de las zonas clasificadas, se dispondrán luminarias de vapor de sodio de alta presión de 250 W, con índice de protección IP65, sobre báculos de 8 metros de altura.



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



Se garantiza así un nivel de iluminación de 10 lux.

1.7.7.7 Electroválvula (válvula de solenoide)

A la entrada de la fase líquida proveniente de los depósitos al vaporizador, se instalará una electroválvula (normalmente cerrada), la cual abrirá una vez la temperatura del agua que circula por el vaporizador, sea lo suficientemente elevada.

La electroválvula estará dotada de una cabeza magnética en ejecución EExd por instalarse en zona clasificada (Zona 1).

1.7.8 POTENCIA A INSTALAR

La instalación eléctrica se proyecta para dar servicio a los siguientes receptores:

RECEPTORES	POTENCIA (WATIOS)		
	INST.	COEF.	MÁXIMA
ALUMBRADO			
2 Puntos de luz con lámpara tipo incandescente de 100 W	200	1	200
1 Puntos de luz con lámpara fluorescente de 100 W	100	1,8	180
2 Puntos de luz con lámparas de vapor de sodio de 250 W	500	1,8	900
POTENCIA MÁXIMA EN ALUMBRADO:			1.280
FUERZA			
1 Electroválvula (válvula de solenoide)	20	1	20
1 Caldera de gas con encendido eléctrico	250	1	250
2 Electrobombas de circulación de agua (una de reserva)	510	1,25	638
POTENCIA MÁXIMA EN FUERZA:			5.968
POTENCIA TOTAL MÁXIMA			7.248



Previsiones:

Ante la posibilidad de utilizar pequeños aparatos de mantenimiento o reparación (taladros, etc.), se ha previsto en el cuadro de protección una toma de corriente auxiliar. Si consideramos una potencia de 3 300 W conectada a la misma, la potencia total sería:

Potencia Total Máxima:	7 248 W
Potencia Accidental Prevista	3 300 W
Total potencia general	10 548 W

1.7.9 INSTALACIONES A REALIZAR. CLASIFICACIÓN DE ZONAS

La instalación eléctrica será la precisa para dar servicio a todos los receptores relacionados en el apartado precedente.

Respecto del tipo de instalación, según la vigente Instrucción ITC BT 029, la clasificación que se da a los distintos locales es la siguiente:

- Caseta de vaporización y la zona de carga directa: Clase I, Zona 2.
- Materiales a utilizar de Categoría III.

Así pues, las instalaciones de estas casetas serán del tipo antideflagrante.

Las características específicas de estas instalaciones se detallan en los apartados siguientes.

La caseta de calefacción no tiene ningún tipo de clasificación especial. Debe cumplir la de estar ubicada fuera de la distancia correspondiente a la referencia 4, del cuadro de distancias de seguridad.



1.7.10 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE FUERZA

La instalación tendrá su origen en el cuadro general de protección situado en el interior de la caseta de calefacción. Este cuadro tendrá como protección general el interruptor automático magnetotérmico de corte omnipolar de 40 A de intensidad nominal con protección diferencial de 300 mA.

Electroválvula

Para la electroválvula de la línea del vaporizador se tenderá una línea de alimentación, con sección de 3 x 1,5 mm².

La protección se realizará en el cuadro general con un interruptor magnetotérmico omnipolar de 10 A.

1.7.11 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

Tal y como ya ha sido indicado, en el cuadro general se contará con un interruptor diferencial, de corte omnipolar de 10 A de intensidad nominal y de 30 mA de sensibilidad para toda la instalación de alumbrado.

Seguidamente habrá cinco interruptores magnetotérmicos de 10 A, bipolares para protección de las líneas puntos de luz de las casetas. Las líneas serán de cobre y tendrán sección de 3 x 2,5 mm².

Las luminarias a instalar en la caseta de vaporización y fachada exterior de las mismas serán antideflagrante, tipo Exd, para lámpara incandescente de 100 W de potencia. Los interruptores de estos puntos de luz serán igualmente antideflagrantes e irán montados en el exterior de las casetas.

Las luminarias antideflagrantes deberán llevar marcada la potencia en vatios de la mayor lámpara para la que son adecuadas.



La instalación en la caseta de caldera, será estanca, bajo tubo de acero galvanizado.

La carga de estas luminarias necesaria para el cálculo de la sección de los conductores se ha multiplicado por 1,8 según la Instrucción ITC BT 044 "RECEPTORES PARA ALUMBRADO".

1.7.12 PROTECCIÓN. INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS Y DIFERENCIALES

Como hemos indicado anteriormente la instalación contará con una protección general consistente en interruptor magnetotérmico de 40 A de intensidad nominal.

Todos los circuitos de alimentación a receptores estarán protegidos en su origen contra sobrecargas (Sobrecargas y Cortocircuitos) con el empleo de sus respectivos interruptores magnetotérmicos, calibrados de acuerdo con la sección de línea y potencia de consumo (ITC BT 022 y 023).

La totalidad de los interruptores magnetotérmicos serán de corte omnipolar.

Para la protección contra fugas de corriente, protección a las personas, y contra contactos directos e indirectos se contará con interruptores diferenciales automáticos de alta sensibilidad, es decir, de 30 mA (ITC BT 024).

Para fuerza el interruptor será tetrapolar, de 40 A de intensidad nominal y el alumbrado de 10 A y corte tetrapolar.

1.7.13 CUADRO ELÉCTRICO

El único a instalar será constituido en armario metálico o similar de dimensiones suficientes, realizado en chapa de acero con protección de pintura y provisto de placa metálica de montaje y cerradura.



Su índice de protección será IP-557.

En su construcción se evitará la utilización de materiales combustibles, aunque fueran aislantes, y se rotulará debidamente cada uno de los elementos que lo componen indicando la función que realiza.

Los interruptores magnetotérmicos y diferenciales serán montados con tapas cubrebornas y en carril DIN.

1.7.14 CONDUCTORES

Los conductores para suministro de energía eléctrica serán de COBRE con aislamiento tipo RV o VV según norma UNE 21.123.

- Tipo RV: Conductor con aislamiento de Polietileno Reticulado (R) con cubierta de Policloruro de Vinilo (V)
- Tipo VV: Conductor con aislamiento de Policloruro de Vinilo (V) con cubierta de Policloruro de Vinilo (V).

Serán cables de tensión nominal de aislamiento 0,6 / 1 kV.

Los conductores que se conecten a equipos instalados en zonas clasificadas o que atraviesen estas zonas podrán ser armados con hilos de acero (tipo RMV según norma UNE 21.123); en caso contrario, deberán discurrir por el interior de conductos apropiados para las zonas clasificadas.

Siguiendo las prescripciones de la Instrucción ITC BT 019 “INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. Prescripciones de carácter general”, la sección de los conductores será la suficiente para evitar que se alcancen las siguientes caídas de tensión máximas desde el punto de acometida:

- Líneas de alumbrado: 3 % de la tensión nominal
- Resto de líneas: 5 % de la tensión nominal



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



Los conductores de alimentación que discurran enterrados por el interior de conductos tendrán una sección mínima de 6 milímetros cuadrados. No se instalarán conductores enterrados directamente, con la salvedad del conductor que constituye la red de tierra.

Los conductores se identificarán con los siguientes colores:

Fase R:	Color marrón
Fase S:	Color negro
Fase T:	Color gris
Neutro:	Color azul claro
Conductor de tierra:	Bicolor amarillo-verde

La instalación de los conductores se realizará según lo indicado en la Especificación Técnica correspondiente de LA EMPRESA SUMINISTRADORA.

1.7.15 CONDUCTOS

Los conductores discurrirán por el interior de conductos de dimensiones apropiadas para el número y tamaño de aquellos; los conductores no ocuparán más del 40 % de la sección total del conducto.

Sus características y condiciones de ubicación y montaje se reflejan en la Especificación Técnica de LA EMPRESA SUMINISTRADORA correspondiente.

En general los conductos serán de acero galvanizado. Las conexiones con equipos se realizarán mediante tubo flexible reforzado de longitud suficiente para permitir el desmontaje y mantenimiento de aquellos.

1.7.16 TOMA DE TIERRA

Todos los depósitos, vaporizadores, tuberías y en general todas las partes metálicas de la instalación deben ser puestas a tierra con una resistencia inferior a 80 ohmios. Esta puesta a tierra debe ser independiente de cualquier otra. Las masas



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



metálicas enterradas dotadas de protección catódica deben aislarse del resto de la instalación.

Para evitar riesgos de corrosión, o para permitir una protección catódica correcta, los depósitos y tubos de acero enterrados no se deben unir a un sistema de tierra en el que existan metales galvánicamente desfavorables para el acero, como el cobre, en contacto directo con el terreno. Sólo se deben unir a la red general de tierra de la instalación de gas, si no existe riesgo galvánico por estar ésta construida en cable galvanizado o cable de cobre recubierto y picas de zinc o zincadas.

En concreto los depósitos enterrados, que no tengan boca de carga desplazada, deben disponer de un borne de conexión fuera de la arqueta de valvulería, para permitir la unión equipotencial entre el vehículo de suministro y el depósito.

El resto de la instalación de toma de tierra será realizada mediante picas de acero con recubrimiento de cobre de 2 m de longitud y 14,3 mm. de diámetro. Este electrodo será clavado verticalmente en el terreno circundante de la caseta del cuadro general.

Como conector (Línea de enlace con tierra de los depósitos) se utilizará cable de cobre recubierto y picas de cinc de 35 mm² de sección.

La conexión a la pica se realizará con brida de fijación con apriete de mordaza.

Todas las masas metálicas, cuadro eléctrico, luminarias, toma de corriente, depósitos, vaporizadores, calderas, y en general cualquier elemento metálico susceptible de recibir un contacto de un conductor con tensión o una carga de electricidad estática, quedarán conectadas a tierra. Se emplearán a tal fin conductores de cobre cuya sección sea, al menos, la sección de fase y, como mínimo 2,5 mm².



En todo caso, y según la Instrucción ITC BT 018 "PUESTA A TIERRA", se tomarán las medidas necesarias para que el valor de la resistencia pueda tener tensiones de contacto con tierra superiores a 24 V en zonas conductoras y 50 V en los demás casos.

Se instalará una toma de tierra de características similares, provista de borna de conexión y carrete, para la descarga de cisternas, junto a la boca de carga.

La toma de tierra para los camiones cisternas se puede completar con un interruptor Exd para cerrar el circuito a tierra después de desconectar la pinza a la cisterna.

Con el fin de comprobar periódicamente la resistencia de puesta a tierra, se prevé un puente de corte.

Se prohíbe intercalar en el circuito de tierra cualquier elemento de corte (Seccionadores, fusibles, interruptores, etc.).

1.7.17 CÁLCULOS INTALACIÓN ELÉCTRICA

Las caídas de tensión no sobrepasarán los máximos admitidos y especificaciones en la tabla de mediciones adjunta.

Las protecciones de los circuitos se han calculado de manera que dejen a aquellos sin corriente antes de que se sobrepasen las intensidades máximas admisibles para las que han sido calculados.



1.7.18 ELECCIÓN DE LOS CONDUCTORES POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Se considera la instalación como receptora, por lo que se tomarán los valores dados en la Instrucción ITC BT 019, que para cables de 0,6 / 1 kV remite a la tabla 3 de la Instrucción ITC BT 006 “REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN. Intensidades máximas admisibles” ó ITC BT 007 “REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN DE EN BAJA TENSIÓN.

Intensidades máximas admisibles”, según los conductores sean dispuestos aéreos o enterrados, disminuyéndose la intensidad máxima admisible en un 15 % en las zonas clasificadas respecto al valor correspondiente a una instalación convencional (ITC BT 029).

Para las líneas de alimentación enterradas se tomará una sección mínima de 6 mm².

Para el cálculo de las secciones de los conductores se tendrán en cuenta los siguientes coeficientes y factores de multiplicación:

Coeficiente de temperatura:

Para líneas enterradas se toma el coeficiente 1, puesto que se estima que la temperatura máxima del terreno será inferior a 25 °C (Apartado 3 de la Instrucción ITC BT 007).

Para líneas aéreas se toma el coeficiente 1, por estimarse una temperatura inferior a 40 °C (ITC BT 006).

Coeficiente de agrupamiento: Cables entubados.

Se aplicará un factor de corrección de 0,8.



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



Factor de multiplicación para motores:

Se tomará 1,25 como se indica en la Instrucción ITC BT 047 “RECEPTORES. Motores”.

Factor de multiplicación para lámpara o tubos de descarga:

Se seguirá lo indicado en la Instrucción ITC BT 044 “RECEPTORES PARA ALUMBRADO”.

La carga se multiplicará por 1,8.

Por otro lado, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.



1.8 PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSION

1.8.1 PROTECCIÓN PASIVA

1.8.1.1 Protección de los depósitos

Los depósitos irán pintados contra la corrosión mediante un revestimiento continuo a base de brea de hulla, betún de petróleo, materias plásticas y otros materiales, de forma que la resistencia eléctrica, adherencia al metal, impermeabilidad al aire y al agua y resistencia mecánica, sean adecuadas a la naturaleza del terreno donde está enterrado.

Se comprueba el buen estado del revestimiento inmediatamente antes de enterrarlos.

Los apoyos y zunchados irán preparados de forma que no será dañada la protección.

1.8.1.2 Protección de la red de distribución

Dado que la red de distribución es realizada con polietileno, no es necesaria la protección de la misma. Para advertir de la presencia de canalización de gas se extiende longitudinalmente sobre la tubería una banda plástica de color amarillo con la palabra GAS.



1.8.2 PROTECCIÓN ACTIVA

1.8.2.1 Protección catódica de los depósitos

Para proteger los depósitos enterrados contra la corrosión, es preciso recurrir a una protección catódica. Se trata por tanto de una protección activa (Ver Planos).

La finalidad de la protección catódica es garantizar un potencial entre el depósito y el terreno que medido respecto al electrodo de referencia cobre-sulfato de cobre, sea igual o inferior a $-0,85$ V. Dicho potencial debe ser de $-0,95$ V como máximo cuando haya riesgo de corrosión por bacterias sulfatorreductoras.

De acuerdo con lo indicado en el apartado 2.3.8 se colocarán 70 ánodos de sacrificio por depósito de las características indicadas en el cálculo.

El titular será responsable de que se efectúe control anual de los potenciales debiendo dejar constancia en el libro de mantenimiento.



1.9 PRUEBAS EN OBRA

1.9.1 PRUEBAS, ENSAYOS Y VERIFICACIONES DEL CENTRO DE ALMACENAMIENTO DE GLP

La presión mínima de prueba o ensayo se describe en los siguientes apartados, en función de la utilización de GLP en fase líquida o gaseosa. Una vez alcanzado el nivel de presión necesario y transcurrido un tiempo prudencial para que se establezca la temperatura, se debe realizar la lectura de la presión y empezar a contar el tiempo de la prueba o ensayo.

1.9.1.1 Pruebas

Antes de la puesta en servicio de la instalación de GLP, los depósitos, canalizaciones de fase líquida y los equipos que lo requieran se deben someter a las siguientes pruebas:

Depósitos

Prueba hidrostática de presión en el taller del fabricante, de acuerdo con la legislación vigente.

En caso de sufrir algún accidente en el transporte, o en todo caso, si no se ha realizado dicha prueba hidrostática en el taller del fabricante, se debe realizar ésta una vez instalado el depósito y se debe efectuar a 1,43 veces la presión de diseño durante 10 minutos contados a partir de la estabilización de la presión. Los depósitos que cambien de emplazamiento se deben someter a la prueba hidrostática en el nuevo emplazamiento.

La prueba periódica de los depósitos consiste en una prueba hidrostática de presión a 1,43 veces la presión de diseño durante 10 minutos contados a partir de la estabilización de la presión.



Canalizaciones de fase líquida

Prueba de presión a 29 bar durante 10 min. contados a partir de la estabilización de la presión.

Válvulas de seguridad y resto de los equipos

Una vez realizadas las pruebas se debe eliminar el agua que hubiera quedado después del vaciado y, si es preciso, se debe efectuar el inertizado de la instalación.

1.9.1.2 Ensayos

Superadas con éxito las pruebas, se deben efectuar los siguientes ensayos:

Depósitos

Ensayo de estanquidad a una presión de 3 bares con aire, gas inerte o GLP en fase gaseosa durante 15 min.

No es preciso este ensayo para los depósitos que hayan salido del taller del fabricante provistos de la valvulería y llenos de gas inerte o GLP en fase gaseosa. En este caso, el ensayo debe consistir en la comprobación de que no existe pérdida de presión.

No es preciso probar las válvulas de seguridad cuando vengan montadas.

Canalizaciones de fase líquida

Ensayo de estanquidad a una presión de 3 bares con aire, gas inerte o GLP en fase gaseosa, con duración de 1 h, que se podría reducir, una vez estabilizada la presión, a 30 min. en los tramos de prueba inferiores a 20 m.



Canalizaciones de fase gaseosa

Deben ser sometidas a las pruebas especificadas en la Norma UNE 60310 o la Norma UNE 60311 que corresponda, según su presión de servicio. Para su realización deben permanecer al descubierto las uniones no soldadas.

Durante los ensayos se deben tomar todas las precauciones necesarias para que se efectúen en condiciones seguras y, en particular, si los ensayos se efectúan con GLP:

- Prohibir terminantemente fumar.
- Evitar la existencia de puntos de ignición.
- Vigilar que no existan puntos próximos que puedan provocar inflamaciones en caso de fugas.
- Evitar zonas de posible embolsamiento de gas en caso de fugas o purgar.
- Purgas y soplar las tuberías antes de efectuar cualquier reparación que pudiera resultar peligrosa.

1.9.1.3 Verificaciones

Asimismo, se debe verificar que:

- Las llaves son estancas a la presión de prueba.
- Los equipos de trasvase y de vaporización, si existen, así como los restantes elementos que componen la instalación, funcionan correctamente. Se debe cuidar de no levantar los precintos que hayan podido poner los fabricantes.
- Se debe verificar el cumplimiento general, en cuanto a las partes visibles, de las disposiciones señaladas en esta norma, y de forma especial las distancias de seguridad previstas.



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



1.10 CONCLUSIONES

Con los datos que antecede, apartados de cálculos que se insertan a continuación, planos, pliego de condiciones técnicas, y presupuesto que se acompañan, queda definida la instalación a realizar y se estiman suficientes y justificados los datos aportados, no obstante se queda a disposición de los miembros del Tribunal para cuantas aclaraciones estimen oportunas.



2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1 CÁLCULO DE CONSUMOS

2.1.1 DEFINICIÓN DE CONSUMOS

Ante la imposibilidad de conocer a priori las características de los clientes y de sus aparatos de consumo, se ha adoptado como base de cálculo un caudal de 25800 Kcal/h (30 Kw.) por vivienda, correspondiente al grado de gasificación 1, según el Real Decreto 919/2006 de 28 de Julio, publicado el 4 de Septiembre de 2006 que aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos (y normas UNE asociadas) y sus instrucciones técnicas.

Este caudal correspondería a los siguientes aparatos:

Cocina	$P_c = 6 \text{ kW}$
Caldera mixta	$P_c = 24 \text{ kW}$

A partir de las potencias de cálculo de los aparatos se puede obtener la potencia de diseño, que es la nominal de utilización simultánea (P_{si}) de la instalación individual.

Potencia individual simultánea (P_{si})

$$P_{si} = P_{CALDERA} + P_{COCINA} = 24 + 6 = 30 \text{ kW}$$

Potencia común simultánea (P_{sc})

$$P_{sc} = N \times P_{si} \times S = 830 \times 30 \times 0,5 = 12450 \text{ kW}$$

Siendo:

$$N = n^\circ \text{ viviendas} = 830$$

$$S = \text{factor simultaneidad } S_2 = 0,5 \text{ (Tabla 2.1-1)}$$

Caudal común simultáneo (Q_{sc})

$$Q_{sc} = \frac{P_{sc}}{P.C.S.} = \frac{12450 \text{ kW}}{13,84 \text{ kWh/kg}} = 900 \text{ kg/h} \quad (2.1.1.1)$$



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



Si, factor de simultaneidad, será = S1 cuando no hay calderas de calefacción y S2 cuando si las hay.

Nº de viviendas	Factor de simultaneidad (S ₂)
1	1,0
2	0,9
3	0,88
4	0,66
hasta 6	0,60
hasta 15	0,55
mayor de 15	0,50

Tabla 2.1-1: Factor de simultaneidad S2 (con calefacción) para Castilla y León

Otra forma:

	kcal/kg	kcal/m ³
PCS	11900	24800
	kcal/h	kW
Psi	25800	30
	kg/h	m ³ /h
Qsi	2,17	1,04

$$Q_{si} = \frac{Psi}{P.C.S.} = \frac{25800}{11900} = 2,17 \text{ kg/h}$$

$$Q_{sc} = n^{\circ} \text{vivi} \times Q_{si} \times S_2$$

$$Q_{sc} = 830 \times 2,17 \text{ kg/h} \times 0,5 = 900 \text{ kg/h}$$

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, los consumos previstos de gas propano comercial, considerando el 100% de las viviendas de LOCALIDAD son los siguientes.

Caudal individual de cada vivienda: 2,17 kg/h

Caudal Simultáneo de las 830 viviendas: 900 kg/h

2.2 NECESIDADES ENERGETICAS

Para obtener el volumen del depósito necesario, previamente hay que obtener el consumo anual por tablas experimentales y luego reducirlo a consumo máximo diario.

Para el cálculo de las necesidades energéticas anuales de los servicios de cocina, a.c.s. y calefacción, se han fijado unos coeficientes zonales estadísticos.

Zonas climáticas: La Norma Básica de la edificación NBE -CT 79 sobre condiciones térmicas de los edificios, divide a España en zonas climáticas según los grados-día (Gd) para calefacción (Figura 2.2-1).

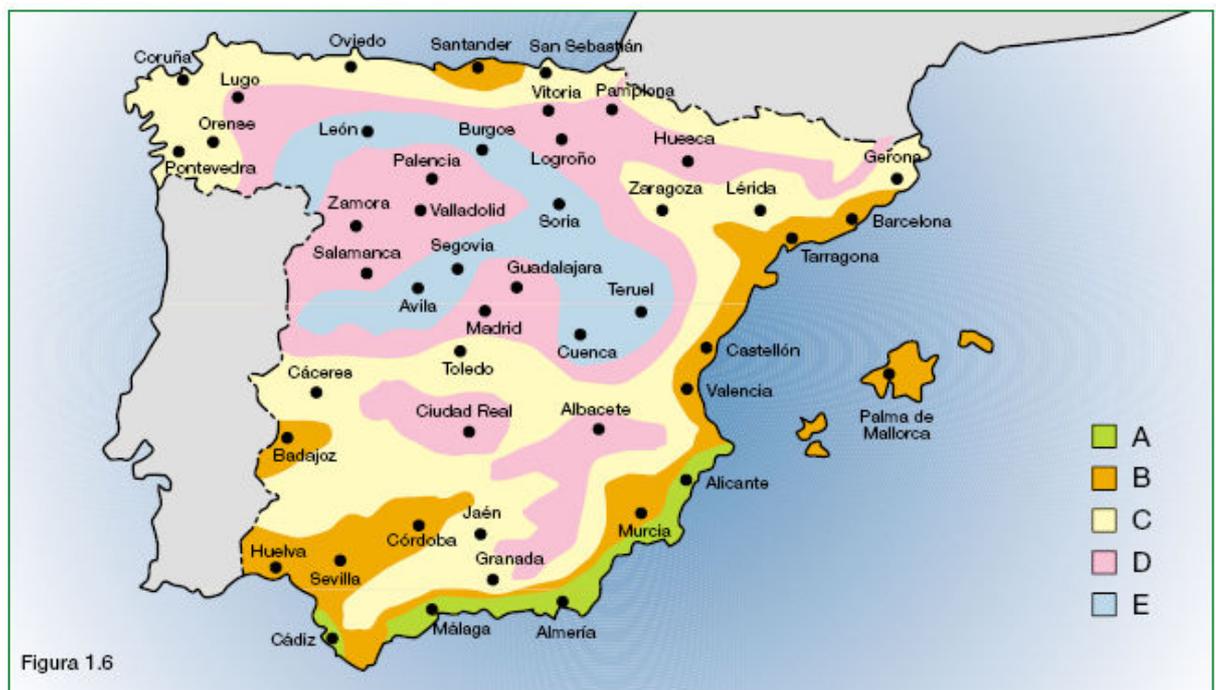


Figura 2.2-1

Según esto, León pertenece a la zona E (color azul)

Los Gd de una localidad es un índice estadístico del consumo de una instalación de calentamiento en función del tiempo climatológico que hizo anteriormente.



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



Los Gd de un mes en una localidad es la suma para todos los días de dicho mes de los Gd correspondientes a la diferencia entre la temperatura base (15° C) y la temperatura media del día, cuando esa temperatura media diaria sea inferior a la temperatura base.

Los Gd de un año en una localidad, es la suma de los Gd de todos los meses del año.

Se incluye un cuadro (Tabla 2.2-1) con los datos característicos de las localidades más importantes. En cada una de ellas se incluyen los datos en este orden: Zona climática, Grados-día y temperatura exterior mínima media. Los valores de Gd con * son los de uso en localidades que carecen de observatorio climatológico.

Los Grados-día de un emplazamiento, para temperatura base igual a 15 °C, se obtienen de la UNE 100 002/88. (se han consultado las normas UNE 24 045 y UNE 24 046 que divergen ligeramente de la UNE 100 002).

TABLA CON LAS PRINCIPALES CAPITALES, ZONAS CLIMÁTICAS DONDE SE ENCUENTRAN, GRADOS-DÍA ANUALES Y SU TEMPERATURA DE CÁLCULO											
Localidad	Zona	GD	Tc	Localidad	Zona	GD	Tc	Localidad	Zona	GD	Tc
Albacete	D	1377,4 *	-7	Granada	C	1041,8 *	-2	Pontevedra	C	695	0
Alicante	A	451	-1	Guadalajara	D	1448	-4	Las Palmas	A	2 *	15
Almería	A	319	5	Huelva	B	349	1	Salamanca	D	1785	-7
Ávila	E	2 237	-6	Huesca	D	1350,1*	-5	San Sebastián	C	913,1 *	-1
A Coruña	C	863	2	Jaén	C	810	0	Santander	B	923	2
Badajoz	B	767,2*	-1	León	E	2090	-6	Segovia	E	1931	-6
Barcelona	B	655,7 *	2	Lleida	C	1269	-5	Sevilla	B	438,4 *	
Bilbao	C	819,9 *	0	Logroño	D	1404,4 *	-3	Soria	E	2 152	-7
Burgos	E	2 023	-6	Lugo	D	1760	-2	Tarragona	B	739	1
Cáceres	C	991	-1	Madrid	D	1341	-3	Teruel	E	1892	-8
Cádiz	A	292	2	Málaga	A	394	13	Toledo	C	1252	-4
Castellón	B	523	4	Murcia	B	432,5 *	-1	Tenerife	A	-6	15
Ceuta	A	604		Melilla	A	229		Valencia	B	741	0
Ciudad Real	D	1511	-4	Orense	C	967,4*	-3	Valladolid	D	1811	-5
Córdoba	B	662,7 *	-1	Oviedo	C	1200,3 *	-2	Vigo	C	719	2
Cuenca	E	1825	-7	Palencia	D	1810	-6	Vitoria	D	1599,6 *	-4
Girona	C	1119	-3	P. de Mallorca	B	527,4 *	4	Zamora	D	1701	-6
Gijón	C	863	1	Pamplona	D	1603	-5	Zaragoza	C	1150,7 *	-3

GD = Grados-día anuales
Tc = Temperatura de cálculo (mínima media de la localidad)

Tabla 2.2-1



Necesidades energéticas anuales para el servicio de cocina

$$C_{coc} = \frac{P_n}{PCS} * h \quad (\text{Kg} / \text{día})$$

Siendo:

P_n = Potencia nominal de la cocina = 5.160 kcal / h (6.000 W)

PCS = Poder calorífico superior del combustible (kcal / kg) = 11.900 kcal/kg

h = número de horas de funcionamiento al día = 1 h/día

Sustituyendo:

$$C_{coc} = \frac{P_n}{PCS} * h = \frac{5160}{11900} * 1 = 0,43 \text{ kg} / \text{día}$$

Necesidades energéticas anuales para el servicio de calefacción

Para el cálculo de las necesidades energéticas anuales del servicio de calefacción, se emplea la fórmula siguiente:

$$C_c = \frac{P_n * t * G_d}{(t_i - t_e) * \eta * PCI} \quad (\text{kg} / \text{año})$$

Siendo:

- C_c = Consumo de combustible en calefacción (kg)
- P_n = Potencia nominal de la caldera (kcal / h) = 20.640 kcal / h (25.400 W)
- t = Horas de funcionamiento al día = 6 h
- G_d = Grados-día anuales según Tabla 2.2-1 = 2.090
- t_i = Temperatura interior = 20° C (UNE 100002)
- t_e = Temperatura exterior = -6° C (UNE 100001:88)
- η = Rendimiento total de la instalación = 91%
- PCI = Poder calorífico inferior del combustible (kcal / kg) = 11.073 kcal / kg



Sustituyendo:

$$C_c = \frac{20640 * 6 * 2090}{(20 - (-6)) * 0,91 * 11.073} = 987,9 \text{ kg / año} \xrightarrow{\text{año}=365 \text{ días}} 2,74 \text{ kg / día}$$

Necesidades energéticas anuales para el servicio de agua caliente sanitaria

La formula a utilizar es:

$$C_{ACS} = \frac{C * (t_p - t_e) * n * d * C_e}{\eta * PCI} \text{ (kg / año)}$$

En donde:

C_{ACS} = Consumo de combustible en A.C.S (kg)

C = Consumo total diario (l) = 80 l/persona-día * 3 personas = 240 l / día

t_p = Temperatura de preparación = 50° C

t_e = Temperatura de entrada del agua de la red = 15 ° C

n = Número de días de consumo= 365

d = Densidad del fluido = 1 kg / litro

C_e = Calor específico del fluido = 1 kcal / kg °C

η = Rendimiento de la instalación = 91%

Sustituyendo:

$$C_{ACS} = \frac{240 * (50 - 15) * 365 * 1 * 1}{0,91 * 11.073} = 304,3 \text{ kg / año} \xrightarrow{365 \text{ días / año}} 0,84 \text{ kg / día}$$



Necesidades energéticas totales

$$C_{Total} = C_{Calefacción} + C_{ACS} + C_{Cocina} = 2,74 + 0,84 + 0,43 = 4,01 \text{ kg / día} \approx 4 \text{ kg / día}$$

Siendo el valor de la masa en volumen de la fase gaseosa del propano, en condiciones normales, $2,095 \text{ kg/m}^3$, se puede obtener el valor en volumen del consumo total:

$$C_T = \frac{4 \text{ kg / día}}{2,095 \text{ kg / m}^3} = 1,909 \text{ m}^3 / \text{día}$$

El consumo diario de las 830 viviendas objeto del proyecto será:

$$C_{830} = 4 \text{ kg / día} * 830 \text{ viviendas} = 3320 \text{ kg / día}$$
$$C_{830} = 1,909 \text{ m}^3 / \text{día} * 830 \text{ viviendas} = 1584,47 \text{ m}^3 / \text{día}$$



2.3 DEPOSITOS DE ALMACENAMIENTO

2.3.1 AUTONOMÍA DE LA INSTALACIÓN

Según el Reglamento para GLP en depósitos fijos (UNE 60250), el depósito no podrá llenarse más del 85% de su volumen total, considerando la masa específica del producto líquido a almacén a 20 °C. El grado máximo de llenado será el 85 % en volumen, considerando la masa en volumen del gas a 20 °C

Cuando puedan existir grandes diferencias de temperatura en un mismo día, en verano o en invierno, se recomienda no pasar del 80 % el grado de llenado (pensar que en el propano, por cada grado que aumente su temperatura, el volumen aumenta un 0,324 %). Por lo tanto el volumen útil que se considera para almacenamiento será de 65% del volumen geométrico.

La autonomía mínima de la que se dispone, teniendo en cuenta el grado de llenado máximo de los depósitos permitido por UNE 60250 que recordemos es del 85 por ciento, se obtendrá a partir de la siguiente expresión:

$$Autonomia = \frac{V \cdot 0,65 \cdot \mu}{C_d}$$

Siendo:

V = Volumen del depósito en litros

0,65 = Volumen utilizable (0,85 – 0,20)

μ = Densidad del propano líquido = 0,51 kg/litro = 510 kg/m³

C_d = Consumo diario en kg/día

Para determinar el depósito necesario imponemos la autonomía mínima de A=11 días para garantizar el servicio de la instalación dados los medios logísticos y de almacenamiento de que dispone la empresa suministradora Butano, S.A. en la zona, que permite asegurar en todo momento un stock de gas sobradamente suficiente como para garantizar el abastecimiento de la instalación estudiada.



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



Además hay que tener en cuenta que el consumo adoptado es el máximo previsto con todas las viviendas demandando servicio al mismo tiempo y en las condiciones más exigentes de utilización

El período de autonomía que se va considerar para este Proyecto será de 11 días y, por lo tanto, calcularemos el consumo total para ese período:

Para 11 días de autonomía el volumen del depósito será:

$$V = \frac{\text{Autonomía} \cdot C_D}{0,65 \cdot \mu} = \frac{11 \cdot 3320}{0,65 \times 510} = 110,166 \text{ m}^3 = 118.371 \text{ litros}$$

2.3.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

Los depósitos aéreos presentan, respecto a los enterrados, una mayor facilidad de inspección, limpieza y mantenimiento, mientras que los enterrados resultan más estéticos y con mejor protección mecánica contra agentes externos y requieren menor espacio utilizado ya que las distancias de seguridad a mantener son menores.

Los depósitos enterrados requieren una obra civil más costosa que los aéreos (se ha de pensar en las pruebas de presión reglamentarias). Por otro lado, su vaporización se ve disminuida en zonas normales.

Se eligen unos depósitos enterrados debido a la cercanía al núcleo urbano y a la carretera y el impacto visual que estos pueden producir. También se ha tenido en cuenta la protección de los enterrados frente a agentes externos.

Dentro del catálogo de depósitos de GLP del fabricante LAPESA, se seleccionan dos depósitos modelo LP59E-22

Tabla 2.3-1: Catálogo depósitos LAPESA

DEPÓSITOS ESTÁTICOS PARA G.L.P.

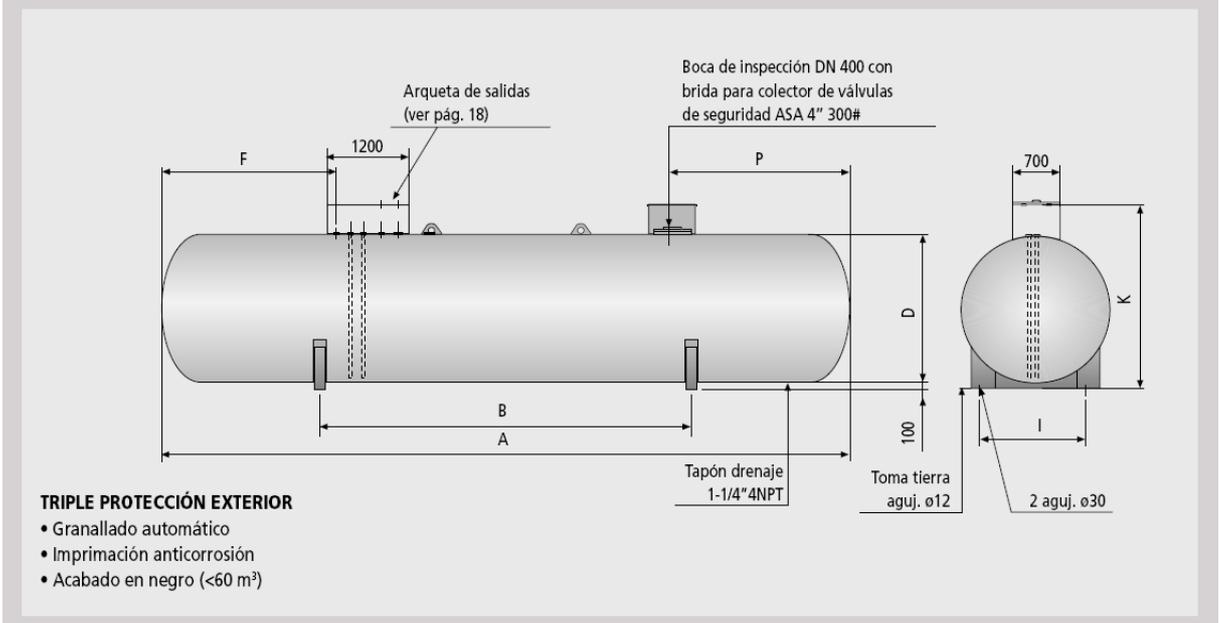
DIÁMETROS 2.200 y 2.450 mm



Tabla de características para diámetro 2.200

Modelo Lapesa (Ref.)	Capacidad Nominal (litros)	Propano Almacenado (Kg.)	Superficie total (m ²)	Peso en vacío aproximado (Kg.) (1)	Descarga mínima de válvula de seguridad (m ³ /min. aire)		DIMENSIONES EN MILIMETROS									
					Aéreo	Enterrado	A	B	D	F	G	H	I	K	L	P
LP 23 ^a -22	23.000	9.660	48,4	5.370	256,5	179,6	6.590	2.300	2.200	1.073	2.843	500	1.560	2.776	300	1.523
LP 26 ^a -22	26.300	11.046	54,5	6.030	282,8	197,9	7.480	4.300	2.200	1.473	2.873	500	1.560	2.776	300	1.923
LP 28 ^a -22	28.000	11.760	57,6	6.350	295,9	207,1	7.930	4.300	2.200	1.723	2.373	500	1.560	2.776	300	2.173
LP 30 ^a -22	29.650	12.453	60,7	6.680	308,9	216,2	8.370	4.800	2.200	1.623	2.333	500	1.560	2.776	300	2.073
LP 33 ^a -22	32.900	13.818	66,8	7.340	334,1	233,9	9.260	5.500	2.200	2.173	2.843	500	1.560	2.776	300	2.623
LP 36 ^a -22	36.200	15.204	73,0	7.990	359,3	251,5	10.160	5.500	2.200	2.173	3.623	500	1.560	2.776	300	2.623
LP 38 ^a -22	37.900	15.918	76,0	8.320	371,4	260,0	10.600	6.000	2.200	2.173	3.623	500	1.560	2.776	300	2.623
LP 40 ^a -22	39.600	16.632	79,1	8.690	383,8	268,6	11.050	6.700	2.200	2.173	3.723	500	1.560	2.776	300	2.623
LP 43 ^a -22	42.900	18.018	85,3	9.300	408,3	285,8	11.940	6.700	2.200	3.673	3.723	500	1.560	2.776	300	4.123
LP 46 ^a -22	46.200	19.404	91,4	9.960	432,1	302,4	12.830	7.100	2.200	4.173	3.723	500	1.560	2.776	300	4.623
LP 48 ^a -22	47.800	20.076	94,5	10.290	444,0	310,8	13.270	8.600	2.200	4.173	4.123	500	1.560	2.776	300	4.623
LP 50 ^a -22	49.500	20.790	97,6	10.610	455,9	319,2	13.720	8.600	2.200	4.173	4.723	500	1.560	2.776	300	4.623
LP 53 ^a -22	52.800	22.176	103,7	11.320	479,2	335,4	14.610	8.900	2.200	4.873	4.123	500	1.560	2.776	500	5.323
LP 56 ^a -22	56.100	23.562	109,9	11.980	502,6	351,8	15.500	9.700	2.200	4.873	3.623	500	1.560	2.776	500	5.323
LP 58 ^a -22	57.700	24.234	113,0	12.310	514,1	359,9	15.950	10.200	2.200	4.873	4.123	500	1.560	2.776	500	5.323
LP 59 ^a -22	59.400	24.948	116,0	12.630	525,3	367,7	16.390	10.600	2.200	4.873	4.623	500	1.560	2.776	500	5.323
LP 63A-22	62.700	26.334	122,2	13.290	548,2	383,8	17.280	10.000	2.200	6.423	500					500
LP 66A-22	66.000	27.720	128,3	13.950	570,6	399,4	18.170	10.000	2.200	6.623	500					500
LP 68A-22	67.700	28.434	131,4	14.280	581,8	407,3	18.620	10.000	2.200	6.623	500					500
LP 69A-22	69.300	29.106	134,5	14.600	593,1	415,2	19.060	10.000	2.200	6.623	500					500
LP 73A-22	72.600	30.492	140,6	15.260	615,0	430,5	19.960	11.000	2.200	7.123	500					500
LP 76A-22	75.900	31.878	146,8	15.910	637,2	446,0	20.490	11.000	2.200	7.623	500					500
LP 78A-22	77.600	32.592	149,9	16.240	648,2	453,8	21.290	12.000	2.200	8.123	500					500
LP 79A-22	79.200	33.264	152,9	16.570	658,8	461,2	21.740	12.000	2.200	8.123	500					500

Depósitos enterrados: diámetros 2.200 y 2.450



Las características fundamentales de los depósitos son las siguientes

Marca :	LAPESA
Modelo :	LP-59 E-22
Forma :	Cilíndrica horizontal
Materiales	
Virolas :	Acero Siemens St. 52,3
Fondos :	Acero Siemens St. 52,3
Características unitarias	
Longitud total:	16.390 mm.
Diámetro exterior:	2.200 mm.
Volumen total:	59,4 m ³
Superficie exterior:	116 m ²
Contenido en kg.:	24.948 kg
Peso en vacío aprox.:	12.630 kg
Datos técnicos	
Presión de diseño:	17 kg/cm ²
Presión de prueba	24'31 kg/cm ²



Figura 2.3-1: Deposito de GLP, LAPESA de 59,4 m³ enterrado



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



La autonomía de la instalación en la época punta de invierno, dado el consumo máximo diario suponiendo que el 100% de las viviendas del municipio estuvieran abonadas (830 viviendas) de 4 kg/día y supuesta una reserva mínima de gas del 20 % de capacidad, la autonomía será de 11 días. Suponiendo que el 50 % de las viviendas del municipio se abonen, el consumo máximo diario sería de 2180 kg/día, la autonomía será de 23 días.

$$\text{Autonomía} = 2 \times 59,4 \text{ m}^3 \times (0,85 - 0,20) \times 510 \text{ kg/m}^3 / 3320 \text{ kg/día} = 11 \text{ días}$$

$$\text{Autonomía} = 2 \times 59,4 \text{ m}^3 \times (0,85 - 0,20) \times 510 \text{ kg/m}^3 / 1660 \text{ kg/día} = 23 \text{ días}$$

Que es suficiente para garantizar el servicio de la instalación dados los medios logísticos y de almacenamiento de que dispone LA EMPRESA SUMINISTRADORA-BUTANO, S.A. en la zona, que permite asegurar en todo momento un stock de gas sobradamente suficiente como para garantizar el abastecimiento de la instalación.

Además hay que tener en cuenta que el consumo adoptado es el máximo previsto con todas las viviendas demandando servicio al mismo tiempo y en las condiciones más exigentes de utilización.

2.3.3 CALCULO DE LA VAPORIZACIÓN

Los GLP se transportan y almacenan en recipientes, en estado líquido, pues en este estado ocupan un volumen unas 250 veces menor que en el gaseoso. En los recipientes, la fase líquida ocupa la parte inferior y el vapor, la superior a modo de burbuja, coexistiendo en equilibrio de presiones.



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



Como el consumo de GLP se hace, en general, en estado gaseoso, es necesario que los GLP pasen al estado de vapor antes de que lleguen al aparato. La vaporización puede ser natural o forzada:

- Vaporización natural: Cuando el gas sale directamente del recipiente que lo contiene, al abrir la llave que éste lleva en su parte superior.
- Vaporización forzada: Se produce cuando se calienta de forma artificial la fase líquida para provocar la vaporización.

La vaporización forzada puede ser necesaria en algunos casos:

- Cuando el caudal de gas requerido en la instalación es superior al que se puede obtener con vaporización natural.
- Cuando las temperaturas ambientales son muy bajas, lo que impide que se vaporice lo suficiente.
- Cuando se requiere una mezcla constante del GLP, ya que en la vaporización natural se provoca un cierto enriquecimiento de las fracciones pesadas (C4) en la parte que va quedando en el depósito.
- Comprobación de la vaporización natural del depósito:

En un depósito coexisten como se ha dicho, las dos fases o estados, esto es, líquido y vapor.

Cuando del depósito vamos extrayendo gas para su consumo, se va reduciendo la presión de la fase vapor rompiéndose el equilibrio entre las dos fases. Como consecuencia de ello, se produce la vaporización natural de la fase líquida para tender a recuperar el equilibrio perdido.

La presión de equilibrio es la llamada tensión de vapor, expresada en bar abs., por debajo de la cual el líquido se evapora (al realizarse una toma o al enfriarse) y por encima, el gas se condensa y se vuelve líquido (al calentarse o aumentar la presión).



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



La tensión de vapor varía directamente con la temperatura a la que se encuentra el gas.

Para que se produzca la vaporización del líquido se necesita calor. A ese calor se le llama calor latente de vaporización (CLV).

La vaporización natural del GLP en el recipiente se produce primero absorbiendo calor del propio líquido y del exterior después, a través de las paredes del propio envase y precisamente de las paredes mojadas por el líquido. Al enfriarse el líquido, éste roba calor a las paredes que moja.

Realizándose una toma de gas moderada, el líquido mantiene su temperatura pues todo el calor necesario para la vaporización se va tomando del exterior. En el caso de que se solicitara del recipiente un caudal excesivo, el enfriamiento del líquido no podrá ser compensado por el calor procedente del exterior que resultará insuficiente. Si la toma de gas es de larga duración, la fase líquida puede enfriarse tanto que la presión del gas que salga del recipiente, resulte inferior a la presión mínima del regulador situado a la salida del mismo, y como consecuencia de ello se producirá un mal funcionamiento de la instalación.



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



Para determinar el caudal que un depósito puede vaporizar de forma natural, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q = p \cdot S \cdot K(T_e - T_g) / CLV$$

donde:

- Q Caudal másico de vaporización en kg/h.
- p Porcentaje de superficie del depósito en contacto con el líquido mojada.
Para un 20 % de llenado se toma: $a = 0,337$ y para un 30 % vale $0,406$.
- S Superficie del tanque de almacenamiento en m^2
- K Coeficiente de transmisión de calor a través de las paredes del depósito.
Depende de la humedad relativa ambiental y del viento. Para situación normal y viento en calma se obtiene un valor de $K = 0,014 \text{ kW/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$.
Ahora bien, como valor promedio de diferentes situaciones se toma para depósitos aéreos $K = 0,0116 \text{ kW/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ y para depósitos enterrados se toma $K = 0,0086 \text{ kW/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ ($K = 8,4 \text{ kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$)
- T_e Temperatura exterior mínima media prevista, del ambiente en el que está instalado el depósito. (5° C para depósitos enterrados).
- T_g Temperatura de equilibrio líquido-gas del gas en el interior del depósito.
Depende de la temperatura de vaporización que se corresponde con la presión de servicio de la red. Puesto que la presión de red es de $1,75 \text{ bar}$, se toma el valor: $T_g = -20 \text{ }^\circ\text{C}$
- CLV Calor latente de vaporización del propano. Se toma un valor de $0,11 \text{ kWh/kg}$ ($94,5 \text{ kcal/kg}$, a la temperatura de ebullición o vaporización).
La temperatura de ebullición del propano depende de la presión. ($-20 \text{ }^\circ\text{C}$ a la presión de $1,75 \text{ bar}$).



Considerando un 20 % de llenado de los depósitos y teniendo en cuenta que la superficie de los mismos es de 116 m² se tiene que:

$$Q = \frac{K \cdot S \cdot p \cdot (T_e - T_g)}{CLV} = \frac{8,4 \text{ Kcal/h m}^2 \cdot \text{C} \times 116 \text{ m}^2 \times 0,336 \times (5 + 20)^\circ \text{C}}{94,5 \text{ kcal/Kg}} = 86,613 \text{ Kg/h}$$

Este valor coincide con el aportado por los ábacos del fabricante de depósitos, para un depósito de 59,4 m³ y una presión de servicio de 1,75 bares.

Luego para los 2 depósitos la vaporización natural será de:

$$87,07 \text{ kg/h} \times 2 = 174,14 \text{ kg/h}$$

El Consumo punta (caudal común simultáneo, Q_{sc}), obtenido en la ecuación (2.1.1.1) es de 900 kg/h.

Por lo tanto la vaporización natural (174,14 kg/h) es inferior a la prevista como necesaria para el 100% de las viviendas. Luego se necesita EVAPORIZADOR

2.3.4 VÁLVULAS DE SEGURIDAD DE LOS DEPÓSITOS

Es el elemento conexasionado a un depósito de almacenamiento de G.L.P. destinado a aliviar la presión del interior del depósito cuando ésta excede de 20 kg/cm².

Características

Son de sistema de resorte y se instalan en la parte superior del depósito.

Según la norma UNE 60250 "Instalaciones de suministro de gases licuados del petróleo (GLP) en depósitos fijos para su consumo en instalaciones receptoras", los depósitos, tanto aéreos como enterrados, cuyo volumen geométrico unitario supere los 20 m³, dispondrán de al menos dos válvulas de seguridad, de forma que la capacidad de descarga del conjunto, quedando una válvula en reserva, sea capaz de evacuar el caudal de descarga.



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



Estarán conectadas mediante un dispositivo que pueda dejar fuera de servicio cualquiera de las válvulas, acoplado automáticamente la de reserva.

El cierre dispone de un muelle que se encuentra tarado a 20 kg/cm² (aprox. 20 bar), con lo que al elevarse la presión en el interior del depósito, vence a la presión del muelle y el gas se libera al exterior hasta que la presión en el interior del depósito es menor que la ejercida por el muelle y la válvula se vuelve a cerrar.

El caudal de descarga que, como mínimo, deben suministrar las válvulas de seguridad, debe ser tal que la presión en el interior de los depósitos no llegue a sobrepasar en un 20 por 100 la presión de apertura de las mismas y se pueden calcular utilizando la fórmula:

$$G = 10,6552 \times S^{0,82}$$

donde G es el caudal de aire en metros cúbicos por minuto a 15° C y presión atmosférica, y S representa la superficie del depósito expresada en metros cuadrados.

Teniendo en cuenta que la superficie de los depósitos es de 116 m², se obtiene:

$$G = 10.6552 \times 116^{0,82} = 525,312 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Para obtener el caudal de GLP se dividirá el resultado G por el factor de corrección Y en donde P es la presión de tarado de la válvula de seguridad en bar.

$$Y = 1,2 \sqrt{1 - \frac{P}{785}} \quad Y = 1,2 \sqrt{1 - \frac{20}{785}} = 1,4286 \quad \frac{G}{Y} = \frac{525.312}{1.4286} = 367.7 \text{ m}^3/\text{min.}$$

El caudal de GLP a descargar por la válvula será de: 367,7 m³/min.



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



De esta forma, se adoptan válvulas de tipo resorte de la marca REGO modelo 8573 que pueden descargar un caudal superior.

DEPÓSITOS ESTÁTICOS PARA G.L.P. DIÁMETROS 2.200 y 2.450 mm



Tabla de características para diámetro 2.200

Modelo Lapesa (Ref.)	Capacidad Nominal (litros)	Propano Almacenado (Kg.)	Superficie total (m²)	Peso en vacío aproximado (Kg.) (1)	Descarga mínima de válvula de seguridad (m³/min. aire)		DIMENSIONES EN MILIMETROS									
					Aéreo	Enterrado	A	B	D	F	G	H	I	K	L	P
LP 59 ^a -22	59.400	24.948	116,0	12.630	525,3	367,7	16.390	10.600	2.200	4.873	4.623	500	1.560	2.776	500	5.323

Colectores para válvulas de seguridad

Se puede elegir, a través de esta tabla, el tipo de colector en función de la descarga que necesita el depósito o de la superficie que tiene.

Marca	CAEN				REGO	
	Modelo	CDS	CTS	CCS	8572	8573
Descarga del colector (m³ / min. aire)	403	806	1209	300	601	910
AEREOS: Superficie máx. admisible del depósito (m²)	84	195,5	320,5	58,6	136,7	226,7
ENTERRADOS: Superficie máx. admisible del depósito (m²)	129,7	302,1	495,2	90,5	211,2	350,2

Las descargas de los colectores están realizadas para un presión de apertura de 20 bar y al 20% de sobrepresión.
Válvulas de colectores taradas a 20 bar.
Conexión de colector a tanque: ASA 4" 300#

Multiport™ Pressure Relief Valve Manifold Assemblies for Large Storage Containers

Designed especially for use as a primary relief device on large stationary pressurized storage containers with flanged openings. These manifolds incorporate an additional relief valve, not included in the flow rating, allowing for servicing or replacement of any one of the relief valves without evacuating the container. The handwheel on the manifold selectively closes off the entrance port to the relief valve being removed while the remaining relief valves provide protection for the container and its contents. All manifold flow ratings are based on flow through the relief valves after one has been removed for service or replacement.



Part Number	Consists of	For Use With:	For Connection To:	Number Required
7560-55	1-Bolt Stud and Nut	All Rego Multiports™	Modified 3" - 300# and 4"-ASA 300# Welding Neck Flange	8
7560-56			Manifold Cover Plate	

Part Number	Start To Discharge Setting PSIG	Application		Container Flange Connection	Quantity	Relief Valve			Flow Capacity SCFM/Air** At 120% of Set Pressure	
		LP-Gas	NH ₃			Part Number	Inlet Connection M. NPT	Accessories Pipeway Adapters	UL Rating	ASME Rating
A8563G	250	Yes		3"-300#*	3	A3149MG	2½"	****	18,500 (2)	Not Applicable
A8564G					4				27,750 (3)	
AA8573G		No	Yes	4"-300#	3	AA3135MUA250	1¼"	AA3135-10****	11,400 (2)	
AA8573G					4				18,500 (2)	
A8573G		Yes			4			27,750 (3)		
A8574G					3					18,300 (2)
A8563AG	250	Yes	Yes	3"-300#*	3	A3149G	2½"	****	Not Applicable	18,300 (2)
A8564AG					4					27,400 (3)
A8573AG				3	18,300 (2)					
A8574AG				4	27,400 (3)					

* For use with modified 300# ANSI flange with 4" port.

*** 2" F. NPT outlet connection.

** Flow rating based on number of relief valves indicated in parenthesis (). Flow rates shown are for bare relief valves. Adapters and pipeways will reduce flow rates as discussed in forewording information.

**** Outlet 3½-9N (F) thread, will accept 3" M. NPT pipe thread.

REGO. Pressure Relief Valves & Relief Valve Manifolds



2.3.5 PUNTO MÁXIMO DE LLENADO

El Indicador de nivel consiste en un grifo (llave con salida a la atmósfera) con tubo sonda, de longitud hasta el nivel máximo calculado, que no debe ser sobrepasado durante el llenado. Este dispositivo suele ir integrado en una “multiválvula” en depósitos pequeños y junto con el manómetro, en los grandes

El orificio de salida de gas al exterior es de pequeño diámetro, 1,5 mm., y su eje orientado de tal forma que se evite que el gas incida sobre las personas.

Cuando se prevea durante el llenado que se va a alcanzar el 85% de llenado, se abrirá este grifo por donde saldrá fase gaseosa. Las oleadas del líquido formadas por el propio chorro del GLP que se trasvasa, anuncian con intermitentes salidas de fase líquida (formación de nube), que se está alcanzando el máximo nivel previsto, por lo que se ha de proceder a la interrupción del trasvase.

La longitud del tubo sonda depende del tamaño del depósito y del resalte para colocar la varilla.

Para un grado máximo de llenado del 85% la longitud del indicador fijo de máximo llenado se calcula mediante la fórmula práctica:

$$L = 0,225 \times D + H$$

Siendo:

L= longitud de la varilla (mm.)

D= diámetro del tanque = 2200 mm.

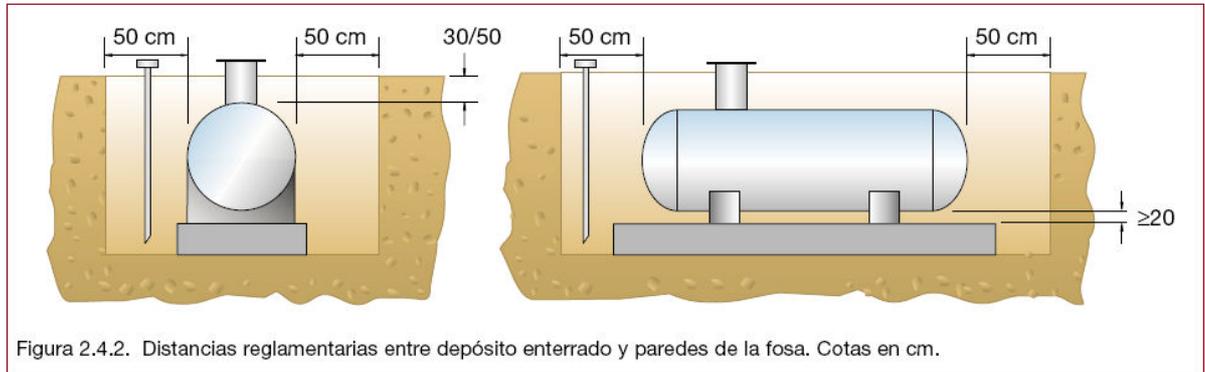
h= resalte para colocar la varilla = 30 mm.

Sustituyendo:

$$L = 0,21 \times 2200 + 30 = 492 \text{ mm.}$$

Se selecciona una Llave de punto alto y manómetro del fabricante Rego ref.: 2805 C y conexión $\frac{3}{4}$ ” NPT.

2.3.6 CÁLCULO DE LA FOSA Y SOLERA DE LOS DEPOSITOS



La solera para soportar al depósito y evitar la eventual flotación tendrá un espesor mínimo de 15 cm

Para evitar la flotación de los depósitos, en el caso más desfavorable de encontrarse éstos vacíos, al descubierto y sumergidos en agua, se han de anclar, mediante zuncho, pernos, etc., a una solera de hormigón armado de suficiente masa, que compensen dicho empuje ascendente de flotación. Evitar el contacto del depósito con otros cuerpos metálicos.

Sea un depósito de 59,4 m³ de volumen de almacenamiento (Va). Su diámetro es de 2,2 m y su longitud total de unos 16,4 m.

- La superficie de la plataforma serán como mínimo la de la proyección vertical del depósito. En este caso, 16,4 x 2,2 m.
- Superficie real: 16,4+0,5+0,5= 17,4 ; 2,2 +0,5+0,5= 3,2
- Masa de agua desalojada: $Ma = Va \times \rho = 59,4 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ kg/m}^3 = 59\ 400 \text{ kg}$
- Tara (masa) del depósito: $T = 12\ 630 \text{ kg}$
- Empuje vertical ascendente resultante:
- $E = (Ma - T) \times g = (59400 - 12630) \times g = 46770 \times g$

siendo $g = 9,81$ la aceleración de la gravedad



Valores para la solera:

- Masa de la solera: $M_s = E/g = 46770 \times g / g = 46770 \text{ kg}$
- Volumen de la solera: Para una masa en volumen del hormigón de $\rho=2400\text{kg/m}^3$, la solera deberá tener un volumen de:

$$V_s = M_s / \rho = 46770 / 2400 = 19,48 \text{ m}^3$$

- Espesor de la solera: Al ser el volumen $V = e \times 3,2 \times 17,39 = 19,48 \text{ m}^3$; despejando el espesor: $e = 19,48/55,64 = 0,35 \text{ m}$
- Si tomamos un espesor de 0,36 m, la masa de la solera será:
- $(17,39 \times 3,2 \times 0,36) \times 2400 = 48.080 \text{ kg}$ que supera el empuje vertical ascendente por flotación calculado anteriormente ($46770 \cdot g \text{ kg}$).

Para frenar el agrietamiento o quebrantamiento del hormigón, se pondrá un enmallado de 10 mm con una resistencia de 4 100 kg/cm².

Dimensiones de la solera definitiva: 17,39 x 3,2 x 0,36 m

2.3.7 ESPÁRRAGOS DE SUJECCIÓN

Si por cada apoyo del depósito se colocan un espárrago, cada uno soportará la cuarta parte del esfuerzo vertical.

Para el cálculo de los espárragos de sujeción se ha tenido en cuenta:

- $T_u = E/n = 46770/4 = 11692,5 \times g$ por espárrago
- siendo:
- $T_u =$ Tensión unitaria
- $E =$ esfuerzo vertical ascendente
- $n =$ número de espárragos
- $g =$ aceleración de la gravedad



Para un coeficiente de trabajo de $C_t = 4100 \times g$ del acero (tetracero, en kg/cm^2), resulta necesaria una sección de:

$$S = T_u / C_t = (11692,5 \times g) / (4100 \times g) = 2,85 \text{ cm}^2 \text{ por espárrago}$$

Para la que se precisa un diámetro:

$$D = \sqrt{\frac{2,85}{\pi}} = 0,95 \text{ cm} \text{ Se eligen espárrago de 1 cm de diámetro.}$$

2.3.8 PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSION DE LOS DEPÓSITOS

PROTECCIÓN PASIVA

Los depósitos irán pintados contra la corrosión mediante un revestimiento continuo a base de brea de hulla, betún de petróleo, materias plásticas y otros materiales, de forma que la resistencia eléctrica, adherencia al metal, impermeabilidad al aire y al agua y resistencia mecánica, sean adecuadas a la naturaleza del terreno donde está enterrado

PROTECCIÓN ACTIVA. CATODICA

La finalidad de la protección catódica es garantizar un potencial entre el depósito y el terreno que medido respecto al electrodo de referencia cobre-sulfato de cobre, sea igual o inferior a $-0,85 \text{ V}$. Dicho potencial debe ser de $-0,95 \text{ V}$ como máximo cuando haya riesgo de corrosión por bacterias sulfatorreductoras

La protección catódica consiste en polarizar negativamente una superficie metálica hasta alcanzar un grado de polarización.

El potencial de inmunidad del acero respecto al electrodo Cu/CuSO_4 saturado es de -850 mV .

Para obtener esta protección catódica se utilizarán ánodos de sacrificio.

Los ánodos se colocarán equidistantes y estarán conectados entre sí mediante cables metálicos enfundados disponiendo de terminales adecuados para realizar la unión que irá protegida contra la corrosión mediante un producto aislante. La unión del conductor metálico con el depósito se realizará mediante soldadura aluminotérmica (Método Cadwell).

Los ánodos a emplear tendrán las siguientes características cada uno:

– Material ánodo:	Magnesio
– Referencia Comercial:	WW – 823
– Longitud:	L = 823 mm.
– Diámetro:	D = 22 mm.
– Peso total:	Pt = 0,60 kg
– Peso neto:	P = 0,45 kg
– Capacidad de corriente:	C = 2 210 kg
– Potencial del ánodo:	V2 = - 1,50 V



- Resistividad arena inerte: $\rho = 100\,000 \Omega \text{ cm}$
- Densidad de corriente estimada tomada para el electrolito existente (arena) y cátodo a proteger (acero) es: $D = 3,5 \times 10 \text{ A/m}^2$
- El radio equivalente del ánodo (r_e) es el radio de un cilindro de igual superficie transversal que el ánodo, cuando éste se haya consumido en un 40 %. $r_e = 0,66 \text{ cm}$
- Resistencia del ánodo: $R = \rho / (2\pi L) \times [(Ln 4L/r_e) - 1]$
 - R : Resistencia del ánodo, expresada en Ohmios.
 - ρ : Resistividad del medio en que se encuentra instalado el ánodo.
 - L : Longitud de los ánodos, expresada en centímetros.
 - r_e : Radio equivalente de los ánodos, expresado en centímetros.

Luego sustituyendo valores: $R = 1007,95 \Omega$



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



- Intensidad de corriente que podrá suministrar cada ánodo:

$$I = 1,50 - 0,85 / 1007,95 = 6,45 \times 10 \text{ A}$$

- Vida de los ánodos: $V = C \times P \times Fu / 8760 \times I$; $V = 49,28$ años

Siendo:

- C : Capacidad de corriente del ánodo, expresada en amperios hora por kilogramo.
- P : Peso neto del ánodo, expresado en kilogramos.
- μ : Rendimiento del ánodo en el electrolito = 0,40.
- Fu : Factor de utilización o utilidad de cada ánodo (Se toma 0,7 para el caso de arena inerte).
- I : Intensidad de corriente, expresada en amperios
-
- Número de ánodos a instalar: $N = d \times S / I$
- d : Densidad de corriente estimada, expresada en amperios por metro cuadrado.
- S : Superficie del depósito ($S = 116 \text{ m}^2$).
- I : Intensidad capaz de proporcionar cada ánodo, expresada en amperios.

Luego se colocarán en principio 70 ánodos para cada depósito en el interior de la fosa de la forma indicada en el Plano 5: Foso Depósito que deberán ser comprobados mediante medición en campo una vez instalados.



2.4 EQUIPO DE VAPORIZACIÓN

El vaporizador es el aparato destinado a suministrar el caudal gaseoso de G.L.P. necesario para el consumo de la instalación, cuando los depósitos no son capaces de suministrarlo por vaporización natural.

Se dimensionan de acuerdo con el consumo de la instalación en kg/hora y sobredimensionando el mismo, ya que debe dar la demanda de gas, en las horas punta en kg/h. El vaporizador debe dar más de la demanda punta de la instalación (900 kg/h)

De acuerdo con los datos recogidos en las bases de diseño y los cálculos realizados, la demanda punta es de 900 kg/h. Se sobredimensiona en un 30% es decir $Q_v = 1,3 \cdot Q_p = 1,3 \cdot 900 = 1170 \text{ kg/h}$

Conocido el consumo aproximado, se escoge entre las capacidades nominales el modelo VP1500N con capacidad de vaporización de 1500 kg/h suficiente para cubrir la demanda de nuestra instalación.

(*) Modelos más usuales

Modelos	Capacidad de vaporización nominal (Kg./h.)	Salida K	H	Peso (Kg.)
VP750N	750	DN 50	1672	656
VP1000N	1000	DN 80	1872	712
VP1500N	1500	DN 80	2262	823
VP2000N	2000	DN 80	2652	933

DATOS TÉCNICOS
<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones nominales de funcionamiento: <ul style="list-style-type: none"> - Temperatura entrada de agua: 60 °C - Presión de vaporización: 3 bar • Presión de diseño: 20 bar • Bridas DIN PN 25 (PN 40) en conexiones

También se puede seleccionar el modelo 500.2 del Fabricante Teyco

TIPO	CAPACIDAD (Kg/h)	POT. MIN (Kcal/h)	Φ CUERPO (mm)
TEYCO 700	4000	420000	711
TEYCO 600	3500	380000	610
TEYCO 550	3000	320000	558
TEYCO 500.1	2000	210000	508
TEYCO 500.2	1500	160000	508
TEYCO 400	1000	110000	406
TEYCO 300.1	750	80000	323
TEYCO 300.2	600	70000	323

2.4.1 GENERADOR DE CALOR PARA EL VAPORIZADOR

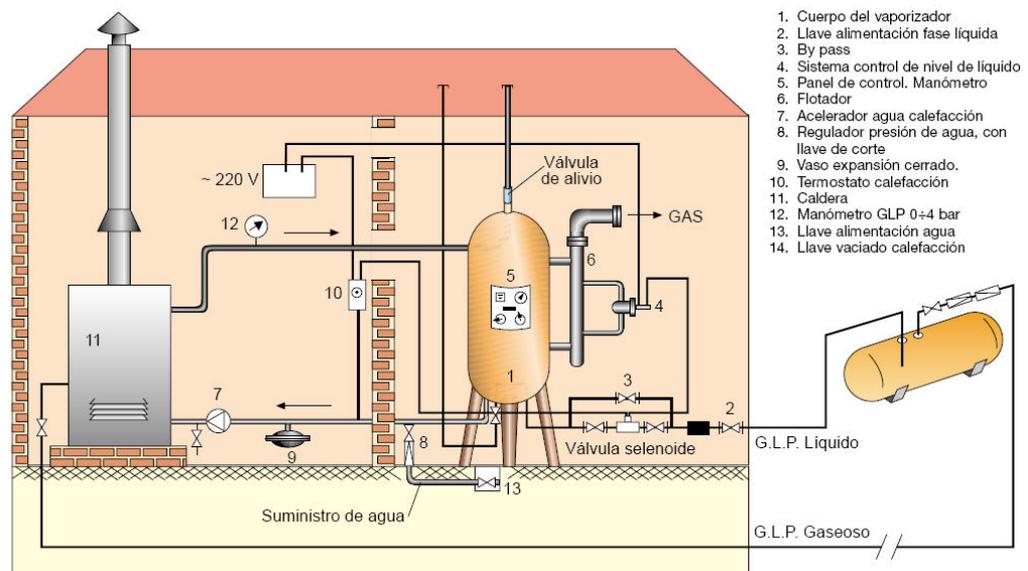
El siguiente paso es dimensionar la potencia de la caldera de gas necesaria para funcionar conjuntamente con el vaporizador.

Para ello se parte de los siguientes datos.

- El calor de vaporización del propano comercial se estima en 94,5 kcal/kg, a este calor habrá que añadirle las pérdidas térmicas de la instalación.
- El rendimiento de la instalación estará entorno al 91%, con lo cual la potencia útil de la caldera será:
- Potencia útil= 94,5 kcal/kg x 900 kg/h = 85.050 kcal/h (98,89 kW)
- Teniendo en cuenta el rendimiento:
- Potencia nominal= 85050 kcal/h / 0,91= 93.461 kcal/h (108,67 kW)

Se elige un generador (caldera) Ferrolli modelo Pegasus F3 N2S de 119 kW

$$\text{Consumo Caldera} = \frac{P_n}{PCS} = \frac{119 \text{ kW/h}}{13,84 \text{ kWh/Kg}} = 8,6 \text{ Kg/h}$$





2.5 DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

2.5.1 EXTINTORES DE INCENDIOS

Según la norma UNE 60250, para centros de almacenamiento clasificados como Categoría E-120 y dotados de equipo de vaporización corresponde colocar la materia extintora (polvo químico seco o PQS) siguiente:

a) Por volumen de almacenamiento:

La instalación E-120 dispondrá de materia extintora en una proporción de 1 kg de polvo químico seco por cada metro cúbico de volumen geométrico de capacidad de almacenamiento con un mínimo de dos extintores de eficacia mínima unitaria de 34A-183B-C, adoptando el valor inmediato superior de la escala normalizada.

Por tener capacidad mayor de 5 m³, al menos dos de los extintores serán de eficacia unitaria mínima de 34A-183B-C.

b) Por caseta de equipo de vaporización:

Se deberá instalar al menos un extintor de eficacia mínima 34A-183B-C como dotación suplementaria a lo establecido anteriormente.

Por el primer concepto, dado que el volumen geométrico unitario de cada depósito es de 59,4 m³, y el volumen total de almacenamiento (59,4 x 2 = 118,8 m³), serán necesarios 118'8 kg de PQS, con un mínimo de dos extintores de eficacia mínima de 34A-183B-C.

Por el segundo concepto será instalará al menos un extintor de eficacia mínima 34A-183B-C.



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



El PQS se suministra en extintores: Botellas, resistentes a la presión del gas impulsor (nitrógeno a 15 a 20 bar), que contienen cantidades normalizadas de agente extintor (12, 25, 50, 100 kg, etcétera). El nitrógeno a utilizar se debe encontrar en una botella recargable, adosada al extintor, que sólo se abre en el momento de la utilización.

EFICACIA DE EXTINTORES PORTÁTILES	
UNE 23-110-96	
CÓDIGOS DE EFICACIA	SIGNIFICADO
8A, 13A, 21A, 27A, 34A, 55A,...	Número: Longitud en dm del lado de un entramado de madera ardiendo de sección transversal constante y sobre un pedestal metálico que el extintor es capaz de apagar, según se establece en el ensayo normalizado. Letra A: Clase de fuego – SÓLIDOS
8B, 13B, 21B, 34B, 55B, 89B, 113B,...	Número: Litros de combustible normalizado (gasolina de aviación) ardiendo sobre bandejas circulares de diámetros especificados, que el extintor es capaz de apagar Letra B: Clase de fuego – LÍQUIDOS
C	Número : Carece Letra C: Clase de fuego – GASES

Ejemplo: 34A-183B-C. Es capaz de apagar:

- Un madero de 34 dm de lado (34A).
- 183 litros de gasolina de aviación (183B)
- Válido para apagar gases (C)

Se seleccionan dos extintores Marca IBEREXT de 50 kg eficacia 89A-610B y uno de 25 kg de eficacia 55A-377B.

Para el exterior de la caseta del equipo vaporizador uno de 12 kg de la marca PARSI y eficacia 55A 233B C



2.5.2 VENTILACIÓN DE CASETA DEL VAPORIZACIÓN

Según la UNE 60250 “Instalaciones de suministro de gases licuados del petróleo (GLP) en depósitos fijos para su consumo en instalaciones receptoras”, esta caseta debe tener, como mínimo, dos rejillas de ventilación a menos de 10 cm del suelo, con una superficie mínima equivalente a 1/10 de la superficie de la planta, expresadas ambas en metros cuadrados.

Dichas rejillas de ventilación deben estar repartidas en dos paramentos opuestos o al menos en extremos opuestos del mismo paramento, incluidas puertas, y deben estar protegidas por malla metálica y su altura debe ser inferior a su longitud.

Luego, la superficie de cada una de las dos rejillas de ventilación dado que se prevé una caseta de 3,15 x 3,25 m será de:

$$\frac{1}{2} \times \frac{1}{10} \times 3,15 \text{ m} \times 3,25 \text{ m} = 0,51 \text{ m}^2$$

Por tanto, se colocarán dos rejillas de 100 cm x 50 cm, cuya superficie es más que suficiente teniendo en cuenta también la rejilla inferior de la puerta de dimensiones 80 cm x 35 cm

2.5.3 VENTILACIÓN DE CASETA DE LA CALDERA

Al tener la caseta para alojamiento del equipo de calefacción la misma superficie en planta que la caseta de vaporización, se colocaran rejillas de idéntico tamaño al de la citada caseta de vaporización.

Es decir, se colocarán dos rejillas de 100 cm x 50 cm



2.6 ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDIDA

2.6.1 CÁLCULO DE LOS FILTROS

El calibre del filtro se determina por el tipo de gas, presión de servicio y pérdida de carga admisible según la norma UNE 19.002/52

Calculo del filtro según la ecuación:

$$Q = kg \cdot \sqrt{P_{salida\ absoluta} \cdot \Delta P_{max.\ admisible}}$$

$$P_{salida\ absoluta} = P_{entrada\ absoluta} - \Delta P_{max.\ admisible}$$

Datos de partida:

$$\Delta P_{max} = 0,1 \text{ bar}$$

$$P_{entrada} = 17 \text{ Kg} / \text{cm}^2 \times \frac{1 \text{ bar}}{1.0197 \text{ Kg} / \text{cm}^2} = 16.67 \text{ bar}$$

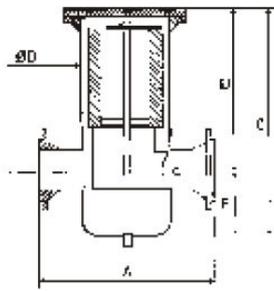
$$Q = 900 \text{ Kg} / \text{h} \times \frac{1}{2,095 \text{ Kg} / \text{m}^3} = 429,6 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Sustituyendo:

$$429,6 \text{ m}^3 / \text{h} = kg \cdot \sqrt{(16,67 + 1,0132 - 0,1) \times 0,1} = kg \cdot 1,33 \Rightarrow kg = 322$$

Elegimos el kg 697 que corresponde a un filtro Tipo G1 DN25 del catálogo Mercagas marca Teyco (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**)

Tabla 2.6-1 Filtros de gas para E.R.M.



FILTROS DE GAS PARA ESTACIONES REGULACION Y MEDIDA

$$Q = K \sqrt{P_2 (P_1 - P_2)}$$

Siendo: Q = Caudal en Nm³/h.
K = Coeficiente del filtro (para gas de densidad = 0,6).
P1 = Presión de entrada absoluta.
P2 = Presión de salida absoluta.

Tipo	Ø	PN 16					PN 25					ANSI 150					Factor K
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	
G-0,5	25	469	242	359	3"	117	117	241	359	3"	118	502	236	354	3"	118	-
G-1	25	494	284	416	4"	132	132	288	420	4"	132	531	286	418	4"	132	697
G-1	40	529	291	430	4"	139	139	295	434	4"	139	569	293	432	4"	139	1395
G-1	50	560	197	442	4"	145	145	301	446	4"	145	597	299	444	4"	145	1575
G-1,5	40	584	338	503	6"	165	165	344	509	6"	165	624	339	504	6"	165	-
G-1,5	50	615	344	515	6"	171	171	350	521	6"	171	652	345	516	6"	171	2306
G-1,5	65	641	352	530	6"	178	178	358	536	6"	178	690	352	530	6"	178	2587
G-1,5	80	641	358	544	6"	186	186	364	550	6"	186	690	360	546	6"	186	2970

Si nos vamos al Catálogo del fabricante Fiorentini, debemos calcular la superficie filtrante

Donde:

A= Área filtrante en m²

Q= Caudal en m³/h

P= Presión absoluta bar

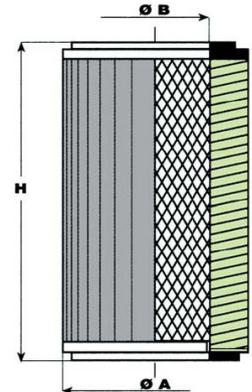
V= Velocidad en m/s (tomar 0,33)

$$A = \frac{Q}{P \times V \times 3600}$$

Sustituyendo:

$$A = \frac{429.6 \text{ m}^3 / \text{h}}{17,0132 \text{ bar} \times 0,33 \times 3600} = 0,099 \text{ m}^2$$

TIPO TYPE	GC 01	GC 02	GC 10	GC 20	G 0,5	G 1	G 1,5	G 2	G 2,5	G 3	G 4	G 5	G 6
H (mm)	50	65	100	130	120	165	210	270	283	320	415	470	625
Ø A (mm)	70	90	70	90	80	95	120	165	200	252	299	390	475
Ø B (mm)	30	40	30	40	35	50	69	86	110	138	186	246	320
Superficie filtrante (mq) Filter. area (sqm)	0,066	0,12	0,12	0,22	0,06	0,125	0,23	0,47	0,725	0,95	1,45	2,30	4,20



Se selecciona un filtro HFA 1 del fabricante Fiorentini.

FILTRI A CARTUCCIA HFA/...



HFA/...

MAIN FEATURES

- Max working pressure: up to 17,6 bar
- Max working temperature: up to 60 °C
- Service: natural gas, town gas, non corrosive gases.
- Collecting capacity: over 12% of total filter capacity with drain on bottom part
- Flanging: ANSI 150 RF and PN 16 UNI/DIN
- Connections: in-line HFA/... or right angles HFB/...

MATERIALS

- Pipe: ASTM A 106 Gr. B
- Flanged: ASTM A 105

FILTERING ELEMENT

- Material: Felt polyester drilled and reinforcing steel plate.
- Filtering capacity: 3 - 5 - 50 µm
- Efficiency: 98%
- Type: 0,5 - 1 - 1,5 - 2 - 2,5 - 3 - 4 - 5 - 6

tipo type	DN bocchelli disponibili available nozzle DN	DN spurgo drain DN	tipo cartuccia cartridge type	N° cartucce cartridge Q.TY	peso (kg) weight (kg)	capacità totale (lt) total volume (liters)	capacità di raccolta (lt) collecting vol. (liters)
HFA/0,5 HFB/0,5	25 32 40 50	1/2"	G0,5	1	30	3	1
HFA/1 HFB/1	- - 40 50	1/2"	G1	1	30	5	1,2
HFA/1,5 HFB/1,5	- - 65 80	1/2"	G1,5	1	42	10	2
HFA/2 HFB/2	- - 80 100	1/2"	G2	1	60	20	5
HFA/2,5 HFB/2,5	- - 100 125	1/2"	G2,5	1	85	40	8
HFA/3 HFB/3	- - 125 150	1"	G3	1	115	60	14
HFA/4 HFB/4	- - 150 200	1"	G4	1	250	180	27
HFA/5 HFB/5	- - 200 250	1"	G5	1	350	215	50
HFA/6	- - 300 350	1"	G6	1	800	420	85



2.6.2 CÁLCULO DE LOS REGULADORES

El cálculo del tamaño del regulador se realizará utilizando el coeficiente válvula C_g para gas y K_G

El coeficiente C_g es el flujo de aire suministrado por una válvula con el regulador completamente abierto en condiciones críticas, con una presión aguas arriba de 1 libra/ pulgada cuadrada (p.s.i.a.) absoluta a 60° F. (Viene dado en foot^3/h , pie^3/hora).

El K_G de la válvula es el flujo de gas a través del regulador, completamente abierto a 15 °C con una presión aguas arriba de 2 bar y 1 bar aguas abajo.

Se conoce P_1 , P_2 (ambos en bar absolutos) y Q luego para condiciones críticas ($P_1 \geq 2P_2$), tenemos:

$$K_G = \frac{2 \cdot Q}{P_1} = \frac{2 \times 429,6 \text{ m}^3 / \text{h}}{17,0132} = 108,29$$

y como:

$$Q = 0,526 \cdot C_g \cdot P_1$$

$$C_g = \frac{Q}{0,526 \cdot P_1} = \frac{429,6}{0,526 \times 17,0132} = 102,94$$

Se selecciona un regulador Dival 160 AP o un Starflux 187, ambos del fabricante Pietro Fiorentini

Tabla 2.6-2: Características filtro Fiorentini



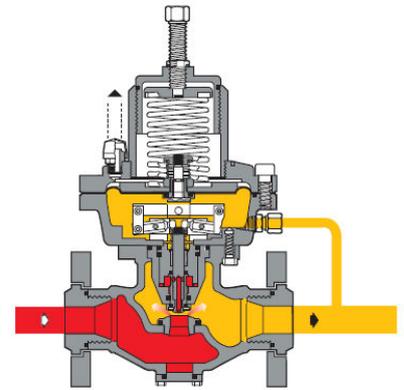
Tab. 1 COEFFICIENTI VALVOLA Cg, Kg e K1 - Cg, Kg and K1 VALVE COEFFICIENTS

Dival 160 AP

Diametro nominale (DN)	25
Nominal diameter (DN)	1"
Coefficiente Cg - Cg coefficient	140
Coefficiente Kg - Kg coefficient	147
Coefficiente K1 - K1 coefficient	93.5

Staflux 187

Diametro nominale (DN)	25
Nominal diameter (DN)	1"
Coefficiente Cg - Cg coefficient	130
Coefficiente Kg - Kg coefficient	136
Coefficiente K1 - K1 coefficient	106.78



DIMENSIONI in mm - DIMENSIONS in mm

DN	ANSI	S	L	A	B	C	E	G	H	D	m	n
25	300 RF	197	75	145	360	200	220	80	435	199	Rp 1/2	Di x De 10 x 14
	600 RF	210										

Tab. 3 PRESSOSTATI PER VALVOLA DI BLOCCO - SLAM SHUT PRESSURE SWITCHES

Pressostati - Pressure switch	102	103
	Campo di taratura per incr. della Pmax Set point range for max P increase	
Pressione di lavoro in bar Working pressure in bar	0,15 ÷ 1,5	1 ÷ 6,8
	Campo di taratura per decr. della Pmin Set point range for min P drop	
	0,07 ÷ 1	0,4 ÷ 5



2.6.3 CÁLCULO DEL CONTADOR

El contador será de turbina deberá cumplir con la norma UNE-EN 12261=2003 sobre contadores de gas de turbina.

Los contadores de gas deberán clasificarse de acuerdo con los caudales máximos y mínimos y los diámetros nominales, según laTabla 2.6-3.

Valores autorizados de caudales máximos, caudales mínimos correspondientes y diámetros nominales

$Q_{m\acute{a}x}$ (m^3/h)	Dinámica				Diámetros nominales DN		
	1:10	1:20	1:30	1:50	A	B	C
	$Q_{m\acute{i}n}$ (m^3/h)						
40	4	2	1,3	0,8	25		50
65	6	3	2	1,3		50	
100	10	5	3	2		50	80
160	16	8	5	3	50	80	100
250	25	13	8	5		80	100
400	40	20	13	8	80	100	150
650	65	32	20	13	100	150	
1 000	100	50	32	20		150	200
1 600	160	80	50	32	150	200	250
2 500	250	130	80	50	200	250	300
4 000	400	200	130	80	250	300	400
6 500	650	320	200	130	300	400	
10 000	1 000	500	320	200	400	500	
16 000	1 600	800	500	320	500	600	
25 000	2 500	1 300	800	500	600	750	

A versión alta velocidad.
B versión velocidad normal (preferible).
C versión baja velocidad.

Tabla 2.6-3

Según esto, y teniendo en cuenta el valor del caudal máximo de la instalación (429,6 m^3/h) se selecciona el inmediatamente superior, 650.

Los caudales máximos y mínimos deberán ser especificados para la densidad del gas a la cual el contador funcionará dentro de las especificaciones de comportamiento del contador



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



Los dispositivos de medida de temperatura en la tubería adyacente deberían estar situados preferiblemente aguas abajo del contador, a una distancia tal que no afecten al comportamiento del mismo.

El error de indicación del contador deberá ser, en valores absolutos, menor que los errores máximos permitidos especificados en la Tabla 2.6-4, teniendo en cuenta la Tabla 2.6-5.

Errores máximos permitidos

Caudal Q	Errores máximos permitidos
$Q_{\min} \leq Q < Q_t$	$\pm 2\%$
$Q_t \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 1\%$

Tabla 2.6-4

Caudal de transición Q_t

Dinámica	Q_t
1 : 10	$0,20 \cdot Q_{\max}$
1 : 20	$0,20 \cdot Q_{\max}$
1 : 30	$0,15 \cdot Q_{\max}$
$\geq 1 : 50$	$0,10 \cdot Q_{\max}$

Tabla 2.6-5

La pérdida de carga de un contador de turbina nuevo deberá ser, con aire en condiciones atmosféricas (± 100 mbar) como fluido de ensayo y a un caudal Q_{\max} , menor que los valores especificados en la Tabla 2.6-6.

**Valores de pérdida de carga máximos a través del contador
a Q_{\max} con aire atmosférico como fluido de ensayo**

Diámetros nominales	Pérdida de carga (Pa)
de acuerdo con C	1 000
de acuerdo con B	1 500
de acuerdo con A	2 500

Tabla 2.6-6



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



Se escoge el modelo TRZ2 del fabricante ELSTER que reúne las siguientes características:

Datos técnicos										
Datos de medida	Diámetro DN	80	80	80	100	100	100	150	150	150
	Calibre G	100	160	250*	160	250	400*	400	650*	1.000*
	Rango de medida *Q _{min} (m ³ /h)	8	13	20	13	20	32	32	50	80
	Q _{max} (m ³ /h)	160	250	400	250	400	650	650	1.000	1.600
	Precisión	< ± 1% de 0,2 Q _{max} a Q _{max} ; < ± 2% de Q _{min} a 0,2 Q _{max}								
	Temperatura gas	-20°C a +60°C								
ambiente	-20°C a +70°C (otras temperaturas bajo demanda)									
Cuerpo	Rangos de presión	PN 10, 16 / ANSI 150								
Salidas/valores de pulsos (imp/m³)	Tipo LF (contacto Reed)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Tipo HF A1S (Inductivo) **	21.000	21.000	21.000	13.260	13.260	13.260	5.120	5.120	5.120

- Cumplen con normas internacionales (EN12261, OIML, etc.).
- Contador de gas de turbina con cartucho de medición
- Su comportamiento metrológico está de acuerdo con los estándar europeos para contadores de turbina de gas EN 12261:
- Errores de medida característicos
- Baja presión LP:
- ± 1 % de 0,2 Q_{max} – Q_{max}
- ± 2 % de Q_{min} – 0,2 Q_{max}

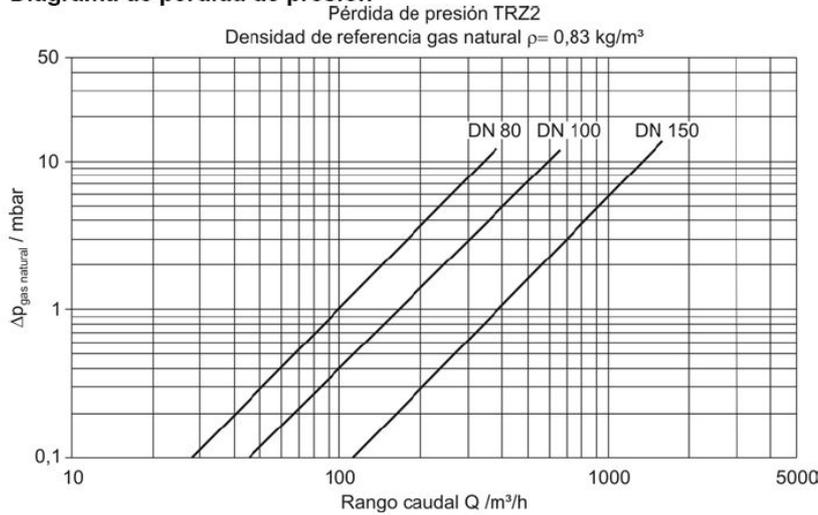
Rango de medida a alta presión

G	Q _{max} m ³ /h	Q _{min, LP} m ³ /h	Presión de trabajo en bar (absoluto)							
			5	10	15	20	5	10	15	20
			Q _{min, HP} m ³ /h				Rango de medida HP			
100	160	8	4	3	3	2	1:40	1:53	1:53	1:80
160	250	13	7	5	4	4	1:36	1:50	1:63	1:63
250	400	20	11	8	6	6	1:36	1:50	1:67	1:67
400	650	32	17	12	10	9	1:38	1:54	1:65	1:72
650	1000	50	27	19	16	13	1:37	1:53	1:63	1:77
1000	1600	80	40	30	30	20	1:40	1:53	1:53	1:80

Para la instalación estudiada: G 400 con caudal máximo de 650 m³/h suficiente para satisfacer las necesidades de consumo de la instalación proyectada (429,6 m³/h).

Pérdida de presión

Diagrama de pérdida de presión



Pérdida de presión en condiciones de operación
 $\Delta p_b = \Delta p_1 \cdot \rho_b$

Densidad en condiciones de operación
 $\rho_b = \rho_n \cdot \frac{p_b}{p_{atm}}$

Pérdida de presión para cualquier gas G:
 $\Delta p_G = \Delta p_{ng} \cdot \frac{\rho_G}{\rho_{ng}}$

Símbolo	Descripción	Unidad	Símbolo	Descripción	Unidad
ρ_b	Densidad en condiciones de trabajo	kg/m ³	p_b	Presión absoluta de operación (sobrepresión)	bar
ρ_n	Densidad en condiciones estándar	kg/m ³	Δp_1	Pérdida de presión para gas natural a 1 bar	mbar
ρ_G	Densidad del gas G	kg/m ³	Δp_b	Pérdida de presión para gas natural en condiciones de operación	mbar
ρ_{ng}	Densidad del gas natural	kg/m ³	Δp_{ng}	Pérdida de presión para gas natural	mbar
p_{atm}	Presión absoluta atmosférica	bar	Δp_G	Pérdida de presión para el gas G	mbar

Puede solicitarse un sistema compacto con el corrector (con los sensores de temperatura y presión) montado sobre el contador.



Sistema compacto incluyendo el corrector de volumen

2.6.4 CORRECTOR DE VOLUMEN

Se escoge el corrector electrónico ELSTER EK-260 con las siguientes características:

- Corrector Clase 0,5%.
- Corrector PTZ con cálculo del factor de compresibilidad de acuerdo con SGERG88.
- Con sondas de presión ENVEC CT30 y temperatura PT500 incluidas.
- Alimentación por baterías en seguridad intrínseca.
- Con función de almacenamiento de datos y protocolo de comunicaciones.
- Con cuatro salidas de pulsos completamente configurables.
- Construido de acuerdo con prEN 12405
- Prueba de salida de laboratorio incluida.

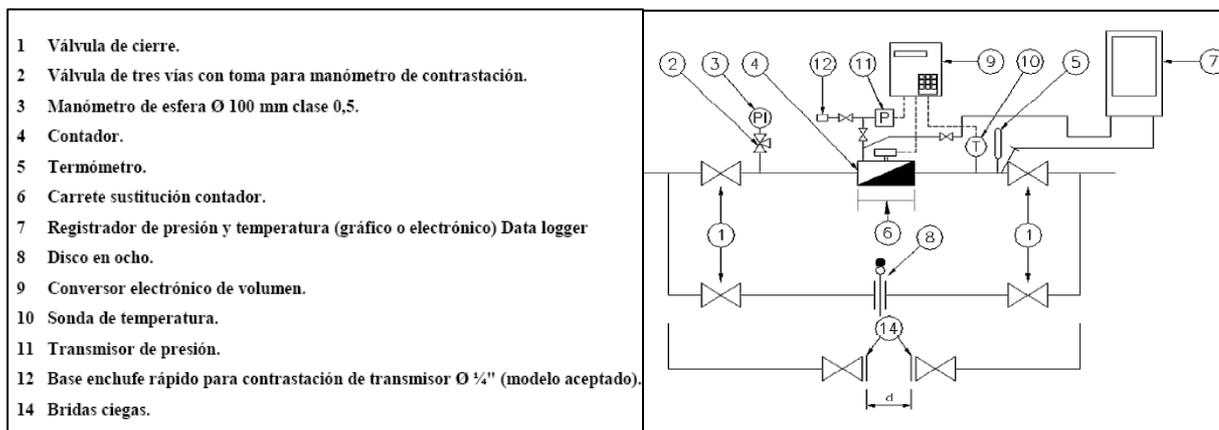


Figura 2.6-1: Esquema del sistema de medición según el Anexo B de la Norma UNE 60620-3

EK260

Electronic Volume Corrector with integrated data logger



Applications

The EK260 volume corrector can be universally used for official billing purposes. In addition, the integrated tariff function makes it possible to establish a customer's consumption profile and to display the official peak load values of a day and/or metering period.

Brief information

The EK260 is a compact system comprising a central unit, an integrated pressure sensor and a Pt-500 temperature sensor.

Operation

Using the 6-key keypad all of the actual readings and parameters as well as the archive data can be accessed and the parameters are also set via the keypad. The data is organised in a two-dimensional table which can be accessed via the cursor keys as required.

Additional functions

One of the main features is the event-oriented storage of the readings for actual and standard volumes, pressure, temperature, C- and super compressibility factor which keeps data for up to nine months. This means that data can be archived within one metering period and also when some special event occurs (e.g. when limits are exceeded). In this way it is possible to find a reading at any one particular time without having to make any complicated calculations.

The device also includes a logbook with a capacity for up to 250 entries. Using this logbook it is possible to monitor the operation of the EK260 and to trace operating errors more easily. Any changes to the parameters are documented in a further logbook.

The device can be integrated in remote data transfer systems and this leads to a fully-automatic data transfer (no manual intervention in the data chain). This means that the billing data is available much faster. On top of this, errors in the course of the readout and data transfer can be eliminated.

The LIS-200 system and the WinLIS software package are available in order to evaluate the data.

Outputs

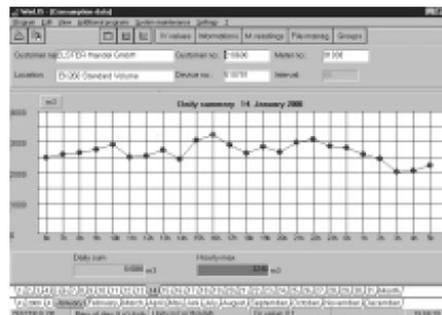
Using the four freely-programmable digital outputs it is possible to transmit the volumes in the form of pulses, to monitor the operation or to transmit error messages via a message switch.

Versions

The EK260 is designed for installation on the wall. However, with the aid of a bracket, the device can also be installed directly on the meter.

Main features

- System volume corrector including calculation of super compressibility factor
- Data logger of actual and standard volume readings as well as mean pressure and temperature values, C- and super compressibility factor
- High accuracy
- Mains-free operation
- Suitable for use in Zone 1 hazardous areas
- Possibility of integrating device in remote data transfer systems
- PTB approval for national calibration for volume corrector and peak-load display function
- Four freely-programmable digital outputs
- Option: Readout of Encoder-Index





2.7 VÁLVULAS DE CIERRE

La válvula en la entrada y en la salida debe cumplir con las características mecánicas y constructivas establecidas en el apartado 4.4 de la Norma UNE 60620-2:2005.

La válvula debe ser del tipo bola o mariposa con apertura y cierre por un cuarto de vuelta. Para DN superiores a 200 mm. se deben utilizar válvulas con volante y reductor o dispositivo similar

Tipos de llaves utilizadas

- Tipo 1: Llave de bola enterrable con extremos para PE con manguitos electrosoldables, para redes de PE.
 Tipo 2: Llave de bola en arqueta con extremos bridados para redes de acero y PE.
 Tipo 3: Llave de bola para redes de cobre.

	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3 (EN-331)
Fluido	Servicio de gas	Servicio de gas	Servicio de gas
Modelo	Esfera de paso total cilíndrico	Esfera de paso total cilíndrico FIRE SAFE	Esfera de paso total cilíndrico
Cuerpo	Acero al carbono ASME A-216 grado WCC, dos cuerpos soldados. También de latón hasta ϕ 63 mm.	Acero al carbono ASME A-216 grado WCC. Dos cuerpos embridados unidos por espárragos ASTM A-193 Gr. B-7. Tuercas ASTM A 194 Gr. 2H	Formado por dos piezas y construido en latón estampado con un contenido máximo en plomo del 3.5%.
Obturador: Bola	Paso integral. ASTM A217 CA 15. Maciza y flotante.	Paso integral. Acero inoxidable 1.4027 (Cr \geq 13%).	Paso integral. Acero inoxidable (Cr \geq 13%). Latón estampado cromado.
Eje	No eyectable, antiestático de acero inoxidable (ASTM A-182 F 6a) estanquidad por anillos tóricos de nitrilo o Viton, junta PTFE	No eyectable, antiestático de acero inoxidable (ASTM A-182 F 6a) estanquidad por anillos tóricos de nitrilo o Viton, (junta PTFE)	No eyectable, antiestático de acero inoxidable Cr \geq 13%. (ASTMA-182 F 6a) Estanquidad por anillos tóricos de nitrilo o Viton, (junta PTFE)
Asiento	Estanquidad interna PTFE (Teflón)	Estanquidad interna PTFE (Teflón)	Estanquidad interna PTFE (Teflón)
Clase	PN 6	PN 16, 25, 40	PN 5 ...
Extremos	Conexiones: Bridas, soldar.	Conexiones: Bridas.	Conexiones: Racores roscados M.
Mando	Palanca manual hasta 6", de 8" en adelante con reductor y volante. Giro antihorario para abrir. En la posición de abierto, la palanca quedará orientada en el sentido del flujo del gas y perpendicular cuando esté cerrado. Existirán topes para las posiciones extremas, 90° entre sí, además deberá ser posible su bloqueo en la posición de cierre.		

Diámetro nominal: Correspondiente con el del tubo (DN 50 Máximo).

Paso integral: Se considera paso integral cuando el diámetro interior del obturador no reduce más del 5 % el diámetro nominal.

VÁLVULAS DE BOLA PN16 - PN40



Características técnicas

- Las válvulas de bola cumplen las exigencias de TA-LUFT, de Diciembre 1988, según pruebas realizadas por el TÜV Rheinland.
- Se fabrican según DIN 3357 paso total.
- Se marcan según AD-MERKBLAT A4 y DIN EN 19.
- La distancia entre bridas es según 3202:

Fig. 2H/ Fig. 4-A/ Fig. 6-I	DN 15 a 100	F4
	DN 125 a 250	F5
Fig. 24-A/ Fig. 26-I	DN 15 a 100	F1
- Conexiones:
 - * DIN 2501 PN 16 Forma C
 - * DIN 2501 PN 40 Forma C



DN	D	L			E		F	G	H	ISO 5211	Par de arranque en Nm	Peso Kg	
		F1	F4	F5	PN16	PN40						F4/F5	F1
15	15	130	115		95	95	52	106	180	F05	8	3	3,2
20	20	150	120		105	105	54	108	180	F05	11	3,5	4
25	25	160	125		115	115	61	115	180	F05	18	4,5	5,2
32	32	180	130		140	140	66	121	180	F05	24	6	7,2
40	40	200	140		150	150	75	175	250	F07	32	8,5	9,2
50	50	230	150		165	165	84	185	250	F07	48	11	12,6
65	65	290	170		185	185	98	197	250	F07	56	15,5	17
80	80	310	180		200	200	113	212	340	F10	85	21,5	26
100	100	350	190		220	235	128	222	340	F10	110	28	33,2
125	125			325	250	270	156	243	680	F12	225	53	
150	150			350	285	300	176	255	680	F12	310	76	
200	200			400	340	375	246	345	700	F14	530	137	
250	250			450	405	450	280		*Reductor	F14	1050	195	

- Los valores de los pares de arranque están calculados con asientos de PTFE puro, para asientos con carga de fibra de vidrio, carbón grafito u otros los pares de maniobra pueden aumentar hasta un 30%.

- Presiones de prueba -

* Las presiones de estanqueidad se realizan según DIN3230 B, BO y BQ

	PN 16	PN40
Hidrostática cuerpo:	25 kg/cm ²	60 Kg/cm ²
Hidrostática cierre:	16 Kg/cm ²	40 Kg/cm ²
Neumática cierre:	6 Kg/cm ²	6 Kg/cm ²

* Certificados de materiales y pruebas según DIN 50049 3.1.B ó 3.1.C



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



La válvula seleccionada de entrada será de seccionamiento rápido de $\frac{1}{4}$ de vuelta, tipo esfera, DN50 y PN-40, con cuerpo y obturador de acero, conexión bridas marca DIN Modelo F4. La de salida de la E.R.M. será de las mismas características pero PN16.



2.8 RED DE DISTRIBUCIÓN

El dimensionamiento de la red no se realiza por no ser objeto del presente proyecto, pero se indican unas directrices básicas que se deben seguir:

La red de distribución de gas se dimensiona y construye para distribuir gas propano comercial. No obstante, las características son las mismas y, por lo tanto, válidas para gas natural y, los cálculos se comprueban igualmente para utilizar este otro gas combustible.

La distribución del gas a los consumidores de los distintos mercados (doméstico, comercial e industria y sector terciario) se organiza a través de una red única que, partiendo de la Estación de almacenamiento de GLP se ramifica hasta llegar a cada uno de los consumidores por un único camino.

La entrega de gas a la red en la Estación de GLP se realiza a una presión comprendida dentro del rango de presión máxima de operación (MOP) comprendida entre 0,1 y 2 bar. La presión habrá de ser reducida en cada una de las instalaciones receptoras para adaptarla a las necesidades de cada usuario y sus equipos.

Sólo se mallará en aquellos casos en que exista previsión de futuras ampliaciones de la red con cargas no susceptibles de cuantificar en la actualidad.

Además, la red de distribución será ambivalente, es decir, transportará un gas determinado (gas propano comercial), para poder utilizar en un futuro si fuera necesario a otro gas también determinado (gas natural).

La red transcurrirá enterrada en su totalidad bajo acera o calzada en función de los servicios existentes en cada tramo.



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



La profundidad mínima de enterramiento de la tubería será de 60 cm, medida desde la generatriz superior de la misma.

La presión máxima de trabajo de la Red de Distribución será de 1,75 kg/cm².

Condiciones de trabajo:

- Fluido: Gas Propano Comercial
- Temperatura: Ambiente
- Presión: 1,75 kg/cm²

Condiciones de diseño:

- Código de diseño: ITC-MIG-5.3 (En lo que no contradiga al R.D. 919/2006)
- Presión de diseño: 1,75 kg/cm²

	G.L.P.	G.N.
Emisión	1,75	2,50
Final	1,30	1,30

Condiciones de prueba:

Prueba de estanquidad: prueba neumática a 1 bar durante mínimo 6 horas.

Clasificación de las presiones de red y la relación de presiones para GLP

MOP (bar)	TOP	MIP	STC/CTP	DP (bar)
$0,1 < P \leq 2$	$\leq 1,5 \times \text{MOP}$	$\leq 1,75 \times \text{MOP}$	$> \text{MIP (1)}$	
2	3	3,5	$> 3,5$	1,75

DP: Presión de diseño (cálculo de la instalación)

MOP: Máxima presión continuada en condiciones normales de explotación

TOP: Presión máxima temporal bajo control de regulación

MIP: Presión máxima en periodo breve limitada por la seguridad

STP: Presión de prueba de resistencia

CTP: Presión de prueba combinada (resistencia/estanquidad)

(1) Presión de prueba siempre superior a un bar



3 PLANIFICACIÓN

3.1 MÉTODO PERT

3.1.1 DEFINICIÓN

El método PERT (Program Evaluation and Review Technique = evolución del proyecto y técnica de revisión) es una técnica para el Planeamiento y Control.

El PERT está orientado hacia la evaluación del progreso del proyecto hacia sus objetivos, concentra la atención sobre los problemas potenciales o reales del proyecto, proporciona a los responsables informes frecuentes y precisos del estado del mismo, predice la verosimilitud de alcanzar los objetivos y determina el menor espacio de tiempo en el que puede realizarse el proyecto.

3.1.2 APLICACIONES

El PERT es especialmente útil en aquellos programas en los que deben considerarse muchas operaciones, interdependientes e interrelaciones; Además, el PERT es la mejor forma de tratar a las actividades nuevas, para cuyo conocimiento no se dispone de suficiente experiencia.

3.1.3 VENTAJAS DEL PERT

1. La producción de planes realistas, detallados y de fácil difusión, que incrementan las probabilidades de alcanzar los objetivos del proyecto.
2. La predicción de las duraciones y de la certidumbre de las mismas.
3. El centrar la atención en aquellas partes del proyecto que son susceptibles de impedir o demorar su realización.
4. Informar de la incompleta utilización de los recursos.
5. La fácil simulación de alternativas.
6. La obtención de informes completos y frecuentes del estado del proyecto.



3.1.4 MÉTODO CONSTRUCTIVO

El PERT supone el proyecto como un conjunto de sucesos y actividades:

Actividad: Es la ejecución de una tarea que para su realización requiere un tiempo y unos recursos. Normalmente se representa en el grafo por flechas.

Acontecimiento: Indica el principio o el fin de una actividad; por lo tanto no consume tiempo ni recursos. Es un momento de la vida del proyecto que por su relevancia merece la pena destacarse desde el punto de vista organizativo. Normalmente se representa en el grafo por círculos numerados.

El método PERT empieza por establecer las prelacións de las actividades, es decir, qué actividades preceden a otras.

Además es necesario establecer el tiempo de duración de las actividades determinadas.

El método PERT contempla tres tiempos:

Estimación optimista (a): Es la estimación de tiempo de duración de la actividad en el caso de que todas las variables que influyen en ella se desarrollen en condiciones óptimas, considerando que la probabilidad de que esto ocurra sea inferior al 0,01.

Estimación pesimista (b): Es la estimación de tiempo de duración de la actividad en el caso de que todas las variables que influyen en ella se desarrollen en condiciones desfavorables, considerando que la probabilidad de que esto ocurra sea inferior al 0,01.

Estimación más probable (m): Es la media de las dos anteriores.



Tiempo PERT (D): Es el tiempo de duración de la actividad que se va a contar en el grafo PERT.

$$D = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Tiempos early y last

Cada actividad tiene una duración prevista de x unidades de tiempo.

El tiempo early de un cierto acontecimiento j determina el tiempo mínimo necesario para alcanzar ese suceso. El cálculo se realiza de izquierda a derecha en el grafo asignando un tiempo early de 0 al suceso inicial.

El tiempo early de un suceso j es el mayor de los tiempos necesarios para alcanzar el suceso j por todos los “caminos” que convergen a él

Una vez calculado el tiempo early de un suceso se calculan los tiempos early de los sucesos en los que terminan las actividades que parten de dicho suceso.

El tiempo last de un suceso i mide lo más tarde que se puede llegar a ese suceso de modo que la duración del proyecto no se vea comprometido.

El tiempo last se calcula de derecha a izquierda del grafo,

El tiempo last de un suceso j se calcula restando a los tiempos last de los acontecimientos en los que finalizan actividades que parten de dicho suceso, los tiempos de dichas actividades, eligiendo la menor diferencia de todas ellas

Holgura:

La holgura de un suceso es la diferencia entre los tiempos early y last

Es el retraso que se puede cometer en dicho suceso sin que se retrase la marcha global del proyecto



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M. PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



Camino crítico:

Es el camino que marca la duración total del proyecto.

Es el camino que recorre sucesos sin holguras.

Consiste en la representación mediante un gráfico del conjunto de actividades, donde los modos indican el inicio y/o fin de cada actividad. El proyecto en su conjunto tiene un único nodo de inicio y un único nodo de fin.

Los nodos representan instantes del proyecto. Cada nodo representa el inicio mínimo (im) de las tareas que tienen origen en dicho nodo y el final máximo (FM) de las tareas que llegan al mismo.

Las actividades se representan mediante flechas, que comienzan y terminan en un nodo, que no pueden compartir. En caso de que tuvieran que compartir, la solución sería establecer una actividad ficticia de duración cero (flecha a trazos).

Los nodos siguen un orden, de izquierda a derecha y de arriba abajo.

El proyecto se divide en 13 actividades, que para su representación en el diagrama PERT, se les asigna un código (letra).

Cada actividad tiene su antecesora y se estima la duración de cada una, indicando un tiempo optimista, el más probable y el pesimista.

Las actividades con sus tiempos esperados, se recogen en el siguiente cuadro, teniendo en cuenta que una vez presentado el proyecto visado por el Colegio, en el Servicio de Industria, Comercio y Turismo de la Junta de Castilla y León y transcurridos 30 días, los trabajos iniciales para la instalación del centro de almacenamiento y distribución de G.L.P comienzan por la solicitud de licencia de obra en el Ayuntamiento y petición de permiso de agua y luz.



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



Las actividades con sus respectivos tiempos de duración son:

Actividad	Código	Antecesora	Tiempo que tiene cada actividad (Días)			Tiempo Esperado (D) $D = \frac{a + 4m + b}{6}$
			Optimista (A)	Mas probable (M)	Pesimista (B)	
Solicitud licencia de obra y petición de agua y luz	A	-	4	6	8	6
Limpieza, nivelación y compactación del terreno y pista de acceso	B	A	1	2	3	2
Fosa, solera y apoyos para los tanques	C	B	4	5	6	4
Instalación de los depósitos y pruebas hidráulicas	D	C	1	2	3	2
Solera para casetas vaporizador y caldera	E	A	0,5	1	2	1
Construcción caseta y ventilaciones	F	E	5	7	9	7
Instalación valvulería del deposito	G	D	0,5	1	1,5	1
Instalación vaporizador y caldera.	H	F	1	2	3	2
Instalación de la ERM y fases líquida y gaseosa	I	H,G	4	5	6	5
Instalación eléctrica	J	H	1	2	3	2
Instalación contra incendios	K	F	0,5	1	1,5	1
Instalación valla metálica, carteles y tuberías.	L	J,K	0,5	1	1,5	1
Ensayos y puesta en marcha de la instalación	N	I,L,M	0,5	1	2	1



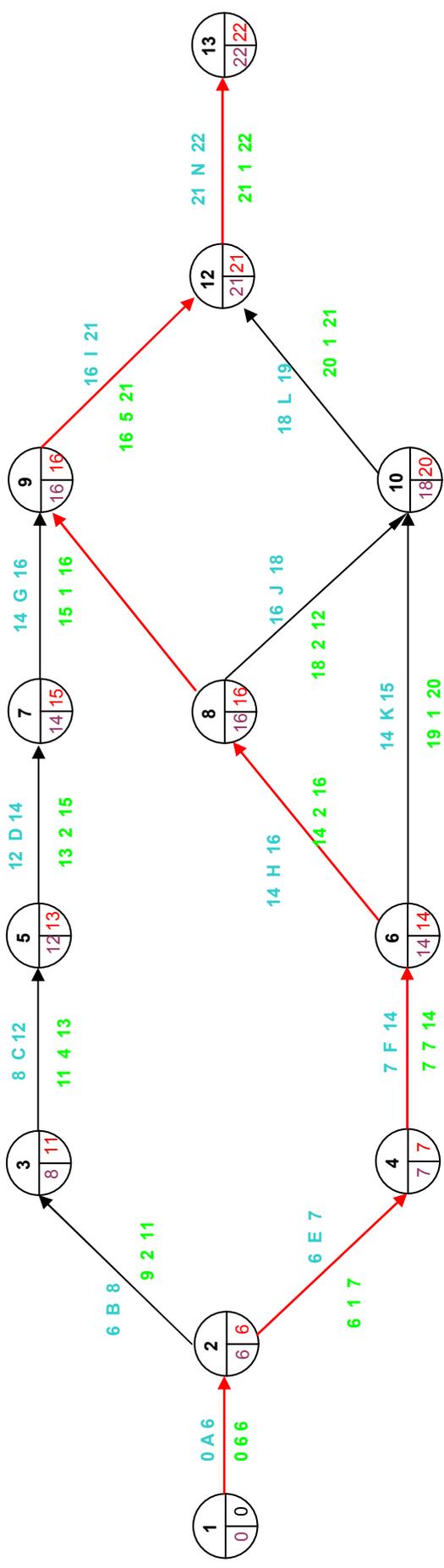
**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



El PERT aporta lo siguiente:

- La fecha esperada de finalización de todas las actividades son 42 días
- El camino crítico y las actividades críticas, ya que no tienen holgura. Si se retrasa alguna de ellas, todo el proyecto se retrasará.
- El resto de las actividades que tienen holgura, no son críticas. Cualquiera de ellas se podría retrasar unos días determinados. Si alguna de ellas se retrasara más de la holgura que tienen, retrasaría la duración total del proyecto.
- Se ha creado un programa detallado de inicio y finalización de cada actividad.

3.1.5 GRÁFICO PERT



Camino Crítico



$i, j = n^\circ$ de orden de los componentes del grafo
 $i, j = n^\circ$ de orden de los componentes del grafo
 $a =$ actividad
 $d =$ duración en días
 $X_i =$ momento más temprano de inicio de una actividad

$X_j =$ momento más temprano de finalización de una actividad
 $Y_i =$ momento más tardío de inicio de una actividad
 $Y_j =$ momento más tardío de finalización de una actividad
Si $X_i < (Y_i - d) \Rightarrow$ HOLGURA



3.2 GRÁFICO DE GANTT

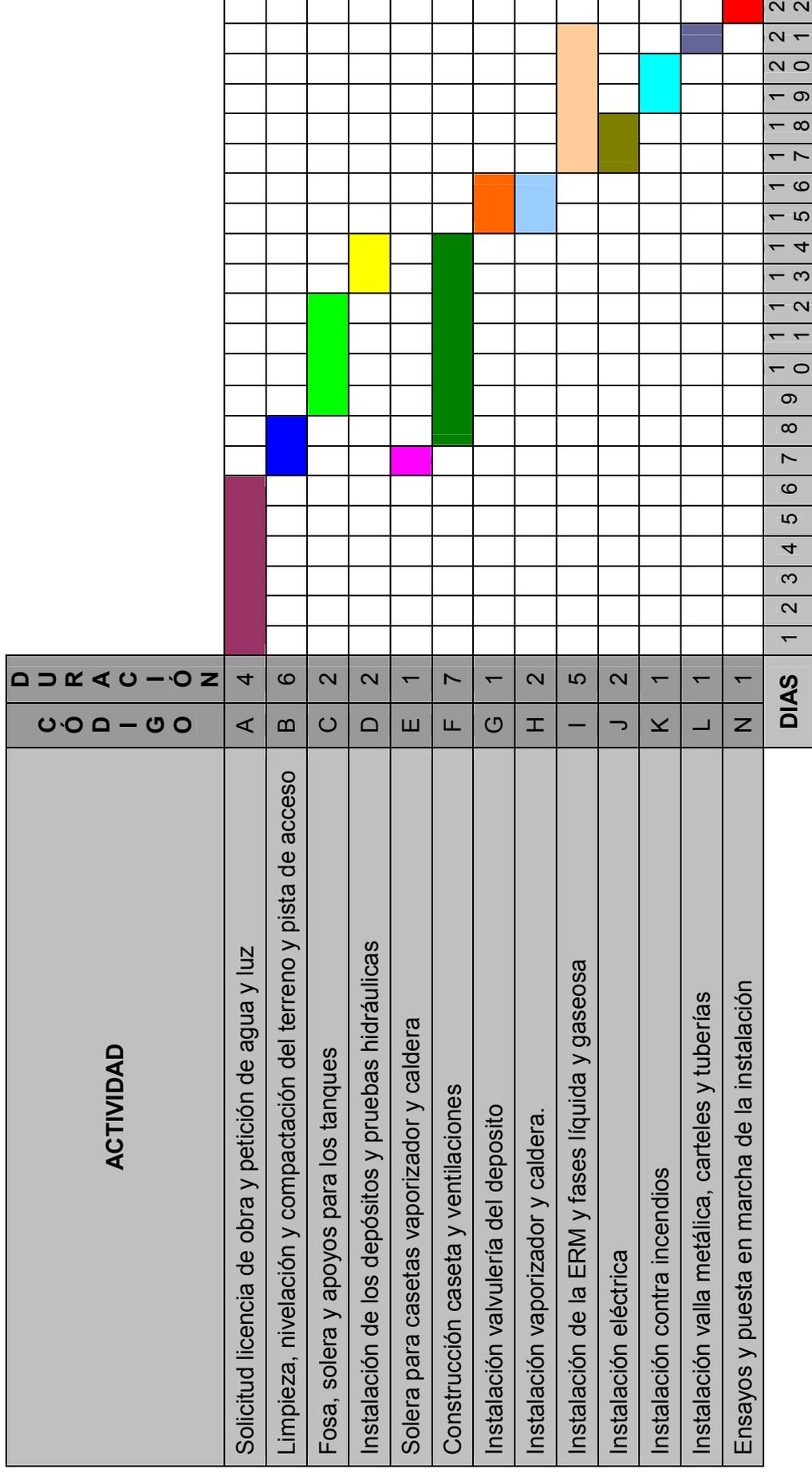
La representación del gráfico es un diagrama de barras horizontales. En el eje de abscisas (horizontal) está el tiempo y en el de ordenadas (vertical) están las diferentes actividades del proyecto.

El gráfico se construye asignando a cada actividad del proyecto una fecha de inicio y una duración estimada.

La longitud de las líneas que representan las actividades del proyecto son proporcionales a su duración y el inicio y fin de cada actividad se corresponde con la fecha indicada en el eje horizontal.

Gráficamente se estima la duración de cada actividad y una vez comenzado la ejecución del proyecto, permite ver si se cumplen los plazos estimados.

GRÁFICO DE GANTT





4 ESTUDIO ECONÓMICO Y VIABILIDAD

El estudio económico nos permite determinar la viabilidad del proyecto.

Se calculan los fondos generales por la venta de gas y se trasladan al momento presente para conocer el valor actual de la instalación proyectada.

Después se valora la inversión para conocer su rentabilidad con los métodos VAN y TIR.

4.1 VALOR ACTUAL DE LA INSTALACIÓN

4.1.1 VENTAS

Consumos anuales por vivienda:

- En calefacción: 987,9 kg / año
- En ACS: 304,3 kg / año
- En aparatos cocción: $157 \times 0,5 = 78,05$ kg / año

(En el consumo de aparatos de cocción, se considera que un 50 % serán sustituidas por vitrocerámicas eléctricas).

TOTAL: $987,9 + 304,3 + 78,05 = 1370,7$ kg/año
$1370,7$ kg/año $\Rightarrow 654,27$ m ³ (N)/año

CONSUMO TOTAL PARA CADA AÑO

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Viviendas contratadas	200	450	830
Consumo total m ³ (N)/año	130.854	294.421	543.044
Consumo total kg/año	274.140	616.815	1.137.681



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



Según Resolución de 7 de mayo de 2008, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se hacen públicos los nuevos precios de venta, antes de impuestos, de los gases licuados del petróleo por canalización. (BOE n. 121 de 19/5/2008)

	Precio
1. Gases licuados del petróleo por canalización a usuarios finales:	
Término fijo	128,6166 cents./mes
Término variable	86,1187 cents./kg
2. Gases licuados del petróleo a granel a empresas distribuidoras de gases licuados del petróleo por canalización	
	74,2498 cents./kg

Por vivienda corresponde:

Descripción	A la firma del contrato (€)	Anual (€)
Término fijo (128,6166 cents./mes)	-	15,43399
Alquiler del contador (1,08 €/mes)	-	12,96
Derechos de acometida	90,02	-
Derechos de alta	58,33	-
Fianza	3,01	-
TOTAL (€)	151,36	28,39399

Término Variable		
Consumo anual (kg/vivienda)	Precio a usuarios finales (€/kg)	TOTAL (€/año)
1370,7	0,861187	1180,4290



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



	Resumen facturación por vivienda (€)
El 1º mes	151,36
Cada año	1180,4290+28,39399 = 1208,823

Cobro para los respectivos años:

	VENTAS		
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Contratos	200	450	830
TOTAL (€)	272.036	581.810	1.060.840

4.1.2 COSTES EXCEPTO AMORTIZACIONES

Inversión inicial

Concepto	Costes (€)
Proyecto, pruebas, ensayos y mantenimiento	2.709,94
Obra civil	16.230,50
Coste de personal	7.972,80
Seguridad y salud	3.511,78
TOTAL	30.425,02

Coste variable adquisición GLP

	Cantidad propano anual (kg)	Precio (€/kg)	TOTAL (€)
Año 1	274.140	0,742498	203.548,40
Año 2	616.815	0,742498	457.983,90
Año 3	1.137.681	0,742498	844.725,87



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**



Costes fijos de administración y gestión

Se estima un 10% de la facturación

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Costes (€)	27.203	58.181	106.084

Total de costes excepto amortizaciones

	Inversión inicial excepto amortizaciones	Adquisición GLP (€)	Administración y gestión (€)	TOTAL (€)
Año 1	30.425,02	203.548,40	27.203	261.176,42
Año 2	-	457.983,90	58.181	516.164,90
Año 3	-	844.725,87	106.084	950.809,87



4.1.3 AMORTIZACIONES

Para el cálculo de las amortizaciones se aplican los coeficientes fijados en la tabla de amortización del Real Decreto Legislativo 4/2004, de 5 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Impuesto sobre Sociedades.

Grupo 152. Producción, transporte y distribución de gas

	Coefficiente lineal máximo Porcentaje	Período máximo Años
1. Instalaciones de producción y regasificación:		
a) Instalaciones de carga y descarga	8	25
b) Depósitos de almacenamiento	5	40
c) Instalaciones de vaporización	10	20
d) Líneas de fabricación	12	18
2. Instalaciones de transporte y distribución:		
a) Redes de transporte y distribución	5	40
b) Estaciones de regulación y medida	5	40
c) Instalaciones de medida y control	12	18
d) Depósitos metálicos de distribución	8	25
e) Aparatos surtidores de gases licuados de petróleo	12	18
f) Reguladores de presión	10	20

Debido a que el cálculo de los costes de la red de distribución no se han calculado en este proyecto por no ser objeto del mismo, y ante la necesidad de disponer de este dato para poder realizar una aproximación de la viabilidad del proyecto, se ha optado por obtenerlos (con permiso de su autor) de un proyecto similar de distribución para 800 viviendas. (Fuente: "*Proyecto de Instalación de Centro de Almacenamiento de GLP y Red de Distribución en la localidad de Cacabelos*". José Simón Ramos Campazas. León, 2006. Pág.98).



PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO



Elemento Patrimonial	Precio de adquisición (€)	Coficiente máximo (%)	Dotación anual de la amortización (€)
Depósitos de almacenamiento	88.814,00	5%	4.440,70
Valvulería	200,70	10%	20,07
Vaporizador	6.072,59	10%	607,26
Caldera	3.581,00	10%	358,10
Estación de Regulación y Medida	3.834,41	5%	191,72
Redes de transporte y distribución	23.895,04	5%	1.194,75
TOTAL DOTACIÓN ANUAL DE LA AMORTIZACIÓN (€)			6.812,6

4.1.4 BENEFICIOS ANTES DE IMPUESTOS

Se obtiene restando de las ventas los costes excepto amortizaciones y las amortizaciones.

	Ventas	Costes excepto amortizaciones (€)	Amortizaciones (€)	Beneficios antes de impuestos (€)
Año 1	272.036,00	261.176,42	6.812,6	4.046,98
Año 2	581.810,00	516.164,90	6.812,6	58.832,50
Año 3	1.060.840,00	950.809,87	6.812,6	103.217,53



4.1.5 IMPUESTO DE SOCIEDADES

El Texto Refundido de la Ley del Impuesto sobre Sociedades establece que las entidades dedicadas a la exploración, investigación y explotación de yacimientos, transporte, almacenamiento, depuración y venta de hidrocarburos extraídos según lo establecido en la Ley 34/1998, de 7 de octubre, del sector de hidrocarburos tributarán al tipo de **gravamen especial del 35%** para los periodos impositivos que se inicien a partir de 2008.

AÑO	Beneficio antes de impuestos (€)	%	Impuesto de sociedades (€)
1	4.046,98	35	1.416,44
2	58.832,50	35	20.591,38
3	103.217,53	35	36.126,14

4.1.6 BENEFICIO NETO

Resulta de la diferencia del beneficio antes de impuestos y el impuesto de sociedades

AÑO	Beneficio antes de impuestos (€)	Impuesto de sociedades (€)	Beneficio neto (€)
1	4.046,98	1.416,44	2.630,54
2	58.832,50	20.591,38	38.241,13
3	103.217,53	36.126,14	67.091,39



4.1.7 FLUJO DE CAJA

Es la suma del beneficio neto más las amortizaciones.

AÑO	Beneficio neto (€)	Amortizaciones (€)	Flujo de caja (€)
1	2.630,54	6.812,6	9.443,14
2	38.241,13	6.812,6	45.053,73
3	67.091,39	6.812,6	73.903,99

4.1.8 FLUJO DE CAJA ACTUALIZADO

Al flujo de caja se le aplica el coeficiente corrector, para actualizar el valor del dinero al momento presente.

$$\text{Coef. Corrector} = \frac{1}{(1+i)^n}$$

i es el interés del Banco Central Europeo (4+1,5= 5,5%)

n es el año al que se aplica el coeficiente corrector.

Para hallar el coeficiente corrector, se considera el precio del dinero fijado por el Banco Central Europeo es del 4% y se le aumenta un 1,5%.

El flujo de caja actualizado sale de multiplicar el flujo de caja por el coeficiente de actualización.

AÑO	Flujo de caja (€)	$\frac{1}{(1+0,055)^n}$	Flujo de caja actualizado (€)
1	9.443,14	0,9479	8.951,15
2	45.053,73	0,8984	40.476,27
3	73.903,99	0,8516	62.936,64
TOTAL FLUJO DE CAJA ACTUALIZADO			112.364,06



4.2 VALORACIÓN DE LA INVERSIÓN

4.2.1 VALOR ACTUAL NETO (V.A.N)

El V.A.N mide la suma de los flujos actualizados de caja. Mide el aumento de riqueza consecuencia de la realización de una inversión, es decir la rentabilidad en términos monetarios.

Se trata de comparar lo que cuesta hoy la inversión con lo que se obtendrá en el futuro, valorado en un mismo momento.

La fórmula para calcular el V.A.N será:

$$V.A.N. = -A + \frac{Q_1}{(1+i)} + \frac{Q_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{Q_{n-1}}{(1+i)^{n-1}} + \frac{Q_n}{(1+i)^n} = -A + \sum_{j=1}^n \frac{Q_j}{(1+i)^j}$$

Donde:

- A = desembolso inicial, valor inicial de la inversión
- Q_j = flujos de caja correspondientes al periodo j , con j que va desde 1 hasta n .
- i = coste de oportunidad de aplicar los fondos al proyecto de inversión, es decir, el tipo de interés, la tasa de rentabilidad o tasa de descuento

AÑO	Inversión inicial (€)	Cobros (€)	Pagos (€)	Flujo de caja netos (€)
1	156.822,54	272.036,00	230.751,40	41.284,60
2	-	581.810,00	516.164,90	65.645,10
3	-	1.060.840,00	950.809,87	110.030,13

$$V.A.N. = -156822,54 + \frac{41284,60}{(1+0,055)} + \frac{65645,10}{(1+0,055)^2} + \frac{110030}{(1+0,055)^3} = 89.004,11$$

V.A.N. = 89.004,11 € > 0 EL PROYECTO ES RENTABLE



4.2.2 TASA INTERNA DE RENTABILIDAD (T.I.R1)

El T.I.R es un criterio de selección que tiene en cuenta el valor del dinero en el tiempo.

Es el valor de la tasa de interés o descuento que iguala el valor actual neto a cero. Se trata de constatar las ganancias que obtendríamos por cada euro invertido.

$$V.A.N. = -A + \sum_{j=1}^n \frac{Q_j}{(1+r)^j} = 0 \quad \text{donde } r = \text{tasa interna de rentabilidad}$$

Si una vez hechos los cálculos,

- $r > i \Rightarrow V.A.N > 0$ El proyecto es aceptado tanto por el criterio V.A.N como por el T.I.R
- $r < i \Rightarrow V.A.N < 0$ El proyecto es rechazado por ambos criterios.

$$0 = -A + \frac{Q_1}{(1+r)} + \frac{Q_2}{(1+r)^2} + \frac{Q_3}{(1+r)^3}$$

$$0 = -156822,54 + \frac{41284,60}{(t)} + \frac{65645,10}{(t)^2} + \frac{110030,13}{(t)^3} \Rightarrow t = 1,1535$$

Llamando a $(1+r) = t$ y resolviendo la ecuación cúbica, sale: **$t = 1,1535$**

Luego $r = t - 1 = r = \mathbf{0,1535}$

Es decir, el proyecto presenta una rentabilidad del 15,35%, mayor a la tasa de rentabilidad (5,5%) y por lo tanto ES RENTABLE.



4.3 PLAZO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

El plazo de recuperación de la inversión o PAY-BACK, es un criterio de selección de inversión que no tiene en cuenta el tiempo.

Es el tiempo (años, meses, días) que la empresa tarda en recuperar el desembolso inicial.

Cuanto menor sea el periodo de tiempo de recuperación de la inversión, más interesante será el proyecto.

Al final del primer año se recuperarán 41.284,60 € y en segundo año 65.645,10 y el transcurso del tercer año se deberán recuperar los 49.992,84 € que faltan para completar el desembolso inicial (156.822,54 €).

	Ingresos	Recuperado	Falta
AÑO1	41.284,60 €	41.284,60 €	115.537,94 €
AÑO2	65.545,10 €	106.829,70 €	49.992,84 €
AÑO3	110.030,13 €	216.859,83 €	-60.037,29 €
		A recuperar el Tercer año:	49.992,84 €

Para hacer el cálculo exacto, se hace una proporción entre tiempo y cantidad:

$$\frac{49.992,84}{110.030,13} = \frac{x}{12} = 5,45 \text{ meses, es decir, 5 meses y 14 días}$$

El pay-back será por tanto 2 años, 5 meses y 14 días.



**PROYECTO DE CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y E.R.M.
PARA LA LOCALIDAD DE BENAVIDES DE ÓRBIGO**

