

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



"ANÁLISIS DE LAS FUENTES DE  
ENERGÍA ACTUALES PARA LA  
AUTOMOCIÓN Y DISEÑO DE UNA  
ESTACIÓN DE SERVICIO DE GLP"

TRABAJO FIN DE GRADO

Septiembre 2024

AUTOR: Álvaro López Núñez

DIRECTOR: Jesús Maldonado García

## ÍNDICE

I- ANÁLISIS DE SITUACIÓN .....	6
1. ANTECEDENTES .....	6
2. INTRODUCCIÓN A LAS FUENTES DE ENERGÍA ACTUALES PARA LA AUTOMOCIÓN.....	6
2.1. PETRÓLEO.....	6
2.1.1. GASÓLEO .....	6
2.1.2. GASOLINA.....	6
2.1.3. GLP.....	7
2.2. GAS NATURAL .....	7
2.2.1. GNC.....	7
2.2.2. GNL .....	7
2.3. ELECTRICIDAD .....	7
2.3.1. VEB .....	8
2.3.2. VHEE .....	8
2.3.3. VHE.....	8
3. DATOS Y ESTADÍSTICAS .....	8
3.1. PRECIO ACTUAL DE LOS COBUSTIBLES Y ELECTRICIDAD.....	8
3.1.1. A NIVEL MUNDIAL.....	8
3.1.2. A NIVEL NACIONAL.....	9
3.2. COMPARACIÓN ENERGÉTICA.....	11
3.3. CONSUMO, EMISIONES Y COSTE APROXIMADO.....	11
3.4. ESTACIONES DE SERVICIO.....	13
3.4.1. GASOLINA.....	13
3.4.2. DIÉSEL .....	13
3.4.3. ELECTRICIDAD .....	14
3.4.4. GAS NATURAL .....	14

3.4.5.	GLP.....	14
4.	TENDENCIAS DE MERCADO.....	14
4.1.	GASOLINA Y DIÉSEL.....	14
4.2.	COCHES ELÉCTRICOS .....	15
4.3.	GAS NATURAL .....	15
4.4.	GLP.....	15
5.	¿POR QUÉ ESCOGER GLP?.....	16
II -	MEMORIA DE ESTACIÓN DE SERVICIO DE GLP .....	18
1.	ANTECEDENTES .....	18
2.	INTRODUCCIÓN.....	18
2.1.	PRESENTACIÓN DEL LUGAR DE INSTALACIÓN .....	18
2.1.1.	USOS Y ACTIVIDADES.....	18
2.2.	OBJETO DEL PROYECTO.....	19
2.3.	NORMATIVA.....	19
2.4.	PLAZO DE EJECUCIÓN .....	20
2.5.	CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO.....	20
2.6.	APARATOS SUMINISTRADORES .....	20
2.7.	CARACTERÍSTICAS DEL GAS SUMINISTRADO.....	22
3.	DATOS DE LA INSTALACIÓN .....	23
3.1.	TITULAR.....	23
3.2.	LUGAR DE EMPLAZAMIENTO.....	23
3.3.	LOCALIDAD.....	24
4.	INSTALACIÓN DE DESCARGA.....	24
4.1.	BOMBA DE TRASVASE .....	24
4.1.1.	CARACTERÍSTICAS Y CERTIFICACIÓN.....	25
4.2.	ACTUADOR ELÉCTRICO .....	26
4.3.	TUBERÍAS Y CONEXIONES .....	26

5.	INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO .....	27
5.1.	EMPLAZAMIENTO .....	27
5.1.1.	OBRA CIVIL .....	27
5.1.2.	CERRAMIENTO .....	29
5.1.3.	DISTANCIAS DE SEGURIDAD .....	29
5.2.	VÁLVULAS DE SEGURIDAD .....	30
5.3.	ELEMENTOS AUXILIARES .....	31
5.4.	PROTECCIÓN ANTICORROSIVA .....	32
6.	APARATOS SUMINISTRADORES .....	33
6.1.	EMPLAZAMIENTO .....	33
6.2.	CONSTRUCCIÓN, CARÁCTERÍSTICAS Y SUMINISTRO .....	34
7.	INSTALACIÓN DE CONTROL .....	35
8.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....	35
9.	INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS .....	36
10.	DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	36
10.1.	PRESIONES DE USO EN BARES .....	36
10.2.	CAUDALES .....	37
III -	CÁLCULOS .....	38
1.	BASES DE CÁLCULO .....	38
2.	CÁLCULOS .....	39
2.1.	CONSUMO Y AUTONOMÍA .....	39
2.2.	INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO .....	39
2.2.1.	PTO. MÁX. DE LLENADO Y LONGITUD DE TUBO SONDA .....	40
2.2.2.	CANALIZACIONES EN FASE LÍQUIDA .....	40
2.3.	INSTALACIÓN DE TRASVASE .....	41
2.4.	VÁLVULAS DE SEGURIDAD .....	43
2.5.	PROTECCIÓN CATÓDICA .....	43

2.6. LOSA SOBRE LA FOSA DEL DEPÓSITO .....	47
IV - PLIEGO DE CONDICIONES .....	48
1. CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA INSTALADORA .....	48
2. PRUEBAS PREVIAS .....	48
3. CERTIFICADOS Y DOCUMENTOS .....	50
4. PUESTA EN SERVICIO .....	51
5. COMUNICACIÓN A LA ADMINISTRACIÓN .....	51
6. CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	51
7. NORMAS DE EJECUCIÓN .....	52
8. INSTRUCCIONES DE USO Y MANTENIMIENTO .....	52
8.1. LLENADO DEL DEPÓSITO .....	52
8.2. SUMINISTRO DE GLP A LOS VEHÍCULOS .....	53
9. LIBRO DE MANTENIMIENTO .....	54
10. REVISIONES PERIÓDICAS .....	54
V - PRESUPUESTO .....	56
VI - PLANOS .....	62
VII - ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS .....	76
VIII - BIBLIOGRAFÍA .....	95

## I - ANÁLISIS DE SITUACIÓN

### 1. ANTECEDENTES

En este primer apartado, pretendo hacer un análisis sobre las actuales fuentes de energía para automoción y destacar por qué el GLP (Gas Licuado del Petróleo) ha sido el combustible que he elegido para el desarrollo de este Proyecto.

En primer lugar, se analizan las fuentes de energía, y los combustibles utilizados en automoción derivados de cada una de ellas, para después analizar más en profundidad las características de cada uno de ellos y hacer algunas comparativas. Más adelante se exponen análisis de mercado y motivos por los que veo conveniente el uso de este combustible.

### 2. INTRODUCCIÓN A LAS FUENTES DE ENERGÍA ACTUALES PARA LA AUTOMOCIÓN

#### 2.1. PETRÓLEO

Combustible fósil, mezcla de compuestos orgánicos. Tiene multitud de utilidades, desde la producción de combustibles, a la creación de asfaltos, plásticos, etc. Es una fuente de energía no renovable (1).

De esta fuente de energía obtenemos los siguientes combustibles para automoción:

##### 2.1.1. GASÓLEO

El gasóleo, también denominado diésel o gasoil, se obtiene de la destilación del petróleo. Para su obtención se introduce el petróleo crudo en una torre de craqueo, donde se calienta. Cuando se alcanza la ebullición, se condensan los vapores y se separan los residuos para hacer grasas, aceites pesados o fibras textiles. Después vuelve a calentarse el vapor y de esta segunda destilación se obtiene fueloil, para finalmente destilar una vez más y conseguir el gasóleo. Se utiliza en motores de compresión, ya que el diésel se enciende automáticamente al aplicarle presión (1), (2), (3).

##### 2.1.2. GASOLINA

Destilando aún más el petróleo obtenemos la gasolina, ya que contiene menos hidrocarburos que el gasoil y se separa del resto de la mezcla a menor temperatura. Se utiliza para motores de combustión con bujía (3), (1).

### 2.1.3. GLP

Los Gases Licuados del Petróleo (GLP) son los primeros en separarse del resto ya que tienen los hidrocarburos más ligeros. El también llamado autogás, es una mezcla variable de butano y propano. Puede utilizarse como combustible para vehículos, calefacción doméstica y para cocinar.

Para automoción, se utiliza el mismo motor que para la gasolina. Un vehículo con GLP necesita un sistema de almacenamiento aparte, que suele estar donde iría la rueda de repuesto y se inyecta aparte en el motor. En los vehículos más modernos, la inyección se lleva a cabo directamente en la cámara de combustión.

El vehículo puede venir adaptado de fábrica o modificarse después. (3), (4).

## 2.2. GAS NATURAL

También se extrae de las profundidades de la tierra, llevando a cabo una serie de perforaciones y transportándolo por gaseoductos. Es empleado para calefacciones y para vehículos, como gas natural vehicular (GNV) (1), (5).

### 2.2.1. GNC

El gas natural comprimido (GNC) es un tipo de GNV que se utiliza en forma de gas almacenado a temperatura ambiente a altas presiones.

Se utiliza para entornos urbanos, como taxis, autobuses y camiones de basura.

### 2.2.2. GNL

El gas natural licuado (GNL) es otro tipo de GNV. A diferencia del GNC, este se enfría para almacenarse líquido, lo que le permite reducir su volumen considerablemente.

Tiene una gran autonomía, por lo que se usa para transportes con camiones, barcos, y en general vehículos que recorren grandes distancias.

## 2.3. ELECTRICIDAD

La electricidad es una fuente de energía secundaria, ya que hay que producirla a partir de una fuente de energía primaria, las cuales pertenecen a recursos presentes en la naturaleza.

La electricidad puede obtenerse a través de dos tipos de fuentes de energía primarias. En primer lugar, tenemos las renovables, como la radiación solar, el viento

o las mareas. Y en segundo lugar, tenemos las no renovables, como el gas natural, el carbón, el petróleo o la energía nuclear (6).

La electricidad puede utilizarse en 3 tipos de vehículos automóviles.

#### 2.3.1. VEB

Vehículo totalmente eléctrico, también conocido como vehículo eléctrico de batería (VEB) o BEV (Battery Electric Vehicle).

Tienen una batería que se carga enchufando el vehículo a un equipo de carga. Estos vehículos siempre funcionan en modo eléctrico (7).

#### 2.3.2. VHEE

Un vehículo híbrido eléctrico enchufable (VHEE) o PHEV (Plug-in hybrid electric vehicle), funciona con un motor de combustión interna y un motor eléctrico que utiliza energía almacenada en una batería.

Este tipo de vehículo puede funcionar utilizando ambos motores, de manera que el eléctrico se va descargando para ayudar al de combustión, o en modo totalmente eléctrico (7).

#### 2.3.3. VHE

Un vehículo híbrido eléctrico (VHE) o HEV (Hybrid Electric Vehicle), funciona con un motor de combustión interna y uno o más motores eléctricos que utilizan energía almacenada en una batería.

La batería se carga mediante frenado regenerativo, no enchufando el vehículo (7).

### 3. DATOS Y ESTADÍSTICAS

#### 3.1. PRECIO ACTUAL DE LOS COBUSTIBLES Y ELECTRICIDAD

##### 3.1.1. A NIVEL MUNDIAL

<b>PRECIO DE LOS COMBUSTIBLES Y ELECTRICIDAD A NIVEL MUNDIAL A 1 DE ABRIL DE 2024</b>	
<b>Gasóleo</b>	1,17 €/l
<b>Gasolina</b>	1,24 €/l
<b>GLP</b>	0,66 €/l
<b>Gas natural</b>	0,061 €/kWh
<b>Electricidad</b>	0,13 €/kWh

Tabla 1: Precios de los combustibles a nivel mundial (8)

### 3.1.2. A NIVEL NACIONAL

A nivel nacional, he representado únicamente el precio del GNC como gas natural, ya que el GNL se utiliza únicamente en vehículos comerciales, y está casi en desuso.

<b>PRECIO DE LOS COMBUSTIBLES EN ESPAÑA A 8 DE ABRIL DE 2024</b>	
<b>Gasóleo</b>	1,53 €/l
<b>Gasolina</b>	1,64 €/l
<b>GLP</b>	0,94 €/l
<b>Gas natural (GNC)</b>	1,14 €/kg

Tabla 2: Precio de los combustibles a nivel nacional (8), (9)

En el caso de la electricidad, dependerá de la tarifa contratada si se carga en casa, o del lugar si se carga en la calle.

Si se carga en casa, habrá que tener en cuenta el precio de la instalación del punto de carga y el coste de cada recarga, que dependerá de si es una tarifa de mercado libre, en la que llegamos a un acuerdo con la compañía, o una tarifa del mercado regulado por el Gobierno, la cual podrá variar según la hora y día de carga como se muestra en la Ilustración 1, siendo de la más barata a la más cara la hora valle, hora llana y hora punta.

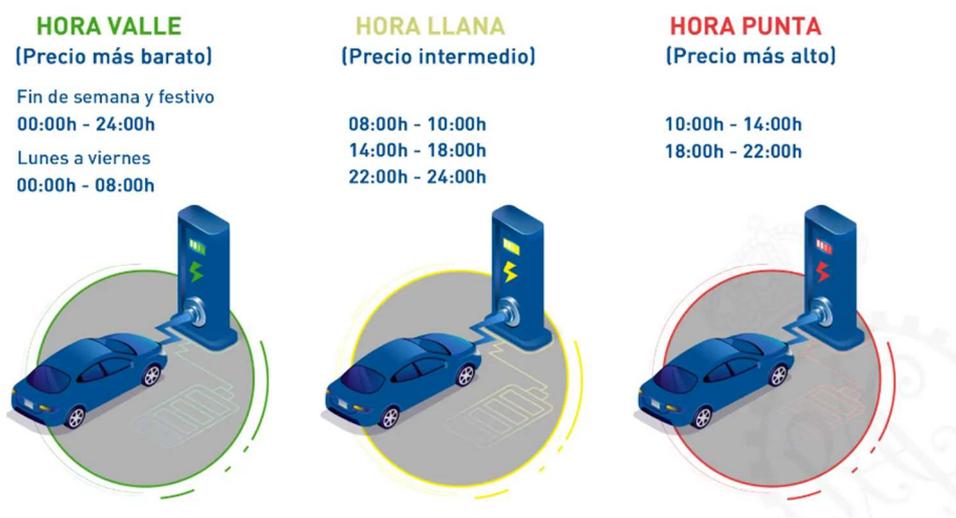


Ilustración 1: Horarios tarifas reguladas por el Gobierno (10)

Si el vehículo se carga en la calle, el coste dependerá del lugar donde carguemos. La carga suele ser gratis en lugares como hoteles, restaurantes, supermercados, etc. También podremos cargar el coche en electrolineras instaladas en plazas públicas de Ayuntamientos o en las mismas estaciones de servicio de algunas gasolineras.

El precio de carga en estos puntos variará según el proveedor de la energía y la velocidad de carga.

A continuación, se muestra una aproximación de los precios según las tarifas nombradas anteriormente.

<b>PRECIO MEDIO DE CARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN CASA EN ESPAÑA A 14 DE MARZO DE 2024</b>	
<b>Tarifa de mercado libre</b>	0,153157 €/kWh
<b>Hora valle</b>	0,068406 €/kWh
<b>Hora llana</b>	0,125736 €/kWh
<b>Hora punta</b>	0,18978425 €/kWh
<b>PRECIO MEDIO DE CARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS FUERA DE CASA EN ESPAÑA A 19 DE ABRIL DE 2024</b>	
<b>Electrolineras</b>	0,49 €/kWh

Tabla 3: Precio medio de carga dentro y fuera de casa (11), (12)

Para el valor del precio de las electrolinerías he utilizado el precio medio obtenido entre las velocidades de carga más lenta a más rápida proporcionado por Wenea.

### 3.2. COMPARACIÓN ENERGÉTICA

EQUIVALENCIA EN GALONES DE GASOLINA O DIÉSEL						
Combustible	Gasolina	Diésel	Electricidad	GNC	GNL	GLP
<b>Equivalencia en galones de gasolina (GGE)</b>	1 galón = 1 GGE	1 galón = 1,12 GGE	1 kWh = 0,03 GGE	1 libra = 0,18 GGE	1 libra = 0,19 GGE	1 galón = 0,74 GGE
<b>Equivalencia en galones de diésel (DGE)</b>	1 galón = 0,88 DGE	1 galón = 1 DGE	1 kWh = 0,027 DGE	1 libra = 0,16 DGE	1 libra = 0,17 DGE	1 galón = 0,66 DGE

Tabla 4: Comparación energética entre combustibles (13)

En el caso de la gasolina, 1 galón tiene entre el 97% y el 100% de la energía de un GGE, ya que el combustible estándar es 90% gasolina y 10% etanol.

El diésel tiene el 113% de la energía de 1 GGE debido a la mayor densidad energética del combustible.

Una batería típica del mismo tamaño que un galón de gasolina, cuando se utiliza para transporte, puede almacenar el 15,3% de la energía en 1 GGE.

En el GNC, 5,66 libras, o 123,57 pies cúbicos tienen la misma energía que 1 GGE.

El GNL necesita 5,37 libras para tener la misma energía que 1 GGE.

Por último, el GLP, tiene en un galón el 74% de la energía de un galón de GGE, debido a su menor densidad energética (13).

### 3.3. CONSUMO, EMISIONES Y COSTE APROXIMADO

El cálculo del consumo y de las emisiones se lleva a cabo a través del nuevo procedimiento de ensayo de vehículos ligeros armonizado a nivel mundial, conocido como WLTP (World Harmonised Light Vehicles Test Procedure). Este procedimiento entró en vigor el 1 de septiembre de 2017, sustituyendo gradualmente al anterior

protocolo, denominado “nuevo ciclo de conducción europeo (NEDC, New European Driving Cycle)” (14).

El coste aproximado será calculado teniendo en cuenta los precios a nivel nacional mostrados en la Tabla 2 y la Tabla 3.

Combustible	Modelo	Clasificación energética	Consumo medio	Emisiones (CO2)	Coste aproximado
<b>Gasolina</b>	Ford Puma SUV 1.0 EcoBoost 160CV		6,3 l/100km	144 g/km	10,33 €/100km
<b>Diésel</b>	Volkswagen Arteon Elegance 2.0 TDi 150CV		5,8 l/100km	133 g/km	8,87 €/100km
<b>Eléctrico puro</b>	Peugeot e-2008 Style 136CV		17,6 kWh/100 km	0	(*)
<b>GNC</b>	SEAT León 1.5 TGI XL 130CV		6,3 kg/100km	114,8 g/km	7,18 €/100km
<b>GLP</b>	Dacia Nuevo Sandero BII Tce Eco-G 100CV		5,45 l/100km	109,25 g/km	5,12 €/100km

Tabla 5: Comparativa vehículos según combustible (15)

(\*) Los costes aproximados del eléctrico puro se han calculado teniendo en cuenta los precios medios según las situaciones expuestas en el apartado 3.1.2:

- El coste de carga en casa con tarifa de mercado libre es de 2,70 €/100km.
- El coste de carga medio en casa con tarifa regulada es de 2,25 €/100km.
- El coste aproximado de carga en estaciones de servicio es de 8,62 €/100km.

### 3.4. ESTACIONES DE SERVICIO

La siguiente información sobre el número de estaciones de servicio está actualizada a fecha de enero de 2024.

#### 3.4.1. GASOLINA

Actualmente pueden encontrarse 5 tipos de carburante ofrecidos a partir de gasolina. Fundamentalmente se diferencian dos características. La primera, en el octanaje, que puede ser de 95 o 98, y mide la resistencia a la detonación del carburante. La segunda, en el contenido máximo de etanol, que puede ser del 5 o del 10%.

Siendo la gasolina 95 E5 la más extendida con diferencia, con 10765 gasolineras en toda España, el total de estaciones de servicio de gasolina es de 17513.

En Alicante podemos encontrar únicamente 3 de los 5 tipos, gasolina 95 E5, gasolina premium y gasolina 98 E5, sumando un total de 777 estaciones de servicio (16).

#### 3.4.2. DIÉSEL

Podemos encontrar un total de 4 tipos de carburante de diésel en las estaciones de servicio.

El gasóleo A y el premium son los dos utilizados en automoción, y se diferencian en que el segundo lleva más cetano que el primero. Los 2 restantes, el gasóleo B y C, son utilizados en maquinaria agrícola, pesquera, embarcaciones y calderas en caso del primero, y para calderas o equipos de calefacción en caso del segundo, al ser el de mayor impureza (17).

En automoción, el gasóleo más habitual es el gasóleo A, con 11561 estaciones en España, sumando un total de 19061 contando también el gasóleo premium.

En Alicante suman un total de 797 estaciones de servicio (16).

### 3.4.3. ELECTRICIDAD

En el caso de los vehículos eléctricos, encontraremos los puntos de carga sobre todo repartidos en parkings y en la vía pública. Hay puntos de carga tanto privados como públicos. El precio del servicio podrá variar según la ubicación y el horario, tal como se expone en el apartado 3.1.2.

En España hay 15298 puntos de recarga de coches eléctricos, de los cuales en Alicante podemos encontrar 859 (18).

### 3.4.4. GAS NATURAL

En este caso, tenemos por una parte el GNC, que se utiliza en vehículos de transporte urbano, y en algunos vehículos particulares, y el GNL, más utilizado en vehículos de transporte que recorren largas distancias.

Son con diferencia los combustibles con menor número de estaciones de servicio.

En el caso del GNC, hay un total de 143 en toda España, y tan solo 4 de ellas en Alicante.

De GNL únicamente se dispone de 93 en España, y 3 en Alicante (16).

### 3.4.5. GLP

Los gases licuados del petróleo no tienen tantas estaciones de servicio como los otros derivados del petróleo (gasolina y diésel), pero tienen más que el gas natural.

En España hay 890 estaciones de servicio, y solo en Alicante 42 (16).

## 4. TENDENCIAS DE MERCADO

### 4.1. GASOLINA Y DIÉSEL

En Europa, del segundo semestre de 2021 al segundo de 2022, los automóviles de gasolina y diésel perdieron cuota de mercado, de un 62% del primero a 55,8% del segundo (19).

En el periodo entre diciembre de 2022 y diciembre de 2023, el mercado de los automóviles de la gasolina creció, manteniendo el liderazgo durante 2023 con una cuota de mercado del 35,3%. Por otro lado, en este mismo periodo, el mercado de automóviles diésel de la Unión Europea continuó en descenso, siendo España uno de

los mercados clave más destacados de dicho descenso con una caída del 26,5%, quedando así una cuota de mercado del 13,6% durante 2023 a nivel Europeo (20).

#### 4.2. COCHES ELÉCTRICOS

En diciembre de 2023, a nivel europeo, las ventas de automóviles eléctricos de batería (VEB) disminuyeron por primera vez desde abril de 2020, durante el pico de la pandemia de COVID-19, cayendo un 16,9%. A pesar de esto, la participación de mercado alcanzó el 14,6% en 2023.

Durante 2023, las matriculaciones de vehículos híbridos eléctricos (VHE) tuvieron una cuota de mercado del 25,8%, amentando así respecto a la cuota de mercado durante 2022, que fue del 22,7%.

Por el contrario, las ventas de vehículos híbridos eléctricos enchufables (VHEE), terminaron el año disminuyendo un significativo 40,2% en diciembre de 2023. El mercado disminuyó un 7% en comparación con 2022, y al año siguiente, representaba una cuota de mercado del 7,7% (20).

#### 4.3. GAS NATURAL

Las matriculaciones de vehículos de gas natural se desplomaron un 62,9% en la Unión Europea en el segundo semestre de 2022, respecto al de 2021 (19).

En 2023 la cuota de mercado de nuevas matriculaciones de vehículos no comerciales fue de un 0,12% para el GNC (21).

#### 4.4. GLP

En el segundo semestre de 2022, a nivel europeo, las ventas de vehículos de GLP aumentaron un 7,9% (19).

Ya en 2023, la cuota de mercado fue del 2,87% para nuevas matriculaciones de vehículos no comerciales (21).

## AF Cuota de mercado sobre el total de matriculaciones (M1)

Turismos de nueva matriculación que utilizan combustibles alternativos (BEV, PHEV, H2, GLP, GNC, GNL) como porcentaje del número total de matriculaciones.

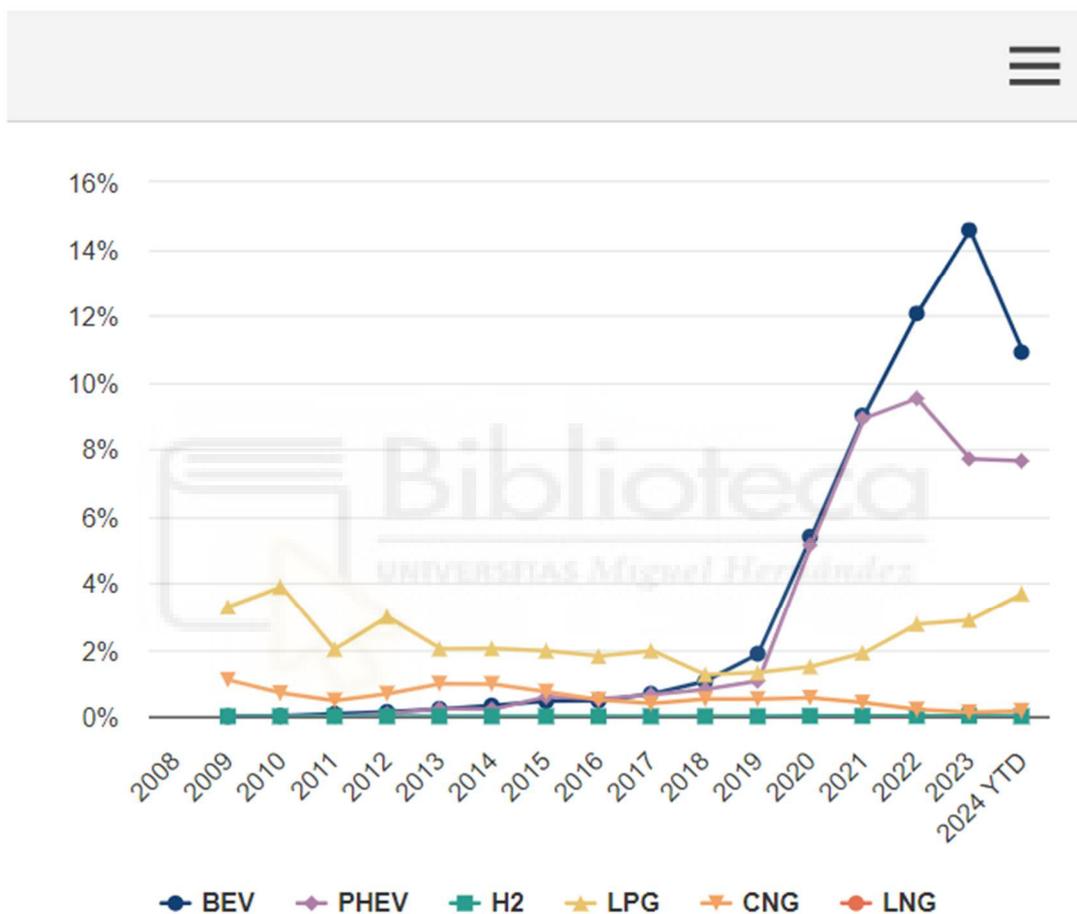


Ilustración 2: Progresión de la cuota de mercado de vehículos que utilizan combustibles alternativos (21)

### 5. ¿POR QUÉ ESCOGER GLP?

Hay varios factores clave que impulsan el crecimiento del mercado, como la preocupación ambiental, regulaciones gubernamentales que promueven energías menos contaminantes y la transacción en curso hacia transportes más sostenibles y eficientes.

Como primer ejemplo, tenemos el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021 – 2030, el cual “persigue una reducción de un 23% de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990” (22).

Otro ejemplo es la Agenda 2030, la cual se define como “un plan de acción a favor de las personas, el planeta y la prosperidad, que también tiene la intención de fortalecer la paz universal y el acceso a la justicia” (23). La Agenda plantea 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas integradas en los mismos. Para su seguimiento, el Instituto Nacional de Estadística (INE), diseñó 232 indicadores. Con el uso de GLP contribuimos a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> de cara a 2030, cumpliendo así con el “Indicador 13.2.2. Emisiones totales de gases de efecto invernadero por año” (24).

Los vehículos de GLP no tienen un precio muy elevado, ya que su costo es el mismo que el de un vehículo de gasolina. Como hemos visto en puntos anteriores, es de los combustibles actuales menos contaminantes y los vehículos que lo utilizan reciben la etiqueta Eco de la DGT, además de tener una buena eficiencia de combustible, como puede verse en el ejemplo desarrollado en el punto 3.3, en el que se muestra que es la segunda opción más barata a la hora de hacer kilómetros, teniendo en cuenta un consumo mixto.

Otro factor a tener en cuenta de por qué es una buena idea la instalación de una estación de servicio de GLP, es que este combustible cuenta con suficientes estaciones de servicio tanto en España como en la provincia como para que no sea un inconveniente que alguien compre un vehículo adaptado al funcionamiento con este combustible, ya que en caso de emergencia podría funcionar con gasolina, combustible que sí podemos encontrar en cualquier gasolinera. Además, una estación de servicio de este combustible bien situada puede tener menos competencia actualmente que una de gasolina o diésel.

A todos los factores expuestos anteriormente se suma el hecho de que en los últimos años la tendencia de mercado del GLP está en alza en la mayor parte del mundo a causa de la subida de precios de la gasolina y el diésel, así como la existencia de estrictas normas sobre las emisiones de los automóviles. Además, cabe destacar que Europa es la región de más rápido crecimiento en el mercado mundial de vehículos de GLP debido a la explosión demográfica y la alta demanda de combustible limpio. Por todo ello la instalación de una estación de GLP es una buena oportunidad en la actualidad.

## II - MEMORIA DE ESTACIÓN DE SERVICIO DE GLP

### 1. ANTECEDENTES

Como se muestra en el análisis anterior, el GLP es un combustible que, entre otras características antes señaladas, actualmente está en alza en el mercado, por lo que he decidido elegir este combustible de entre los demás, los cuales también podrían haber sido objeto de proyecto cada uno por sus propios motivos.

Cabe destacar que este Proyecto se desarrolla con la finalidad de presentar un TFG (Trabajo de Fin de Grado), por lo que los datos tanto del titular como de los clientes no proceden en este caso.

### 2. INTRODUCCIÓN

#### 2.1. PRESENTACIÓN DEL LUGAR DE INSTALACIÓN

La parcela donde se pretende llevar a cabo la estación de servicio pertenece al titular de las instalaciones. Se pretende incorporar una estación de servicio de gas licuado del petróleo (GLP) para vehículos.

La estación será de acceso libre, atendida y compuesta por una unidad autónoma enterrada. El surtidor de combustible estará desplazado y unido a la unidad autónoma mediante canalizaciones.

Cabe destacar que en la parcela donde vamos a llevar a cabo la instalación del surtidor, ya existe una gasolinera, por lo que nuestra estación de servicio será una incorporación a esta.

##### 2.1.1. USOS Y ACTIVIDADES

La ley 6/2014, de 25 de julio, de Prevención, Calidad y Control ambiental de Actividades en la Comunitat Valenciana, en desarrollo de las leyes de orden estatal 21/2013 de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, modificada por la ley 9/2018 de 5 de diciembre, establece que la de la estación de servicio de GLP, se define con la siguiente indexación:

ANEXO II – Categorías de actividades sujetas a licencia ambiental

13. Otras actividades.

13.4 Otras actividades.

13.4.6 Venta al detalle de carburantes/estaciones de servicio.

En el artículo 4 de la citada ley 6/2014, de 25 de julio, se establece como actividad: “proceso o explotación que se lleva a cabo en una determinada instalación industrial, ganadera, minera o en establecimiento comercial, de servicios, almacenes u otros, de titularidad pública o privada”.

## 2.2. OBJETO DEL PROYECTO

El proyecto se realiza con el objetivo de definir, describir y adquirir la autorización para llevar a cabo la ejecución de una estación de servicio de GLP.

La elaboración de este proyecto obedece a lo exigido en el apartado 4.2 de la ITC-ICG 05 “Estaciones de servicio para vehículos a gas”.

## 2.3. NORMATIVA

Será de aplicación básica la siguiente legislación:

- Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos, y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11 (Real Decreto 919/2006, de 28 de julio) y sus posteriores modificaciones, con especial aplicación de la ITC-ICG 05 “Estaciones de servicio para vehículos a gas”.
- Reglamento de equipos a presión (Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre), y sus posteriores modificaciones.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión e instrucciones técnicas complementarias (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto), y sus posteriores modificaciones.
- Resolución de 17 de abril de 2007, de la Dirección General de Seguridad Industrial y Consumo por la que se modifican los anexos de las Ordenes de 17 de julio de 1989 de la Conselleria de Industria, Comercio y Turismo, y de 12 de febrero de 2001 de la Conselleria de Industria y Comercio, sobre contenido mínimo de los proyectos de industrias e instalaciones industriales [2007/6393].

Además de la presente legislación, se indicarán las normas UNE específicas en cada caso. Serán de principal aplicación:

- UNE 60630:2017. Diseño, construcción, montaje y explotación de estaciones de servicio de GLP para vehículos a motor.

- UNE 60250:2008 (versión corregida en fecha 22/6/2016). Instalaciones de almacenamiento de GLP en depósitos fijos para su consumo en instalaciones receptoras.
- UNE-EN 14678-1:2013. Equipos y accesorios para GLP. Construcción y funcionamiento de los equipos de GLP para estaciones de servicio para automoción. Parte1: Surtidores.
- UNE-EN 14678-2:2009 + A1:2012. Equipos y accesorios para GLP. Construcción y funcionamiento de los equipos de GLP para estaciones de servicio para automoción. Parte 2: Componentes distintos de los surtidores y requisitos de instalación.

#### 2.4. PLAZO DE EJECUCIÓN

No procede.

#### 2.5. CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

El depósito seleccionado es un Lapesa, modelo LP4950E.

El volumen interior total del depósito de GLP integrado en la unidad autónoma será de 4,95 m<sup>3</sup>.

Tal como especifica la norma UNE 60250:2008 en su apartado 3, se deberá considerar el 85% de la capacidad geométrica del depósito a 20 °C como el nivel máximo de llenado, por lo que la capacidad de almacenamiento será de 4,2075 m<sup>3</sup>.

El almacenamiento de GLP consiste en un depósito fijo enterrado con catalogación normativa E-5 según el apartado 4 de la norma UNE 60250:2008 “Instalaciones de almacenamiento de gases licuados del petróleo (GLP) en depósitos fijos para su consumo en instalaciones receptoras”.

#### 2.6. APARATOS SUMINISTRADORES

Se dispondrá de un aparato surtidor, montado sobre el suelo, tal como se especifica en el documento de planos.

La elección del surtidor ha sido una selección genérica, basada en el ejemplo de otras gasolineras.

El aparato surtidor tendrá las características definitorias y de homologación siguientes:

*SURTIDOR DE GLP*

<i>Marca</i>	MEPSAN
<i>Modelo</i>	SMARTLINE C LPG
<i>Certificado examen CE de tipo</i>	TCM 141/08-4646
<i>Certificado ATEX</i>	FTZU 13ATEX 0169X
<i>Caudal máximo (<math>Q_{m\acute{a}x.}</math> en l/min)</i>	50
<i>Caudal mínimo (<math>Q_{m�n.}</math> en l/min)</i>	5
<i>Presión máxima (bar)</i>	25
<i>Volumen m�n. de suministro (l)</i>	5

*Tabla 6: Características surtidor de GLP*

El equipo de impulsión de la unidad autónoma deberá ser capaz de bombear el volumen y presión requeridos por el surtidor.

El aparato surtidor debe cumplir en cuanto a su tipo, características y construcción, con todo lo exigido en las normas UNE-EN ISO 13760 y UNE-EN 14678-1:2013.

La instalación del aparato surtidor deberá cumplir con los requisitos exigidos en el apartado 5.2 de la norma UNE 60630:2017 y con la norma UNE-EN 14678-3:2013, según las siguientes consideraciones:

- La zona de suministro debe ubicarse de manera que se cumplan las distancias mínimas de seguridad exigidas en el apartado 5.1 de la norma UNE 60630.
- La línea de fase líquida, en su conexión con el surtidor, dispondrá de un acoplamiento de rotura de seguridad (*shear valve*) en su base que garantice la ausencia de escape de gas en caso de impacto de un vehículo.
- En la conexión de la línea de fase gas con el surtidor, se dispondrá un dispositivo análogo, produciéndose en su caso y en ambas líneas la rotura inmediatamente encima del acoplamiento.
- La instalación del surtidor se elevará al menos 10 cm de altura sobre el terreno, haciendo esta función un bordillo de obra sobre el que se fijará, y se proteger  mediante postes protectores o bolardos, frente al posible impacto de vehículos.

- No será necesario intercalar llaves de paso en las tuberías de fase líquida y gaseosa, ya que la longitud de estas será inferior a 15 m y el depósito dispone de elementos de corte en ambos trazados.
- El área de llenado no estará a una distancia superior a 1,5 m del surtidor.
- Se instalará una válvula de seguridad en el surtidor, tarada a la presión máxima de operación y acorde a la norma UNE-EN 14678-1.
- La manguera del surtidor será flexible según UNE-EN 14678 y dispondrá de dispositivo de acoplamiento de ruptura de seguridad (break-away). Su extremo para suministro será acorde a sistema unificado europeo según UNE-EN 13760.
- El suministro deberá sólo ser posible mediante la acción sobre un pulsador de seguridad de “hombre muerto”.

La zona de suministro de GLP debe estar dotada, por al menos un extintor portátil de polvo químico seco de eficacia 21A-113B de acuerdo con la Norma UNE-EN 3-7:2004+A1:2008 como mínimo, por cada aparato suministrador, más uno de repuesto para el conjunto.

## 2.7. CARACTERÍSTICAS DEL GAS SUMINISTRADO

El gas para suministrar será GLP de automoción. Sus características se especifican en el Real Decreto 61/2006, de 31 de enero, por el que se determinan las especificaciones de gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo y se regula el uso de determinados biocarburantes, así como sus posteriores modificaciones.

Los valores y unidades de cálculo serán las citadas en el Real Decreto, según la siguiente tabla, perteneciente al anexo VII del mismo:

**ESPECIFICACIONES DEL GLP DE AUTOMOCION**

Características	Unidades de medida	Límites		Normas
		Mínimo	Máximo	
Densidad a 15 °C	kg/l	-	-	ASTM D-1657
Humedad				ASTM D-2713
Agua separada		Ausencia		-
Contenido máximo de azufre	mg/kg	-	50	ASTM D-2784
Corrosión	Escala	-	Clase 1	ISO 6251
Presión de vapor man. a 40 °C	kg/cm <sup>2</sup>	-	15,8	ASTM D-2598
Ensayo R-Number		-	10	ASTM D-2158
Ensayo Oil-Number		-	33	ASTM D-2158
Índice octano motor (MON)		89	-	ASTM D-2598
Composición: Hidrocarburos C <sub>2</sub>	% Volumen	-	2,5	ASTM D-2163 (1) UNE-EN 27941
Hidrocarburos C <sub>3</sub>	% Volumen	20	-	ASTM D-2163 (1) UNE-EN 27941
Hidrocarburos C <sub>4</sub>	% Volumen	-	80	ASTM D-2163 (1) UNE-EN 27941
Hidrocarburos C <sub>5</sub>	% Volumen	-	1,5	ASTM D-2163 (1) UNE-EN 27941
Olefinas totales	%Volumen	-	6	ASTM D-2163 (1) UNE-EN 27941
Diolefinas+Acetilenos	p.p.m.	<1.000		ASTM D-2163 (1) UNE-EN 27941
Olor		Característico		

*Ilustración 3: Tabla con especificaciones del GLP*

### 3. DATOS DE LA INSTALACIÓN

#### 3.1. TITULAR

Como se ha indicado anteriormente, en el punto 2.1 de este capítulo, la información del titular no procede al ser un Proyecto con finalidad de TFG.

#### 3.2. LUGAR DE EMPLAZAMIENTO

Las instalaciones se ubicarán en zona exterior, que conformará una estación de servicio para vehículos a motor de acceso libre.

La localización de instalación es Polígono 158, Parcela 51. Está determinada por la referencia catastral 03065A158000510000YE, según la siguiente consulta descriptiva y gráfica:

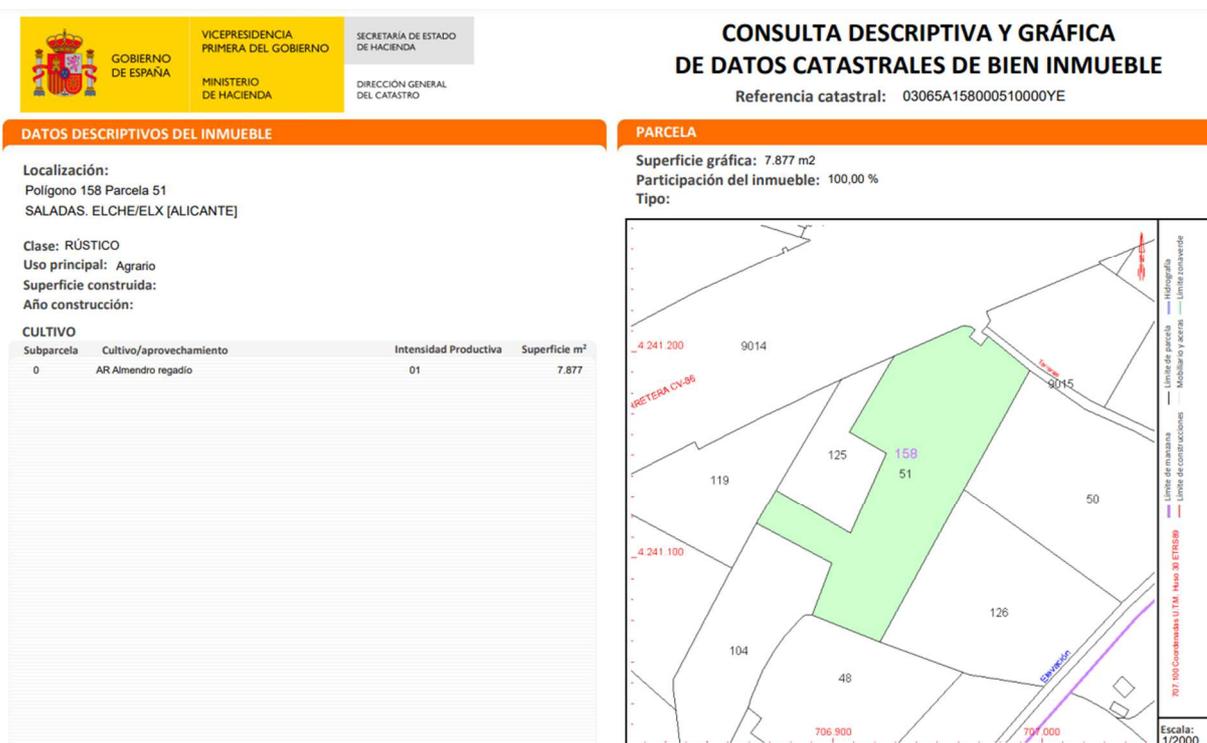


Ilustración 4: Consulta descriptiva y gráfica de datos catastrales

### 3.3. LOCALIDAD

Las instalaciones proyectadas estarán ubicadas en Saladas, Elche [Alicante].

## 4. INSTALACIÓN DE DESCARGA

### 4.1. BOMBA DE TRASVASE

En la parte superior del depósito, según se indica en el documento de planos, se ubicará una bomba de impulsión de GLP en estado líquido integrada en el mismo. Se accionará mediante un motor con arrastre magnético a la transmisión para que no existan juntas rotativas ni estopadas que puedan provocar fugas, y además permitirá un desmontaje fácil del motor sin vaciar el depósito de GLP.

La bomba será de tipo sumergido, con cazoleta de aspiración en la parte inferior del tubo de trasvase desde un punto bajo del depósito. Su dimensionado será el adecuado para el tipo de depósito y la longitud de tubería hasta el surtidor. Tras consultar con el fabricante del equipo (LAPESA), se consta que se cubren las necesidades de impulsión de GLP en estado líquido necesarias.

Se cumplirá en su construcción y enlace con el motor de acuerdo con el tipo indicado, con todo lo especificado en el apartado 4.3.3. de la norma UNE 60630:2017.

La bomba llevará incorporada una válvula diferencial o by-pass en la parte superior al rodete de impulsión, que obligará al paso por la misma del eventual gas en fase gaseosa, y a su consiguiente retorno al depósito de GLP a través del “retorno de bomba”.

La disposición de las líneas de impulsión fase líquida y retorno de gas será la siguiente:

- Línea de impulsión fase líquida, la cual se iniciará en el cuerpo de la bomba de impulsión, con posterior llave de corte embridada tipo Wafer. A continuación, se dispondrá de una válvula de alivio de bajo caudal graduada a 20 bares para evitar sobrepresiones en la línea de impulsión, tras el cual se dispondrá de una junta dieléctrica que aisle eléctricamente el conjunto de la red de tuberías posterior. Después, se encuentra un manómetro actuable con válvula independiente y con fondo de escala de 25 bar, tras el que se dispondrá una brida DN40 para la unión a la tubería que se prolongará para su unión con el surtidor.
- Línea de retorno by-pass en fase líquida, que partirá de la salida de la bomba en el circuito antes descrito (punto de instalación de la válvula de alivio), donde se instalará una conexión flexible y posterior válvula de by-pass por exceso de presión. Continuará para su unión con el depósito mediante llave de corte y válvula de alivio de bajo caudal graduada a 20 bares. En el interior del depósito se instalará una válvula de exceso de flujo.
- Línea de retorno en fase gaseosa, que partirá del surtidor mediante tubería prefabricada que se unirá mediante brida DN25 ya bajo la arqueta del depósito, y posterior junta dieléctrica. En la generatriz superior del depósito se conectará mediante llave de corte y válvula de exceso de flujo, esta última en el interior del depósito.

#### 4.1.1. CARACTERÍSTICAS Y CERTIFICACIÓN

La bomba de trasvase se suministra incorporada en la unidad autónoma y en el momento de redacción de este Proyecto se desconoce el tipo concreto. Su certificación está amparada por la propia de la unidad autónoma.

#### 4.2. ACTUADOR ELÉCTRICO

La salida en fase líquida del depósito, en punto previo a su paso por la bomba de trasvase, incorporará un actuador electromecánico que sólo permitirá el paso de líquido si la instalación está en orden de marcha, y lo bloqueará si se desconecta el suministro eléctrico o se activa el sistema de paro de emergencia, con un sistema de descarga electrostática (ESD).

Sus características básicas serán:

##### *ACTUADOR ELÉCTRICO*

<i>Marca</i>	VALPES
<i>Modelo</i>	VRX
<i>Protección IP</i>	IP68
<i>Protección ATEX</i>	Ex d IIB T6 Gb
<i>Potencia eléctrica (Solo en apertura o cierre)</i>	45 W

*Tabla 7: Características del actuador eléctrico*

#### 4.3. TUBERÍAS Y CONEXIONES

La instalación de almacenamiento y el aparato suministrador se unirán mediante tuberías de la fase líquida y el retorno de fase gaseosa al depósito.

Las tuberías, serán acorde con la norma UNE 60720:2009 “Tuberías flexibles metálicas de acero inoxidable para la distribución de propano en fase líquida o gaseosa con una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 20 bar”.

Serán de la marca Witzenmann, modelo RS321S12 DN25 y DN40 (o similar), protegidas con funda termoretractil plástica y homologadas según la citada norma.

La instalación de las tuberías cumplirá con la norma UNE-EN 14678-2:2007+A1:2012 en su apartado 4.9.

Se dispondrá de unión embridada de igual clase a la presión de diseño de la tubería en el extremo previsto para la unión con el almacenamiento de GLP, acorde con la norma UNE EN 1092-1.

De acuerdo con las normas EN 751-2 y EN 751-3 se dispondrá de unión roscada en el extremo opuesto previsto para la unión con el surtidor.

La instalación será enterrada, con una profundidad mínima de 0,6 m bajo el nivel del suelo y sobre un lecho de arena limpia de 20 cm, que también cubrirá la tubería en sus laterales y su parte superior con al menos 20 cm. Por tanto, una profundidad de fosa de al menos 0,8 m.

Se colocará una cinta marcadora de señalización sobre la tubería a una distancia mínima de 30 cm.

Si la tubería se aloja en una camisa, deberán sellarse los extremos de esta para impedir el paso de GLP generando una atmósfera inflamable.

La distancia mínima entre ambas tuberías será de 10 cm, y de 20 cm respecto a otras obras o conducciones enterradas.

## 5. INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO

Es la instalación destinada al almacenamiento de GLP, y delimitada entre la boca de carga y las válvulas de corte de salida y retorno a la instalación de suministro.

El uso de dicha instalación es el de suministrar combustible líquido al surtidor, por lo que no procede la descripción de elementos comunes propios de las instalaciones de almacenamiento de GLP independientes.

Al tratarse de un depósito enterrado con un volumen inferior a 5 m<sup>3</sup>, su clasificación será de la categoría E-5, como indica la norma UNE 60250:2008.

### 5.1. EMPLAZAMIENTO

La estación será de acceso libre, y estará dentro de los límites de propiedad de la estación de servicio de otros combustibles.

Su instalación será enterrada, tal como indica la norma UNE 60250:2008 y con cumplimiento de las condiciones y distancias de seguridad correspondientes.

#### 5.1.1. OBRA CIVIL

Se alojará en el interior de una fosa practicada en terreno cuyas dimensiones libres mínimas serán de 415 x 250 cm y de una profundidad de 200 cm. Se completará la profundidad requerida con un bordillo del bloque de hormigón de modo que su cota superior sea de 20 cm sobre el nivel del suelo.

El terreno de instalación presenta estabilidad de los áridos sin disgregación. Teniendo en cuenta esa condición, se realizará una base de hormigón para la

fijación del depósito y su posterior instalación y tapado, con las características siguientes:

**Base de la fosa:**

- Solera de hormigón en masa de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HM-20/B/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, con malla electrosoldada ME 20x30 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080:2006 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de superficie.

El depósito se anclará a la base de cimentación de forma que se impida su flotación. Se utilizarán anclajes formados por espárragos roscados (4 en total, según fabricante) que serán de M12 o mayor y longitud 250 mm. Se unirán a los apoyos con un relleno de hormigón rico, y al depósito mediante tuerca y arandela a través de los orificios al efecto en las bases de sustentación de cada depósito.

La fosa con el depósito colocado y fijado al suelo se rellenará con material exento de elementos que puedan producir daño mecánico.

Las conducciones de otros servicios estarán a una distancia mínima de 1,5 m del depósito.

Se instalará un tubo buzo de diámetro interior mínimo 5 cm en una esquina de la fosa, que estará cortado oblicuamente en el extremo del fondo de la fosa y con una malla que impida la entrada de arena y un tapón en el extremo superior accesible para su inspección y control.

La bomba de trasvase y la valvulería estarán cubiertas y accesibles mediante arqueta de material B-s3, d0 según UNE-EN 13501-1, y provista de cerradura o candado.

Considerando la posible circulación esporádica de vehículos sobre espacios cercanos a la proyección del depósito, se dispondrá de una losa capaz de resistir las cargas transmitidas. Se considera suficiente con la construcción de una losa de las características siguientes:

**Losa superior:**

- Solera de hormigón armado de 20 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/CX2 fabricado en central, y vertido desde camión, con parrilla electrosoldada ME 15x15 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20

UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, con acabado superficial mediante fratasadora mecánica y posterior aplicación de líquido de curado incoloro, (0,15 l/m<sup>2</sup>).

Se finalizará con bordillo de obra sobreelevado.

Sobre la losa se practicarán huecos registrables, con el fin de acceder a la tierra de relleno para el mantenimiento futuro de la protección catódica del depósito.

No se permitirá la circulación de vehículos en el espacio delimitado por 1,5 m desde orificios del depósito (boca de carga y válvula de seguridad).

#### 5.1.2. CERRAMIENTO

Se prescindirá de cerramiento en aplicación de la norma UNE 60250 apdo.

7.2, al aplicarse simultáneamente las siguientes 2 condiciones:

- La valvulería accesible del depósito está bajo arqueta de materiales B-s3, d0 según UNE-EN 13501-1, provista de candado y con carteles de advertencia sobre la misma arqueta o en lugar próximo, con la leyenda:



*Ilustración 5: Carteles de peligro gas inflamable y prohibido fumar y encender fuego*

- Se construirá un bordillo de altura mínima 15 cm y se adecuará la losa sobre foso según se define en el punto anterior.

#### 5.1.3. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Se mantendrán las siguientes distancias mínimas de seguridad, medidas y definidas según lo establecido en el apartado 5.1.2. de la norma UNE 60250:2008

y referidas a lo exigido para depósitos E-5 según el anexo B de dicha norma. Se complementan con lo ordenado en el apdo. 4.1. de la norma UNE 60630:2017.

<b>REFERENCIA</b>	<b>Do</b>
<b>Muros o paredes ciegas (RF-120) y espacio libre alrededor de la proyección sobre el terreno.</b>	0,80
<b>Distancia al cerramiento.</b>	1,50
<b>Límites de 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.</b>	1,50
<b>Aberturas de edificios de uso docente, de uso sanitario, de culto, de esparcimiento o espectáculo, de acuartelamientos, de centros comerciales, museos, bibliotecas o lugares de exposición públicos. Estaciones de servicio ajenas (bocas de almacenamiento y puntos de distribución).</b>	3
<b>De la boca de carga a la cisterna de trasvase.</b>	3
<b>Proyección de paredes de depósitos enterrados de otros hidrocarburos líquidos.</b>	3

*Tabla 8: Distancias mínimas de seguridad*

Donde:

- Do: Distancia mínima desde orificios del depósito en metros.

## 5.2. VÁLVULAS DE SEGURIDAD

Se instalará una válvula de seguridad de tipo RS3136, sobre porta-válvula CD36, con rosca NPTH DN32 (1<sup>¼</sup>”) en el de depósito.

La conexión entre la válvula y la porta-válvula asegurará la estanqueidad mediante cinta hilada de teflón de alta densidad, según UNE 60722.

La descarga de válvulas de seguridad se debe realizar al exterior en sentido vertical, y sus salidas estarán protegidas para evitar la entrada de agua y suciedad.

La válvula estará tarada, precintada y certificada por el fabricante a 20 bar, con una tolerancia de apertura y cierre máxima de  $\pm 10\%$ . El caudal de descarga que, como

mínimo debe suministrar la válvula de seguridad debe ser tal que la presión en el interior del depósito no llegue a sobrepasar en un 20% la presión de apertura de esta. Tendrá capacidad de descarga (en  $\text{m}^3/\text{min. aire}$ ) superior a la necesaria y establecida en el documento de cálculos de este proyecto.

### 5.3. ELEMENTOS AUXILIARES

Todos los accesorios y elementos auxiliares instalados en el depósito de GLP soportarán una presión de operación de al menos 20 bar. Las uniones de la valvuería del depósito a este y entre elementos instalados a esta, será mediante rosca cónica NPTH según UNE 19009-1 asegurando su estanqueidad mediante cinta hilada de teflón de alta densidad, según UNE 60722. Cumplirán con lo dispuesto en el Reglamento de Equipos a Presión.

Dichos elementos se situarán en la generatriz superior del depósito y estarán bajo capota del tipo antes indicado. Como mínimo serán:

- Válvula de llenado o boca de carga; con dispositivo de llenado de doble cierre, uno de los cuales será con sistema antirretorno y situado en el interior del depósito. Estará protegida mediante tapón de plástico o metálico y será accesible desde la capota del depósito. Será de tipo OMECA VRN-S D1500 y conexión NPTH DN32 (1 $\frac{1}{4}$ ”).
- Indicador de nivel magnético; para la información directa y continua del porcentaje de gas contenido en el depósito, y con indicación de nivel máximo de llenado (85% de la capacidad del depósito). Será tipo ROCHESTER JUNIOR 6281TM TM D1500.
- Nivel máximo + manómetro; bloque unido a depósito que constará de: Punto alto de llenado, que garantizará que el nivel de llenado no exceda del 85% del volumen total del depósito; Manómetro, con escala de 0 a 40  $\text{Kg}/\text{cm}^2$ . Será de tipo REGO 9101 DNP y conexión  $\frac{3}{4}$ ” NPTH DN20 ( $\frac{3}{4}$ ”).
- Válvula de seguridad; de resorte y en número de 1, que evitará una presión en el interior del depósito superior a 20  $\text{Kg}/\text{cm}^2$ . Realizará la descarga a la atmósfera en sentido vertical, y estará protegida su salida para evitar la entrada de agua y suciedad. Será de tipo REGO RS3136 montada sobre porta-válvulas CD36, y conexión NPTH DN32 (1 $\frac{1}{4}$ ”).

- Purga; para la purga del depósito y su eventual vaciado. Tendrá sistema de doble cierre, uno por exceso de flujo y tapón roscado. Será tipo REGO 12472 y conexión NPTH DN20 (3/4”).
- Check-look; para la purga del depósito y su eventual vaciado por inyección de nitrógeno. Será tipo REGO 7572FC y conexión NPTH DN20 (3/4”).
- Conexión de la bomba de trasvase al depósito; instalada de modo que su eventual retirada se pueda realizar fácilmente y sin vaciar el depósito.
- Retorno de bomba; unión del bypass de la bomba al depósito, mediante limitador y llave de corte rego 9101 DNP y conexión NPTH DN32 (1/4”). Incluye conexión flexible y válvula de seguridad.
- Salida en fase líquida hacia el surtidor; con conexión bloque de la bomba de trasvase mediante llave tipo Wafer, válvula de seguridad, junta dieléctrica y conexión de salida mediante brida DN40.
- Retorno de surtidor; mediante limitador y llave de corte rego 9101 DNP y conexión NPTH DN32 (1 1/4”). Incluye junta dieléctrica y conexión de salida mediante brida DN25.
- Borne de toma de tierra; dentro de la arqueta estará accesible una toma de tierra para su conexión al camión cisterna en la operación de llenado, siendo su valor inferior a 80 ohmios.

#### 5.4. PROTECCIÓN ANTICORROSIVA

La parte exterior del depósito se preparará con decapado por granallado, recubrimiento continuo por imprimación epoxi poliamida de 60  $\mu\text{m}$  y acabado con capa de poliuretano negro de 60  $\mu\text{m}$ .

Se dispondrá de un equipo de protección catódica conformado por 17 ánodos de sacrificio de magnesio. Se enterrarán dentro del foso, en la arena o tierra de relleno, en el plano del eje horizontal del depósito, y a una distancia de la pared de este de unos 50 cm.

Los ánodos se unirán entre sí mediante cables enfundados que se unirán eléctricamente al depósito. Las conexiones deberán cubrirse con aislante eléctrico.

Entre el depósito y el terreno, debe existir un potencial igual o inferior a -0,85 V.

Se dejará un paso libre hasta la arena del foso de al menos 200 mm de diámetro para facilitarse así la comprobación periódica de esta resistencia.

## 6. APARATOS SUMINISTRADORES

Se dispondrá del aparato suministrador definido en el punto 2.6 de este capítulo, el cual dispondrá para el suministro de GLP de una manguera de suministro y contabilización de volúmenes suministrados tanto electrónicamente como con totalizador mecánico.

### 6.1. EMPLAZAMIENTO

Se instalará sobre una isleta donde se ubican cercanos otros dispensadores de combustibles. De manera que, tal como exige la norma UNE 60630:2017 en su apartado 5.2, estará sobreelevada un mínimo de 10 cm sobre el nivel transitable de vehículos.

Para la ubicación de la zona de suministro se considerará la tabla 2 de distancias que se expone en la norma UNE 60630:2017, medidas todas ellas desde el punto de conexión de la manguera flexible con el surtidor.

Teniendo esto en cuenta y que se trata de una estación de servicio de acceso libre, se establecen una serie de referencias, extraídas de la Tabla 1 del punto 5.2 de la norma UNE 60630:2017, cuyos radios de influencia se detallan en la tabla siguiente:

<b>REFERENCIA</b>	<b>DISTANCIA D<sub>s</sub> (m)</b>
<b>Líneas ferroviarias.</b>	Según normativa organismos competentes
<b>Proyección de líneas eléctricas de alta tensión.</b>	
<b>Carreteras de cualquier orden o vías transitables.</b>	
<b>Aparatos suministradores de otros tipos de carburantes.</b>	1
<b>Bocas de almacenamiento o venteos de otros tipos de carburantes.</b>	
<b>Depósitos de GLP de la misma estación.</b>	
<b>Almacenamiento de depósitos móviles de GLP (hasta 500 kg almacenados).</b>	2
<b>Límite de propiedad.</b>	3

<b>Aberturas de muros o paredes de edificaciones de la propia estación de servicio.</b>	
<b>Tragaluces, respiradores de sótano, pozos, sumideros, alcantarillas.</b>	
<b>Aberturas en locales de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc., según se definen en el CTE, ajenos a la estación.</b>	
<b>Instalaciones con peligro de incendio o explosión.</b>	9
<b>Almacenamiento de depósito móviles de GLP (más de 500 kg almacenados).</b>	10

*Tabla 9: Distancias desde el surtidor según normativas*

Donde:

- $D_s$ : Distancia desde la proyección vertical del punto de conexión de la manguera flexible con el surtidor.

La ubicación prevista del surtidor y depósito cumple con la limitación de distancias respecto a líneas eléctricas de AT, ferrocarriles, carreteras y vías transitables, según lo establecido por los diferentes organismos competentes.

## 6.2. CONSTRUCCIÓN, CARÁCTERÍSTICAS Y SUMINISTRO

El surtidor deberá estar diseñado y fabricado para su uso con GLP y cumplir con lo requerido en la norma UNE-EN ISO 1376. Estará situado al aire libre y en una elevación con bordillo habilitada para el suministro de GLP y de otros hidrocarburos a vehículos.

La zona de suministro estará a una distancia inferior a 1,5 m desde el punto de conexión de la manguera y la zona de carga donde se debe ubicar el vehículo, estará señalizada de forma indeleble sobre el suelo.

El surtidor estará elevado al menos 10 cm del suelo y provisto de postes protectores ante posibles impactos de vehículos. Además, los circuitos de impulsión y retorno dispondrán de una válvula de exceso de flujo tipo break-away en lugar anterior al del posible impacto, para así evitar la posible fuga de combustible.

No se instalarán llaves de paso maniobrables desde el exterior del surtidor, al ser su longitud inferior a 15 m y disponer el depósito de GLP de dichas llaves.

También se instalará una válvula de alivio en el circuito principal del aparato suministrador y tarada a un valor inferior a 24 bar. La manguera dispondrá de una válvula tipo break-away marca STÄUBLI, mod. BRW 11 unida en una de sus partes a elemento fijo del bastidor, que evite fugas de GLP en el caso de que un vehículo abandone la posición durante el proceso de carga sin desconectar la manguera de suministro. Este dispositivo permitirá el rearme mediante conexión rápida cumpliendo con lo establecido en la norma UNE-EN 14678-2.

El tipo y diseño de la manguera será conforme lo establecido en la norma UNE-EN 14678-2, y dispondrá de boquilla normalizada según UNE-EN ISO 13760 de conexión rápida. Sólo será posible el paso de GLP al vehículo si se mantiene accionado un pulsador de suministro, cesando el paso de líquido si se deja de presionar.

## 7. INSTALACIÓN DE CONTROL

Para la unidad autónoma se ha previsto de un cuadro de control eléctrico que se ubicará en zona adecuada dentro de la caseta de ventas. Desde este cuadro se automatizará el funcionamiento de la bomba de impulsión en función de las necesidades de suministro, se responderá a las acciones del circuito de pulsadores de emergencia y se dará suministro eléctrico al surtidor.

Habrán pulsadores de emergencia situados en los puntos siguientes:

- Zona de ventas
- Zona de distribución
- Zona de llenado del depósito de GLP

El surtidor tendrá todos los elementos necesarios para el control de su funcionamiento y medida del volumen de combustible dispensado.

## 8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica supone el suministro y control del surtidor y de la bomba de impulsión.

En la norma UNE 60630:2017 se establece que la instalación eléctrica debe cumplir lo exigido por el REBT, el contenido de la norma UNE-EN 14678-2 y que los circuitos de fuerza deben tener protección diferencial con sensibilidad máxima de 30 mA.

Todos los componentes que no estén protegidos catódicamente deben de estar conectados a tierra.

Los extremos de los cables que se coloquen en un tubo o tubería deben de estar sellados con cierres o sellantes impermeables al GLP en fase líquida o gas.

La instalación la ejecutará un instalador autorizado, cumpliendo con la normativa vigente.

Según se establece en las normas UNE 60670:2008 y UNE 60630:2017, en las zonas peligrosas se utilizarán cables de material plástico y/o de elastómero no armados, aislados, con una funda semirrígida o dura. Deberán cumplir con las normas EN 60079-14 y EN 50525-2-51 o EN 50525-2-21.

## 9. INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

Tal como indica la norma UNE 60630:2017 en su apdo. 11, deberá considerarse materia extintora para el depósito de GLP y para la unidad de suministro de GLP (surtidor). Al tratarse en una unidad autónoma, se debe tomar el requerimiento más exigente de entre los siguientes:

- Surtidor: según la norma UNE-EN 3-7, se dispondrá un extintor tipo 21A-113B-C y otro de repuesto, por tanto 2 unidades del tipo indicado.
- Depósito: según la norma UNE 60250:2008 apdo. 7.8.1., para los almacenamientos de tipo E5 no se precisa materia extintora.

Por tanto, se deberán disponer 2 extintores tipo 21A-113B-C.

Esta será la única modificación a efectos de instalación contra incendios, motivada por la incorporación del nuevo suministro de GLP para vehículos a motor.

Los extintores se colocarán cercanos al surtidor, mediante enganches adecuados y debidamente señalizados.

## 10. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES

La estación de servicio de GLP de este Proyecto estará formada por el almacenamiento de GLP con bomba de trasvase accesible desde la arqueta de valvulería del mismo, canalizaciones en fase líquida al surtidor y de retorno de fase gas al depósito y surtidor desplazado.

### 10.1. PRESIONES DE USO EN BARES

El fabricante indica que la presión máxima de operación (MOP) en el surtidor será de 25 bar. La máxima presión en el conjunto de la estación de GLP en su fase líquida será de 20 bar, ya que las válvulas de seguridad de las canalizaciones estarán taradas

a esta presión. La presión de uso normal viene definida por la bomba de impulsión, siendo la misma de un valor entre 7 y 10 bar.

## 10.2. CAUDALES

Se ha previsto y diseñado un caudal mínimo de suministro de 5 l/min y un caudal máximo de 50 l/min en el surtidor, con un volumen mínimo de suministro de 5 l. Estos caudales serán a los que atenderá el conjunto de la estación de servicio de GLP y los que definirán los tarados de las válvulas de exceso de flujo y demás elementos de diseño.



### III - CÁLCULOS

#### 1. BASES DE CÁLCULO

A continuación, se expondrán algunos parámetros necesarios de aplicación en el presente documento, referentes a características del gas, al depósito de almacenamiento de GLP y al resto de elementos de la unidad autónoma, según los datos aportados por los fabricantes y en base a los mínimos expresados en la norma UNE 60670-4:2023.

El gas para suministrar será GLP de automoción. Sus características se especifican en el Real Decreto 61/2006, de 31 de enero, por el que se determinan las especificaciones de gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo y se regula el uso de determinados biocarburantes, así como sus posteriores modificaciones.

Los valores y unidades de cálculo serán las citadas en el Real Decreto, según la siguiente tabla, perteneciente al anexo VII del mismo:

**ESPECIFICACIONES DEL GLP DE AUTOMOCION**

Características	Unidades de medida	Límites		Normas
		Mínimo	Máximo	
Densidad a 15 °C	kg/l	-	-	ASTM D-1657
Humedad		-	-	ASTM D-2713
Agua separada		Ausencia		-
Contenido máximo de azufre	mg/kg	-	50	ASTM D-2784
Corrosión	Escala	-	Clase 1	ISO 6251
Presión de vapor man. a 40 °C	kg/cm <sup>2</sup>	-	15,8	ASTM D-2598
Ensayo R-Number		-	10	ASTM D-2158
Ensayo Oil-Number		-	33	ASTM D-2158
Índice octano motor (MON)		89	-	ASTM D-2598
Composición: Hidrocarburos C <sub>2</sub>	% Volumen	-	2,5	ASTM D-2163 (1) UNE-EN 27941
Hidrocarburos C <sub>3</sub>	% Volumen	20	-	ASTM D-2163 (1) UNE-EN 27941
Hidrocarburos C <sub>4</sub>	% Volumen	-	80	ASTM D-2163 (1) UNE-EN 27941
Hidrocarburos C <sub>5</sub>	% Volumen	-	1,5	ASTM D-2163 (1) UNE-EN 27941
Olefinas totales	%Volumen	-	6	ASTM D-2163 (1) UNE-EN 27941
Diolefinas+Acetilenos	p.p.m.	<1.000		ASTM D-2163 (1) UNE-EN 27941
Olor		Característico		

*Ilustración 6: Tabla con especificaciones del GLP*

Las características del almacenamiento de GLP, obtenidas del catálogo de depósitos, a efectos de los cálculos a realizar son las siguientes:

- Propano almacenado en el depósito al 85% de volumen: 2.079 kg.

- Diámetro del depósito elegido: 1,50 m.

## 2. CÁLCULOS

### 2.1. CONSUMO Y AUTONOMÍA

Por comparación con otras instalaciones similares, se estima una media de 10 suministros diarios, con un llenado medio de 20 kg de GLP.

La autonomía de la unidad autónoma vendrá dada por la capacidad de su almacenamiento partida por el surtido, teniendo en cuenta que este último será durante 7 días a la semana sin consideración de festivos:

$$T_A = \frac{V_K}{C_d}$$

Donde:

- $T_A$ : Tiempo de autonomía de la unidad autónoma expresado en días.
- $V_K$ : Contenido de gas en estado líquido del depósito considerando este entre 2 llenados consecutivo expresado en kg.
- $C_d$ : Consumo diario por suministros, considerando 7 días semanales.

Si los 2.079 kg de propano almacenado en el depósito al 85% de su capacidad se reducen con un contenido mínimo o de reserva del 20%, entre dos llenados del depósito dispondremos de 1.663,2 kg de propano, que determinarán la autonomía.

El consumo diario será el producto de los suministros diarios por la media de kilos de llenado, siendo el resultado de 200 kg/día.

Considerando estos valores, la autonomía será:

$$T_A = \frac{V_K}{C_d} = \frac{1.663,2}{200} = 8,316 \text{ días}$$

### 2.2. INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO

No se considera necesario cálculo alguno de la instalación de almacenamiento, salvo el de la autonomía (calculado en el apartado anterior), el punto máximo de llenado que se indica a continuación y la válvula de seguridad expuesta en el punto 2.4. de este capítulo.

Se calculará también en este apartado la idoneidad de las canalizaciones en fase líquida que unen el almacenamiento con el resto de los elementos de la instalación.

### 2.2.1. PTO. MÁX. DE LLENADO Y LONGITUD DE TUBO SONDA

El depósito no se podrá llenar más de un 85% de su capacidad.

Para un diámetro del depósito de 1,5 m, indicado por el fabricante y puesto que la forma interior del depósito es semejante a un cilindro con su eje horizontal, la altura que define un 15% de su capacidad es de 0,311 m (dato aportado por fabricante usando la relación  $h \approx 0,21 \times D_{\text{int}}$ ) que será el de longitud dentro del depósito del tubo sonda.

### 2.2.2. CANALIZACIONES EN FASE LÍQUIDA

La norma UNE 60250 en lo relativo a diseño de canalizaciones en fase líquida, indica que estas deben dimensionarse de acuerdo con la norma UNE 60310.

El grosor de las tuberías viene determinado por el cumplimiento de la norma UNE 60720:2009 “Tuberías flexibles metálicas de acero inoxidable para la distribución de propano en fase líquida o gaseosa con una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 20 bar”.

Es importante la determinación de la velocidad del flujo para limitar su valor a 30 m/s tal como se establece en la norma UNE 60620-3.

Se empleará la siguiente expresión empírica (Combinación de la Ecuación de la Continuidad, y la Ecuación de Estado del Gas Ideal, con factores empíricos), semejable en las circunstancias de fase gas y líquida, seleccionando una tubería de diámetro interior 40 mm y con la premisa de la situación más desfavorable a efectos de cálculo, que sería de 5 bar (abs.):

$$V = \frac{374 * Q * Z}{P_2 * D^2} \leq 30$$

Donde:

- Q: Caudal del gas en m<sup>3</sup>/h. Para un caudal máximo de 60 l/min definido para el surtidor, que equivale a Q = 3,6 m<sup>3</sup>/h.
- D: Diámetro interior de la tubería, expresado en mm.
- V: Velocidad del gas en m/s.
- Z: Factor de compresibilidad (Se toma este valor igual a la unidad para presiones absolutas inferiores a 5 bar).

- $P_2$ : Presión absoluta final de la conducción, en bar. Es la presión relativa más la atmosférica, siendo esta de 1,01325 bar.

Aplicando la expresión:

$$V = \frac{374 * 3,6 * 1}{5 * 40^2} = 0,1683 \approx 0,17 \text{ m/s}$$

Muy inferior al límite normativo.

### 2.3. INSTALACIÓN DE TRASVASE

Se instalará una bomba de impulsión de gas GLP, con el caudal y la potencia adecuados a los requerimientos del surtidor.

Las características de la bomba son:

- **Marca:** STERLING SIHI
- **Modelo:** CEBA 2003/2<sup>a</sup>4RF1A
- **Máximo caudal a 2900 RPM:** 65 l/min
- **Caudal con incremento de presión de 5 bar:** 35 l/min
- **Dirección de giro anti-horario.**
- **Velocidad máxima:** 3000 rpm (4 etapas)
- **Rango de potencia:** 2,5 – 3,0 KW (motor 100 L)
- **Rango de temperatura:** -40 °C a 80 °C
- **Conexión de salida:** DN20, PN40, DIN 2501
- **Presión máxima de trabajo:** 40 bar
- **Presión de prueba:** 52 bar

Los rangos de trabajo se ajustan a las gráficas que se muestran a continuación (aportadas por el fabricante) según el caudal y presión exigido por el surtidor, excediendo así los parámetros demandados:

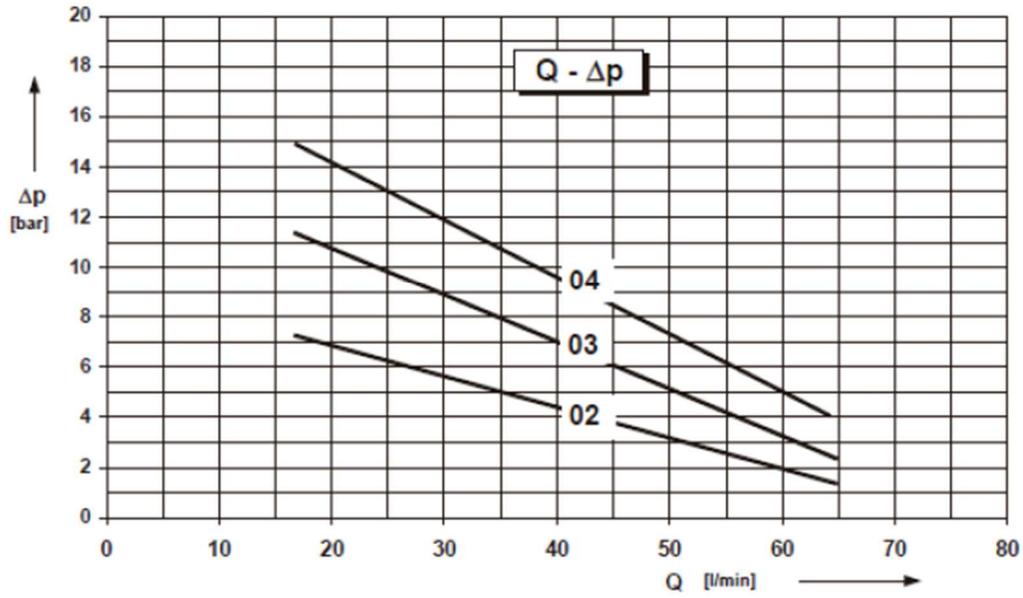


Ilustración 7: Gráfica bomba Q - Δp

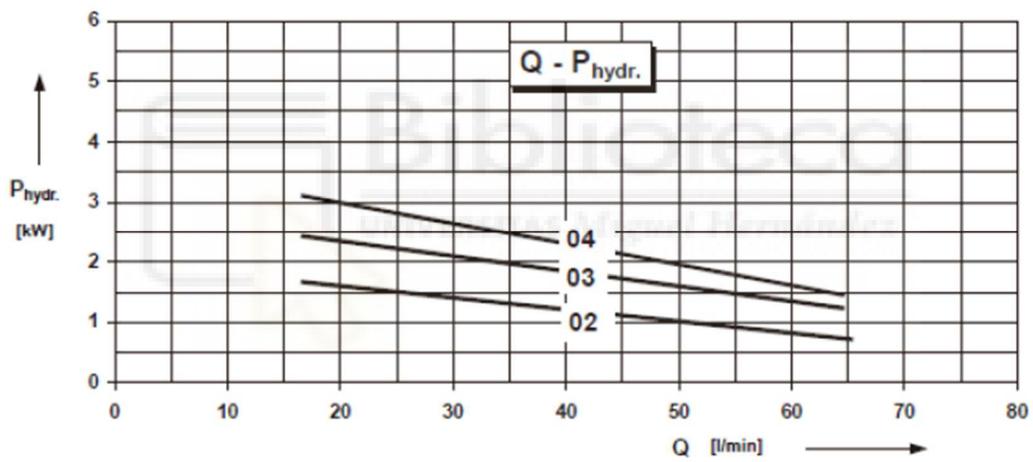


Ilustración 8: Gráfica bomba Q - P<sub>hydr.</sub>

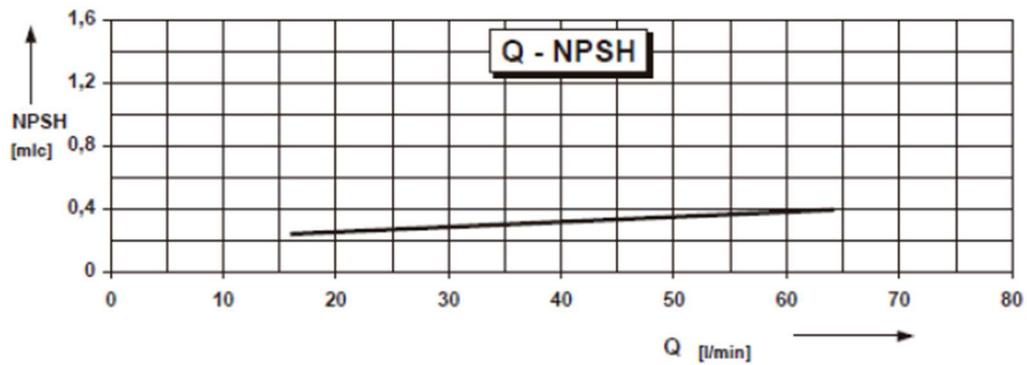


Ilustración 9: Gráfica bomba Q - NPSH

## 2.4. VÁLVULAS DE SEGURIDAD

Tal como se indica en el punto 6.7. de la norma UNE 60250:2008, el caudal de descarga de la válvula de seguridad será, como mínimo, tal que la presión en el interior del depósito no llegue a sobrepasar en un 20% la presión de apertura de esta. El cálculo se realizará con la siguiente expresión empírica (ajustada según el área de la válvula y la presión del sistema), como indica el apartado de esta norma:

$$Q_s = \frac{10,6552 * S^{0,82}}{1,2 \sqrt{1 - \frac{P^2}{785}}}$$

Donde:

- $Q_s$ : Caudal mínimo de descarga de propano ( $m^3/min$ ) a 15 °C y presión atmosférica.
- $S$ : Superficie del depósito ( $m^2$ ).
- $P$ : Presión de tarado de la válvula de seguridad (bar).

Para una presión de tarado reglamentaria de 20 bar, el valor del caudal mínimo de descarga será:

$$Q_s = \frac{10,6552 * 16,10^{0,82}}{1,2 \sqrt{1 - \frac{20^2}{785}}} = 123,79 \text{ m}^3/\text{min}$$

Según el apartado 6.7 de la norma UNE 60250:2008, en los depósitos enterrados se puede reducir el valor calculado en un 30% siempre que el depósito no pueda ser descubierto si no ha sido vaciado parcialmente hasta un 50% de su capacidad, como es este caso.

Por lo que el caudal mínimo de descarga será de 86,65  $m^3/min$ .

Se instalará una válvula de seguridad de la marca REGO RS3136, con capacidad de descarga superior al valor calculado.

## 2.5. PROTECCIÓN CATÓDICA

Al ser un depósito enterrado, es preciso un sistema de acción contra la corrosión, que será el de protección catódica.

El cálculo del potencial eléctrico para la protección de un metal viene dado por la ley de Nernst, que fija la relación entre el potencial de equilibrio de un metal que se corroe y la concentración de sus iones. Con esta fórmula, se justifica el valor de

protección reglamentario de -0,85V medido respecto a un electrodo de referencia cobre-sulfato de cobre.

A continuación, se van a relacionar una serie de fórmulas y datos que son necesarios para acometer los cálculos de la protección catódica, de esta manera podremos conocer el tipo y cantidad de ánodos a utilizar. No obstante, será imprescindible comprobar que esta instalación proporciona un potencial entre el depósito y el suelo que medido respecto al electrodo de referencia cobre-sulfato de cobre, sea igual o inferior a -0,85V, ya que los valores que se obtienen de la aplicación teórica pueden presentar márgenes de error muy elevados.

Para los cálculos siguientes van a utilizarse datos aportados por los fabricantes, sabiendo que debemos proteger un depósito de GLP enterrado de 4950 litros y vamos a utilizar unos ánodos tipo WWI-823.

En primer lugar, se debe calcular el radio equivalente, definido como el radio de un cilindro de igual superficie transversal que el ánodo, cuando este se haya consumido un 40%. Por tanto, queda:

$$r_e = 0,60 * \sqrt{S/\pi}$$

Donde:

- $r_e$ : Radio equivalente expresado en cm.
- S: Superficie trasversal del ánodo expresada en  $\text{cm}^2$ .

Teniendo en cuenta que el ánodo tiene un diámetro de 2,2 cm, el radio equivalente obtenido será:

$$r_e = 0,60 * \sqrt{\frac{\pi * 2,2^2}{\pi * 4}} = 0,66 \text{ cm}$$

A continuación, se procede a calcular la resistencia de los ánodos, que depende de sus dimensiones y de la resistencia específica del medio electrolítico en que se encuentran:

$$R_1 = \frac{\rho}{2 * \pi * L} * \left( \ln \frac{4 * L}{r_e} - 1 \right)$$

Donde:

- $R_1$ : Resistencia del ánodo expresada en  $\Omega$ .
- $\rho$ : Resistividad del medio en que se encuentra instalado el ánodo expresado en  $\Omega \times \text{cm}$ . Al tratarse de arena de río, se toma el valor de  $100.000 \Omega \times \text{cm}$ .

- L: Longitud del ánodo, expresado en cm. La longitud de los ánodos seleccionados es de 82,3 cm.
- $r_e$ : Radio equivalente, expresado en cm, calculado anteriormente.

Desarrollando, obtenemos la siguiente resistencia del ánodo:

$$R_1 = \frac{100.000}{2 * \pi * 82,3} * \left( \ln \frac{4 * 82,3}{0,66} - 1 \right) = 1.007,95 \Omega$$

Ahora se procede a calcular la intensidad de corriente que podrá suministrar cada ánodo, haciendo uso de la Ley de Ohm:

$$I = \frac{\Delta V}{R_1}$$

Donde:

- I: Intensidad del ánodo expresado en Amperios.
- $R_1$ : Resistencia del ánodo expresada en  $\Omega$ , calculada anteriormente.
- $\Delta V$ : Diferencia de potencial en valor absoluto entre el potencial de disolución del metal anódico en el medio agresivo ( $V_2$ ) y el potencial de protección, expresado en voltios ( $V_1$ ). (El potencial de protección se considera -0,85 V con respecto al electrodo Cu/CuSO<sub>4</sub>).

Sabiendo que el potencial del ánodo de aleación de magnesio es de -1,55V, tenemos que la intensidad que suministrará cada ánodo será:

$$I = \frac{|V_2| - |V_1|}{R_1} = \frac{1,55 - 0,85}{1.007,95} = 6,94 * 10^{-4} A$$

Ya sabiendo la intensidad suministrada de cada ánodo, podemos calcular su vida útil, la cual debe ser de 12 años como mínimo. Para ello, utilizamos la siguiente fórmula:

$$V_D = \frac{C * P * \mu * F}{I}$$

Donde:

- $V_D$ : Vida del ánodo, expresado en horas.
- C: Capacidad de corriente del ánodo, dado por el fabricante, expresada en amperios x hora/kg. Tiene un valor de 2.210 A x h/kg.
- P: Peso neto del ánodo, expresado en kg, cuyo valor es de 0,45 kg.
- $\mu$ : Rendimiento de la aleación en ese medio. En este caso es del 40%.
- F: Factor de utilización. Cantidad de ánodo utilizable en % del peso (en este caso un 70%).

- I: Intensidad que puede suministrar un ánodo, calculada anteriormente y expresada en amperios.

Obtenemos así la siguiente vida útil de los ánodos en horas:

$$V_D = \frac{2.210 * 0,45 * 0,4 * 0,7}{0,000694} = 401.239 \text{ horas}$$

Dividiendo para pasar a años:

$$V_{D,años} = \frac{401.239}{365 * 24} = 45,8 \text{ años}$$

Una vez comprobado, que la vida útil de los ánodos sobrepasa con creces la duración mínima de 12 años, solo nos queda calcular el número de ánodos a emplear en la instalación. Para ello, empleamos la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\text{Densidad de corriente} * \text{Superficie por proteger}}{I}$$

Donde:

- N: Número de ánodos.
- Densidad de corriente: Depende de la calidad del revestimiento a proteger y del medio en el que se encuentra enterrado el depósito. Se expresa en amperios/m<sup>2</sup>. El valor proporcionado es de  $0,5 \times 10^{-3} \text{ A/m}^2$ .
- I: Intensidad que puede suministrar un ánodo, calculada anteriormente y expresada en amperios.
- Superficie por proteger: Son los m<sup>2</sup> de superficie exterior del depósito que hay que proteger. El depósito utilizado tiene 16,1 m<sup>2</sup>.

Calculando, se obtiene:

$$N = \frac{0,5 * 10^{-3} * 16,1}{6,94 * 10^{-4}} = 11,599 \text{ ánodos}$$

Teniendo en cuenta que el depósito es nuevo, se debe de aplicar el factor de seguridad de 1/0,71:

$$11,599 * \frac{1}{0,71} = 16,337$$

Por lo que deberán tomarse 17 ánodos en la protección catódica del depósito.

Considerando estos cálculos, se recurrirá a los datos por fabricantes de depósitos y sus correspondientes protecciones catódicas, para la elección de la solución a aplicar.

Se dispondrá un equipo de protección catódica marca LAPESA, mod. LP 8334, ref. 22800 o similar, que constará de 17 ánodos de sacrificio y que proporcionará, con creces, la protección reglamentaria con una duración mínima de 12 años.

## 2.6. LOSA SOBRE LA FOSA DEL DEPÓSITO

Para el dimensionamiento de los pavimentos se han seguido las especificaciones de las normas 6.1.-IC, 6.2.-IC, 6.3.-IC “Secciones de Firme” de la Dirección General de Carreteras.



## IV - PLIEGO DE CONDICIONES

### 1. CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA INSTALADORA

La construcción de la instalación de gas de la estación de servicio deberá ser realizada por una empresa instaladora de gas, estando el resto de la instalación bajo la responsabilidad del titular, tal como se indica en el apdo. 4.3 de la ITC-ICG 05.

El director facultativo, un instalador y la empresa instaladora de gas comprobarán el correcto estado de los equipos y se extenderá un certificado de instalación de gas.

### 2. PRUEBAS PREVIAS

Una vez se haya completado la instalación de los equipos y antes de su puesta en marcha, la empresa instaladora que ha ejecutado la instalación, bajo la supervisión del director de obra, realizará las pruebas previas de la norma UNE 60630:2017, tras lo que se realizará una inspección inicial por organismo de control autorizado, durante la que se harán los ensayos y verificaciones establecidos en esta norma.

La norma UNE 60630 indica que en la zona de almacenamiento se deben realizar las pruebas, ensayos y verificaciones establecidos en el apdo. 10 de la norma UNE 60250:2008, procediendo como en esta se indica.

También deben someterse a la norma UNE 60250 las tuberías de impulsión y retorno desde la zona de almacenamiento hasta la llave de entrada del aparato suministrador.

Tanto el almacenamiento de GLP, como las tuberías flexibles y el surtidor, han sido probados en fábrica siguiendo los procesos descritos a continuación y aportándose certificados al efecto.

Sobre el depósito de GLP deberá realizarse una prueba de presión hidrostática en fábrica, de acuerdo con la legislación vigente. Si hay incidencias en el transporte o no se ha realizado la prueba antes mencionada, o a la puesta en servicio se observa que el depósito está instalado hace más de 12 meses o la prueba del fabricante se realizó hace más de 24 meses, se realizará una prueba de presión hidrostática en el lugar de emplazamiento, siendo la presión de prueba 1,43 veces la de diseño, y por tanto de 28,6 bar como mínimo, durante 10 minutos desde su estabilización.

Las canalizaciones en fase líquida deberán satisfacer una prueba de presión hidrostática de 29 bar durante 10 minutos contados desde su estabilización. Tras su conformidad se realizará también un ensayo de estanquidad a 3 bar con aire, gas inerte o

GLP en fase gaseosa durante 1 hora desde la estabilización de presión, reducible a 30 minutos para tramos de longitud menor de 20 metros.

Las válvulas de seguridad y el resto de los equipos cumplirán las pruebas específicas de la legislación que les sea de aplicación, contando en todo caso con los certificados de idoneidad correspondientes extendidos por el fabricante.

Tras realizar las pruebas indicadas, se debe eliminar el agua remanente, y procederá un inertizado con N<sub>2</sub>.

Una vez ya superadas las pruebas anteriores, se debe comprobar que el depósito no sufre pérdida de presión en su inertizado. En caso contrario, se debe realizar un ensayo de estanquidad a una presión de 3 bar durante 15 minutos, empleando para ello aire, gas inerte o GLP en fase gaseosa. En todo caso, no es preciso probar la válvula de seguridad cuando vengan montadas en el depósito y estas no se hayan visto manipuladas en modo alguno.

En el procedimiento de prueba, se establece lo siguiente:

- En primer lugar, antes de iniciar las pruebas, se comprobará que están cerradas las llaves que delimitan el tramo a ensayar y que las posibles llaves intermedias están abiertas.
- Una vez alcanzada la presión de prueba, se debe esperar a la estabilización de temperatura y realizar posteriormente la lectura de presión inicial. Se maniobrarán las posibles llaves intermedias para verificar su estanqueidad en posición abierta y cerrada.
- Si la prueba de estanquidad no es satisfactoria, se deberán localizar las fugas con agua jabonosa, y se repetirán las pruebas una vez reparadas.

El conjunto de regulación y los elementos que lo componen, para los cuales no es preceptiva la prueba de estanqueidad, se comprobarán a la presión de operación con agua jabonosa o detector de gas.

Durante los ensayos, el Director de Obra deberá tomar todas las precauciones necesarias para que se efectúen en condiciones seguras y en particular, si los ensayos se efectúan con GLP. En este último caso, estará terminantemente prohibido fumar durante los ensayos, se evitará la existencia de puntos de ignición o que puedan provocar inflamaciones en caso de fuga, así como evitar zonas de posible embalsamiento del gas en caso de fugas o purgas. Deberá purgarse y soplarse las tuberías con aire comprimido o gas inerte antes de efectuar cualquier reparación.

Se debe de verificar que las llaves son estancas a la presión de prueba y que los elementos que componen la instalación funcionan correctamente, sin retirar los precintos del fabricante en caso de que los haya.

En unidades autónomas, todas las pruebas anteriores se realizarán por el fabricante en el momento previo al transporte al punto de instalación y se documentará su validez mediante certificado.

Se debe verificar el cumplimiento de la norma UNE 60250 en las partes visibles de la instalación, sobre todo las distancias de seguridad.

### 3. CERTIFICADOS Y DOCUMENTOS

Se debe cumplir lo indicado en este proyecto, como paso previo al inicio de ejecución de la instalación de punto de suministro de GLP, además de seguirse durante esta.

Concluida la instalación, se presentarán para su aprobación ante la Delegación Territorial del Ministerio de Ciencia y Tecnología, el presente Proyecto acompañado de los documentos siguientes:

- Documentación identificativa del titular y en su caso, de su representante legal.
- Declaración responsable de los técnicos competentes, en el caso de que el Proyecto y final de obra no estén debidamente visados en el Colegio Profesional del técnico competente.
- El presente Proyecto, firmado por el técnico competente redactor de este y en este caso visado por el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Alicante.
- Certificado de dirección y terminación de obra de instalación de punto de suministro de GLP de acceso libre, firmado por técnico competente redactor del Proyecto y en este caso visado por el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Alicante.
- Certificado de instalación de gas firmado por instalador y empresa instaladora de categoría A.
- Certificado de inspección de organismo de control autorizado.
- Plan de mantenimiento, ya sea a través de contrato externo o por medios propios. En este caso consistirá en el acuerdo escrito y firmado entre la compañía suministradora de gas y el titular.

También se adjuntarán los certificados de pruebas y verificación CE del conjunto del depósito con la bomba de trasvase, del surtidor, y de las tuberías prefabricadas destinadas a la unión de los equipos.

#### 4. PUESTA EN SERVICIO

La instalación se considerará en disposición de servicio una vez expedido el certificado de inspección. En ese momento, el titular de esta podrá ponerse en contacto con el comercializador o el distribuidor para solicitar el primer suministro.

#### 5. COMUNICACIÓN A LA ADMINISTRACIÓN

No se precisa de autorización administrativa en la construcción de estaciones de servicio de vehículos a motor que utilizan combustibles gaseosos.

El apdo. 4.3 de la ITC-ICG 05, establece que, en un plazo máximo de 15 días hábiles desde la fecha del primer llenado del depósito, deberá presentarse ante la Delegación Territorial del Ministerio de Ciencia y Tecnología el contenido documental indicado en el punto 3 del pliego de condiciones del presente Proyecto.

#### 6. CALIDAD DE LOS MATERIALES

Todos los materiales utilizados deberán estar debidamente homologados y deberán cumplir todo lo que establezcan las normas UNE que le afecten en cada caso, además de disponer de la marca CE cuando se exija.

A continuación, se identifican los elementos principales de la instalación y sus características:

- Depósito de GLP: Depósito fijo de GLP en instalación enterrada, de 4,95 m<sup>3</sup> de capacidad nominal y tipo cilíndrico horizontal, marca LAPESA, modelo ref. LPUA4950E-BME. Incluye equipo de bombeo y válvula automática de seguridad en salida de fase líquida.
- Canalizaciones en fase líquida y retorno fase gas: Tuberías flexibles hechas a medida, marca Witzenmann, modelo RS321S12 DN25 y DN40 (o similar), protegidas con funda termoretractil plástica y homologadas según la norma citada.
- Surtidor: MEPSAN, modelo SMARTLINE C LPG.

## 7. NORMAS DE EJECUCIÓN

La instalación se regirá según lo obligado en los reglamentos de aplicación al respecto, principalmente la norma UNE 60630:2017 Estaciones de servicio de GLP para vehículos a motor, el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos, y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11 (Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, con sus posteriores modificaciones), y la norma UNE 60250:2008 Instalaciones de almacenamiento de GLP en depósitos fijos para su consumo en instalaciones receptoras.

La instalación del depósito se realizará según lo indicado en la Memoria del presente Proyecto y bajo la supervisión del Director de Obra, respetando las distancias de seguridad normativas y las condiciones de instalación, así como su construcción.

Cuando se vaya a llenar de gas la canalización, tras el primer llenado del depósito de GLP, se hará de manera que se evite la formación de mezcla aire-gas comprendida entre los límites de inflamabilidad del gas. Para este cumplimiento, se introducirá el gas en la extremidad de la canalización a una velocidad que reduzca el riesgo de mezcla inflamable en la zona de contacto o se separarán ambos fluidos con un tapón de gas inerte o pistón de purga.

## 8. INSTRUCCIONES DE USO Y MANTENIMIENTO

Debe procederse siempre en base a lo expresado en la norma UNE 60630.

### 8.1. LLENADO DEL DEPÓSITO

La circulación del camión cisterna debe estar diseñada para asegurar que su salida esté libre de obstáculos y se realice marcha adelante.

El trasvase de GLP entre un camión-cisterna y el depósito sólo se debe iniciar una vez finalizadas las siguientes operaciones:

- El motor del camión-cisterna se deje parado y los circuitos eléctricos de dicho vehículo interrumpidos o bien, cuando por razones de funcionamiento de la bomba no fuera posible detener la marcha del motor, se coloque en el tubo de escape el aparato cortafuegos.
- Se haya bloqueado las medas del camión-cisterna por medio de cuñas.
- Se haya conectado el camión-cisterna eléctricamente a tierra.
- Se haya controlado la estanquidad de los racores de las juntas de tuberías flexibles que se empleen durante el trasvase.

- Se haya verificado que la ruta de salida está libre de obstáculos.

Para la explotación de las instalaciones incluidas en la zona de almacenamiento de GLP se debe de cumplir con todas las condiciones de la norma UNE 60250.

## 8.2. SUMINISTRO DE GLP A LOS VEHÍCULOS

Durante las operaciones de trasvase y/o suministro de GLP, en las zonas de seguridad delimitadas, el personal debe respetar y hacer respetar las prohibiciones siguientes:

- Fumar.
- Encender fuegos o hacer circular llamas libres.
- Mantener vehículos en marcha o con las luces encendidas.
- Efectuar reparaciones de vehículos o de los elementos de la propia instalación.

Las prohibiciones deben de ser claramente señaladas mediante letreros visibles desde cualquier punto de la estación, a no ser que esté atendida o como en este caso, sea de acceso restringido, no siendo entonces necesaria la exposición pública de las prohibiciones.

Debe mantenerse limpia la zona de seguridad de la estación de servicio de GLP y no contener ningún elemento combustible como papeles, maderas, vegetales secos, etc.

El personal de explotación debe de tener a mano como mínimo uno de los extintores de la instalación. Se dispondrán sobre sujeción adecuada en el mismo batidor de la unidad autónoma para así cumplir esta condición.

Durante el suministro a vehículos debe comprobarse que:

- Los motores estén parados, los vehículos inmovilizados y las luces apagadas.
- Los vehículos están autorizados para la carga de GLP.
- No hay ningún defecto en el depósito ni la boca de carga y corresponden a tipos autorizados.

El personal de la explotación debe de conocer las normas de actuación y funcionamiento indicadas en esta norma, preparado para llevar a cabo las maniobras a realizar para prevenir y reducir los accidentes e instruido sobre el empleo de los medios contra incendios.

Solo se permite el llenado de depósitos o recipientes fijos sobre automóviles expresamente autorizados, quedando prohibidos los demás.

En caso de incendio, el personal de explotación debe actuar rápidamente utilizando todos los medios idóneos a su alcance, impidiendo que otros vehículos entren en la zona de seguridad y procurando que desalojen esta zona lo antes posible los que ya estén en el interior.

En caso de un escape de gas, el personal de explotación debe impedir cuanto antes que otros vehículos entren en la zona de suministro y que los que ya estén ahí arranquen el motor.

## 9. LIBRO DE MANTENIMIENTO

La empresa suministradora y la empresa mantenedora responsable de los trabajos, guardarán registro documental o bien libro de mantenimiento que lo incluya, de todas las actuaciones e incidencias en la instalación durante 5 años como mínimo, quedando copia en la instalación de punto de suministro. El órgano administrativo tendrá libre acceso a esta documentación.

En cada uno de los registros se indicará la fecha, persona e intervención realizada, además deberá de ser firmado por la persona que la realice y por el titular de la instalación.

## 10. REVISIONES PERIÓDICAS

El mantenimiento y las revisiones periódicas de las estaciones de servicio se realizarán de acuerdo con lo indicado en la norma UNE 60630, siendo el titular de la estación de servicio el responsable. También revisará el almacenamiento de GLP según las exigencias de la norma UNE 60250:2008.

Deberán sustituirse todas las mangueras de suministro de carburante a los vehículos cada periodo de cinco años. Además, debe procederse regularmente a una inspección visual de la manguera con objeto de garantizar que mantiene las características necesarias para su utilización. Debe evitarse que se deteriore a causa del roce o la torsión no debe estar en contacto con el suelo. Una vez al año, como mínimo, debe de verificarse la ausencia de fugas.

Las operaciones de mantenimiento de la instalación de gas deben ser las indicadas en las normativas de canalizaciones y almacenamiento de combustibles gaseosos con el siguiente contenido y cada cinco años como mínimo:

- Verificación del correcto estado de todos los elementos de la instalación en sus partes visibles.
- Comprobación de la estanquidad de los elementos de la instalación mediante aire, gas inerte o gas de suministro, a la presión de servicio.
- Comprobación de las llaves y de su estanquidad.
- Verificar la no existencia de elementos ajenos a la estación de GLP, en especial de elementos combustibles.
- Verificación de extintores.
- Verificación de distancias de seguridad y de no alteración de las condiciones de ubicación del depósito.
- Medida de la toma de tierra, que debe de tener un valor inferior a 80 ohmios.
- Medida de la protección catódica con un valor superior a -0,85 V respecto a un ánodo de referencia de cobre-sulfato de cobre.



## V - PRESUPUESTO

A continuación, se mostrará el presupuesto generado con el software Arquímedes – CYPE.



Instalación de estación de servicio de GLP  
Presupuesto parcial nº 1 Obra Civil

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.1 ADE002	m <sup>3</sup>	<p>Excavación a cielo abierto, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el director de la ejecución de la obra.</p>			
		Total m <sup>3</sup> .....	21,788	6,29	137,05
1.2 RSB015	m <sup>2</sup>	<p>Solera de hormigón en masa de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HM-20/B/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión. Incluye: Replanteo y marcado de niveles. Preparación de las juntas perimetrales de dilatación. Puesta en obra del hormigón. Formación de juntas de retracción. Vertido, extendido y regleado del mortero de regularización. Curado del mortero. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin deducir la superficie ocupada por los pilares situados dentro de su perímetro.</p>			
		Total m <sup>2</sup> .....	10,375	21,87	226,90
1.3 CHA020b	m <sup>2</sup>	<p>Malla electrosoldada ME 20x30 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, colocada en obra, en losa de cimentación. Incluso alambre de atar y separadores. Incluye: Corte de la malla electrosoldada. Montaje y colocación de la malla electrosoldada. Sujeción de la malla electrosoldada. Criterio de medición de proyecto: Superficie teórica medida según documentación gráfica de Proyecto. No se ha incrementado la medición por solapes, ya que en la descomposición se ha considerado un 20% más de superficie. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie teórica ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total m <sup>2</sup> .....	10,375	3,92	40,67
1.4 ADR011	m <sup>3</sup>	<p>Relleno envolvente de las instalaciones, con arena de río, con bandeja vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado. Incluye: Extendido del material de relleno en tongadas de espesor uniforme. Humectación o desecación de cada tongada. Compactación. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en perfil compactado, el volumen realmente ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>			
		Total m <sup>3</sup> .....	13,725	28,08	385,40
1.5 CHH030	m <sup>3</sup>	<p>Solera de hormigón armado de 20 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión. Incluye: Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Volumen teórico, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>			
		Total m <sup>3</sup> .....	2,075	108,83	225,82

Instalación de estación de servicio de GLP  
 Presupuesto parcial nº 1 Obra Civil

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.6 CHA020	m <sup>2</sup>	<p>Malla electrosoldada ME 15x15 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, colocada en obra, en losa de cimentación. Incluso alambre de atar y separadores. Incluye: Corte de la malla electrosoldada. Montaje y colocación de la malla electrosoldada. Sujeción de la malla electrosoldada.                      Criterio de medición de proyecto: Superficie teórica medida según documentación gráfica de Proyecto. No se ha incrementado la medición por solapes, ya que en la descomposición se ha considerado un 20% más de superficie.                      Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie teórica ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total m <sup>2</sup> .....	10,375	11,87	123,15
1.7 IFW070	Ud	<p>Suministro y montaje de arqueta enterrada, de dimensiones interiores 40x40x40, prefabricada de polipropileno, con tapa prefabricada de PVC; previa excavación con medios manuales y posterior relleno del trasdós con material granular.                      Incluye: Replanteo. Excavación con medios manuales. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Vertido y compactación del hormigón en formación de solera. Colocación de la arqueta prefabricada. Ejecución de taladros para el paso de los tubos. Conexión de los tubos a la arqueta. Colocación de la tapa. Relleno del trasdós.                      Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.                      Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud .....	2,000	189,70	379,40
1.8 IFW070b	Ud	<p>Formación de arqueta enterrada, de dimensiones interiores 50x50x50 cm, de hormigón en masa "in situ" HM-35/P/20/X0+XA2, con marco y tapa de fundición clase B-125 según UNE-EN 124; previa excavación con medios manuales y posterior relleno del trasdós con material granular. Incluso molde reutilizable de chapa metálica, amortizable en 20 usos.                      Incluye: Replanteo. Excavación con medios manuales. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Vertido y compactación del hormigón en formación de solera. Colocación del encofrado metálico. Vertido y compactación del hormigón en formación de la arqueta previa humectación del encofrado. Retirada del encofrado. Conexión de los tubos a la arqueta. Colocación de la tapa. Relleno del trasdós.                      Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.                      Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud .....	4,000	143,13	572,52

Instalación de estación de servicio de GLP  
Presupuesto parcial n° 2 Instalación de equipos

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
2.1 IGD110	Ud	<p>Depósito homologado de gases licuados del petróleo (GLP), enterrado, de chapa de acero, de 1500 mm de diámetro y 3140 mm de longitud, con una capacidad de 4950 litros. Incluso arqueta de acero inoxidable con tapa, indicador de nivel, tubo buzo para toma de gas en fase líquida, valvulería, manómetro, tapón de drenaje, accesorios de conexión, borne de toma de tierra y zuncho.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la obra civil, la toma de tierra ni el equipo de protección catódica.</p> <p>Incluye: Replanteo. Introducción del depósito en el foso. Sujeción del depósito a los apoyos. Colocación del zuncho. Montaje, conexión y comprobación de su correcto funcionamiento. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,000	5.020,96	5.020,96
2.2 IGD112	Ud	<p>Equipo de protección catódica formado por 17 ánodos de magnesio de aleación AZ-63, de 1,5 V, colocados dentro de sacos rellenos con una mezcla de yeso y bentonita, conexiónados a cables unipolares de cobre de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección y 4 m de longitud, con aislamiento de PVC, para depósito de gas licuado del petróleo (GLP), enterrado en foso relleno con tierra de la propia excavación, tamizada, de chapa de acero, con una capacidad de 4950 litros. Incluso cables de unión, caja de conexiones, soporte, accesorios y elementos de sujeción.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la obra civil ni el relleno.</p> <p>Incluye: Replanteo. Tendido de cables. Montaje, conexiónado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,000	658,95	658,95
2.3 IEP021	Ud	<p>Toma de tierra compuesta por pica de acero cobreado de 2 m de longitud, hincada en el terreno, conectada a puente para comprobación, dentro de una arqueta de registro de polipropileno de 30x30 cm. Incluso grapa abarcón para la conexión del electrodo con la línea de enlace y aditivos para disminuir la resistividad del terreno.</p> <p>Incluye: Replanteo. Excavación con medios manuales. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Hincado de la pica.</p> <p>Colocación de la arqueta de registro. Conexión del electrodo con la línea de enlace. Relleno del trasdós. Conexión a la red de tierra. Montaje, conexiónado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,000	161,11	161,11
2.4 SMK010	Ud	<p>Surtidor MEPSAN, modelo SMARTLINE C LPG.</p> <p>Incluye: Replanteo y trazado en el paramento soporte de la situación del aparato. Colocación, nivelación y fijación de los elementos de soporte. Nivelación, aplomado y colocación del aparato.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,000	750,09	750,09
2.5 IGM015	m	<p>Tuberías, para unir el depósito con el surtidor, formadas por tubo de acero inoxidable, marca Witzmann, modelo RS321S12 DN50. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción, accesorios y piezas especiales colocados mediante soldadura fuerte por capilaridad.</p> <p>Incluye: Replanteo y trazado. Colocación de tubos. Montaje, conexiónado y comprobación de su correcto funcionamiento. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	9,500	9,39	89,21

Instalación de estación de servicio de GLP  
 Presupuesto parcial n° 2 Instalación de equipos

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
2.6 YSB050	m	<p>Suministro y colocación de cinta para balizamiento, de material plástico, de 20 cm de anchura y 0,1 mm de espesor, impresa por ambas caras en franjas de color amarillo y negro con leyenda "GAS", sujeta sobre un soporte existente (no incluido en este precio).                      Incluye: Colocación. Desmontaje posterior. Retirada a contenedor.                      Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.                      Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente montada según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p>			
		Total m .....	0,020	1,69	0,03
2.7 IOX110	Ud	<p>Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente, con presión incorporada con nitrógeno, con 6 kg de agente extintor, de eficacia 27A-183B (cumpliendo así con el mínimo de eficacia 21A-113B), con casco de acero con revestimiento interior resistente a la corrosión y acabado exterior con pintura epoxi color rojo, tubo sonda, válvula de palanca, anilla de seguridad, manómetro, base de plástico y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje.                      Incluye: Colocación y fijación del soporte. Colocación del extintor.                      Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.                      Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud .....	2,000	48,13	96,26



Presupuesto de ejecución material

1. Obra Civil .....	2.090,91
2. Instalación de equipos .....	6.776,61
Total:	<u>8.867,52</u>

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de OCHO MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y SIETE EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS.



## VI - PLANOS



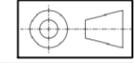
Situación (Escala 1:10.000)

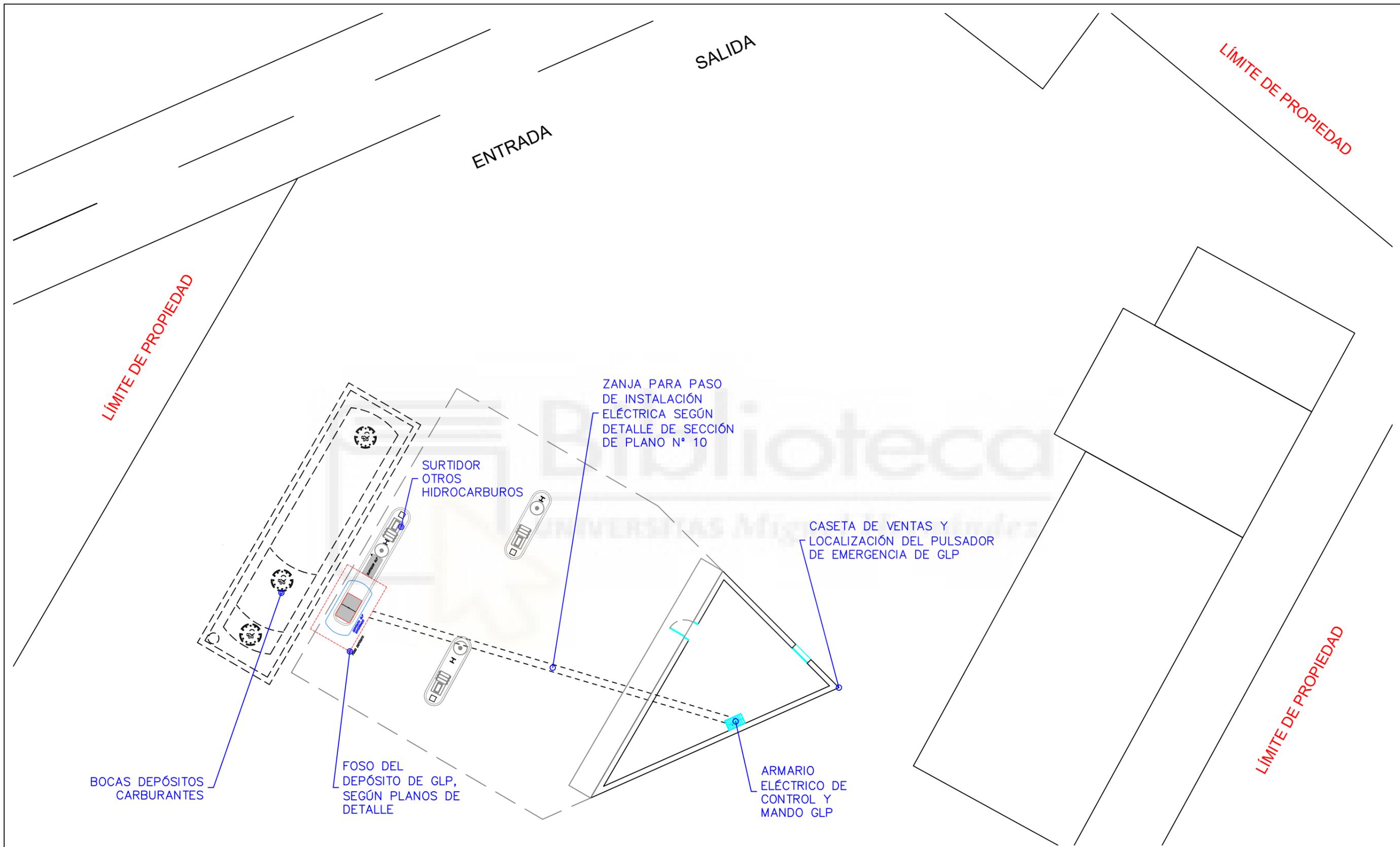


Lat. 38°17'40.32"N  
Long. 0°38'2.73"O

Emplazamiento (Escala 1:5.000)



PROYECTO DE ANÁLISIS DE LAS FUENTES DE ENERGÍA ACTUALES PARA LA AUTOMOCIÓN Y DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE SERVICIO DE GLP  	Diseño de:	ÁLVARO LÓPEZ NÚÑEZ		
	Nombre del plano:	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO		
	Tamaño:	A3 (HORIZONTAL)	Escala:	VARIOS
	Nº de plano:	1	Fecha:	JULIO DE 2024



LÍMITE DE PROPIEDAD

ENTRADA

SALIDA

LÍMITE DE PROPIEDAD

LÍMITE DE PROPIEDAD

BOCAS DEPÓSITOS CARBURANTES

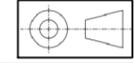
FOSO DEL DEPÓSITO DE GLP, SEGÚN PLANOS DE DETALLE

SURTIDOR OTROS HIDROCARBUROS

ZANJA PARA PASO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SEGÚN DETALLE DE SECCIÓN DE PLANO N° 10

CASETA DE VENTAS Y LOCALIZACIÓN DEL PULSADOR DE EMERGENCIA DE GLP

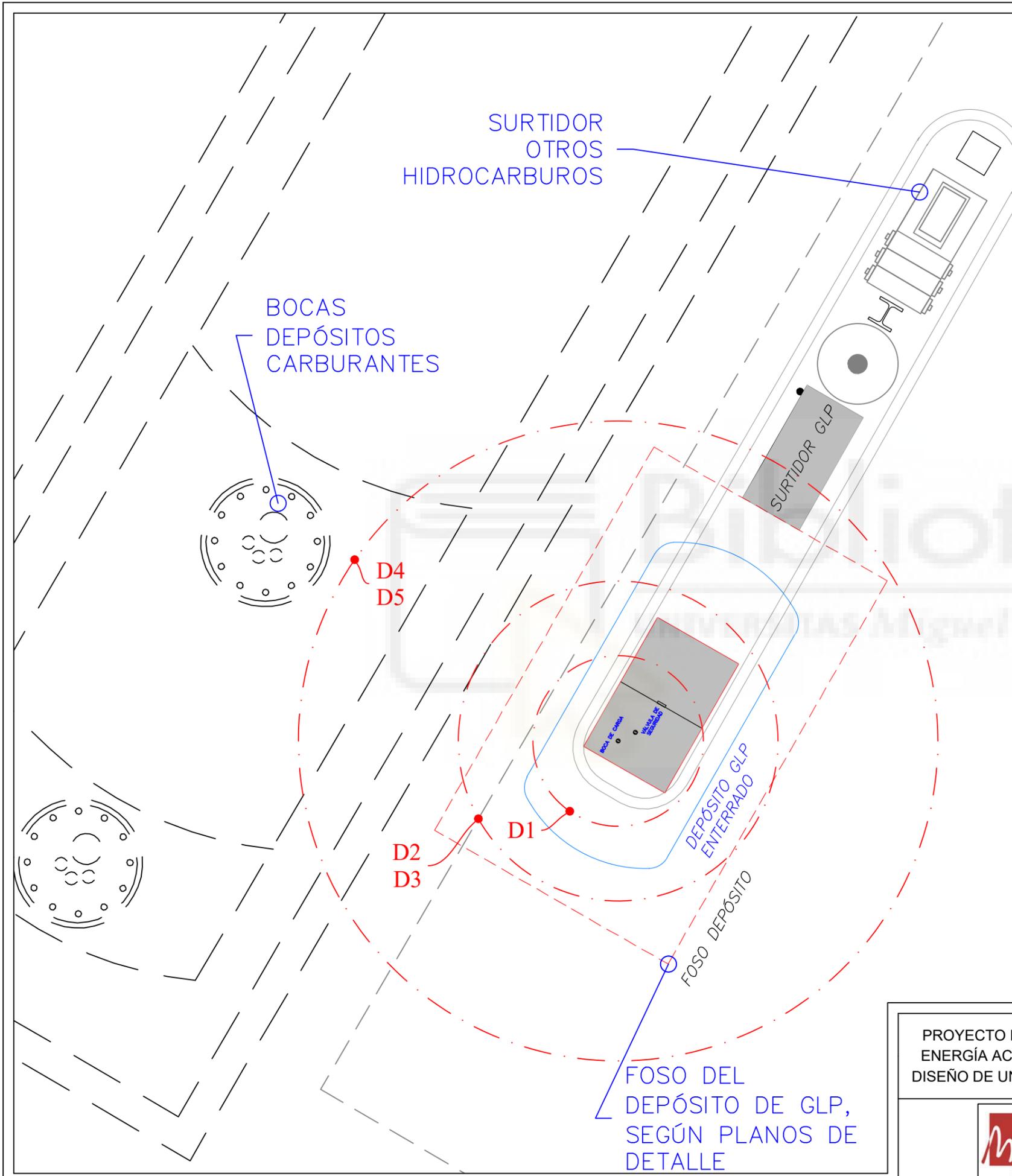
ARMARIO ELÉCTRICO DE CONTROL Y MANDO GLP

<p>PROYECTO DE ANÁLISIS DE LAS FUENTES DE ENERGÍA ACTUALES PARA LA AUTOMOCIÓN Y DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE SERVICIO DE GLP</p> 	<p>Diseño de: <b>ÁLVARO LÓPEZ NÚÑEZ</b></p>	
	<p>Nombre del plano: <b>PLANTA GENERAL</b></p>	
	<p>Tamaño: <b>A3 (HORIZONTAL)</b></p>	<p>Escala: <b>1:200</b></p>
	<p>Nº de plano: <b>2</b></p>	<p>Fecha: <b>AGOSTO DE 2024</b></p>

## DEPÓSITO DE GLP

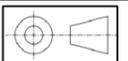
	REFERENCIA	D <sub>0</sub>
D1	Muros o paredes ciegas (RF-120) y espacio libre alrededor de la proyección sobre el terreno.	0,80
D2	Distancia al cerramiento.	1,50
D3	Límites de propiedad, aberturas de inmuebles, focos fijos de inflamación, motores fijos de explosión, vías públicas, férreas o fluviales, proyección de líneas aéreas de alta tensión, sótanos, alcantarillas o desagües.	1,50
D4	Aberturas de edificios de uso docente, de uso sanitario, de culto, de esparcimiento o espectáculo, de acuartelamientos, de centros comerciales, museos, bibliotecas o lugares de exposición públicos. Estaciones de servicio ajenas (bocas de almacenamiento y puntos de distribución).	3
D5	De la boca de carga a la cisterna de trasvase.	3
D6	Proyección de paredes de depósitos enterrados de otros hidrocarburos líquidos.	3

**D<sub>0</sub>: Distancia mínima desde orificios del depósito en metros.**



PROYECTO DE ANÁLISIS DE LAS FUENTES DE ENERGÍA ACTUALES PARA LA AUTOMOCIÓN Y DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE SERVICIO DE GLP

Diseño de: ÁLVARO LÓPEZ NÚÑEZ



Nombre del plano: DISTANCIAS DE SEGURIDAD DEPÓSITO



Tamaño: A3 (HORIZONTAL)

Escala: 1:40

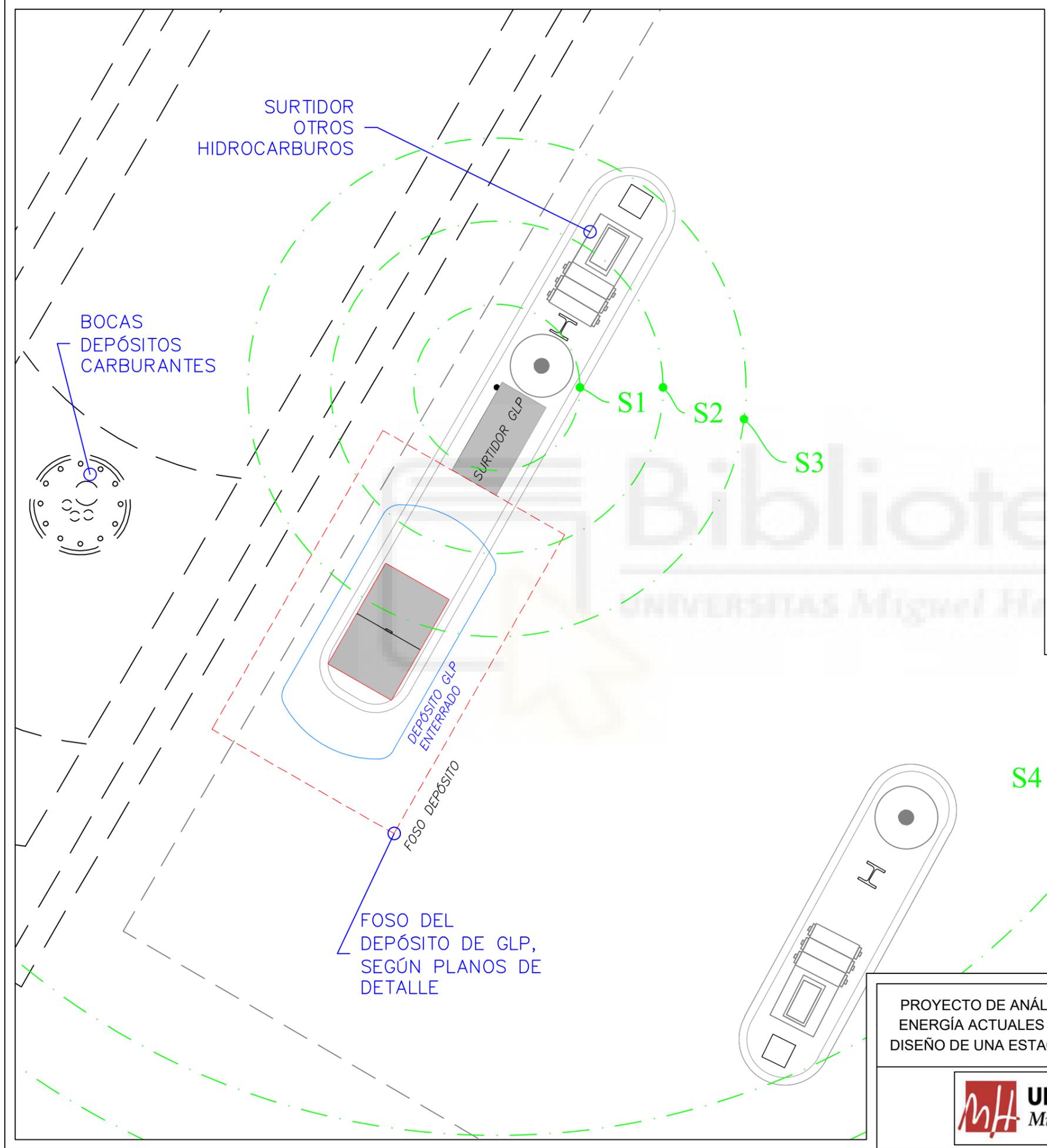
Nº de plano: 3

Fecha: AGOSTO DE 2024

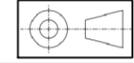
SURTIDOR DE GLP

REFERENCIA	DISTANCIA D <sub>s</sub> (m)
Lineas ferroviarias.	Según normativa organismos competentes
- Proyección de líneas eléctricas de alta tensión.	
Carreteras de cualquier orden o vías transitables.	
S1 Aparatos suministradores de otros tipos de carburantes. Bocas de almacenamiento o venteos de otros tipos de carburantes. Depósitos de GLP de la misma estación.	1
S2 Almacenamiento de depósitos móviles de GLP (hasta 500 kg almacenados).	2
S3 Limite de propiedad. Aberturas de muros o paredes de edificaciones de la propia estación de servicio. Tragaluces, respiradores de sótano, pozos, sumideros, alcantarillas. Aberturas en locales de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc., según se definen en el CTE, ajenos a la estación.	3
S4 Instalaciones con peligro de incendio o explosión	9
S5 Almacenamiento de depósito móviles de GLP (más de 500 kg almacenados).	10

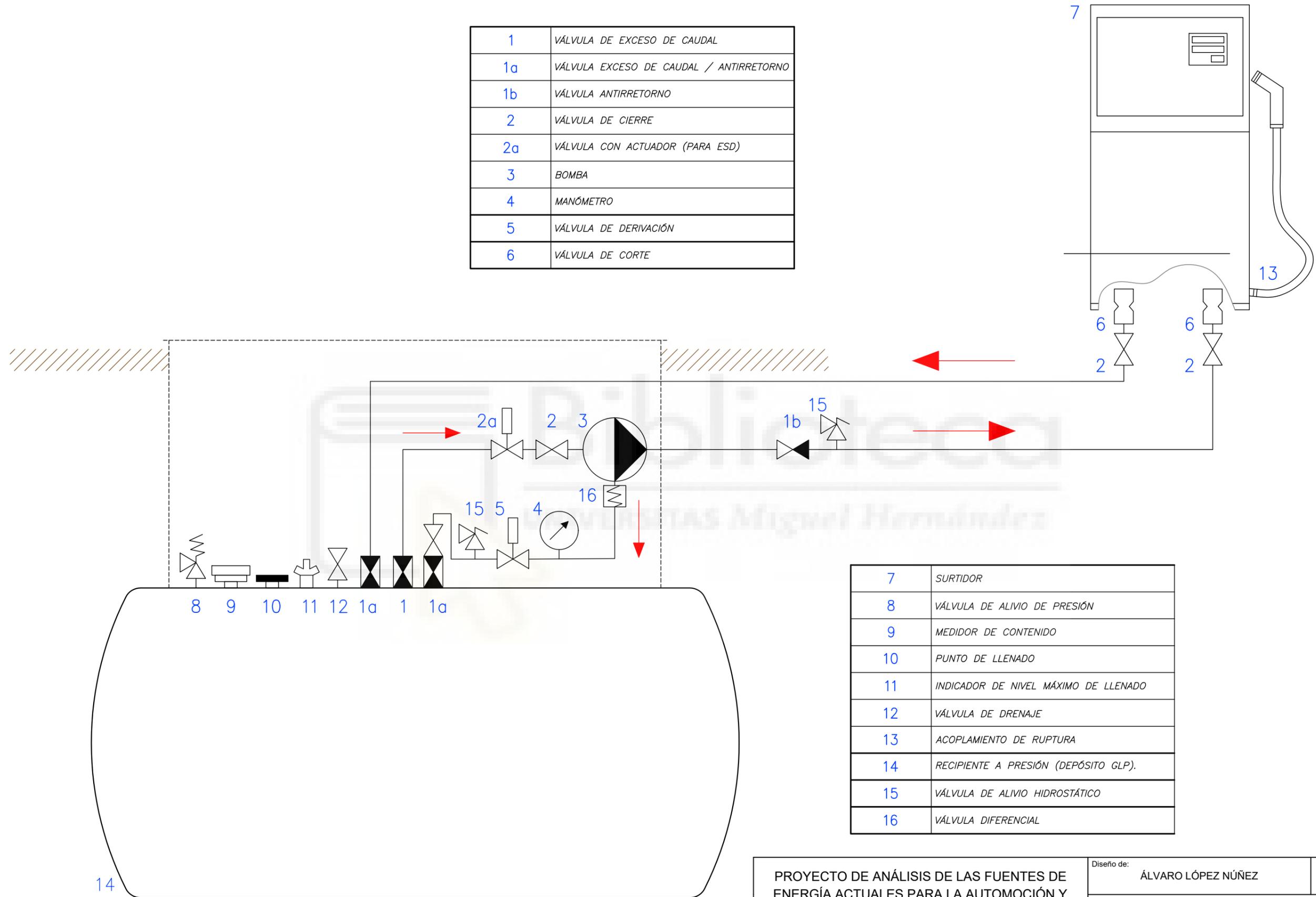
D<sub>s</sub>: Distancia desde la proyección vertical del punto de conexión de la manguera flexible con el surtidor.



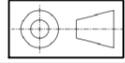
NO HAY AFECTACIÓN DE LAS REFERENCIAS S4 NI S5.

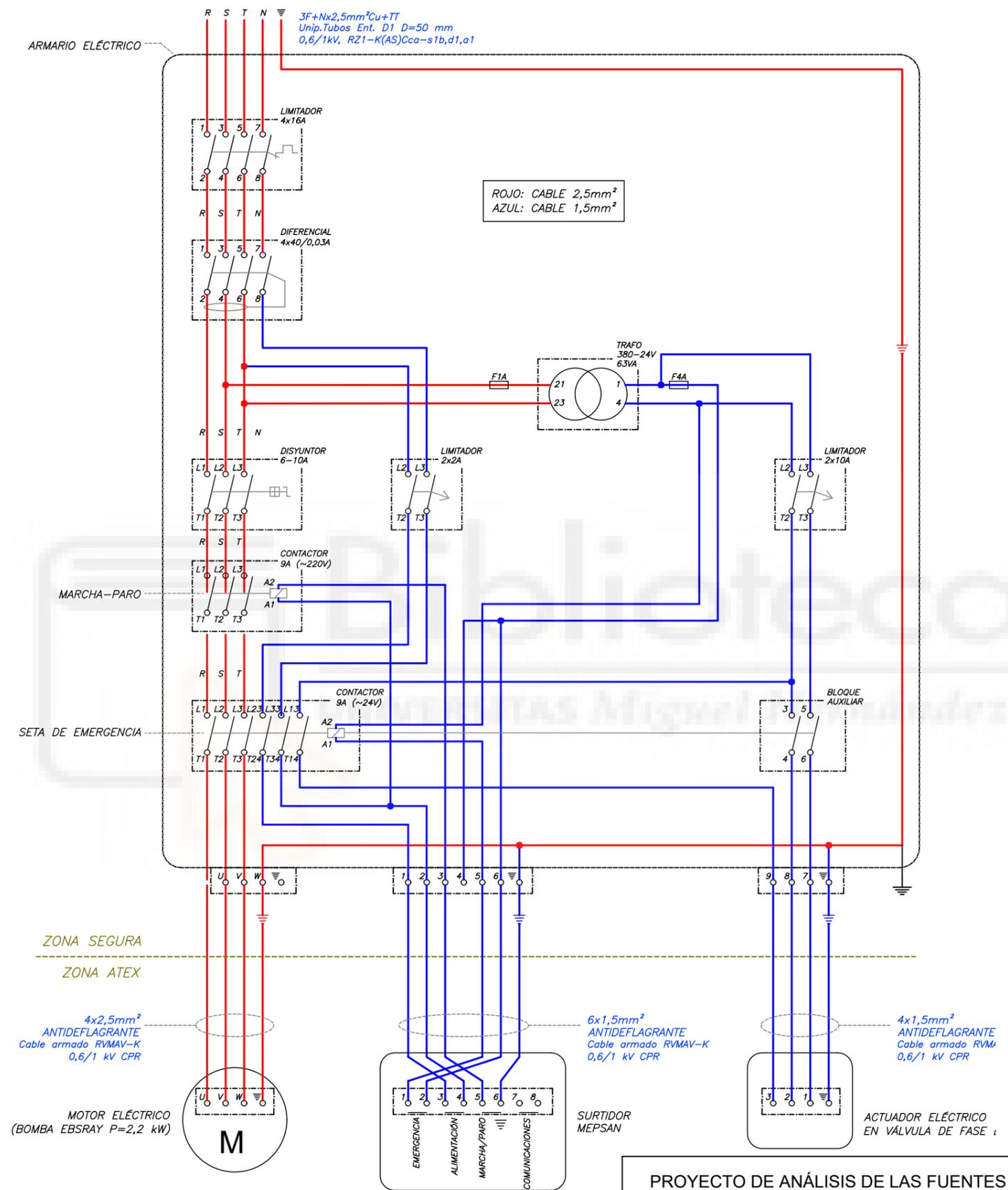
PROYECTO DE ANÁLISIS DE LAS FUENTES DE ENERGÍA ACTUALES PARA LA AUTOMOCIÓN Y DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE SERVICIO DE GLP	Diseño de:	ÁLVARO LÓPEZ NÚÑEZ		
	Nombre del plano:	DISTANCIAS DE SEGURIDAD SURTIDOR		
	Tamaño:	A3 (HORIZONTAL)	Escala:	1:50
	Nº de plano:	4	Fecha:	AGOSTO DE 2024

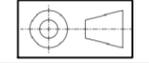
1	VÁLVULA DE EXCESO DE CAUDAL
1a	VÁLVULA EXCESO DE CAUDAL / ANTIRRETORNO
1b	VÁLVULA ANTIRRETORNO
2	VÁLVULA DE CIERRE
2a	VÁLVULA CON ACTUADOR (PARA ESD)
3	BOMBA
4	MANÓMETRO
5	VÁLVULA DE DERIVACIÓN
6	VÁLVULA DE CORTE



7	SURTIDOR
8	VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN
9	MEDIDOR DE CONTENIDO
10	PUNTO DE LLENADO
11	INDICADOR DE NIVEL MÁXIMO DE LLENADO
12	VÁLVULA DE DRENAJE
13	ACOPLAMIENTO DE RUPTURA
14	RECIPIENTE A PRESIÓN (DEPÓSITO GLP).
15	VÁLVULA DE ALIVIO HIDROSTÁTICO
16	VÁLVULA DIFERENCIAL

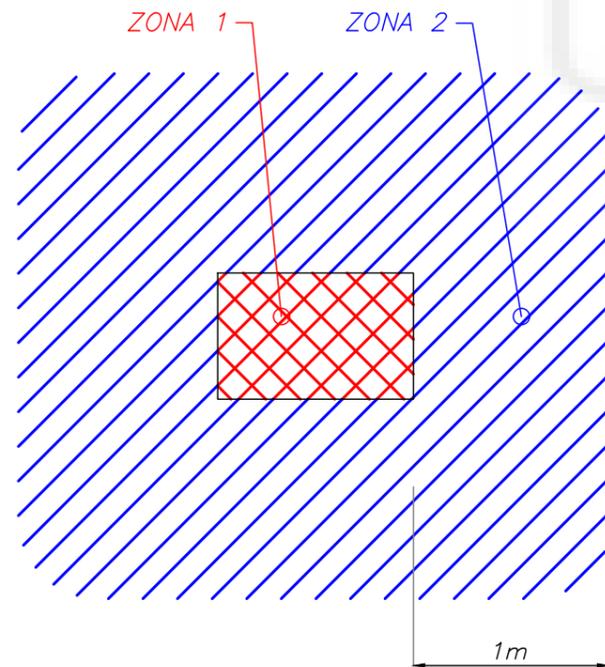
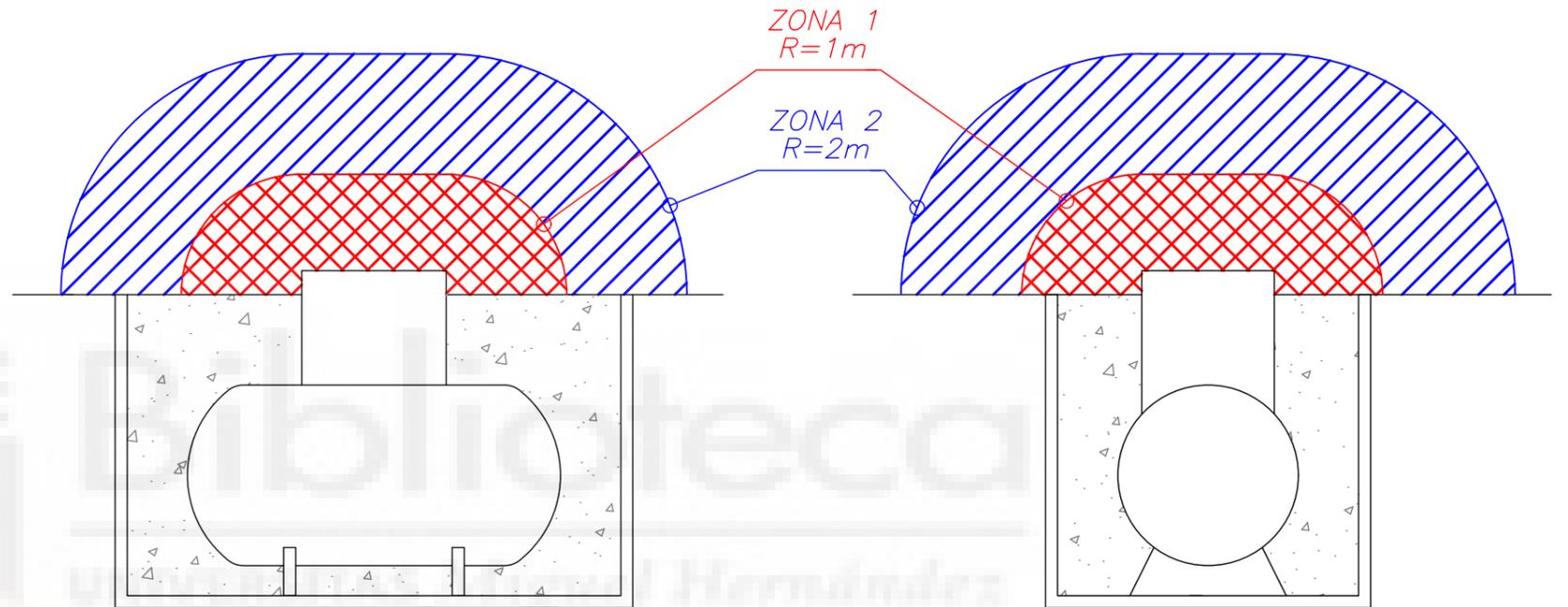
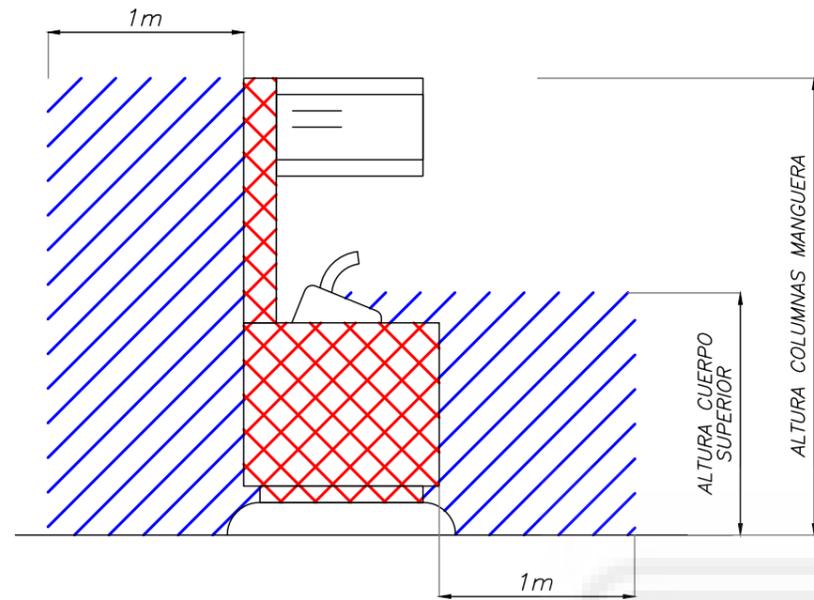
PROYECTO DE ANÁLISIS DE LAS FUENTES DE ENERGÍA ACTUALES PARA LA AUTOMOCIÓN Y DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE SERVICIO DE GLP	Diseño de:	ÁLVARO LÓPEZ NÚÑEZ		
	Nombre del plano:			ESQUEMA DE PRINIPIO DE INSTALACIÓN
	Tamaño:	A3 (HORIZONTAL)	Escala:	S/E
	Nº de plano:	5	Fecha:	JULIO DE 2024



<b>PROYECTO DE ANÁLISIS DE LAS FUENTES DE ENERGÍA ACTUALES PARA LA AUTOMOCIÓN Y DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE SERVICIO DE GLP</b>		Diseño de:	ÁLVARO LÓPEZ NÚÑEZ	
		Nombre del plano:	CUADRO DE CONTROL ELÉCTRICO	
	Tamaño:	A3 (HORIZONTAL)	Escala:	S/E
	Nº de plano:	6	Fecha:	JULIO DE 2024

# SURTIDOR DE GLP

# ALMACENAMIENTO DE GLP



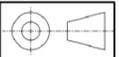
### ZONAS CLASIFICADAS SEGÚN UNE-EN 60079-10-1:2022 (ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS DE GAS)

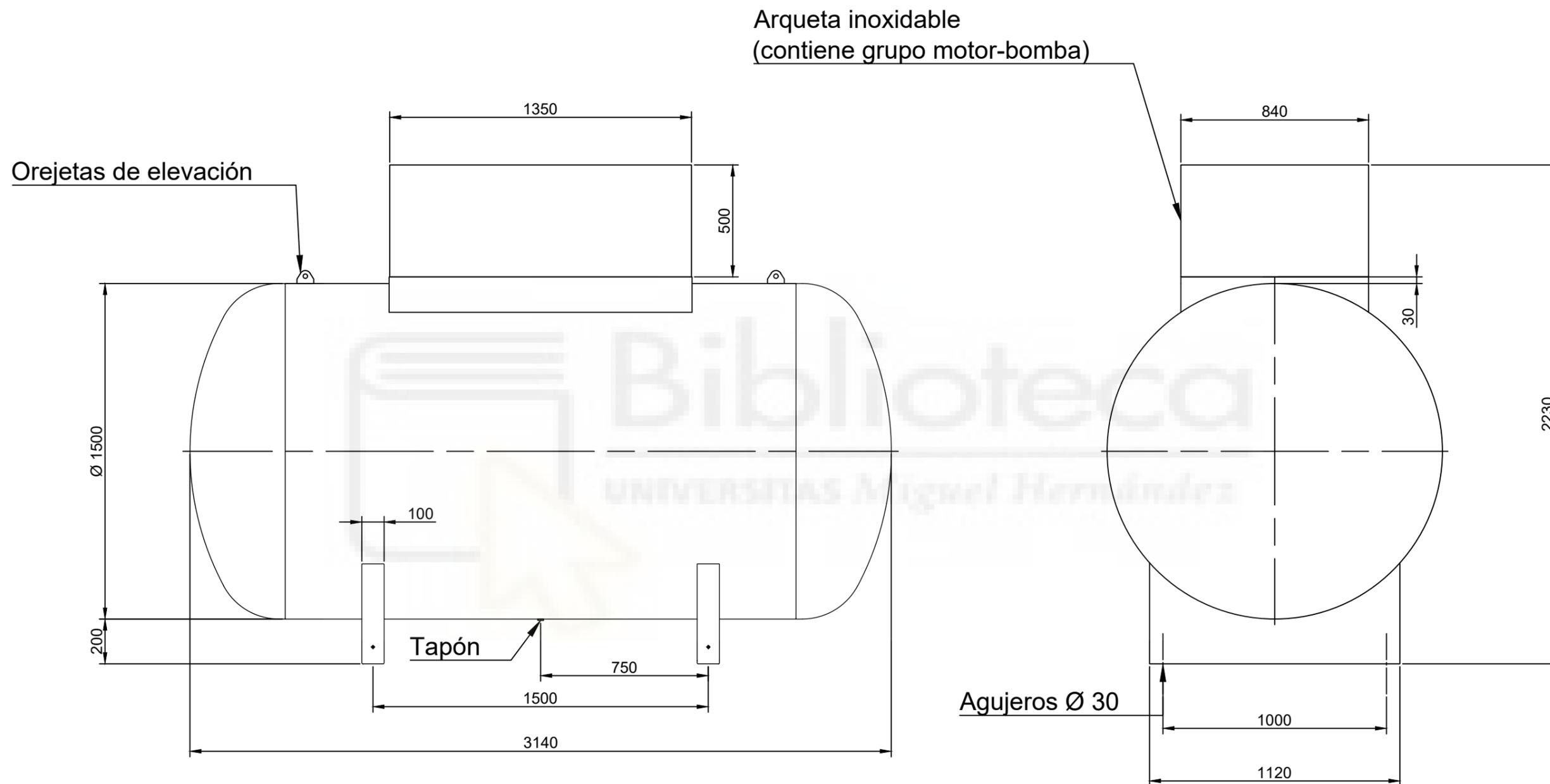
#### ZONA 1:

- DESDE CUALQUIERA DE LAS VÁLVULAS DEL DEPÓSITO DE GLP (EN ENTERRADOS INCLUSO DESDE VÁLVULA DE SEGURIDAD). ESPACIO CIRCUNDANTE DE 1m Y PROYECCIÓN SOBRE EL TERRENO.
- CUERPO DEL APARATO SURTIDOR DE GLP.

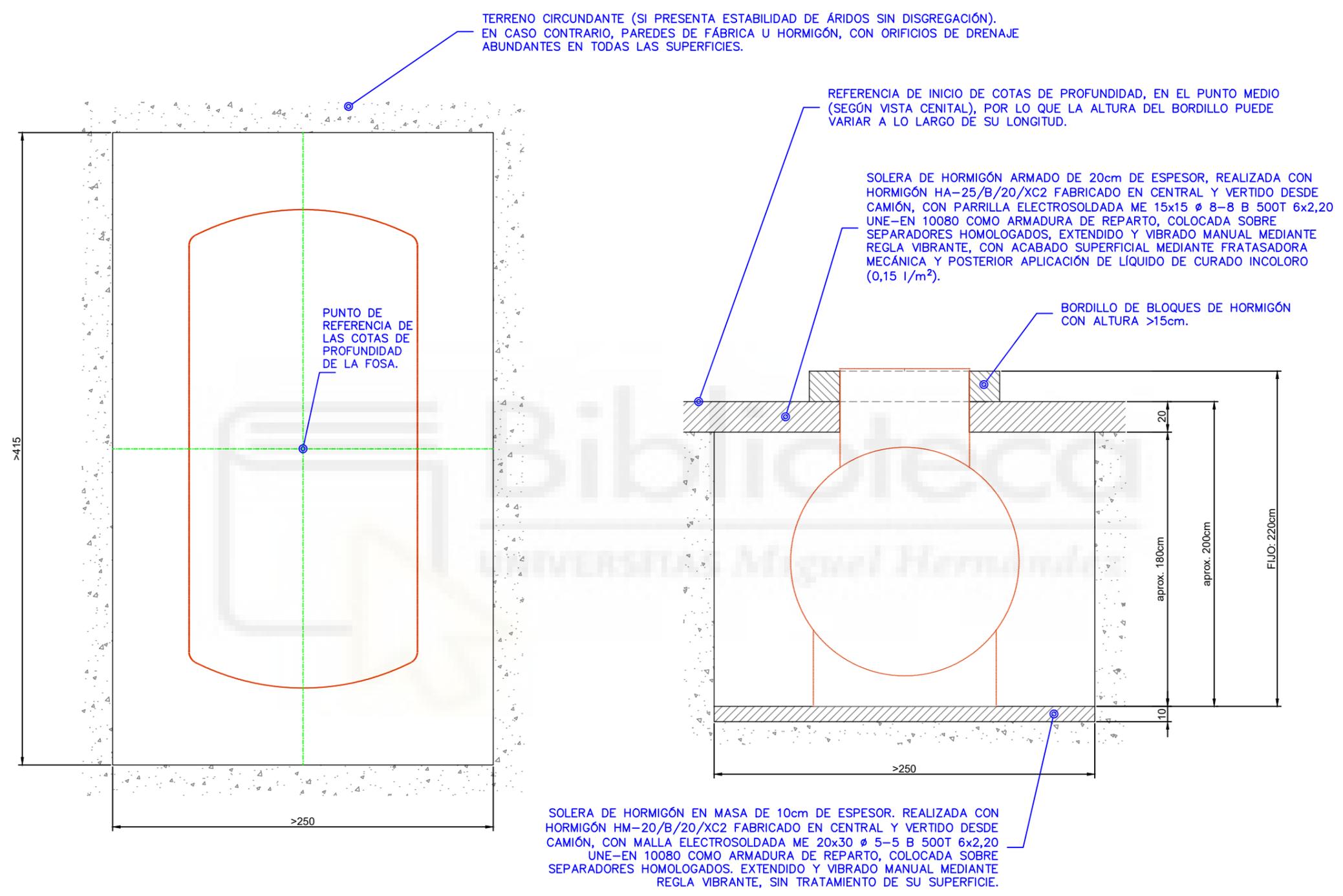
#### ZONA 2:

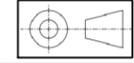
- DESDE CUALQUIERA DE LAS VÁLVULAS DEL DEPÓSITO DE GLP (EN ENTERRADOS INCLUSO DESDE VÁLVULA DE SEGURIDAD). ESPACIO CIRCUNDANTE DE 2m Y PROYECCIÓN SOBRE EL TERRENO, EXCLUYENDO LA DEFINIDA COMO ZONA 1.
- DESDE EL CUERPO DEL APARATO SURTIDOR DE GLP. ESPACIO CIRCUNDANTE DE 1m, EXCLUYENDO LA DEFINIDA COMO ZONA 1.
- DESDE EL CUERPO DE LA BOMBA DE TRASVASE. ESPACIO CIRCUNDANTE DE 1m.

PROYECTO DE ANÁLISIS DE LAS FUENTES DE ENERGÍA ACTUALES PARA LA AUTOMOCIÓN Y DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE SERVICIO DE GLP  	Diseño de: <b>ÁLVARO LÓPEZ NÚÑEZ</b>		
	Nombre del plano: <b>IDENTIFICACIÓN DE ZONAS ATEX (ATMÓSFERA EXPLOSIVA)</b>		
	Tamaño: <b>A3 (HORIZONTAL)</b>	Escala: <b>S/E</b>	
	Nº de plano: <b>7</b>	Fecha: <b>JULIO DE 2024</b>	

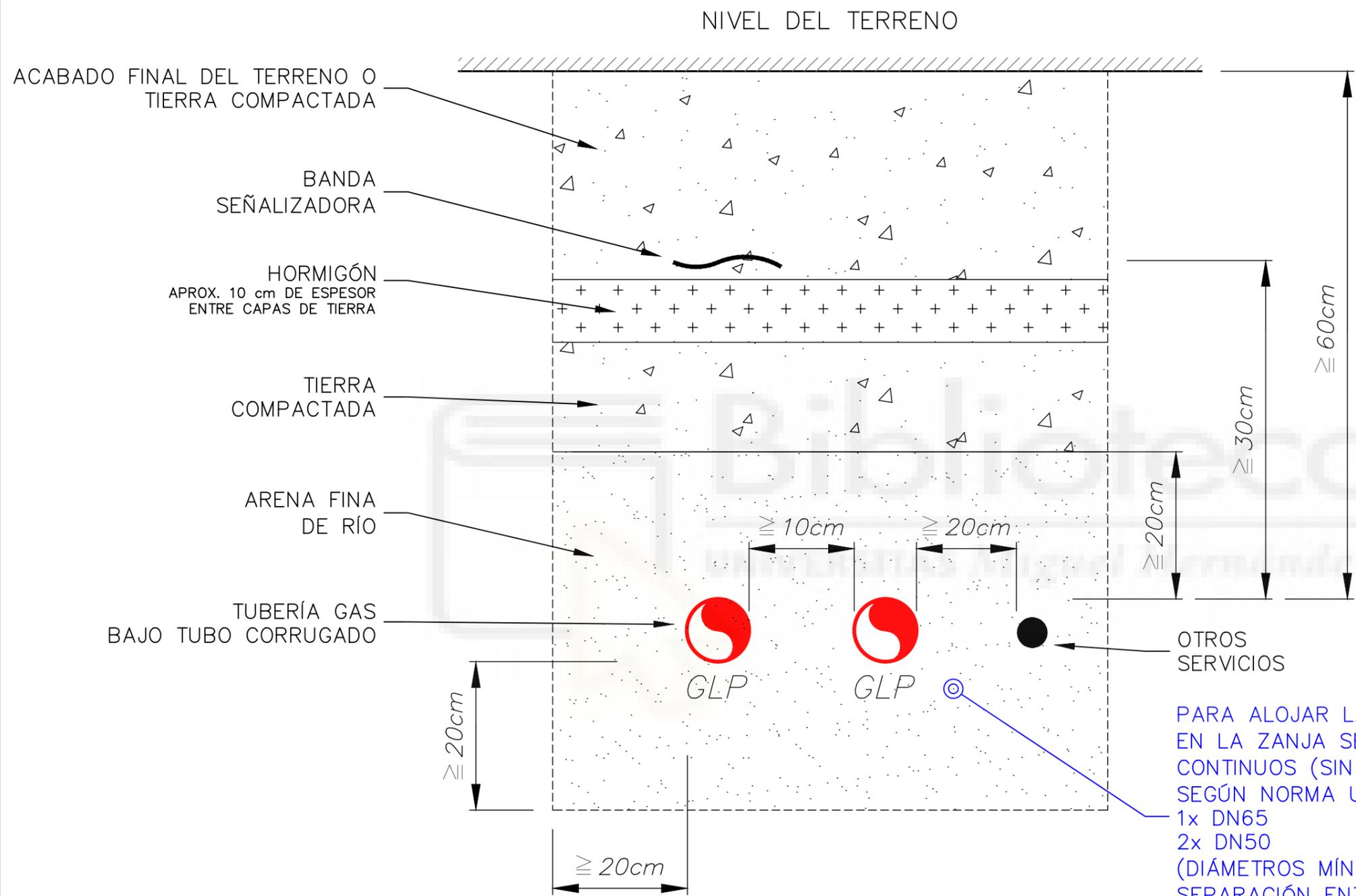


PROYECTO DE ANÁLISIS DE LAS FUENTES DE ENERGÍA ACTUALES PARA LA AUTOMOCIÓN Y DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE SERVICIO DE GLP	Diseño de:	ÁLVARO LÓPEZ NÚÑEZ		
	Nombre del plano:	DEPÓSITO GLP - LPUA4950E-BME		
	Tamaño:	A3 (HORIZONTAL)	Escala:	1:20
	Nº de plano:	8	Fecha:	JULIO DE 2024



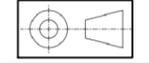
<b>PROYECTO DE ANÁLISIS DE LAS FUENTES DE ENERGÍA ACTUALES PARA LA AUTOMOCIÓN Y DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE SERVICIO DE GLP</b>	Diseño de:	ÁLVARO LÓPEZ NÚÑEZ		
	Nombre del plano:	ENTERRAMIENTO DEPÓSITO		
	Tamaño:	A3 (HORIZONTAL)	Escala:	1:30
	Nº de plano:	9	Fecha:	JULIO DE 2024





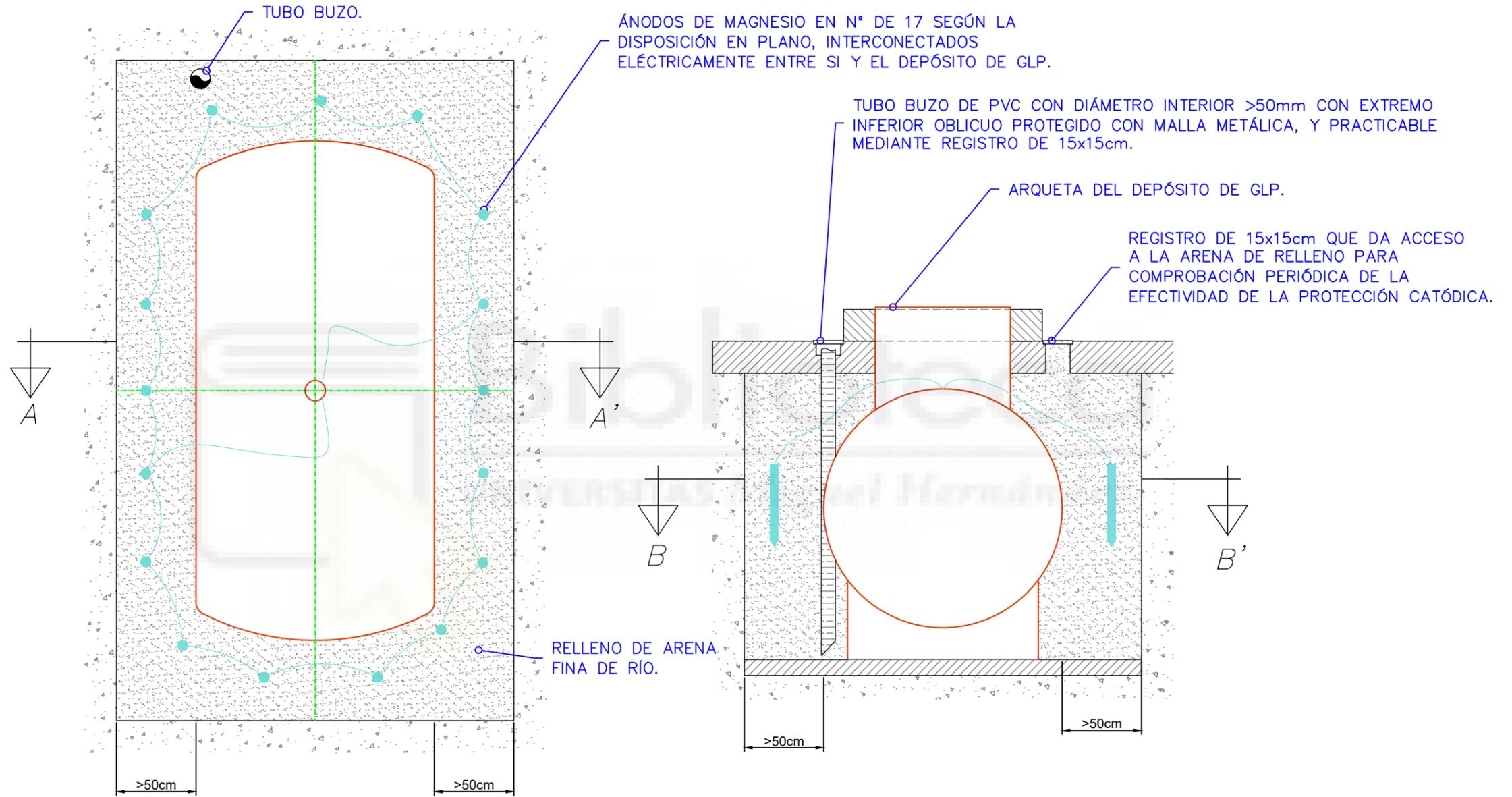
PARA ALOJAR LAS CANALIZACIONES DE GAS Y ELÉCTRICAS, EN LA ZANJA SE DISPONDRÁN 3 TUBOS CORRUGADOS CONTINUOS (SIN UNIONES INTERMEDIAS) "ROJO ACOMETIDA", SEGÚN NORMA UNE-EN 61386-24

1x DN65  
2x DN50  
(DIÁMETROS MÍNIMOS)  
SEPARACIÓN ENTRE TUBOS = 10cm  
ANCHO ZANJA MÍN. = 40 cm

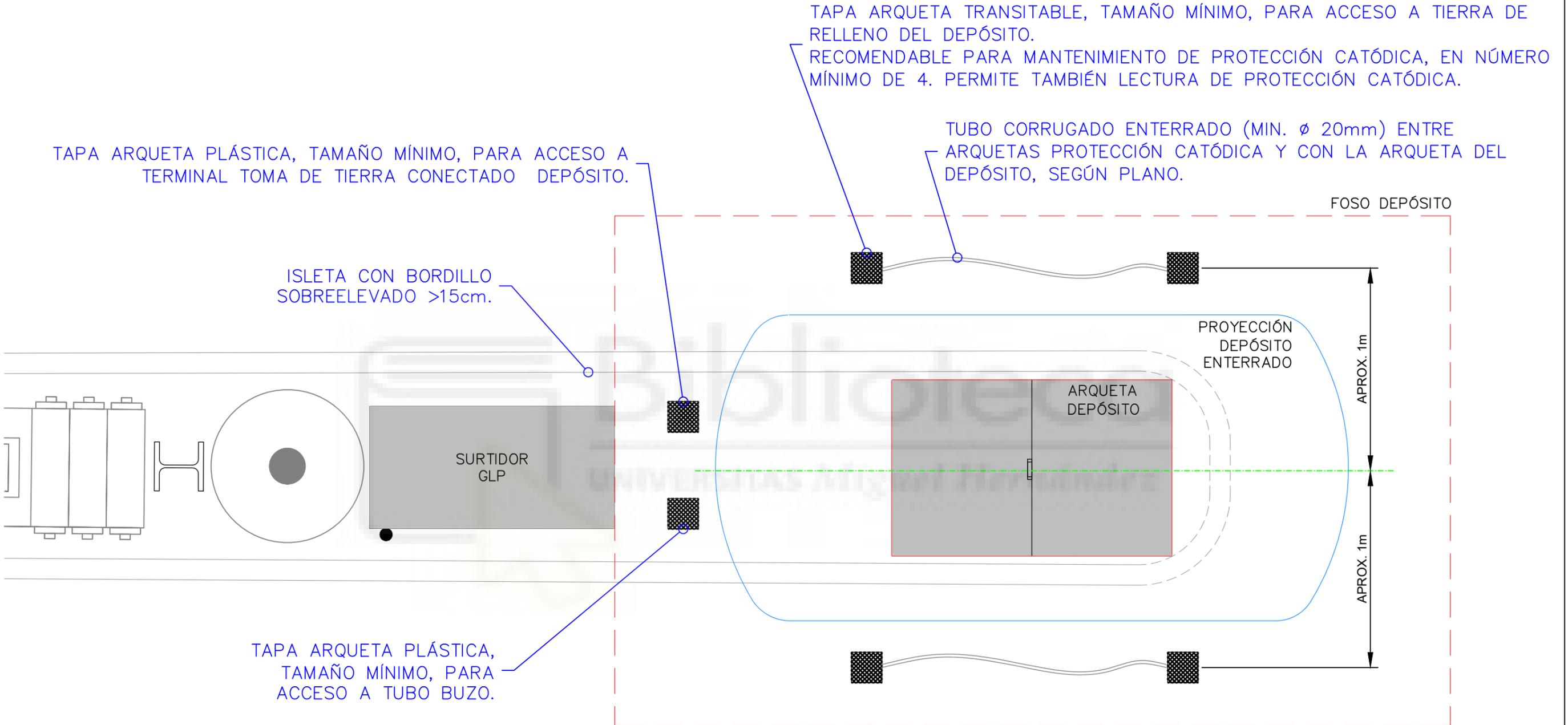
PROYECTO DE ANÁLISIS DE LAS FUENTES DE ENERGÍA ACTUALES PARA LA AUTOMOCIÓN Y DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE SERVICIO DE GLP	Diseño de:	ÁLVARO LÓPEZ NÚÑEZ		
	Nombre del plano:	ENTERRAMIENTO DE TUBERÍAS		
	Tamaño:	A3 (HORIZONTAL)	Escala:	S/E
	Nº de plano:	10	Fecha:	JULIO DE 2024

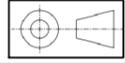
### SECCIÓN B-B'

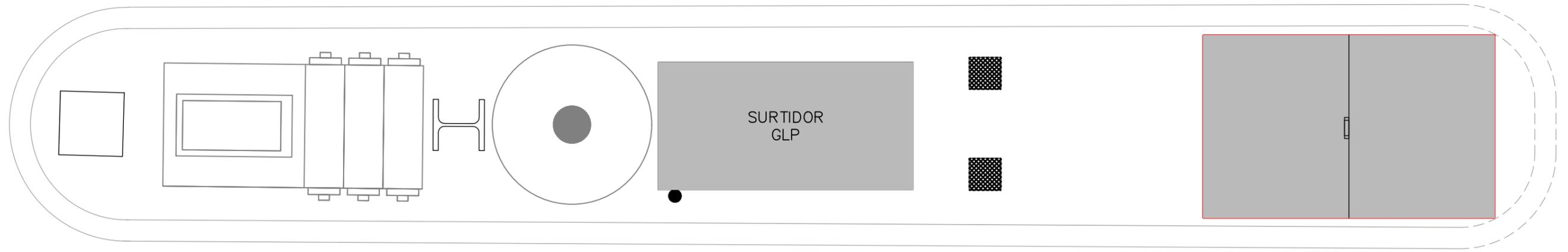
### SECCIÓN A-A'



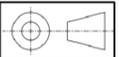
PROYECTO DE ANÁLISIS DE LAS FUENTES DE ENERGÍA ACTUALES PARA LA AUTOMOCIÓN Y DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE SERVICIO DE GLP	Diseño de:	ÁLVARO LÓPEZ NÚÑEZ		
	Nombre del plano:	PROTECCIÓN CATÓDICA		
	Tamaño:	A3 (HORIZONTAL)	Escala:	1:30
	Nº de plano:	11	Fecha:	JULIO DE 2024



PROYECTO DE ANÁLISIS DE LAS FUENTES DE ENERGÍA ACTUALES PARA LA AUTOMOCIÓN Y DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE SERVICIO DE GLP	Diseño de: <b>ÁLVARO LÓPEZ NÚÑEZ</b>	
	Nombre del plano: <b>DETALLE REGISTROS OBRA CIVIL DEPÓSITO</b>	
	Tamaño: <b>A3 (HORIZONTAL)</b>	Escala: <b>1:20</b>
	Nº de plano: <b>12</b>	Fecha: <b>AGOSTO DE 2024</b>



ZONA DE POSICIONAMIENTO DE VEHÍCULOS PARA REPOSTAJE DE GLP, SEÑALIZADA DE FORMA INDELEBLE EN EL SUELO.

PROYECTO DE ANÁLISIS DE LAS FUENTES DE ENERGÍA ACTUALES PARA LA AUTOMOCIÓN Y DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE SERVICIO DE GLP	Diseño de: <b>ÁLVARO LÓPEZ NÚÑEZ</b>	
	Nombre del plano: <b>SEÑALIZACIONES EN EL PAVIMENTO</b>	
	Tamaño: <b>A3 (HORIZONTAL)</b>	Escala: <b>1:20</b>
	Nº de plano: <b>13</b>	Fecha: <b>AGOSTO DE 2024</b>

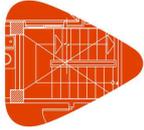
## VII - ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

El estudio que se muestra a continuación está generado con el software de Arquímedes  
– CYPE.



## ÍNDICE

<b>1. CONTENIDO DEL DOCUMENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>2. AGENTES INTERVINIENTES.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Identificación.....</b>	<b>3</b>
2.1.1. Productor de residuos (promotor).....	3
2.1.2. Poseedor de residuos (constructor).....	4
2.1.3. Gestor de residuos.....	4
<b>2.2. Obligaciones.....</b>	<b>4</b>
2.2.1. Productor de residuos (promotor).....	4
2.2.2. Poseedor de residuos (constructor).....	5
2.2.3. Gestor de residuos.....	6
<b>3. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE.....</b>	<b>7</b>
<b>4. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓ GENERADOS EN LA OBRA.....</b>	<b>8</b>
<b>5. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓ QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA.....</b>	<b>9</b>
<b>6. MEDIDAS PARA LA PLANIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS RESULTANTES DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓ DE LA OBRA OBJETO DEL PROYECTO.....</b>	<b>12</b>
<b>7. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓ QUE SE GENEREN EN LA OBRA.....</b>	<b>13</b>
<b>8. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓ EN OBRA.....</b>	<b>15</b>
<b>9. PRESCRIPCIONES EN RELACIÓ CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓ Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓ.....</b>	<b>16</b>
<b>10. VALORACIÓ DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓ.....</b>	<b>17</b>
<b>11. DETERMINACIÓ DEL IMPORTE DE LA FIANZA.....</b>	<b>17</b>
<b>12. PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓ Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓ.....</b>	<b>18</b>
<b>13. DOCUMENTOS ADJUNTOS AL ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓ.....</b>	<b>19</b>



**Proyecto:**  
**Situación:**  
**Promotor:**

## 1. CONTENIDO DEL DOCUMENTO

En cumplimiento del "Real Decreto 105/2008. Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición", el presente estudio desarrolla los puntos siguientes:

- Agentes intervinientes en la Gestión de RCD.
- Normativa y legislación aplicable.
- Identificación de los residuos de construcción y demolición generados en la obra, codificados según la "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos".
- Estimación de la cantidad generada en volumen y peso.
- Medidas para la prevención de los residuos en la obra.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos.
- Medidas para la separación de los residuos en obra.
- Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos.
- Valoración del coste previsto de la gestión de RCD.

## 2. AGENTES INTERVINIENTES

### 2.1. Identificación

El presente estudio corresponde al proyecto Instalación de estación de servicio de GLP, situado en . Los agentes principales que intervienen en la ejecución de la obra son:

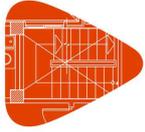
Promotor	
Proyectista	
Director de Obra	A designar por el promotor
Director de Ejecución	A designar por el promotor

Se ha estimado en el presupuesto del proyecto, un coste de ejecución material (Presupuesto de ejecución material) de 8.867,52€.

#### 2.1.1. Productor de residuos (promotor)

Se identifica con el titular del bien inmueble en quien reside la decisión última de construir o demoler. Se pueden presentar tres casos:

1. La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
2. La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.



**Proyecto:**  
**Situación:**  
**Promotor:**

3. El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

En el presente estudio, se identifica como el productor de los residuos:

### **2.1.2. Poseedor de residuos (constructor)**

En la presente fase del proyecto no se ha determinado el agente que actuará como Poseedor de los Residuos, siendo responsabilidad del Productor de los residuos (promotor) su designación antes del comienzo de las obras.

### **2.1.3. Gestor de residuos**

Es la persona física o jurídica, o entidad pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones y la de los vertederos, así como su restauración o gestión ambiental de los residuos, con independencia de ostentar la condición de productor de los mismos. Éste será designado por el Productor de los residuos (promotor) con anterioridad al comienzo de las obras.

## **2.2. Obligaciones**

### **2.2.1. Productor de residuos (promotor)**

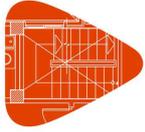
El productor inicial de residuos está obligado a asegurar el tratamiento adecuado de sus residuos, de conformidad con los principios establecidos en los artículos 7 y 8. de la Ley 7/2022. Para ello, dispondrá de las siguientes opciones:

- a) Realizar el tratamiento de los residuos por sí mismo, siempre que disponga de la correspondiente autorización para llevar a cabo la operación de tratamiento.
- b) Encargar el tratamiento de sus residuos a un negociante registrado o a un gestor de residuos autorizado que realice operaciones de tratamiento.
- c) Entregar los residuos a una entidad pública o privada de recogida de residuos, incluidas las entidades de economía social, para su tratamiento, siempre que estén registradas conforme a lo establecido en esta ley.

Dichas obligaciones deberán acreditarse documentalmente.

Debe incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, que contendrá como mínimo:

1. Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos".
2. Las medidas para la planificación y optimización de la gestión de los residuos generados en la obra objeto del proyecto.
3. Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
4. Las medidas para la separación de los residuos en obra por parte del poseedor de los residuos.
5. Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.



**Proyecto:**  
**Situación:**  
**Promotor:**

6. Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
7. Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición, que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

Está obligado a disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el "Real Decreto 105/2008. Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición" y, en particular, en el presente estudio o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

Asimismo, está obligado a suscribir un seguro u otra garantía financiera que cubra las responsabilidades a que puedan dar lugar sus actividades atendiendo a sus características, peligrosidad y potencial de riesgo, debiendo cumplir con lo previsto en el artículo 23.5.c. de la Ley 7/2022. Quedan exentos de esta obligación los productores de residuos peligrosos que generen menos de 10 toneladas al año.

En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, deberá preparar un inventario de los residuos peligrosos que se generarán, que deberá incluirse en el estudio de gestión de RCD, así como prever su retirada selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.

En las obras de demolición, deberán retirarse los residuos, prohibiendo su mezcla con otros residuos, y manejarse de manera segura las sustancias peligrosas, en particular, el amianto.

La demolición se llevará a cabo preferiblemente de forma selectiva, garantizando la retirada de, al menos, las siguientes fracciones: madera, fracciones de minerales (hormigón, ladrillos, azulejos, cerámica y piedra), metales, vidrio, plástico y yeso. Aquellos elementos susceptibles de ser reutilizados tales como tejidos, sanitarios o elementos estructurales, se clasificarán de forma preferente en el lugar de generación de los residuos y sin perjuicio del resto de residuos que ya tienen establecida una recogida separada obligatoria.

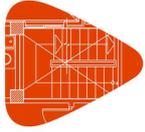
En su caso, se dispondrá de libros digitales de materiales empleados en las nuevas obras de construcción, de conformidad con lo que se establezca a nivel de la Unión Europea en el ámbito de la economía circular. Asimismo, se establecerán requisitos de ecodiseño para los proyectos de construcción y edificación.

En los casos de obras sometidas a licencia urbanística, el poseedor de residuos, queda obligado a constituir una fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas correspondientes.

La responsabilidad del productor inicial o poseedor del residuo no concluirá hasta que quede debidamente documentado el tratamiento completo, a través de los correspondientes documentos de traslado de residuos, y cuando sea necesario, mediante un certificado o declaración responsable de la instalación de tratamiento final, los cuales podrán ser solicitados por el productor inicial o poseedor

### **2.2.2. Poseedor de residuos (constructor)**

La persona física o jurídica que ejecute la obra - el constructor -, además de las prescripciones previstas en la normativa aplicable, está obligado a presentar al promotor de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación a los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra.



**Proyecto:**  
**Situación:**  
**Promotor:**

El plan presentado y aceptado por el promotor, una vez aprobado por la dirección facultativa, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos", y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos.

En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en la legislación vigente en materia de residuos.

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

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos dentro de la obra en que se produzcan.

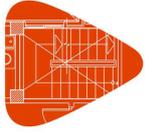
Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación in situ, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubique la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y la documentación acreditativa de la gestión de los residuos, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

### **2.2.3. Gestor de residuos**

Además de las recogidas en la legislación específica sobre residuos, el gestor de residuos de construcción y demolición cumplirá con las siguientes obligaciones:



**Proyecto:**  
**Situación:**  
**Promotor:**

1. En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificados con arreglo a la "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos", la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.
  2. Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en el punto anterior. La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.
  3. Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia. Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.
- En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el productor, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

## 4.1.1. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE

Para la elaboración del presente estudio se ha considerado la normativa siguiente:

Artículo 45 de la Constitución Española.

## G GESTIÓN DE RESIDUOS

### **Real Decreto sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto**

Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno.

B.O.E.: 6 de febrero de 1991

### **Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición**

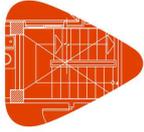
Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 13 de febrero de 2008

### **Plan estatal marco de gestión de residuos (PEMAR) 2016-2022**

Resolución de 16 de noviembre de 2015, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2015.

B.O.E.: 12 de diciembre de 2015



**Proyecto:**  
**Situación:**  
**Promotor:**

---

**Normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquellas en las que se generaron**

Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

B.O.E.: 21 de octubre de 2017

**Real Decreto por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero**

Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

B.O.E.: 8 de julio de 2020

**Ley de residuos y suelos contaminados para una economía circular**

Ley 7/2022, de 8 de abril, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 9 de abril de 2022

**Real Decreto de envases y residuos de envases**

Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

B.O.E.: 28 de diciembre de 2022

**Decreto por el que se regula la utilización de residuos inertes adecuados en obras de restauración, acondicionamiento y relleno, o con fines de construcción**

Decreto 200/2004, de 1 de octubre, del Consell de la Generalitat.

D.O.G.V.: 11 de octubre de 2004

**Plan Integral de Residuos de la Comunitat Valenciana 2010**

Dirección General para el Cambio Climático.

Modificado por:

**Decreto por el que se aprueba la revisión del Plan integral de residuos de la Comunidad Valenciana**

Decreto 55/2019, de 5 de abril, de la Consellería de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural.

D.O.G.V.: 26 de abril de 2019

**Ley de la Generalitat, de residuos y suelos contaminados para el fomento de la economía circular en la Comunitat Valenciana**

Ley 5/2022, de 29 de noviembre, de la Presidencia de la Generalitat.

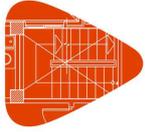
D.O.G.V.: 1 de diciembre de 2022

## **4. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN GENERADOS EN LA OBRA.**

Todos los posibles residuos de construcción y demolición generados en la obra, se han codificado atendiendo a la legislación vigente en materia de gestión de residuos, "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos", dando lugar a los siguientes grupos:

RCD de Nivel I: Tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación

Como excepción, no tienen la condición legal de residuos:



**Proyecto:**  
**Situación:**  
**Promotor:**

*Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas, reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.*

RCD de Nivel II: Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

Se ha establecido una clasificación de RCD generados, según los tipos de materiales de los que están compuestos:

Producido por una versión educativa de CYPE

Material según "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos"
<b>RCD de Nivel I</b>
1 Tierras y pétreos de la excavación
<b>RCD de Nivel II</b>
RCD de naturaleza no pétreo
1 Asfalto
2 Madera
3 Metales (incluidas sus aleaciones)
4 Papel y cartón
5 Plástico
6 Vidrio
7 Yeso
8 Basuras
RCD de naturaleza pétreo
1 Arena, grava y otros áridos
2 Hormigón
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos
4 Piedra
RCD potencialmente peligrosos
1 Otros

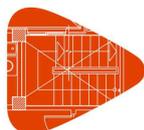
## 5. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

Se ha estimado la cantidad de residuos generados en la obra, a partir de las mediciones del proyecto, en función del peso de materiales integrantes en los rendimientos de los correspondientes precios descompuestos de cada unidad de obra, determinando el peso de los restos de los materiales sobrantes (mermas, roturas, despuntes, etc) y el del embalaje de los productos suministrados.

El volumen de excavación de las tierras y de los materiales pétreos no utilizados en la obra, se ha calculado en función de las dimensiones del proyecto, afectado por un coeficiente de esponjamiento según la clase de terreno.

A partir del peso del residuo, se ha estimado su volumen mediante una densidad aparente definida por el cociente entre el peso del residuo y el volumen que ocupa una vez depositado en el contenedor.

Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

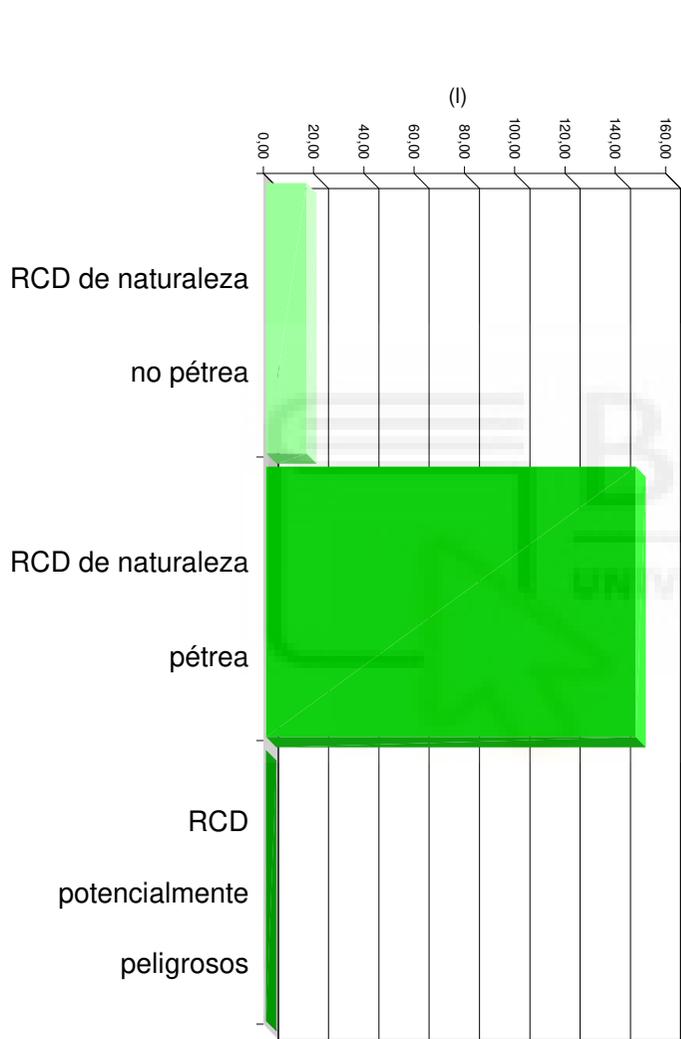


**Proyecto:**  
**Situación:**  
**Promotor:**

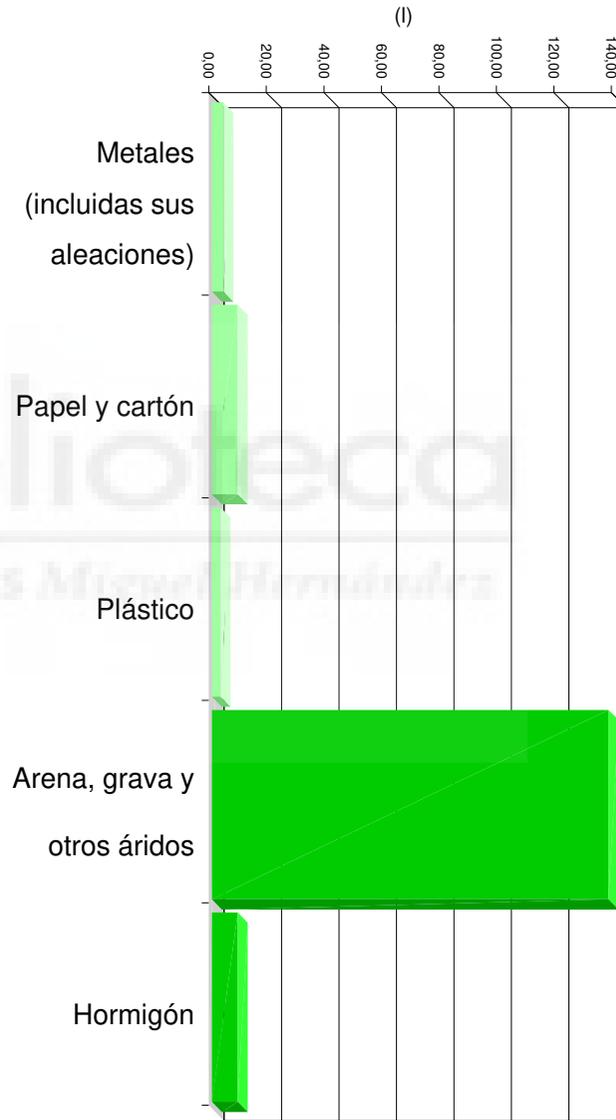
Material según "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos"	Código LER	Densidad aparente (t/m <sup>3</sup> )	Peso (t)	Volumen (m <sup>3</sup> )
<b>RCD de Nivel I</b>				
1 Tierras y pétreos de la excavación				
Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	17 05 04	1,65	48,524	29,397
<b>RCD de Nivel II</b>				
RCD de naturaleza no pétreo				
1 Madera				
Madera.	17 02 01	1,10	0,000	0,000
2 Metales (incluidas sus aleaciones)				
Cobre, bronce, latón.	17 04 01	1,50	0,000	0,000
Hierro y acero.	17 04 05	2,10	0,009	0,004
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	17 04 11	1,50	0,000	0,000
3 Papel y cartón				
Envases de papel y cartón.	15 01 01	0,75	0,007	0,009
4 Plástico				
Plástico.	17 02 03	0,60	0,002	0,003
RCD de naturaleza pétreo				
1 Arena, grava y otros áridos				
Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	01 04 08	1,50	0,206	0,137
Residuos de arena y arcillas.	01 04 09	1,60	0,001	0,001
2 Hormigón				
Hormigón (hormigones, morteros y prefabricados).	17 01 01	1,50	0,013	0,009

En la siguiente tabla, se exponen los valores del peso y el volumen de RCD, agrupados por niveles y apartados

Material según "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos"	Peso (t)	Volumen (m <sup>3</sup> )
<b>RCD de Nivel I</b>		
1 Tierras y pétreos de la excavación	48,524	29,397
<b>RCD de Nivel II</b>		
RCD de naturaleza no pétreo		
1 Asfalto	0,000	0,000
2 Madera	0,000	0,000
3 Metales (incluidas sus aleaciones)	0,009	0,004
4 Papel y cartón	0,007	0,009
5 Plástico	0,002	0,003
6 Vidrio	0,000	0,000
7 Yeso	0,000	0,000
8 Basuras	0,000	0,000
RCD de naturaleza pétreo		
1 Arena, grava y otros áridos	0,207	0,138
2 Hormigón	0,013	0,009
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos	0,000	0,000
4 Piedra	0,000	0,000



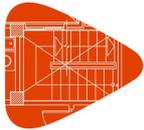
Volumen de RCD de Nivel II



Volumen de RCD de Nivel II

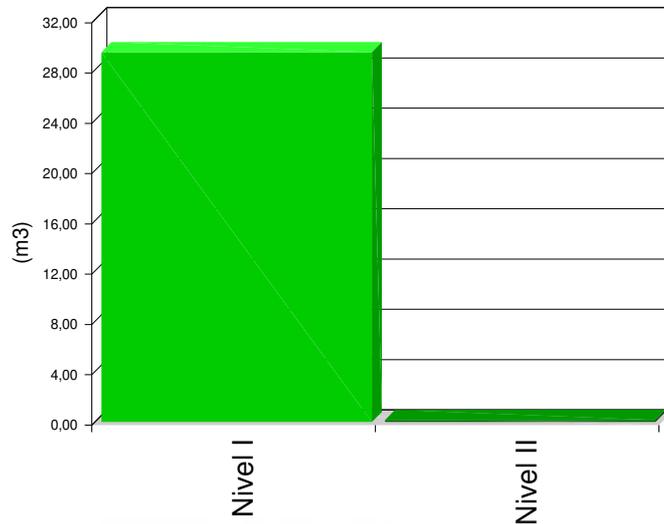


**Proyecto:**  
**Situación:**  
**Promotor:**



**Proyecto:**  
**Situación:**  
**Promotor:**

Volumen de RCD de Nivel I y Nivel II



Dirección Facultativa de CYPE

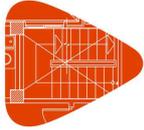
## **9. MEDIDAS PARA LA PLANIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS RESULTANTES DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LA OBRA OBJETO DEL PROYECTO**

En la fase de proyecto se han tenido en cuenta las distintas alternativas compositivas, constructivas y de diseño, optando por aquellas que generan el menor volumen de residuos en la fase de construcción y de explotación, facilitando, además, el desmantelamiento de la obra al final de su vida útil con el menor impacto ambiental.

Con el fin de generar menos residuos en la fase de ejecución, el constructor asumirá la responsabilidad de organizar y planificar la obra, en cuanto al tipo de suministro, acopio de materiales y proceso de ejecución.

Como criterio general, se adoptarán las siguientes medidas para la planificación y optimización de la gestión de los residuos generados durante la ejecución de la obra:

- La excavación se ajustará a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas de los planos de cimentación, hasta la profundidad indicada en el mismo que coincidirá con el Estudio Geotécnico correspondiente con el visto bueno de la Dirección Facultativa. En el caso de que existan lodos de drenaje, se acotará la extensión de las bolsas de los mismos.
- Se evitará en lo posible la producción de residuos de naturaleza pétreo (bolos, grava, arena, etc.), pactando con el proveedor la devolución del material que no se utilice en la obra.
- El hormigón suministrado será preferentemente de central. En caso de que existan sobrantes se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos, como hormigones de limpieza, base de solados, rellenos, etc.
- Las piezas que contengan mezclas bituminosas, se suministrarán justas en dimensión y extensión, con el fin de evitar los sobrantes innecesarios. Antes de su colocación se planificará la ejecución para proceder a la apertura de las piezas mínimas, de modo que queden dentro de los envases los sobrantes no ejecutados.



**Proyecto:**  
**Situación:**  
**Promotor:**

- Todos los elementos de madera se replantearán junto con el oficial de carpintería, con el fin de optimizar la solución, minimizar su consumo y generar el menor volumen de residuos.
- El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones, se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente, evitándose cualquier trabajo dentro de la obra, a excepción del montaje de los correspondientes kits prefabricados.
- Se solicitará de forma expresa a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos publicitarios, decorativos y superfluos.

En el caso de que se adopten otras medidas alternativas o complementarias para la planificación y optimización de la gestión de los residuos de la obra, se le comunicará de forma fehaciente al director de obra y al director de la ejecución de la obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo alguno de la calidad de la obra, ni interferirán en el proceso de ejecución de la misma.

## **7. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENEREN EN LA OBRA**

El desarrollo de las actividades de valorización de residuos de construcción y demolición requerirá autorización previa del órgano competente en materia medioambiental de la Comunidad Autónoma correspondiente, en los términos establecidos por la legislación vigente en materia de residuos.

La autorización podrá ser otorgada para una o varias de las operaciones que se vayan a realizar, y sin perjuicio de las autorizaciones o licencias exigidas por cualquier otra normativa aplicable a la actividad. Se otorgará por un plazo de tiempo determinado, y podrá ser renovada por periodos sucesivos.

La autorización sólo se concederá previa inspección de las instalaciones en las que vaya a desarrollarse la actividad y comprobación de la cualificación de los técnicos responsables de su dirección y de que está prevista la adecuada formación profesional del personal encargado de su explotación.

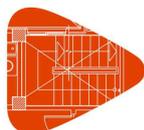
Los áridos reciclados obtenidos como producto de una operación de valorización de residuos de construcción y demolición deberán cumplir los requisitos técnicos y legales para el uso a que se destinen.

Cuando se prevea la operación de reutilización en otra construcción de los sobrantes de las tierras procedentes de la excavación, de los residuos minerales o pétreos, de los materiales cerámicos o de los materiales no pétreos y metálicos, el proceso se realizará preferentemente en el depósito municipal.

Cuando se destinen residuos no peligrosos de construcción y demolición, a la preparación para la reutilización, el reciclado y otra valorización de materiales, incluidas las operaciones de relleno, deberá alcanzar como mínimo el 70% en peso de los producidos, excluyendo los materiales en estado natural de tierras sobrantes y restos de piedra definidos en la categoría 17 05 04 de la lista de residuos.

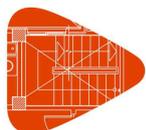
En relación al destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorables "in situ", se expresan las características, su cantidad, el tipo de tratamiento y su destino, en la tabla siguiente:

Material según "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos"	Código LER	Tratamiento	Destino	Peso (t)	Volumen (m <sup>3</sup> )
<b>RCD de Nivel I</b>					
1 Tierras y pétreos de la excavación					



**Proyecto:**  
**Situación:**  
**Promotor:**

Material según "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos"	Código LER	Tratamiento	Destino	Peso (t)	Volumen (m <sup>3</sup> )
Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	17 05 04	Sin tratamiento específico	Restauración / Vertedero	48,524	29,397
Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	17 05 04	Reutilización	Propia obra	0,029	0,018
<b>RCD de Nivel II</b>					
RCD de naturaleza no pétreo					
<b>1 Madera</b>					
Madera.	17 02 01	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,000	0,000
<b>2 Metales (incluidas sus aleaciones)</b>					
Cobre, bronce, latón.	17 04 01	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,000	0,000
Hierro y acero.	17 04 05	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,009	0,004
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	17 04 11	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,000	0,000
<b>3 Papel y cartón</b>					
Envases de papel y cartón.	15 01 01	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,007	0,009
<b>4 Plástico</b>					
Plástico.	17 02 03	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,002	0,003
<b>RCD de naturaleza pétreo</b>					
<b>5 Arena, grava y otros áridos</b>					
Residuos de grava y Rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	01 04 08	Reciclado	Planta reciclaje RCD	0,206	0,137
Residuos de arena y arcillas.	01 04 09	Reciclado	Planta reciclaje RCD	0,001	0,001
<b>2 Hormigón</b>					
Hormigón (hormigones, morteros y prefabricados).	17 01 01	Reciclado / Vertedero	Planta reciclaje RCD	0,013	0,009
<p><i>Notas:</i>  RCD: Residuos de construcción y demolición  RSU: Residuos sólidos urbanos  RNPs: Residuos no peligrosos  RPs: Residuos peligrosos</p>					



**Proyecto:**  
**Situación:**  
**Promotor:**

## 8. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN OBRA

Los residuos de construcción y demolición se separarán en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t.
- Ladrillos, tejas y materiales cerámicos: 40 t.
- Metales (incluidas sus aleaciones): 2 t.
- Madera: 1 t.
- Vidrio: 1 t.
- Plástico: 0,5 t.
- Papel y cartón: 0,5 t.

En la tabla siguiente se indica el peso total, expresado en toneladas, de los distintos tipos de residuos generados en la obra objeto del presente estudio.

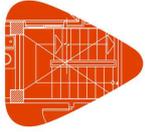
TIPO DE RESIDUO	TOTAL RESIDUO OBRA (t)	UMBRAL SEGÚN NORMA (t)
Hormigón	0,013	80,00
Ladrillos, tejas y materiales cerámicos	0,000	40,00
Metales (incluidas sus aleaciones)	0,009	2,00
Madera	0,000	1,00
Vidrio	0,000	1,00
Plástico	0,002	0,50
Papel y cartón	0,007	0,50

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

Aquellos elementos susceptibles de ser reutilizados tales como tejas, sanitarios o elementos estructurales, se clasificarán de forma preferente en el lugar de generación de los residuos y sin perjuicio del resto de residuos que ya tienen establecida una recogida separada obligatoria.

Si por falta de espacio físico en la obra no resulta técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubica la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.



**Proyecto:**  
**Situación:**  
**Promotor:**

## **9. PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN**

El depósito temporal de los escombros se realizará en contenedores metálicos con la ubicación y condiciones establecidas en las ordenanzas municipales, o bien en sacos industriales con un volumen inferior a un metro cúbico, quedando debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

Aquellos residuos valorizables, como maderas, plásticos, chatarra, etc., se depositarán en contenedores debidamente señalizados y segregados del resto de residuos, con el fin de facilitar su gestión.

Los contenedores deberán estar pintados con colores vivos, que sean visibles durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro, figurando de forma clara y legible la siguiente información:

- Razón social.

- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.).

- Número de teléfono del titular del contenedor/envase.

- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

Dicha información deberá quedar también reflejada a través de adhesivos o placas, en los envases industriales u otros elementos de contención.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas pertinentes para evitar que se depositen residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de restos ajenos a la obra y el derramamiento de los residuos.

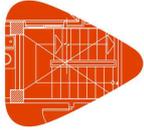
En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.

Se deberán cumplir las prescripciones establecidas en las ordenanzas municipales, los requisitos y condiciones de la licencia de obra, especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición, debiendo el constructor o el jefe de obra realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, considerando las posibilidades reales de llevarla a cabo, es decir, que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

El constructor deberá efectuar un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final. En el caso de que los residuos se reutilicen en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

Los restos derivados del lavado de las canaletas de las cubas de suministro de hormigón prefabricado serán considerados como residuos y gestionados como le corresponde (LER 17 01 01).

Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos o peligrosos de los materiales plásticos, restos de madera, acopios o contenedores de escombros, con el fin de proceder a su adecuada segregación.



**Proyecto:**  
**Situación:**  
**Promotor:**

Las tierras superficiales que puedan destinarse a jardinería o a la recuperación de suelos degradados, serán cuidadosamente retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, dispuestas en caballones de altura no superior a 2 metros, evitando la humedad excesiva, su manipulación y su contaminación.

Los residuos que contengan amianto cumplirán los preceptos dictados por la legislación vigente sobre esta materia, así como la legislación laboral de aplicación.

## **10. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.**

El coste previsto de la gestión de los residuos se ha determinado a partir de la estimación descrita en el apartado 5, "ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA", aplicando los precios correspondientes para cada unidad de obra, según se detalla en el capítulo de Gestión de Residuos del presupuesto del proyecto.

Subcapítulo	TOTAL (€)
TOTAL	0,00

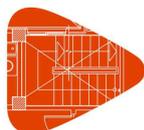
## **11. DETERMINACIÓN DEL IMPORTE DE LA FIANZA**

Con el fin de garantizar la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición generados en las obras, las Entidades Locales exigen el depósito de una fianza u otra garantía financiera equivalente, que responda de la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición que se produzcan en la obra, en los términos previstos en la legislación autonómica y municipal.

En el presente estudio se ha considerado, a efectos de la determinación del importe de la fianza, los importes mínimo y máximo fijados por la Entidad Local correspondiente.

- Costes de gestión de RCD de Nivel I: 4.00 €/m<sup>3</sup>
- Costes de gestión de RCD de Nivel II: 10.00 €/m<sup>3</sup>
- Importe mínimo de la fianza: 150.00 € - como mínimo un 0.2 % del PEM.
- Importe máximo de la fianza: 60000.00 €

En el cuadro siguiente, se determina el importe de la fianza o garantía financiera equivalente prevista en la gestión de RCD.



**Proyecto:**  
**Situación:**  
**Promotor:**

**Presupuesto de Ejecución Material de la Obra (PEM):**

**8.867,52€**

**A: ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE RCD A EFECTOS DE LA DETERMINACIÓN DE LA FIANZA**

Tipología	Peso (t)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Coste de gestión (€/m <sup>3</sup> )	Importe (€)	% s/PEM
<b>A.1. RCD de Nivel I</b>					
Tierras y pétreos de la excavación	48,524	29,397	4,00		
<b>Total Nivel I</b>				150,000 <sup>(1)</sup>	1,69
<b>A.2. RCD de Nivel II</b>					
RCD de naturaleza pétreo	0,220	0,147	10,00		
RCD de naturaleza no pétreo	0,018	0,016	10,00		
RCD potencialmente peligrosos	0,000	0,000	10,00		
<b>Total Nivel II</b>				17,74 <sup>(2)</sup>	0,20
<b>Total</b>				167,74	1,89

Notas:  
<sup>(1)</sup> Entre 150,00€ y 60.000,00€.  
<sup>(2)</sup> Como mínimo un 0.2 % del PEM.

**RESTO DE COSTES DE GESTIÓN**

Concepto	Importe (€)	% s/PEM
Costes administrativos, alquileres, portes, etc.	13,30	0,15

**TOTAL:**

**181,04€**

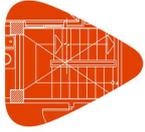
**2,04**

## 12. PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra, se adjuntan al presente estudio.

En los planos, se especifica la ubicación de:

- Las bajantes de escombros.
- Los acopios y/o contenedores de los distintos tipos de RCD.
- Los contenedores para residuos urbanos.
- Las zonas para lavado de canaletas o cubetas de hormigón.
- La planta móvil de reciclaje "in situ", en su caso.
- Los materiales reciclados, como áridos, materiales cerámicos o tierras a reutilizar.
- El almacenamiento de los residuos y productos tóxicos potencialmente peligrosos, si los hubiere.



**Proyecto:**  
**Situación:**  
**Promotor:**

---

Estos PLANOS podrán ser objeto de adaptación al proceso de ejecución, organización y control de la obra, así como a las características particulares de la misma, siempre previa comunicación y aceptación por parte del director de obra y del director de la ejecución de la obra.

En

EL PRODUCTOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Producido por una versión educativa de CYPE

### **13. DOCUMENTOS ADJUNTOS AL ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN**



## VIII - BIBLIOGRAFÍA

1. Viñuela S. Auto Bild España. 2019 [citado 26 de febrero de 2024]. Estos son los tres tipos de combustible fósil que existen. Disponible en: <https://www.autobild.es/listas/estos-son-tres-tipos-combustible-fosil-existen-533971>
2. REPSOL [Internet]. [citado 26 de febrero de 2024]. ¿Qué diferencias hay entre la gasolina y el diésel? Disponible en: <https://www.repsol.es/particulares/asesoramiento-consumo/diferencias-gasolina-diesel/>
3. Refining Processes of Diesel vs Gasoline: Why Diesel Pollutes Less [Internet]. Fuel Catalyst. 2018 [citado 27 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://rentar.com/refining-processes-diesel-vs-gasoline/>
4. Center GP. Como funciona el GLP en un motor [Internet]. Gas Point Center. 2022 [citado 27 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://gaspointcenter.com/como-funciona-el-glp-en-un-motor/>
5. Endesa [Internet]. 2018 [citado 28 de febrero de 2024]. Vehículos a gas: ¿qué significan GNV, GLP, GNC y GNL? Disponible en: <https://www.endesa.com/es/blog/blog-de-endesa/climatizacion/que-significa-glp-gnv-gnc-gnl>
6. REPSOL [Internet]. [citado 28 de febrero de 2024]. ¿Cómo se genera la electricidad que consumimos? Disponible en: <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/futuro-planeta/generar-electricidad/index.cshtml>
7. Alternative Fuels Data Center: Electric Vehicles [Internet]. [citado 28 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://afdc.energy.gov/vehicles/electric.html>
8. GlobalPetrolPrices.com [Internet]. [citado 29 de febrero de 2024]. Precios de la energía en el mundo. Disponible en: <https://es.globalpetrolprices.com/>
9. Google My Maps [Internet]. [citado 22 de marzo de 2024]. MAPA DE GASOLINERAS GNC EN ESPAÑA. Disponible en: <https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=111Q97kA-L5lqt1IZCq6WGAmkxhob7Tw4>
10. RACE. Cuánto cuesta cargar un coche eléctrico | RACE [Internet]. 2023 [citado 15 de abril de 2024]. Disponible en: <https://www.race.es/cuanto-cuesta-cargar-un-coche-electrico>
11. Titeux J. Coste de cargar un coche eléctrico en casa en 2024: ¿Cuánto cuesta? [Internet]. ChargeGuru ES | Instalador de Puntos de Carga para Vehículos Eléctricos. 2024 [citado 18 de abril de 2024]. Disponible en: <https://chargeguru.com/es/2024/03/14/coste-de-cargar-un-coche-electrico-en-casa/>
12. Precio cargar coche eléctrico. Precios carga pública [Internet]. Wenea. 2021 [citado 19 de abril de 2024]. Disponible en: <https://wenea.com/precios/>
13. Centro de datos de combustibles alternativos: comparación de propiedades de combustibles [Internet]. [citado 1 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://afdc.energy.gov/fuels/properties?fuels=GS,DS,ELEC,BD,CNG,LNG,LPG>

14. WLTP y RDE - Ensayos de consumos y emisiones | Abarth [Internet]. [citado 2 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.abarth.es/wltp-y-rde>
15. IDAE - [Internet]. [citado 6 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://coches.idae.es/base-datos/marca-y-modelo>
16. Consulta BD OTLE: Estaciones de servicio por comunidad autónoma, provincia y tipo de carburante [Internet]. [citado 6 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://apps.fomento.gob.es/BDOTLE/visorBDpop.aspx?i=378>
17. Vilacarburants | Tipos de Gasoleo: A, B, C. [Internet]. [citado 6 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.vilacarburants.com/tipos-de-gasoleo-a-b-c/>
18. Country [Internet]. [citado 8 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.electromaps.com/es/puntos-carga/espana>
19. apmc. Tipos de combustible de los coches nuevos en Europa - [Internet]. 2022 [citado 14 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://apmc.cat/apmc/tipos-de-combustible-de-los-coches-nuevos-cuota-de-mercado-de-bateria-electrica-99-hibrida-226-y-gasolina-385-en-el-segundo-trimestre-de-2022/>
20. New car registrations: +13.9% in 2023; battery electric 14.6% market share [Internet]. ACEA - European Automobile Manufacturers' Association. 2024 [citado 14 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.acea.auto/pc-registrations/new-car-registrations-13-9-in-2023-battery-electric-14-6-market-share/>
21. Vehículos y flota | Observatorio Europeo de Combustibles Alternativos [Internet]. [citado 21 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/transport-mode/road/european-union-eu27/vehicles-and-fleet>
22. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico [Internet]. [citado 9 de mayo de 2024]. Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/planes-estrategias/plan-nacional-integrado-energia-clima.html>
23. Ministerio de Derechos Sociales, Consumo y Agenda 2030 - Conoce la Agenda [Internet]. [citado 9 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.mdsocialesa2030.gob.es/index.htm>
24. INE [Internet]. [citado 9 de mayo de 2024]. Indicadores de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible - Objetivo 13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. Disponible en: <https://www.ine.es/dyngs/ODS/es/objetivo.htm?id=4915>