

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA  
**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

**ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE  
HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS  
(HIDROGENERA)**

TRABAJO PRESENTADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
MÁSTER DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
POR  
**ALBA MONTSERRAT MÁRQUEZ GIL**

**BADAJOS, JULIO DE 2021**

**TRABAJO FIN DE GRADO/ TRABAJO FIN DE MÁSTER/ PROYECTO FIN DE CARRERA**

Autor:

ALBA MONTSERRAT MÁRQUEZ GIL

Director o Directores:

FERNANDO LÓPEZ RODRÍGUEZ

Tribunal de evaluación:

JUSTO GARCÍA SANZ-CALCEDO

ALFONSO CARLOS MARCOS ROMERO

ANTONIO MANUEL REYES RODRÍGUEZ

# ÍNDICE

<b>I.</b>	<b>MEMORIA .....</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>OBJETO DEL PROYECTO .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>ALCANCE.....</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>3</b>
4.1	Autor del proyecto .....	3
4.2	Emplazamiento .....	3
4.3	Promotor.....	4
<b>5</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>4</b>
<b>6</b>	<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>7</b>	<b>NORMATIVA Y PROGRAMAS INFORMÁTICOS .....</b>	<b>5</b>
7.1	Normas Generales .....	5
7.2	Normas de aplicación para el suministro de hidrógeno.....	6
7.3	Normativas aplicables a instalaciones fotovoltaicas .....	7
7.4	Programas informáticos.....	8
<b>8</b>	<b>TECNOLOGÍA DEL HIDRÓGENO .....</b>	<b>8</b>
8.1	Combustibles alternativos al hidrógeno .....	9
8.2	Métodos de producción de hidrógeno .....	10
8.3	Hidrógeno Gris .....	11
8.4	Hidrogeno Azul.....	12
8.5	Hidrógeno Verde.....	13
8.6	Métodos de almacenamiento de hidrógeno .....	16
8.7	Tipos de vehículos propulsados por hidrógeno.....	20
8.8	Dificultades que presenta el uso de vehículos de hidrógeno.....	22
<b>9</b>	<b>ESTADO DEL ARTE .....</b>	<b>23</b>
9.1	Hidrogeneras existentes .....	23
9.1.1	Madrid.....	23
9.1.2	Aragón.....	24
9.1.3	Castilla la Mancha .....	25
9.1.4	Cataluña .....	26
9.1.5	Andalucía.....	26
9.2	Tren de hidrógeno .....	27
9.2.1	Situación internacional .....	27

---

9.2.2	Situación nacional.....	28
9.3	Hidrogeneras que dan servicio a trenes. ....	29
<b>10</b>	<b>SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>30</b>
10.1	Aplicaciones del hidrógeno.....	30
10.1.1	Refinerías .....	30
10.1.2	Pila de combustible.....	30
10.2	Vehículos de hidrógeno .....	31
10.3	Tren de hidrógeno. ....	36
<b>11</b>	<b>REQUISITOS DE DISEÑO.....</b>	<b>37</b>
<b>12</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA.....</b>	<b>37</b>
12.1	Módulos Fotovoltaicos.....	37
12.2	Inversores fotovoltaicos.....	39
12.3	Soporte de módulos fotovoltaicos.....	40
12.4	Instalación eléctrica de CC .....	40
12.5	Instalación eléctrica de CA.....	41
12.6	Sistema antirrobo .....	41
<b>13</b>	<b>PRIORIDAD DE DOCUMENTOS.....</b>	<b>41</b>
<b>14</b>	<b>RESUMEN GENERAL DE PRESUPUESTOS .....</b>	<b>41</b>
<b>15</b>	<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>42</b>

---

<b>II.</b>	<b>CUMPLIMIENTO DEL CTE .....</b>	<b>43</b>
<b>1</b>	<b>SEGURIDAD ESTRUCTURAL.....</b>	<b>43</b>
1.1	Edificio destinado a albergar el sistema de producción de hidrógeno .....	43
1.2	Marquesina sobre surtidor de hidrógeno.....	45
<b>2</b>	<b>SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD .....</b>	<b>47</b>
2.1	Introducción.....	47
2.2	Seguridad frente al riesgo de caídas.....	47
2.3	Seguridad frente a riesgo de iluminación inadecuada .....	48
2.4	Seguridad frente a riesgo causado por vehículos en movimiento .....	50
2.5	Accesibilidad .....	51

---

<b>III.</b>	<b>ANEXO .....</b>	<b>54</b>
<b>1</b>	<b>INSTALACIÓN DE HIDRÓGENO .....</b>	<b>54</b>
1.1	Compresor de hidrógeno .....	54
1.2	Almacenamiento .....	55
1.3	Dispensador de hidrógeno .....	57
<b>2</b>	<b>NECESIDADES DE HIDRÓGENO.....</b>	<b>59</b>
<b>3</b>	<b>CÁLCULOS .....</b>	<b>59</b>
3.1	Consumo eléctrico del sistema de generación y distribución .....	59
3.2	Cálculo de la instalación fotovoltaica .....	63
3.3	Cálculo de la tensión e intensidad en el punto de máxima potencia a temperatura de referencia .....	67
<b>4</b>	<b>INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS .....</b>	<b>69</b>
4.1	Carga de fuego ponderada .....	69
4.2	Ocupación y evacuación .....	71
4.3	Condiciones exigibles a los materiales .....	71
4.4	Instalación de protección contra incendios .....	72
4.5	Alumbrado de emergencia y señalización .....	74
<b>5</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>76</b>

<b>IV.</b>	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>78</b>
<b>1</b>	<b>CAPÍTULO 1. OBJETO DE ESTUDIO. ÁMBITO DE APLICACIÓN .....</b>	<b>78</b>
1.1	CONFECCIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	78
1.2	OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	78
1.3	APLICACIÓN Y OBLIGATORIEDAD.....	78
1.4	PRESUPUESTO .....	79
<b>2</b>	<b>CAPÍTULO 2. MEMORIA GENERAL DE SEGURIDAD.....</b>	<b>79</b>
2.1	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	79
2.2	ANÁLISIS DE LOS TRABAJOS A REALIZAR .....	79
2.3	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.....	80
2.4	MEDIDAS DE PREVENCIÓN .....	81
2.5	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR .....	84
2.6	ASISTENCIA DE ACCIDENTADOS.....	84
2.6.1	BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS .....	84
2.6.2	CENTROS ASISTENCIALES EN CASO DE ACCIDENTE.....	85
2.7	ACTUACIONES PREVIAS A LA EJECUCIÓN DE LA OBRA ACCESOS A LA OBRA.....	85
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO 3. SEGURIDAD EN EL USO DE HIDRÓGENO.....</b>	<b>85</b>
3.1	RIESGOS EN EL USO DE HIDRÓGENO .....	85
3.2	PROPIEDADES DEL HIDRÓGENO .....	86
<b>4</b>	<b>PLIEGO DE CONDICIONES EN CUESTIÓN A SEGURIDAD Y SALUD.....</b>	<b>88</b>
4.1	LEGISLACIÓN APLICABLE .....	88
4.2	COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.....	90
4.3	CONDICIONES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA .....	91
4.4	CONDICIONES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	91
4.5	SEÑALIZACIONES.....	92
4.6	INFORMACIÓN Y FORMACIÓN A LOS TRABAJADORES.....	92
4.7	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.....	92
4.8	LIBRO DE INCIDENCIAS.....	93
4.9	SEGURIDAD DE RESPONSABILIDAD CIVIL Y PATRONAL.....	93
<b>5</b>	<b>PLANOS DE SEGURIDAD Y SALUD.....</b>	<b>94</b>

---

<b>V.</b>	<b>PLIEGO DE CONDICIONES DE INSTALACIONES DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA.....</b>	<b>95</b>
<b>1</b>	<b>OBJETO .....</b>	<b>96</b>
<b>2</b>	<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>96</b>
<b>3</b>	<b>DEFINICIONES .....</b>	<b>97</b>
3.1	Radiación solar.....	97
3.2	Generadores fotovoltaicos .....	97
3.3	Acumuladores de plomo-ácido.....	98
3.4	Reguladores de carga.....	99
3.5	Inversores.....	100
3.6	Cargas de consumo .....	101
<b>4</b>	<b>DISEÑO .....</b>	<b>101</b>
4.1	Orientación, inclinación y sombras.....	101
4.2	Dimensionado del sistema.....	102
4.3	Sistema de monitorización .....	102
<b>5</b>	<b>COMPONENTES Y MATERIALES.....</b>	<b>103</b>
5.1	Generalidades .....	103
5.2	Generadores fotovoltaicos .....	104
5.3	Estructura de soporte .....	105
5.4	Acumuladores de plomo-ácido.....	106
5.5	Reguladores de carga.....	107
5.6	Inversores.....	108
5.7	Cargas de consumo .....	110
5.8	Cableado .....	111
5.9	Protecciones y puesta a tierra .....	112
<b>6</b>	<b>RECEPCIÓN Y PRUEBAS.....</b>	<b>112</b>
<b>7</b>	<b>REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>113</b>
7.1	Generalidades .....	113
7.2	Programa de mantenimiento.....	113
7.3	Garantías.....	114

<b>VI.</b>	<b>PRESUPUESTO Y MEDICIONES .....</b>	<b>118</b>
<b>1</b>	<b>CUADRO DE DESCOMPUESTOS .....</b>	<b>118</b>
<b>2</b>	<b>MEDICIONES Y PRESUPUESTO GENERAL .....</b>	<b>134</b>
<b>3</b>	<b>RESUMEN DE PRESUPUESTO .....</b>	<b>148</b>

---

**VII. PLANOS.....149**

- 1 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO**
- 2 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA**
- 3 ZONA DE PRODUCCIÓN Y SUMINISTRO**
- 4 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS**
- 5 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**
- 6 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS**
- 7 CUADROS DE CORRIENTE CONTINUA Y CORRIENTE ALTERNA**
- 8 ESTRUCTURA DEL SOPORTE**
- 9 ESQUEMA UNIFILAR**

# I. MEMORIA

## 1 INTRODUCCIÓN

El sistema energético mundial se abastece fundamentalmente mediante recursos de procedencia fósil, tales como el carbón, el petróleo o el gas natural. Debido a la limitada cantidad existente de los recursos fósiles, los daños irreversibles que se producen a partir de su combustión tanto al medioambiente como a la salud, se está priorizando la búsqueda e implantación de una alternativa en el sistema energético actual.

Las nuevas directivas europeas en materia de energía y medio ambiente son claras: la economía energética tiene que descarbonizarse y se han de intensificar los esfuerzos para reducir las emisiones hasta en un 55% para 2030, persiguiendo el objetivo principal de ser climáticamente neutra de aquí al año 2050. Esto requiere una estrategia integral y conjunta por parte de todos los países miembros que aumente la producción de energía limpia de origen renovable y fomente la descarbonización del sistema energético, sobre todo en lo referente a equipos de calefacción y refrigeración. En este contexto, la transformación hacia un sistema energético basado en el hidrógeno renovable favorece y ayuda al cumplimiento de estos objetivos, ambiciosos en la actualidad, aunque necesarios para la conservación del planeta y de la vida de los seres humanos tal y como la conocemos hoy en día.

## 2 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es la definición de las características técnicas de una instalación de producción de hidrógeno, a través de energía renovable, y su almacenamiento, ya sea para su posterior, uso en vehículos eléctricos de pila de combustible o en trenes de hidrógeno.

Además, se definen las características de las instalaciones de una central fotovoltaica de tamaño reducido "in situ", que genere la suficiente electricidad para alimentar un electrolizador dimensionado para producir el hidrógeno gaseoso necesario para abastecer una demanda media estimada de trenes de hidrógeno, otros vehículos y aplicaciones. El sistema electrolizador se encontrará resguardado de la intemperie en un edificio independiente anexo a una pequeña zona comercial y de aseos.

Con el estudio de esta instalación se busca colaborar con la completa desaparición de los gases nocivos procedentes del sector del transporte en la región. Esto es posible gracias al desarrollo de vehículos propulsados por hidrógeno verde, cuyo sistema de producción y combustión se hace con la única emisión al medio ambiente de vapor de agua.

### **3 ALCANCE**

El presente proyecto busca dar apoyo al estudio y desarrollo del primer tren de pruebas dual, el cuál funciona a partir de hidrógeno y electricidad. Este tren ha sido proyectado por la empresa Talgo para su ubicación en las inmediaciones de Don Benito (Badajoz) y se esperan las primeras pruebas de validación en el próximo mes de noviembre.

Esta iniciativa está dinamizada por la asociación de empresarios extremeños LOABRE, en colaboración con la Agência de Desenvolvimento Regional do Alentejo (Portugal), el Instituto Politécnico de Portalegre, la Universidad de Extremadura y la Fundación privada del sector público extremeño Fundecyt, que constituyen la Agrupación Europea de Interés Económico – Cluster SOIH2.

El tren de hidrógeno de Talgo se presenta como una respuesta a los problemas de comunicaciones entre las zonas más despobladas o aisladas de España y poder conectarlas con ciudades que posean grandes redes de comunicación. Estas zonas suelen estar dotadas de antiguas vías férreas que han dejado de estar operativas debido a que las inversiones necesarias para su vuelta al servicio son muy elevadas. Por ello, al no depender de que la vía esté electrificada, el tren de hidrógeno supone una oportunidad muy interesante en la reducción de los costes iniciales para alcanzar la renovación de las instalaciones férreas en estado semiabandonado.

La previsión es que tras realizar todas las comprobaciones necesarias sobre el tren pruebas, en 2023, el tren de hidrógeno pueda circular por toda España.

## 4 IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

### 4.1 Autor del proyecto

El proyecto para el cual se redacta la siguiente memoria y cuya denominación es: "ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)", ha sido solicitado a Dña. Alba Montserrat Márquez Gil, estudiante del Máster de Ingeniería Industrial, con N.I.F. 72809687-J.

### 4.2 Emplazamiento

Las actuaciones descritas en el presente proyecto se llevarán a cabo en Don Benito (Badajoz) en las inmediaciones de la estación de tren. Se trata de un suelo sin edificar que está dividido en tres parcelas con referencias catastrales: 2573502TJ5127S0001OF, 2573501TJ5127S0001MF y 2573504TJ5127S0001RF

A una distancia de 400m de la estrada a la estación de trenes, esta ubicación da la posibilidad de abastecer a vehículos que circulen por la carretera EX - 106 y a trenes que pasen por las vías cercanas a la estación.



*Figura 1. Ubicación de la estación de servicio.*



Figura 2. Situación de la estación de servicio.

### 4.3 Promotor

El titular de la actividad descrita en este proyecto es la Agrupación Europea de Interés Económico - Cluster SOIH2, Sudoeste Ibérico por el Hidrógeno, está integrado por un grupo de empresas, incluidas en tres asociaciones, CAREX y LOABRE de España y ADRAL de Portugal, por la Administración Fundecyt-PCTex, por técnicos de reconocida solvencia y por investigadores-profesores universitarios de las Universidades de Extremadura, Évora y Politécnico de Portalegre, que persiguen el objetivo de impulsar acciones prospectivas y animar proyectos piloto, que permitan convertir a medio/largo plazo a las regiones del Alentejo y Extremadura, ALEX, en un importante generador y distribuidor de hidrógeno en Europa y Península Ibérica, proyectando sus acciones hacia la sociedad descarbonizada de 2050.

La iniciativa para esta macrorregión europea busca que ambas regiones hermanas sean actores activos e inclusivos en el desarrollo del tejido que el hidrógeno desarrollará, acompañando a la transición energética, basada en el despliegue de las renovables, fundamentalmente solar, biomasa e hidroeléctrica, y cuyos recursos en ALEX son únicos; promoviendo inversiones y actuaciones que el nuevo vector “hidrógeno” va a movilizar en ambas regiones, en relación a la movilidad, desarrollo industrial-tecnológico y sostenibilidad ambiental.

## 5 METODOLOGÍA

El estudio, se desarrolla dentro de la situación actual en la que se encuentra el hidrógeno en el sector de la automoción, sobre todo el hidrógeno verde, como alternativa para reducir la emisión de gases nocivos como NO<sub>x</sub>, CO, CO<sub>2</sub> y partículas sólidas que causan graves daños al medioambiente y la salud.

El origen del presente proyecto surge de la falta de infraestructuras para la producción y suministro de hidrógeno para vehículos de pila de combustible, lo que provoca que no se apueste en el uso de estos vehículos.

Parece claro que el futuro de la movilidad pasa por este tipo de vehículos, pues es la única alternativa de conseguir que largos desplazamientos y vehículos pesados puedan dar un rendimiento alto a la vez que se consiguen eliminar completamente las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Lo que se pretende con este proyecto es el desarrollo de una hidrogenera e instalaciones complementarias, que consiga producir una cantidad de hidrógeno, a partir de energías limpias, suficiente como para abastecer, tras varios días de producción, a un tren de pruebas dual eléctrico – hidrógeno, pero que además tenga la posibilidad de suministrar hidrógeno a vehículos que utilicen este gas como combustible, de acuerdo con las bases y etapas que se exponen a continuación.

Esto supondría una reducción considerable en las emisiones de gases dañinos para el planeta y un paso importante para la futura implantación y extensión del concepto de vehículos propulsados con pila de hidrógeno, cuyas características de autonomía y tiempos de repostaje nada tiene que envidiar a los coches de combustión interna.

## **6 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN**

Las características técnicas de la hidrogenera a proyectar, serán las siguientes:

- Nave que contiene los siguientes equipos:
  - Hidrolizador para producción de 130 kg H<sub>2</sub> en 24 horas, tipo HYSTAT 60 de HIDROGENICS.
  - Compresor de 700 bar
- Depósito de almacenamiento a 700 bar con capacidad para 100 kg H<sub>2</sub>.
- Dispensador de hidrógeno.
- Planta fotovoltaica con 615 módulos fotovoltaicos fijos, de potencia 639 kWp.

## **7 NORMATIVA Y PROGRAMAS INFORMÁTICOS**

La normativa que se ha tenido en cuenta para la redacción de este proyecto es la siguiente:

### **7.1 Normas Generales**

- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Decreto 406/1975 de 7 de marzo.
- Anexo-V del R.D. 486/1997 referente a Seguridad y Salud en los lugares de Trabajo: disposiciones mínimas.

- CTE: Código Técnico de la Edificación y sus diferentes documentos básicos de aplicación.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002, por el cual se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).
- Ley 31/1995 Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 2267/2004 Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios R.D. 513/2017.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Ley 10/2019, de 22 de febrero, de cambio climático y transición energética.

## **7.2 Normas de aplicación para el suministro de hidrógeno**

Actualmente no existen normativas ni legislaciones específicas para aplicar en la estación de servicio de hidrógeno, pero será de aplicación la normativa y legislación aplicable a instalaciones de gas combustible e instalaciones de gas a presión. A continuación, se presentan las normativas españolas a cumplir para este tipo de instalaciones:

- R.D. 681/2003 Reglamento sobre la protección de la salud de los trabajadores expuestos a riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- Real Decreto 144/2016, de 8 de abril, por el que se establecen los requisitos esenciales de salud y seguridad exigibles a los aparatos y sistemas de protección para su uso en atmósferas potencialmente explosivas y por el que se establecen las medidas destinadas a reducir la cantidad de vapores de gasolina emitidos a la atmósfera durante el repostaje de los vehículos de motor en las estaciones de servicio.
- R.D. 709/2015 Reglamento por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de equipos a presión.
- Real Decreto 1388/2011, de 14 de octubre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva 2010/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de junio de 2010 sobre equipos a presión transportables.
- Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.
- Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos, R.D. 919/2006 de 28 de julio.
- El Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE

APQ-1, MIE APQ-2, MIE APQ-3, MIE APQ-4, MIE APQ-5, MIE APQ-6 y MIE APQ-7, marca las distancias de la instalación de hidrógeno para un área abierta:

10 m a la vía pública, 15 m a los edificios habitados, 15 m a actividades clasificadas de riesgo de incendio y explosión, 6 m a servicios internos de almacén. Las cuales se pueden reducir a 5m, 10 m, 8 m y 2 m tomando medidas correctoras.

- ISO 20012. Normativa “Hidrógeno gaseoso – Estaciones de abastecimiento”, en la cual se marcan las distancias de seguridad de la estación de suministro, el diseño de los equipos de la instalación que deberán ir certificados, la protección necesaria, el personal necesario, el plan de emergencia y el mantenimiento y reparación de la estación de suministro.

### **7.3 Normativas aplicables a instalaciones fotovoltaicas**

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 900/2015 de 9 de octubre (derogado), por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo. Imponía el peaje de respaldo, también llamado impuesto al Sol.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

#### **7.4 Programas informáticos**

Los programas utilizados durante la realización del proyecto son:

- Microsoft Word
- AutoCad
- Dmelect
- Presto
- PvSyst

### **8 TECNOLOGÍA DEL HIDRÓGENO**

El hidrógeno es el más simple de todos los elementos y el más abundante del universo, aunque no se encuentra por sí solo, sino combinado con otros elementos. Bajo condiciones ordinarias en la tierra, el hidrógeno existe como gas diatómico, H<sub>2</sub>, incoloro, inodoro, insípido, no metálico y altamente inflamable. Con una masa atómica de 1,00794 kg/mol.

Es aproximadamente 14 veces más ligero que el aire y se difunde más rápido que cualquier gas. Enfriándolo, se condensa a líquido a -253°C y a sólido a -259°C. Las propiedades físicas del hidrógeno se resumen en la Tabla 1. El hidrógeno ordinario tiene una densidad de 0,09 kg/m<sup>3</sup>.

<b>Propiedades del Hidrógeno</b>	
Z	1
Peso atómico	1,0079
Densidad (g/ml)	0,0700
Volumen molar (mls)	28,6
Punto de fusión (°K)	13,957
Punto de ebullición (°K)	20,39
Potencial de ionización eV	13,54
Poder calorífico inferior (MJ/kg)	120
Abundancia % (litosfera + hidrosfera)	1

*Tabla 1. Propiedades del hidrógeno.*

## 8.1 Combustibles alternativos al hidrógeno

Aunque actualmente en el sector automovilístico están emergiendo nuevos combustibles inagotables y respetuosos con el medioambiente, los combustibles fósiles son los más empleados de forma mayoritaria. Productos como las gasolinas y gasóleos para la gran mayoría de vehículos convencionales y motocicletas, el queroseno para el transporte aéreo y el fuelóleo para el transporte marítimo.

Los combustibles obtenidos de recursos fósiles tienen la ventaja de ser fácilmente almacenables y transportables. Sin embargo, los yacimientos están muy localizados y no son accesibles para todos los países por igual. Una pequeña escala de ellos son lo que se explotan y posteriormente gestionan su venta al resto del mundo. Además, en el proceso de combustión se generan emisiones de gases contaminantes para el medio ambiente y nocivos para la salud de las personas, por lo que se requiere un control exhaustivo sobre sus niveles de emisiones.

Frente a este panorama, la principal ventaja del hidrógeno como combustible es que su energía química puede convertirse directamente en energía eléctrica sin necesidad de un proceso intermedio de un ciclo de potencia con accionamiento térmico. Esto es posible gracias a las pilas de combustible, que son dispositivos en los que tiene lugar el proceso.

Al producirse esta conversión de forma directa, no se necesita un ciclo termodinámico que transforme la energía química en energía térmica, como ocurre en los motores térmicos. Por tanto, estas pilas de combustible no tienen las limitaciones debidas al rendimiento de Carnot, como ocurre en los motores de combustión.

Tipo de combustible	PCI (MJ/kg)
Hidrógeno	120
Gasolina	50
Gasóleo	44
Queroseno	45
Fuelóleo	40

*Tabla 2. Poder calorífico inferior de algunos combustibles. Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica.*

Aunque los vehículos propulsados por gasolina o diésel son los más populares actualmente, existen otros sistemas alternativos comparables con los vehículos de hidrógeno.

El combustible alternativo más utilizado en todo el mundo es el gas licuado de petróleo (GLP), únicamente en España se encuentran registrados 50.000 vehículos. La facilidad que supone adaptar un modelo de gasolina a uno de GLP hace que los consumidores opten por reducir el coste de llenar su depósito a la mitad y las emisiones un 15% menos de CO<sub>2</sub> y entre un 70% y un 90% de menos óxidos de nitrógeno.

El GLP es una mezcla de hidrocarburos compuesta mayoritariamente por propano y butano. El sistema es similar al que se puede encontrar en los vehículos de gasolina, pero se diferencian en los sistemas de almacenamiento del combustible y de alimentación del motor.

Al producir cero emisiones durante su uso, los vehículos eléctricos podrían ser considerados como una alternativa a los vehículos ligeros de hidrógeno. Pero como se indica anteriormente, el empleo de hidrógeno se centra en vehículos pesados, como camiones, tráilers, barcos, trenes etc..., en los cuales se dispone del tamaño necesario para albergar las baterías.

## 8.2 Métodos de producción de hidrógeno

Las altas expectativas en cuanto al hidrógeno como vector energético para el futuro se basan principalmente en que representa una forma de transformar la electricidad en un producto almacenable con una escasa liberación de CO<sub>2</sub>, como consecuencia. Esto es posible mediante el hidrógeno renovable, el cuál no es el único método de obtención.

Los diferentes métodos de obtención de hidrógeno se basan principalmente en tres, representados por colores, en función de su impacto ambiental y procedencia.

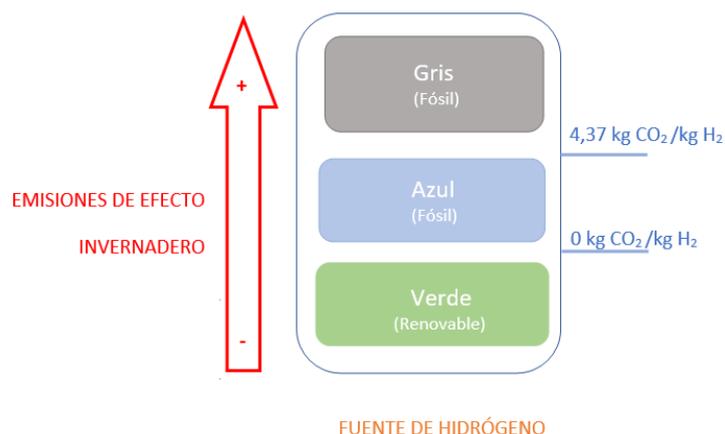


Figura 3. Esquema tipos de generación de hidrógeno. Fuente: elaboración propia.

Los cuales se definen a continuación:

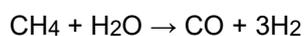
### 8.3 Hidrógeno Gris

Es la forma de obtención de hidrógeno más dañina para el medio ambiente y el más utilizado, ya que representa el 96% de la producción total. El conocido como hidrógeno gris, se extrae a partir del reformado u oxidación de combustibles fósiles, como son el petróleo o carbón.

Se utiliza este tipo de combustible porque entre sus moléculas aparece el hidrógeno, por tanto, haciéndolos reaccionar con agua se obtiene un gas de síntesis con parte de la mezcla compuesta por el gas que deseamos conseguir y por dióxido de carbono.

Existen diversos métodos de obtener este tipo de hidrógeno:

- Reformado de metano por vapor o Steam methane reforming (SMR): El proceso se realiza a través de un reactor, donde reacciona vapor a temperaturas de 1.200°K y presiones totales entre 20 y 30 bar, con los hidrocarburos, en presencia de un catalizador de base metálica. Como resultado, se produce una síntesis química de la que se obtiene un gas resultante con alto contenido de hidrógeno y una pequeña porción de monóxido de carbono. La reacción es:



Al tratarse del sistema de obtención más económico conocido hasta la fecha, hace que sea el más utilizado actualmente, lo que clarifica la importancia de promover los sistemas en los que no se libera CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

- Oxidación parcial o Partial oxidation (POX): En la tecnología de oxidación parcial, el hidrocarburo se mezcla con oxígeno o vapor de agua y se quema parcialmente dentro de un reactor a altas temperaturas, entre 1.300°C y 1.500°C, obteniendo gas de síntesis.

Este gas contiene impurezas que han de eliminarse antes de emplearse como combustible. El proceso principal puede resultar más rápido pero cuenta con un gran inconveniente, y es

que esta metodología produce alquitranes durante el proceso, los cuales hay que eliminar posteriormente, lo que supone un incremento en el tiempo total, en los costes y, por tanto, una menor eficiencia energética.

- Reformado autotérmico o Autothermal reforming (ATR): Este proceso es una combinación de los dos métodos mencionados anteriormente. En este caso, se añade una corriente de vapor al proceso de oxidación parcial, generando un proceso similar al producido mediante reformación de metano por vapor. La principal diferencia entre el reformado autotérmico y el reformado de metano es que este último sólo usa el oxígeno como fuente de calor para crear vapor, mientras que en el reformado autotérmico quema el oxígeno de forma directa.

Si se evita la liberación de dióxido de carbono al entorno mediante el sistema de captura y almacenamiento CCS (Carbon Capture & Storage), el hidrógeno obtenido se denominaría hidrógeno azul.

## 8.4 Hidrogeno Azul

Se podría definir como el hidrógeno generado a partir de fuentes fósiles con bajas emisiones de dióxido de carbono, con lo cual se puede observar claramente la diferencia tanto con el hidrógeno gris como con el verde, ya que, sus emisiones quedan limitadas a un máximo de 4,37 kgCO<sub>2</sub>/kgH<sub>2</sub> (definida por algunos órganos reconocidos como organización CertifHy) (36,4 CO<sub>2</sub>/MJ) y su procedencia no depende de energías renovables (hidrógeno verde).

El proceso de generación de hidrógeno azul se relaciona principalmente con el reformado de gas natural con captura de dióxido de carbono mediante una precombustión. Al no haber combustionado el gas antes de la captación, este gas natural contiene gran concentración de CO<sub>2</sub>, por lo que se puede llegar a capturar sin reducir otros componentes resultantes de la síntesis. Otra metodología menos utilizada sería a partir de la gasificación del carbón, su menor aplicación se debe a que la captación es muy superior al anterior proceso, suponiendo la elevación de costes, teniendo una resultante similar en cuanto a impacto ambiental.

Con el objetivo de reducir las emisiones de dióxido de carbono, se promueve este tipo de hidrógeno como un posible sistema para favorecer la transición energética a generaciones más limpias. El sistema CCS mencionado anteriormente por normativa ambiental debería prolongarse el almacenamiento durante 100 años o más para considerar que el procedimiento ha sido satisfactorio.

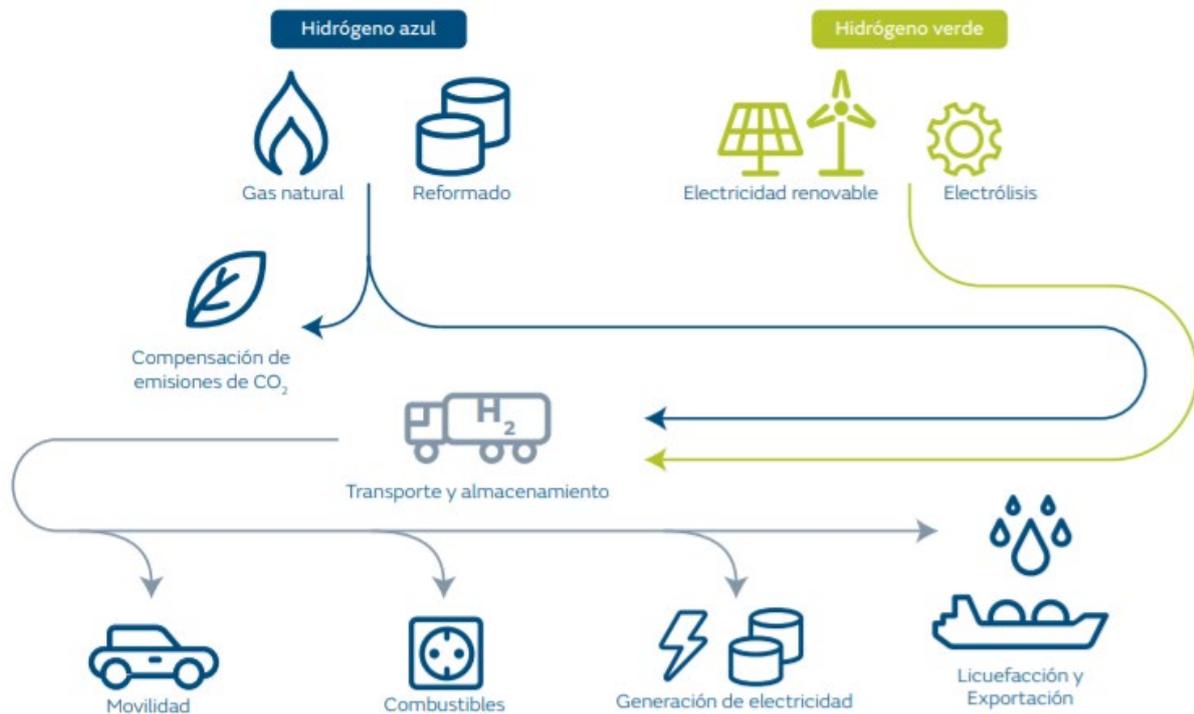


Figura 4. Esquema producción de hidrógeno verde vs hidrógeno azul. Fuente: Libro Hidrógeno Naturgy

## 8.5 Hidrógeno Verde

Se define generalmente como el hidrógeno con bajo contenido en carbono y que se obtiene a partir de fuentes renovables. El proceso de generación más conocido de este tipo de hidrógeno es mediante electrólisis del agua.

La electrólisis es el proceso a partir del cuál se descompone la molécula de agua, dividiendo sus elementos y obteniendo como resultado oxígeno e hidrógeno separados, en estado gaseoso. Este método se basa en aplicar una corriente continua a dos electrodos representando uno el polo positivo y otro el polo negativo. Se consigue la descomposición de la molécula, introduciendo estos electrodos en el agua, de tal forma, que el ánodo se encarga de extraer el oxígeno, mientras que el cátodo extrae el hidrógeno.

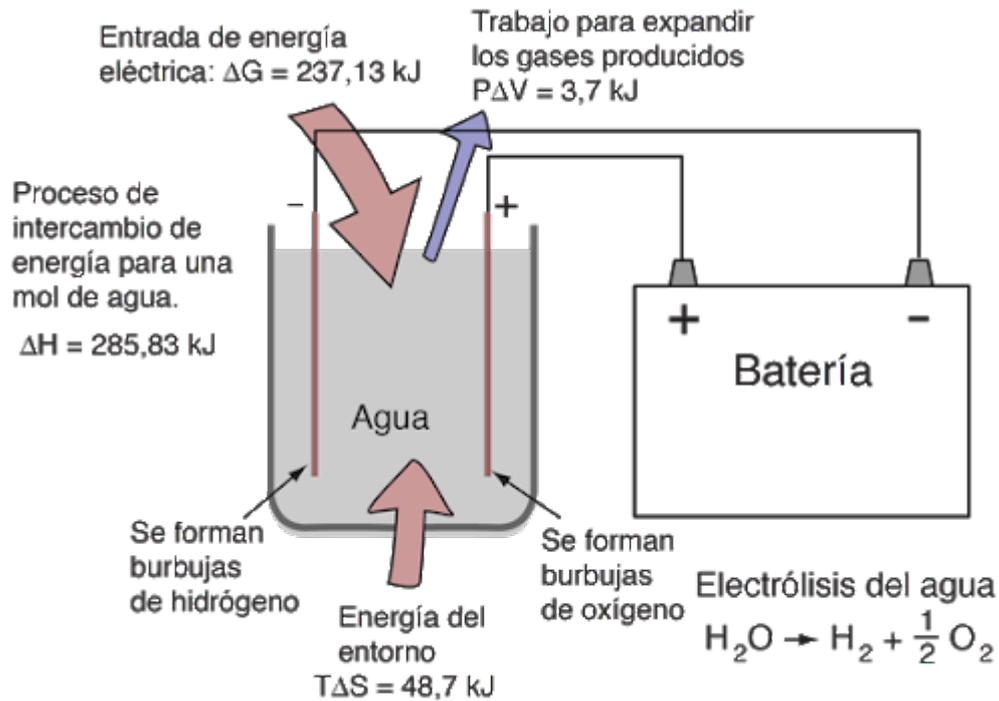


Figura 5. Esquema de electrólisis del agua. Fuente: Química.net

Por cada molécula de agua se obtiene una de hidrógeno y media de oxígeno.

Considerando el proceso electrolítico expuesto se pueden distinguir dos tipos de electrólisis:

- Electrólisis alcalina:

Esta tecnología es la más desarrollada y utilizada para gran escala. Se basa en la inmersión de dos electrodos en un electrolito líquido alcalino, posiblemente hidróxido potásico (KOH) o hidróxido sódico (NaOH), a una temperatura entre 65°C y 80°C y presiones alrededor de 25-30 bares. Los electrodos se pueden configurar de forma monopolar o bipolar.

En la configuración monopolar las celdas electrolíticas están conectadas eléctricamente en paralelo, la parte negativa de todas las celdas electrolíticas están conectadas entre sí y al igual la parte positiva, pero físicamente tanto el polo negativo como el positivo están separados.

Mientras que la configuración bipolar es en la que las celdas electrolíticas se encuentran conectadas eléctricamente en serie, el polo positivo de una celda se conecta al polo negativo de la siguiente, ambos se montan juntos pero separados por un aislante eléctrico. Lo cual presenta un obstáculo, y es que se favorecen las corrientes parásitas que disminuyen la eficiencia del proceso. Sin embargo, siguiendo esta configuración se consiguen menores costes

de instalación en comparación con la configuración monopolar, debido a que se requiere menor espacio.

Generalmente las densidades de corriente con las que se trabaja son bajas (200mA/cm<sup>2</sup>), por lo que parte de la energía producida se pierde, lo que representa finalmente una eficiencia alrededor del 60-65%. Mientras que el nivel de pureza del hidrógeno obtenido es 99% aproximadamente.

- Electrolisis por membrana de electrolito polimérico (PEM)

Se considera como una tecnología mas prometedora a largo plazo que la electrólisis alcalina convencional, y actualmente constituye uno de los procesos más utilizados a pequeña o media escala dependientes de energía renovable (energía muy variable), tales como alimentación de vehículos o aplicaciones de menor tamaño.

En comparación con el sistema anterior, mediante la electrolisis PEM se trabaja a elevadas densidades de corriente (2000mA/cm<sup>2</sup>), se obtiene mayor pureza de hidrógeno y mayor eficiencia energética. Estas ventajas se deben al uso de una membrana que separa el ánodo y el cátodo y además actúa como electrolito. A pesar de ello, también presentan inconvenientes como son, el uso de catalizadores de metales nobles y sus óxidos, lo que incrementa el coste de los electrodos, y que el material de la membrana es Nafión, lo cuál también induce a incrementar los costes.

La electrolisis del agua representa en sí una forma de producción de hidrógeno sin generación de gases de efecto invernadero, pero al depender de electricidad, la generación de ella es fundamental para determinar que el proceso global sea o no limpio.

Por esto, para lograr la generación de hidrógeno verde se necesita gran cantidad de energía eléctrica renovable, lo cual reduce la eficiencia del proceso, al no ser estables y constantes. Adicionalmente, estas tecnologías renovables resultan muy caras por lo que hace que la electrolisis no sea un método de producción rentable a menos que se realice con excedentes de energía cuando decae el ciclo de consumo.

Además de mediante electrolisis de agua, este tipo de hidrógeno se puede conseguir a través de: reformado de biogás (tratamiento aguas, residuos o vertedero); reformado de compuestos orgánicos (renovables); gasificación (biomasa forestal, residuos orgánicos); y producción de cloro (electricidad renovable)

Varios de los procesos mencionados anteriormente emiten una cantidad importante de dióxido de carbono, como la gasificación. No obstante, como se expresa en la Norma UNE-EN ISO 14040: 2006 y Norma UNE-EN ISO 14044:2006 , en un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) sólo se consideran las emisiones de dióxido de carbono procedentes de combustibles fósiles, mientras que las procedentes de biomasa se consideran neutras porque aunque en la producción de hidrógeno se genera CO<sub>2</sub>, se considera que este fue capturado por las plantas previamente.

\*Como duración del ACV se considera el ciclo de vida visible por el hombre. Por ello, no se tiene en cuenta la captura de CO<sub>2</sub> mediante combustibles fósiles.

## 8.6 Métodos de almacenamiento de hidrógeno

El hidrógeno es el único vector energético químico que se presenta como una alternativa viable a largo plazo, además de un estabilizador de las fuentes energías renovables, acumulando su energía a largo plazo.

Sin embargo, uno de los principales problemas que suponen el uso de hidrógeno es su almacenamiento. Las características físicas y químicas de este compuesto dificultan su acopio, ya que su densidad por unidad de volumen es muy baja, tanto si se encuentra en estado líquido como en gaseoso, lo que equivale a que en un volumen dado de hidrógeno contiene menos energía que el mismo volumen pero de otro combustible. Por lo tanto, el hidrógeno necesita depósitos de mayor volumen para almacenar la misma cantidad de energía, en comparación con otros combustibles.

Entre sus inconvenientes se debe incluir su gran difusividad y permeabilidad, lo que provoca que el hidrógeno sea capaz de difundirse a través de sólidos produciendo pérdidas del combustible almacenado y la posible fragilización del metal empleado para confinar el elemento.

En el sistema de almacenaje el hidrógeno se puede encontrar como gas a alta presión o como líquido a temperaturas criogénicas. En fase de estudio y desarrollo inicial se presentan los sistemas de almacenamiento en la superficie e interior de sólidos o en compuestos químicos portadores de hidrógeno (metano sintético, metanol, amoníaco...)

- Hidrógeno almacenado a presión.

El almacenamiento de hidrógeno gaseoso es el sistema más común y desarrollado actualmente. Consiste en recipientes de hidrógeno comprimido a presión de trabajo nominal de 200 y 700 bar, a una temperatura alrededor de la ambiente. Para conseguir estas características se necesitan contenedores a presión especialmente contruidos para este fin.

La composición y materiales de fabricación de los tanques de almacenamiento de gas a alta presión dependerá de la presión admitida por el tanque y su finalidad. Para distinguirlos, se clasifican en cuatro categorías:

- Tipo I: Botellas tradicionales, hechas completamente de metal, generalmente de acero. Debido a su elevado peso, su uso para almacenar hidrógeno como combustible resulta inviable.

- Tipo II: Cilindros de metal, generalmente aluminio, reforzado en su parte recta con materiales compuestos (fibras de vidrio o carbono), que ofrecen la ventaja de la reducción del peso frente a los de tipo I y que son los que normalmente se emplean en vehículos cuyo combustible es el gas natural.
- Tipo III: Cilindros formados por una delgada capa metálica, recubierta de materiales compuestos. Los materiales compuestos son los que soportan los esfuerzos mecánicos mientras que la capa metálica evita el paso del hidrógeno. Estos cilindros soportan presiones superiores que los de tipo I y II, con lo que se reducen significativamente las necesidades de espacio al no tener que hacerse las paredes del cilindro tan gruesas.
- Tipo IV: Son cilindros como los de tipo III, pero en este caso la capa metálica está formada por un polímero en lugar de un metal. Trabajan con las mismas presiones y tienen un peso algo menor, sin embargo, la difusividad del hidrógeno a través de la capa metálica es mayor, lo que puede resultar un problema de seguridad y, por otro lado, soportan un número menor de ciclos de carga y descarga.

Los cilindros de tipo I y tipo II llegan a presiones admisibles de unos 300 bar, mientras que los tipos III y IV tienen presiones de diseño de hasta 700 bar cuando están destinados para ir a bordo de un vehículo, y de hasta 800 bar para aplicaciones estacionarias.

Las altas temperaturas debidas a un ambiente caluroso, o como resultado de la compresión durante el aprovisionamiento de combustible, pueden aumentar la presión de almacenaje hasta un 10% o más.



Figura 6. Tanque de almacenamiento de hidrógeno en estado gaseoso. Fuente: Ariema



Figura 7. Botellas de almacenamiento de hidrógeno en estado gaseoso. Fuente: Ariema

- Hidrógeno líquido.

El hidrógeno líquido o criogénico se obtiene a partir de la licuación del mismo, modificando las condiciones de presión y temperatura del gas. El proceso de licuación utiliza una combinación de compresores, intercambiadores de calor y válvulas de expansión para lograr el enfriamiento necesario.

Los contenedores de almacenamiento de hidrógeno líquido en los puntos de utilización, tienen capacidades entre 110 y 5300 kg y el hidrógeno se encuentra a una temperatura por debajo de su punto de ebullición, a  $-252,87^{\circ}\text{C}$ . Por tanto, cualquier transferencia de calor al líquido a través de las paredes del contenedor, supone alguna evaporación del hidrógeno. Cualquier evaporación, supondrá una pérdida neta en la eficiencia del sistema, debido al trabajo necesario para licuar ese hidrógeno, pero las pérdidas pueden ser aún mayores si el hidrógeno es liberado a la atmósfera en lugar de ser recuperado.

Con el objetivo de minimizar la transferencia de calor por conducción y convección, los contenedores criogénicos están compuestos por una doble pared y entre ellas una capa de vacío. Para evitar la transferencia mediante radiación se ponen entre 30 y 100 capas reflexivas de plástico aluminado. En algunos casos en los que el contenedor es de gran tamaño se incluye una pared exterior rellena de nitrógeno líquido, con la finalidad de reducir la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior.



*Figura 8. Tanques de hidrógeno líquido. Fuente: Linde Group*

La gran mayoría de estos tanques estacionarios son esféricos, ya que de esta forma se tiene la menor superficie de transferencia por unidad de volumen. Si aumenta el diámetro del tanque, su volumen aumenta en mayor proporción que el área, por este motivo, los tanques grandes tienen proporcionalmente menos transferencia de calor que los tanques de menor tamaño.

En algunos casos se utilizan tanques de forma cilíndrica por su facilidad de fabricación y sus costes más reducidos en comparación con los de los tanques esféricos, y la relación volumen área de transferencia es muy similar.

- Hidruros metálicos.

Cabe añadir otro método alternativo de almacenaje de hidrógeno que se encuentra en fase de investigación, el almacenamiento por medio de hidruros metálicos.

El sistema consiste en hacer reaccionar el hidrógeno con aleaciones metálicas que se encuentran localizadas en unos tubos dentro de un intercambiador de tipo carcasa y tubos, la reacción da lugar a un proceso exotérmico, el cual necesita el paso de agua fría para refrigerar la reacción. En el momento en el que se quiera recuperar el hidrógeno se deberá hacer pasar agua caliente por los tubos, de esta manera se rompe la combinación entre el metal y el hidrógeno.

El proceso resulta totalmente reversible, de manera que podremos rellenar el depósito tantas veces como sea necesario.

Existen algunos metales que presentan cierta tendencia a combinarse con el hidrógeno. Los enlaces que se forman no suelen ser muy fuertes, lo cual permite que, con un poco de calor, puedan ser rotos. Así pues, podemos aprovechar los gases calientes del escape para provocar la desorción del hidrógeno contenido en el metal. El proceso resulta totalmente reversible, de manera que podremos rellenar el depósito tantas veces como sea necesario.

- Seguridad

Desde el punto de vista de la seguridad podemos destacar: Los límites de inflamabilidad del hidrógeno en aire seco a una presión de 101,3 kPa y a una temperatura de 25°C son de 4,1% y 74,8%, para los límites inferior y superior respectivamente. Para el caso de la mezcla hidrógeno-oxígeno son de 4,1% y 94%. Una reducción en la presión por debajo de 101,3 kPa tiende a estrechar el rango de inflamabilidad, aumentando el límite inferior y disminuyendo el superior.

Como consecuencia, incluso las pequeñas fugas de hidrógeno corren el peligro de incendiarse o estallar. Si además nos encontramos en un recinto cerrado, la fuga de hidrógeno puede concentrarse, de tal modo que se aumenta el riesgo de combustión y explosión.

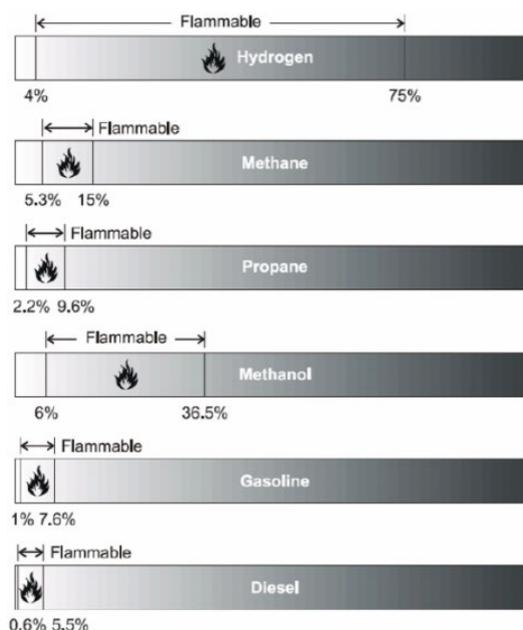


Figura 9. Límites de inflamabilidad. Fuente: Química.net

Para el hidrógeno, la temperatura de autoencendido es relativamente alta (unos 558°C). Esto hace que sea difícil prender una mezcla de aire/hidrógeno únicamente con calor, sin una fuente adicional de ignición (una chispa por ejemplo).

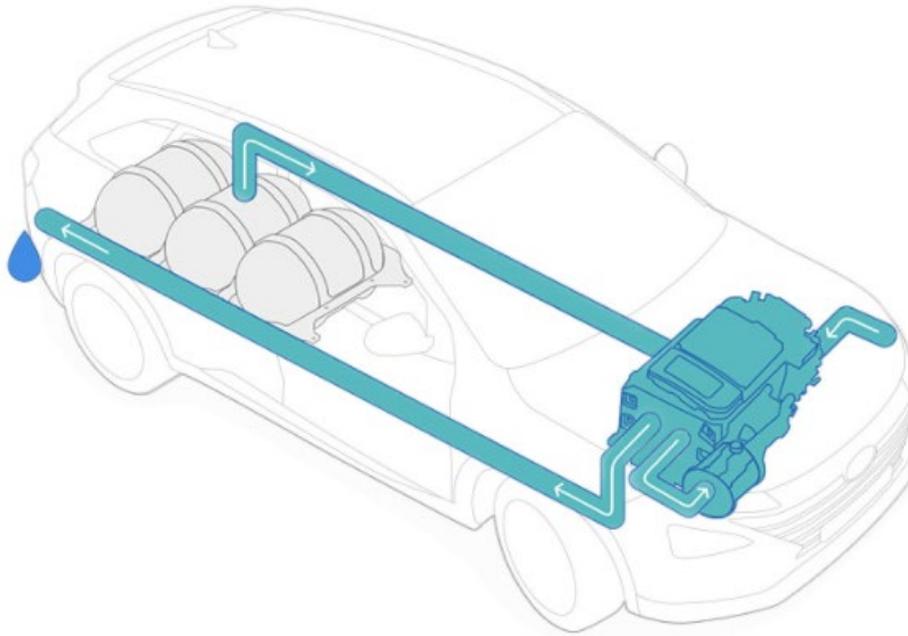
Aunque el hidrógeno tenga una temperatura más elevada de autoencendido que el metano, el propano o la gasolina, su energía de ignición de 0,02 mJ es mucho más baja y resulta más propenso a inflamarse. Incluso una chispa invisible o una descarga de electricidad estática procedente del cuerpo humano (en condiciones secas) pueden tener la suficiente energía como para provocar su ignición.

Además, el hidrógeno tiene la característica agregada de la baja electroconductividad, de modo que el flujo o la agitación del gas o líquido de hidrógeno puede generar cargas electrostáticas que pueden dar lugar a chispas. Por esta razón, el equipo que transporta el hidrógeno debe disponer de una toma de tierra.

## 8.7 Tipos de vehículos propulsados por hidrógeno

El hidrógeno, como combustible para el transporte, se asocia a vehículos no contaminantes y eficientes, por ello su promoción es fundamental. El principal inconveniente que se encuentra en este tipo de tecnología es el almacenamiento del combustible en el vehículo. La baja densidad de energía del hidrógeno hace que se tenga en almacenar comprimido a muy altas presiones o licuado a temperaturas muy bajas.

Además, estos vehículos también dependen directamente de la capacidad de la batería de apoyo a la pila de combustible, ya que a partir de ella se define la autonomía y la potencia máxima del vehículo.



*Figura 10. Funcionamiento sistema de hidrógeno. Fuente: Hyundai ZonaEco.*

Las baterías almacenan la energía sobrante de la pila de combustible para poder utilizarla cuando sea necesaria. Estas baterías son de un tamaño más reducido que las baterías de vehículos eléctricos, por lo que no aumentan el peso del vehículo perjudicando la autonomía y consumo.

Al estudiar las variables que propone la pila de combustible se han obtenido como resultado tres alternativas de vehículos de hidrógeno:

- **PHEV de hidrógeno.**

Sigue el sistema de los vehículos eléctricos de PHEV. Cuenta con una pila de combustible y con una batería recargable por enchufe. Se equilibran las potencias y costes apoyando a una pila de combustible de menor potencia con una batería que reduce los consumos de hidrógeno.

- **Sistema con amplificador de autonomía.**

Como sistema de apoyo para vehículos eléctricos, se incluye una pila de combustible en para prolongar la autonomía. Es una forma de evitar la utilización de combustibles derivados del petróleo y sus emisiones perjudiciales sin renunciar a un aumento en las posibilidades de la conducción.

- **Híbrido de hidrógeno no enchufable.**

Son los coches de hidrógeno más conocidos. En este caso la pila de combustible toma un lugar principal teniendo como apoyo una batería de litio de unos 2kWh de capacidad. La

existencia de la batería se basa en el aporte de potencia necesaria para el arranque instantáneo y para equilibrar el retraso que se produce en la entrega de potencia de la pila de combustible.

## 8.8 Dificultades que presenta el uso de vehículos de hidrógeno

Como ya se ha comentado anteriormente, tanto la tecnología utilizada en vehículos de hidrógeno, como la de su abastecimiento se encuentra aún en desarrollo ya que posee ciertas limitaciones que impiden la implementación de una economía del hidrógeno a escala.

### - **Incremento en la demanda.**

Actualmente existe una demanda muy reducida de coches de hidrógeno a nivel mundial y en general el hidrógeno verde se está utilizando mayoritariamente para usos no energéticos.

El no tener una gran demanda, hace que no se invierta en que la tecnología de producción sea asequible y fiable. Lo que a su vez produce que no se aumente la demanda de este hidrógeno. Formándose así, un bucle en el que la demanda depende directamente de la facilidad y confianza al proceso de producción, y viceversa.

Por tanto, una forma de evitar este obstáculo es fomentar tanto la producción como el uso de aplicaciones que demanden este hidrógeno.

### - **Reducción de costes.**

Según la Agencia Internacional de la Energía, 1 kg de hidrógeno verde, que contiene unos 33,3 kWh, cuesta entre 3,50 y 5 euros, lo que supone entre 0,10 euros/kWh y 0,15 euros/kWh. En cambio, el hidrógeno obtenido a partir de combustibles fósiles cuesta 1,5 euros/kg o 0,045 euros/kWh.

El coste de producción de una unidad energética de hidrógeno con cero emisiones a la atmósfera sigue siendo aún muy elevado en comparación con las energías convencionales. Incluso, en el caso de los tipos de obtención de hidrógeno más contaminantes, aunque su resultante es de menor coste, su producción se realiza a partir de combustibles fósiles, por lo tanto, el precio final será más elevado que el de dichos combustibles.

### - **Aumentar la información.**

La falta de conocimiento general que existe actualmente sobre la tecnología del hidrógeno y los falsos mitos entorno a la seguridad, hacen que se limite la inversión en esta tecnología y por tanto su expansión.

Con demostraciones de aplicaciones reales y ejemplos, se conseguiría ganar la confianza de inversores y fabricantes para que apuesten por el desarrollo de la tecnología y se avance en su implementación.

## 9 ESTADO DEL ARTE

### 9.1 Hidrogeneras existentes

En la Hoja de Ruta del Hidrógeno, aprobada en octubre de 2020 por el Gobierno de España, se considera como objetivo para impulsar el uso del hidrógeno, que para 2030 existirán un mínimo de 100 hidrogeneras. Actualmente solo hay seis, ubicadas en Madrid, dos en Sevilla, Huesca, Albacete y Puertollano.

#### 9.1.1 Madrid

Se trata de una estación de servicio en la cual se puede repostar hidrógeno desde enero de 2021, fue inaugurada por las empresas Toyota, Enagás, Urbaser, Carburos Metálicos, Sumimoto Corporation España y la Confederación Española de Empresarios de Estaciones de Servicio.

Se encuentra en el número 34 de la Avenida Manoteras, en la estación de servicio San Antonio y es el único surtidor que no es de uso privado a día de hoy. Es capaz de suministrar hasta 10 kg de hidrógeno al día, a una presión de repostaje de 700 bar, lo cual hace que el proceso de llenado dure unos cinco minutos. Dicha presión hace destacar esta hidrogenera frente a las ya existentes en España, puesto que se solía suministrar el gas a una presión de 350 bar.



Figura 11. Estación de servicio de hidrógeno en Madrid. Fuente: Diario motor

### 9.1.2 Aragón

#### - HUESCA:

La estación de servicio de hidrógeno se encuentra en el Parque Tecnológico Walqa de Huesca desde junio de 2021. Tiene la capacidad de abastecer tanto a turismos como a autobuses, esto se debe a que trabaja con dos presiones de suministro, 200 y 350 bar.

La construcción del puesto de repostaje supuso una inversión en torno a los 800.000 euros y 3.200 horas de trabajo. Y la energía eléctrica utilizada se genera a partir de parques eólicos (635 kW) y fotovoltaicos (100kW).



Figura 12. Estación de servicio de hidrógeno en Huesca. Fuente: PortFolio Walqa

#### - ZARAGOZA:

Con motivo de la Exposición Internacional de Zaragoza EXPO-2008 se inauguró la primera hidrogenera de servicio público de España en el año 2008. Una vez finalizada la muestra internacional, la estación de servicio tuvo que cerrar debido a su falta de uso.

Actualmente se encuentra en fase de estudio la construcción de una hidrogenera en la Plataforma Logística PLAZA de Zaragoza, tras el proyecto se hallan 15 instituciones y empresas aragonesas, entre las que se encuentra Iberdrola.

El objetivo de este nuevo proyecto es poder generar y suministrar hidrógeno verde a flotas de transporte pesado, flotas de autobuses, vehículos ligeros, al sector ferroviario y a futuros usos aeroportuarios. Para ello se estima una potencia en electrolizadores de 10 MW.

### 9.1.3 Castilla la Mancha

#### - CIUDAD REAL:

Gracias al Centro Nacional de Hidrógeno (CNH2), desde el 2018 se puede encontrar en Puertollano, Ciudad Real, una estación de repostaje de hidrógeno con un sistema de producción de hidrógeno verde, cuya energía proviene de un campo fotovoltaico de 100 kW.

Una vez transformado el hidrógeno a través del electrolizador se almacena en tanques y botellas, según la presión con la que se va a trabajar posteriormente (250, 350 y 400 bar).

Como medio de distribución directa para vehículos, la estación cuenta con un dispensador de modelo WEH TK17. El tiempo de carga de combustible es de 5 minutos y entre cada uno de los vehículos se deberá esperar un periodo de tiempo de 30 minutos.

La hidrogenera de Puertollano tiene capacidad para abastecer a dos vehículos de pila de combustible al día (10 kg/día) y se está estudiando su ampliación.



Figura 13. Estación de servicio de hidrógeno en Ciudad Real. Fuente: Página web Centro Nacional del Hidrógeno.

#### - ALBACETE:

En el parque empresarial Ajusa y bajo su propiedad se encuentra la estación de servicio de hidrógeno llamada Don Qhyxote H2 Station. La presión de llenado con la que se abastece a los vehículos es de 350 bar y cuenta con un almacén de 90 kilos de hidrógeno.

Aunque el puesto se utiliza principalmente para suministrar hidrógeno a un cuadríciclo de Ajusa, apodado Don Qhyxote Car, el cual, logra hasta los 200 km de autonomía, destaca por haber sido en 2019, la primera estación en España en prestar servicio de repostaje a un autobús movido por hidrógeno.



Figura 14. Estación de servicio de hidrógeno en Albacete. Fuente: Blog AJUSA

#### 9.1.4 Cataluña

##### - BARCELONA:

En noviembre de 2021 entrará en servicio la primera hidrogenera de la Zona Franca de Barcelona. Transportes Metropolitanos de Barcelona, TMB, e Iberdrola han firmado el acuerdo por el que se pondrá en marcha la estación de servicio de hidrógeno, su objetivo es principalmente abastecer la flota de autobuses municipales de TMB, sin embargo también permitirá el repostaje de hidrógeno de cualquier otro vehículo.

#### 9.1.5 Andalucía

##### - SEVILLA:

Existen dos estaciones de servicio en Sevilla construidas por Abengoa. Aglutinan los procesos de producción de hidrógeno, almacenaje y dispensado del mismo, siendo el proceso completo libre de emisiones de CO<sub>2</sub>.



*Figura 15. Estación de servicio de hidrógeno en Sevilla. Fuente: Abengoa*

## 9.2 Tren de hidrógeno

### 9.2.1 Situación internacional

Coradia iLint de Alstom es el primer tren de pasajeros del mundo que funciona con una pila de combustible de hidrógeno, que genera energía eléctrica para la propulsión. Este tren completamente libre de emisiones es silencioso y solo emite vapor de agua y agua de condensación. El tren incluye otras innovaciones diversas: conversión de energía limpia, almacenamiento de energía flexible en baterías y gestión inteligente de la fuerza motriz y la energía disponible. Diseñado específicamente para su uso en líneas no electrificadas, permite operaciones de tren limpias y sostenibles.

Desde septiembre de 2018, hasta finales de febrero de 2020, dos trenes Coradia iLint, en Alemania y Austria, cubrieron con éxito más de 180.000 kilómetros en servicios regulares de pasajeros, con recorridos de líneas de 100 kilómetros de longitud entre las localidades Cuxhaven, Bremerhaven, Bremervörde y Buxtehude. Además, en Austria, el tren eléctrico propulsado por hidrógeno ha completado seis meses de pruebas en operación comercial con pasajeros en las líneas regionales de ÖBB (Ferrocarriles Federales de Austria).

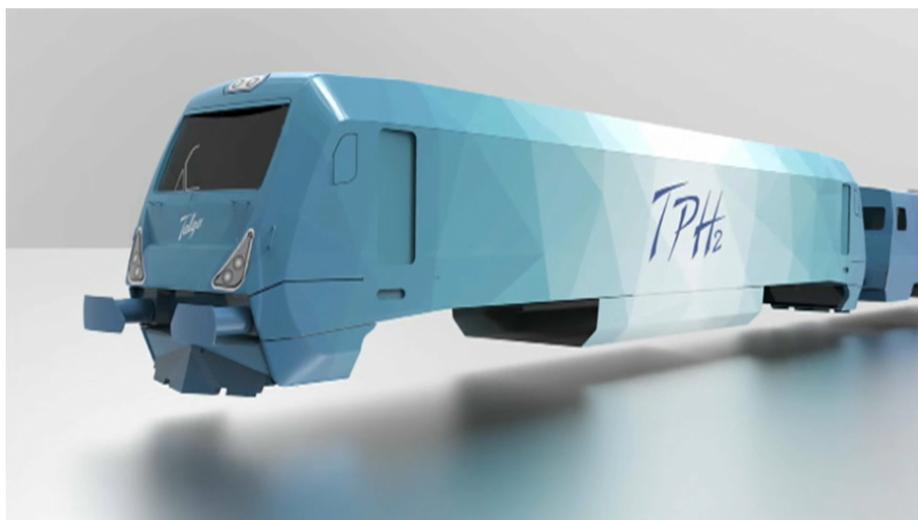
Actualmente, ya está en marcha la producción en serie de esta pionera innovación para el transporte ferroviario. Los primeros trenes en serie propulsados por hidrógeno entrarán en servicio regular en Alemania a partir de 2022.

### 9.2.2 Situación nacional

En Extremadura, específicamente en Don Benito, se espera que se realicen las primeras validaciones para el tren de hidrógeno, TPH2, en noviembre de 2021. El tren estará compuesto por una locomotora multisistema Talgo Travca, capaz de cambiar de ancho y de adaptarse a varias tensiones de electrificación, y una composición de cinco coches remolcados Talgo estándar, donde se llevará instalada la tecnología de propulsión (pila de combustible de hidrógeno) y un laboratorio para el control y análisis del resultado de las pruebas.

Este tren de pruebas se utilizará como desarrollo de la tecnología de hidrógeno aplicada al transporte ferroviario, el cual se espera que comience a estar en marcha en el 2023 de manera definitiva en la plataforma Vittal One.

Vittal One es la apuesta de Talgo para la movilidad sostenible en el corto y medio radio, y se basa en la plataforma tecnológica Talgo Vittal de Cercanías y Media Distancia, a la que se suma la tracción mediante hidrógeno, que se producirá con fuentes de energía 100 por cien renovables.



*Figura 16. Diseño del tren de TPH2 realizado por alumnos del Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de la Universidad de Extremadura. Fuente: Canal Extremadura.*

Por todo ello, Talgo considera que es la "solución perfecta" para reemplazar la tracción diésel y descarbonizar aquellas líneas ferroviarias que no están electrificadas mediante catenaria.

### **9.3 Hidrogeneras que dan servicio a trenes.**

La ciudad de Bremervörde en Baja Sajonia, Alemania, ha comenzado la construcción de la primera estación de servicio de hidrógeno del mundo preparada para dar servicio a los trenes de pasajeros Coradia iLint.

La compañía química Linde construirá y operará la estación de servicio de hidrógeno para la Compañía de Transporte Regional de Baja Sajonia. Según informa la web Railway Technology, la estación tendrá una capacidad diaria de aproximadamente 1.600 kilogramos de hidrógeno, y reemplazará a la actual estación móvil que alimenta a los trenes. Los trabajos se iniciarán en septiembre de este mismo año y la finalización está prevista para mediados de 2021. La estación permitirá la producción de hidrógeno mediante electrolisis, empleando fuentes de energía renovables para ello.

## 10 SITUACIÓN ACTUAL

### 10.1 Aplicaciones del hidrógeno

El hidrógeno se utiliza en un gran número de aplicaciones industriales y su producción ha aumentado hasta los 100 – 120 Mt en 2019. De la demanda actual el 40% se emplea en la fabricación de amoníaco, el 37% en refinerías de petróleo, el 10% en las plantas de producción de metanol y el resto se reparte entre la industria farmacéutica, de alimentación, electrónica, etc.

Sin embargo, en cuanto al futuro, el hidrógeno presenta un gran interés en el sector energético, principalmente en dos áreas diferenciadas como son el transporte y el almacenamiento de energía eléctrica renovable.

#### 10.1.1 Refinerías

El proceso de refino permite la separación y clasificación de las distintas fracciones de hidrocarburos, obteniendo productos de valor añadido como gas natural licuado, gasolina, diésel, jet fuel, lubricantes y ceras.

El hidrógeno se utiliza en distintos procesos de las refinerías, entre los cuales el hidrotratamiento es uno de los más importantes, con la finalidad de eliminar los productos nocivos para el medio ambiente. El proceso consiste en la adición de hidrógeno para inducir las reacciones de hidrogenación e hidrogenolisis, saturando los compuestos aromáticos o eliminando elementos como el azufre, el nitrógeno o los metales.

#### 10.1.2 Pila de combustible

Una pila de combustible es un dispositivo que permite generar electricidad a partir de la energía química que posee el hidrógeno y el oxígeno sin necesidad de que se produzca la combustión.

Las moléculas de hidrógeno con las que se alimenta la pila de combustible reaccionan con los átomos de oxígeno para formar agua. En este proceso electroquímico se liberan electrones que son recolectados por un circuito externo y utilizados como corriente eléctrica.

El gran desarrollo en torno a las pilas de combustible en los últimos años ha permitido que esta tecnología sea utilizada en una gran variedad de aplicaciones:

**Transporte:** Con la finalidad de sustituir progresivamente a los vehículos con motor de combustión interna se está promoviendo el uso de hidrógeno como combustible en pilas de combustible. Cada vez están apareciendo con más frecuencia estos tipos de vehículos, ya sean de pequeña o gran potencia.

**Aplicaciones portátiles:** Adaptación de una pila de combustible de tamaño reducido como fuente de energía para pequeños dispositivos electrónicos, como ordenadores o pequeños electrodomésticos, en lugar de sus tradicionales baterías.

**Aplicación estacionaria:** Generación de energía eléctrica y calor a menor o mayor escala. El hidrógeno es almacenado para su posterior uso en la generación de energía en lugares residenciales o incluso se puede amplificar la producción combinándolo con otras tecnologías para lograr la energía necesaria en casos puntuales de fallo del suministro principal en empresas u hospitales.

## 10.2 Vehículos de hidrógeno

Según la Asociación de Constructores Europeos de Automóviles (ACEA) para 2030 alrededor de 60.000 camiones de hidrógeno circularán por Europa, para los cuales serán necesarias 1.000 estaciones de repostaje de este tipo de combustible.

Actualmente este tipo de vehículos pesados no se comercializan en la Unión Europea pero ciertas compañías apuestan por su gran potencial.

### **XCIENT Fuel Cell:**

Es el primer camión pesado del mundo fabricado en serie por Hyundai y propulsado por hidrógeno. Cuenta con siete grandes depósitos para el combustible, que suman 31 kilos para un alcance de unos 400 kilómetros y una potencia cercana a los 190 kW.



*Figura 17. Camión XCIENT Fuel Cell. Fuente: Hyundai Truck & Bus*

De este modelo ya circulan 46 unidades por Suiza, pertenecientes a la Asociación Suiza de Movilidad H2, donde han recorrido más de 750.000 kilómetros evitando la emisión de 585 toneladas de CO2 respecto a otros camiones con motor diésel. Y el tiempo de recarga de cada camión es de, aproximadamente, 8 a 20 minutos.

### **GenH2 Truck:**

Mercedes – Benz junto con Volvo están trabajando en un prototipo de camión de hidrógeno que promete conseguir hasta 1.000 km de autonomía. Además, se pretende que el GenH2 Truck utilice hidrógeno líquido en lugar de gaseoso, pues tiene mayor densidad energética.

La versión preserie está equipada con dos motores eléctricos que conceden por separado 230 kW de potencia continua y un par motor máximo de 2.071 Nm. Comenzará a probarse en carreteras públicas a finales de 2021 y se espera que se entreguen los primeros camiones GenH2 a los clientes a partir de 2027.



*Figura 18. Camión GenH2 Truck. Fuente: RoadStars Mercedes-Benz.*

**Furgoneta e-EXPERT Hydrogen:**

La Peugeot e-EXPERT Hydrogen es una furgoneta eléctrica cuyo sistema se basa en el funcionamiento de una pila de combustible de hidrógeno. También dispone de un paquete de baterías de iones de litio de una capacidad de 10,5 kWh.

El tanque completo de hidrógeno supone una autonomía de unos 400 kilómetros.



*Figura 19. Furgoneta de hidrógeno. Fuente: Página web “Híbridos y eléctricos”*

**Hyundai Nexø:**

Es un SUV equipado con un motor eléctrico de 120 kW (163CV) y se caracteriza por una autonomía de 666 km. Para poder recorrer esta distancia se necesita llenar sus depósitos con una capacidad total de 156,6 litros en total, lo que tan solo supone cinco minutos.



*Figura 20. Vehículo de hidrógeno. Fuente: Hyundai ZonaEco*

Puede alcanzar una velocidad máxima de 179 km/h y además de generar su propia energía gracias a la pila de combustible, posee un sistema de generación mediante la frenada regenerativa.

#### **Toyota Mirai:**

Toyota presenta ya la segunda generación de esta berlina eléctrica. Además de una apariencia renovada se ha ampliado su potencia, de manera que permite pasar al vehículo de 0 a 100 km/h en nueve segundos y llega a una velocidad máxima de 175km/h.

El modelo actual cuenta con una capacidad de almacenamiento de hidrógeno de 5,6 kilos, lo que representa una autonomía homologada de 650 kilómetros.



*Figura 21. Vehículo de hidrógeno. Fuente: Toyota*

Con la finalidad de promover el uso de los vehículos de hidrógeno, los promotores de la Estación de Servicio San Antonio de Madrid han adquirido una flota de doce Toyotas Mirai para que circulen por la capital.

#### **Honda Fuel Cell Clarity:**

Este vehículo aún no se encuentra disponible para su venta en España pero sí en determinados concesionarios estadounidenses. Para poder adquirirlo se necesita un contrato de arrendamiento que se basa en un coste de 340€ al mes y un límite de 32.000 kilómetros al año.

Su autonomía es de 579 kilómetros si el vehículo no sobrepasa los 120 km/h y su velocidad máxima se encuentra limitada a 165 km/h.



*Figura 22. Vehículo de hidrógeno. Fuente: HONDA The Power of Dreams*

Este modelo viene derivado del FCX Clarity (2008) el cual se abastecía por una pila de combustible de un tamaño del 33% mayor.

#### **Gumpert Nathalie:**

Es un modelo de altas prestaciones, que se identifica como el “primer superdeportivo de pila de combustible”, al llegar hasta una velocidad máxima de 300km/h. La compañía alemana Gumper presentó el vehículo de manera conceptual en el Salón del automóvil de Ginebra 2019.

Sigue un sistema con amplificador de autonomía que deja en segundo lugar a la pila de combustible y se enfoca en la batería eléctrica. El diseño de su sistema se ha centrado en ampliar la autonomía de los vehículos eléctricos.

Por un lado, es un coche eléctrico dotado de cuatro motores con los cuales permite pasar de 0 a 100 km/h en 2,5 segundos, y de una batería de unos 60 kWh de capacidad. Cuando la batería comienza a agotarse se activa una pila de combustible de unos 5kW de potencia, lo que permite recorrer hasta 600km conduciendo a un máximo de 120km/h. Con el sistema conocido como eléctrico bimodal se consigue que el vehículo logre una autonomía máxima de 1200km en modo Eco.



*Figura 23. Vehículo de hidrógeno. Fuente: Roland Gumpert*

El vehículo se abastece de metanol y su depósito de 65 litros se llena en menos de 3 minutos. En el propio interior del vehículo se encuentra un reformador de metanol que genera el hidrógeno para la pila de combustible.

### **10.3 Tren de hidrógeno.**

El funcionamiento de los trenes de hidrógeno existentes, como es el Coradia iLint de Alstom, se basa en la alimentación de sus motores mediante la combinación de la energía generada en las celdas de combustible de hidrógeno y la acumulación en la batería de alto rendimiento. Pueden recorrer alrededor de 1.000 kilómetros con un solo tanque de hidrógeno transportando hasta 300 pasajeros a una velocidad máxima de 140 km/h. Cada unidad está equipada con dos sistemas de baterías de alto rendimiento cuya capacidad total es de 220 kWh.

El proceso de generación eléctrica y almacenamiento se realiza de forma continua para que los motores siempre dispongan de energía cuando se solicita potencia de ellos. Además, las baterías también almacenan la energía eléctrica recuperada del sistema de frenado regenerativo, para después ser liberada cuando el tren acelera. Los sistemas no solo proporcionan la energía necesaria para la propulsión, sino que también suministran energía a los sistemas a bordo, como la iluminación y el aire acondicionado.

## 11 REQUISITOS DE DISEÑO

Para calcular la cantidad de hidrógeno a generar en la hidrogenera se ha optado por estimar la cantidad necesaria para abastecer de hidrógeno un tren. De esta manera además de dar servicio a vehículos de pila de combustible existiría la posibilidad de suministrar a un tren que de estas características que se encuentre en la estación de Don Benito.

El tren prototipo está equipado con doce depósitos de hidrógeno con una capacidad total de hidrógeno de 102 kg. Al tratarse de una cantidad considerablemente grande y que supondría unas instalaciones de dimensiones muy extensas, se ha decidido generar la mitad de hidrógeno necesario para surtir el tren, al día.

## 12 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA

Se describirán detalladamente en el presente apartado el diseño, elementos y características de la instalación fotovoltaica propuesta. Todo ello se realiza cumpliendo las condiciones técnicas establecidas en el Pliego de Condiciones Técnicas de IDAE y las normativas de aplicación reglamentaria.

El sistema de generación fotovoltaico se ha dimensionado para cubrir el consumo energético del sistema de generación, almacenamiento y suministro de hidrógeno. La estación completa de hidrógeno tiene un consumo de 68 kW/h, por lo que para disponer de una cantidad de 102 kg en un máximo de 3 días se necesitará una potencia pico instalada de 368 kW.

Se proyecta una instalación fotovoltaica compuesta por 615 paneles solares fotovoltaicos monocristalinos de potencia 600 Wp agrupados en 41 strings instalados sobre suelo con una inclinación de 30 ° y un acimut de 0 °. La justificación de la solución adoptada se desarrolla en el anejo **3.Cálculos**.

### 12.1 Módulos Fotovoltaicos

El sistema generador estará formado por 615 paneles fotovoltaicos de 600 Wp de potencia (modelo CANADIANSOLAR SUPER HIGH POWER MONO PERC MODULE CS7L-600MS o equivalente) agrupados en 41 string o rama fotovoltaica en serie instalados en soportes de hormigón prefabricado tipo Solarbloc o equivalente.

TIPO DE MÓDULO	SUPER HIGH POWER MONO PERC MODULE CS7L-600MS (o equivalente)
Fabricante	CANADIAN SOLAR
Potencia nominal [Wp]	600
Voltaje MPP [V]	34,9
Corriente MPP [A]	17,20
Corriente de cortocircuito [A]	18,47
Número de células	120 [2 x (10 x 6)]
Voltaje admisible del sistema del módulo [V]	1.500 o 1.000
Eficiencia [%]	21,20
Superficie del módulo [m <sup>2</sup> ]	2,830
Material de las células solares	Monocristalinas
Coeficiente de temperatura del voltaje en vacío [% / °C]:	-0,26
Coeficiente de temperatura del corriente de cortocircuito [% / °C]	+0,05
Dimensiones (mm)	2.172 x 1.303 x 35
Peso (kg)	24,9

Tabla 3. Características módulos fotovoltaicos. Fuente: Catálogo Canadian Solar.

<b>Datos Eléctricos Medidas en condiciones estándar (STC)</b>	
<b>Potencia nominal</b>	600
<b>Eficiencia del módulo</b>	21,20 %
<b>Voltaje del punto máxima potencia</b>	39,4 V
<b>Corriente del punto máxima potencia</b>	17,20 A
<b>Voltaje de circuito abierto</b>	41,30 V
<b>Corriente de cortocircuito</b>	18,47 A

<b>Coefficiente de temperatura</b>	<b>Voltaje</b>	-0,26 %/°C
	<b>Corriente</b>	0,05 %/°C
<b>NOCT</b>		42°C+/-3%

Tabla 4. Detalles eléctricos de módulos fotovoltaicos. Fuente: Catálogo Canadian Solar.

## 12.2 Inversores fotovoltaicos

El inversor es el elemento encargado de convertir la tensión y corriente continua procedente de los módulos fotovoltaicos en corriente alterna a la misma frecuencia y tensión que la red eléctrica, entregando la potencia producida por el generador fotovoltaico en cada instante.

El inversor escogido debe tener una potencia inferior a la potencia obtenida mediante los módulos fotovoltaicos. La potencia total de los paneles es de 368 kWp, por lo que se empleará un inversor cuya potencia nominal sea menor a dicha potencia. De acuerdo con la máxima potencia producida por el generador fotovoltaico, se han seleccionado 4 inversores SUNVEC 60KTL-Q3 o equivalente, con una potencia nominal de 90 KW (360 kW en total) y con las siguientes características:

## Características

MODELOS		50KTL-Q3	60KTL-Q3	
Eficiencia	Máx. Eficiencia	98,3%	98,3%	
	Eficiencia europea	98%	98%	
Entrada (PV)	Max. Tensión de entrada	1.100V		
	Máx. configuración PV (STC)	75 kWp	90 kWp	
	Tensión de entrada nominal	620V		
	Max. Corriente de entrada	130A (39A / 39A / 26A / 26A)	156A (39A / 39A / 39A / 39A)	
	Max. Corriente de cortocircuito	150A (45A / 45A / 30A / 30A)	180A (45A / 45A / 45A / 45A)	
	Tensión de arranque/	250V		
	Rango de tensión de operación MPPT	200V-1000V		
	Número máx. de strings PV	10 (3/3/2/2)	12 (3/3/3/3)	
Salida (Red)	No. de MPPTs	4		
	Potencia activa AC nominal	50.000W	60.000W	
	Máx. Potencia AC aparente	55.000VA	66.000VA	
	Máx. Potencia AC activa (PF=1)	55.000W	66.000W	
	Máx. corriente AC de salida	3 x 76A	3 x 92A	
	Tensión AC nominal	380V/400V, 3H+N+PE		
	Rango Tensión AC*	277V-520V (ajustable)		
	Frecuencia de red nominal	50Hz/60Hz		
	Rango frecuencia de red**	45Hz-55Hz/55Hz-65Hz		
	THDI	<3% (Potencia nominal)		
	Inyección corriente DC	<0,5%In		
	Factor de potencia	>0,99 Potencia nominal (Ajustable 0,8 - 0,8 ind./cap.)		
	Protección	Interruptor DC	Incluido	
		Protección anti-aislamiento	Incluido	
		Protección sobretensión AC	Incluido	
Protección cortocircuito AC		Incluido		
Conexión inversa DC		Incluido		
Sobretensión transitoria		DC Tipo II/ AC Tipo II		
Detección de aislamiento		Incluido		
Protección de fuga de corriente		Incluido		
General	Topología	Sin transformador		
	Grado protección IP	IP65		
	Autoconsumo nocturno	<1W		
	Ventilación	Ventilación forzada		
	Rango de temperatura de trabajo	-25°C ... +60°C		
	Rango de humedad relativa	0-100%		
	Máx. Altitud de trabajo	4000m		
	Ruido	<62dB		
	Dimensiones (Ancho x Alto x Profundo)	855x500x275mm		

Figura 24. Características inversor fotovoltaico. Fuente: Catalogo SUNVEC

### 12.3 Soporte de módulos fotovoltaicos

La estructura soporte de las placas solares deberá de resistir los esfuerzos a los que se ven sometidos debido a la acción de viento, cumpliendo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación.

Se propone la instalación de estructura de hormigón prefabrica, tipo solarbloc o equivalente, sobre suelo, tal y como se muestra en el plano adjunto para colocar los módulos.

### 12.4 Instalación eléctrica de CC

En la parte de corriente continua el conexionado de cada grupo de paneles y el inversor se realizará con conductor aislado de Cu ZZ-F y tensión asignada 1,0/1,0 kV (1,8/1,8 kVdc máx.) con sección de 6 mm<sup>2</sup>, normalizado y certificado TÜV 2 Pfg 1169/08.2007 y EN 50618 o equivalente.

Este tipo de conductor es no propagador de llama, con baja emisión de humos y libre de halógenos, de acuerdo con la norma UNE 21123.

### **12.5 Instalación eléctrica de CA**

La instalación eléctrica de corriente alterna, es una instalación de baja tensión que comprende desde la conexión de salida del inversor (corriente alterna) hasta el punto de conexión situado lo más cercano posible al cuadro principal de la estación.

Para ello se emplearán conductores aislado de Al 0,6/1Kv XZ1(S) de 95 y 240 mm<sup>2</sup> de sección en distribución trifásica (230/400 V) hasta conexión al cuadro de mando y protección de la instalación interior del usuario.

La canalización se encontrará sobre bandeja metálica perforada, que irá de forma paralela a las aristas de los paneles fotovoltaicos.

### **12.6 Sistema antirrobo**

Para asegurar la instalación contra robo la fuente de alimentación será de Tipo A. Existirá una fuente de alimentación principal y una fuente de alimentación de apoyo recargable (batería) de forma automática por parte del propio sistema. La duración mínima de la fuente de alimentación de emergencia será de 60 horas, con una duración de la recarga de 24 horas.

Se dispondrá de dos cámaras de vigilancia, una de ellas en la zona de la instalación fotovoltaica y la otra actuará sobre la zona de la estación de producción y abastecimiento de hidrógeno. Todos los datos recogidos por las cámaras de seguridad se enviarán a una base de datos externa a través de un sistema de comunicación inalámbrico.

## **13 PRIORIDAD DE DOCUMENTOS**

En el caso de que se presenten discrepancias o incompatibilidades entre diversos documentos del proyecto, se respetará el siguiente orden de prioridades:

1. Planos
2. Pliego de condiciones
3. Presupuesto
4. Memoria

## **14 RESUMEN GENERAL DE PRESUPUESTOS**

DON BENITO	Proyecto Fotovoltaica Don Benito .....		1.735.506,07
-01.	-ACTUACIONES PREVIAS .....	57.705,26	
-02.	-OBRA CIVIL .....	7.375,87	
-03.	-INSTALACIÓN DE GENERACIÓN: CAMPO SOLAR .....	295.005,73	
-04.	-INSTALACIÓN DE GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO .....	1.344.177,00	
-05.	-SISTEMAS DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA INSTALACIONES .....	4.498,80	
-06.	-INSPECCIONES, LEGALIZACIÓN Y CONEXIONADO .....	13.979,00	
-07.	-OTROS .....	4.025,02	
-08.	-GESTIÓN DE RESIDUOS .....	6.860,31	
-09.	-SEGURIDAD Y SALUD LABORAL .....	1.879,08	
	<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b> .....		<b>1.735.506,07</b>
	13,00 % Gastos generales .....	225.615,79	
	6,00 % Beneficio industrial .....	104.130,36	
	<b>SUMA DE G.G. y B.I.</b> .....		<b>329.746,15</b>
	21,00 % I.V.A. ....		364.456,27
	<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b> .....		<b>2.395.692,58</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b> .....		<b>2.429.708,49</b>

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DOS MILLONES CUATROCIENTOS VEINTINUEVE MIL SETECIENTOS OCHO EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

## 15 CONCLUSIÓN

Una vez finalizado el proyecto, queda de manifiesto la utilidad de promover el uso de vehículos propulsados por hidrógeno. Gracias a este sistema se reduciría el uso de vehículos de combustibles que producen emisiones dañinas para el medioambiente.

Pero el objetivo de conseguir que los vehículos de hidrógeno se antepongan a otros tipos de vehículos más utilizados actualmente y que emiten gases de efecto invernadero, como son los de combustibles fósiles, solo será posible si se apuesta por el aumento en la cantidad de hidrogeneras de servicio público con las que poder desplazarse con estos vehículos sin limitaciones en referencia a su abastecimiento.

Como recomendación, se propondría que el Gobierno dotara de medios económicos e incentivar a los municipios para adquirir flotas de vehículos propulsados por hidrógeno que pudieran poner a disposición de los ciudadanos. Su utilización podría realizarse de manera similar a las bicicletas o vehículos eléctricos que se facilitan a la población de Badajoz.

Esto provocaría que se instalasen hidrogeneras cerca de los municipios que adopten dichas medidas, lo que acabaría propiciando el aumento en la adquisición de turismos particulares impulsados por hidrógeno, los cuales aprovecharán la cercanía de la estación de combustible para su repostaje. Además, el uso progresivo de este tipo de vehículos favorecería la familiarización de la sociedad en estos vehículos, aumentando la confianza y fiabilidad hacia ellos.

## II. CUMPLIMIENTO DEL CTE

### 1 SEGURIDAD ESTRUCTURAL

Las estructuras metálicas desarrolladas cumplirán lo establecido en el CTE en lo respectivo a la seguridad estructural en las edificaciones.

Las tablas y figuras a las que se hará referencia en este apartado son las correspondientes al CTE-DB-SE-AE.

#### 1.1 Edificio destinado a albergar el sistema de producción de hidrógeno

##### Acciones permanentes

El peso propio de los elementos constructivos:

- Peso placa de cubierta:  $11,8 \text{ kg/m}^2$
- Peso correas cubierta:  $6,6 \text{ kg/m}$
- Peso forjado unidireccional:  $4 \text{ kN/m}^2$

Tabla C.5 Peso propio de elementos constructivos.

Forjado uni o bidireccional; grueso total  $< 0,3 \text{ m}$ .

- Peso suelo:  $1 \text{ kN/m}^2$

Tabla C.5 Peso propio de elementos constructivos.

Pavimentos de madera, cerámico o hidráulicos sobre pastón; grueso total  $< 0,08 \text{ m}$ .

- Peso tabiquería:  $1 \text{ kN/m}^2$

Tabla C.4 Peso por unidad de superficie de tabiques.

Ladrillo hueco de 90 mm de espesor.

##### Acciones variables

###### Sobrecarga

Los valores de sobrecarga se obtienen de la tabla 3.1.

- Sobrecarga de cubierta:  $0,4 \text{ kN/m}^2$

###### Viento

Se tendrán en cuenta la zona eólica, el coeficiente de exposición, el periodo de servicio y los huecos presentes en la estructura.

### Zona eólica

Figura D.1

Zona B, velocidad del viento 27 m/s

Valor de presión dinámica: 0,45 kN/m<sup>2</sup>

### Coefficiente de exposición

Tabla D.2 Coeficientes para el tipo de entorno.

Zona IV; zona urbana en general, industrial y forestal.

Periodo de retorno 50 años.

### Coefficiente eólico

El coeficiente eólico se obtendrá de las tablas correspondientes a cada caso en particular, este valor dependerá del área de la superficie sobre la que se calcule, la relación altura-profundidad y para las cubiertas también tendremos en cuenta la inclinación de las mismas.

Para el cálculo de este coeficiente emplearemos la tabla D.3 Paramentos verticales y la tabla D.5 Cubiertas a un agua.

### Nieve

Para la determinación de la carga de nieve se tendrá en cuenta la zona climática de invierno según la figura E.2.

Para este caso, situado en Don Benito, tendremos un valor para la carga de nieve de 0,2 kN/m<sup>2</sup>

Coefficiente de forma: 1, debido a que la pendiente es menor de 30°.

### Acciones accidentales

No se han tenido en cuenta en el cálculo.

### Flechas

Los valores límites de flechas están indicados debidamente en la memoria constructiva del presente proyecto, cumpliendo con lo relativo a la normativa aplicable.

### Pandeo

Se considera el pandeo en todas las barras de las estructuras, los coeficientes a tener en cuenta están indicados debidamente en la memoria constructiva del presente proyecto.

### Pandeo lateral

Tan solo se considera el pandeo en determinados perfiles que están debidamente indicados y explicados en la memoria constructiva del presente proyecto.

El coeficiente de momentos en todos los perfiles definidos con pandeo lateral será 1.

## 1.2 Marquesina sobre surtidor de hidrógeno

### Acciones permanentes

- Peso placa de cubierta:  $4,91 \text{ kg/m}^2$
- Peso correas cubierta marquesina:  $10,4 \text{ kg/m}$

### Acciones variables

#### Sobrecarga

Los valores de sobrecarga se obtienen de la tabla 3.1.

- Sobrecarga de cubierta:  $0,4 \text{ kN/m}^2$

#### Viento

Se tendrán en cuenta la zona eólica, el coeficiente de exposición, el periodo de servicio y los huecos presentes en la estructura.

- Zona eólica

Figura D.1

Zona B, velocidad del viento  $27 \text{ m/s}$

Valor de presión dinámica:  $0,45 \text{ kN/m}^2$

- Coeficiente de exposición

Tabla D.2 Coeficientes para el tipo de entorno.

Zona IV; zona urbana en general, industrial y forestal.

Periodo de retorno 50 años.

- Coeficiente eólico

Para el cálculo de este coeficiente se emplea la tabla D.10 Marquesinas a un agua.

#### Nieve

Para la determinación de la carga de nieve se tendrá en cuenta la zona climática de invierno según la figura E.2.

Para este caso, situado en Don Benito, tendremos un valor para la carga de nieve de  $0,2 \text{ kN/m}^2$

Coefficiente de forma: 1, debido a que la pendiente es menor de 30°.

#### Acciones accidentales

No se han tenido en cuenta en este cálculo.

#### Flechas

Los valores límites de flechas están indicados debidamente en la memoria constructiva del presente proyecto, cumpliendo con lo relativo a la normativa aplicable

#### Pandeo

Se considera el pandeo en todas las barras de las estructuras, los coeficientes a tener en cuenta están indicados debidamente en la memoria constructiva del presente proyecto.

## **2 SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD**

### **2.1 Introducción**

#### **Objeto**

Tiene por objeto definir y justificar los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que debe cumplir el establecimiento en materia de seguridad de utilización y accesibilidad. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas SUA 1 a SUA 9. La correcta aplicación de cada Sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Seguridad de utilización y accesibilidad".

Tanto el objetivo del requisito básico como las exigencias básicas se establecen en el artículo 12 de la Parte I del CTE.

Sólo se aplicará a la parte de tienda.

### **2.2 Seguridad frente al riesgo de caídas**

#### **Resbalicidad de los suelos**

La zona comercial será zona interior seca con superficies con pendiente menor del 6% con una clase de tipo 1.

Las zonas de los baños, los vestuarios serán zonas interiores húmedas con superficie con pendiente menor que el 6% con una clase de tipo 2.

#### **Discontinuidades en el pavimento**

Todo el suelo no presentará ninguna diferencia de nivel ni ninguna perforación en el pavimento.

#### **Desniveles**

##### **Protección de los desniveles**

En la nave comercial no dispondremos de desniveles luego no habrá que tener en cuenta una protección para los mismos. A continuación, se indicarán las características de las barreras de protección en caso de que se tuviesen.

##### **Características de las barreras de protección**

###### **Altura**

Las barreras de protección de las escaleras transitable tendrá una altura de 0.90 m, ya que la diferencia de cota no supera los 6 m y los huecos de las escaleras no superan los 40 cm, según indica el SUA 1. La altura se medirá verticalmente desde la línea de inclinación definida por los vértices de los peldaños, hasta el límite superior de la barrera.

###### **Resistencia**

Según nos indica la tabla 3.2 del documento básico SE-AE al cual nos deriva el SUA 1, nuestras barandillas tendrán una resistencia de 1.6 N/m para las escaleras de acceso a una zona de uso administrativo. La fuerza para averiguar la clase a la que pertenece se aplica sobre el borde superior de la barandilla.

### **Características constructivas**

Las barreras de las escaleras y de la rampa no podrán ser fácilmente escaladas por los niños aunque no debe de estar frecuentado por estos, por lo que las barras se colocarán verticalmente evitando de esta forma que haya ningún apoyo a menos de 30 y 50 cm del nivel del suelo.

También entre la altura comprendida entre 50 cm y 80 cm sobre el nivel del suelo no existirán salientes que tengan una superficie sensiblemente horizontal con más de 15 cm de fondo.

Tampoco tendrán aberturas que puedan ser atravesadas por una esfera superior a 10 cm de diámetro, exceptuándose las aberturas triangulares que forman la huella y la contrahuella de los peldaños con el límite inferior de la barandilla.

## **2.3 Seguridad frente a riesgo de iluminación inadecuada**

### **Alumbrado normal en zonas de circulación.**

En la zona comercial, vestuarios, almacén y oficinas se dispondrá de un alumbrado capaz de proporcionar, una iluminancia de 100 lux en zonas interiores y de 20 lux en zonas exteriores, se dispondrá una iluminación de balizamiento en los peldaños de las escaleras. Se especificará cómo en el apartado I.4.4.

### **Alumbrado de emergencia**

#### **Dotación**

Se ha previsto dotar de alumbrado de emergencia las zonas y elementos siguientes:

- 1) Locales con una ocupación mayor a 100 personas, el cual es nuestro caso.
- 2) Todo recorrido desde el origen de evacuación hasta el espacio exterior seguro y hasta zonas de refugio según el anejo A de DB SI.
- 3) Los locales de riesgo especial, como nuestra sala de máquinas de nuestro establecimiento, indicados en el Documento Básico SI.
- 4) Los aseos de planta.
- 5) Las señales de seguridad.
- 6) Los itinerarios accesibles.

### **Posición y características de las luminarias**

Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

- a) Se situarán a 2 m por encima del nivel del suelo.
- b) Se dispondrá una en cada puerta de salida y en los siguientes puntos:
- En las puertas existentes en los recorridos de evacuación.
  - En los cambios de nivel.
  - En los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.
  - En las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa.

### **Características de la instalación**

- 1) La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.
- 2) El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100% a los 60 s.
- 3) La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:
  - a) En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la iluminancia horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura, como máximo.
  - b) En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia horizontal será de 5 lux, como mínimo.
  - c) A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la iluminancia máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1.
  - d) Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.
  - e) Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.

### **Iluminación de las señales de seguridad**

La iluminación de las señales de evacuación indicativas de las salidas y de las señales indicativas de los medios manuales de protección contra incendios y de los de primeros auxilios será:

- a) La luminancia de cualquier área de color de seguridad de la señal será de 2 cd/m<sup>2</sup> en todas las direcciones de visión importantes;
- b) La relación de la luminancia máxima a la mínima dentro del color blanco o de seguridad será mayor de 10:1, evitándose variaciones importantes entre puntos adyacentes;
- c) La relación entre la luminancia L<sub>blanca</sub>, y la luminancia L<sub>color>10</sub>, no será menor que 5:1 ni mayor que 15:1.
- d) Las señales de seguridad estarán iluminadas al 50% de la iluminancia requerida, al cabo de 5 s, y al 100% al cabo de 60 s.

## **2.4 Seguridad frente a riesgo causado por vehículos en movimiento**

### **Ámbito de aplicación**

Esta Sección es aplicable a las zonas de uso Aparcamiento, (lo que excluye a los garajes de una vivienda unifamiliar) así como a las vías de circulación de vehículos existentes en los edificios.

### **Características constructivas**

- 1) Los aparcamientos exteriores apreciables en el plano de urbanización dispondrán de un espacio de acceso y espera en su incorporación al exterior, con una profundidad de 4,5 m y con pendiente nula.
- 2) Recorrido para peatones previsto por una rampa para vehículos, no procede.

### **Protección de recorridos peatonales**

Los itinerarios peatonales de zonas de uso público tendrán una anchura de 0,80 m, como mínimo, no incluida en la anchura mínima exigible a los viales para vehículos y se identificarán mediante pavimento diferenciado con pinturas.

### **Señalización**

Se señalarán conforme a lo establecido en el código de la circulación:

- a) el sentido de la circulación y las salidas.
- b) La velocidad máximas de circulación de 20 km/h
- c) Las zonas de tránsito y paso de peatones, en las vías o rampas de circulación y acceso.
- d) La zona destinada a almacenamiento y a carga y descarga estará señalizada y delimitada mediante pinturas de pavimento.
- e) En el acceso de vehículos a la vía exterior se una señal de espejo que alerte al conductor de la presencia de peatones en las proximidades de dicho accesos.

## 2.5 Accesibilidad

### Condiciones de accesibilidad

Con el fin de facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad se cumplirán las condiciones funcionales y de dotación de elementos accesibles que se establecen a continuación.

### Condiciones funcionales

#### Accesibilidad en el exterior del edificio

El local comercial tendrá una entrada accesible que comunica la entrada principal del edificio con la vía pública, cumpliendo de esta manera el apartado de accesibilidad en el exterior del edificio del SUA 9.

#### Accesibilidad entre plantas del edificio

No procede dado que el edificio comercial solo dispondrá de una única planta.

#### Servicios higiénicos accesibles

En la zona comercial se dispondrá de un aseo accesible.

### Mecanismos

Los interruptores, los dispositivos de intercomunicación y los pulsadores de alarma estarán accesibles cumpliendo lo establecido en el SUA 9.

### Condiciones y características de la información y señalización para la accesibilidad

Estarán señalizados mediante SIA (símbolos internacionales de accesibilidad), complementado en su caso con una flecha direccional, las entradas accesibles de nuestro edificio, los itinerarios accesibles, las plazas de aparcamientos accesibles, las plazas de aparcamiento reservadas y los servicios higiénicos accesibles y de uso general, así como el punto de llamada accesible para recibir asistencia.



Figura 25. Señalización de dimensiones: 170x170

Los servicios higiénicos de uso general que se encuentran en la zona de exposición estarán señalizados con un pictograma normalizado de sexo en alto relieve y contraste cromático a una altura de 1.20 m junto al marco, a la derecha de la puerta y en sentido de entrada.



### III. ANEXO

#### 1 INSTALACIÓN DE HIDRÓGENO

La estación de servicio estará ubicada en un espacio abierto a unos 400 metros de la estación de trenes de Don Benito y en las inmediaciones de la carretera EX – 106. El terreno es plano y el tamaño destinado para la instalación de suministro es de unos 800 m<sup>2</sup>.

En la siguiente imagen se observa un esquema del proceso de la planta de suministro de hidrógeno:

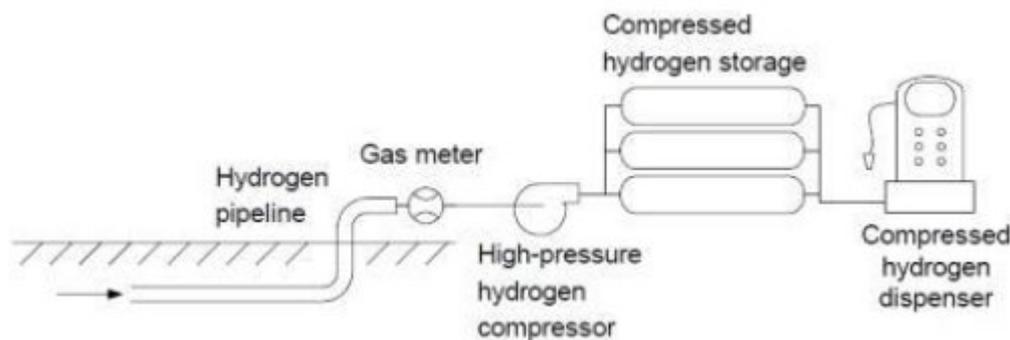


Figura 26. Esquema estación de suministro de hidrógeno. Fuente: Acciona.

El sistema cuenta con un sensor de gas a la salida del tubo de suministro de hidrógeno que analiza la composición del gas. Si no fuese la correcta saltaría una alarma informando de la anomalía en la corriente de entrada.

Posteriormente, el gas se comprime mediante dos etapas y se almacena en depósitos presurizados.

Finalmente, el hidrógeno pasa al dispensador de hidrógeno mediante un sistema de control por cascada que suministra el gas a los vehículos.

##### 1.1 Compresor de hidrógeno

Al trabajar con presiones muy altas (700 bar), se recomienda realizar la operación de compresión en dos etapas. Una primera en la que depósitos de gran capacidad almacenan el hidrógeno a una presión intermedia de 200 bar, y una segunda etapa en la que otro compresor eleva la presión hasta los 700 bar.

El compresor escogido para comprimir el hidrógeno almacenado en el primer depósito será de tipo diafragma y será suministrado por la empresa comercializadora PDC Machine. Este tipo de compresores son los recomendados en casos similares al de estudio, ya que se minimizan las fugas y la contaminación del gas durante el proceso de compresión.

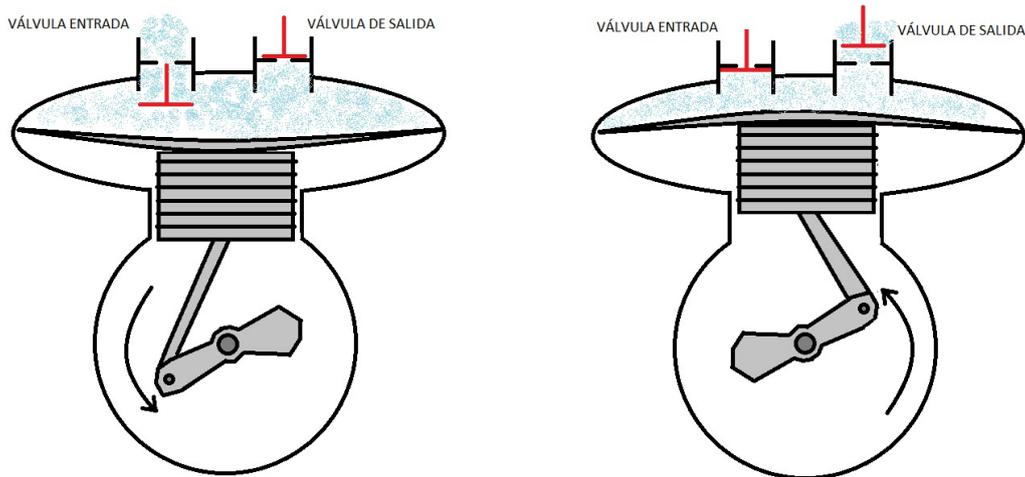


Figura 27. Esquema simplificado del funcionamiento del compresor de membrana. Fuente: Leroy Merlin

Un compresor de diafragma es una máquina de desplazamiento positivo que consiste en un sistema hidráulico y un sistema de compresión de gas. Los compresores de diafragma son tradicionales en lo referente a que el sistema hidráulico utiliza un pistón lineal unido a un cigüeñal que es accionado por un motor eléctrico. El pistón hidráulico se desplaza a través de un cilindro que mueve una columna de fluido hidráulico (aceite). Este aceite se utiliza para lubricar el tren de rodaje inferior y para energizar el sistema de proceso de gas.

El sistema de procesamiento de gas consiste en el conjunto del cabezal de gas, tres placas de diafragma metálicas y las válvulas de retención del compresor. Cuando el aceite hidráulico es bombeado a la parte inferior del diafragma, se flexiona a través de una cavidad contorneada en el cabezal de gas, ya que las válvulas de retención del compresor permiten que el gas de proceso entre y salga del compresor.

## 1.2 Almacenamiento

El hidrógeno obtenido mediante el electrolizador se almacenará en tanques metálicos de alta presión. Como el dispensador necesita suministrar el hidrógeno a 700 bar para poder abastecer al tren de hidrógeno, se instalará un sistema de almacenamiento por etapas y en cascada.

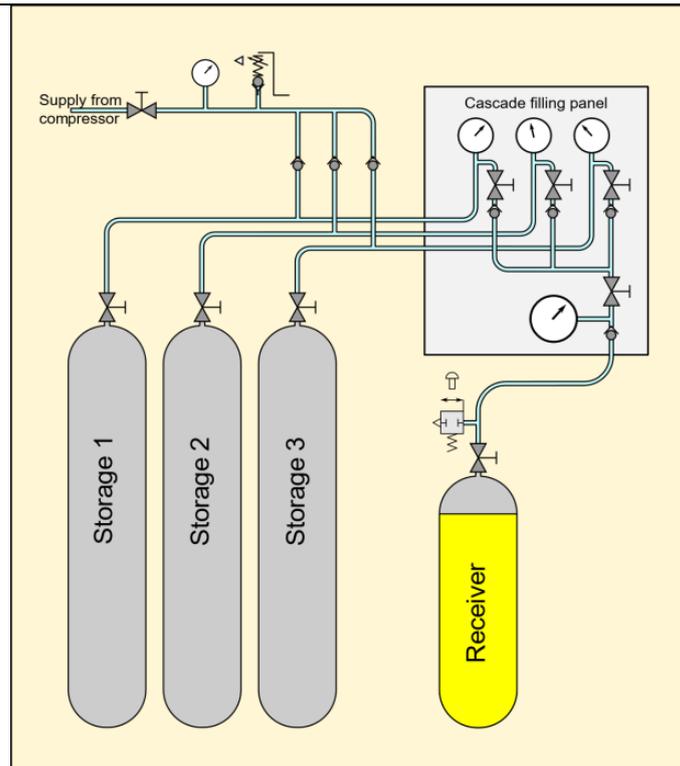


Figura 28. Sistema de compresión por etapas. Fuente: Wikipedia



Figura 29. Almacenamiento en cascada. Fuente: Ariema

Por otro lado, el método de compresión mediante etapas es necesario debido a que el servicio de abastecimiento de hidrógeno también se realiza por etapas. El proceso de llenado del depósito del vehículo o tren, comienza suministrando hidrógeno de los tanques de mayor tamaño a baja

presión, aumentando la presión hasta 700 bar para terminar el llenado, utilizando los tanques de menor tamaño.

### 1.3 Dispensador de hidrógeno

Los dispensadores de hidrógeno permiten llenar los depósitos de los vehículos de forma segura. Estos dispensadores trabajan a 440 bares aproximadamente. Pueden alcanzar caudales de entre 8 y 12 kg/ min de hidrógeno. Por lo que en menos de un minuto un coche tendrá en depósito lleno y en menos de diez minutos los depósitos de un tren.

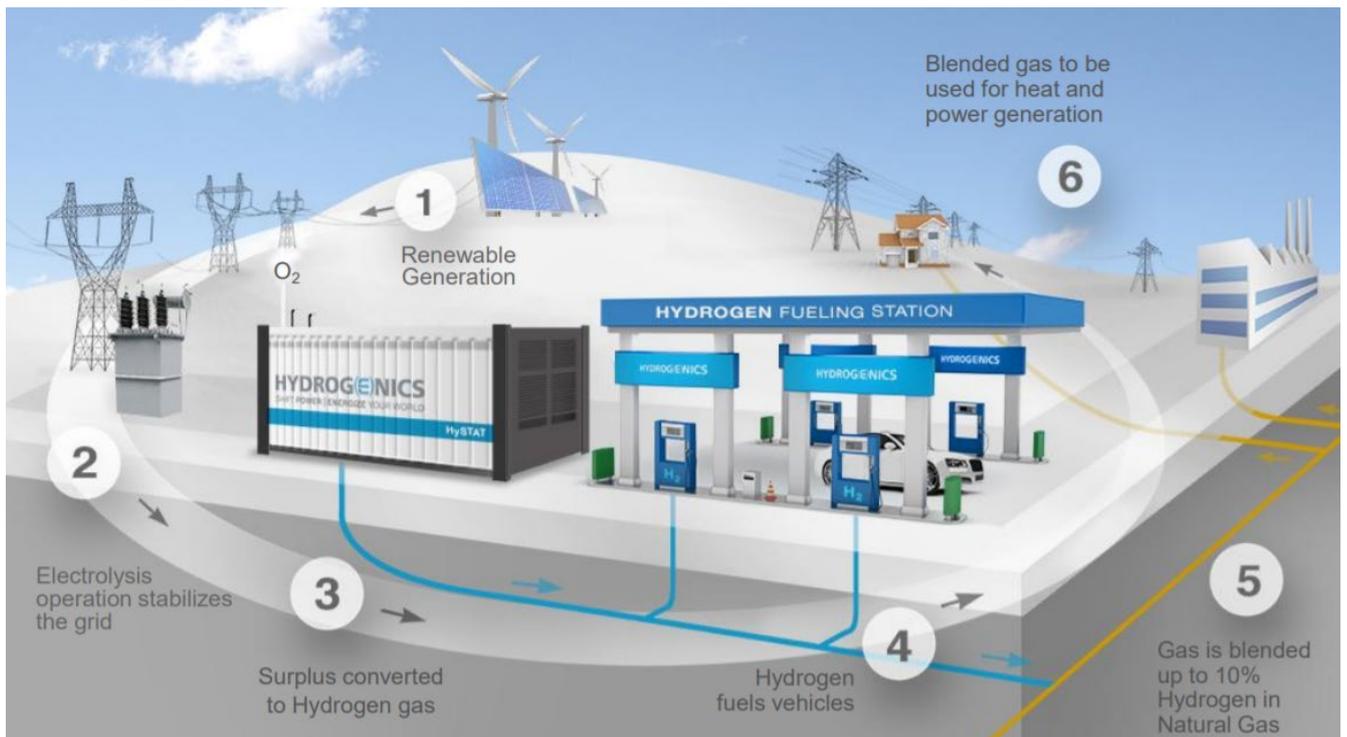


Figura 30. Estación de producción y suministro de hidrógeno. Fuente: Catálogo HYDROGENICUS.



Figura 31. Varios modelos de dispensadores de hidrógeno. Fuente: Periódico “El Mundo”.

## 2 NECESIDADES DE HIDRÓGENO

Tras las conversaciones mantenidas y estudios realizados por Talgo para llevar a cabo las pruebas con el tren de hidrógeno de Don Benito, será necesario contar con 102 kg H<sub>2</sub> al día (24 h) o 510 kg H<sub>2</sub> a la semana para abastecer de manera íntegra sus depósitos.

Dadas las características de los hidrolizadores, los precios y el coste de los equipos, se ha optado por escoger el hidrolizador HYSTAT 60 que puede producir 130 kg H<sub>2</sub> en 24 horas, que es de los de mayor capacidad que se pueden conseguir en el mercado y que cubre la demanda prevista.

Si quisiéramos producir electricidad renovable con planta fotovoltaica “a pie” de planta, no podríamos obtener los 130 kg H<sub>2</sub>, ya que las horas de sol diarias medias que se pueden conseguir en la zona son 8,51 horas, lo que supondría que podríamos obtener, como se expone en el anejo **3. Cálculos**, tan solo 45,097 kg H<sub>2</sub>, suponiendo la máxima producción horaria del hidrolizador.

Por todo ello, se ha optado por producir el hidrógeno que permite el hidrolizador mediante energía fotovoltaica que producirá una planta “a pie” de la hidrogenera. La capacidad de almacenaje de nuestra hidrogenera se cifra en 100 kg H<sub>2</sub>.

El suministro restante, se podrá hacer contratando un suministro eléctrico verde de la red, o con otra hidrogenera situada en otro punto del trayecto, aunque la capacidad de la hidrogenera permitiría abastecer el tren si se dispone de energía eléctrica “verde”

## 3 CÁLCULOS

### 3.1 Consumo eléctrico del sistema de generación y distribución

Según la segunda ecuación de Faraday, la energía necesaria para separar el agua en hidrógeno y oxígeno es:

$$W_{el} = n_{e^-} * F * E (J)$$

Se supone un potencial reversible de 1,7V, la reacción global produce dos electrones de H<sub>2</sub> por cada molécula de agua electrolizada, por lo tanto tenemos que:

$$n_{e^-} = 2$$

$$F = 96485$$

$$E = 1,7$$

$$W_{el} = n * F * E = 2 \frac{\text{mol } e^-}{\text{mol } H_2} * 96485 \frac{C}{\text{mol } e^-} * 1.7 V = 328049 \frac{C * V}{\text{mol } H_2}$$

Conversión de unidades:

$$C * V = \text{Juls} = W * s$$

$$328.049 \frac{W * s}{\text{mol } H_2} * \frac{1h}{3600s} * \frac{1 \text{ mol } H_2}{2 \text{ gr } H_2} * 1000 \frac{\text{gr } H_2}{\text{kg } H_2} * \frac{1 \text{ kW}}{1000W} = 45,56 \frac{\text{kWh}}{\text{kg } H_2}$$

Los fabricantes de electrolizadores los publicitan mostrando en su ficha técnica el consumo de electricidad en kWh por Nm<sup>3</sup>H<sub>2</sub> producido, refiriéndose la “N” a las condiciones Normales de presión y temperatura (1 atm y 298,15 K respectivamente).

Para los gases ideales, y el hidrógeno es el más ideal de los gases reales, el volumen molar en condiciones normales será:

$$V = \frac{n * R * T}{P} = \frac{1_{\text{mol}} * 0,082_{\text{atm} * \text{l} / \text{mol} * \text{K}} * 298,15_{\text{K}}}{1_{\text{atm}}} = 24,45 \text{ l/mol}$$

De manera general se puede estimar el consumo de electrolizadores en una media de 4,5kWh/Nm<sup>3</sup>H<sub>2</sub>, que convertido a consumo eléctrico por kg de hidrógeno es:

$$4,5 \frac{\text{kWh}}{\text{Nm}^3 H_2} * 24,45 \frac{\text{l}}{\text{mol}} * \frac{1}{1000} \frac{\text{m}^3}{\text{l}} * \frac{1 \text{ mol}}{2 \text{ gr}} * 1000 \frac{\text{gr}}{\text{kg}} = 55,0 \frac{\text{kWh}}{\text{kg } H_2}$$

Siguiendo los valores aportados por la multinacional HYDROGENICS, tenemos que el máximo de flujo generado para un electrolizador de tipo HySTAT 60, es de 130kg/24h.

## Especificaciones técnicas

MODELO	HySTAT 10	HySTAT 15	HySTAT 30	HySTAT 45	HySTAT 60
<b>Módulo 1 (electrolizador: producción de H2 para 350 o 700 bar)</b>					
Máx. Flujo de hidrógeno nominal	21 kg/día	32 kg/día	65 kg/día	97 kg/día	130 kg/día
N.º de pilas	1	1	2	3	4
Rango de flujo de hidrógeno	40 - 100% (25 - 100% opcional)				
Electrolito	H2O + 30% wt. KOH				
Cantidad de electrolito aprox.	220 l	240 l	360 l	480 l	610 l
Consumo de agua del grifo	1,5 - 2 litros/Nm3 H2				
Dimensiones del módulo 1 (LxAxH)**	6,10 m x 2,44 m x 2,90 m (+1,60 m con enfriador seco)				
MODELO	HySTAT 10	HySTAT 15	HySTAT 30	HySTAT 45	HySTAT 60
<b>Módulo 2 (para 350 bar)</b>					
Compresor	450 bar				
Recipientes de almacenamiento a 450 bar	Sistema en cascada de 3 bancos del tamaño requerido				
Refrigeración para reabastecimiento	Conforme a los requisitos de tiempo de llenado de SAEJ2601				
Dispensador de 350 bar 1	1 (fabricado conforme a normas SAEJ2601)				
Dimensiones del módulo 2 (LxAxH)**	6,10 m x 2,44 m x 2,90 m				
Consumo de CA estimado (todo incluido con el módulo 1)	68 kWh/kg	68 kWh/kg	65 kWh/kg	65 kWh/kg	65 kWh/kg
MODELO	HySTAT 10	HySTAT 15	HySTAT 30	HySTAT 45	HySTAT 60
<b>Módulo 2 (para 700 bar)</b>					
Compresor	450 bar				
Compresor de sobrealimentación	850 bar, tamaño conforme a los requisitos de SAEJ2601				
Recipientes de almacenamiento a 450 bar	Sistema en cascada de 3 bancos del tamaño requerido				
Recipientes de almacenamiento a 850 bar	Tamaño conforme a los requisitos de llenado				
Refrigeración para reabastecimiento	Conforme a los requisitos de tiempo de llenado de SAEJ2601				
Dispensador de 700 bar 2	1 (fabricado conforme a normas SAEJ2601)				
Dimensiones del módulo 2 (LxAxH)**	12,10 m x 2,44 m x 2,90 m				
Consumo de CA estimado (todo incluido con el módulo 1)	70 kWh/kg	70 kWh/kg	68 kWh/kg	68 kWh/kg	68 kWh/kg

Figura 32. Características del electrolizador. Fuente: Catálogo HYDROGENICS.

Por tanto, en una hora se pueden conseguir como máximo:

$$\frac{130 \text{ kg } H_2}{24 \text{ h}} = 5,41 \text{ kg } H_2/h$$

En Extremadura contamos con 3.106 horas de sol al año, lo que representa una media de 8,51 horas de sol al día. La máxima cantidad de hidrógeno que se puede generar con el electrolizador mencionado en esta media de horas es:

$$5,41 \frac{\text{kg}}{\text{h}} * 8,51 \text{ h} = 46,095 \text{ kg } H_2$$

Sabiendo que a base de energía fotovoltaica se pueden producir como máximo 46,095 kgH<sub>2</sub> al día, para conseguir un total de 102 kg que son los necesarios para llenar los depósitos del tren de hidrógeno se tardará como mínimo:

$$\frac{102 \text{ kg H}_2}{46,095 \text{ kgH}_2/\text{día}} = 2,21 \text{ días}$$

Para poder completar la demanda admitida por los depósitos del tren se necesita que el electrolizador genere hidrógeno durante 3 días y sea almacenado en la estación de servicio. Si el tren necesitara tener sus depósitos completamente llenos en un periodo menor a 3 días tendrá que disponer de otro punto de recarga de apoyo.

Para que se pueda conseguir la máxima cantidad de hidrógeno que se puede obtener a partir del electrolizador, la potencia máxima que consume será la potencia mínima de la instalación fotovoltaica que le da servicio.

El modelo HySTAT 60 que suministra el hidrógeno a 700 bar tiene un consumo de corriente alterna de unos 68 kWh/kg. Para una generación de 5,41 kgH<sub>2</sub>/h (cantidad máxima):

$$68,0 \frac{\text{kWh}}{\text{kgH}_2} * 5,41 \frac{\text{kgH}_2}{\text{h}} = 367,88 \text{ kW}$$

Para utilizar el modelo HySTAT 60 se necesitaría una instalación fotovoltaica de una potencia de 368 kW.

### 3.2 Cálculo de la instalación fotovoltaica

Inicialmente tenemos que la potencia mínima de la instalación son 368 kW. Se van a tomar como fabricantes de módulos fotovoltaicos la empresa Canadian Solar y de los inversores la compañía SUNVEC. Los modelos de cada componente serán los que se presentan a continuación:

HiKu7 Mono PERC 600W

#### ENGINEERING DRAWING (mm)

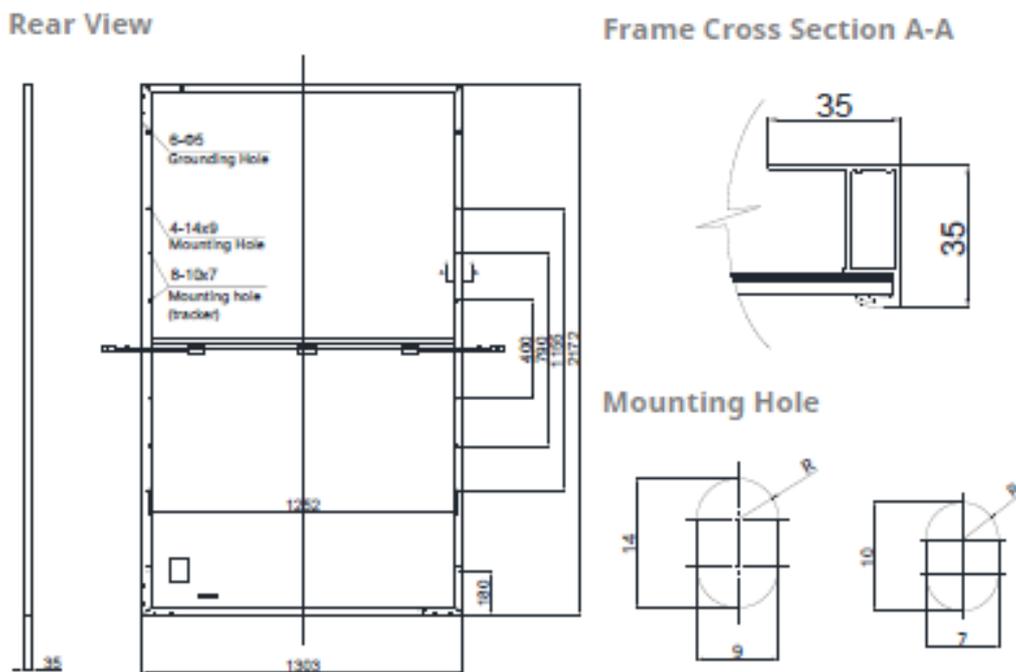


Figura 33. Dimensiones del módulo fotovoltaico. Fuente: Catálogo Canadian Solar.

**ELECTRICAL DATA | STC\***

CS7L	580MS	585MS	590MS	595MS	600MS
Nominal Max. Power (Pmax)	580 W	585 W	590 W	595 W	600 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	34.1 V	34.3 V	34.5 V	34.7 V	34.9 V
Opt. Operating Current (Imp)	17.02 A	17.06 A	17.11 A	17.15 A	17.20 A
Open Circuit Voltage (Voc)	40.5 V	40.7 V	40.9 V	41.1 V	41.3 V
Short Circuit Current (Isc)	18.27 A	18.32 A	18.37 A	18.42 A	18.47 A
Module Efficiency	20.5%	20.7%	20.8%	21.0%	21.2%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C				
Max. System Voltage	1500V (IEC) or 1000V (IEC)				
Module Fire Performance	CLASS C (IEC 61730)				
Max. Series Fuse Rating	30 A				
Application Classification	Class A				
Power Tolerance	0 ~ + 10 W				

\* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m<sup>2</sup>, spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

**ELECTRICAL DATA | NMOT\***

CS7L	580MS	585MS	590MS	595MS	600MS
Nominal Max. Power (Pmax)	433 W	437 W	441 W	445 W	448 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	31.9 V	32.0 V	32.2 V	32.4 V	32.6 V
Opt. Operating Current (Imp)	13.60 A	13.66 A	13.70 A	13.74 A	13.76 A
Open Circuit Voltage (Voc)	38.2 V	38.4 V	38.6 V	38.7 V	38.9 V
Short Circuit Current (Isc)	14.74 A	14.77 A	14.82 A	14.87 A	14.90 A

\* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m<sup>2</sup> spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

**MECHANICAL DATA**

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	120 [2 x (10 x 6)]
Dimensions	2172 x 1303 x 35 mm (85.5 x 51.3 x 1.38 in)
Weight	32.5 kg (71.6 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy, crossbar enhanced
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm <sup>2</sup> (IEC)
Connector	T4 series or H4 UTX or MC4-EVO2
Cable Length (Including Connector)	460 mm (18.1 in) (+) / 340 mm (13.4 in) (-) or customized length*
Per Pallet	30 pieces

Per Container (40' HQ) 480 pieces

\* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

**TEMPERATURE CHARACTERISTICS**

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.34 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.26 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	42 ± 3°C

Figura 34. Características del módulo fotovoltaico. Fuente: Catálogo Canadian Solar.

**SUNVEC 60KTL -Q3**



## INVERSOR DE RED **SUNVEC 50/60KTL-Q3**

**Trifásico, cuatro MPPT**

### Aplicación

- Sector industrial

### Principales características

- Eficiencia 98,3% (Eficiencia europea 98%)
- Corriente de string 13A, compatible con módulos de alta potencia
- Máx. configuración PV 150%, 110% de sobrecarga de salida
- Cuatro MPPT independientes
- Amplio rango de tensión de trabajo (200V-1000V)
- Protección sobretensión transitoria tipo II AC/DC incluida
- Protección IP65
- Monitorización inteligente vía APP y web
- Fácil instalación y uso



*Figura 35. Características de inversor de red. Fuente: Catálogo SUNVEC.*

## Características

MODELOS		50KTL-Q3	60KTL-Q3	
Eficiencia	Máx. Eficiencia	98,3%	98,3%	
	Eficiencia europea	98%	98%	
Entrada (PV)	Max. Tensión de entrada	1.100V		
	Máx. configuración PV (STC)	75 kWp	90 kWp	
	Tensión de entrada nominal	620V		
	Max. Corriente de entrada	130A (39A / 39A / 26A / 26A)	156A (39A / 39A / 39A / 39A)	
	Max. Corriente de cortocircuito	150A (45A / 45A / 30A / 30A)	180A (45A / 45A / 45A / 45A)	
	Tensión de arranque/	250V		
	Rango de tensión de operación MPPT	200V-1000V		
	Número máx. de strings PV	10 (3/3/2/2)	12 (3/3/3/3)	
	No. de MPPTs	4		
	Salida (Red)	Potencia activa AC nominal	50.000W	60.000W
Máx. Potencia AC aparente		55.000VA	66.000VA	
Máx. Potencia AC activa (PF=1)		55.000W	66.000W	
Máx. corriente AC de salida		3 x 76A	3 x 92A	
Tensión AC nominal		380V/400V, 3H+N+PE		
Rango Tensión AC*		277V-520V (ajustable)		
Frecuencia de red nominal		50Hz/60Hz		
Rango frecuencia de red**		45Hz-55Hz/55Hz-65Hz		
THDI		<3% (Potencia nominal)		
Inyección corriente DC		<0,5%In		
Factor de potencia		>0,99 Potencia nominal (Ajustable 0,8 - 0,8 ind./cap.)		
Protección		Interruptor DC	Incluido	
		Protección anti-aislamiento	Incluido	
	Protección sobreintensidad AC	Incluido		
	Protección cortocircuito AC	Incluido		
	Conexión inversa DC	Incluido		
	Sobretensión transitoria	DC Tipo II/ AC Tipo II		
	Detección de aislamiento	Incluido		
General	Protección de fuga de corriente	Incluido		
	Topología	Sin transformador		
	Grado protección IP	IP65		
	Autoconsumo nocturno	<1W		
	Ventilación	Ventilación forzada		
	Rango de temperatura de trabajo	-25°C ... +60°C		
	Rango de humedad relativa	0-100%		
	Máx. Altitud de trabajo	4000m		
	Ruido	<62dB		
	Dimensiones (Ancho x Alto x Profundo)	855x500x275mm		

Figura 36. Características detalladas de inversor de red. Fuente: Catálogo SUNVEC.

Para que la instalación produzca un mínimo de 368 kW se tendrán que incorporar 615 módulos fotovoltaicos, con una potencia máxima nominal cada uno de 600 W. Lo que da como resultado 369kWp.

$$P_{GEN} = P_{MOD} \cdot (N_S \cdot N_P)$$

Donde:

- $P_{GEN}$  es la potencia del generador fotovoltaico.
- $P_{MOD}$  es la potencia nominal del módulo.

- $N_S$  es el número de módulos en serie de cada ramal.
- $N_P$  es el número de ramas de módulos en paralelo.

La potencia del generador es:

$$P_{GEN} = 600 \cdot (615) = 369,00 \text{ kWp}$$

Los 615 módulos fotovoltaicos se dividirán en strings, y cada uno de ellos está compuesto por 15 módulos conectados en serie.

Número strings:

$$\frac{615}{15} = 41 \text{ strings}$$

Los 41 strings irán conectados a cuatro inversores, en tres de ellos se conectarán 10 strings y en el cuarto 11 strings. Cumpliendo así el número máximo de strings (12) que pueden ir conectados al inversor escogido.

### 3.3 Cálculo de la tensión e intensidad en el punto de máxima potencia a temperatura de referencia

La potencia e intensidad en el punto de máxima potencia se debe encontrar entre los límites de los rangos que ofrece el Inversor.

$$V_{mppTOTAL} = V_{mpp} \cdot N_S$$

Donde:

- $V_{mpp}$  la tensión en el punto de máxima potencia.
- $N_S$  es el número de módulos en serie de cada ramal.

$$I_{mppTOTAL} = I_{mpp} \cdot N_P$$

Donde:

- $I_{mpp}$  es la intensidad en el punto de máxima potencia.

- $N_p$  es el número de ramas de módulos en paralelo.

**String:**

$$V_{mppTOTAL} = 34,9 V \cdot 15 \text{ paneles serie} = 524,25 V$$

La tensión de entrada al inversor debe estar entre 200 y 1000V, por tanto, cumple en el rango.

$$I_{mppTOTAL} = 17,20 A \cdot 1 \text{ series paralelo} = 17,20 A$$

La intensidad es menor a 39 A, por tanto, los strings de 15 módulos podrán conectarse al inversor escogido.

## 4 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

La actividad principal que nos ocupa tiene de aplicación el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales RD 2267/2004.

Igualmente se considera de aplicación la Instrucción técnica complementaria MIE APQ-1 del Reglamento de almacenamiento de productos químicos, aprobado por el Real Decreto 656/2017, de 23 de junio.

La actividad de fabricación de hidrógeno se ubicará en un único edificio existente, aislado de otros edificios y construido con perfilería metálica con cerramiento de plancha en dos caras contiguas. Además de características similares se presenta una zona de pequeña tienda que se encuentra a una distancia de 20 metros del edificio en el que se produce la electrolisis.

Cada uno de los edificios formarán un único sector de incendios por sí mismo. Y ambos conforman un tipo de emplazamiento del edificio es C, dado que según el art. 2.1. del anexo I, el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que tiene aperturas en la parte superior de sus cerramientos laterales, pero manteniendo todos ellos. Además, se encuentra a más de 3 metros del edificio más cercano.

### 4.1 Carga de fuego ponderada

La carga de fuego se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q_s = \frac{\sum_i G_i q_i C_i}{A} K R_a \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)}$$

Donde:

- $Q_s$  = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.
- $G_i$  = masa, en kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector o área de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles).
- $q_i$  = poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.
- $C_i$  = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

VALORES DEL COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD POR COMBUSTIBILIDAD, $C_i$		
ALTA	MEDIA	BAJA
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1</li> <li>- Líquidos clasificados como subclase B<sub>1</sub>, en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100 °C.</li> <li>- Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente.</li> <li>- Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como subclase B<sub>2</sub> en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C.</li> <li>- Sólidos que emiten gases inflamables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C.</li> </ul>
$C_i = 1,60$	$C_i = 1,30$	$C_i = 1,00$

Tabla 5. Grado de peligrosidad de los combustibles.

- $R_a$  = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.
- A = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m<sup>2</sup>.

### Zona producción de hidrógeno.

Para almacenamiento de H<sub>2</sub>, según tabla 1.2: 34 Mcal/kg

A (m <sup>2</sup> )	80
$C_i$	1,6
$R_a$	2
<b>Hidrógeno</b>	
$q_i$ (Mcal/kg)	34
$G_i$ (kg)	6
<b>Equipo de producción</b>	
$q_i$ (Mcal/kg)	4

G <sub>i</sub> (kg)	610
---------------------	-----

*Tabla 6. Datos ecuación de Densidad de carga de fuego.*

MATERIALES	Mcal
Riesgo intrínseco del local	800,00
Hidrógeno	326,40
Equipo de producción	2440,00
Densidad de carga de fuego (Mcal/m <sup>2</sup> )	125,76

*Tabla 7. Resultados de Densidad de carga de fuego.*

Una vez realizados los cálculos con los valores descritos, la carga de fuego ponderada del conjunto resulta de 125,76 Mcal/m<sup>2</sup>, lo que corresponde a un nivel de riesgo intrínseco al área de incendio **Bajo nivel 2**.

### **Zona comercial.**

En ningún caso la tienda de 48,55 m<sup>2</sup> tendrá una densidad de carga de fuego superior a tres millones de Megajulios (MJ), por lo tanto, será de aplicación el Documento Básico de Seguridad en caso de incendio.

En la Tabla B.6. del apartado B.5 se presenta un valor característico de 730 MJ/ m<sup>2</sup>, para un uso previsto comercial. Por lo tanto, la zona comercial también corresponde a un nivel de riesgo intrínseco al área de incendio **Bajo nivel 2**.

## **4.2 Ocupación y evacuación**

Para la zona industrial, no se considerará la ocupación de las dependencias en las que se prevea una ocupación ocasional.

## **4.3 Condiciones exigibles a los materiales**

Los revestimientos deberán pertenecer como mínimo a:

En zonas ocupables:

- Paredes y techos: C-s2,d0

- 
- Suelos: EFL

Espacios ocultos no estancos: patinillos, falsos techos, suelos elevados, etc.

- Paredes y techos: B-s3,d0
- Suelos: BFL-s2

Zonas de riesgo especial:

- Paredes y techos: B-s1,d0
- Suelos: BFL-s1

#### **4.4 Instalación de protección contra incendios**

En la actividad se instalarán las siguientes medidas contra incendios:

##### **Sistemas automáticos de detección de incendio.**

Según lo estipulado en el RD 2267/2004 no sería necesaria la instalación de este tipo de protección al tratarse de un edificio de tipo C, teniendo un nivel de riesgo intrínseco bajo y una superficie de 80 m<sup>2</sup>, pero al tratarse de una Hidrogenera que no estará permanentemente atendida, con el fin de otorgar descanso a los trabajadores, se dispondrá de un sistema automático de detección que esté directamente comunicado con la estación de bomberos más cercana.

Se utilizarán detectores ópticos de humo y el sistema estará compuesto por una central de detección equipada con una fuente de energía secundaria, con una autonomía de 72 horas en estado de vigilancia y de 1/2 hora en estado de alarma.

Además, se enlazará con pulsadores manuales y sistemas de comunicación de alarma para facilitar la rápida actuación contra el incendio.

Los pulsadores estarán provistos de dispositivos de protección que impidan su accionamiento involuntariamente y se situarán de manera que la parte superior del dispositivo quede a una altura entre 80 cm. y 120 cm.

##### **Red de agua.**

Al estar situada la estación de servicio en zona urbana y disponer de una red general de agua contra incendios, se instalará un hidrante conectado a dicha red para su utilización en caso de emergencia.

##### **Extintores portátiles**

Se instalarán los extintores detallados los planos adjuntos, de manera que el recorrido real desde

---

todo origen de evacuación hasta un extintor no supere los 15m.

Se colocarán de los siguientes tipos:

- Extintores de polvo polivalente de 6kg eficacia 21A-113B.
- Extintores de CO<sub>2</sub> de 5kg de eficacia 70B.
- Extintor de polvo polivalente de 25kg en carro.

El extremo superior del extintor se situará a una altura menor de 1,20m. Se adaptarán a UNE 23110.

### **Sistemas de bocas de incendio equipadas**

La instalación de bocas de incendio equipadas, quedará compuesta por:

Bocas de incendio (BIEs) de 25 mm / 20m (con toma adicional de 45mm), dotadas de boquilla.

Las BIEs estarán situadas sobre un soporte rígido de manera que de forma que la boquilla y la válvula de apertura manual y el sistema de apertura del armario, si existen, estén situadas, como máximo, a 1,50 m. sobre el nivel del suelo. Se mantendrá alrededor de la boca de incendio una zona libre de obstáculos que permita el acceso y maniobra sin dificultad. Se alimentarán de la red específica.

- Red de tuberías: Son de acero 2440, de diámetro 2", 2 1/2" y 3". Se ha diseñado de manera que queden garantizadas las siguientes condiciones de funcionamiento:
- La presión dinámica en punta de lanza debe estar comprendida entre 3,5kp/cm<sup>2</sup> 5kp/cm<sup>2</sup>.
- Caudal mínimo: 3,3l/min.

Dicha red de tuberías será independiente y será capaz de soportar una presión de prueba de 15 kp/cm<sup>2</sup>.

### **Sistemas de rociadores automáticos de agua.**

El edificio en el que se encuentra el sistema de producción de hidrógeno contará con una instalación de rociadores automáticos conectados al sistema automático de detección de fuego. La instalación se encontrará a 8 metros de altura y estará conectada a una red de tuberías de acero DIN 2440, con acabado pintado en rojo. Los componentes de los sistemas de extinción por rociadores automáticos llevarán el marcado CE, de conformidad con las normas de la serie UNE-EN 12259.

#### 4.5 Alumbrado de emergencia y señalización

Los equipos de alumbrado de emergencia asegurarán una potencia luminosa de 1 lux en rutas de evacuación, 5 lux en los puntos en los que estén situados equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de alumbrado y 0,5 lux en el resto de los espacios.

Los acumuladores de dichos equipos serán autónomos y del tipo níquel-cadmio.

Se señalarán las vías de evacuación y los elementos de protección contra incendios según la norma UNE 23034:1988.



Figura 37. Señalización vías de evacuación.



Figura 38. Señalización de elementos de protección contra incendios.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE-23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

Al tratarse de un lugar público en el que se suministra hidrógeno, la zona de abastecimiento contará con carteles en lugares visibles en los que se indique:

- Prohibido fumar.
- Prohibido encender fuego.
- Prohibido repostar con las luces encendidas o el motor del vehículo en marcha.

Tal y como muestran las siguientes imágenes.



*Figura 39. Señalización en zona de suministro de hidrógeno.*

## 5 BIBLIOGRAFÍA

- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE):  
<https://www.idae.es/informacion-y-publicaciones/estudios-informes-y-estadisticas>
- “Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021 – 2030” de IDAE:  
<https://www.idae.es/informacion-y-publicaciones/plan-nacional-integrado-de-energia-y-clima-pniec-2021-2030>
- Energía de Extremadura: <https://energiaextremadura.com/>
- Reportaje “El hidrógeno como vector energético”:  
[https://www.icaei.es/contenidos/publicaciones/anales/05-10\\_hidrogeno\\_\(III-2007\)-1427.pdf](https://www.icaei.es/contenidos/publicaciones/anales/05-10_hidrogeno_(III-2007)-1427.pdf)
- Normativas ISO: <https://www.normas-iso.com/>
- Código Técnico de la Edificación de España: <https://www.codigotecnico.org/>
- Base de Precios de la Junta de Extremadura 2021.
- "Green Deal: El camino para una Europa neutra climáticamente." Comisión Europea:  
[https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/environment/climate-action/knowledge-climate-neutrality\\_es](https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/environment/climate-action/knowledge-climate-neutrality_es)
- Empresa especializada en hidrógeno y pilas de combustible, Ariema.  
<http://www.ariema.com/sobre-ariema>
- Artículo Dpto. de Física de Materiales. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid “El hidrógeno como vector energético: Mucho hecho pero casi todo por hacer”:  
[http://www.encuentros-multidisciplinares.org/revista-62/jose-ares\\_y\\_otros.pdf](http://www.encuentros-multidisciplinares.org/revista-62/jose-ares_y_otros.pdf)

- 
- Centro Nacional de Experimentación de Tecnologías de Hidrógeno y Pilas de Combustible (CNH2): <https://www.cnh2.es/sobre-cnh2/>
  
  - Reportaje de America Retail “Sostenibilidad y digitalización: claves para el futuro extremeño”: <https://www.america-retail.com/sostenibilidad/sostenibilidad-sostenibilidad-y-digitalizacion-claves-para-el-futuro-extremeno/>
  
  - Explicación Leyes de Faraday en «Químicas.net,»: <https://www.quimicas.net/2015/09/leyes-de-faraday-de-la-electrolisis.html>
  
  - Artículo Universidad de Texas “El hidrógeno: ¿Un futuro portador energético?”: [http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2016-05-09\\_12-21-31134265.pdf](http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2016-05-09_12-21-31134265.pdf)
  
  - Artículo Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. “Hidrógeno y pila de combustible”: [http://www.instalacionesindustriales.es/documentos/divrenovables/cuaderno\\_HIDROGENO.pdf](http://www.instalacionesindustriales.es/documentos/divrenovables/cuaderno_HIDROGENO.pdf)
  
  - Artículo Universidad Politécnica de Madrid. “Conceptual design of offshore platform supply vessel base don hybrid diesel generator-fuel cell power plant”: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261913009550>
  
  - Libro “Hidrógeno. Vector energético de una economía descarbonizada”, publicado por Fundación Naturgy. <https://www.fundacionnaturgy.org/publicacion/hidrogeno-vector-energetico-de-una-economia-descarbonizada/>

## **IV. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **1 CAPÍTULO 1. OBJETO DE ESTUDIO. ÁMBITO DE APLICACIÓN**

#### **1.1 CONFECCIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

El presente Estudio de Seguridad y Salud está desarrollado para dar cumplimiento al deber de disponer en la obra de una instalación de estación de servicios de hidrógeno del Estudio de Seguridad y Salud que garantiza un adecuado nivel de protección de los trabajadores según el art. 7 del R.D. 1627/97 sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

#### **1.2 OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

El objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud es regular las obligaciones que en materia de prevención de riesgos laborales deberá cumplir la Empresa Adjudicataria en el ámbito que le sea de aplicación, por un lado los riesgos laborales que puedan presentarse durante la ejecución de los trabajos, definiendo las medidas y medios de prevención y protección a utilizar con el fin de garantizar la seguridad y salud de los trabajadores, constituirá el instrumento para la planificación de la actividad preventiva y la directriz básica en el campo de la prevención de riesgos laborales, en el ámbito de aplicación del mismo, y conforme a las obligaciones que contraiga, de acuerdo al R.D. 1627/97 de 24 de Octubre.

#### **1.3 APLICACIÓN Y OBLIGATORIEDAD**

El cumplimiento del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, establece, en el marco de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, la obligatoriedad de elaborar un Estudio de Seguridad y Salud en las obras, siempre que se presenten alguno de los supuestos siguientes:

- a) Que el presupuesto de ejecución por contrata de las obras proyectadas sea igual o superior a 450.759,07 Euros. Este presupuesto global del proyecto será el que comprenda todas las fases de ejecución de la obra, con independencia de que la financiación de cada una de estas fases se haga para distintos ejercicios económicos y aunque la totalidad de los créditos para su realización no queden comprometidos al inicio de la misma.
- b) Aquellas obras en que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) Cuando el volumen de la mano de obra estimado, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En este caso, dadas las características de las obras a realizar, se cumple el primer supuesto de los anteriormente expuestos, por lo que se considera obligatoria la redacción del presente Estudio de Seguridad y Salud.

## **1.4 PRESUPUESTO**

El Presupuesto de Ejecución material aprobado de las obras asciende sin IVA a DOS MILLONES CUATROCIENTOS VEINTINUEVE MIL SETECIENTOS OCHO EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

## **2 CAPÍTULO 2. MEMORIA GENERAL DE SEGURIDAD**

### **2.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS**

Los trabajos se centran principalmente en la preparación e instalación de la planta fotovoltaica.

Para ello habrá que realizar:

- Desbroce del terreno
- Instalación de apoyos para los módulos fotovoltaicos.
- Instalación de cableado.
- Suministro de materiales y herramientas.
- Pruebas del sistema hasta su puesta en servicio.

### **2.2 ANÁLISIS DE LOS TRABAJOS A REALIZAR**

#### **Movimiento de tierras y replanteo.**

En esta fase se consideran las labores previas al inicio de las obras, como puede ser el desbroce del terreno y el replanteo, mediante el cual se marca la zona de trabajo donde se colocarán los distintos elementos integrantes del proyecto, puntos de alumbrado. Se pondrán señales de prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.

#### **Acopio y transporte de materiales y equipos eléctricos.**

Se realiza mediante la selección de los materiales y equipos eléctricos a utilizar. Se transportarán por medios propios de la empresa o ajenos (camiones con pluma o grúas).

#### **Montaje**

El montaje comprenderá la totalidad de los elementos que forman parte de la instalación, incluyendo paneles, estructuras, inversores, cableado, columnas para el alumbrado exterior, proyectores, canalizaciones, pequeño material, cuadros, protecciones, puesta a tierra, tendido de línea, etc.

### **Montaje de paneles fotovoltaicos**

Los paneles se instalarán sobre una estructura fija. La fijación de los paneles se realizará mediante tornillos y tuercas. La colocación de los paneles se realizará directamente sobre la estructura ya montada, utilizando los medios adecuados para tal efecto.

### **Montaje de inversores**

Los inversores irán ubicados en casetas prefabricadas, donde se centralizarán todos los elementos de acondicionamiento de potencia. También pueden ir instalados tras estructuras fijas, dependiendo de la configuración de la obra. Se instalarán y conexionarán estos equipos inversores, así como su correspondiente sistema de monitorización.

### **Red de tierras**

Se procederá a instalar y conexionar la red de tierras de las masas de las estructuras fijas, de los inversores, de la instalación de alumbrado exterior y todas las masas conectadas a tierra especificadas en el proyecto (así como pequeños accesorios para la correcta instalación).

## **2.3 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS**

### **Movimiento de tierras y replanteo:**

- Caídas al mismo nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes por objetos o herramientas
- Atrapamiento por o entre objetos
- Atrapamiento por vuelco de maquinas
- Sobreesfuerzos
- Atropellos o golpes con vehículos
- Exposición al ruido
- Proyección de fragmentos o partículas

- 
- Choque con objetos inmóviles

**Acopio y transporte de materiales y equipos eléctricos:**

- Caída de objetos en manipulación
- Golpes/Cortes por objetos y herramientas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Contactos eléctricos
- Exposición a ambientes pulvígenos
- Atropellos o golpes con vehículos

**Trabajos próximos a elementos en tensión:**

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Contactos eléctricos directos
- Contactos eléctricos indirectos
- Electrocuciiones
- Incendios

## 2.4 MEDIDAS DE PREVENCIÓN

**Movimiento de tierras y replanteo:**

- Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- En caso de ser necesario, se colocará vallado perimetral de obra alrededor de la misma.
- Se prohibirá trabajar o permanecer observando dentro del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.
- En los trabajos de excavación en general se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno y forma de realizar los trabajos.
- Todas las excavaciones de obra se señalizarán en todo su perímetro con el fin de evitar caídas a distinto nivel. Cuando la profundidad de la excavación sea superior a 2 metros, se deberá proteger mediante el uso de barandillas con suficiente rigidez y estabilidad.

- 
- En caso de presencia de agua en la obra, se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de las excavaciones.
  - Cuando las zanjas o excavaciones tengan una profundidad superior a 1,5 metros y cuando por las características del terreno exista peligro de derrumbamiento, se llevará a cabo la entibación de la zanja y/o excavación, quedando prohibido llevar a cabo cualquier tipo de trabajo sin realizar esta operación previa.
  - Se paralizarán los trabajos a realizar al pie de las entibaciones cuya garantía de estabilidad no sea firme u ofrezca dudas. En este caso, antes de realizar cualquier otro trabajo debe reforzarse o apuntalarse la entibación.
  - Se prohibirán los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de telégrafo, etc. cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.
  - Deberán eliminarse los árboles, arbustos y matorrales cuyas raíces hayan quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte efectuado del terreno.
  - Las paredes de la excavación se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo por más de un día.
  - En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso urgente a la dirección de la obra. Las tareas se reanudarán cuando la dirección de obra lo considere oportuno.
  - Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.
  - No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso por las mismas.
  - La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de excavación no superior a los 4 metros.

#### **Acopio y transporte de materiales y equipos eléctricos:**

- El vehículo de transporte sólo será utilizado por personal capacitado.
- No se transportarán pasajeros fuera de la cabina.
- Los accesorios de elevación resistirán los esfuerzos a que estén sometidos durante el funcionamiento y, si procede, cuando no funcionen, en las condiciones de instalación y explotación previstas por el fabricante y en todas las configuraciones correspondientes, teniendo en cuenta, en su caso, los efectos producidos por los factores atmosféricos y los esfuerzos a que los sometan las personas. Este requisito deberá cumplirse igualmente durante el transporte, montaje y desmontaje.
- Los accesorios de elevación se diseñarán y fabricarán de forma que se eviten los fallos debidos a la fatiga o al desgaste, habida cuenta de la utilización prevista.

- 
- Los materiales empleados deberán elegirse teniendo en cuenta las condiciones ambientales de trabajo que el fabricante haya previsto, especialmente en lo que respecta a la corrosión, abrasión, choques, sensibilidad al frío y envejecimiento.
  - El diseño y fabricación de los accesorios serán tales que puedan soportar sin deformación permanente o defecto visible las sobrecargas debidas a las pruebas estáticas.

### **Trabajos próximos a elementos en tensión:**

Todos los trabajos se realizarán según lo establecido en el Real Decreto 614/01, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

- Se define como trabajador autorizado aquel el trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta.
- Se define trabajador cualificado como el trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.
- Todo trabajo en las proximidades de líneas eléctricas o elementos en tensión será ordenado y dirigido por el jefe del trabajo (que será un trabajador cualificado), el cual será el responsable de que se cumplan las distancias de seguridad, y podrán ser realizados por trabajadores autorizados.
- Cuando se utilicen grúas o aparatos elevadores, se respetarán las distancias mínimas de seguridad, para evitar no solo el contacto sino también la excesiva cercanía a líneas con tensión (según criterios del R.D. 614/2001, Anexo V, Trabajos en Proximidad). El personal que no opere estos equipos, permanecerá alejado de ellos.
- En trabajos en líneas, se colocarán tantos equipos de puesta a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión confluyan en el lugar de trabajo, siendo estos equipos de Puesta a Tierra de características adecuadas a la tensión de la línea, según criterios del R.D. 614/2001.
- Es obligatorio el uso de equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como: banquetas o alfombrillas aislantes, pértigas, guantes, casco, pantalla facial, herramienta aislada, así como cualquier otro elemento de protección, tanto individual como colectivo, homologado.
- Cuando en la proximidad de los trabajos haya partes activas, se aislarán convenientemente mediante vainas, capuchones, mantas aisladas, etc... en todos los conductores, incluido el neutro.

---

## **2.5 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR**

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra proyección de partículas
- Mascarillas de protección para ambientes pulvígenos
- Guantes de trabajo
- Protecciones auditivas para el personal cuya exposición al ruido supere los niveles permitidos
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de protección para el mal tiempo

## **2.6 ASISTENCIA DE ACCIDENTADOS**

### **2.6.1 BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS**

Se dispondrá en obra de un botiquín portátil, señalizado y de fácil acceso. El material se revisará periódicamente y se irá reponiendo tan pronto como caduque o sea utilizado. El contenido mínimo de dicho botiquín se recomienda que sea el siguiente:

- 1 Paquete de Algodón.
- 1 Tubo de Pomada Antihistaminica para picaduras
- 2 Rollos de esparadrapo de diferentes tamaños
- 1 Tubo de Pomada Antiinflamatoria.
- 2 Cajas de tiritas con tamaños diferentes
- 1 Caja de Paracetamol.
- 1 Paquetes de tiras de sutura por aproximación
- 1 Caja de Aspirina.
- 2 Rollos de vendas de diferentes tamaños
- 1 Par de Guantes de latex.
- 1 Paquete de Gasas.
- 1 Tijeras.
- 1 Botella de Agua Oxigenada
- 1 Pinzas 1 Botella de Alcohol.

---

1 Banda Elástica

1 Frasco de Desinfectante.

Manta

## **2.6.2 CENTROS ASISTENCIALES EN CASO DE ACCIDENTE**

Para atención del personal en caso de accidente se cuenta con los servicios asistenciales presentados por el Hospital Don Benito – Villanueva de la Serena.

Se dispondrán en un sitio visible en la obra una lista con los teléfonos y direcciones de los centros especializados más cercanos.

## **2.7 ACTUACIONES PREVIAS A LA EJECUCIÓN DE LA OBRA ACCESOS A LA OBRA**

Se realizará el acceso del personal y de la maquinaria a través de las distintas calles de la ciudad por donde se instala estos viales presentan facilidad para el tráfico rodado, siendo de una anchura suficiente, se asegurará la perfecta visibilidad y mantenimiento de la señalización de peligro por el movimiento de maquinaria, señalizando la obligatoriedad de realizar stop o ceda el paso en su incorporación a la vía general según el R.D. 1627/1997.

El recinto de la obra se mantendrá perfectamente delimitado mediante un vallado perimetral, o un balizado a lo largo de toda su área, con el fin de que no pueda acceder a la misma personal o vehículos ajenos a la obra.

## **3 CAPÍTULO 3. SEGURIDAD EN EL USO DE HIDRÓGENO**

Las propiedades específicas del hidrógeno lo convierten en un elemento cuyo uso y manejo están asociados a una serie de riesgos ante los cuales se deben de tomar las precauciones necesarias. Debido a la escasa energía necesaria para que el hidrógeno gaseoso se incendie a temperatura y presión ambiente, para prevenir cualquier incidente la seguridad se debe centrar en la contención del hidrógeno, la detección de fugas y en la ventilación de zonas aledañas.

### **3.1 RIESGOS EN EL USO DE HIDRÓGENO**

Los principales riesgos asociados al manejo y uso de hidrógeno se clasifican en:

#### **Fuego y Explosiones**

Se producen fuegos y explosiones en los distintos componentes de los sistemas de hidrógeno como consecuencia de varias fuentes de ignición externas. Las fuentes de ignición incluyen entre otras a las chispas mecánicas, debidas, por ejemplo, al rápido cierre de válvulas, las descargas

electrostáticas, las chispas producidas por el equipo eléctrico y las operaciones de soldadura y corte.

### Fugas

Las fugas son normalmente causadas por la deformación de sellados y juntas, por la existencia de válvulas desalineadas, o por fallos en pestañas entre otros. La difusión del hidrógeno a través de paredes metálicas es técnicamente insignificante.

Resulta igual de peligroso la entrada de aire u otros contaminantes en los sistemas que contienen hidrógeno.

### Dispersión del hidrógeno

Gracias a la flotabilidad positiva del hidrógeno, éste generalmente no tiende a propagarse horizontalmente. A pesar de que el hidrógeno saturado es más pesado que el aire a las temperaturas existentes en un posible derrame, rápidamente se vuelve más ligero que el aire haciendo que la nube ascienda.

El uso de diques o barricadas alrededor de los dispositivos de almacenamiento de hidrógeno deben ser cuidadosamente examinadas porque generalmente es preferible dispersar cualquier fuga de hidrógeno tan rápido como se pueda.

### Fallo en los tanques de almacenamiento

La liberación del hidrógeno puede provocar daños más lejos de la localización del almacenamiento debido al movimiento de la nube de hidrógeno. Los fallos en los tanques pueden empezar por un fallo en el material causado por la excesiva presión provocada por el calor de la fuga, por un fallo en la presión calculada para el sistema o por la fragilización del material debido a las redes cristalinas de los átomos de hidrógeno.

Por ello, como se ha mencionado anteriormente, la seguridad se debe centrar en la contención, detección y ventilación.

## 3.2 PROPIEDADES DEL HIDRÓGENO

Existen ciertas propiedades del hidrógeno que lo hacen más seguro que otros combustibles.

1. **El hidrógeno no es explosivo.** El hidrógeno necesita una fuente de ignición externa para explotar o incendiarse, a diferencia de los explosivos, como el ácido acetileno coma que no la necesitan.
2. **El hidrógeno no es tóxico.** Ni el hidrógeno ni los productos de su combustión son tóxicos o perjudiciales.
3. **El hidrógeno tiene una alta difusividad.** Tras la fuga de un tanque de almacenamiento el gas escapa rápidamente. En diversos estudios realizados en la Universidad de Miami se recreó un accidente entre un coche de gasolina y otro de hidrógeno. El coche de hidrógeno

resultó mucho menos dañado que el de gasolina debido a la difusividad del hidrógeno y el hecho de que sea más ligero que el aire.

## 4 PLIEGO DE CONDICIONES EN CUESTIÓN A SEGURIDAD Y SALUD

### 4.1 LEGISLACIÓN APLICABLE

Seguidamente, se facilita una relación no exhaustiva de la normativa vigente básica de seguridad y la de desarrollo de prevención de riesgos laborales, que aplica a los trabajos objeto del proyecto:

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 171/2004, de 30 de Enero, por la que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- RD 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de Julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- R.D. 39/1997 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el trabajo en los puntos no derogados (O.M. 09/03/1971)
- Orden de 28 de agosto de 1979 por la que se aprueba la Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica en los puntos no derogados.
- R.D. 485/1997 de 14 de abril Señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997 de 14 de abril Seguridad y Salud en los locales de trabajo.
- R.D. 487/1997 de 14 de abril Manipulación manual de cargas.
- R.D. 773/1997 de 30 de mayo Utilización de Equipos de Protección Individual.
- R.D. 1215/1997 de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 1435/1992 de 27 de noviembre por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/932/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los

---

estados miembros sobre máquinas (complementado por el R.D. 56/1995 y R.D. 1849/2000).

- R.D. 614/2001 de 8 de junio sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 5/2000 de 4 de agosto por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- R.D. 2001/1983 sobre regulación de jornadas de trabajo especiales y descansos.
- R.D. 374/2001 de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- R.D. 1254/1999 de 16 de julio por el que se aprueban las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- R.D. 1316/1989 de 27 de octubre sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- R.D. 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debido a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 1504/1990 de 23 de noviembre modifica Reglamento de Aparatos a Presión (R.D. 1244/1979)
- Real Decreto 2486/1994 de 23 de diciembre modifica el R.D. 1495/1991 sobre recipientes a presión simples.
- Real Decreto 56/1995 por el que se modifica el R.D. 1435/1992 sobre máquinas.
- Real Decreto 159/1995 de 3 de febrero las modificaciones del R.D. 1435/1992 de aproximación de las legislaciones sobre los equipos de protección individual.
- Resolución de 10 de septiembre de 1998 que desarrolla el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención.
- Resolución de 16 de junio de 1998 por el que se desarrolla el Reglamento de Aparatos a Presión.
- Orden de 29 de abril de 1999, modifica Orden de 6 de mayo de 1988 sobre requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- Resolución de 8 de abril de 1999 sobre delegación de Facultades en materia de Seguridad y salud en las obras de construcción. (complementa al R.D. 1627/1997)
- Orden de 27 de julio de 1999 por la que se determinan las condiciones que deben reunir los extintores de incendios instalados en vehículos de transporte de personas o mercancías.

- 
- Real Decreto 1849/2000 de 10 de noviembre por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de Productos Industriales.
  - Ley 19/2001 de 19 de diciembre de reforma del texto articulado de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial, aprobado por R.D. legislativo 339/1990.
  - Real Decreto 222/2001 por el que se dictan las disposiciones de aplicación a la Directiva 1999/36/CE relativa a equipos a presión transportables.
  - Real Decreto 379/2001 por el que se aprueba el reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus ITC's.
  - Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
  - Ley 33/2002 de 5 de julio de modificación del art. 28 del texto refundido de la Ley del estatuto de los trabajadores.
  - Orden 06-06-2003, de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, por la que se regulan las campañas de prevención de incendios forestales.

Todas aquellas Normas o Reglamentos en vigor durante la ejecución de las obras que pudieran no coincidir con las vigentes en la fecha de redacción de este Estudio de Seguridad.

## **4.2 COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD**

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el Promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud encargado de que se apliquen los principios de acción preventiva, a probar el plan de seguridad y salud y coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo. Las obligaciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra son:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que se apliquen de manera coherente y responsable los principios de las acciones preventivas diseñadas.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

- 
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

### **4.3 CONDICIONES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA**

- Las diversas protecciones colectivas que se van a utilizar en la obra tendrán una calidad adecuada a las prestaciones exigidas, debiendo garantizar su eficacia mediante certificado del fabricante o bien por cálculos y ensayos justificativos realizados al efecto.
- Las protecciones colectivas se ajustarán a lo dispuesto en las Disposiciones Legales y Reglamentos Vigentes.
- Todos los elementos de protección colectiva tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose al término del mismo.
- Si por cualquier circunstancia, sea desgaste, uso o deterioro por acción mecánica, un elemento de protección colectiva sufriera algún deterioro, se repondrá de inmediato, haciendo caso omiso de su periodo de vida útil.
- Los trabajadores serán debidamente instruidos respecto a la correcta utilización de los diferentes elementos de protección colectiva.
- Las protecciones colectivas estarán disponibles en obra para su oportuna utilización en las respectivas zonas donde puedan ser necesitadas.

### **4.4 CONDICIONES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

Los equipos de protección tanto individual como colectiva que se utilicen, deberán reunir los requisitos establecidos en las disposiciones legales o reglamentarias que les sean de aplicación y en particular relativos a su diseño, fabricación, uso y mantenimiento. Se especifica como condición expresa que todos los equipos de protección individual utilizables en esta obra cumplirán las siguientes condiciones generales:

- Tendrán la marca "CE", según las normas de Equipos de Protección Individual.
- Su utilización se realizará cumpliendo con el contenido del Real Decreto 773/1.997, de 30 de mayo: Utilización de equipos de protección individual.
- Los equipos de protección individual que cumplan con la indicación expresada en el punto primero de este apartado, tienen autorizado su uso durante su periodo de vigencia.
- Todo equipo de protección individual en uso que este deteriorado o roto, será reemplazado de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.

- Las variaciones de medición de los equipos de protección individual que puedan aparecer en cada plan de seguridad y salud que presenten los diversos contratistas, deberán justificarse técnicamente ante el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Si la justificación no es aceptada, el plan no podrá ser aprobado.
- Se recuerda, que, en aplicación de los Principios de Acción Preventiva de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, no puede ser sustituida una protección colectiva prevista en este Estudio de Seguridad y Salud por el uso de equipos de protección individual.

#### **4.5 SEÑALIZACIONES**

Esta señalización cumplirá con lo contenido en el Real Decreto 485/97 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización y seguridad en el trabajo, que desarrolla los preceptos específicos sobre esta materia contenidos en la Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

#### **4.6 INFORMACIÓN Y FORMACIÓN A LOS TRABAJADORES**

Cada contratista adjudicatario está legalmente obligado a formar en un método de trabajo correcto y seguro a todo el personal a su cargo, de tal forma que los trabajadores que realicen trabajos en las obras deberán tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios.

Asimismo, todos los trabajadores deberán conocer y estar informados sobre el Plan de Seguridad y Salud específico de la obra, como paso previo a su incorporación al trabajo. El adjudicatario acreditará que el personal que aporte, posee la formación, la experiencia y el nivel profesional adecuado a los trabajos a realizar. Esta acreditación se indicará especialmente y de forma diferenciada con respecto al resto de los trabajadores, para los trabajadores autorizados y cualificados según criterios del R.D. 614/2001.

Los trabajos que se realicen en tensión y en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios, según criterios del R.D. 614/2001.

#### **4.7 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD**

En aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud, cada contratista que intervenga en la obra, elaborará su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en el cual analizará y desarrollará las previsiones contenidas en el mismo en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

El contratista incluirá en su Plan de Seguridad las propuestas y medidas alternativas de prevención que considere oportunas, indicando la correspondiente justificación técnica, si bien, no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio de Seguridad y Salud.

El Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, deberá ser aprobado, previamente al inicio de los trabajos, por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución. Podrá ser

modificado en función del proceso de ejecución de la obra, evolución de los trabajos o bien de las posibles incidencias que pudieran surgir durante el desarrollo de los trabajos. La modificación realizada deberá ser aprobada por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Constituirá el elemento básico para identificar y evaluar los riesgos, de manera que permita planificar una acción preventiva.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como aquellas personas con responsabilidades en materia de prevención de riesgos laborales, representantes de los trabajadores, etc..., podrán presentar por escrito y de forma razonada las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el Plan de Seguridad y Salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

#### **4.8 LIBRO DE INCIDENCIAS**

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto. El libro de incidencias será facilitado por:

- a) El Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.
- b) La Oficina de Supervisión de Proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones públicas.

El libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa. A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con los fines que al libro se le reconocen en el apartado 1.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, estarán obligados a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de este.

#### **4.9 SEGURIDAD DE RESPONSABILIDAD CIVIL Y PATRONAL.**

La empresa contratista se responsabilizará de cumplir y hacer cumplir cuantas disposiciones legales relativas a seguridad y salud, medio ambiente y otras en general, les sean de aplicación en el desarrollo de las actividades contratadas.

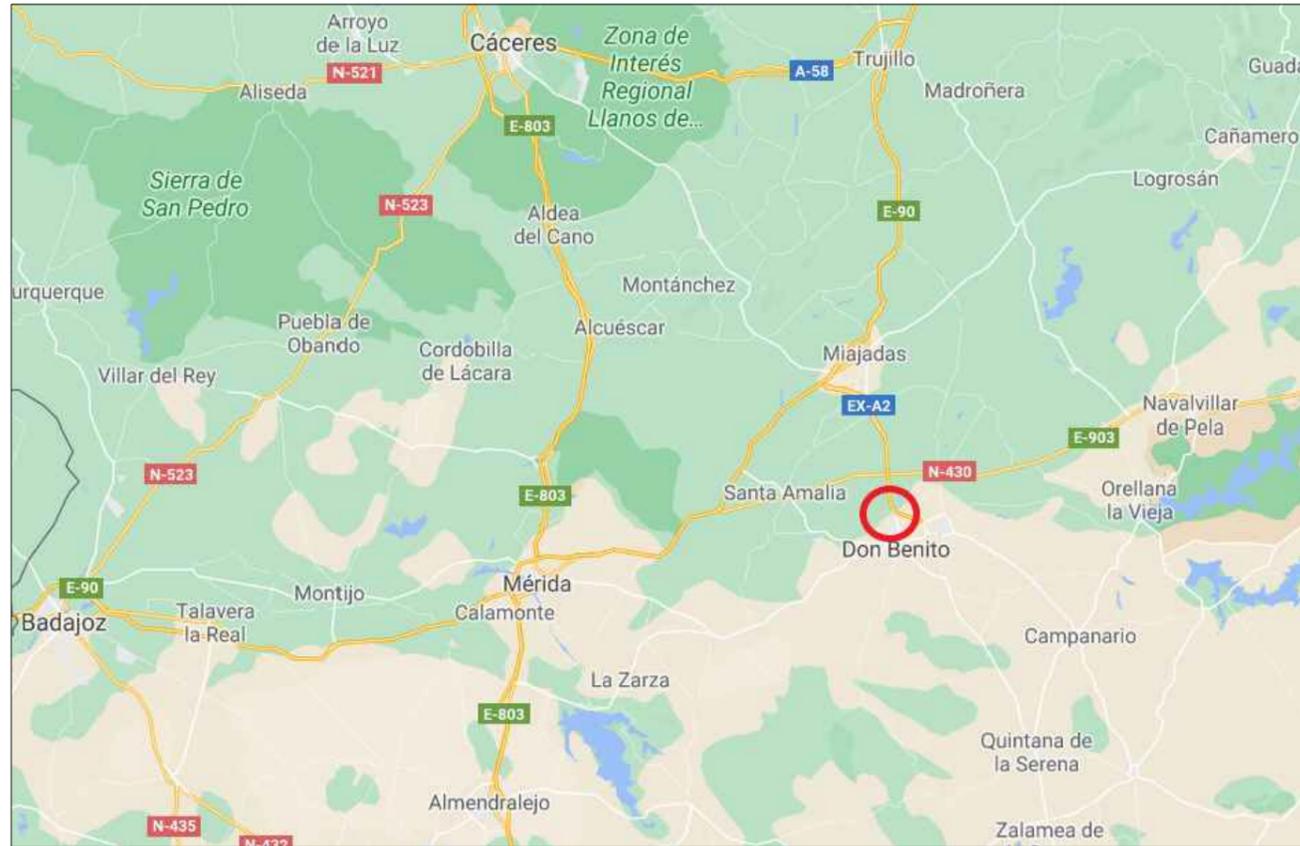
El contratista concertará a sus expensas, y por la cantidad necesaria (mínimo 600.000 €), el seguro de Responsabilidad Civil que cubra los posibles daños a la promotora, su personal e instalaciones, y a terceros, derivados de la realización de las obras contratadas, así como la responsabilidad legalmente exigible por los daños ocasionados por el error o negligencia en la gestión de la seguridad.

Igualmente, habrá que concertar el de Responsabilidad Civil Patronal (mínimo 150.000 € por víctima) que cubra a su propio personal y al de sus subcontratistas, comprometiéndose a ampliar el alcance de los mismos si en opinión de la promotora se hiciera preciso. Los vehículos de propulsión mecánica autorizados a circular por vías públicas, estarán obligatoriamente asegurados, como mínimo, con la garantía de Responsabilidad Civil ilimitada durante su permanencia en el recinto de la obra.

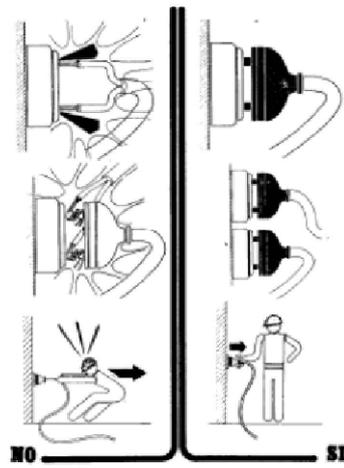
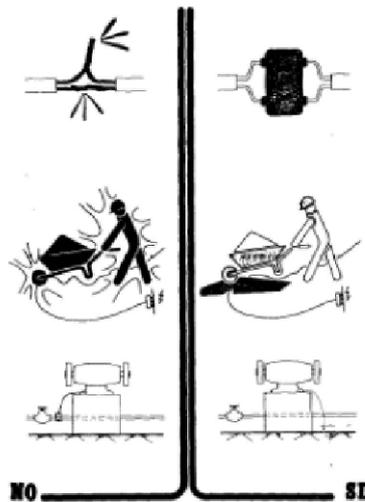
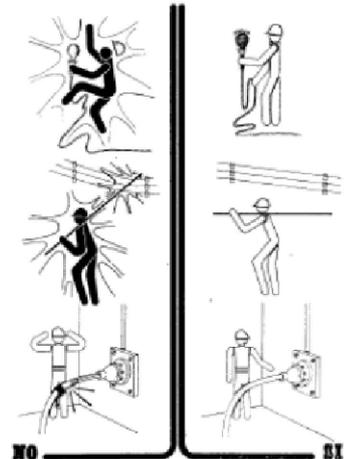
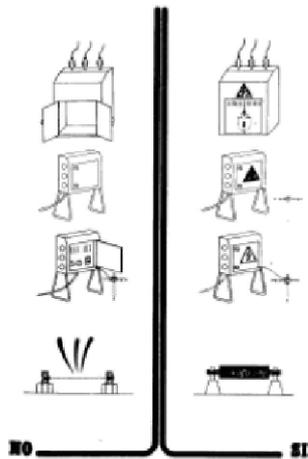
En caso de tratarse de camiones deberá contratarse una póliza que cubra la Responsabilidad Civil de la carga o en su defecto, deberá presentarse copia de la Póliza de responsabilidad civil general de la empresa propietaria del camión, en la que se garantice dicha cobertura.

## **5 PLANOS DE SEGURIDAD Y SALUD**

- 1 Situación y emplazamiento
- 2 Instalación eléctrica provisional en obra
- 3 Señalización
- 4 Orden y limpieza
- 5 Manipulación de cargas



 	<p>ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)</p>	<p>Alumno: Márquez Gil, Alba Montserrat</p>
	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO</p>	<p>Fecha: julio de 2021</p>
		<p>nº plano: 01</p>
		<p>escalas: S/E</p>



ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE  
HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS  
(HIDROGENERA)

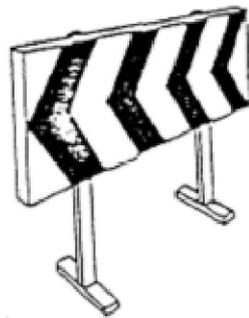
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD  
Seguridad en la instalación eléctrica provisional

Alumno:  
Márquez Gil,  
Alba Montserrat

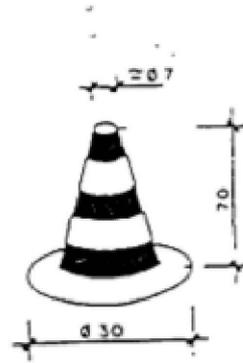
Fecha: julio de 2021

nº plano: 02

escalas: S/E



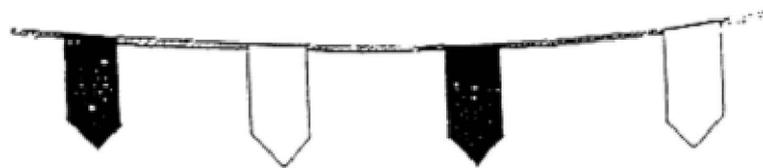
VALLAS DESVIO TRAFICO



CONO BALIZAMIENTO



CINTA BALIZAMIENTO



CORDON BALIZAMIENTO



ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE  
HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS  
(HIDROGENERA)

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD  
Señalización

Alumno:  
Márquez Gil,  
Alba Montserrat

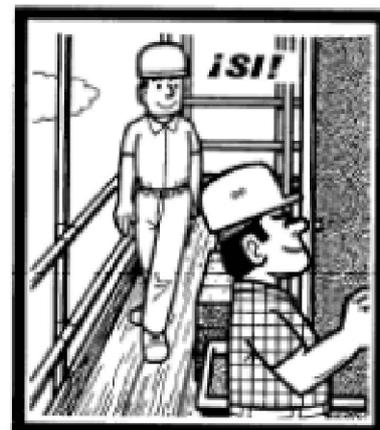
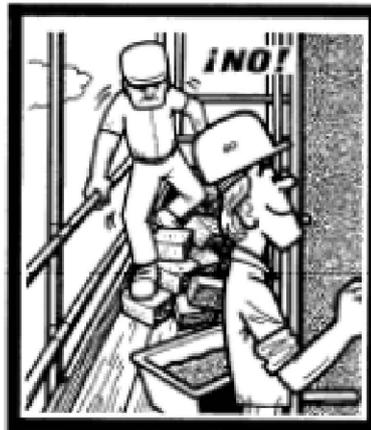
Fecha: julio de 2021

nº plano: 03

escalas: S/E



Almacenar los materiales correctamente para evitar todos los riesgos de accidentes debidos al paso de los trabajadores.



Mantener los puestos de trabajo en orden, los materiales ordenados, la circulación despejada, así se evitarán los resbalones y las caídas.



ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE  
HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS  
(HIDROGENERA)

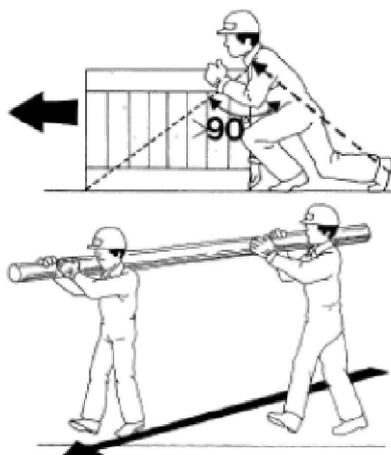
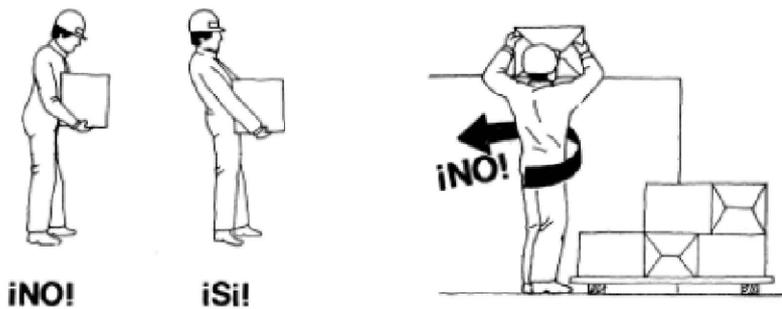
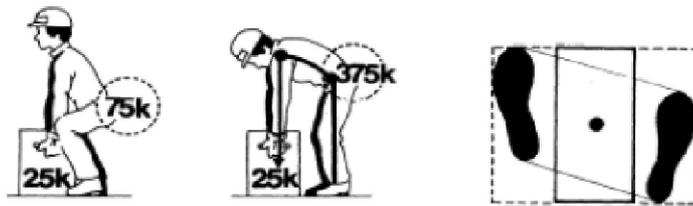
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD  
Orden y limpieza

Alumno:  
Márquez Gil,  
Alba Montserrat

Fecha: julio de 2021

nº plano: 04

escalas: S/E



ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE  
HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS  
(HIDROGENERA)

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD  
Manipulación de cargas

Alumno:  
Márquez Gil,  
Alba Montserrat

Fecha: julio de 2021

nº plano: 05

escalas: S/E

## **V. PLIEGO DE CONDICIONES DE INSTALACIONES DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA**

### **Antecedentes**

*Esta documentación, ha sido realizada entre el departamento de energía solar del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA) y CENSOLAR, es una revisión del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red, editado en octubre de 2002, y que fue realizado por el Departamento de Energía Solar del IDAE, con la colaboración del Instituto de Energía Solar de la Universidad Politécnica de Madrid y del Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT.*

*Su finalidad es establecer las condiciones técnicas normalizadas que deben tomarse en consideración en para la promoción de instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica.*

## **1 OBJETO**

- 1.1** Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones fotovoltaicas aisladas de la red, que por sus características estén comprendidas en el apartado segundo de este Pliego. Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.
- 1.2** Se valorará la calidad final de la instalación por el servicio de energía eléctrica proporcionado (eficiencia energética, correcto dimensionado, etc.) y por su integración en el entorno.
- 1.3** El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se aplica a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.
- 1.4** En determinados supuestos del proyecto se podrán adoptar, por la propia naturaleza del mismo o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.
- 1.5** Este PCT está asociado a las líneas de ayuda para la promoción de instalaciones de energía solar fotovoltaica en el ámbito del Plan de Energías Renovables.

## **2 GENERALIDADES**

- 2.1** Este Pliego es de aplicación, en su integridad, a todas las instalaciones solares fotovoltaicas aisladas de la red destinadas a:
  - Electrificación de viviendas y edificios
  - Alumbrado público
  - Aplicaciones agropecuarias
  - Bombeo y tratamiento de agua
  - Aplicaciones mixtas con otras fuentes de energías renovables
- 2.2** También podrá ser de aplicación a otras instalaciones distintas a las del apartado 2.1, siempre que tengan características técnicas similares.
- 2.3** En todo caso es de aplicación toda la normativa que afecte a instalaciones solares fotovoltaicas:

- 2.3.1 Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).
- 2.3.2 Código Técnico de la Edificación (CTE), cuando sea aplicable.
- 2.3.3 Directivas Europeas de seguridad y compatibilidad electromagnética.

### **3 DEFINICIONES**

#### **3.1 Radiación solar**

##### *3.1.1 Radiación solar*

Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

##### *3.1.2 Irradiancia*

Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m<sup>2</sup>.

##### *3.1.3 Irradiación*

Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en MJ/m<sup>2</sup> o kWh/m<sup>2</sup>.

##### *3.1.4 Año Meteorológico Típico de un lugar (AMT)*

Conjunto de valores de la irradiación horaria correspondientes a un año hipotético que se construye eligiendo, para cada mes, un mes de un año real cuyo valor medio mensual de la irradiación global diaria horizontal coincida con el correspondiente a todos los años obtenidos de la base de datos.

#### **3.2 Generadores fotovoltaicos**

##### *3.2.1 Célula solar o fotovoltaica*

Dispositivo que transforma la energía solar en energía eléctrica.

##### *3.2.2 Célula de tecnología equivalente (CTE)*

Célula solar cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman el generador fotovoltaico.

### 3.2.3 *Módulo fotovoltaico*

Conjunto de células solares interconectadas entre sí y encapsuladas entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

### 3.2.4 *Rama fotovoltaica*

Subconjunto de módulos fotovoltaicos interconectados, en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

### 3.2.5 *Generador fotovoltaico*

Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

### 3.2.6 *Condiciones Estándar de Medida (CEM)*

Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas como referencia para caracterizar células, módulos y generadores fotovoltaicos y definidas del modo siguiente:

- Irradiancia ( $G_{STC}$ ): 1000 W/m<sup>2</sup>
- Distribución espectral: AM 1,5 G
- Incidencia normal
- Temperatura de célula: 25 °C

### 3.2.7 *Potencia máxima del generador (potencia pico)*

Potencia máxima que puede entregar el módulo en las CEM.

### 3.2.8 *TONC*

Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m<sup>2</sup> con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20 °C y la velocidad del viento de 1 m/s.

## **3.3 Acumuladores de plomo-ácido**

### 3.3.1 *Acumulador*

Asociación eléctrica de baterías.

### 3.3.2 *Batería*

---

Fuente de tensión continua formada por un conjunto de vasos electroquímicos interconectados.

### 3.3.3 Autodescarga

Pérdida de carga de la batería cuando ésta permanece en circuito abierto. Habitualmente se expresa como porcentaje de la capacidad nominal, medida durante un mes, y a una temperatura de 20 °C.

### 3.3.4 Capacidad nominal: $C_{20}$ (Ah)

Cantidad de carga que es posible extraer de una batería en 20 horas, medida a una temperatura de 20 °C, hasta que la tensión entre sus terminales llegue a 1,8 V/vaso. Para otros regímenes de descarga se pueden usar las siguientes relaciones empíricas:  $C_{100}/C_{20}$

• 1,25,  $C_{40}/C_{20}$  •

1,14,  $C_{20}/C_{10}$  • 1,17.

### 3.3.5 Capacidad útil

Capacidad disponible o utilizable de la batería. Se define como el producto de la capacidad nominal y la profundidad máxima de descarga permitida,  $PD_{max}$ .

### 3.3.6 Estado de carga

Cociente entre la capacidad residual de una batería, en general parcialmente descargada, y su capacidad nominal.

### 3.3.7 Profundidad de descarga (PD)

Cociente entre la carga extraída de una batería y su capacidad nominal. Se expresa habitualmente en %.

### 3.3.8 Régimen de carga (o descarga)

Parámetro que relaciona la capacidad nominal de la batería y el valor de la corriente a la cual se realiza la carga (o la descarga). Se expresa normalmente en horas, y se representa como un subíndice en el símbolo de la capacidad y de la corriente a la cuál se realiza la carga (o la descarga). Por ejemplo, si una batería de 100 Ah se descarga en 20 horas a una corriente de 5 A, se dice que el régimen de descarga es 20 horas ( $C_{20} = 100$  Ah) y la corriente se expresa como  $I_{20} = 5$  A.

### 3.3.9 Vaso

Elemento o celda electroquímica básica que forma parte de la batería, y cuya tensión nominal es aproximadamente 2 V.

## 3.4 Reguladores de carga

#### *3.4.1 Regulador de carga*

Dispositivo encargado de proteger a la batería frente a sobrecargas y sobredescargas. El regulador podrá no incluir alguna de estas funciones si existe otro componente del sistema encargado de realizarlas.

#### *3.4.2 Voltaje de desconexión de las cargas de consumo*

Voltaje de la batería por debajo del cual se interrumpe el suministro de electricidad a las cargas de consumo.

#### *3.4.3 Voltaje final de carga*

Voltaje de la batería por encima del cual se interrumpe la conexión entre el generador fotovoltaico y la batería, o reduce gradualmente la corriente media entregada por el generador fotovoltaico.

### **3.5 Inversores**

#### *3.5.1 Inversor*

Convertidor de corriente continua en corriente alterna.

#### *3.5.2 $V_{RMS}$*

Valor eficaz de la tensión alterna de salida.

#### *3.5.3 Potencia nominal (VA)*

Potencia especificada por el fabricante, y que el inversor es capaz de entregar de forma continua.

#### *3.5.4 Capacidad de sobrecarga*

Capacidad del inversor para entregar mayor potencia que la nominal durante ciertos intervalos de tiempo.

#### *3.5.5 Rendimiento del inversor*

Relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada del inversor. Depende de la potencia y de la temperatura de operación.

#### *3.5.6 Factor de potencia*

---

Cociente entre la potencia activa (W) y la potencia aparente (VA) a la salida del inversor.

### 3.5.7 *Distorsión armónica total*: THD (%)

Parámetro utilizado para indicar el contenido armónico de la onda de tensión de salida. Se define como:

$$\text{THD (\%)} = 100 \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{n=\infty} V_n^2}}{V_1}$$

donde  $V_1$  es el armónico fundamental y  $V_n$  el armónico  $n$ -ésimo.

## 3.6 Cargas de consumo

### 3.6.1 *Lámpara fluorescente de corriente continua*

Conjunto formado por un balastro y un tubo fluorescente.

## 4 DISEÑO

### 4.1 Orientación, inclinación y sombras

- 4.1.1 Las pérdidas de radiación causadas por una orientación e inclinación del generador distintas a las óptimas, y por sombreado, en el período de diseño, no serán superiores a los valores especificados en la tabla I.

*Tabla I*

<i>Pérdidas de radiación generador</i>	<i>Valor máximo permitido del (%)</i>
Inclinación y orientación	20
Sombras	10
Combinación de ambas	20

- 4.1.2 El cálculo de las pérdidas de radiación causadas por una inclinación y orientación del generador distintas a las óptimas se hará de acuerdo al apartado 3.2 del anexo I.

- 4.1.3 En aquellos casos en los que, por razones justificadas, no se verifiquen las condiciones del apartado 4.1.1, se evaluarán las pérdidas totales de radiación, incluyéndose el cálculo en la Memoria de Solicitud.

## 4.2 Dimensionado del sistema

- 4.2.1 Independientemente del método de dimensionado utilizado por el instalador, deberán realizarse los cálculos mínimos justificativos que se especifican en este PCT.
- 4.2.2 Se realizará una estimación del consumo de energía de acuerdo con el primer apartado del anexo I.
- 4.2.3 Se determinará el rendimiento energético de la instalación y el generador mínimo requerido ( $P_{mp, min}$ ) para cubrir las necesidades de consumo según lo estipulado en el anexo I, apartado 3.4.
- 4.2.4 El instalador podrá elegir el tamaño del generador y del acumulador en función de las necesidades de autonomía del sistema, de la probabilidad de pérdida de carga requerida y de cualquier otro factor que quiera considerar. El tamaño del generador será, como máximo, un 20 % superior al  $P_{mp, min}$  calculado en 4.2.3. En aplicaciones especiales en las que se requieran probabilidades de pérdidas de carga muy pequeñas podrá aumentarse el tamaño del generador, justificando la necesidad y el tamaño en la Memoria de Solicitud.
- 4.2.5 Como norma general, la autonomía mínima de sistemas con acumulador será de tres días. Se calculará la autonomía del sistema para el acumulador elegido (conforme a la expresión del apartado 3.5 del anexo I). En aplicaciones especiales, instalaciones mixtas eólico-fotovoltaicas, instalaciones con cargador de baterías o grupo electrógeno de apoyo, etc. que no cumplan este requisito se justificará adecuadamente.
- 4.2.6 Como criterio general, se valorará especialmente el aprovechamiento energético de la radiación solar.

## 4.3 Sistema de monitorización

- 4.3.1 El sistema de monitorización, cuando se instale, proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:
- Tensión y corriente CC del generador.
  - Potencia CC consumida, incluyendo el inversor como carga CC.
  - Potencia CA consumida si la hubiere, salvo para instalaciones cuya aplicación es exclusivamente el bombeo de agua.
  - Contador volumétrico de agua para instalaciones de bombeo.

- Radiación solar en el plano de los módulos medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.

4.3.2 Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación de las mismas se hará conforme al documento del JRC-Ispra “Guidelines for the Assessment of Photovoltaic Plants – Document A”, Report EUR 16338 EN.

## **5 COMPONENTES Y MATERIALES**

### **5.1 Generalidades**

- 5.1.1 Todas las instalaciones deberán cumplir con las exigencias de protecciones y seguridad de las personas, y entre ellas las dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión o legislación posterior vigente.
- 5.1.2 Como principio general, se tiene que asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico (clase I) para equipos y materiales.
- 5.1.3 Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad para proteger a las personas frente a contactos directos e indirectos, especialmente en instalaciones con tensiones de operación superiores a 50  $V_{RMS}$  o 120  $V_{CC}$ . Se recomienda la utilización de equipos y materiales de aislamiento eléctrico de clase II.
- 5.1.4 Se incluirán todas las protecciones necesarias para proteger a la instalación frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.
- 5.1.5 Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65, y los de interior, IP20.
- 5.1.6 Los equipos electrónicos de la instalación cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas podrán ser certificadas por el fabricante).
- 5.1.7 Se incluirá en la Memoria toda la información requerida en el anexo II.
- 5.1.8 En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirá toda la información del apartado 5.1.7, resaltando los cambios que hubieran podido producirse y el motivo de los mismos. En la Memoria de Diseño o Proyecto también se incluirán las especificaciones técnicas, proporcionadas por el fabricante, de todos los elementos de la instalación.
- 5.1.9 Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los

mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar donde se sitúa la instalación.

## 5.2 Generadores fotovoltaicos

- 5.2.1 Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, o UNE-EN 62108 para módulos de concentración, así como la especificación UNE-EN 61730-1 y 2 sobre seguridad en módulos FV, Este requisito se justificará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente emitido por algún laboratorio acreditado.
- 5.2.2 El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo, nombre o logotipo del fabricante, y el número de serie, trazable a la fecha de fabricación, que permita su identificación individual.
- 5.2.3 Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación. En caso de variaciones respecto de estas características, con carácter excepcional, deberá presentarse en la Memoria justificación de su utilización.
  - 5.2.3.1 Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales, y tendrán un grado de protección IP65.
  - 5.2.3.2 Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.
  - 5.2.3.3 Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales, referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del  $\pm 5\%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo.
  - 5.2.3.4 Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación, como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células, o burbujas en el encapsulante.
- 5.2.4 Cuando las tensiones nominales en continua sean superiores a 48 V, la estructura del generador y los marcos metálicos de los módulos estarán conectados a una toma de tierra, que será la misma que la del resto de la instalación.
- 5.2.5 Se instalarán los elementos necesarios para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del generador.
- 5.2.6 En aquellos casos en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En

cualquier caso, todo producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa del IDAE. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

### **5.3 Estructura de soporte**

- 5.5.1 Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos y se incluirán todos los accesorios que se precisen.
- 5.5.2 La estructura de soporte y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las normas del fabricante.
- 5.5.3 La estructura soporte de los módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación (CTE).
- 5.5.4 El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.
- 5.5.5 La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la misma.
- 5.5.6 La tornillería empleada deberá ser de acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando los de sujeción de los módulos la misma, que serán de acero inoxidable.
- 5.5.7 Los topes de sujeción de módulos, y la propia estructura, no arrojarán sombra sobre los módulos.
- 5.5.8 En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias del Código Técnico de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas.
- 5.5.9 Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirá la Norma MV-102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.
- 5.5.10 Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las Normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80 micras, para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

## 5.4 Acumuladores de plomo-ácido

- 5.4.1 Se recomienda que los acumuladores sean de plomo-ácido, preferentemente estacionarias y de placa tubular. No se permitirá el uso de baterías de arranque.
- 5.4.2 Para asegurar una adecuada recarga de las baterías, la capacidad nominal del acumulador (en Ah) no excederá en 25 veces la corriente (en A) de cortocircuito en CEM del generador fotovoltaico. En el caso de que la capacidad del acumulador elegido sea superior a este valor (por existir el apoyo de un generador eólico, cargador de baterías, grupo electrógeno, etc.), se justificará adecuadamente.
- 5.4.3 La máxima profundidad de descarga (referida a la capacidad nominal del acumulador) no excederá el 80 % en instalaciones donde se prevea que descargas tan profundas no serán frecuentes. En aquellas aplicaciones en las que estas sobredescargas puedan ser habituales, tales como alumbrado público, la máxima profundidad de descarga no superará el 60 %.
- 5.4.4 Se protegerá, especialmente frente a sobrecargas, a las baterías con electrolito gelificado, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
- 5.4.5 La capacidad inicial del acumulador será superior al 90 % de la capacidad nominal. En cualquier caso, deberán seguirse las recomendaciones del fabricante para aquellas baterías que requieran una carga inicial.
- 5.4.6 La autodescarga del acumulador a 20°C no excederá el 6 % de su capacidad nominal por mes.
- 5.4.7 La vida del acumulador, definida como la correspondiente hasta que su capacidad residual caiga por debajo del 80 % de su capacidad nominal, debe ser superior a 1000 ciclos, cuando se descarga el acumulador hasta una profundidad del 50 % a 20 °C.
- 5.4.8 El acumulador será instalado siguiendo las recomendaciones del fabricante. En cualquier caso, deberá asegurarse lo siguiente:
- El acumulador se situará en un lugar ventilado y con acceso restringido.
  - Se adoptarán las medidas de protección necesarias para evitar el cortocircuito accidental de los terminales del acumulador, por ejemplo, mediante cubiertas aislantes.
- 5.4.9 Cada batería, o vaso, deberá estar etiquetado, al menos, con la siguiente información:
- Tensión nominal (V)
  - Polaridad de los terminales
  - Capacidad nominal (Ah)
  - Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie

## 5.5 Reguladores de carga

- 5.5.1 Las baterías se protegerán contra sobrecargas y sobredescargas. En general, estas protecciones serán realizadas por el regulador de carga, aunque dichas funciones podrán incorporarse en otros equipos siempre que se asegure una protección equivalente.
- 5.5.2 Los reguladores de carga que utilicen la tensión del acumulador como referencia para la regulación deberán cumplir los siguientes requisitos:
- La tensión de desconexión de la carga de consumo del regulador deberá elegirse para que la interrupción del suministro de electricidad a las cargas se produzca cuando el acumulador haya alcanzado la profundidad máxima de descarga permitida (ver 5.4.3). La precisión en las tensiones de corte efectivas respecto a los valores fijados en el regulador será del 1%.
  - La tensión final de carga debe asegurar la correcta carga de la batería.
  - La tensión final de carga debe corregirse por temperatura a razón de  $-4\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$  a  $-5\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$  por vaso, y estar en el intervalo de  $\pm 1\%$  del valor especificado.
  - Se permitirán sobrecargas controladas del acumulador para evitar la estratificación del electrolito o para realizar cargas de igualación.
- 5.5.3 Se permitirá el uso de otros reguladores que utilicen diferentes estrategias de regulación atendiendo a otros parámetros, como por ejemplo, el estado de carga del acumulador. En cualquier caso, deberá asegurarse una protección equivalente del acumulador contra sobrecargas y sobredescargas.
- 5.5.4 Los reguladores de carga estarán protegidos frente a cortocircuitos en la línea de consumo.
- 5.5.5 El regulador de carga se seleccionará para que sea capaz de resistir sin daño una sobrecarga simultánea, a la temperatura ambiente máxima, de:
- Corriente en la línea de generador: un 25% superior a la corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico en CEM.
  - Corriente en la línea de consumo: un 25% superior a la corriente máxima de la carga de consumo.
- 5.5.6 El regulador de carga debería estar protegido contra la posibilidad de desconexión accidental del acumulador, con el generador operando en las CEM y con cualquier carga. En estas condiciones, el regulador debería asegurar, además de su propia protección, la de las cargas conectadas.
- 5.5.7 Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de generador y acumulador serán inferiores al 4% de la tensión nominal (0,5 V para 12 V de tensión nominal), para sistemas de menos de 1 kW, y del 2% de la tensión nominal para sistemas mayores de 1 kW, incluyendo

los terminales. Estos valores se especifican para las siguientes condiciones: corriente nula en la línea de consumo y corriente en la línea generador-acumulador igual a la corriente máxima especificada para el regulador. Si las caídas de tensión son superiores, por ejemplo, si el regulador incorpora un diodo de bloqueo, se justificará el motivo en la Memoria de Solicitud.

- 5.5.8 Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de batería y consumo serán inferiores al 4 % de la tensión nominal (0,5 V para 12 V de tensión nominal), para sistemas de menos de 1 kW, y del 2 % de la tensión nominal para sistemas mayores de 1 kW, incluyéndolos terminales. Estos valores se especifican para las siguientes condiciones: corriente nula en la línea de generador y corriente en la línea acumulador-consumo igual a la corriente máxima especificada para el regulador.
- 5.5.9 Las pérdidas de energía diarias causadas por el autoconsumo del regulador en condiciones normales de operación deben ser inferiores al 3 % del consumo diario de energía.
- 5.5.10 Las tensiones de reconexión de sobrecarga y sobredescarga serán distintas de las de desconexión, o bien estarán temporizadas, para evitar oscilaciones desconexión-reconexión.
- 5.5.11 El regulador de carga deberá estar etiquetado con al menos la siguiente información:
- Tensión nominal (V)
  - Corriente máxima (A)
  - Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie
  - Polaridad de terminales y conexiones

## 5.6 Inversores

- 5.6.1 Los requisitos técnicos de este apartado se aplican a inversores monofásicos o trifásicos que funcionan como fuente de tensión fija (valor eficaz de la tensión y frecuencia de salida fijos). Para otros tipos de inversores se asegurarán requisitos de calidad equivalentes.
- 5.6.2 Los inversores serán de onda senoidal pura. Se permitirá el uso de inversores de onda no senoidal, si su potencia nominal es inferior a 1 kVA, no producen daño a las cargas y aseguran una correcta operación de éstas.
- 5.6.3 Los inversores se conectarán a la salida de consumo del regulador de carga o en bornes del acumulador. En este último caso se asegurará la protección del acumulador frente a sobrecargas y sobredescargas, de acuerdo con lo especificado en el apartado 5.4. Estas protecciones podrán estar incorporadas en el propio inversor o se realizarán con un regulador de carga, en cuyo caso el regulador debe permitir breves bajadas de tensión en el acumulador para asegurar el arranque del inversor.

5.6.4 El inversor debe asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema.

5.6.5 La regulación del inversor debe asegurar que la tensión y la frecuencia de salida estén en los siguientes márgenes, en cualquier condición de operación:

$$V_{\text{NOM}} \pm 5 \%, \text{ siendo } V_{\text{NOM}} = 220 V_{\text{RMS}} \text{ o } 230 V_{\text{RMS}} 50 \text{ Hz}$$

$$\pm 2 \%$$

5.6.6 El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante.

5.6.7 El inversor debe arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente aquellas que requieren elevadas corrientes de arranque (TV, motores, etc.), sin interferir en su correcta operación ni en el resto de cargas.

5.6.8 Los inversores estarán protegidos frente a las siguientes situaciones:

- Tensión de entrada fuera del margen de operación.
- Desconexión del acumulador.
- Cortocircuito en la salida de corriente alterna.
- Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.

5.6.9 El autoconsumo del inversor sin carga conectada será menor o igual al 2 % de la potencia nominal de salida.

5.6.10 Las pérdidas de energía diaria ocasionadas por el autoconsumo del inversor serán inferiores al 5 % del consumo diario de energía. Se recomienda que el inversor tenga un sistema de “stand-by” para reducir estas pérdidas cuando el inversor trabaja en vacío (sin carga).

5.6.11 El rendimiento del inversor con cargas resistivas será superior a los límites especificados en la tabla II.

*Tabla II*

<i>Tipo de inversor</i>		<i>Rendimiento al 20 % de la potencia nominal</i>	<i>Rendimiento a potencia nominal</i>
Onda senoidal (*)	$P_{\text{NOM}} \leq 500 \text{ VA}$	> 85 %	> 75 %
	$P_{\text{NOM}} > 500 \text{ VA}$	> 90 %	> 85 %
Onda no senoidal		> 90 %	> 85 %

(\*) Se considerará que los inversores son de onda senoidal si la distorsión armónica total de la tensión de salida es inferior al 5% cuando el inversor alimenta cargas lineales, desde el 20 % hasta el 100 % de la potencia nominal.

5.6.12 Los inversores deberán estar etiquetados con, al menos, la siguiente información:

- Potencia nominal (VA)
- Tensión nominal de entrada (V)
- Tensión ( $V_{RMS}$ ) y frecuencia (Hz) nominales de salida
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie
- Polaridad y terminales

## 5.7 Cargas de consumo

5.7.1 Se recomienda utilizar electrodomésticos de alta eficiencia.

5.7.2 Se utilizarán lámparas fluorescentes, preferiblemente de alta eficiencia. No se permitirá el uso de lámparas incandescentes.

5.7.3 Las lámparas fluorescentes de corriente alterna deberán cumplir la normativa al respecto. Se recomienda utilizar lámparas que tengan corregido el factor de potencia.

5.7.4 En ausencia de un procedimiento reconocido de cualificación de lámparas fluorescentes de continua, estos dispositivos deberán verificar los siguientes requisitos:

- El balastro debe asegurar un encendido seguro en el margen de tensiones de operación, y en todo el margen de temperaturas ambientes previstas.
- La lámpara debe estar protegida cuando:
  - Se invierte la polaridad de la tensión de entrada.
  - La salida del balastro es cortocircuitada.
  - Opera sin tubo.
- La potencia de entrada de la lámpara debe estar en el margen de  $\pm 10\%$  de la potencia nominal.
- El rendimiento luminoso de la lámpara debe ser superior a 40 lúmenes/W.
- La lámpara debe tener una duración mínima de 5000 ciclos cuando se aplica el siguiente ciclado: 60 segundos encendido / 150 segundos apagado, y a una temperatura de 20 °C.
- Las lámparas deben cumplir las directivas europeas de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética.

5.7.5 Se recomienda que no se utilicen cargas para climatización.

- 5.7.6 Los sistemas con generadores fotovoltaicos de potencia nominal superior a 500 W tendrán, como mínimo, un contador para medir el consumo de energía (excepto sistemas de bombeo). En sistemas mixtos con consumos en continua y alterna, bastará un contador para medir el consumo en continua de las cargas CC y del inversor. En sistemas con consumos de corriente alterna únicamente, se colocará el contador a la salida del inversor.
- 5.7.7 Los enchufes y tomas de corriente para corriente continua deben estar protegidos contra inversión de polaridad y ser distintos de los de uso habitual para corriente alterna.
- 5.7.8 Para sistemas de bombeo de agua:
- 5.7.8.1 Los sistemas de bombeo con generadores fotovoltaicos de potencia nominal superior a 500 W tendrán un contador volumétrico para medir el volumen de agua bombeada.
- 5.7.8.2 Las bombas estarán protegidas frente a una posible falta de agua, ya sea mediante un sistema de detección de la velocidad de giro de la bomba, un detector de nivel u otro dispositivo dedicado a tal función.
- 5.7.8.3 Las pérdidas por fricción en las tuberías y en otros accesorios del sistema hidráulico serán inferiores al 10% de la energía hidráulica útil proporcionada por la motobomba.
- 5.7.8.4 Deberá asegurarse la compatibilidad entre la bomba y el pozo. En particular, el caudal bombeado no excederá el caudal máximo extraíble del pozo cuando el generador fotovoltaico trabaja en CEM. Es responsabilidad del instalador solicitar al propietario del pozo un estudio de caracterización del mismo. En ausencia de otros procedimientos se puede seguir el que se especifica en el anexo I.

## **5.8 Cableado**

- 5.8.1 Todo el cableado cumplirá con lo establecido en la legislación vigente.
- 5.8.2 Los conductores necesarios tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, incluyendo cualquier terminal intermedio, al 1,5% a la tensión nominal continua del sistema.
- 5.8.3 Se incluirá toda la longitud de cables necesaria (parte continua y/o alterna) para cada aplicación concreta, evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación y sobre los propios cables.
- 5.8.4 Los positivos y negativos de la parte continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados (códigos de colores, etiquetas, etc.) de acuerdo a la normativa vigente.

5.8.5 Los cables de exterior estarán protegidos contra la intemperie.

## **5.9 Protecciones y puesta a tierra**

5.9.1 Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 voltios contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura soporte del generador y los marcos metálicos de los módulos.

5.9.2 El sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos. En caso de existir una instalación previa no se alterarán las condiciones de seguridad de la misma.

5.9.3 La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. Se prestará especial atención a la protección de la batería frente a cortocircuitos mediante un fusible, disyuntor magnetotérmico u otro elemento que cumpla con esta función.

## **6 RECEPCIÓN Y PRUEBAS**

6.1 El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas del lugar del usuario de la instalación, para facilitar su correcta interpretación.

6.2 Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán, como mínimo, las siguientes:

6.2.1 Funcionamiento y puesta en marcha del sistema.

6.2.2 Prueba de las protecciones del sistema y de las medidas de seguridad, especialmente las del acumulador.

6.3 Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. El Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que el sistema ha funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos del sistema suministrado. Además se deben cumplir los siguientes requisitos:

6.3.1 Entrega de la documentación requerida en este PCT.

- 6.3.2 Retirada de obra de todo el material sobrante.
- 6.3.3 Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.
- 6.4 Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación del sistema, aunque deberá adiestrar al usuario.
- 6.5 Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o elección de componentes por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de ocho años contados a partir de la fecha de la firma del Acta de Recepción Provisional.
- 6.6 No obstante, vencida la garantía, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se aprecia que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

## **7 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO**

### **7.1 Generalidades**

- 7.1.1 Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo), al menos, de tres años.
- 7.1.2 El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual.
- 7.1.3 El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá las labores de mantenimiento de todos los elementos de la instalación aconsejados por los diferentes fabricantes.

### **7.2 Programa de mantenimiento**

- 7.2.1 El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica aisladas de la red de distribución eléctrica.
- 7.2.2 Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación, para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:
- Mantenimiento preventivo
  - Mantenimiento correctivo

- 7.2.3 Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.
- 7.2.4 Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:
- La visita a la instalación en los plazos indicados en el apartado 7.3.5.2, y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la instalación.
  - El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
  - Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.
- 7.2.5 El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.
- 7.2.6 El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:
- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
  - Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.
  - Comprobación del estado de los módulos: situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
  - Estructura soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc.
  - Baterías: nivel del electrolito, limpieza y engrasado de terminales, etc.
  - Regulador de carga: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores, etc.
  - Inversores: estado de indicadores y alarmas.
  - Caídas de tensión en el cableado de continua.
  - Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.
- 7.2.7 En instalaciones con monitorización la empresa instaladora de la misma realizará una revisión cada seis meses, comprobando la calibración y limpieza de los medidores, funcionamiento y calibración del sistema de adquisición de datos, almacenamiento de los datos, etc.
- 7.2.8 Las operaciones de mantenimiento realizadas se registrarán en un libro de mantenimiento.

## **7.3 Garantías**

- 7.3.1 Ámbito general de la garantía:

7.3.1.1 Sin perjuicio de una posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

7.3.1.2 La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la entrega de la instalación.

7.3.2 Plazos:

7.3.2.1 El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de tres años, para todos los materiales utilizados y el montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía será de ocho años.

7.3.2.2 Si hubiera de interrumpirse la explotación del sistema debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

7.3.3 Condiciones económicas:

7.3.3.1 La garantía incluye tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, como la mano de obra.

7.3.3.2 Quedan incluidos los siguientes gastos: tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

7.3.3.3 Asimismo, se debe incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

7.3.3.4 Si, en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

7.3.4 Anulación de la garantía:

7.3.4.1 La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios

de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador, excepto en las condiciones del último punto del apartado 7.3.3.4.

7.3.5 Lugar y tiempo de la prestación:

7.3.5.1 Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará fehacientemente al fabricante.

7.3.5.2 El suministrador atenderá el aviso en un plazo máximo de 48 horas si la instalación no funciona, o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.

7.3.5.3 Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

7.3.5.4 El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas con la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

IDAE  
Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía  
C/ Madera, 8

E - 28004 - MADRID

[www.idae.es](http://www.idae.es)

## **VI. PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

### **1 CUADRO DE DESCOMPUESTOS**

ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO DON BENITO Proyecto Fotovoltaica Don Benito</b>									
<b>SUBCAPÍTULO 01. ACTUACIONES PREVIAS</b>									
<b>DESBROCE</b> m <sup>2</sup> <b>DESBROCE Y LIMPIEZA TERRENO A MÁQUINA</b>									
M01051	0,0080 h					m <sup>2</sup> . Desbroce y limpieza de terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte. Minicargadora ruedas 31/70 CV	40,9800	0,33	
								<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>0,33</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS									
<b>D02EF201</b> m <sup>2</sup> <b>EXPLANACIÓN TERRENO A MÁQUINA</b>									
						m <sup>2</sup> . Explanación y nivelación de terrenos por medios mecánicos, i/p.p. de costes indirectos.			
M01076	0,0070 h					Motoniveladora 101/130 CV	51,3600	0,36	
								<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>0,36</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS									
<b>D02EF005</b> m <sup>2</sup> <b>EXPLANACIÓN TERRENO A MANO</b>									
						m <sup>2</sup> . Explanación y nivelación, por medios manuales, de terrenos de naturaleza blanda con una cota diferencial má- Peón			
O01009	0,3000 h						20,2700	6,08	
								<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>6,08</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con OCHO CÉNTIMOS									
<b>U_TOP</b> h <b>TOPOGRAFÍA COLOC. PICAS COORD</b>									
						Trabajos profesionales de topógrafo para preparación del terreno incluyendo geoposicionamiento de elementos y Titolado medio o grado de más de 10 años de experiencia			
O03006	1,0000 h						28,1900	28,19	
								<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>28,19</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIOCHO EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS									
<b>SUBCAPÍTULO 02. OBRA CIVIL</b>									
<b>D02EP260</b> m <sup>3</sup> <b>EXCAV. MINI-RETRO TERRENO DURO</b>									
						m <sup>3</sup> . Excavación a cielo abierto, en terreno de consistencia dura, con mini-retroexcavadora, con extracción de tie- Excavación mecánica zanja, terreno roca blanda			
I03024	1,0000 m <sup>3</sup>						25,6600	25,66	
								<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>25,66</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS									
<b>H02.01</b> ud <b>HORNACINA</b>									
						Ud. Hornacina para el alojamiento de cuadros de CC y CA, inversor, totalmente montada, i/apertura de excava- Cuadrilla A			
O01017	2,0000 h						53,9000	107,80	
U39TC001	1,0000 ud					Armario	584,8300	584,83	
								<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>692,63</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS									
<b>D36ZA040</b> ud <b>ARQUETA DE REGISTRO 70x70 cm</b>									
						ud. Arqueta 70x70x60 cm libres, para registro o cruce de calzada en red de alumbrado o B.T., i/ excavación, so- lera de 10 cm de hormigón H-100, alzados de fábrica de ladrillo macizo 1/2 pie, enfoscado interiormente con morte- Oficial de oficios			
O01005	2,5000 h						20,8000	52,00	
O01009	1,2500 h					Peón	20,2700	25,34	
I14009ba	0,1500 m <sup>3</sup>					Hormigón en masa HM-20/spb/20/I, planta, D = 30 km	94,2000	14,13	
I13002ba	0,0300 m <sup>3</sup>					Mortero cemento y arena M-20 (1/2), D = 30km	136,9200	4,11	
U05DA070	1,0000 ud					Tapa hormigón armado y cerco metálico 70x70x6	11,4500	11,45	
P01189	0,1200 mil					Ladrillo perforado tosco 24x11,5x10 cm (p.o.)	114,2300	13,71	
								<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>120,74</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTE EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS									

ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>D03DA001</b>	<b>ud ARQUETA REGISTRO 38x26x50 cm</b>								
	ud. Arqueta de registro de 38x26x50 cm realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie de espesor recibido con mortero de cemento M5 según UNE-EN 998-2, enfoscada y bruñida en su interior, i/solera de hormigón HM-20								
O01005	1,5000 h						20,8000		31,20
O01009	0,7500 h						20,2700		15,20
I14008	0,0670 m³						89,0800		5,97
I13002	0,0100 m³						135,9100		1,36
U05DA080	1,0000 ud						9,1500		9,15
P01188	0,0420 mil						109,2500		4,59

**TOTAL PARTIDA..... 67,47**

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS

<b>E951</b>	<b>u Ayuda Albañilería para Instalación Fotovoltaica</b>								
	Ayuda de albañilería a instalación fotovoltaica, incluyendo mano de obra en carga y descarga de materiales.								
B02045	2,0000 ud						302,6100		605,22

**TOTAL PARTIDA..... 605,22**

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS CINCO EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS

**SUBCAPÍTULO 03. INSTALACIÓN DE GENERACIÓN: CAMPO SOLAR**

**APARTADO 03.01. GENERADOR FOTOVOLTAICO**

<b>E16ELM110.2A</b>	<b>u PANEL FOTOVOLTAICO PERC MODULE CSTL-600MS</b>								
	Módulo solar fotovoltaico de células monocristalinas CanandianSolar SUPER HIGH POWER MONO PERC MODULE o equivalente, de potencia máxima (Wp) 600 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 34,9 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 17,20 A, tensión en circuito abierto (Voc) 41,3 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 18,47 A, eficiencia 21,2 %, vidrio exterior 3,2 mm , con capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA) , capa posterior y marco de aluminio anodizado, dimensiones 2108x1048x40 mm, carga máxima de prueba viento de 3600 Pa y carga máxima de prueba de nieve 5400 Pa, peso 24,9 kg, con caja de conexiones, cable de longitud 1.400 mm y conecto-								
U45AA100	0,2000 h						26,0000		5,20
U45AA200	0,2000 h						24,0000		4,80
P16AE010CDA	1,0000 ud						189,0300		189,03
%45GL900	1,0000 %						199,0300		1,99

**TOTAL PARTIDA..... 201,02**

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS UN EUROS con DOS CÉNTIMOS

<b>03.01.02A</b>	<b>ud INVERSOR SUNVEC 60KTL-Q3</b>								
	Inversor de red fotovoltaico trifásica SUNVEC 25KTL-D3 o equivalente con una Potencia nominal de 25 kW. Totalmente instalado y cableado, incluyendo soporte para sujeción al lado del cuadro y ventilación necesaria. Características y protecciones:								
	- IP 65								
	- Interruptor DC								
	- Protección anti-aislamiento								
	- Protección contra sobreintensidad de CA								
	- Protección cortocircuito CA								
	- Protección contra polaridad inversa CC								
	- Sobretensiones transitoria (Tipo II tanto en CC como en CA)								
	- Detección de aislamiento								
	- Detección de corriente de fuga								
	- Máx. tensión de entrada: 1000 V								
	- Mínima tensión de entrada: 180 V								
	- Número de MPPT/entradas CC: 2/6								
U45AA100	1,3000 h						26,0000		33,80
U45AA200	1,3000 h						24,0000		31,20
04.01.02.01A	1,0000 ud						3.850,0000		3.850,00
%45GL900	1,0000 %						3.915,0000		39,15

**TOTAL PARTIDA..... 3.954,15**

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>APARTADO 03.02. INSTALACIÓN CC</b>									
D45ED101	m	<b>ZZ-F (AS) 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm<sup>2</sup> sobre bandeja</b>							
		m. Metro lineal de cable especial para instalaciones fotovoltaicas EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) 1.8 kV DC - 0.6/1 kV AC 2x6 mm <sup>2</sup> Cu, temperatura de servicio de -40° a +90°C en 30 años, tensión nominal en C.C.							
U45AA100	0,2500 h	Oficial 1º instalador E.S.F. (A)					26,0000		6,50
U45AA200	0,2500 h	Ayudante instalador E.S.F. (A)					24,0000		6,00
U45FB300	2,0000 m	Unipolar RZ1-k 0.6/1 kV 1x6 Ng					1,4700		2,94
%45GL900	1,0000 %	Pequeño material eléctrico					15,4400		0,15
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>									<b>15,59</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS									
D27ELM219	m	<b>BANDEJA LX PERFORADA CLICK 85x400 GC (Galv. caliente)</b>							
		m. Bandeja metálica portacables de chapa perforada de 85x400 mm, marca PEMSABAND modelo LX, acabado galvanizado en caliente obligado en zonas de interperie (cubiertas, patios...) EN ISO 1461, ref. 75833400, utilizada en: subestaciones eléctricas, centros de transformación y seccionamiento, y en la parte de un edificio sometida a la interperie y donde el acceso quede restringido al personal autorizado, o bien cuando sea accesible el cable a personas o vehículos deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad, sin incluir las tapas (se medirán a parte si fuesen necesarias), i/ p.p. de accesorios varios, fijaciones y soportes, conectores, placas de unión, varillas roscadas...; montada suspendida para recibir el cableado. Incluye p.p. del conductor de cobre desnudo 16 mm <sup>2</sup> para protección equipotencial (solo p.p. acometida a bandeja al certificar el fabricante la continuidad eléctrica de la misma). Totalmente montado, instalado y conexionado, y todo ello de acuerdo a ITC-BT-07							
U01FY630	0,0800 h	Oficial primera electricista					18,6000		1,49
U01FY635	0,0800 h	Ayudante electricista					17,4000		1,39
U30JW748	1,0000 m	Bandeja P. LX PERFORADA CLICK 85x400 GC ref. 75833400					54,5400		54,54
U30GA000	0,0100 m	Conductor cobre aislado verde-amarillo 16 mm <sup>2</sup>					2,0500		0,02
%U15_1	1,0000 %	Pequeño material 1%					57,4400		0,57
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>									<b>58,01</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y OCHO EUROS con UN CÉNTIMOS									
D27ELM314	m	<b>TAPA PARA REJILLA/BANDEJA a= 400 mm Galv. caliente</b>							
		m. Tapa de chapa para bandeja perforada/rejilla metálica de ancho 400 mm, para los modelos REJIBAND y PEMSABAND, montaje a presión sin tornillos ni fijaciones y permaneciendo fija hasta en posición vertical con acopla-							
U01FY630	0,0100 h	Oficial primera electricista					18,6000		0,19
U01FY635	0,0100 h	Ayudante electricista					17,4000		0,17
U30JY135	1,0000 m	Tapa recta para REJILLA ancho 400 mm Galv. caliente					11,3700		11,37
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>									<b>11,73</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS									
CUADRO CC-2	ud	<b>Cuadro de protección corriente continua</b>							
		ud. Cuadro para protección contra sobretensiones en el lado de corriente continua formado por caja estanca, con grado de protección IP55 y ventana transparente precintable, un fusible por línea y un descargador de sobretensión por cada uno de los string, unipolares, para 40kA y 600V, marca CIRPROTEC, modelo MS1C40/600 o equivalent-							
U45AA100	2,0000 h	Oficial 1º instalador E.S.F. (A)					26,0000		52,00
U45AA200	2,0000 h	Ayudante instalador E.S.F. (A)					24,0000		48,00
U45GE220	1,0000 ud	Caja con ventana precintable, 12mód, IP66, (295x399x148)					46,7600		46,76
U45GG300	1,0000 ud	Equipo auxiliar protección y mando					282,6600		282,66
%45GL900	1,0000 %	Pequeño material eléctrico					429,4200		4,29
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>									<b>433,71</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS									

ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>P.TIERRA</b>	<b>ud</b>	<b>PICA TIERRA DE COBRE 2 m</b>							
		ud. Pica de tierra de cobre de 2 m, incluyendo caja de seguridad y comprobación, grapa GR-1 y pequeño material, totalmente instalada, probada y funcionando.							
U45AA100	0,5000 h					Oficial 1º instalador E.S.F. (A)	26,0000	13,00	
U45AA200	0,5000 h					Ayudante instalador E.S.F. (A)	24,0000	12,00	
P25158	1,0000 ud					Pica de toma de tierra 200/14,3 Fe+Cu (p.o.)	13,7300	13,73	
P15EC010	1,0000 u					Registro de comprobación+tapa	21,0400	21,04	
P15EC030	1,0000 u					Caja seg. y comprobación t.t.	53,1900	53,19	
U30GA000	2,0000 m					Conductor cobre aislado verde-amarillo 16 mm²	2,0500	4,10	
U45HA300	1,0000 ud					Grapa pica GR-1 (Cu-14M)	2,2000	2,20	
%45GL900	1,0000 %					Pequeño material eléctrico	119,2600	1,19	

**TOTAL PARTIDA..... 120,45**

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

**APARTADO 03.03. IEBT CA**

<b>D27OCC001</b>	<b>ud</b>	<b>BASE ENCHUFE "SCHUKO" SIMÓN-27</b>							
		ud. Base enchufe con toma de tierra lateral realizado en tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor de cobre rígido de 2,5 mm² de Cu y aislamiento VV 750 V, (activo, neutro y protección), incluyendo caja de registro, caja mecanismo universal con tornillo, base enchufe 10/16 A (II+T.T.), sistema "Schuko" SIMON-27 blanco, así como							
U01FY630	0,3500 h					Oficial primera electricista	18,6000	6,51	
U01FY635	0,1500 h					Ayudante electricista	17,4000	2,61	
P25184	8,0000 m					Tubo flexible de PVC, diámetro nominal 20 mm (p.o.)	0,2800	2,24	
U30JW900	1,0000 ud					P.p. cajas, regletas y pequeño material	0,4200	0,42	
U30JW002	18,0000 m					Conductor rígido 750V:2.5(Cu)	0,4200	7,56	
P25221	1,0000 ud					Base enchufe 25 A (II+TT) Schuko (p.o.)	11,6500	11,65	

**TOTAL PARTIDA..... 30,99**

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

<b>D27JP115</b>	<b>m</b>	<b>CIRCUITO "USOS VARIOS" PUB. CONC. 3x2,5</b>							
		m. Circuito "usos varios", hasta una distancia máxima de 16 metros, realizado con tubo PVC corrugado de D=25 y conductores de cobre unipolares aislados pública concurrencia ES07Z1-K 3x2,5 mm², en sistema monofásico, (ac-							
U01FY630	0,1300 h					Oficial primera electricista	18,6000	2,42	
U01FY635	0,1300 h					Ayudante electricista	17,4000	2,26	
U30JW900	0,8000 ud					P.p. cajas, regletas y pequeño material	0,4200	0,34	
U30JW058	3,0000 m					Conductor ES07Z1-K 2,5(Cu)	0,5700	1,71	
U30JWC122	1,0000 m					Tubo curvable corrugado libre halógenos color gris D=25 mm	0,8000	0,80	

**TOTAL PARTIDA..... 7,53**

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

<b>03.03.03</b>	<b>m</b>	<b>CANALIZACIÓN ELÉC. 3 TUBO D.P.N. ROJO D=140 MM / 400 N s/TIERRA</b>							
		m. Canalización eléctrica subterránea debajo de aceras en tierra o arena, con 3 tubo Poliolefina corrugado normal curvable diámetro nominal 140 mm, de color rojo con características mínimas exigidas en la tabla 8 del apartado 1.2.4. de la ITC-BT-21 (resistencia a compresión 450 N y resistencia al impacto normal) y de acuerdo a la norma UNE-EN 50086-2-4, y no debiendo instalar más de un circuito por tubo, marca Aiscan, tipo Aiscan-DP (Doble Pared Ligero) DRN (curvable), con p.p. de accesorios (manguitos, tapones, separador...) y alambre guía. Sin incluir apertura, tapado, compactado y eliminación de tierras sobrantes de zanjas, ni refuerzo de hormigón en cruce de calles. Colocado en zanja previamente abierta y terminado según ITC-BT-21 e ITC-BT-07, y de acuerdo con el pliego de prescripciones técnicas, a las condiciones técnicas y de seguridad reglamentarias y a las establecidas							
U01FY630	0,0150 h					Oficial primera electricista	18,6000	0,28	
U01FY635	0,0150 h					Ayudante electricista	17,4000	0,26	
U30JWC316	3,0000 m					Tubo P. doble pared normal D=140 mm corr. rollo para enterrar	1,7400	5,22	
U30ER920	1,1000 m					Cinta balizamiento cables eléctricos 150x250 mm polietileno galg	0,3200	0,35	
%44IC400	1,0000 %					Pequeño material	6,1100	0,06	

**TOTAL PARTIDA..... 6,17**

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS

ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
D45DB200-3	ud C. M. P. para C.A 1 PIA 4x80A 36 KA								
	ud. Cuadros para mando y protección en el lado de corriente alterna formado por cajas estancas y tapas con cerradura, con grado de protección IP55. Incluso accesorios y pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.								
	Cuenta con:								
	Un interruptor automático 4x80 A								
	Un diferencial en salida del inversor (ICP 36kA de poder de corte) 30 mA Clase A .								
	Protección contra Sobretensiones transitorio y permanente AC								
	CA - Esclavos								
U45AA100	5,0000 h					Oficial 1º instalador E.S.F. (A)	26,0000	130,00	
U45AA200	5,0000 h					Ayudante instalador E.S.F. (A)	24,0000	120,00	
U45GE155	1,0000 ud					Caja con ventana precintable	22,8300	22,83	
U45GE160	1,0000 ud					Caja con ventana precintable	30,7100	30,71	
P15FE180_00	1,0000 ud					Protección contra Sobretensiones transitorio y permanente AC	452,2800	452,28	
P15FD17EA	1,0000 ud					Diferencial Clase A 30mA	199,1400	199,14	
P15FE250	1,0000 ud					PIA 4x80 A	298,1200	298,12	
%45GL900	1,0000 %					Pequeño material eléctrico	1.253,0800	12,53	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>									<b>1.265,61</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS

D45DB190-4	ud C. M. P. para C.A 4 PIA 4X80A 40 KA								
	ud. Cuadros para mando y protección en el lado de corriente alterna formado por cajas estancas y tapas con cerradura, con grado de protección IP55. Incluso accesorios y pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.								
	Cuenta con:								
	Cuatro interruptores automático 4x80 A								
	Un interruptor general 4x250 A								
	Un diferencial general en salida del cuadro (ICP 40kA de poder de corte) 300 mA Clase A .								
	Protección contra Sobretensiones transitorio y permanente AC								
	CA-Maestro								
U45AA100	5,0000 h					Oficial 1º instalador E.S.F. (A)	26,0000	130,00	
U45AA200	5,0000 h					Ayudante instalador E.S.F. (A)	24,0000	120,00	
U45GE155	1,0000 ud					Caja con ventana precintable	22,8300	22,83	
U45GE160	1,0000 ud					Caja con ventana precintable	30,7100	30,71	
P15FE180_00	1,0000 ud					Protección contra Sobretensiones transitorio y permanente AC	452,2800	452,28	
P15FD170	1,0000 ud					Diferencial Clase A 300mA	199,1400	199,14	
P15FE280-5	1,0000 ud					Int. aut. 4x250 A 40 KA	805,9800	805,98	
P15FE250	4,0000 ud					PIA 4x80 A	298,1200	1.192,48	
%45GL900	1,0000 %					Pequeño material eléctrico	2.953,4200	29,53	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>									<b>2.982,95</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
D45DB180-5	ud C. M. P. para C.A 1 PIA 4X80 40 KA								
	ud. Cuadros para mando y protección en el lado de corriente alterna formado por cajas estancas, con grado de protección IP55. Incluso accesorios y pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.								
	Cuenta con:								
	Un interruptor general 4x250 A								
	Un diferencial general en la entrada del cuadro (ICP 40kA de poder de corte) 300 mA Clase A . (Selectivo)								
	Un diferencial 2x40A 30 mA								
	Un interruptor automático.								
U45AA100	5,0000 h	Oficial 1º instalador E.S.F. (A)					26,0000	130,00	
U45AA200	5,0000 h	Ayudante instalador E.S.F. (A)					24,0000	120,00	
U45GE155	1,0000 ud	Caja con ventana precintable					22,8300	22,83	
U45GE160	1,0000 ud	Caja con ventana precintable					30,7100	30,71	
P15FD020	1,0000 ud	Interr.auto.difer. 2x40 A 30mA					118,2500	118,25	
P15FE280-5	1,0000 ud	Int. aut. 4x250 A 40 KA					805,9800	805,98	
P15FD171	1,0000 ud	Diferencial Clase A 300mA Selectivo					298,5000	298,50	
P15FE050	1,0000 ud	PIA 2x10 A.					38,1300	38,13	
%45GL900	1,0000 %	Pequeño material eléctrico					1.564,4000	15,64	

TOTAL PARTIDA..... 1.580,04

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL QUINIENTOS OCHENTA EUROS con CUATRO CÉNTIMOS

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
D27AG130B	m CIRCUITO XZ1 AL 1x95 mm²								
	m. Línea aérea, subterránea en instalación entubada o sobre bandeja perforada, con conductor de aluminio XZ1 - Aluminio compacto circular, clase 2 según UNE 60228, de 1x95 mm², de tensión asignada 0,6/1 kV, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de Poliolefina de alta resistencia mecánica, no propagador de llama ni incendio; incluso terminales, elementos auxiliares y fijaciones, instalado. Las derivaciones se realizarán con botellas. Se señalará con cinta amarilla de balizamiento con marcaje de "¡ATENCIÓN! debajo hay cables eléctricos". No se incluye en esta partida la canalización, la protección mecánica por placa y la cinta la señalizadora de PVC, ni la excavación de zanjas, relleno posterior ni la eliminación de tierra sobrante; solamente se incluye el tendido del cable sobre canalización ya realizada. Todo ello totalmente terminado según ITC-BT-07, ITC-BT-11 e ITC-BT-21 (apartado 1.2.4), y realizado por instalador autorizado o bien por la propia distribuidora electricidad y de acuerdo con el pliego de prescripciones técnicas, a las condiciones técnicas y de seguridad reglamentarias y a las establecidas por la empresa distribuidora aprobadas por la administración. Incluye tierra de sección igual a la mitad								
U01FY630	0,2000 h	Oficial primera electricista					18,6000	3,72	
U01FY635	0,2000 h	Ayudante electricista					17,4000	3,48	
U30ER375	1,0500 m	Conductor XZ1 0,6/1kV 1x95 (Al) Poliesol aluminio					1,0100	1,06	
U30ER365	0,2500 m	Conductor XZ1 0,6/1kV 1x50 (Al) Poliesol aluminio					0,6200	0,16	
%U15_4	4,0000 %	Pequeño material 4%					8,4200	0,34	

TOTAL PARTIDA..... 8,76

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
D27QA113	ud EMERGENCIA DAISALUX HYDRA LD N6 250 LÚMENES								
	ud. Bloque autónomo de emergencia IP42 IK 04, DAISALUX serie HYDRA LD N6 de superficie, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, banderola ó estanco (caja estanca IP66 IK10) de 250 lúmenes con lámpara de emergencia de ILMLED. Carcasa fabricada en policarbonato blanco, resistente a la prueba del hilo incandescente 850°C. Difusor en policarbonato opalino. Accesorio de enrasar con acabado blanco, cromado, niquelado, dorado, gris plata. Piloto testigo de carga LED. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Opción de telemando. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replan-								
U01FY630	0,2000 h	Oficial primera electricista					18,6000	3,72	
U01FY635	0,1500 h	Ayudante electricista					17,4000	2,61	
P25184	18,0000 m	Tubo flexible de PVC, diámetro nominal 20 mm (p.o.)					0,2800	5,04	
U30JW001	18,0000 m	Conductor rígido 750V;1,5(Cu)					0,2600	4,68	
U30QA215	1,0000 ud	Bloque autónomo emergencia DAISALUX HYDRA LD N6 lámpara					66,6700	66,67	
U31AO050	1,0000 ud	Conjunto etiquetas y pequeño material					3,1800	3,18	
%45GL900	1,0000 %	Pequeño material eléctrico					85,9000	0,86	

TOTAL PARTIDA..... 86,76

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y SEIS EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>D27AG150</b>	<b>m</b>	<b>LÍNEA XZ1 AL 1x240 mm²</b>	m. Línea subterránea en acometida en instalación entubada o en bandeja perforada, con conductor de aluminio XZ1 - Aluminio compacto circular, clase 2 según UNE 60228, de 1x240 mm², de tensión asignada 0,6/1 kV, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de Poliolefina de alta resistencia mecánica, no propagador de llama ni incendio; incluso terminales, elementos auxiliares y fijaciones, instalado. Las derivaciones se realizarán con botellas. Se señalará con cinta amarilla de balizamiento con marcaje de "¡ATENCIÓN! debajo hay cables eléctricos". No se incluye en esta partida la canalización, la protección mecánica por placa y la cinta la señalizadora de PVC, ni la excavación de zanjas, relleno posterior ni la eliminación de tierra sobrante; solamente se incluye el tendido del cable sobre canalización ya realizada. Todo ello totalmente terminado según ITC-BT-07, ITC-BT-11 e ITC-BT-21 (apartado 1.2.4), y realizado por instalador autorizado o bien por la propia distribuidora electricidad y de acuerdo con el pliego de prescripciones técnicas, a las condiciones técnicas y de seguridad reglamentarias y a las establecidas por la empresa distribuidora aprobadas por la administración. Incluye tierra de sección igual a la mitad de las fases y el neutro						
U01FY630	0,2500 h	Oficial primera electricista					18,6000	4,65	
U01FY635	0,2500 h	Ayudante electricista					17,4000	4,35	
U30ER395	1,0500 m	Conductor XZ1 0,6/1kV 1x240 (Al) Poliesol aluminio					2,2800	2,39	
U30ER380	0,2500 m	Conductor XZ1 0,6/1kV 1x120 (Al) Poliesol aluminio					1,3500	0,34	
%U15_4	4,0000 %	Pequeño material 4%					11,7300	0,47	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>									<b>12,20</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE EUROS con VEINTE CÉNTIMOS									
<b>D27ELM219</b>	<b>m</b>	<b>BANDEJA LX PERFORADA CLICK 85x400 GC (Galv. caliente)</b>	m. Bandeja metálica portables de chapa perforada de 85x400 mm, marca PEMSABAND modelo LX, acabado galvanizado en caliente obligado en zonas de interperie (cubiertas, patios...) EN ISO 1461, ref. 75833400, utilizada en: subestaciones eléctricas, centros de transformación y seccionamiento, y en la parte de un edificio sometida a la interperie y donde el acceso quede restringido al personal autorizado, o bien cuando sea accesible el cable a personas o vehículos deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad, sin incluir las tapas (se medirán a parte si fuesen necesarias), i/ p.p. de accesorios varios, fijaciones y soportes, conectores, placas de unión, varillas roscadas...; montada suspendida para recibir el cableado. Incluye p.p. del conductor de cobre desnudo 16 mm² para protección equipotencial (solo p.p. acometida a bandeja al certificar el fabricante la continuidad eléctrica de la misma). Totalmente montado, instalado y conexionado, y todo ello de acuerdo a ITC-BT-07						
U01FY630	0,0800 h	Oficial primera electricista					18,6000	1,49	
U01FY635	0,0800 h	Ayudante electricista					17,4000	1,39	
U30JW748	1,0000 m	Bandeja P. LX PERFORADA CLICK 85x400 GC ref. 75833400					54,5400	54,54	
U30GA000	0,0100 m	Conductor cobre aislado verde-amarillo 16 mm²					2,0500	0,02	
%U15_1	1,0000 %	Pequeño material 1%					57,4400	0,57	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>									<b>58,01</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y OCHO EUROS con UN CÉNTIMOS									
<b>D40CF105</b>	<b>m</b>	<b>APERTURA DE ROZA FÁBRICA LADRILLO MACIZO</b>	m. Apertura de roza en muro de fábrica de ladrillo macizo, con una sección de 20x20cm, con posterior tapado y						
U01AA008	0,5000 h	Oficial segunda					17,9200	8,96	
U01AA010	0,5000 h	Peón especializado					16,8400	8,42	
U01AA011	1,0000 h	Peón suelto					16,8100	16,81	
U02JA002	0,0400 h	Camión 8 t basculante					24,0000	0,96	
A01JF006	0,0500 m³	MORTERO CEMENTO M5					66,3900	3,32	
U10DB005	10,0000 ud	Ladrillo tosco perforado 24x12x7					0,0900	0,90	
%CI	7,0000 %	Costes indirectos..(s/total)					39,3700	2,76	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>									<b>42,13</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y DOS EUROS con TRECE CÉNTIMOS									
<b>ENTRONQUE</b>	<b>ud</b>	<b>OBRA CIVIL ENTRONQUE AÉREO SUBTERRÁNEO</b>	Entronque aéreo-subterráneo, en el que se incluye la obra civil, con la inclusión de tubo de PVC de 120 mm y tubo de protección metálico. Totalmente instalado. Sin incluir los cables para el conexionado de la red de distribución,						
O01BL200	1,0000 h.	Oficial 1ª Electricista					15,8900	15,89	
O01A070	1,0000 h.	Peón ordinario					12,7700	12,77	
P15AF070	3,0000 m.	Tubo rígido PVC D=120 mm.					2,3900	7,17	
P15AG030A	3,0000 m.	Tubo de protección metálico					7,3200	21,96	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>									<b>57,79</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y SIETE EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS									

ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD PRECIO IMPORTE

**APARTADO 03.04. MONITORIZACIÓN Y CONTROL**

E_M	ud	Estación meteorológica reprogramadora			
		Estación meteorológica, modelo ET-System "HUNTER", conectable a programadores SRC, Pro-C, ICC, ACC y ACCD, mediante puerto SmartPort, formada por: anemómetro; plataforma de sensores de radiación solar, temperatura del aire, humedad relativa y pluviometría; módulo de control electrónico e interfaz de usuario; y adaptador para conexión con programadores de la serie ACC.			
U01FY805	1,0000 h	Oficial 1ª Instalador Telecomunicaciones	18,5000	18,50	
U01FY630	0,2500 h	Oficial primera electricista	18,6000	4,65	
U01FY635	0,2500 h	Ayudante electricista	17,4000	4,35	
mt48hun470d	1,0000 ud	Estación meteorológica reprogramadora automática	862,8000	862,80	
%45GL900	1,0000 %	Pequeño material eléctrico	890,3000	8,90	

**TOTAL PARTIDA..... 899,20**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

D27XD2051	m	CABLE DE 4 PARES CATEGORÍA 6			
		m. Cableado para circuito informático en red realizado con cable apantallado categoría 6 formado por 4 pares señalizados con distintos colores, i/tubo corrugado 13/20 en circuito independiente de otras instalaciones, totalmente co-			
U01FY630	0,1000 h	Oficial primera electricista	18,6000	1,86	
U01FY635	0,1000 h	Ayudante electricista	17,4000	1,74	
U30JW8051	1,0000 m	Cable informático categoría 6 (4x2)	1,0600	1,06	
U30JW825	0,3300 ud	Clavija informatica RJ45	0,3500	0,12	
P25184	1,0000 m	Tubo flexible de PVC, diámetro nominal 20 mm (p.o.)	0,2800	0,28	
U30JW900	1,0000 ud	P.p. cajas, regletas y pequeño material	0,4200	0,42	
%45GL900	1,0000 %	Pequeño material eléctrico	5,4800	0,05	

**TOTAL PARTIDA..... 5,53**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

E040013c	ud	ANALIZADOR DE REDES TRIFÁSICO CARRIL DIN			
		Analizador de redes trifásico Marca CIRCUTOR, modelo CVM-MINI M52081 o equivalente con las siguientes características: - Medición de corriente .../5 ó .../1 A - Formato carril DIN de tan solo 3 módulos - Montaje en panel 72 x 72 mm con frontal adaptador (M5ZZF1) - Comunicación RS-485 (Modbus-RTU)			
U01FY805	1,0000 h	Oficial 1ª Instalador Telecomunicaciones	18,5000	18,50	
U01FY635	0,2500 h	Ayudante electricista	17,4000	4,35	
U01FY630	0,2500 h	Oficial primera electricista	18,6000	4,65	
03.04.01.01	1,0000 ud	CVM-mini m52081	272,7300	272,73	
0123123123123	3,0000 ud	Vatímetro con trafos	62,0000	186,00	
%45GL900	1,0000 %	Pequeño material eléctrico	486,2300	4,86	

**TOTAL PARTIDA..... 491,09**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS NOVENTA Y UN EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

03.04.02	ud	PV-MONITOR (LINE EDS + APLICACIÓN FV)			
		El PV-Monitor de CIRCUTOR o equivalente es un gestor energético destinado a monitorizar instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo instantáneo. Dispone de un datalogger y servidor web con PowerStudio Embedded y una aplicación SCADA para tal fin. Totalmente instalado y funcionando. Incluye la conexión a la red de datos del edifi-			
U01FY805	1,0000 h	Oficial 1ª Instalador Telecomunicaciones	18,5000	18,50	
U01FY630	0,2500 h	Oficial primera electricista	18,6000	4,65	
U01FY635	0,2500 h	Ayudante electricista	17,4000	4,35	
03.04.02.01	1,0000 ud	PV-MONITOR (LINE-EDS + APLICACIÓN FV)	642,0000	642,00	
%45GL900	1,0000 %	Pequeño material eléctrico	669,5000	6,70	

**TOTAL PARTIDA..... 676,20**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS con VEINTE CÉNTIMOS



ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD PRECIO IMPORTE

**APARTADO 03.05. ESTRUCTURA SOPORTE**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>SOLARBLOC</b>									
	u	<b>Estructura Solarbloc H-S/18 puesto en obra. Totalmente instalado</b>							
		Suministro y montaje de Estructura fija Solarbloc H-S/18 con diferentes grados de inclinación (15,20,25 y/o 30°) o equivalente, para montaje de paneles sobre superficies planas. Incluye carriles metálicos, grapas de fijación, tornillos, y todo tipo de herrajes necesarios para su correcta instalación.							
		Incluye placa a tierra por panel para toma de tierra a conectar por cada fila inox. tefy insp 50 mm. El precio conlleva:							
P01	1,0000	1						55,0000	55,00
T80124	2,0000	ud						0,4500	0,90
U45AA300	0,4000	h						26,0000	10,40
U45AA400	0,4000	h						23,0000	9,20
M01007	0,7790	h						43,2800	33,72
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>									<b>109,22</b>

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NUEVE EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS

**SUBCAPÍTULO 03.1 INSTALACIÓN DE GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO**

**APARTADO E05PNH11A CONSTRUCCIÓN NAVE DE HORMIGÓN**

<b>P03TH030</b>									
	m2	<b>Montaje de paneles de horm. pref. &lt;15m</b>							
								Sin descomposición	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>									<b>16,84</b>

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

<b>P03TH010</b>									
	m2	<b>Estruct.del panel pref.horm. nave &lt;15m</b>							
								Sin descomposición	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>									<b>85,16</b>

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y CINCO EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

<b>E07IMP01A</b>									
	m2	<b>CUB.PANEL CHAPA PRELACA+GALVA-30</b>							
		Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada cara exterior y galvanizada cara interior de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg/m3. con un espesor total de 30 mm., sobre correas metálicas, i/p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de se-							
O01A030	0,2300	h.						16,0800	3,70
O01A050	0,2300	h.						15,6100	3,59
P05CS010	1,0600	m2						25,2400	26,75
P05CW010	1,0000	ud						0,1200	0,12
P05EW140	3,0000	m.						1,7100	5,13
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>									<b>39,29</b>

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y NUEVE EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS

<b>M07AC010</b>									
	h.	<b>Dumper convencional 1.500 kg.</b>							
								Sin descomposición	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>									<b>3,07</b>

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con SIETE CÉNTIMOS

<b>M02CA020</b>									
	h.	<b>Carretilla elev.diesel ST 1,5 t.</b>							
								Sin descomposición	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>									<b>6,55</b>

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS

ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD PRECIO IMPORTE

**APARTADO 03.1.01 Sistema HySTAT 60**

03.1.01.1 **Electrolizador**  
 Parte electrolizadora, productora de hidrógeno del sistema HySTAT 60. Contiene 4 pilas de combustible y produce un flujo nominal máximo de 130kg/24h.  
 Sin descomposición  
**TOTAL PARTIDA..... 630.000,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS TREINTA MIL EUROS

03.1.01.2 **Compresor**  
 Compresor de membrana de PDC Machine. Presión de trabajo 700 bar.  
 Sin descomposición  
**TOTAL PARTIDA..... 150.000,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA MIL EUROS

03.1.01.3 **Sistema de almacenamiento**  
 El hidrógeno obtenido mediante el electrolizador se almacenará en tanques metálicos de alta presión. Como el dispensador necesita suministrar el hidrógeno a 700 bar para poder abastecer al tren de hidrógeno, se instalará un sistema de almacenamiento.  
 Sin descomposición  
**TOTAL PARTIDA..... 200.000,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS MIL EUROS

**APARTADO 03.1.01.4 Sistema de distribución (Dispensador)**

**SUBCAPITULO 04. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA INSTALACIONES**

**VIGILANCIA SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA**

Sistema de Videovigilancia formado por:  
 VIDEOGRABADOR: DVR Hikvision de 8 canales de entrada de video analógico + 4 canales de entrada de video IP, mínimo HD 1080P (NO LITE), codificación H.265 Pro +/H.265.Pro/H.265/H.264 +/ H.264, Ethernet 10/100 Mbps, compatible hik-connect.  
 CÁMARA: Cámara IP 2MP, óptica F2,8-12, sensor IR EXIR 50m, ethernet 10/100 Mbps, ONVIF, IP 66, alimentación 12VDC POE (con alimentación incluida).  
 DISCO DURO 4TB: Disco duro HDD de 4 TB 5400rpm, 3,5", serial ATA III, para sistema de videovigilancia.  
 SAI: Sistema de Alimentación Ininterrumpida de 900 VA.  
 RACK MURAL: Armario mural rack 19" 9U con ventilador de techo 120mm 230VAC, regleta con 8 schuko e interruptor y bandeja.  
 COLUMNAS: Columna de 4 m de acero galvanizado.

I03001	0,1500 m³	Excavación manual zanja, terreno compacto, p<= 1,3 m	43,0700	6,46
I14009ba	0,1920 m³	Hormigón en masa HM-20/spb/20/l, planta, D = 30 km	94,2000	18,09
I14030	0,1920 m³	Puesta en obra hormigón volúmenes aislados < 1 m³	28,3800	5,45
I16034	1,9200 m²	Encofrado y desencofrado metálico losas de cimentación	14,8000	28,42
U45AA300	12,0000 h	Oficial 1º instalador E.S.F. (B)	26,0000	312,00
U45AA400	12,0000 h	Ayudante instalador E.S.F. (B)	23,0000	276,00
P456	1,0000 ud	Videograbador	360,0000	360,00
P456465	2,0000 ud	Cámara IP 2MP	340,0000	680,00
PCLJ	1,0000 ud	Disco duro 4TB	150,0000	150,00
P456748	1,0000 ud	SAI Sistema de Alimentación Ininterrumpida de 900 VA	100,0000	100,00
P4564654	1,0000 ud	Rack Mural	180,0000	180,00
PJUDD	2,0000 ud	Columna de 4 m de acero galvanizado	190,0000	380,00
PUH	400,0000 m	Cable ModBUS	2,6000	1.040,00
%10.0P	10,0000 %	Parte proporcional de piezas especiales	3.536,4200	353,64

**TOTAL PARTIDA..... 3.890,06**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL OCHOCIENTOS NOVENTA EUROS con SEIS CÉNTIMOS

**SEG.ARQUETAS OBTURADOR ARQUETAS**  
 Instalación de obturadores en arquetas, para evitar el robo de conductores en las mismas. Sistema Sotecable o

U45AA300	0,5000 h	Oficial 1º instalador E.S.F. (B)	26,0000	13,00
U45AA400	0,5000 h	Ayudante instalador E.S.F. (B)	23,0000	11,50
P545	1,0000 ud	Sistema obturadores arquetas	279,8700	279,87

**TOTAL PARTIDA..... 304,37**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS CUATRO EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS



ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
PA.IMPREV.PC.	PA Partida alzada a justificar para imprevistos								
								Sin descomposición	
							<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>3.500,00</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL QUINIENTOS EUROS									
<b>SUBCAPÍTULO 08. GESTIÓN DE RESIDUOS</b>									
G.RESIDUO	m3	Retirada de residuos mixtos N.P A la planta valorización							
		Retirada de residuos mixtos en obra formada por: transporte interior, carga, transporte a planta, carga y canon de							
I02026	1,2500 m³	Carga mecánica, transporte D<= 5 m					0,4600	0,58	
I02030ba	1,2500 m³	Transporte materiales sueltos (buenas condiciones) D = 40 km					5,0700	6,34	
M07N130	1,0000 m²	Canon gestión de residuos mixtos					24,4500	24,45	
							<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>31,37</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y UN EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS									
<b>SUBCAPÍTULO 09. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL</b>									
<b>APARTADO 08.01 PROTECCIONES INDIVIDUALES</b>									
L01086	ud	<b>Pantalla protección facial proyección partículas Cabeza</b>							
		Pantalla facial con visor de policarbonato, con arnés para la cabeza, antiempañante, protección frente a impactos							
								Sin descomposición	
							<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>4,70</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con SETENTA CÉNTIMOS									
L01092	ud	<b>Chaquetilla y pantalón de trabajo, con anagrama</b>							
		Chaquetilla, 100 % algodón, terlenka o mezcla poliéster algodón, con cremallera, cuello camisero, gomas laterales en la cintura y bolsillos; con logotipo en el pectoral izquierdo del Grupo Tragsa, Tragsa o Tragsatec en colores y vaciado (incluido en el precio) y pantalón de trabajo multibolsillos con costuras de doble pespunte botón y cremallera y refuerzos en las rodillas y en la culera. Tejido resistente al rasgado y a la abrasión. Con o sin logotipo en la tapeta del bolsillo lateral del Grupo Tragsa, Tragsa o Tragsatec en colores y vaciado (incluido en el precio). Colo-							
L01294	1,0000 ud	Chaquetilla de trabajo con cremallera					13,9100	13,91	
L01300	1,0000 ud	Pantalón multibolsillos con refuerzos					14,6500	14,65	
							<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>28,56</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIOCHO EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS									
L01136	par	<b>Guantes protección riesgo eléctrico en baja tensión</b>							
		Guantes de protección de riesgo eléctrico en baja tensión, fabricados en material aislante, de clase O y categoría							
								Sin descomposición	
							<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>21,41</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS									
L01134	par	<b>Guantes piel protección riesgos mecánicos</b>							
		Guantes de protección contra riesgos mecánicos, en piel flor vacuno de primera y lona; resistencias mínimas: a la							
								Sin descomposición	
							<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>1,64</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS									
L01165	par	<b>Zapatos de seguridad Categoría S1+P</b>							
		Zapatos de seguridad en piel serraje (Clase I); puntera 200 J (SB); antiestáticos (A); protección del talón contra choques (E); suela antideslizante con resaltes; resistente a la perforación (P); cierre por cordones; Categoría: S1 + P							
								Sin descomposición	
							<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>12,86</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS									
L01066	ud	<b>Casco de seguridad ABS o PEAD con anagrama, blanco</b>							
		Casco de seguridad fabricado en ABS o PE de alta densidad, con atalaje de 6 cintas, bandas antisudor, agujeros							
								Sin descomposición	
							<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>7,25</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS									

ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
L01090	ud <b>Gafas antipolvo montura integral</b> Gafas de montura integral. Campo de uso: líquidos; gotas; proyecciones; partículas mayores de 5 micras. Con resistencia a impactos de baja energía (F). Ocular de visión lateral ininterrumpida, con filtro de protección (3-1,2), Clase óptica (1). Resistencia al deterioro superficial por partículas finas (K) y al empañamiento (N). Adaptable sobre gafas correctoras. Normas UNE-EN 166, UNE-EN 170.								
								Sin descomposición	
								<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>5,36</b>
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS								
L01079	ud <b>Mascarilla autofiltrante plegada, partículas, un uso, Clase FFP2</b> Mascarilla autofiltrante plegada, con válvula; de un sólo uso; para protección contra partículas sólidas y líquidas.								
								Sin descomposición	
								<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>0,67</b>
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS								
L01143	par <b>Guantes goma o PVC</b> Guantes de protección de longitud media fabricados en goma o PVC para trabajos húmedos de albañilería. Normas								
								Sin descomposición	
								<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>1,56</b>
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS								
L01275	ud <b>Peto desbroce</b> Peto para trabajos con motodesbrozadora; tejido exterior de poliéster y algodón; impermeable; con forro interior de								
								Sin descomposición	
								<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>36,75</b>
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y SEIS EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS								
L01098	ud <b>Camiseta de trabajo blanca algodón 100% con anagrama</b> Camiseta blanca de algodón 100% manga corta con anagrama serigrafiado.								
								Sin descomposición	
								<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>3,05</b>
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con CINCO CÉNTIMOS								
L01100	ud <b>Chaleco alta visibilidad</b> Chaleco alta visibilidad. Clase 2 como mínimo tanto en superficie mínima de materiales como el nivel de retrorreflexión de las bandas, con cremallera. Con logotipo en el pectoral izquierdo del Grupo Tragsa, Tragsa o Tragsatec								
								Sin descomposición	
								<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>3,10</b>
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con DIEZ CÉNTIMOS								
L01073	ud <b>Protector auditivo tapones con banda</b> Protector auditivo de tapones con banda (que pueda colocarse sobre la cabeza), con tapones desechables. Ate-								
								Sin descomposición	
								<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>2,09</b>
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con NUEVE CÉNTIMOS								
<b>APARTADO 08.02 PROTECCIONES COLECTIVAS</b>									
L01050	ud <b>Cono balizamiento de plástico, colocado</b> Cono de balizamiento de plástico de 75 cm, reflectante s/Norma 83 IC.MOPU, colocado								
								Sin descomposición	
								<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>14,49</b>
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS								
L01052	ud <b>Baliza luminosa intermitente, colocada</b> Baliza luminosa intermitente para señalización, de color ámbar, con lámpara Led.								
								Sin descomposición	
								<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>53,00</b>
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y TRES EUROS								
L01049	m <b>Cinta balizamiento, colocada</b> Cinta de balizamiento, incluidos soportes de 2,5 m, colocada								
								Sin descomposición	
								<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>1,09</b>
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con NUEVE CÉNTIMOS								
L01046	ud <b>Señal normalizada tráfico con soporte, colocada</b> Señal normalizada de tráfico con soporte, colocada.								
								Sin descomposición	
								<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>9,82</b>
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS								
L01047	ud <b>Cartel indicativo riesgo sin soporte, colocado</b> Cartel indicativo riesgo sin soporte, colocada.								
								Sin descomposición	
								<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>3,28</b>

ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS									
L01054	ud	<b>Extintor polvo ABC 6 kg, colocado</b> Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B de 6 kg. de agente extintor, con soporte, Sin descomposición							
								<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>56,53</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y SEIS EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS									
L01033	ud	<b>Tapón plástico protección redondos</b> Tapón de plástico para protección de cabeza de redondo. Sin descomposición							
								<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>0,84</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS									
<b>APARTADO 08.03 MEDICINA PREVENTIVA</b>									
L01059	ud	<b>Botiquín portátil de obra</b> Botiquín portátil de obra para primeros auxilios, conteniendo el material que especifica el RD 486/1997 Sin descomposición							
								<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>49,05</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y NUEVE EUROS con CINCO CÉNTIMOS									
L01063	ud	<b>Reconocimiento médico obligatorio</b> Reconocimiento médico obligatorio efectuado a los trabajadores al comienzo de la obra o transcurrido un año desde Sin descomposición							
								<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>54,46</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y CUATRO EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS									
<b>APARTADO 08.04 FORMACIÓN EN MATERIA PREVENTIVA</b>									
L01061	ud	<b>Reunión mensual Comité Seguridad</b> Reunión mensual del Comité de Seguridad e Higiene según lo exija el Convenio Provincial. Sin descomposición							
								<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>156,26</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y SEIS EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS									
L01062	h	<b>Formación en Seguridad y Salud</b> Formación específica en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo según riesgos previsibles en la ejecución de Sin descomposición							
								<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>25,71</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS									
L01241	h	<b>Recurso preventivo</b> Sin descomposición							
								<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>27,58</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISIETE EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS									

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>2 MEDICIONES Y PRESUPUESTO GENERAL</b>									
<b>CAPÍTULO DON BENITO Proyecto Fotovoltaica Don Benito</b>									
<b>SUBCAPÍTULO 01. ACTUACIONES PREVIAS</b>									
DESBROCE	m <sup>2</sup> DESBROCE Y LIMPIEZA TERRENO A MÁQUINA								
	m <sup>2</sup> . Desbroce y limpieza de terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte.								
	Superficie de desbroce	1	20.724,00				20.724,00		
							20.724,00		
									6.838,92
D02EF201	m <sup>2</sup> EXPLANACIÓN TERRENO A MÁQUINA								
	m <sup>2</sup> . Explanación y nivelación de terrenos por medios mecánicos, i/p.p. de costes indirectos.								
	Superficie de desbroce	1	20.724,00				20.724,00		
							20.724,00		
									7.460,64
D02EF005	m <sup>2</sup> EXPLANACIÓN TERRENO A MANO								
	m <sup>2</sup> . Explanación y nivelación, por medios manuales, de terrenos de naturaleza blanda con una cota diferencial máxima de hasta 30 cm, i/p.p. de costes indirectos.								
	Superficie Alineación x h	7000					7.000,00		
							7.000,00		
									42.560,00
U_TOP	h TOPOGRAFÍA COLOC. PICAS COORD								
	Trabajos profesionales de topógrafo para preparación del terreno incluyendo geoposicionamiento de elementos y mediciones para correcta ubicación de los componentes de la instalación.								
		30					30,00		
							30,00		
									845,70
									<b>57.705,26</b>
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01. ACTUACIONES PREVIAS.....</b>									
<b>SUBCAPÍTULO 02. OBRA CIVIL</b>									
D02EP260	m <sup>3</sup> EXCAV. MINI-RETRO TERRENO DURO								
	m <sup>3</sup> . Excavación a cielo abierto, en terreno de consistencia dura, con mini-retroexcavadora, con extracción de tierra a los bordes, en vaciado, i/p.p. de costes indirectos.								
	De inversor esclavo 1 a edificio	1	20,00	0,60	0,60		7,20		
							7,20		
									184,75
H02.01	ud HORNACINA								
	Ud. Hornacina para el alojamiento de cuadros de CC y CA, inversor, totalmente montada, i/apertura de excavación, incluyendo ventilación adecuada. Hornacina de dimensiones según los planos adjuntos.								
	Caseta inversor y CC y CA	4					4,00		
							4,00		
									2.770,52
D36ZA040	ud ARQUETA DE REGISTRO 70x70 cm								
	ud. Arqueta 70x70x60 cm libres, para registro o cruce de calzada en red de alumbrado o B.T., i/ excavación, solera de 10 cm de hormigón H-100, alzados de fábrica de ladrillo macizo 1/2 pie, enfoscado interiormente con mortero de cemento, con cerco y tapa cuadrada 70x70 en hormigón.								
	Para Red de BT alterna	2					2,00		
							2,00		
									241,48
D03DA001	ud ARQUETA REGISTRO 38x26x50 cm								
	ud. Arqueta de registro de 38x26x50 cm realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie de espesor recibido con mortero de cemento M5 según UNE-EN 998-2, enfoscada y bruñida en su interior, i/solera de hormigón HM-20 N/mm <sup>2</sup> y tapa de hormigón armado.								

ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Arquetas para T.T	41				41,00			
	Arquetas para telecomunicaciones	3				3,00			
							44,00		
							44,00	67,47	2.968,68
<b>E951</b>	<b>u Ayuda Albañilería para Instalación Fotovoltaica</b>								
	Ayuda de albañilería a instalación fotovoltaica, incluyendo mano de obra en carga y descarga de materiales.	2				2,00			
							2,00		
							2,00	605,22	1.210,44
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 02. OBRA CIVIL .....</b>									<b>7.375,87</b>
<b>SUBCAPÍTULO 03. INSTALACIÓN DE GENERACIÓN: CAMPO SOLAR</b>									
<b>APARTADO 03.01. GENERADOR FOTOVOLTAICO</b>									
<b>E16ELM110.2A</b>	<b>u PANEL FOTOVOLTAICO PERC MODULE CSTL-600MS</b>								
	Módulo solar fotovoltaico de células monocristalinas CanandianSolar SUPER HIGH POWER MONO PERC MODULE o equivalente, de potencia máxima (Wp) 600 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 34,9 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 17,20 A, tensión en circuito abierto (Voc) 41,3 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 18,47 A, eficiencia 21,2 %, vidrio exterior 3,2 mm , con capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA) , capa posterior y marco de aluminio anodizado, dimensiones 2108x1048x40 mm, carga máxima de prueba viento de 3600 Pa y carga máxima de prueba de nieve 5400 Pa, peso 24,9 kg, con caja de conexiones, cable de longitud 1.400 mm y conectores. Totalmente instalado y funcionando.								
	STRING (15 en cada uno)	41	15,00			615,00			
							615,00		
							615,00	201,02	123.627,30
<b>03.01.02A</b>	<b>ud INVERSOR SUNVEC 60KTL-Q3</b>								
	Inversor de red fotovoltaico trifásico SUNVEC 25KTL-D3 o equivalente con una Potencia nominal de 25 kW. Totalmente instalado y cableado, incluyendo soporte para sujeción al lado del cuadro de ventilación necesaria.								
	Caraterísticas y protecciones:								
	- IP 65								
	- Interruptor DC								
	- Protección anti-aislamiento								
	- Protección contra sobreintensidad de CA								
	- Protección cortocircuito CA								
	- Protección contra polaridad inversa CC								
	- Sobretensiones trasitoria (Tipo II tanto en CC como en CA)								
	- Detección de aislamiento								
	- Detección de corriente de fuga								
	- Máx. tensión de entrada: 1000 V								
	- Mínima tensión de entrada: 180 V								
	- Número de MPPT/entradas CC: 2/6								
	Dimensiones (AxAxP) y peso: 555x446x270 mm. - 40 kg.								
		4				4,00			
							4,00		
							4,00	3.954,15	15.816,60
<b>TOTAL APARTADO 03.01. GENERADOR FOTOVOLTAICO..</b>									<b>139.443,90</b>



ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Inversor 3	1	127,24			127,24			
	Inversor 4	1	105,20			105,20			
							467,19		
<b>D27ELM314</b>	<b>m TAPA PARA REJILLA/BANDEJA a= 400 mm Galv. caliente</b> m. Tapa de chapa para bandeja perforada/rejilla metálica de ancho 400 mm, para los modelos REJIBAND y PEMSABAND, montaje a presión sin tornillos ni fijaciones y permaneciendo fija hasta en posición vertical con acoplamientos para prolongaciones, acabado GS (galvanizado caliente) y ref. 7303400, totalmente instalada.						467,19	58,01	27.101,69
	Inversor 1	1	129,55			129,55			
	Inversor 2	1	105,20			105,20			
	Inversor 3	1	127,24			127,24			
	Inversor 4	1	105,20			105,20			
							467,19		
<b>CUADRO CC-2</b>	<b>ud Cuadro de protección corriente continua</b> ud. Cuadro para protección contra sobretensiones en el lado de corriente continua formado por caja estanca, con grado de protección IP55 y ventana transparente precintable, un fusible por línea y un descargador de sobretensión por cada uno de los string, unipolares, para 40kA y 600V, marca CIRPROTEC, modelo MS1C40/600 o equivalente, incluso accesorios y pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.	4				4,00			
							4,00		
							4,00	433,71	1.734,84
<b>P.TIERRA</b>	<b>ud PICA TIERRA DE COBRE 2 m</b> ud. Pica de tierra de cobre de 2 m, incluyendo caja de seguridad y comprobación, grapa GR-1 y pequeño material, totalmente instalada, probada y funcionando. Según planos	41				41,00			
							41,00		
							19,00	120,45	2.288,55
<b>TOTAL APARTADO 03.02. INSTALACIÓN CC .....</b>									<b>58.229,80</b>
<b>APARTADO 03.03. IEBT CA</b>									
<b>D27OCC001</b>	<b>ud BASE ENCHUFE "SCHUKO" SIMÓN-27</b> ud. Base enchufe con toma de tierra lateral realizado en tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor de cobre rígido de 2,5 mm <sup>2</sup> de Cu y aislamiento VV 750 V, (activo, neutro y protección), incluyendo caja de registro, caja mecanismo universal con tornillo, base enchufe 10/16 A (II+T.T.), sistema "Schuko" SIMON-27 blanco, así como marco respectivo, totalmente montado e instalado.	1				1,00			
							1,00		
							1,00	30,99	30,99
<b>D27JP115</b>	<b>m CIRCUITO "USOS VARIOS" PUB. CONC. 3x2,5</b> m. Circuito "usos varios", hasta una distancia máxima de 16 metros, realizado con tubo PVC corrugado de D=25 y conductores de cobre unipolares aislados pública concurrencia ES07Z1-K 3x2,5 mm <sup>2</sup> , en sistema monofásico, (activo, neutro y protección), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.	1	5,00			5,00			
							5,00		
							5,00	7,53	37,65

ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03.03.03	<p><b>m CANALIZACIÓN ELÉC. 3 TUBO D.P.N. ROJO D=140 MM / 400 N s/TIERRA</b></p> <p>m. Canalización eléctrica subterránea debajo de aceras en tierra o arena, con 3 tubo Poliolefina corrugado normal curvable diámetro nominal 140 mm, de color rojo con características mínimas exigidas en la tabla 8 del apartado 1.2.4. de la ITC-BT-21 (resistencia a compresión 450 N y resistencia al impacto normal) y de acuerdo a la norma UNE-EN 50086-2-4, y no debiendo instalar más de un circuito por tubo, marca Aiscan, tipo Aiscan-DP (Doble Pared Ligero) DRN (curvable), con p.p. de accesorios (manguitos, tapones, separador...) y alambre guía. Sin incluir apertura, tapado, compactado y eliminación de tierras sobrantes de zanjas, ni refuerzo de hormigón en cruce de calles. Colocado en zanja previamente abierta y terminado según ITC-BT-21 e ITC-BT-07, y de acuerdo con el pliego de prescripciones técnicas, a las condiciones técnicas y de seguridad reglamentarias y a las establecidas por la empresa distribuidora aprobadas por la administración.</p>	1	17,00				17,00		
	Inversor Esclavo 2 - Inversor Esclavo 3								
							17,00	6,17	104,89
D45DB200-3	<p><b>ud C. M. P. para C.A 1 PIA 4x80A 36 KA</b></p> <p>ud. Cuadros para mando y protección en el lado de corriente alterna formado por cajas estancas y tapas con cerradura, con grado de protección IP55. Incluso accesorios y pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.</p> <p>Cuenta con:                      Un interruptor automático 4x80 A                      Un diferencial en salida del inversor (ICP 36kA de poder de corte) 30 mA Clase A .                      Protección contra Sobretensiones transitorio y permanente AC</p> <p>CA - Esclavos                      Cuadro - Inversor Esclavo 1                      Cuadro - Inversor Esclavo 2                      Cuadro - Inversor Esclavo 3</p>	1					1,00		
							1,00		
							1,00		
							3,00		
							3,00	1.265,61	3.796,83
D45DB190-4	<p><b>ud C. M. P. para C.A 4 PIA 4X80A 40 KA</b></p> <p>ud. Cuadros para mando y protección en el lado de corriente alterna formado por cajas estancas y tapas con cerradura, con grado de protección IP55. Incluso accesorios y pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.</p> <p>Cuenta con:                      Cuatro interruptores automático 4x80 A                      Un interruptor general 4x250 A                      Un diferencial general en salida del cuadro (ICP 40kA de poder de corte) 300 mA Clase A .                      Protección contra Sobretensiones transitorio y permanente AC</p> <p>CA-Maestro                      Cuadro - Inversor Maestro</p>	1					1,00		
							1,00		
							1,00	2.982,95	2.982,95
D45DB180-5	<p><b>ud C. M. P. para C.A 1 PIA 4X80 40 KA</b></p> <p>ud. Cuadros para mando y protección en el lado de corriente alterna formado por cajas estancas, con grado de protección IP55. Incluso accesorios y pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.</p> <p>Cuenta con:                      Un interruptor general 4x250 A                      Un diferencial general en la entrada del cuadro (ICP 40kA de poder de corte) 300 mA Clase A .                      (Selectivo)                      Un diferencial 2x40A 30 mA                      Un interruptor automático.</p> <p>CA-Cuadro en EDAR                      Cuadro Edificio EDAR</p>	1					1,00		
							1,00		

ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
D27AG130B	<p><b>m CIRCUITO XZ1 AL 1x95 mm<sup>2</sup></b></p> <p>m. Línea aérea, subterránea en instalación entubada o sobre bandeja perforada, con conductor de aluminio XZ1 - Aluminio compacto circular, clase 2 según UNE 60228, de 1x95 mm<sup>2</sup>, de tensión asignada 0,6/1 kV, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de Poliolefina de alta resistencia mecánica, no propagador de llama ni incendio; incluso terminales, elementos auxiliares y fijaciones, instalado. Las derivaciones se realizarán con botellas. Se señalizará con cinta amarilla de balizamiento con marcaje de "¡ATENCIÓN! debajo hay cables eléctricos". No se incluye en esta partida la canalización, la protección mecánica por placa y la cinta la señalizadora de PVC, ni la excavación de zanjas, relleno posterior ni la eliminación de tierra sobrante; solamente se incluye el tendido del cable sobre canalización ya realizada. Todo ello totalmente terminado según ITC-BT-07, ITC-BT-11 e ITC-BT-21 (apartado 1.2.4), y realizado por instalador autorizado o bien por la propia distribuidora electricidad y de acuerdo con el pliego de prescripciones técnicas, a las condiciones técnicas y de seguridad reglamentarias y a las establecidas por la empresa distribuidora aprobadas por la administración. Incluye tierra de sección igual a la mitad de las fases y el neutro.</p> <p>De Inversor 1 Esclavo A Inversor 4 Maestro 4 40,00 160,00</p> <p>De Inversor 2 Esclavo A Inversor 4 Maestro 4 34,00 136,00</p> <p>De Inversor 3 Esclavo A Inversor 4 Maestro 4 20,00 80,00</p>						1,00	1.580,04	1.580,04
							376,00		
D27QA113	<p><b>ud EMERGENCIA DAISALUX HYDRA LD N6 250 LÚMENES</b></p> <p>ud. Bloque autónomo de emergencia IP42 IK 04, DAISALUX serie HYDRA LD N6 de superficie, semientrapado pared, enrasado pared/techo, banderola ó estanco (caja estanca IP66 IK10) de 250 lúmenes con lámpara de emergencia de ILMLED. Carcasa fabricada en policarbonato blanco, resistente a la prueba del hilo incandescente 850°C. Difusor en policarbonato opalino. Accesorio de enrasar con acabado blanco, cromado, niquelado, dorado, gris plata. Piloto testigo de carga LED. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Opción de telemando. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado.</p>	1				1,00	1,00	8,76	3.293,76
D27AG150	<p><b>m LÍNEA XZ1 AL 1x240 mm<sup>2</sup></b></p> <p>m. Línea subterránea en acometida en instalación entubada o en bandeja perforada, con conductor de aluminio XZ1 - Aluminio compacto circular, clase 2 según UNE 60228, de 1x240 mm<sup>2</sup>, de tensión asignada 0,6/1 kV, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de Poliolefina de alta resistencia mecánica, no propagador de llama ni incendio; incluso terminales, elementos auxiliares y fijaciones, instalado. Las derivaciones se realizarán con botellas. Se señalizará con cinta amarilla de balizamiento con marcaje de "¡ATENCIÓN! debajo hay cables eléctricos". No se incluye en esta partida la canalización, la protección mecánica por placa y la cinta la señalizadora de PVC, ni la excavación de zanjas, relleno posterior ni la eliminación de tierra sobrante; solamente se incluye el tendido del cable sobre canalización ya realizada. Todo ello totalmente terminado según ITC-BT-07, ITC-BT-11 e ITC-BT-21 (apartado 1.2.4), y realizado por instalador autorizado o bien por la propia distribuidora electricidad y de acuerdo con el pliego de prescripciones técnicas, a las condiciones técnicas y de seguridad reglamentarias y a las establecidas por la empresa distribuidora aprobadas por la administración. Incluye tierra de sección igual a la mitad de las fases y el neutro</p> <p>De inversor 4 Maestro a Entronque 4 155,00 620,00</p> <p>De Entronque hasta CGPM 4 15,00 60,00</p>						1,00	86,76	86,76
							680,00		
							680,00	12,20	8.296,00

ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
D27ELM219	<p><b>m BANDEJA LX PERFORADA CLICK 85x400 GC (Galv. caliente)</b></p> <p>m. Bandeja metálica portacables de chapa perforada de 85x400 mm, marca PEMSABAND modelo LX, acabado galvanizado en caliente obligado en zonas de interperie (cubiertas, patios...) EN ISO 1461, ref. 75833400, utilizada en: subestaciones eléctricas, centros de transformación y seccionamiento, y en la parte de un edificio sometida a la interperie y donde el acceso quede restringido al personal autorizado, o bien cuando sea accesible el cable a personas o vehículos deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad, sin incluir las tapas (se medirán a parte si fuesen necesarias), i/ p.p. de accesorios varios, fijaciones y soportes, conectores, placas de unión, varillas roscadas...; montada suspendida para recibir el cableado. Incluye p.p. del conductor de cobre desnudo 16 mm² para protección equipotencial (solo p.p. acometida a bandeja al certificar el fabricante la continuidad eléctrica de la misma). Totalmente montado, instalado y conexionado, y todo ello de acuerdo a ITC-BT-07 e ITC-BT-20.</p> <p>Interior nave conexion CGMP</p>	1	15,00			15,00	15,00		
							15,00	58,01	870,15
D40CF105	<p><b>m APERTURA DE ROZA FÁBRICA LADRILLO MACIZO</b></p> <p>m. Apertura de roza en muro de fábrica de ladrillo macizo, con una sección de 20x20cm, con posterior tapado y enrasado, i/p.p. de andamios, retirada de escombros, carga y transporte a vertedero.</p> <p>Apertura paso instalaciones</p>	2	0,50			1,00			
							1,00	42,13	42,13
ENTRONQUE	<p><b>ud OBRA CIVIL ENTRONQUE AÉREO SUBTERRÁNEO</b></p> <p>Entronque aéreo-subterráneo, en el que se incluye la obra civil, con la inclusión de tubo de PVC de 120 mm y tubo de protección metálico. Totalmente instalado. Sin incluir los cables para el conexionado de la red de distribución, ya que lo añadirá posteriormente la empresa suministradora.</p> <p>Entronque aéreo-subterráneo</p>	1				1,00			
							1,00	57,79	57,79
<b>TOTAL APARTADO 03.03. IEBT CA .....</b>									<b>21.179,94</b>
<b>APARTADO 03.04. MONITORIZACIÓN Y CONTROL</b>									
E_M	<p><b>ud Estación meteorológica reprogramadora</b></p> <p>Estación meteorológica, modelo ET-System "HUNTER", conectable a programadores SRC, Pro-C, ICC, ACC y ACCD, mediante puerto SmartPort, formada por: anemómetro; plataforma de sensores de radiación solar, temperatura del aire, humedad relativa y pluviometría; módulo de control electrónico e interfaz de usuario; y adaptador para conexión con programadores de la serie ACC. Totalmente instalada y funcionando.</p>	1				1,00			
							1,00	899,20	899,20
D27XD2051	<p><b>m CABLE DE 4 PARES CATEGORÍA 6</b></p> <p>m. Cableado para circuito informático en red realizado con cable apantallado categoría 6 formado por 4 pares señalizados con distintos colores, i/tubo corrugado 13/20 en circuito independiente de otras instalaciones, totalmente colocado i/ cajas de distribución y p/p conexionado de servidor y ordenador con clavija RJ45.</p> <p>Conexionado de equipos de monitorización</p>	9	50,00			450,00			
							450,00		
							450,00	5,53	2.488,50
E040013c	<p><b>ud ANALIZADOR DE REDES TRIFÁSICO CARRIL DIN</b></p> <p>Analizador de redes trifásico Marca CIRCUTOR, modelo CVM-MINI M52081 o equivalente con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Medición de corriente .../5 ó .../1 A</li> <li>- Formato carril DIN de tan solo 3 módulos</li> <li>- Montaje en panel 72 x 72 mm con frontal adaptador (M5ZZF1)</li> <li>- Comunicación RS-485 (Modbus-RTU)</li> </ul> <p>Totalmente instalado y funcionando. Incluye los transformadores eficientes de serie MC o equivalente.</p>	2				2,00			
							2,00		

ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03.04.02	<b>ud PV-MONITOR (LINE EDS + APLICACIÓN FV)</b> El PV-Monitor de CIRCUTOR o equivalente es un gestor energético destinado a monitorizar instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo instantáneo. Dispone de un datalogger y servidor web con PowerStudio Embedded y una aplicación SCADA para tal fin. Totalmente instalado y funcionando. Incluye la conexión a la red de datos del edificio.	1				1,00	2,00	491,09	982,18
							1,00		
03.04.03	<b>ud SONDA DE RADIACIÓN</b> Sonda de radiación y temperatura MET-485 de CIRCUTOR o equivalente, para medición de radiación en planta fotovoltaica. Totalmente instalada y funcionando. Incluye la fuente alimentación.	1				1,00	1,00	676,20	676,20
							1,00		
03.04.04-3	<b>ud MEDIDOR DE CC POR STRING + TRAFOS. Tipo 3</b> Medidor de corriente continua por cada string TRH16 + Trafos M/TR 25 A de CIRCUTOR o equivalente, para medición de cada uno de los string de la planta fotovoltaica. Totalmente instalada y funcionando. Incluye el cableado necesario para el conexionado del equipo a cada uno de los trafos.	1				1,00	1,00	656,78	656,78
							1,00		
03.04.05	<b>ud MODBUS-TCP</b> Modbus-TCP o equivalente es un gestor energético destinado a monitorizar instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo instantáneo. Totalmente instalado y funcionando. Incluye la conexión a la red de datos del edificio.	1				1,00	1,00	1.979,10	1.979,10
							1,00		
03.01.03	<b>ud CDG-0 CIRCUTOR</b> Controlador dinámico de potencia con inyección Ø. Se ha seleccionado la gama de dispositivos CDP-0 o equivalente encargados de regular la producción de los inversores solares en cualquier instalación fotovoltaica para autoconsumo instantáneo, para garantizar la inyección cero a red. Totalmente instalado y funcionando. Incluye la conexión a la red de datos del edificio.	1				1,00	1,00	613,03	613,03
	Inversores	1				1,00	1,00		
							1,00	686,80	686,80
<b>TOTAL APARTADO 03.04. MONITORIZACIÓN Y CONTROL.</b>									<b>8.981,79</b>

ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>APARTADO 03.05. ESTRUCTURA SOPORTE</b>									
SOLARBLOC	u Estructura Solarbloc H-S/18 puesto en obra. Totalmente instalado								
	Suministro y montaje de Estructura fija Solarbloc H-S/18 con diferentes grados de inclinación (15,20,25 y/o 30°) o equivalente, para montaje de paneles sobre superficies planas. Incluye carriles metálicos, grapas de fijación, tornillos, y todo tipo de herrajes necesarios para su correcta instalación. Incluye placa a tierra por panel para toma de tierra a conectar por cada fila inox. tefy insp 50 mm. El precio conlleva el transporte y la instalación.								
	Total planta	615				615,00	615,00		
							615,00	109,22	67.170,30
<b>TOTAL APARTADO 03.05. ESTRUCTURA SOPORTE .....</b>									<b>67.170,30</b>
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 03. INSTALACIÓN DE GENERACIÓN:.....</b>									<b>295.005,73</b>
<b>SUBCAPÍTULO 03.1 INSTALACIÓN DE GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO</b>									
<b>APARTADO E05PNH11A CONSTRUCCIÓN NAVE DE HORMIGÓN</b>									
P03TH030	m2 Montaje de paneles de horm. pref. <15m								
							1,00	16,84	16,84
P03TH010	m2 Estruct.del panel pref.horm. nave <15m								
							1,00	85,16	85,16
E07IMP01A	m2 CUB.PANEL CHAPA PRELACA+GALVA-30								
	Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada cara exterior y galvanizada cara interior de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg/m3. con un espesor total de 30 mm., sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medida en verdadera magnitud. Según CTE DB HS.								
							1,00	39,29	39,29
M07AC010	h. Dumper convencional 1.500 kg.								
							0,09	3,07	0,28
M02CA020	h. Carretilla elev.diesel ST 1,5 t.								
							0,03	6,55	0,20
<b>TOTAL APARTADO E05PNH11A CONSTRUCCIÓN NAVE DE .....</b>									<b>14.177,00</b>
<b>APARTADO 03.1.01 Sistema HySTAT 60</b>									
03.1.01.1	Electrolizador								
	Parte electrolizadora, productora de hidrógeno del sistema HySTAT 60. Contiene 4 pilas de combustible y produce un flujo nominal máximo de 130kg/24h. Cantidad de electrolito utilizado: 610 l. De dimensiones 6,10 m x 2,44 m x 2,90 m.						1,00		
								1,00	630.000,00
03.1.01.2	Compresor								
	Compresor de membrana de PDC Machine. Presión de trabajo 700 bar.						1,00		
								1,00	150.000,00
03.1.01.3	Sistema de almacenamiento								
	El hidrógeno obtenido mediante el electrolizador se almacenará en tanques metálicos de alta presión. Como el dispensador necesita suministrar el hidrógeno a 700 bar para poder abastecer al tren de hidrógeno, se instalará un sistema de almacenamiento por etapas y en cascada.						1,00		
								1,00	200.000,00
<b>TOTAL APARTADO 03.1.01 Sistema HySTAT 60.....</b>									<b>980.000,00</b>

ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>APARTADO 03.1.01.4 Sistema de distribución (Dispensador)</b>									
	Los dispensadores de hidrógeno permiten llenar los depósitos de los vehículos de forma segura. Estos dispensadores trabajan a 440 bares aproximadamente. Pueden alcanzar caudales de entre 8 y 12 kg/ min de hidrógeno.								
	<b>TOTAL APARTADO 03.1.01.4 Sistema de distribución .....</b>								<b>350.000,00</b>
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 03.1 INSTALACIÓN DE GENERACIÓN Y .....</b>									<b>1.344.177,00</b>
<b>SUBCAPÍTULO 04. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA INSTALACIONES</b>									
VIGILANCIA	<b>SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA</b>								
	Sistema de Videovigilancia fomrado por: VIDEOGRABADOR: DVR Hikvision de 8 canales de entrada de video analógico + 4 canales de entrada de video IP, mínimo HD 1080P (NO LITE) , codificación H.265 Pro +/-H.265.Pro/H.265/H.264 +/- H.264 , Ethernet 10/100 Mbps , compatible hik-connect. CÁMARA: Cámara IP 2MP , óptica F2,8-12, sensor IR EXIR 50m, ethernet 10/100 Mbps, ONVIF, IP 66, alimentación 12VDC POE (con alimentación incluida). DISCO DURO 4TB: Disco duro HDD de 4 TB 5400rpm, 3,5", serial ATA III, para sistema de videovigilancia. SAI: Sistema de Alimentación Ininterrumpida de 900 VA. RACK MURAL: Armario mural rack 19" 9U con ventilador de techo 120mm 230VAC , regleta con 8 schuko e interruptor y bandeja. COLUMNAS: Columna de 4 m de acero galvanizado. Totalmente montado y funcionando.								
		1					1,00		
								1,00	
								1,00	3.890,06
									3.890,06
SEG.ARQUETAS	<b>OBTURADOR ARQUETAS</b>								
	Instalación de obturadores en arquetas, para evitar el robo de conductores en las mismas. Sistema Sotecable o equivalente. Incluye: tapa, soportes, placas tope y obturadores de 60 mm. En arquetas								
		2					2,00		
								2,00	
								2,00	304,37
									608,74
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 04. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y....</b>									<b>4.498,80</b>
<b>SUBCAPÍTULO 05. INSPECCIONES, LEGALIZACIÓN Y CONEXIONADO</b>									
E957	<b>u Puesta en marcha instalación fotovoltaica</b>								
	Prueba completa de la instalación fotovoltaica, comprendiendo la comprobación, mediciones y pruebas funcionamiento de la instalación completa, garantizando su correcto funcionamiento y puesta en marcha; incluido emisión de informes y documentación técnica necesaria para su correcta y completa legalizació, revisado por ingeniero técnico industrial								
		1					1,00		
								1,00	
								1,00	467,90
									467,90
E958	<b>u Legalización de la instalación</b>								
	Se facilitará a la dirección facultativa toda la documentación necesaria para la legalización de las instalaciones en función de las características de la instalación realizada y de la ubicación donde se realice la instalación según la ITC-BT-04.								
		1					1,00		
								1,00	
								1,00	650,00
									650,00
E9581-90	<b>u Inspección Organismo de Control Autorizado (OCA) para 90 KW</b>								
	Gastos Inspeccion inicial por OCA (Organismo de Control Autorizado) incluido certificado de entidad inspectora según ITC-BT-05,								
		1					1,00		
								1,00	
								1,00	411,10
									411,10
PA.CONEXIÓN.P	<b>PA Partida alzada a justificar para adecuación y conexionado de ins</b>								

ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Partida alzada a justificar para adecuación y conexonado de instalación eléctrica a las condiciones de la compañía distribuidora	1				1,00	1,00		
							1,00	12.450,00	12.450,00
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 05. INSPECCIONES, LEGALIZACIÓN Y .....</b>									<b>13.979,00</b>
<b>SUBCAPÍTULO 06. OTROS</b>									
CARTEL.OBRA	Cartel de obra 1,2m x 0,8m								
	Cartel de obra de lamas de aluminio extrusionado, con un vinilo adhesivo impreso con el contenido gráfico del cartel y una lámina protectora UVA-ANTIGRAFFITI, de dimensiones 1,20 x 0,8 m sobre dos perfiles de acero IPN 120 de 1,00 m de altura. Incluye montaje, transporte y colocación en zapatas de hormigón de 50x50x50 cm.	1				1,00	1,00		
							1,00	378,91	378,91
PLACA A3	Cartel identificativo tamaño A3 de aluminio anodizado								
	Cartel identificativo tamaño A3 de aluminio anodizado con impresión digital directa a color y con un ala perimetral	1				1,00	1,00		
							1,00	97,40	97,40
PLACA A4	Cartel identificativo tamaño A4 de aluminio anodizado								
	Cartel identificativo tamaño A4 de aluminio anodizado con impresión digital directa a color y con un ala perimetral	1				1,00	1,00		
							1,00	48,71	48,71
PA.IMPREV.PC.	PA Partida alzada a justificar para imprevistos	1				1,00	1,00		
							1,00	3.500,00	3.500,00
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 06. OTROS .....</b>									<b>4.025,02</b>
<b>SUBCAPÍTULO 08. GESTIÓN DE RESIDUOS</b>									
G.RESIDUO	m3 Retirada de residuos mixtos N.P A la planta valorización								
	Retirada de residuos mixtos en obra formada por: transporte interior, carga, transporte a planta, carga y canon de gestión.	218,69				218,69	218,69		
							218,69	31,37	6.860,31
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 08. GESTIÓN DE RESIDUOS .....</b>									<b>6.860,31</b>

ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>SUBCAPÍTULO 09. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL</b>									
<b>APARTADO 08.01 PROTECCIONES INDIVIDUALES</b>									
L01086	<b>ud Pantalla protección facial proyección partículas Cabeza</b> Pantalla facial con visor de policarbonato, con arnés para la cabeza, antiempañante, protección frente a impactos de alta velocidad y media energía y salpicaduras de líquidos. Norma UNE-EN 166.						4,00	4,70	18,80
L01092	<b>ud Chaquetilla y pantalón de trabajo, con anagrama</b> Chaquetilla, 100 % algodón, terlenka o mezcla poliéster algodón, con cremallera, cuello camisero, gomas laterales en la cintura y bolsillos; con logotipo en el pectoral izquierdo del Grupo Tragsa, Tragsa o Tragsatec en colores y vaciado (incluido en el precio) y pantalón de trabajo multibolsillos con costuras de doble pespunte botón y cremallera y refuerzos en las rodillas y en la culera. Tejido resistente al rasgado y a la abrasión. Con o sin logotipo en la tapeta del bolsillo lateral del Grupo Tragsa, Tragsa o Tragsatec en colores y vaciado (incluido en el precio). Colores: azul, verde y beige.						4,00	28,56	114,24
L01136	<b>par Guantes protección riesgo eléctrico en baja tensión</b> Guantes de protección de riesgo eléctrico en baja tensión, fabricados en material aislante, de clase O y categoría R. Norma UNE-EN 60903.						4,00	21,41	85,64
L01134	<b>par Guantes piel protección riesgos mecánicos</b> Guantes de protección contra riesgos mecánicos, en piel flor vacuno de primera y lona; resistencias mínimas: a la abrasión, 2; al corte, 1; al rasgado, 2; y a la perforación, 2. Normas UNE-EN 388, UNE-EN 420.						4,00	1,64	6,56
L01165	<b>par Zapatos de seguridad Categoría S1+P</b> Zapatos de seguridad en piel serraje (Clase I); puntera 200 J (SB); antiestáticos (A); protección del talón contra choques (E); suela antideslizante con resaltes; resistente a la perforación (P); cierre por cordones; Categoría: S1 + P (SB + A + E + P). Norma UNE-EN 20345.						4,00	12,86	51,44
L01066	<b>ud Casco de seguridad ABS o PEAD con anagrama, blanco</b> Casco de seguridad fabricado en ABS o PE de alta densidad, con atalaje de 6 cintas, bandas antisudor, agujeros de aireación, ruleta de ajuste y el anagrama en 7 colores, incluido en el precio. Color blanco. Norma UNE-EN 397.						4,00	7,25	29,00
L01090	<b>ud Gafas antipolvo montura integral</b> Gafas de montura integral. Campo de uso: líquidos; gotas; proyecciones; partículas mayores de 5 micras. Con resistencia a impactos de baja energía (F). Ocular de visión lateral ininterrumpida, con filtro de protección (3-1,2), Clase óptica (1). Resistencia al deterioro superficial por partículas finas (K) y al empañamiento (N). Adaptable sobre gafas correctoras. Normas UNE-EN 166, UNE-EN 170.						4,00	5,36	21,44
L01079	<b>ud Mascarilla autofiltrante plegada, partículas, un uso, Clase FFP2</b> Mascarilla autofiltrante plegada, con válvula; de un sólo uso; para protección contra partículas sólidas y líquidas. Clase FFP2. 12xTLV. Norma UNE-EN 149.						4,00	0,67	2,68
L01143	<b>par Guantes goma o PVC</b> Guantes de protección de longitud media fabricados en goma o PVC para trabajos húmedos de albañilería. Normas UNE-EN 388, UNE-EN 420.						4,00	1,56	6,24
L01275	<b>ud Peto desbroce</b> Peto para trabajos con motodesbrozadora; tejido exterior de poliéster y algodón; impermeable; con forro interior de FOAM de PVC de alta densidad.						2,00	36,75	73,50

ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
L01098	<b>ud Camiseta de trabajo blanca algodón 100% con anagrama</b> Camiseta blanca de algodón 100% manga corta con anagrama serigrafiado.						4,00	3,05	12,20
L01100	<b>ud chaleco alta visibilidad</b> Chaleco alta visibilidad. Clase 2 como mínimo tanto en superficie mínima de materiales como el nivel de retrorreflexión de las bandas, con cremallera. Con logotipo en el pectoral izquierdo del Grupo Tragsa, Tragsa o Tragsatec en colores y vaciado (incluido en el precio). Disponible en naranja y amarillo flúor. Norma UNE-EN 20471.						4,00	3,10	12,40
L01073	<b>ud Protector auditivo tapones con banda</b> Protector auditivo de tapones con banda (que pueda colocarse sobre la cabeza), con tapones desechables. Atenuación media 25-30db. Norma UNE-EN 352-2.						4,00	2,09	8,36
<b>TOTAL APARTADO 08.01 PROTECCIONES INDIVIDUALES</b>									<b>442,50</b>
<b>APARTADO 08.02 PROTECCIONES COLECTIVAS</b>									
L01050	<b>ud Cono balizamiento de plástico, colocado</b> Cono de balizamiento de plástico de 75 cm, reflectante s/Norma 83 IC.MOPU, colocado						10,00	14,49	144,90
L01052	<b>ud Baliza luminosa intermitente, colocada</b> Baliza luminosa intermitente para señalización, de color ámbar, con lámpara Led.						2,00	53,00	106,00
L01049	<b>m Cinta balizamiento, colocada</b> Cinta de balizamiento, incluidos soportes de 2,5 m, colocada						200,00	1,09	218,00
L01046	<b>ud Señal normalizada tráfico con soporte, colocada</b> Señal normalizada de tráfico con soporte, colocada.						3,00	9,82	29,46
L01047	<b>ud Cartel indicativo riesgo sin soporte, colocado</b> Cartel indicativo riesgo sin soporte, colocada.						1,00	3,28	3,28
L01054	<b>ud Extintor polvo ABC 6 kg, colocado</b> Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según Norma UNE 23110, colocado.						1,00	56,53	56,53
L01033	<b>ud Tapón plástico protección redondos</b> Tapón de plástico para protección de cabeza de redondo.						30,00	0,84	25,20
<b>TOTAL APARTADO 08.02 PROTECCIONES COLECTIVAS...</b>									<b>583,37</b>

## ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>APARTADO 08.03 MEDICINA PREVENTIVA</b>									
L01059	ud Botiquín portátil de obra Botiquín portátil de obra para primeros auxilios, conteniendo el material que especifica el RD 486/1997						1,00	49,05	49,05
L01063	ud Reconocimiento médico obligatorio Reconocimiento médico obligatorio efectuado a los trabajadores al comienzo de la obra o transcurrido un año desde el reconocimiento inicial.						4,00	54,46	217,84
<b>TOTAL APARTADO 08.03 MEDICINA PREVENTIVA.....</b>									<b>266,89</b>
<b>APARTADO 08.04 FORMACIÓN EN MATERIA PREVENTIVA</b>									
L01061	ud Reunión mensual Comité Seguridad Reunión mensual del Comité de Seguridad e Higiene según lo exija el Convenio Provincial.						1,00	156,26	156,26
L01062	h Formación en Seguridad y Salud Formación específica en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo según riesgos previsibles en la ejecución de la obra.						6,00	25,71	154,26
L01241	h Recurso preventivo Recurso preventivo						10,00	27,58	275,80
<b>TOTAL APARTADO 08.04 FORMACIÓN EN MATERIA.....</b>									<b>586,32</b>
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 09. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL.....</b>									<b>1.879,08</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO DON BENITO Proyecto Fotovoltaica Don Benito .....</b>									<b>1.735.506,07</b>
<b>TOTAL .....</b>									<b>1.735.506,07</b>

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
----------	---------	-------	---

---

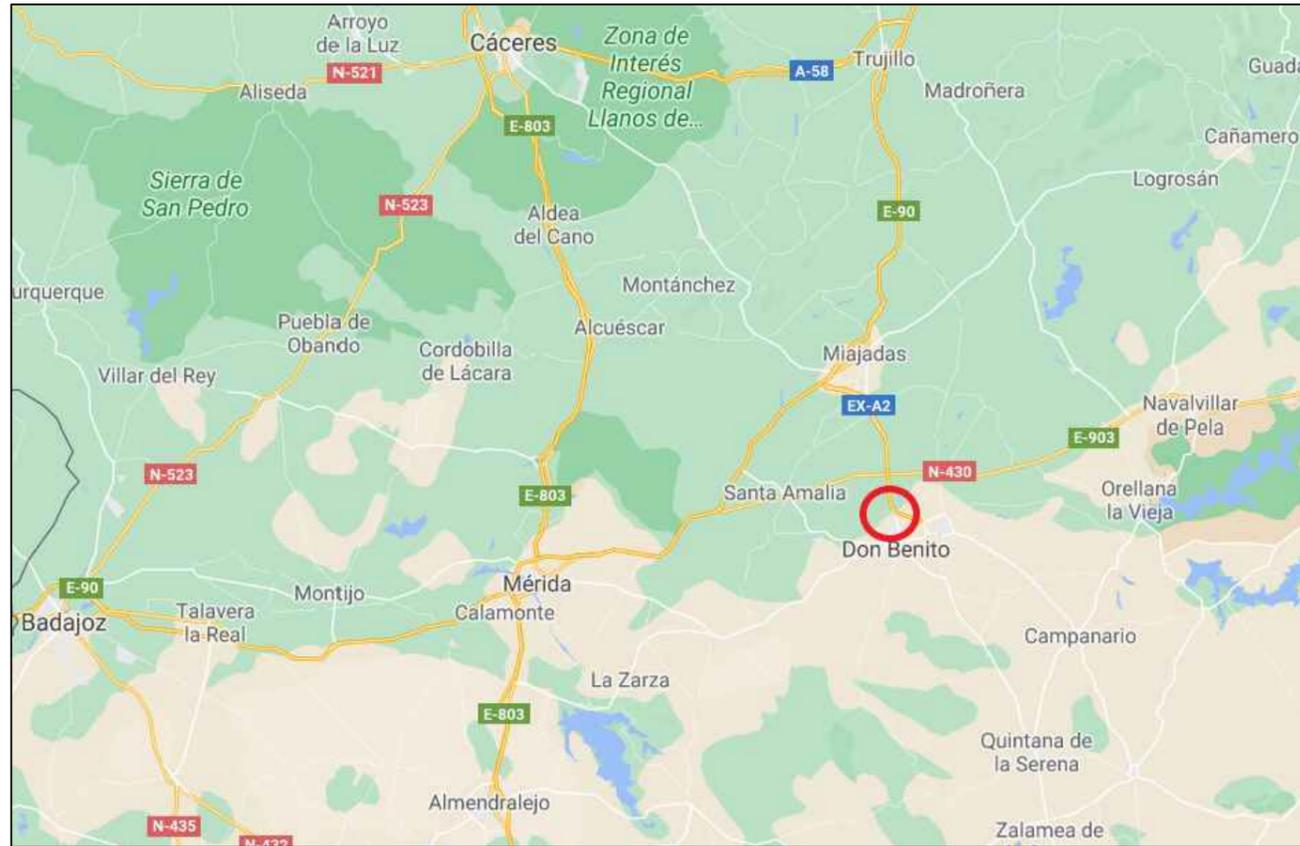
### 3 RESUMEN DE PRESUPUESTO

DON BENITO	Proyecto Fotovoltaica Don Benito .....	1.735.506,07	100,00
-01.	-ACTUACIONES PREVIAS .....	57.705,26	
-02.	-OBRA CIVIL .....	7.375,87	
-03.	-INSTALACIÓN DE GENERACIÓN: CAMPO SOLAR .....	295.005,73	
-04.	-INSTALACIÓN DE GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO .....	1.344.177,00	
-05.	-SISTEMAS DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA INSTALACIONES .....	4.498,80	
-06.	-INSPECCIONES, LEGALIZACIÓN Y CONEXIONADO .....	13.979,00	
-07.	-OTROS .....	4.025,02	
-08.	-GESTIÓN DE RESIDUOS .....	6.860,31	
-09.	-SEGURIDAD Y SALUD LABORAL .....	1.879,08	
	<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>1.735.506,07</b>	
	13,00 % Gastos generales .....	225.615,79	
	6,00 % Beneficio industrial .....	104.130,36	
	SUMA DE G.G. y B.I.	329.746,15	
	21,00 % I.V.A. ....	364.456,27	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>	<b>2.395.692,58</b>	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>2.429.708,49</b>	

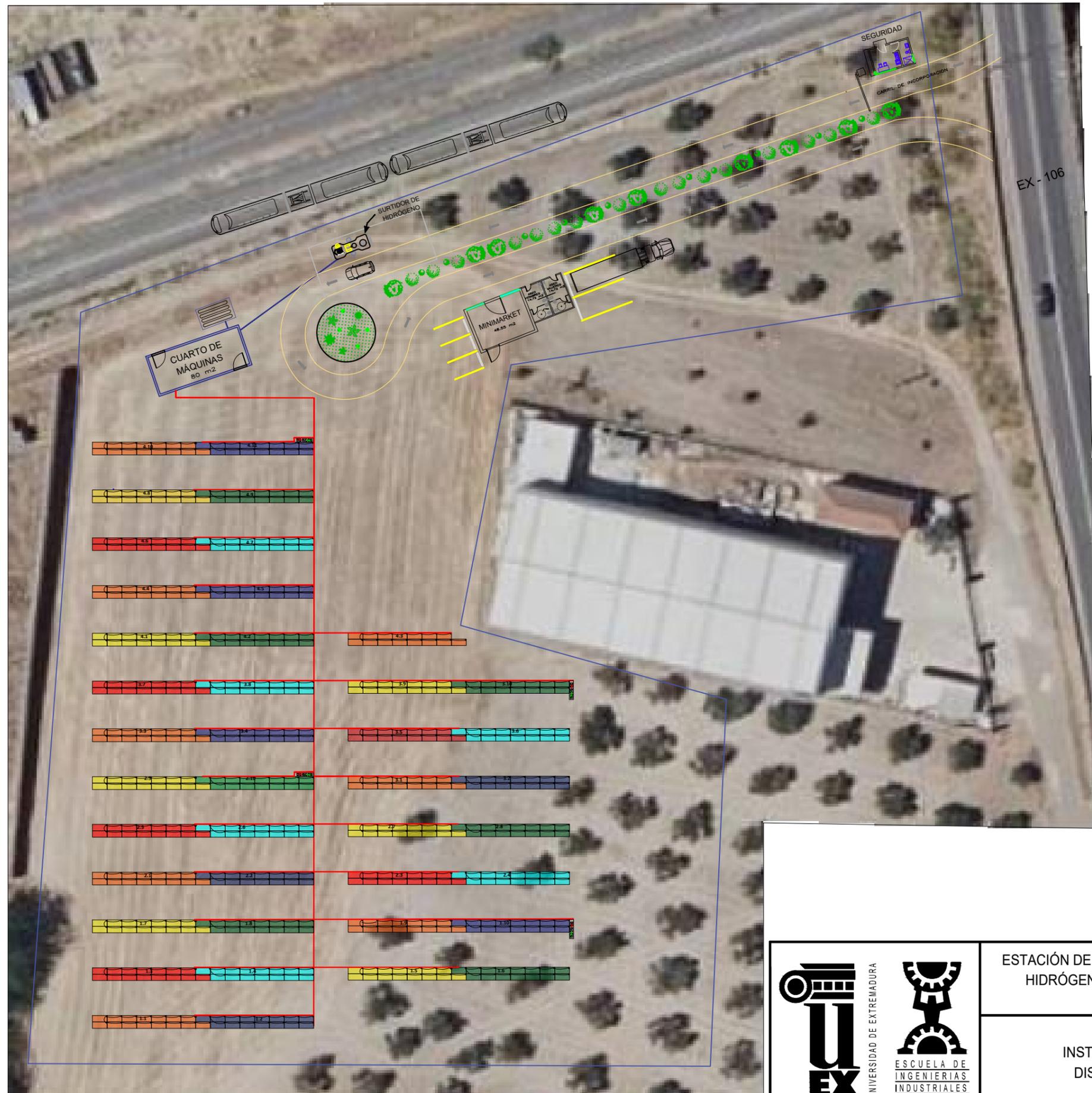
Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DOS MILLONES CUATROCIENTOS VEINTINUEVE MIL SETECIENTOS OCHO EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

## **VII. PLANOS**

- 1 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO**
- 2 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA**
- 3 ZONA DE PRODUCCIÓN Y SUMINISTRO**
- 4 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**
- 5 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS**
- 6 CUADROS DE CORRIENTE CONTINUA Y CORRIENTE ALTERNA**
- 7 ESTRUCTURA DEL SOPORTE**
- 8 ESQUEMA UNIFILAR**



	ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)	Alumno: Márquez Gil, Alba Montserrat
	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	Fecha: julio de 2021
		nº plano: 01
		escalas: S/E



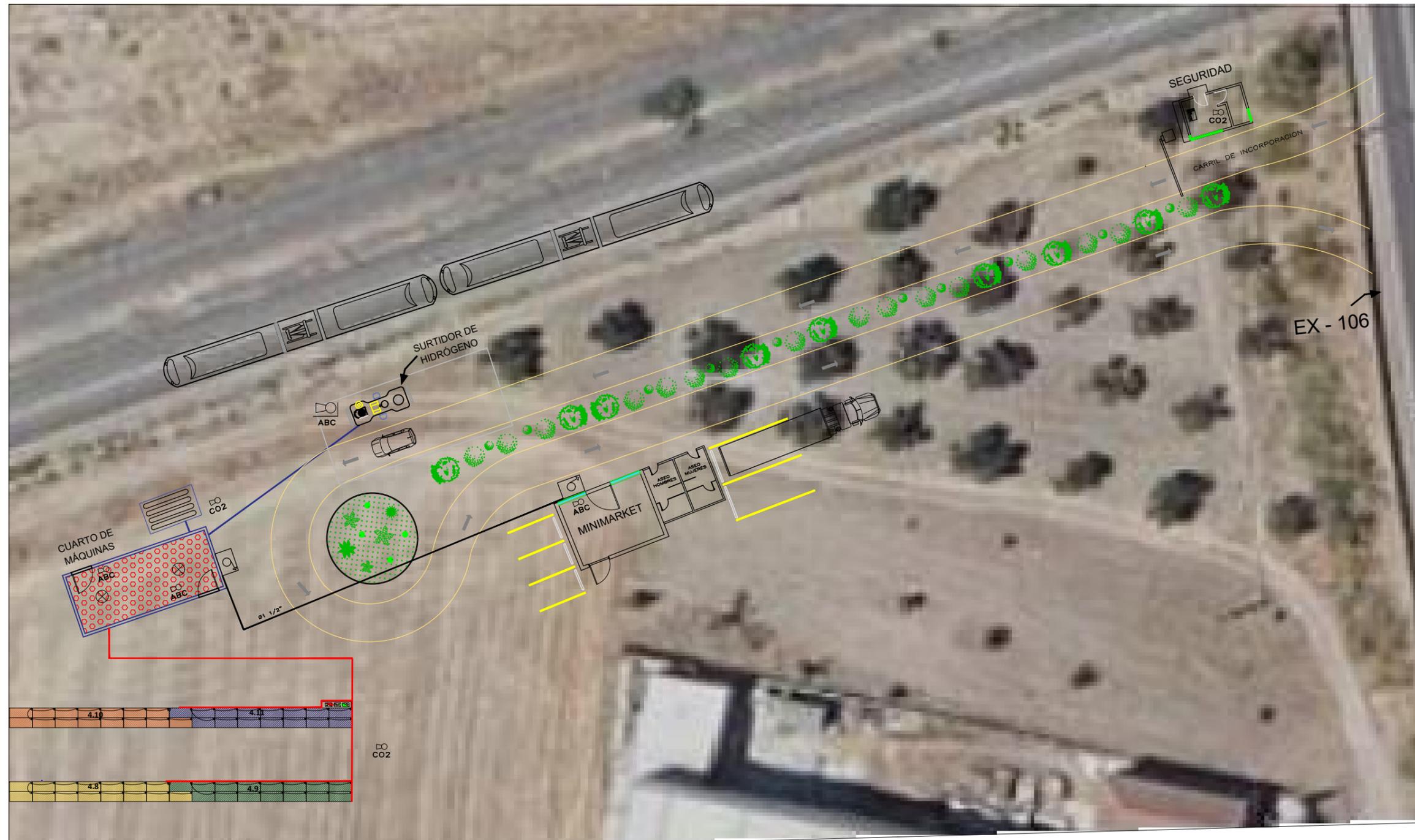
ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE  
HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS  
(HIDROGENERA)

HIDROGENERA CON  
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Alumno:	Márquez Gil, Alba Montserrat
Fecha:	julio de 2021
nº plano:	02
escalas:	1:600



 UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA	 ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)	Alumno: Márquez Gil, Alba Montserrat
		DETALLE ZONA DE PRODUCCIÓN Y SUMINISTRO DE HIDRÓGENO	Fecha: julio de 2021 nº plano: 03 escalas: 1:350

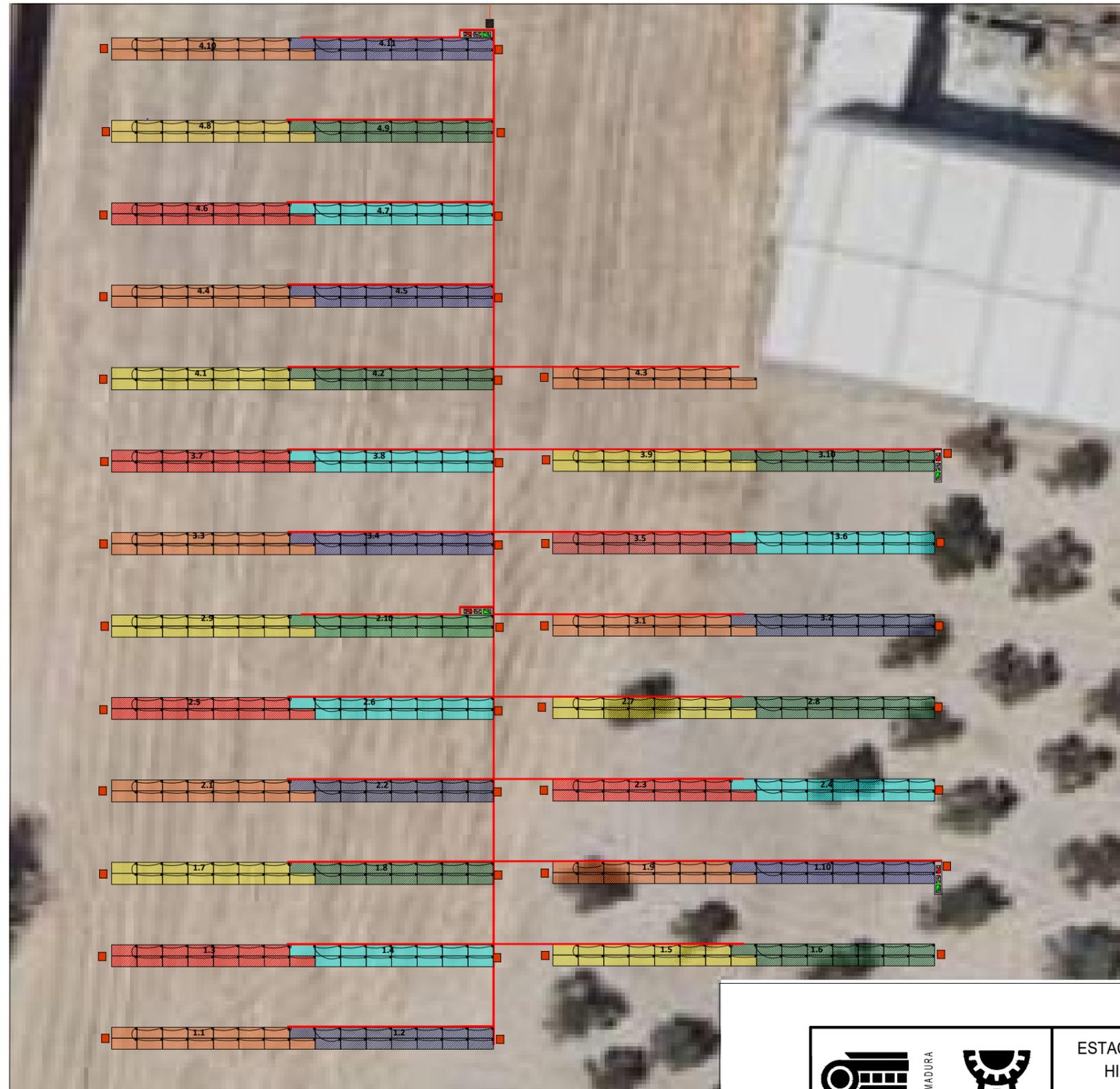


**LEYENDA PCI**

	EXTINTOR CO2
	EXTINTOR ABC EN CARRO 25 kg
	EXTINTOR ABC
	BOCA DE INCENDIO EQUIPADA 25mm
	DETECTOR DE ÓPTICO INCENDIO
	CENTRAL DE ALARMA
	RED DE BIEs



ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS (HIDROGENERA)	Alumno: Márquez Gil, Alba Montserrat
	Fecha: julio de 2021
INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	nº plano: 03
	escalas: 1:350



ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE  
HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS  
(HIDROGENERA)

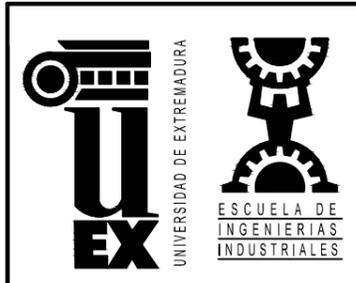
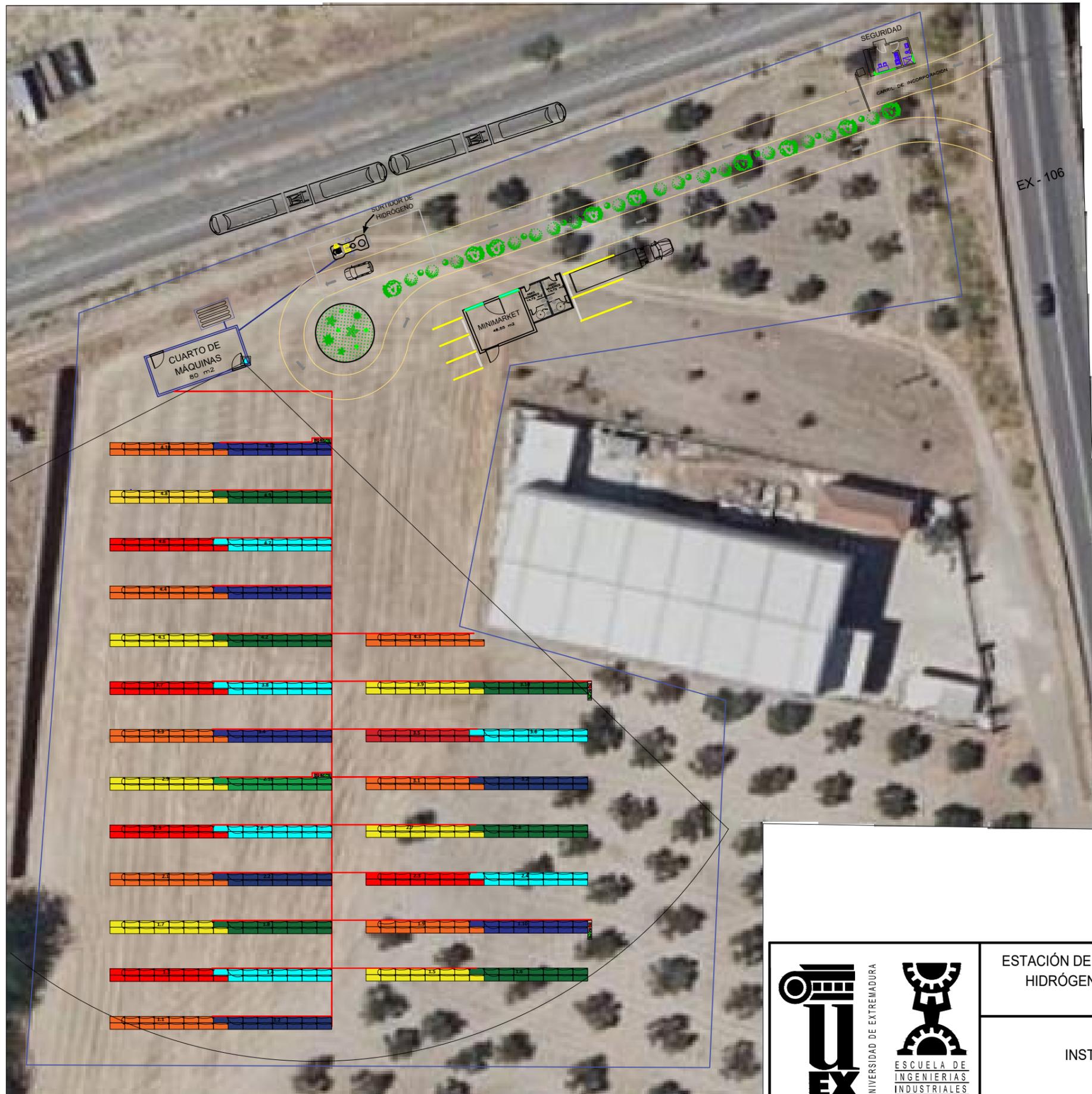
DETALLE ZONA DE PRODUCCIÓN Y SUMINISTRO  
DE HIDRÓGENO

Alumno:  
Márquez Gil,  
Alba Montserrat

Fecha: julio de 2021

nº plano: 05

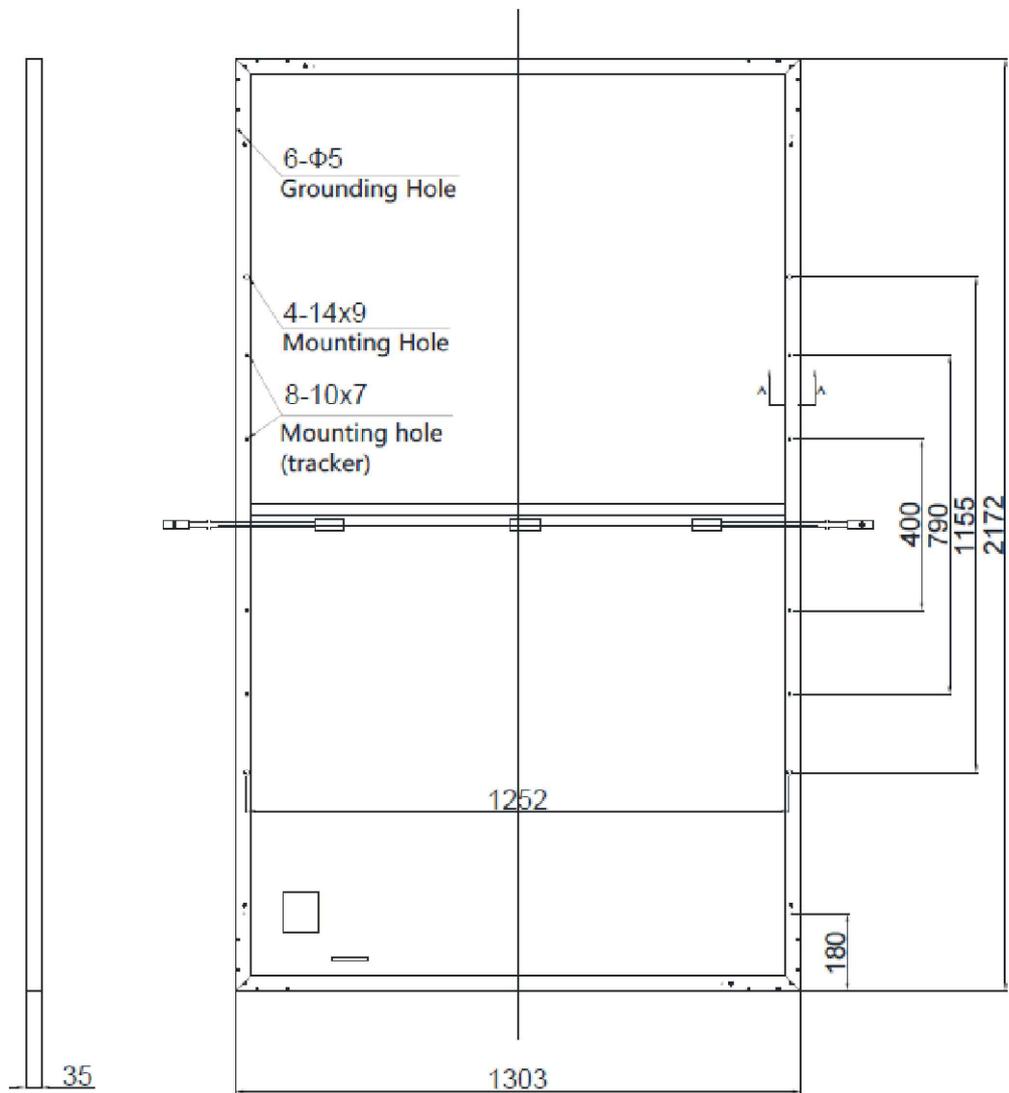
escalas: 1:400



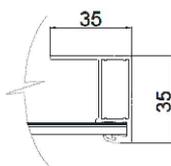
ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE  
HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS  
(HIDROGENERA)

INSTALACIÓN CONTRA ROBO

Alumno:	Márquez Gil, Alba Montserrat
Fecha:	junio de 2021
nº plano:	06
escalas:	1:600



Section A-A



ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE  
HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS  
(HIDROGENERA)

MÓDULO FOTOVOLTAICO

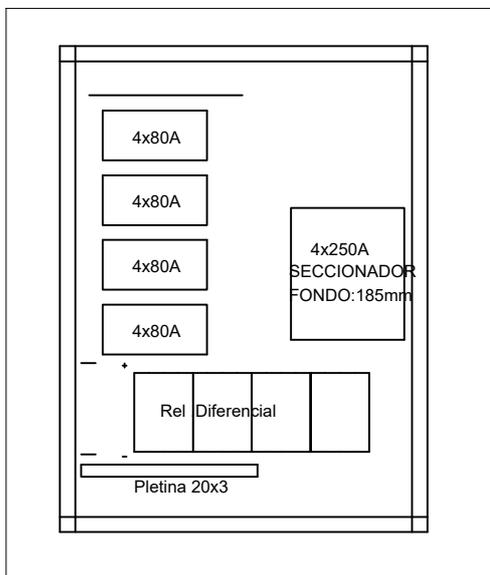
Alumno:  
Márquez Gil,  
Alba Montserrat

Fecha: julio de 2021

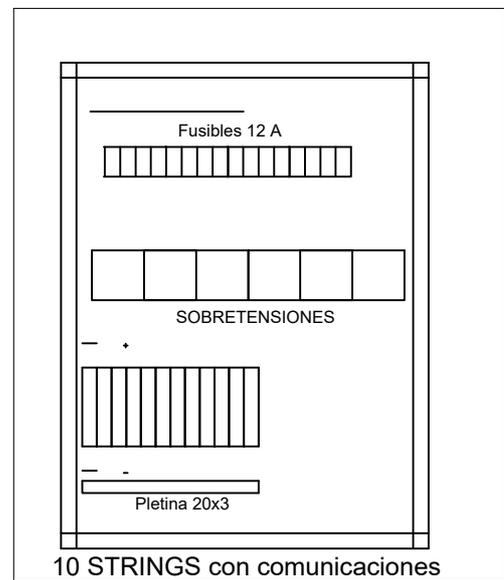
nº plano: 07

escalas: S/E

CUADRO BAJA TENSION  
CA



CUADRO BAJA TENSION  
CC



ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE  
HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS  
(HIDROGENERA)

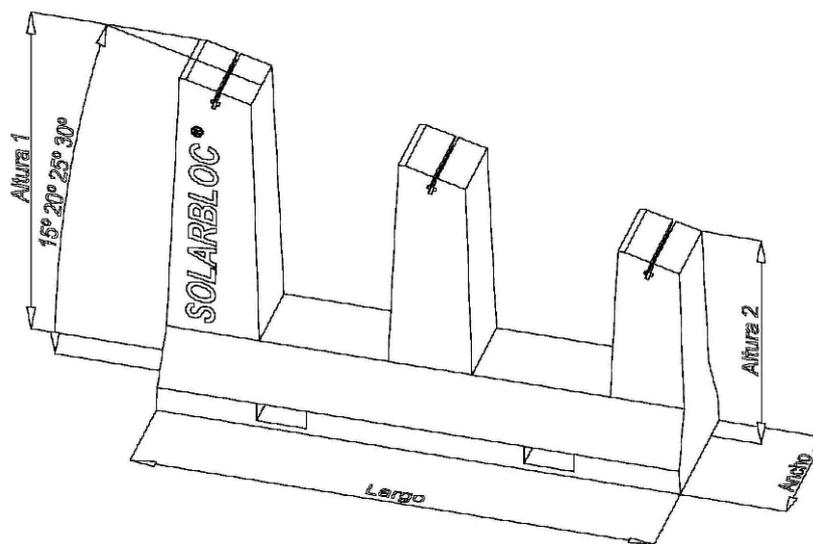
HORNACINA DE CORRIENTE CONTINUA Y  
HORNACINA DE CORRIENTE ALTERNA

Alumno:  
Márquez Gil,  
Alba Montserrat

Fecha: julio de 2021

nº plano: 08

escalas: S/E



Datos de las piezas				
Inclinación	15°	20°	25°	30°
Altura 1 (cm)	110,87	117,96	125,46	133,53
Altura 2 (cm)	64,69	56,29	48,14	40,31
Largo (cm)	156,89	156,89	156,89	156,89
Ancho (cm)	40,00	40,00	40,00	40,00
Peso (kg)	550,00	550,00	550,00	550,00
Composición	HM-20			



ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE  
HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS  
(HIDROGENERA)

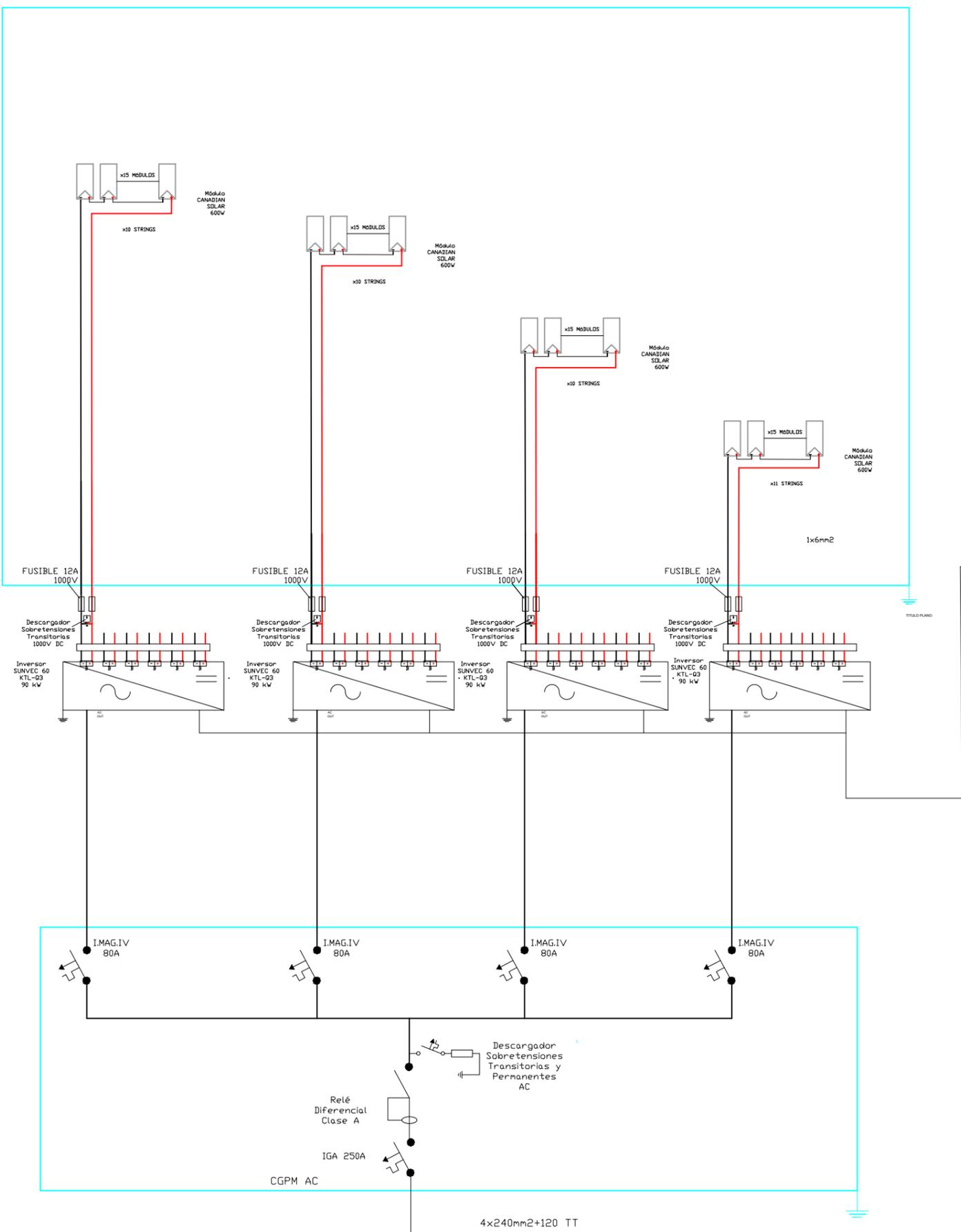
Nombre del plano

Alumno:  
Márquez Gil,  
Alba Montserrat

Fecha: julio de 2021

nº plano: 09

escalas: S/E

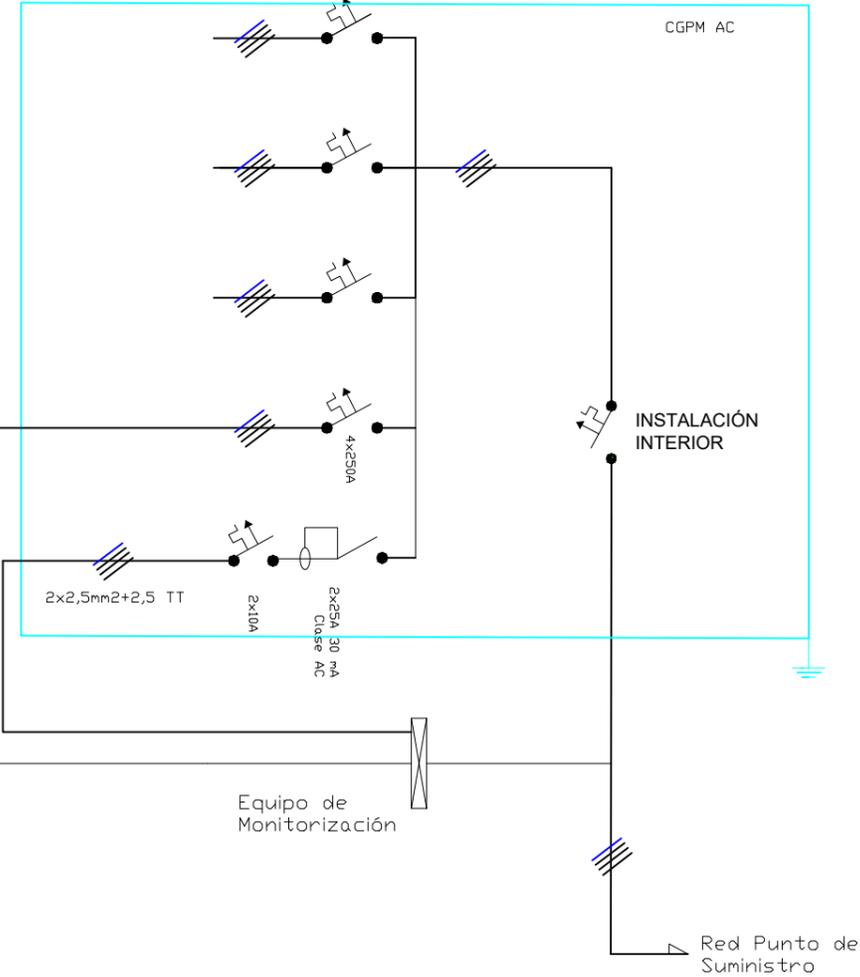


**LEYENDA**

	INVERSOR
	DIFERENCIAL
	MANEOTÉRMICO
	FUSIBLE
	PUNTO DE SUMINISTRO RED
	EQUIPO DE MONITORIZACIÓN
	TIERRA

**LEYENDA**

	POLO POSITIVO
	POLO NEGATIVO
	FASE/NEUTRO



ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE  
HIDRÓGENO PARA FLOTA DE VEHÍCULOS  
(HIDROGENERA)

ESQUEMA UNIFILAR

Alumno:	Márquez Gil, Alba Montserrat
Fecha:	julio de 2021
nº plano:	10
escalas:	S/E