



**ANEXO I AL PROYECTO BÁSICO DE PLANTA DE
ELECTRÓLISIS DE PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO
VERDE "MORERUELA" EN GRANJA DE MORERUELA
(ZAMORA)**

MARZO 2022



1	ANTECEDENTES	6
2	OBJETO	6
3	TÉCNICO REDACTOR.....	6
4	TITULAR DE LA INSTALACIÓN.....	6
5	EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN	7
6	NORMATIVA APLICABLE.....	7
7	INFRAESTRUCTURA DE ALMACENAMIENTO	11
	7.1 SUSTANCIA A ALMACENAR.....	11
	7.2 INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO	12
8	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ELECTRÓLISIS.....	13
	8.1 ESQUEMA DE LA PLANTA	14
	8.2 TECNOLOGÍA DE ELECTRÓLISIS	16
	8.3 RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO	18
	8.4 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA DE ELECTRÓLISIS	19
	8.5 DATOS TÉCNICOS DE LA PLANTA	25
	8.6 CLASIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD	25
	8.7 PROVISIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUAS	26
	8.7.1 Descripción del sistema de osmosis inversa	28
	8.7.2 Descripción del sistema de electrodesionización EDI.....	28
	8.8 TRATAMIENTO DE EFLUENTES Y EVACUACIÓN DE AGUAS.....	29
	8.8.1 Descripción de la planta de tratamiento	30
	8.8.2 Afecciones del tratamiento de efluentes.....	31
9	INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN	32
	9.1 USO AL QUE SE DESTINA.....	32
	9.2 RELACIÓN DE LUMINARIAS, LÁMPARAS Y EQUIPOS AUXILIARES.....	32
	9.2.1 Descripción general de la instalación.....	33
	9.2.2 Características luminotécnicas y de implantación.....	33
	9.2.3 Nivel de iluminación.....	33
	9.2.4 Distancia entre puntos de luz. Factor de uniformidad.....	33
	9.2.5 Altura de la instalación.....	33
	9.2.6 Descripción de los elementos de la instalación	33
	9.2.7 Luminarias	33
	9.2.8 Equipos de encendido.....	33
	9.2.9 Lámparas.....	34
	9.2.10 Columnas	34
	9.2.11 Conductores.....	34
	9.2.12 Cajas de conexión y derivación.....	35
	9.2.13 Sistema de puesta a tierra de la instalación de iluminación.....	35
	9.2.14 Centros de mando. Descripción.....	36

9.2.15	Acometida	36
9.2.16	Circuitos	36
9.3	PRINCIPALES PARÁMETROS DE LA INSTALACIÓN:.....	36
9.3.1	Factor de utilización (<i>f_u</i>)	36
9.3.2	Factor de mantenimiento (<i>f_m</i>)	36
9.3.3	Eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares ϵL	37
9.3.4	Rendimiento de las luminarias (η)	37
9.3.5	Flujo hemisférico superior instalado (<i>FH_{Sinst}</i>)	37
9.3.6	Disposición espacial adoptada.....	37
9.3.7	Relación luminancia/iluminancia (<i>L/E</i>).....	37
9.4	RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO	38
9.5	MEDIDAS ADOPTADAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA Y AHORRO ENERGÉTICO EN LA INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN.....	38
10	EMISIONES PREVISIBLES: TIPO Y CANTIDAD.....	39
10.1	AGUAS Y SUELOS	39
10.2	ATMÓSFERA.....	40
10.3	RESIDUOS.....	40
11	APLICACIÓN DE LAS MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES (MTD) A LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO POR ELECTRÓLISIS	41
11.1	SOBRE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL	42
11.2	CONTROL.....	42
11.3	EMISIONES AL AGUA.....	43
11.3.1	Consumo de agua y generación de aguas residuales.....	44
11.3.2	Recogida y separación de aguas residuales	45
11.3.3	Tratamiento de aguas residuales.....	46
11.3.4	Niveles de emisiones asociados a las MTD para las emisiones al agua	48
11.4	RESIDUOS.....	48
11.5	EMISIONES AL AIRE	48
11.5.1	Recogida de gases residuales.....	49
11.5.2	Tratamiento de gases residuales.....	49
11.5.3	Combustión en antorcha	50
11.5.4	Emisiones difusas de COV	50
11.5.5	Emisiones de olores.....	50
11.5.6	Emisiones de ruidos.....	51
11.6	MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES PARA LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO.....	51
11.6.1	Alternativas de generación de hidrógeno.....	52
	Alternativa 1: Electrólisis del agua a partir de fuentes de energía renovables (H₂ verde)	52
	Alternativa 2. Reformado con vapor y Gasificación	52
11.6.2	Justificación de la alternativa seleccionada.....	53

12	PRESUPUESTO	54
13	ANEJO: ACTUALIZACIÓN CÁLCULOS LUMÍNICOS	56
14	ANEJO: ACTUALIZACIÓN ESTUDIO DE EFICIENCIA INST. LUMÍNICA.....	57
15	ANEJO: ACTUALIZACIÓN ESTUDIO DE RUIDOS	58
16	PLANOS.....	59
	16.1 SITUACIÓN.....	59
	16.2 DISTANCIAS 5 KM	59
	16.3 EMPLAZAMIENTO.....	59
	16.4 DISTRIBUCIÓN DE SISTEMAS DE LA INSTALACIÓN	59
	16.5 VISTAS Y COTAS DE LA INSTALACIÓN.....	59
	16.6 INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN EXTERIOR.....	59
	16.7 ESQUEMA DE PROCESO	59

1 Antecedentes

El proyecto básico de actividad Power to Gas para planta de Electrólisis de producción de H2 Verde "MORERUELA" en Granja de Moreruela (Zamora) elaborado por el Ingeniero Industrial [REDACTED] es visado con fecha 07/08/2021 con número de visado EGR2100514 por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Andalucía Oriental.

El presente anteproyecto tiene por objeto describir las características generales de la instalación y servir de base para la preparación del Proyecto de Ejecución de las instalaciones que se describen, siendo insuficiente para proceder al inicio de las obras de construcción.

2 Objeto

El objeto del presente anexo es actualizar la planta y equipos utilizados, reestructurando la distribución de los mismos y la definición de los elementos de almacenamiento de hidrógeno, de acuerdo con la normativa de almacenamiento de productos químicos y de equipos a presión.

- Se pasa de una solución basada en dos electrolizadores de 17,5 MW a presión atmosférica a una solución de 4 electrolizadores de 10 MW, más compactos, y que trabajan a 40 bares.
- Se incorpora una descripción más detallada del sistema de aguas de la planta y vertido.
- Se incorpora descripción sobre el almacenamiento de hidrógeno de la planta.
- Se incorporan apartados específicos indicados en el artículo 12 del Real Decreto Legislativo 1/2016, completando información que se encontraba dispersa en el proyecto básico y en el estudio de impacto ambiental.

Esto lleva consigo también la actualización de estudios ya realizados de la planta, como es el de ruidos y de iluminación exterior.

3 Técnico redactor

La presente separata al anteproyecto es redactada por [REDACTED], Ingeniero Industrial, colegiado número [REDACTED] en el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Andalucía Oriental.

4 Titular de la instalación

El titular de la instalación es "UTU SOLAR, S.L. " con NIF B-04959284.

5 Emplazamiento de la instalación

La instalación de electrólisis objeto de este proyecto se instalará sobre terrenos en Granja de Moreruela (Zamora). Los terrenos están ubicados en:

- **Polígono 1, Parcela 1035** en el T.M. de *Granja de Moreruela (Zamora)* con referencia catastral **49104A001010350000WQ**.
- **Polígono 1, Parcela 1036** en el T.M. de *Granja de Moreruela (Zamora)* con referencia catastral **49104A001010360000WP**.
- **Polígono 1, Parcela 1037** en el T.M. de *Granja de Moreruela (Zamora)* con referencia catastral **49104A001010370000WL**.

6 Normativa Aplicable.

Los sistemas fotovoltaicos, la planta de electrólisis, y la zona de almacenamiento, así como sus componentes asociados estarán diseñados de acuerdo con las siguientes leyes, decretos, reglamentos, normas y especificaciones nacionales e internacionales:

- **Reglamento EU 2016/631** de la Comisión, de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red y su adaptación al sistema eléctrico español.
- **2014/35/UE** Sobre la armonización de las legislaciones de los estados miembros en materia de comercialización de material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión y que modifica la Directiva Europea 2006/95/CE de cumplimiento con los requerimientos técnicos y de seguridad para la interconexión a la red de Baja Tensión.
- **Directiva Europea 2009/28/CE** del parlamento europeo y del consejo de 23 de abril de 2009 relativa al fomento de uso de energía procedente de fuentes renovables.
- **2004/108/CE** Directiva Europea de Compatibilidad Electromagnética (EMC).
- **R.D. Ley 23/2020**, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- **R.D. Ley 7/2006**, de 23 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes en el sector energético.
- **R.D. 647/2020** de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión a determinadas instalaciones eléctrica.
- **R.D. 15/2018** de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- **R.D. 513/2017** Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios

- **R.D. 186/2016**, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.
- **R.D. 187/2016**, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- **R.D. 413/2015** 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.
- **R.D. 840/2015**, de 21 de septiembre, 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. 337/2014** de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 23.
- **R.D. 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.
- **R.D. 198/2010**, de 26 de febrero, por el que se adaptan determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico a lo dispuesto en la Ley 25/2009, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- **R.D. 223/2008**, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- **R.D. 2060/2008**, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- **R.D. 661/2007** de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de energía eléctrica en régimen especial.
- **R.D. 436/2004** por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- **R.D. 2267/2004** Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales
- **R.D. 842/2002** Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias
- **R.D. 379/2001** Reglamento de almacenamiento de productos químicos.
- **R.D. 1098/2001** Real Decreto sobre Reglamentación General de Contratación.
- **R.D. 1955/2000** Actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- **R.D. 809/2021** Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- **R.D. 656/2017** Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE APQ 0 a 10

- **R.D. 840/2015** Medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en el que intervengan sustancias peligrosas.
- **Directiva 2012/18/UE** del parlamento europeo relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- **Norma UNE-ISO 22734-1:2008** y **Norma ISO 22734-2:2011** Requisitos de construcción, funcionamiento y seguridad de los equipos generadores de hidrógeno
- **Ley 10/2019**, de 22 de febrero, de cambio climático y transición energética.
- **Ley 24/2013** Sector eléctrico.
- **Orden TED/749/2020**, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión.
- Norma Técnica de Supervisión de la Conformidad de los Módulos de Generación de Electricidad según el Reglamento NTS 2016/631, de 18 de julio de 2019.
- **UNE-EN 61215:2017** Módulos fotovoltaicos (FV) para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- **UNE 20.439** Control de aceptación de los contadores de corriente alterna clase II.
- **UNE 21.310** Contadores de energía eléctrica de corriente alterna.
- **IEC 364** Instalaciones eléctricas de edificios.
- **CEC 503** Los módulos solares están aprobados y homologados para cumplir los requerimientos de la Comisión Europea de la U.E. (Acuerdo N° 503) en el Centro de Investigación Comunitaria de Ispra, Italia.
- **NTE-IEP/1973**, "Instalaciones de electricidad-puesta a tierra"
- Recomendaciones UNESA, guías de aplicación y Normalización Nacional. Normas UNE.

Otra normativa aplicable:

- **R.D. 2267/2004**, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- **R.D. 105/2008**, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- **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. 1627/1997**, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

- **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. 485/1997** de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- **Ley 314/2006** Código Técnico de Edificación y Documentos Básicos para su cumplimiento.
- **Ley 38/1999**, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- **Ley 31/1995**, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- **Ley 11/2018**, de 21 de diciembre, de ordenación territorial y urbanística sostenible de Extremadura.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica
- Directivas Europeas de seguridad y compatibilidad electromagnética.
- Ley número 88/67 de 8 de noviembre Sistema Internacional de Unidades de Medida SI, así como la Ley 3/1985 de metrología.
- Ordenanzas de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OSHT) y Reglamento de Prevención de Riesgos Laborales, así como toda normativa que la complemente.
- Normas particulares y de normalización de la compañía suministradora de energía eléctrica
- Normas particulares y de normalización de la compañía suministradora de gas

7 Infraestructura de almacenamiento

La instalación de electrólisis que se define en el proyecto, tendrá una capacidad de hasta 640 kg de Hidrógeno a la hora. Como ya se ha mencionado previamente, este hidrógeno dispondrá de varias vías de evacuación para su distribución y venta. Las principales vías serán a través de ducto a consumidores cercanos y a la red nacional de gasoductos de ENAGAS. También se distribuirá a través de la carga y transporte de camiones que llevarán el hidrógeno a alta presión hasta puntos de consumo como hidrogeneras u otros consumidores industriales.

Como puede verse, son varias las posibilidades de salida del hidrógeno, por lo que la demanda y forma de consumo es compleja de predecir. Además, la producción, si bien es totalmente gestionable, en general responderá a patrones económicos (principalmente a horas de producción solar fotovoltaica y horas de bajos precios energéticos). Esto genera un evidente salto entre producción y consumo que ha de valorarse y que se abordará con el almacenamiento del hidrógeno en la planta, actuando como elemento de acumulación y acople de la producción del hidrógeno y la demanda final de los consumidores.

7.1 Sustancia a almacenar

De acuerdo con el Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, y sus correspondientes clasificaciones derivadas de la aplicación de las normas de clasificación del citado Reglamento, el producto a almacenar será el **Hidrógeno gaseoso**. Este irá almacenado a presión y se distribuirá también a alta presión, en función del uso final.

En las instalaciones se almacenará, única y exclusivamente, hidrógeno gaseoso. No existirá ninguna otra sustancia química o mezcla dentro del perímetro de la instalación de almacenamiento de Hidrógeno. Si podrá existir un pequeño almacenamiento de sustancias destinadas al mantenimiento de las instalaciones de manera temporal y siempre en lugar diferenciado del destinado al almacenamiento de hidrógeno, **no existiendo en ningún caso un Almacenamiento Conjunto de varias sustancias.**

Todo ello de acuerdo con la normativa aplicable: Real Decreto 840/2015 que aprueba las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas; Real Decreto 656/2017, que establece el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10; y el Real Decreto 809/2021, que aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias. En el caso de los Reglamentos de Almacenamiento de Productos químicos así como el de Equipos a Presión, no existe ITC concreta para el almacenamiento fijo de hidrógeno, por ello entendemos que es de aplicación la normativa general siendo conocedores que podrá legislarse en el corto plazo al respecto y/o podrán exigirse Instrucciones Técnicas Complementarias que inicialmente puedan entenderse como que no aplican pero que por criterios técnicos y de seguridad el regulador decida que son de aplicación, como puede ser el caso de la ITC MIE APQ-5 de

Almacenamiento de gases en recipientes a presión móviles si el regulador lo estimase necesario de satisfacer por razones de seguridad y/u otros.

7.2 Instalación de Almacenamiento

La instalación de almacenamiento estará formada por hasta 60 depósitos cilíndricos de 200.000 L de capacidad. El objetivo es almacenar la cantidad de hidrógeno necesario para garantizar una producción continua y dar fiabilidad de suministro a los consumidores de hidrógeno asociados a la planta por HPAs (Hydrogen Purchase Agreement). El volumen total de almacenamiento será, por tanto, de 12.000.000 litros. La presión de almacenamiento será de 40 bares de presión, teniendo cada depósito una capacidad en masa de hidrógeno de 720 kg, para un máximo de 43,2 toneladas de Hidrógeno.

Estos tanques serán de cilíndricos de dimensiones 3.500 mm · 22.300 mm (D·L)

Como características de los tanques de almacenamiento:

	1 Tanque	Playa de Almacenamiento
Capacidad	200 m ³	120.00 m ³
Dimensiones	D3.500 mm · 22.300 mm	60 uds · D3.500 mm · 22.300 mm
Presiones	40 bar (máx 45 bar)	40 bar (máx 45 bar)
Temperatura de servicio	-20°C – T ambiente	-20°C – T ambiente
Capacidad (40 bar 0°C)	720 kg H ₂	43.200 kg H ₂
Norma	Directiva 2014/68/UE, de aparatos a presión.	

- Depósito para almacenamiento a presión de hidrógeno comprimido en estado gas, a temperatura ambiente.
- Cilíndrico, instalación horizontal, sin aislamiento térmico.
- Presión máxima admisible (PS) de 40 bar, con presión máxima de diseño de 45 bar.
- Temperatura de trabajo entre -20°C y temperatura ambiente.
- Homologado de acuerdo con la Directiva 2014/68/UE (Directiva Europea de Equipos a Presión) y normativa traspuesta.
- Fabricado en acero al carbono, con los controles e inspecciones necesarios para un adecuado almacenamiento de hidrógeno gaseoso.
- Procesos de soldadura controlados para el uso de hidrógeno.
- Con tratamiento térmico específico para H₂.
- Con control de defectos internos del acero para su utilización con hidrógeno a presión, Radiografiado el 100% del cuerpo del depósito, con prueba de resistencia a la presión y resto de controles de acuerdo con legislación, Declaración de Conformidad y código aplicable.
- Superficie exterior decapada por granallado y protegida por pintura de imprimación de alto poder anticorrosión y poliuretano reflectante.

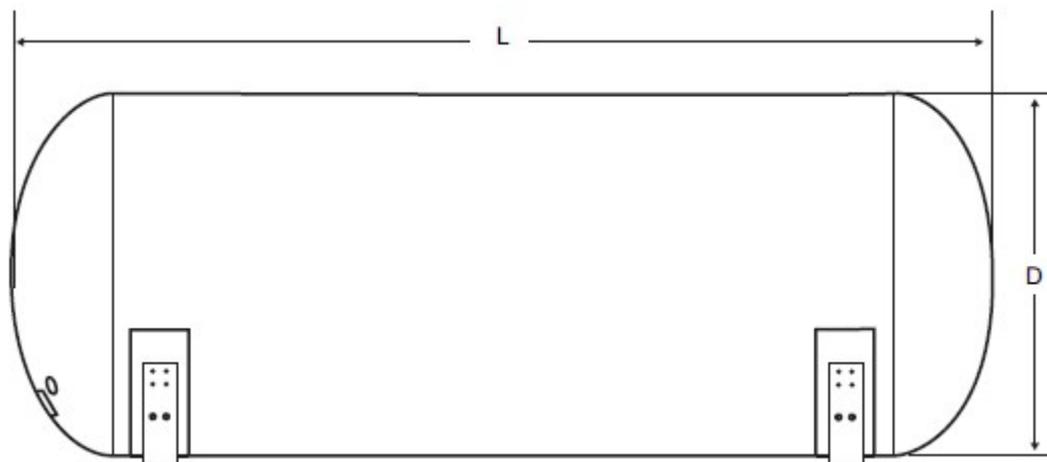


Ilustración 1. Esquema de un tanque de almacenamiento de hidrógeno.

La playa de almacenamiento irá sustentada sobre zapatas de hormigón. Cada conexión de los tanques al sistema de llenado y vaciado de los mismos irá con caudalímetro y sensores de presión y temperatura con el fin de controlar la carga/descarga de los tanques, conocer el estado en cada momento e identificar potenciales fugas y desperfectos durante la operación de la instalación.

La instalación irá totalmente vallada y dispondrá de un sistema de alarma anti intrusismo y anti incendios. Dispondrá además de una instalación contraincendios de acuerdo con la normativa de establecimientos industriales, desplegándose una red de hidrantes que permitan la extinción y limitación de un incendio en caso de producirse. No se prevén otro tipo de sistemas de contención de fugas, derrames y/u otros dada la naturaleza del hidrógeno, que al ser un gas muy ligero enseguida sube de cota y se dispersa. Sí que existirán cubetas para la recogida de aceite relacionada con los sistemas de compresión para el llenado/vaciado de la instalación de almacenamiento, en caso de que existiese una fuga de aceite lubricante, para evitar que afecte al medio y que suponga un potencial riesgo ambiental o de incendio, aunque estos serán de pequeño tamaño y escasa incidencia o relevancia en la instalación.

En la instalación no existirá trasiego de maquinaria o personas salvo para la realización de las propias labores de mantenimiento y operación de la instalación: revisión y reparación de las válvulas, sustitución, o cambio de depósitos mediante grúa pluma, purgados parciales de instalaciones y otros.

8 Descripción de la instalación de electrólisis

La instalación objeto, se ubicará en las parcelas mencionadas en el apartado de emplazamiento. Dicha instalación consiste en una planta generadora de hidrógeno mediante electrólisis del agua alimentada con energía de origen renovable proveniente de una instalación fotovoltaica de 50 MW en el mismo emplazamiento.

La potencia de diseño de la planta será de **40 MW eléctricos para producir hidrógeno** a partir de agua

desmineralizada, con una producción de hasta **720 kg/h de hidrógeno de alta pureza**, tras pasar por una planta de purificación, llegando a valores de pureza por encima del 99,999%, que es el requerimiento necesario para su utilización en células de combustible.

El electrolizador PEM genera dicho hidrógeno a 40 bar de presión, y tras pasar por el proceso de purificación, se conducirá a una zona de tanques de almacenamiento con una capacidad total estimada en **40.000 kg de hidrógeno**.

8.1 Esquema de la planta

A continuación, se describen de forma esquemática los distintos componentes de la planta, así como su interconexión a través de los flujos del proceso.

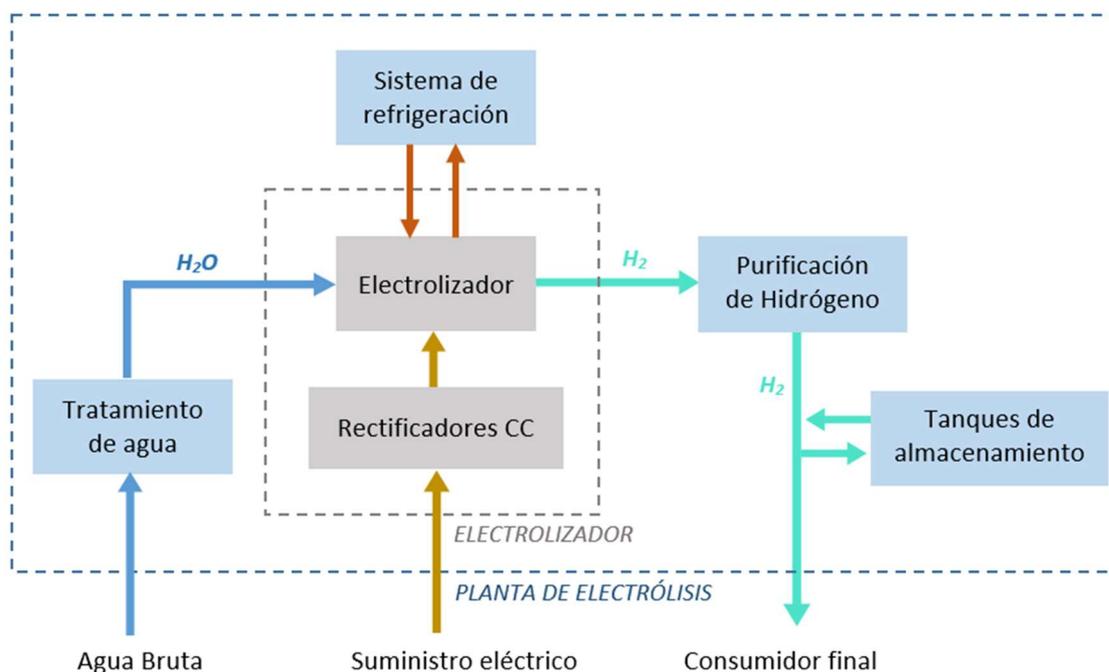


Ilustración 2. Esquema de la planta.

Dentro del esquema se distinguen los componentes que son parte del electrolizador, es decir, las membranas, y los rectificadores de corriente continua. Por otra parte, se describen de la misma forma el resto de componentes auxiliares que son parte de la planta y están fuera del proceso de electrólisis.

- **Tratamiento de aguas**

Planta de osmosis inversa para la purificación de agua bruta, que además incluye un equipo de electro-deionización (EDI), para cumplir con los requerimientos de agua de electrólisis.

- **Rectificadores CC**

Transforman y convierten el suministro eléctrico de corriente AC a media tensión a CC para alimentar al electrolizador. Están refrigerados por agua, y situados anexos al área del electrolizador.

- **Electrolizador**

El electrolizador recibe una corriente de agua desionizada y la separa a su vez en dos corrientes de hidrógeno H₂ y oxígeno O₂, mediante el suministro de corriente continua de los rectificadores. La corriente de hidrógeno pasa al sistema de purificación y tratamiento de gases, mientras que la de oxígeno se ventea al ambiente de manera controlada.

Este componente, así como la planta de tratamiento de aguas, se instalarán en naves industriales con todos los sistemas de seguridad, zona de mantenimiento y sala de control para el correcto funcionamiento de los sistemas.

- **Sistema de refrigeración**

La electrolización es un proceso que genera un calentamiento considerable por la elevada corriente del proceso, de modo que tanto los rectificadores, como las membranas, deben mantener una temperatura de trabajo y evacuar el calor mediante un circuito cerrado de agua de refrigeración. El sistema de refrigeración se localizará fuera de la nave de electrolizadores, en contacto con el aire ambiente.

- **Purificación de hidrógeno**

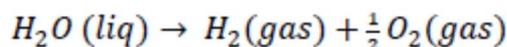
La corriente de gases de salida del electrolizador contiene partes de oxígeno, así como de vapor de agua saturado. Estos elementos deben eliminarse para obtener hidrógeno de la calidad necesaria. El oxígeno se retirará en una estación de separación mientras que la humedad será evacuada en un sistema de secado.

- **Tanques del almacenamiento**

El último paso antes de la utilización de hidrógeno para el consumidor final, será el almacenamiento en una zona de tanques horizontales a presión. Esto es necesario para adaptar las distintas curvas de producción y demanda variables, dar flexibilidad al suministro, y actuar como un sistema integrado de almacenamiento a gran escala. Estos tanques estarán localizados en una gran área anexa a las edificaciones de electrólisis, al aire libre, ocupando un área estimada de una hectárea.

8.2 Tecnología de electrólisis

El electrolizador es el núcleo del proceso de generación de hidrógeno verde, consiste en un dispositivo electroquímico donde se realiza la reacción de disociación de agua en hidrógeno y oxígeno según la siguiente ecuación:



Al descomponer la molécula de agua en oxígeno e hidrógeno mediante la aplicación de una determinada cantidad de energía (corriente eléctrica y calor), se produce una reacción global de oxidación-reducción.

La energía requerida para este proceso es obtenida por el paso de corriente eléctrica a través de dos electrodos, los cuales están separados por medio de un diafragma, en la electrólisis alcalina, o una membrana en el caso de la electrólisis *PEM*.

De cara a explicar de forma detallada su funcionamiento, existen tres tecnologías principales:

- **Electrólisis alcalina.**

Es el sistema más maduro y de mayor recorrido en la industria actual, también es fácilmente escalable. Utiliza hidróxido de potasio (KOH) como electrolito y medio de electrólisis en un rango de temperaturas entre 60 y 90 °C. Es una tecnología madura y escalable al rango de megavatios, una de sus mayores ventajas es una eficiencia mayor en el proceso, (menor cantidad de energía eléctrica por hidrógeno producido, en kWh/Nm³). Por otro lado, presenta varias desventajas importantes como son el uso del mencionado hidróxido de potasio, un componente tóxico, que requiere un manejo delicado, y la necesidad de trabajar a una temperatura mínima de al menos 60°C, lo que la hace menos flexible a la hora de trabajar de forma intermitente.

- **Electrólisis de alta temperatura**

Utiliza una membrana cerámica con vapor de agua como medio en un rango de 700 a 900 °C. Es una tecnología aún en desarrollo y solo disponible en laboratorios y proyectos de demostración que se aleja mucho de las necesidades que se plantean en el presente proyecto

- **Electrólisis PEM**

Los sistemas de electrolizadores *PEM*, de las siglas en inglés de Membrana de Intercambio de Protones (*Proton Exchange Membrane*), utilizan una membrana polimérica y agua como medio electrolítico en un rango de temperatura ambiente a 80°C.

Es una tecnología madura y disponible comercialmente. tienen una serie de ventajas sobre el resto de tecnologías de electrólisis. Presenta gran sintonía con la generación renovable ya que es capaz de trabajar a temperatura ambiente, con un inicio en frío, y además puede trabajar de manera intermitente y a varios niveles de carga de manera óptima. Al igual que la electrólisis alcalina existe experiencia con esta tecnología

y es escalable al orden de megavatios.

Gracias al uso de estas membranas de intercambio protónico su respuesta de operación es más rápida, por lo que resultan ser más compactos y de menor volumen que un electrolizador alcalino. La siguiente ilustración muestra el proceso de electrólisis de agua en un electrolizador tipo *PEM*.

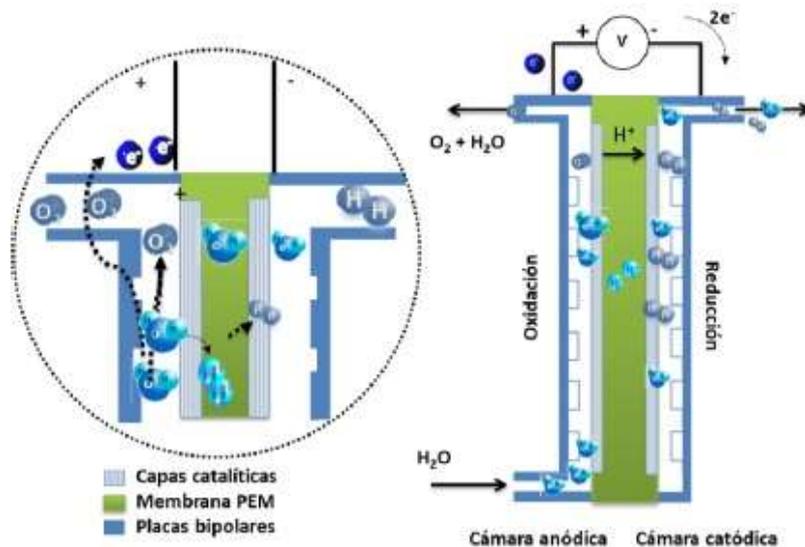
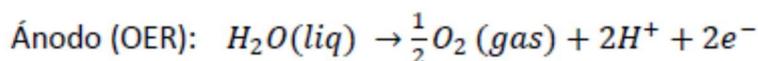


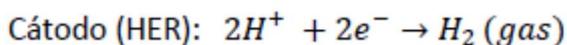
Ilustración 3. Esquema general de la reacción de electrólisis en la tecnología *PEM*.

Tal y como se muestra en la figura anterior, el agua alimentada fluye a través de los canales, oxidándose en el ánodo para liberar O_2 y H^+ . Esta reacción es conocida como reacción de evolución de oxígeno (OER), según la siguiente ecuación:



Los iones H^+ formados fluyen entonces a través de la membrana, y los electrones por otro lado, circulan por el circuito externo hasta el cátodo, cerrando el circuito eléctrico que suministra potencial para llevar a cabo el proceso.

En el cátodo, los protones que llegan a través de la membrana de intercambio iónico, se encuentran químicamente adsorbidos en el electro-catalizador. Éstos se recombinan con los electrones que llegan a través del circuito externo, formando así las moléculas de hidrógeno, las cuales son desprendidas en forma de gas. Esta reacción es conocida como la reacción de evolución de hidrógeno (HER), según la siguiente ecuación:



La electrólisis del agua basada en tecnología *PEM* ofrece una serie de ventajas para la producción de hidrógeno respecto a otras tecnologías, entre las que destacan:

- Electrolizador compacto, y fácilmente escalable en potencias desde la escala de 1 KW hasta +100 MW.

- No es necesario el uso de productos químicos como en el caso de los electrolizadores alcalinos. Lo cual no trae aparejado riesgo medioambiental por derrame de sustancias químicas.
- Posibilidad de producir gases a alta presión en la propia instalación sin necesidad de aporte energético adicional, ya que la reacción puede generar presión interna en las membranas.
- Mayor flexibilidad, con respuesta más rápida frente a alimentación variable (como el caso de las renovables del presente proyecto)

Por todo ello, el sistema de electrolización *PEM* es la elección natural para nuestro sistema de producción de hidrógeno verde.

8.3 Régimen de funcionamiento

El modo de funcionamiento de la planta, así como su implantación irán en consonancia con el desarrollo de la demanda de hidrógeno verde en la zona. Un electrolizador puede trabajar de manera continua y casi ininterrumpida y en el régimen de carga que más se desee o adapte a los requerimientos de producción, de generación renovable o de red –por ejemplo, si se desarrolla normativamente la posibilidad de dar soporte y servicios de red. El diseño de la instalación se realizará de acuerdo a un funcionamiento continuo, a plena carga del electrolizador por largos periodos ininterrumpidos.

Sin embargo, la producción final se ajustará más mediante mecanismos de mercado. Funcionará con mayor continuidad durante horas con buena radiación solar (autoconsumiendo toda la energía disponible de la instalación fotovoltaica de autoconsumo asociada) y durante las horas en las que el precio de la energía sea considerablemente bajo, ya sea por contratos PPA con certificación verde o mediante el consumo de energía renovable en el POOL eléctrico, pues además coinciden periodos –por ejemplo en primavera- con abundante producción renovable –eólica, hidráulica y solar- lo que se traduce en precios por debajo de la media anual que pueden favorecer al funcionamiento 24/7.

Así pues, por un lado, la actividad hace un uso intensivo de la electricidad, su consumo de red va a ser principalmente en horas de baja demanda eléctrica –ya que gran parte de la energía será autoconsumida durante el día y es durante la noche cuando hace un uso intensivo de la red y su curva e consumo no solo es estable y predecible, sino que puede programarse y coordinarse con el gestor de red de transporte o de distribución.

Por lo tanto, por definición, el proceso de electrólisis de la planta entra dentro de la definición de consumidor electrointensivo y solo necesita cumplir una serie de requisitos adicionales como pueden ser tener un consumo total (incluido autoconsumo) de 40 GWh anuales y hacer al menos la mitad de dicho consumo en periodo tarifario 6 (en periodos de baja demanda), lo que equivale a un consumo nocturno en periodo tarifario 6 de algo menos a 600 h anuales.

8.4 Distribución de la planta de electrólisis

Dentro del recinto del proyecto, se emplazarán las edificaciones y equipos asociados a la planta de electrólisis. El emplazamiento de esta planta estará dentro de los límites de los terrenos del campo fotovoltaico, en la esquina NW de la finca objeto. La superficie estimada para la planta de electrólisis ocupa unos 5.000 m².

La ilustración 4 muestra un ejemplo de la distribución propuesta para los equipos principales de la planta, y se describen a continuación en los epígrafes.

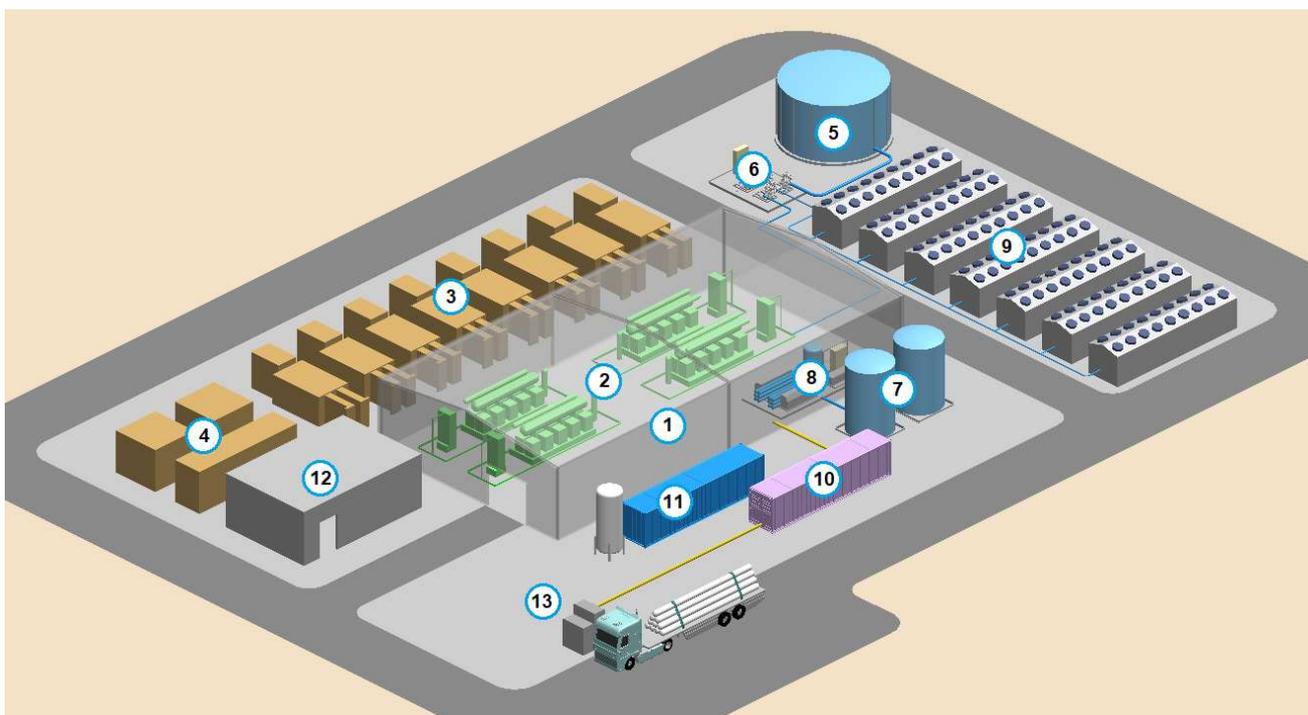


Ilustración 4. Distribución de equipos de la planta

① Nave de electrolizadores.

Aloja los equipos de electrólisis, a la vez que está aislada de otros sistemas, incluye todos los elementos de seguridad necesarios para la operación de una planta industrial de hidrógeno, acceso para maquinaria, zona de mantenimiento, sistema anti incendios y puente grúa. Esta nave no sobrepasará la altura de 7m, y tendrá una superficie aproximada de 700 m².

De estas instalaciones, parte una línea de hidrógeno, aún en estado saturado y con partículas de oxígeno disueltas, hacia el sistema de purificación.

② Electrolizadores 4 x 10 MW.

El núcleo del sistema de electrólisis son los electrolizadores PEM, en este caso, 4 módulos agrupados en baterías de 10 electrolizadores interconectados, Cada módulo es un subsistema independiente y produce un caudal de hidrógeno, mediante el bombeo de agua desionizada a través de las membranas, y con el aporte

de la corriente continua.

Los cuatro módulos de electrolizadores funcionan en paralelo a diferentes regímenes de carga para cubrir la demanda necesaria en cada momento.

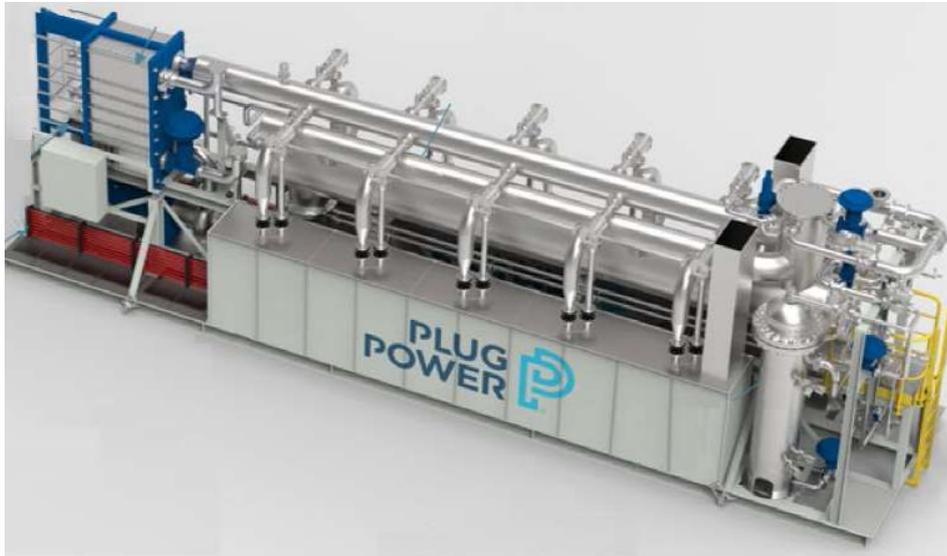


Ilustración 5. "Array" de electrolizadores, 10 MW.

③ Equipos transformadores-rectificadores.

Asociado a cada módulo de electrolizadores, se sitúan ocho unidades de transformadores de 6,6 MVA cada uno, a 30 kV de alimentación. Estos a su vez están conectados a rectificadores de corriente continua de 5 MW para alimentar los electrolizadores. Estos equipos están situados a la intemperie, anexas a la nave de electrolizadores.

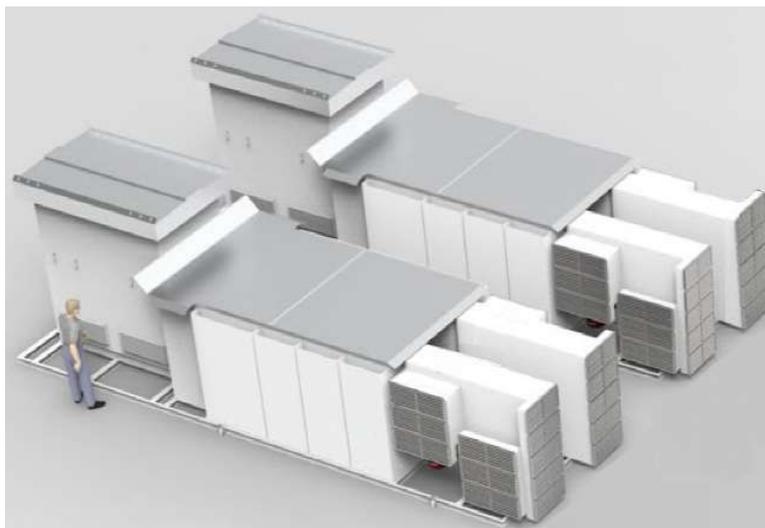


Ilustración 6. Grupo de transformadores-rectificadores para un sistema de 10 MW

④ **Transformadores auxiliares.**

Esta batería de transformadores alimentará los componentes auxiliares de la planta, como bombas de refrigeración, compresores, y todos los consumidores eléctricos no asociados al proceso de electrólisis.

⑤ **Tanque de agua bruta.**

Para el acopio de agua bruta de los pozos, previa al tratamiento de purificación, se dispondrá de un tanque vertical de 250 m³. Podrá dar suministro a la planta durante varios días en caso de ocurrir interrupciones en el recurso hídrico de la parcela. También aporta agua de reemplazo al sistema de refrigeración de los electrolizadores.

La altura total del tanque no superará la de la nave de electrólisis.



Ilustración 7. Ejemplo de tanques de agua para plantas industriales.

⑥ **Bombas de refrigeración.**

Estación de bombeo del circuito cerrado de agua de refrigeración necesaria para todos los sistemas de la planta que necesitan evacuar calor, principalmente los módulos de electrólisis, transformadores y compresores de hidrógeno.

⑦ **Tanques de agua de proceso.**

Situados cerca de la planta de electrólisis, se alimentan del agua purificada de la planta de tratamiento, y actúan como reservorio pulmón de agua desionizada y pura para alimentar los electrolizadores de forma interrumpida en función de su demanda.

Se han previsto dos tanques verticales de 60 m³ cada uno para esta finalidad. La altura será siempre inferior a la de la nave de electrólisis, para disminuir en lo posible el impacto ambiental.

⑧ **Planta de tratamiento de aguas.**

Situado en la misma nave de electrolizadores, se dispondrá de una planta de tratamiento por osmosis, para

purificarla antes de entrar en el proceso de electrólisis, el agua de entrada al electrolizador debe tener una conductividad muy baja, menor a $<1 \mu\text{S}\cdot\text{cm}$.

Para lograr estas condiciones, el sistema incluye dos pasos de osmosis inversa enlazados con recirculación, para mejorar la eficiencia global, así como una estación de electro-deionización (EDI).



Ilustración 8. Planta industrial de Osmosis.

⑨ Planta de refrigeración.

Consiste en una batería de enfriadores adiabáticos de alta eficiencia. El flujo de agua de refrigeración, propulsado por las bombas de refrigeración, circula en ciclo cerrado entre los equipos a que necesitan evacuar calor y los enfriadores. La demanda El sistema completo ocupa un área de 470 m^2 .



Ilustración 9. Batería de enfriadores adiabáticos.

⑩ Sistema de purificación de hidrógeno.

Etapa final de la planta de electrólisis, que incrementa la pureza del hidrógeno hasta un 99,999% (5 ppmv de oxígeno, 5 ppmv de humedad). En esta planta, localizada en exterior, dentro de un contenedor marítimo y perimetrada como zona ATEX, el hidrógeno comprimido se separa del oxígeno existente en la corriente de gases, mediante un sistema DE-OXO. Es una unidad de tratamiento de gases de probada eficacia, y sencilla, que se puede dividir en una reacción catalítica (limpieza) en el DE-OXO y una reacción de adsorción (secado), dónde la humedad presente en el gas se separa finalmente.



Ilustración 10. Sistema DE-OXO y secado de hidrógeno.

Durante el proceso se eleva la temperatura del hidrógeno y por ese motivo además se necesita de un enfriador. Además, la planta incluye los compresores de trasiego de hidrógeno, o "boosters", encargados de llevar el hidrógeno purificado a la playa de almacenamiento.

⑪ Sistema de inertización y equipo de aire comprimido.

Separada de las naves principales, y dentro de un contenedor marítimo, este sistema consiste en un skid de válvulas automáticas para la inertización mediante nitrógeno de los electrolizadores en las paradas.

La inertización con nitrógeno consiste en hacer pasar una corriente de este gas inerte a través de todos los componentes del electrolizador en contacto con oxígeno e hidrógeno, para evacuar los restos de estos gases que pudieran quedar en el proceso de parada, y eliminar los riesgos de explosión e incendios asociados a la acumulación de estos gases inflamables.

El equipo está conectado a un tanque de nitrógeno líquido que alimenta la inertización bajo demanda. De fácil acceso el suministro mediante un camión cisterna de forma periódica.



Ilustración 11. Ejemplo de tanque de nitrógeno líquido.

Además, dentro del mismo contenedor se encuentra el compresor de aire de servicio, para hacer funcionar toda la valvulería y sensores de la planta industrial, mediante una red de aire comprimido seco a 5-7 Bar.

⑫ Sala de control.

Edificio anexo a la nave de electrolizadores que contiene todos los equipos necesarios para el control de la planta. Armarios eléctricos, sistemas de control, autómatas, sistemas de adquisición de datos... Además de una sala de control para los operarios y el jefe de planta, lugar de trabajo del personal de operación.

⑬ Zona de carga de camiones.

Además de la zona de almacenamiento de hidrógeno, se aprovisionará de un área suficiente, cerca de la zona de la planta de tratamiento de hidrógeno, para la carga de camiones con hidrógeno a alta presión para su distribución a consumidores locales. Esta estación de carga incluye un compresor para subir la presión hasta 1000 bar.

8.5 Datos técnicos de la planta

LOCALIZACIÓN	Moreruela (T.M. Granja de Moreruela)
Coordenadas	40°56'03.1"N 5°49'52.4"W
Potencia electrólisis	40 MW
Potencia instalada (electrólisis + auxiliares)	54,76 MVA
Tipo de instalación	Nave industrial + Equipos aislados
Superficie ocupada por la planta	5000 m ²
Altura máxima de las edificaciones	7,5 m
Conexión a subestación	Pendiente de punto de conexión
Tecnología electrólisis	Membrana de Intercambio de Protones "PEM"
Producción nominal de H ₂	720 kg/h
Producción nominal de O ₂ *	5.760 kg/h
Presión de salida del H ₂	40 Bar
Consumo de agua bruta	78.300 m ³ /año
Grado de pureza de H ₂	>99,999%
Consumo de agua de proceso	58.700 m ³ /año
Volumen de agua de rechazo	19.600 m ³ /año
Conductividad máxima del agua de proceso	<1 μS·cm
Sistema de tratamiento de agua	Osmosis Inversa + Electro-Desionización
Capacidad de almacenamiento	60 tanques de 660 kg a 40 bar = 39,6 Ton de H₂
Compresor almacenamiento	> 40 bar
Compresor distribución a camiones	> 220 Bar
Tipo de suelo necesario	Industrial
Clasificación	Industria química

* El oxígeno generado por la planta puede llegar a las 130 Ton diarias. Esta corriente será circulada a un ramal de venteo, y liberada a la atmósfera. Sin embargo, este recurso se puede tratar como un sub-producto de la planta, de forma que, existiendo una viabilidad económica, pudiera almacenarse y comercializarse en el futuro.

8.6 Clasificación de la actividad

La actividad principal que se va a desarrollar en la instalación es la catalogada en función de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas CNAE 2059 como Fabricación de otros productos químicos n.c.o.p por tratarse de una instalación generadora de hidrógeno a partir de agua y energía eléctrica renovable, cuyo origen principal será la instalación fotovoltaica de autoconsumo asociada a la planta y otra parte será

mediante PPA con origen renovable garantizado.

El proceso de producción se especifica y puede verse con detenimiento en los diversos apartados, donde se utilizará un autoconsumo fotovoltaico, así como apoyo de la red eléctrica, para generar hidrógeno verde a partir de agua. Este hidrógeno se almacenará temporalmente en las proximidades de la planta de electrólisis hasta su destino final, que será su distribución mediante camiones a consumidores de hidrógeno verde – electrolineras para su uso en transporte o en industrias para procesos o calor- y para su inyección en la red de distribución y transporte de gas natural.

Se trata de una actividad destinada a la transformación energética mediante una planta fotovoltaica de autoconsumo y el consumo de electricidad verde –mediante certificados de origen. Esto redonda en el concepto de economía circular y transformar la energía eléctrica en un vector energético verde, como hidrógeno.

Los principales servicios que se prestarán serán los complementarios a la actividad industrial.

- Logística de carga-descarga de vehículos adaptados para el transporte de hidrógeno verde hasta los consumos en industrias y hidrogeneras.
- Oficinas administrativas para la gestión energética de la planta, monitorizando el autoconsumo fotovoltaico y el consumo energético de los electrolizadores.
- Seguridad de la planta de generación de Hidrógeno, así como de la planta fotovoltaica.

8.7 Provisión y tratamiento de aguas

El abastecimiento de agua para la alimentación de los electrolizadores y los usos básicos de la planta de electrólisis y su autoconsumo asociado proveerá de pozos ubicados en la parcela de la planta de hidrógeno y deberá partir de una concesión de agua de uso industrial. Dicha concesión se deberá gestionar en la Confederación hidrográfica correspondiente como una nueva concesión o cambio de uso de la existente, siendo cada proyecto un caso particular a analizar.

En el caso de Moreruela, existen varios pozos y prospecciones para pozos nuevos de forma que el abastecimiento de agua estará asegurado. El agua obtenida de la finca se almacenará en los depósitos descritos en el apartado 1.6. a fin de que el proceso de electrólisis tenga un caudal constante de alimentación ante fluctuaciones en el abastecimiento.

Se estiman, de forma anual, para la capacidad de producción de hidrógeno de la planta, los siguientes consumos de agua bruta.

Corrientes	m ³ /año
Agua bruta	78300
Agua de proceso	58700
Rechazo	19600

El agua es la principal materia prima para la generación de hidrógeno mediante electrólisis, la misma sufrirá un proceso de ósmosis inversa para llevar agua desmineralizada al electrolizador. La ósmosis inversa es muy eficaz en el tratamiento de agua salobre, superficial y subterránea, y adecuada para instalaciones de gran caudal, pero para conseguir un agua con los requerimientos del electrolizador, es decir, una conductividad muy baja, es necesario además un tratamiento de Electrodesionización "ED".

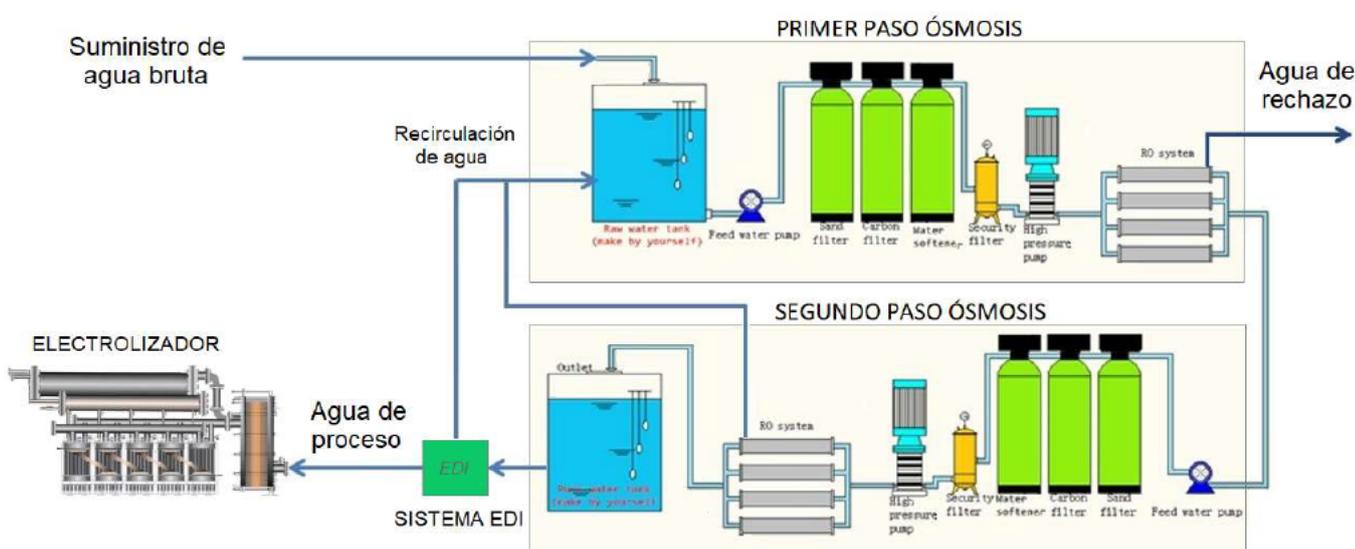


Ilustración 12. Esquema de tratamiento de agua a la electrólisis.

En términos generales, el proceso de tratamiento del agua bruta para hacerla apta al proceso de electrólisis comprende de las siguientes partes, dos etapas de osmosis inversa, en serie, y una etapa de electro-desionización, como se muestra en la ilustración. Además de esto, hay bombas de trasiego de agua, cabinas de control, y depósitos intermedios.

Los rechazos asociados a la segunda etapa de osmosis, así como el rechazo del EDI, se recirculan a la corriente de entrada del primer paso, para incrementar la eficiencia final del proceso. El rechazo de la primera etapa de osmosis, va concentrando progresivamente las sales disueltas en el agua bruta, y se considera un vertido de la planta, que será tratado en consecuencia.

La corriente de rechazo, será acorde con la calidad requerida para el vertido según la Confederación Hidrográfica, y será conducida hacia el punto habilitado de vertido gestionado y asignado por dicho organismo. En el momento de diseño del sistema de vertido, se prevé la instalación de una arqueta de control para poder tomar muestras de las aguas de vertido para su análisis y control.

8.7.1 Descripción del sistema de osmosis inversa

La ósmosis inversa es un proceso de tratamiento de agua que elimina los contaminantes del agua mediante el uso de presión para forzar las moléculas de agua a través de una membrana semipermeable. Durante este proceso, las partículas de sales retenidas por las membranas pasan a una corriente de agua de rechazo. La ósmosis inversa es capaz de eliminar hasta el 99 por ciento de 65 contaminantes diferentes, incluidos plomo, fluoruro, cloro, y sales disueltas.

En un proceso de ósmosis inversa convencional, encontramos cuatro pasos:

1. **Filtración de sedimentos:** Esta etapa de pre-filtro está diseñada para filtrar sedimentos, limo y suciedad. Es especialmente importante porque el filtro de sedimentos evita que la suciedad llegue a las membranas de ósmosis inversa.
2. **Filtración de carbón:** El filtro de carbón está diseñado para eliminar el cloro y otros contaminantes. Este tipo de contaminantes afectan el rendimiento y la vida útil de la membrana de ósmosis inversa.
3. **Membrana de ósmosis inversa:** Diseñada para permitir el paso del agua, pero filtrar casi todos los contaminantes adicionales. Es la etapa clave en el proceso de ósmosis inversa. El agua sin sales atraviesa la membrana, a la vez que las sales concentradas quedan retenidas y se evacuaran por la conducción de agua de rechazo.
4. **Filtración de afino:** Consiste en un post-filtro final (filtro de carbón) para un nivel de purificación mayor.

El sistema de osmosis inversa funciona mediante el uso de una bomba de alta presión para aumentar la presión en el lado salino del sistema y forzar el agua a través de la membrana semipermeable, dejando casi todas (alrededor del 95% al 99%) de las sales disueltas en el agua de rechazo. La cantidad de presión requerida depende de la concentración de sal del agua de alimentación. Cuanto más concentrada es el agua de alimentación, más presión se requiere para superar la presión osmótica. El agua desalinizada se denomina agua de permeado (agua tratada). La corriente de agua que transporta los contaminantes concentrados que no pasaron a través de la membrana del sistema de ósmosis se denomina corriente de rechazo (agua de rechazo).

8.7.2 Descripción del sistema de electrodesionización EDI

La electrodesionización (*EDI*) es una tecnología de tratamiento de agua que utiliza electricidad, intercambio iónico y resina para eliminar las especies ionizadas del agua. Combina resinas y membranas de intercambio iónico que se utilizan para transferir las impurezas iónicas hacia un flujo de agua residual o concentrada dejando agua purificada como resultado.

Como las impurezas se extraen a través del sistema de agua concentrada, su acumulación no supone el agotamiento de la resina y, por lo tanto, prolonga su vida útil. Una unidad EDI puede funcionar durante muchos años antes de que sea necesario sustituirla. Normalmente se logra una conductividad inferior a $0,1 \mu\text{S}\cdot\text{cm}$, utilizando este proceso.

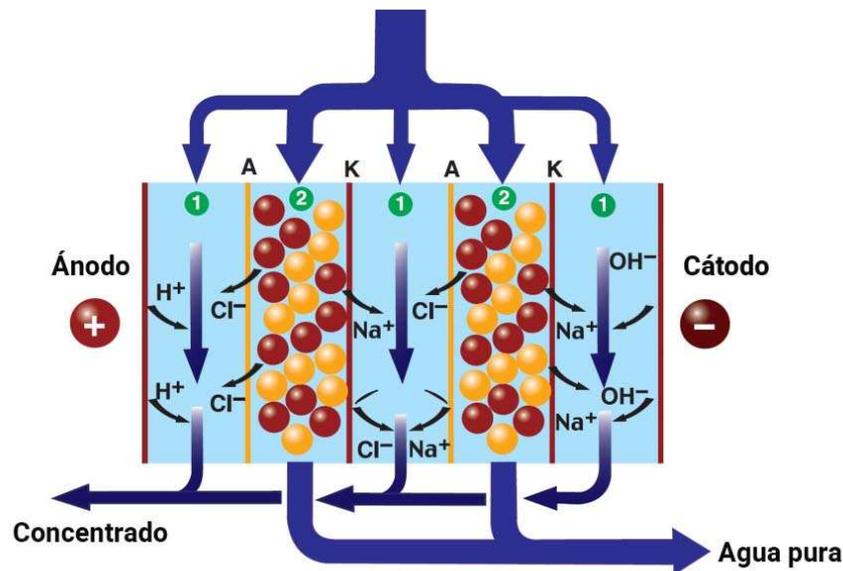


Ilustración 13. Esquema del sistema de Electrodesionización.

8.8 Tratamiento de efluentes y evacuación de aguas.

Una vez definidos los consumos de agua que tiene la planta y los tratamientos a los que se somete cada flujo de aporte, en función de su uso. Procederemos a la identificación de los flujos de aguas brutas residuales generadas, caracterizándolas en cuanto a su caudal y a la calidad de sus parámetros analíticos para decidir y dimensionar los sistemas de depuración adecuados, que aseguren el cumplimiento de los niveles de calidad exigidos en el vertido final.

Podemos diferenciar dos tipos de efluentes generados en la actividad industrial de esta planta:

- **Aguas de limpieza y contenido aceitoso:** Está formada por las aguas pluviales que caen sobre zonas con alto riesgo de derrames de productos aceitosos, como la zona de trasiego de camiones, y por las aguas de limpieza generadas por el mantenimiento de equipos en la zona de la nave industrial.
- **Aguas de rechazo del proceso de osmosis inversa:** Consiste en la corriente de rechazo del primer paso de osmosis, con una concentración salina superior a la del agua bruta. Constituye un caudal constante mientras la planta esté operativa, y el principal efluente del vertido.

Además de estos dos efluentes, los edificios asociados al uso humano, generan aguas residuales sanitarias, procedentes de las instalaciones del edificio de la planta de electrólisis. Estas aguas se verterán en una fosa

séptica debido al bajo volumen esperado durante la operación de la planta, y no participan en el vertido.

Por otro lado, las corrientes principales si deben ser tratadas, mediante una la Planta de Tratamiento de Efluentes (PTE). Las características de la planta se describen a continuación.

8.8.1 Descripción de la planta de tratamiento.

La corriente asociada a las aguas de rechazo del proceso de osmosis parte de un agua limpia de pozo, de modo que como contaminantes asociados sólo se produce un aumento de la salinidad. Se prevé por tanto una arqueta de control para la medida de la conductividad de este rechazo, y garantizar así que los valores estén dentro de los límites marcados por la Confederación Hidrográfica.

Respecto a la corriente de aguas de limpieza y aguas pluviales que pudieran estar contaminadas por el trasiego de vehículos, se prevé el tratamiento siguiente:

- Un tanque subterráneo de primeras lluvias para la recogida y regulación del caudal de aguas pluviales. La capacidad de dicho tanque es de 120 m³.
- El desbaste de los sólidos mediante reja con limpieza manual.
- Eliminación de aceites, grasas e hidrocarburos mediante un separador específico para estos productos, basado en el efecto coalescente lamelar.
- Tanque de homogenización de efluentes, de 60m³ de capacidad.

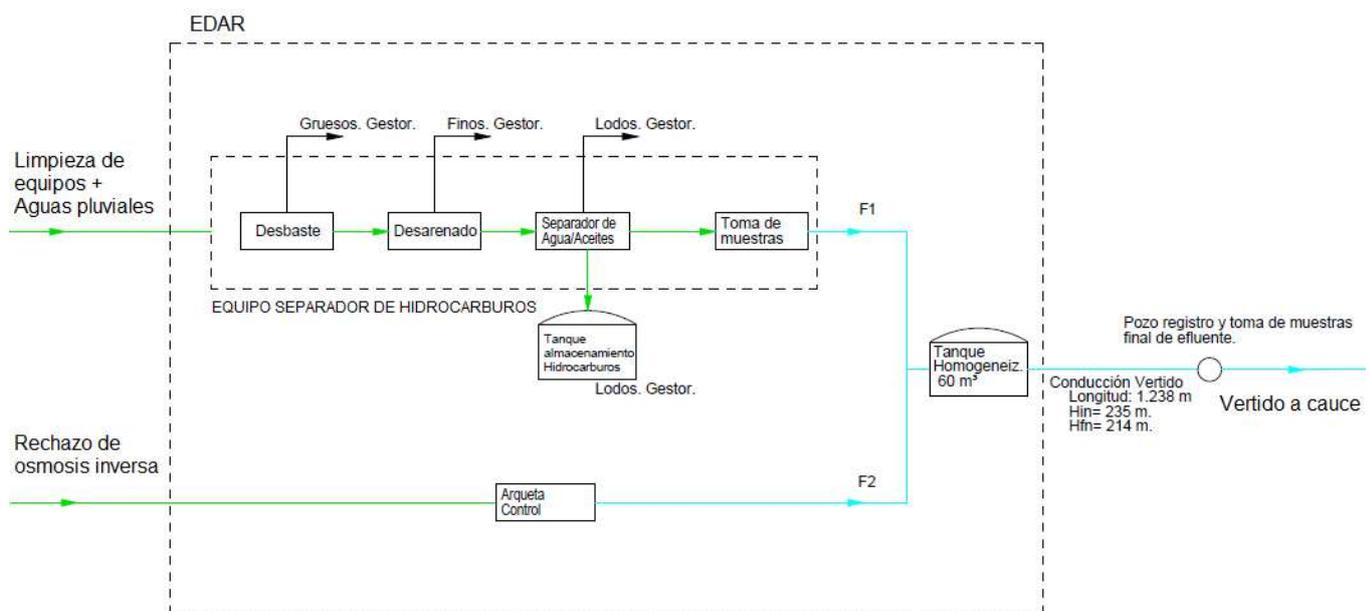


Ilustración 14. Diagrama de procesos de la Planta de Tratamiento de Efluentes.

La ilustración anterior muestra los procesos de tratamiento de cada corriente, hasta el punto de vertido final.

Se ha optado por la recogida de las aguas en un depósito (tanque de tormentas) y la alimentación por gravedad, para evitar emulsiones, hacia un equipo separador de hidrocarburos. Se trata de un separador con efecto coalescente lamelar caracterizado por una gran capacidad de retención, asociado a una superficie activa muy elevada. La cámara de separación está equipada por una célula lamelar en polipropileno.

El funcionamiento del separador de hidrocarburos con célula coalescente está basado en la separación gravitatoria de las materias pesadas no solubles en el agua y por la separación de los hidrocarburos por diferencia de densidades.

Las aguas cargadas de barro y de hidrocarburos entran en la zona de decantación, donde las partículas más pesadas decantan y son retenidas. Los hidrocarburos, cuya densidad es inferior a la del agua, suben a la superficie.

La célula coalescente, formada por material plástico alveolar, acelera el proceso de aglutinación de pequeñas partículas de hidrocarburos. Éstas aumentan de volumen y se favorece la separación del agua. Una pared estanca impide a los hidrocarburos que salgan del separador y el agua desprovista de sus hidrocarburos sale del aparato.

El separador incorpora un dispositivo de obturación automática, formado por una válvula y un flotador que tapa la salida antes de que se alcance la capacidad máxima de retención de hidrocarburos, previniendo así la salida de los mismos. El separador de hidrocarburos debe instalarse en el exterior, perfectamente nivelado y preferentemente enterrado, llegando la tapa al nivel del suelo.

8.8.2 Afecciones del tratamiento de efluentes.

El vertido de los efluentes se realizará por medio de una tubería enterrada que comunicará el depósito de homogenización con el punto de vertido. Las afecciones causadas por el vertido se pueden clasificar según se produzcan durante la construcción o la explotación del sistema.

- **Fase de construcción**

Las obras de ejecución durarán un periodo similar a las de la construcción de la propia planta, la afección al dominio público hidráulico se limitará a la disposición de estructura necesarias para la boca de salida de la tubería de vertido, respetando los límites de servidumbre marcados por la legislación vigente y tramitando la preceptiva autorización necesaria para obras en zona de afección.

- **Fase de explotación**

Los efectos que el agua vertida pueda causar en el punto de vertido dispuesto, pueden ser debidos principalmente a la velocidad de vertido, su composición y temperatura.

Por un lado, se obligará a que el agua se vierta a velocidades lo suficientemente reducidas para que no se produzca erosión en la zona de descarga, a tales efectos, se prevé la construcción de una estructura de descarga, que será definida en la fase de proyecto de ingeniería de construcción de la planta en su totalidad. De acuerdo a los caudales previstos y la sección de la tubería a disponer, para el caudal previsto la velocidad de descarga es de 0.12 m/s

En cuanto a su composición, se cuidará que ésta esté siempre bajo los límites que se permiten en la legislación correspondiente.

9 Instalación de Iluminación

Con el cambio de proveedor de electrolizadora, la instalación se ve modificada, por lo que la instalación e iluminación también. Al tratarse de equipos más compactos y con instalaciones auxiliares más simples los requisitos de iluminación exterior se ven reducidos enormemente.

9.1 Uso al que se destina

ALUMBRADO

La instalación se destina para el alumbrado exterior de las dos principales edificaciones del recinto de producción de hidrógeno por electrólisis: la nave que alberga la planta de electrolisis, la nave que alberga el equipo compresor, así como la iluminación de las principales zonas de tránsito del recinto.

9.2 Relación de luminarias, lámparas y equipos auxiliares

Se proyecta la instalación de unidades de iluminación compuestas por luminarias herméticas para lámparas led (por línea de mando).

Se colocarán luminarias sobre columna y báculos de modo que toda la instalación lumínica se encuentra situada en una cota de 6 metros de altura.

Se procurará en la medida de lo posible, el mantener siempre constante la altura de la instalación.

Los cables utilizados serán multipolares en subterráneo, con conductores de cobre y tensión asignada 0,6/1 kV.

Se prestará cuidada atención a la puesta a tierra de las columnas metálicas con objeto de evitar posibles contactos indirectos.

Para gobierno y protección de las instalaciones de alumbrado exterior se conectará a un cuadro de alumbrado.

Potencia de la instalación proyectada:

10 Uds Philips VGP703 T25 1xLED40-4S/830 DM10 de 28,5 W

Potencia instalada total: 360,0 W

9.2.1 Descripción general de la instalación.

Se trata de una instalación industrial donde destacan un edificio principal, así como otras instalaciones auxiliares. Se iluminará la zona alrededor del edificio principal, permitiendo el paso de personas y maquinaria de manera segura para acceder a la misma. El resto de instalaciones no requieren de una presencia permanente de personas y no se estima necesario su iluminación.

9.2.2 Características luminotécnicas y de implantación.

El objetivo de la instalación de alumbrado exterior que se proyecta es iluminar, de acuerdo con la normativa aplicable, la zona perimetral de la nave principal donde puede existir tránsito de trabajadores de manera esporádica considerando los siguientes parámetros:

9.2.3 Nivel de iluminación.

De acuerdo con el RD 1890/2008, de 14 de noviembre, en el que se aprueba el reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus ITC EA-01 a EA-07, se ha tenido en cuenta los parámetros marcados.

9.2.4 Distancia entre puntos de luz. Factor de uniformidad.

La separación entre los puntos de luz suele ser una de los principales parámetros de una instalación exterior. Se han realizado cálculos y simulaciones con el programa de cálculo Dialux EVO teniendo en cuenta la posición de cada una de las luminarias y el flujo luminoso de cada lámpara. Dada la luminaria seleccionada, se ha diseñado de manera que una sola luminaria afecte en torno a 12 m lineales de fachada.

9.2.5 Altura de la instalación.

Se colocarán luminarias sobre columna y báculos de modo que toda la instalación lumínica se encuentra situada en una cota de 6 metros de altura.

9.2.6 Descripción de los elementos de la instalación

9.2.7 Luminarias

Las luminarias utilizadas en el alumbrado exterior serán conforme a la norma UNE-EN 60.598-2-3. Las luminarias serán de montaje sobre poste con una distribución simétrica levemente rotadas para la iluminación de accesos y zonas de tráfico de vehículos de mantenimiento (solo autorizados).

9.2.8 Equipos de encendido

Será interior para cada punto de luz y deberá ser compensado individualmente el factor de potencia de cada punto de luz, de modo que sea lo más próximo posible a la unidad y siempre igual o superior a 0,9.

9.2.9 Lámparas.

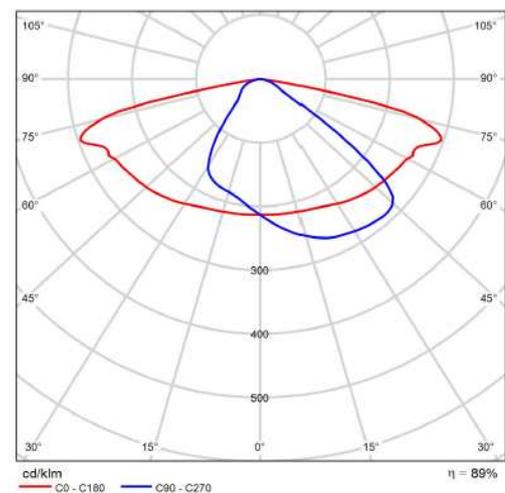
En la instalación se instalarán las siguientes lámparas:

- 10 x LED Philips – VGP703 T25 1 xLED40-4S/830 DM 10

Philips - VGP703 T25 1 xLED40-4S/830 DM10



P	28.5 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	4100 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	3663 lm
η	89.33 %
Rendimiento lumínico	128.5 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80



CDL polar

Ilustración 15. Parámetros de la lámpara y luminaria

El resto de características de las luminarias pueden verse en la ficha técnica del fabricante.

9.2.10 Columnas

Postes troncocónicos de un 12,5% de conicidad y sección circular de acero al carbono S 235 JR de acuerdo con UNE EN 10025 y fabricación conforme norma UNE EN 40-5. Galvanizado por inmersión en caliente de acuerdo con UNE EN ISO 1461:2009, acabado RAL 7038 y puerta enrasada doble cerradura IP-44. Tendrán una altura de 5 m y un espesor de chapa de 3mm.

9.2.11 Conductores

Instalación de alumbrado

Todos los conductores a instalar serán de marcas de reconocido prestigio multipolar en instalación subterránea. Serán de aislamiento 0,6/1 kV, según norma UNE 21123/2 especificación RVFV-0,6/1 kV.

Los conductores enterrados serán de las siguientes características:

CONDUCTOR:

Cobre electrolítico o aluminio de clase 1 ó 5 hasta 4 mm², clase 2 desde 6 mm²; según UNE 21022 y temperatura máxima de 90°C en servicio continuo, 250 °C en cortocircuito según UNE 21123-2.

 AISLAMIENTO:

Aislado con polietileno reticulado XLPE tipo DIX3 s/HD 603-1 o similar, cubierta interior PVC tipo DMV-18 s/HD 603-1 o similar, Armadura de Fleje de acero o aluminio y cubierta exterior de PVC tipo DMV-18 s/HD 603-1 color negro con características de resistencia a los hidrocarburos según UIC 895 OR en el tipo con armadura (M).

Se exigirá protocolo de ensayo por cada bobina.

Las secciones de los conductores serán determinadas de forma que la máxima caída de tensión sea un 3% en el punto más desfavorable, ello de acuerdo con lo establecido en el reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT); asimismo la sección mínima a instalar será de 6 mm² en subterráneo y de 4 mm² en aéreo, según lo establecido en ITC-BT-09.

9.2.12 Cajas de conexión y derivación.

Para la conexión y protección de luminarias, acometidas aéreo subterráneas y cambios de sección se emplearán en el presente Proyecto cajas de conexionado para alumbrado exterior y derivación.

Sus características técnicas serán las siguientes: envolvente fabricada de poliéster con fibra de vidrio de color gris RAL 7035, material aislante de clase térmica A, según UNE 21305, autoextinguible según UNVE 53315 y resistente a los álcalis, según UNE 21095. Admite cartuchos fusibles de cápsula cilíndrica tamaño 10 x 38, según UNE 21103.

9.2.13 Sistema de puesta a tierra de la instalación de iluminación.

Las puestas a tierra de las columnas se realizarán por conexión a la red de tierra común para todas las líneas que partan de cada centro de mando.

En las redes de tierra se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 columnas de luminarias y siempre en la primera y en la última de cada línea.

El conductor de la red de tierra que une los electrodos será aislado, mediante cable de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde –amarillo, con conductores de cobre, de sección mínima 16 mm² para redes subterráneas, y de igual sección que los conductores de fase para las redes posadas, en cuyo caso irán por el interior de las canalizaciones de los cables de alimentación.

El conductor de protección que una cada columna con el electrodo o con la red de tierra será de cable unipolar aislado, de tensión asignada 750 V, con recubrimiento de color verde amarillo y sección mínima de 16 mm² de Cobre.

Todas las conexiones de los circuitos de tierra se realizarán mediante terminales, grapas, soldaduras o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra corrosión.

9.2.14 Centros de mando. Descripción

Para gobierno y protección de las instalaciones de alumbrado exterior existe un cuadro de alumbrado. Está previsto para el funcionamiento totalmente automático y manual de la instalación, con posibilidad de accionamiento en caso de prueba o avería del citado automatismo. Se prevé también su incorporación al sistema de control general de la planta, de manera que desde el sistema centralizado pueda accionarse el automatismo.

9.2.15 Acometida

La acometida hasta el cuadro de iluminación procederá del cuadro general de servicios auxiliares de la planta, alimentado desde el transformador de servicios auxiliares.

9.2.16 Circuitos

Cada uno de los circuitos serán trifásicos 400 V de tensión compuesta. Los puntos de luz se repartirán por igual o de la forma más equilibrada posible entre las tres fases, conectándose alternativamente a cada una de ellas.

9.3 Principales parámetros de la instalación:

9.3.1 Factor de utilización (f_u)

Es la relación entre el flujo útil procedente de las luminarias que llega a la superficie a iluminar y el flujo emitido por las lámparas instaladas en las luminarias. Reglamentariamente este ha de ser mayor o igual a 0,3. Cada luminaria o disposición de luminarias tiene, por tanto, su propio factor de utilización. Se ha obtenido una media para la instalación como media de las distintas luminarias y superficies a iluminar

$$(f_u) = 0,303$$

9.3.2 Factor de mantenimiento (f_m)

Es la relación entre los valores de iluminancia que se pretenden mantener a lo largo de la vida de la instalación de alumbrado y los valores iniciales. Por diseño este valor será de 0,76 y se elaborará un plan de mantenimiento que garantice este valor. Este valor está calculado en base a los factores de depreciación del flujo luminoso de las lámparas, al factor de supervivencia de las lámparas y al factor de depreciación de las luminarias

$$f_m = 0,76$$

9.3.3 Eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares (ϵ_L)

Es la relación entre el flujo luminoso emitido por la lámpara y la potencia total consumida por la lámpara más su equipo auxiliar. Viene determinada por el fabricante en ficha técnica.

$$\epsilon_L = 128,5 \text{ lm/W}$$

9.3.4 Rendimiento de las luminarias (η)

Es la relación entre el flujo luminoso total procedente de la luminaria y el flujo luminoso emitido por la lámpara o lámparas instaladas en la luminaria.

$$\eta_{luminaria} = 0,8933$$

9.3.5 Flujo hemisférico superior instalado (FHS_{inst})

Es la proporción en % del flujo de una luminaria que se emite sobre el plano horizontal que pasa por el centro óptico de la luminaria respecto al flujo total saliente de la luminaria, cuando la misma está montada en su posición de instalación. Cada luminaria dispone de un Flujo hemisférico superior instalado, dato proporcionado por el fabricante en ficha técnica. En el caso presente, el fabricante garantiza que en instalación horizontal este parámetro es 0, de modo que como la instalación se está realizando de manera horizontal, el flujo total es 0.

$$(FHS_{inst}) = 0$$

Datos técnicos de la luz	
Ratio de flujo luminoso ascendente	0
Post-top en ángulo de inclinación estándar	-
Entrada lateral en ángulo de inclinación estándar	0°

9.3.6 Disposición espacial adoptada

Es la distribución espacial donde se instalan las luminarias. Es visible en el apartado de cálculos y en los planos.

9.3.7 Relación luminancia/iluminancia (L/E)

Es la relación entre el flujo reflejado en las superficies y que alcanza el ojo humano y el flujo luminoso total que alcanza una determinada superficie. En este caso se garantiza que la relación L/E es siempre menor a

0,55 (GR en la hoja de cálculo).

9.4 Régimen de funcionamiento

La instalación de iluminación planteada en el presente proyecto tiene como objeto iluminar las zonas detalladas cuando vayan a ser utilizadas. La planta tiene un funcionamiento 24/7 por lo que es necesario prever de la presente instalación. En cualquier caso, el cuadro de mando y gobierno de la instalación permite un control automático y manual de la instalación de modo que solo será utilizada cuando por mantenimiento/reparación o por la presencia de algún trabajador en la zona sea requerido. En general la planta es lo suficientemente autónoma como para tener la iluminación establecida al mínimo técnico. Las luminarias y el diseño permiten un control automático y regulación a gusto y necesidades ajustables en todo momento.

Así pues, a modo resumen, el horario de activación de la instalación será únicamente nocturno, controlado por un sistema remoto de control y regulación, similar al control astrológico, e intencionadamente se mantendrá en stand by o en un estado de regulación mínimo todo el tiempo posible, hasta que por presencia o necesidades de seguridad o de algún trabajador, tarea de mantenimiento y/o similares, sea necesario el encendido o mayoración de la regulación lumínica. Una vez finalizada la incidencia o trabajo, la instalación volverá al standby o mínimo técnico.

9.5 Medidas adoptadas para la mejora de la eficiencia y ahorro energético en la instalación de iluminación.

Como principales medidas para la mejora de la eficiencia y el ahorro energético están:

- Uso racional de la instalación, solo se utilizará cuando es estrictamente necesaria por tareas de seguridad diarias o por actuaciones de mantenimiento puntuales, pues se primará este tipo de tareas en horas diurnas.
- Mantenimiento de la instalación, de modo que el factor de mantenimiento sea siempre superior al indicado por diseño en base a los parámetros de supervivencia y envejecimiento de las lámparas y luminarias.
- Uso de tecnología LED que permite ahorros considerables, así como unos rendimientos excelentes en comparación con otras tecnologías.
- Se iluminará exclusivamente la zona donde es requerida la iluminación, sectorizando e individualizando cada zona.

10 Emisiones previsibles: Tipo y cantidad

10.1 Aguas y suelos

Las principales emisiones contaminantes sobre el agua y los suelos son las aguas de vertido a cauce público. Estas aguas tienen como origen, principalmente, el rechazo de la planta de osmosis inversa. También serán vertidas las aguas pluviales recogidas en la zona de la planta de hidrógeno y la carga de camiones.

Las aguas de desecho no entran en contacto con sustancias contaminantes, siendo el principal parámetro a controlar la conductividad. El agua, antes de su vertido, deberá ser tratada:

- Aguas de desecho: pasará nuevamente por una planta de osmosis inversa y posteriormente irán a parar a un tanque de homogeneización.
- Aguas pluviales: serán recogidas por la red de drenaje y dirigidas a un separador de hidrocarburos. Tras este tratamiento irán a parar al tanque de homogeneización.

Las medidas de control a llevar a cabo sobre el vertido serán:

- Instalación de una arqueta de control para la toma de muestras.
- Análisis diario de conductividad y pH.
- Análisis químico mensual por laboratorio acreditado.
- Cualquier otra medida establecida en la autorización de vertido por la Confederación Hidrográfica del Duero.

La principal afección sobre el medio que puede ocasionar este vertido es la asociada a la alta salinidad. Esta afección está especialmente ligada a los suelos y la vegetación. Los efectos de una excesiva alta salinidad son los siguientes:

- Se producen problemas en la absorción de los elementos nutritivos por las plantas, ya que la elevada presencia de un elemento hace que no se pueda absorber otro. Este problema, recibe el nombre de antagonismo iónico.
- Una alta concentración de sales en la solución del suelo reduce la capacidad de absorción en agua de las raíces y con ella de nutrientes. Se produce un aumento del potencial osmótico debido a que la planta necesita realizar un mayor consumo de energía para absorber el agua del suelo y, en consecuencia, se limita su desarrollo, su germinación y la brotación se hace más débil.
- En algunos casos, el suelo extrae el agua de la planta y ésta termina secándose.

Se estima un vertido anual de 19.000 metros cúbicos.

En el Estudio de Impacto Ambiental se establecen el resto de medidas asociadas a evitar derrames accidentales de cualquier tipo de sustancia contaminante.

10.2 Atmósfera

En operación normal, **la planta no emitirá ninguna sustancia contaminante a la atmósfera**. Existe un venteo de oxígeno a la atmósfera como consecuencia del proceso de electrólisis, pero no está considerada una emisión contaminante. Previamente a la emisión a la atmósfera el oxígeno pasará por una fase de depuración de gases. Se estima se emitirán a la atmósfera 2.786 t de O₂ /año.

La única emisión de gases contaminantes que se puede producir, es de forma accidental, desde las celdas de media tensión, y en todo caso de manera fortuita, debido a una eventual pérdida de hexafluoruro de azufre (SF₆) desde las celdas de los sistemas eléctricos.

Se trata de un gas sintético e inerte que, en estado puro, tal como se contiene en los equipos, no presenta riesgos para la salud y que se utiliza como dieléctrico en las celdas.

Pese a la poca probabilidad de existencia de estos productos, las escasas maniobras a que son sometidos estos equipos a lo largo de su vida útil y el mínimo riesgo que en todo caso su presencia representa, se prevé que en caso de requerirse operaciones de mantenimiento que pudieran conllevar algún tipo de manipulación del gas, éstas serán realizadas siempre por personal cualificado y con la adopción de las pertinentes medidas preventivas habituales para este tipo de trabajos. En el supuesto de que estos trabajos obligasen a la evacuación del gas de los compartimentos, éste sería recogido por el equipo de vaciado y llenado de que dispone el personal de mantenimiento para estas operaciones, evitando así la descarga libre a la atmósfera.

10.3 Residuos

Código LER	Descripción	Cantidades (kg/año)	Almacenamiento	Destino final
190906	Soluciones y lodos de la regeneración de intercambiadores de iones.	En función de producción	En tanque estanco homologado	Subproducto/Gestor autorizado para el tratamiento de este residuo.
190904	Carbón activo usado	Aprox. 100 kg/año	En zona de almacenamiento de residuos, sobre suelo pavimentado y bajo techo. Se almacenarán en contenedores homologados.	Gestión a través de proveedor de la instalación.
190905	Resinas intercambiadoras de iones saturadas o usadas	Aprox. 100 kg/año	En zona de almacenamiento de residuos, sobre suelo pavimentado y bajo techo. Se almacenarán en contenedores homologados.	Gestión a través de proveedor de la instalación.
13 03 07*	Aceites minerales no clorados de aislamiento y transmisión de calor	Aprox. 300 kg/año	En zona de almacenamiento de residuos, sobre suelo pavimentado y bajo techo. Se almacenarán en contenedores homologados y dispondrán de sistema de retención.	Gestor autorizado para el tratamiento de este residuo.
15 02 02*	Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y	Aprox. 50 kg/año	En zona de almacenamiento de residuos, sobre suelo pavimentado y bajo techo. Se almacenarán en	Gestor autorizado para el tratamiento de este residuo

	ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas		contenedores homologados y dispondrán de sistema de retención.	
15 01 10*	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.	Aprox. 20 kg/año	En zona de almacenamiento de residuos, sobre suelo pavimentado y bajo techo. Se almacenarán en contenedores homologados.	Gestor autorizado para el tratamiento de este residuo
19 08 10*	Mezclas de grasas y aceites procedentes de la separación de agua/sustancias aceitosas	Aprox. 100 kg/año	Separador de hidrocarburos	Gestor autorizado para el tratamiento de este residuo
20 03 01	Mezclas de residuos municipales	Aprox. 100 kg/año	En contenedor de 1 m3	A través de servicio municipal de recogida y tratamiento de residuos.
08 03 12* 08 03 17*	Residuos de cartuchos de tinta peligrosos y tóners	Aprox. 10 kg/año	Contenedor homologado de 60 l	Gestor autorizado para el tratamiento de este residuo
20 01 21*	Residuos de tubos fluorescentes	Aprox. 10 kg/año	Contenedor homologado de 60 l	Gestor autorizado para el tratamiento de este residuo / Proveedor
16 02 14 16 02 16	Residuos de aparatos eléctricos o electrónicos	Aprox. 100 kg/año	Contenedor homologado de 120 l	Gestor autorizado para el tratamiento de este residuo/ Proveedor

11 Aplicación de las mejores técnicas disponibles (MTD) a la producción de hidrógeno por electrólisis.

El presente apartado pretende describir y justificar la aplicación de las mejores técnicas disponibles (MTD) de acuerdo con lo descrito en la Decisión de ejecución (UE) 2016/902 de la comisión de 30 de mayo de 2016 por la que se establecen las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles (MTD) para los sistema comunes de tratamiento y gestión de aguas y gases residuales en el sector químico conforme a la Directiva 2010/75/UE del parlamento Europeo y del Consejo y que son de aplicación a la planta de generación de hidrógeno verde por electrólisis "MORERUELA" situada en el término municipal de Granja de Moreruela (Zamora)

Las MTD mencionadas en la Decisión de ejecución (UE) 2016/902 se agrupan de la siguiente forma:

1. Sistemas de gestión ambiental
2. Control
3. Emisiones al agua
4. Residuos
5. Emisiones al aire

Para la redacción del presente documento se han tenido también en cuenta referencias a los documentos BREF de Mejores Técnicas Disponibles de referencia europea para el sector de la Química inorgánica de gran volumen de producción – sólidos y otros productos, así como el documento BREF de Mejores Técnicas Disponibles de referencia europea respecto a las emisiones generadas por el almacenamiento aunque todas las referencias a la producción de hidrógeno se hacen en relación a su producción a partir de combustibles fósiles y no mediante el proceso de electrólisis que se plantea o como MTD para la reducción de emisiones en otros procesos, visto el hidrógeno como parte de un subproceso, por lo que son documentos de escasa aplicación práctica para el objeto que ocupa el proyecto analizado.

El documento enumera y describe mejores técnicas disponibles, más no son técnicas prescriptivas ni exhaustivas, pudiendo utilizarse técnicas equivalentes que permitan, al menos, un nivel de protección ambiental equivalente.

11.1 Sobre los Sistemas de gestión ambiental

Las primeras MTD a las que hace referencia la documentación es al desarrollo de un sistema de gestión ambiental (SGA) que integre, homogenice y de consistencia y coherencia a todas las medidas tomadas bajo el prisma ambiental. El sistema que se diseñe y aplique tendrá como elemento crítico el análisis y control de la toma de agua para el proceso de electrólisis y el vertido asociado al mismo. Se controlarán todos los parámetros indicados en las MTD y se realizarán de acuerdo con las normas UNE, EN, ISO o similares.

MTD 1. Para mejorar el desempeño ambiental general, la MTD consiste en implantar y cumplir un sistema de gestión ambiental (SGA) que incorpore una serie de características mínimas, establecidas en el documento. Para garantizar tanto la implantación como su cumplimiento se recurrirá al desarrollo de un **SGA de acuerdo con la norma ISO 14.001** – Sistemas de gestión ambiental – Requisitos con orientación para su uso – así como normas ISO de ampliación.

MTD 2. Para facilitar la reducción de las emisiones al agua y a la atmósfera y la reducción del uso del agua, la MTD consiste en establecer y mantener un **inventario de flujos de aguas y gases residuales** como arte del sistema de gestión ambiental, incluyendo toda la información establecidas en el documento. Para ello se establecerá un control y monitoreo de los flujos de agua y gases, esto es principalmente los siguientes flujos (aunque no limitado solo a estos):

- Flujo de agua de captación
- Flujo de agua de proceso
- Flujo de agua de refrigeración
- Flujo de agua de descarte
- Flujo de hidrógeno de producción
- Flujo de oxígeno de producción
- Flujos de hidrógeno y oxígeno de venteo

No se espera que existan otros flujos de aguas o gases reseñables, pero podrán incorporarse en caso de ser necesario a través del proceso de mejora continua del SGA.

11.2 Control

Las MTD del apartado de control establecen y definen las variables clave a monitorizar y las normas de referencia para ello. Por el proceso productivo que se desarrolla, en el que se utilizan exclusivamente agua y electricidad como productos obteniendo como resultado la disociación de parte del agua en hidrógeno y oxígeno, los flujos y procesos críticos a monitorizar serán esos: agua, hidrógeno y oxígeno.

El proceso principal en el uso del agua será la toma de agua de pozo, tratamiento de osmosis inversa para la reducción de la conductividad del agua de proceso y vertido del agua de rechazo. Al no existir tratamiento biológico o químico, sino solo físico, no se esperan cambios en parámetros como las emisiones de COV u olores, considerando que el proceso que afecta a las aguas es únicamente el de osmosis inversa que incrementa la conductividad del agua de rechazo. En cualquier caso, se estima el control establecido en la norma, con la periodicidad establecida para cada tipo de sustancia o parámetro

MTD 3. Respecto a las emisiones al agua relevantes, identificadas en el inventario de flujos de aguas residuales, la MTD consiste en **controlar los principales parámetros del proceso** (incluido el control continuo del caudal de aguas residuales, el pH y la temperatura) en lugares clave. Estos lugares clave serán al menos los siguientes: Punto de captación, en cada una de las etapas de tratamientos de agua de proceso –pretratamientos, primer proceso de osmosis inversa, segundo proceso de osmosis inversa, salida del agua de rechazo de la osmosis-, a la entrada de agua de proceso al electrolizador, a la salida de agua de proceso de electrólisis y en los puntos de colección de las aguas pluviales y de limpieza.

MTD 4. La MTD consiste en **controlar las emisiones al agua** de conformidad con las normas EN, al menos con la frecuencia mínima que se indica en el documento. Si no se dispone de normas EN, la MTD consiste en aplicar las normas ISO u otras normas nacionales o internacionales que garanticen la obtención de datos de calidad científica equivalente. **Se monitorizarán todos los parámetros establecidos con la frecuencia mínima indicada en el documento.**

MTD 5. La MTD consiste en **controlar periódicamente las emisiones difusas de COV** (Compuestos orgánicos volátiles) a la atmósfera procedentes de fuentes pertinentes mediante una combinación adecuada de las técnicas I a III o, cuando se trate de grandes cantidades de COV, todas las técnicas I a III. En este caso, no se utilizan compuestos orgánicos volátiles en el proceso productivo ni se estima uso alguno para labores de mantenimiento. Al no existir este tipo de compuestos la MTD **no aplica**.

MTD 6. La MTD consiste en controlar periódicamente las **emisiones de olores** procedentes de las fuentes pertinentes de conformidad con las normas EN. No se espera generación ni emisión de olores dado el proceso de la planta, aunque como parte del proceso de mejora continua del SGA se podrá incorporar si se detectan potenciales emisiones de olores. **No aplica.**

11.3 Emisiones al agua

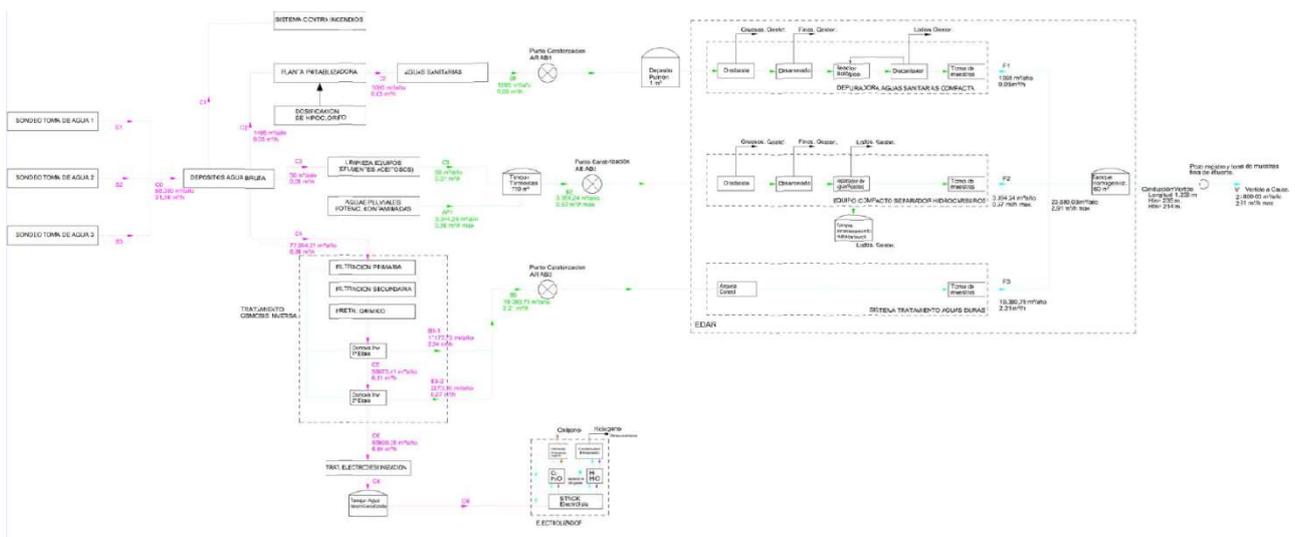
Las distintas mejores técnicas disponibles en el campo de las emisiones al agua van en la línea de optimizar su consumo, evitar que se mezclen aguas contaminadas y no contaminadas, así como el control y tratamiento de las aguas residuales o contaminadas. En el proceso de electrólisis por tecnología PEM no se utiliza ningún tipo de compuesto más allá del agua desmineralizada y desionizada que se obtiene por osmosis inversa, utilizando dos pasos de osmosis inversa lo que permite reducir en gran medida el rechazo de la planta a un

25% aproximadamente del agua que se toma de la fuente. Esto es una MTD al utilizar razonablemente y de manera racional los recursos hídricos. Por otro lado, el agua no está sometida a otros tratamientos o usos que puedan hacerla transportar contaminantes o sustancias no deseadas.

En cuanto a las aguas que no están afectadas por el proceso, como pueden ser las pluviales que afecten a zonas con tránsito de camiones o maquinaria pesada, dicho agua será canalizada hasta un depósito de tormenta que finalmente verterá tras un paso quitagrasas, para evitar que cualquier escape accidental de hidrocarburos o combustibles aceitosos puedan afectar al medio.

La producción de hidrógeno es una actividad especificada en el anexo I, sección 4, de la Directiva 2010/75/UE, por lo tanto, le es de aplicación los niveles de emisión asociados a las MT (NEA-MTD) para las emisiones al agua presentados en los cuadros 1,2 y 3 de la Decisión de ejecución (UE) 2016/902 de la Comisión, aplicando los valores indicados en el punto en el que las emisiones salen de la instalación. Sin embargo, se espera que los parámetros estén siempre en los límites inferiores o en su defecto que la NEA-MTD no sea de aplicación por no superar el umbral de emisión anual acumulado de cada una de las sustancias.

Para mayor comprensión, se incorpora el circuito de aguas completo, incluyendo captación, tratamientos y aguas de vertido y su tratamiento:



Sistema de aguas de la planta

11.3.1 Consumo de agua y generación de aguas residuales

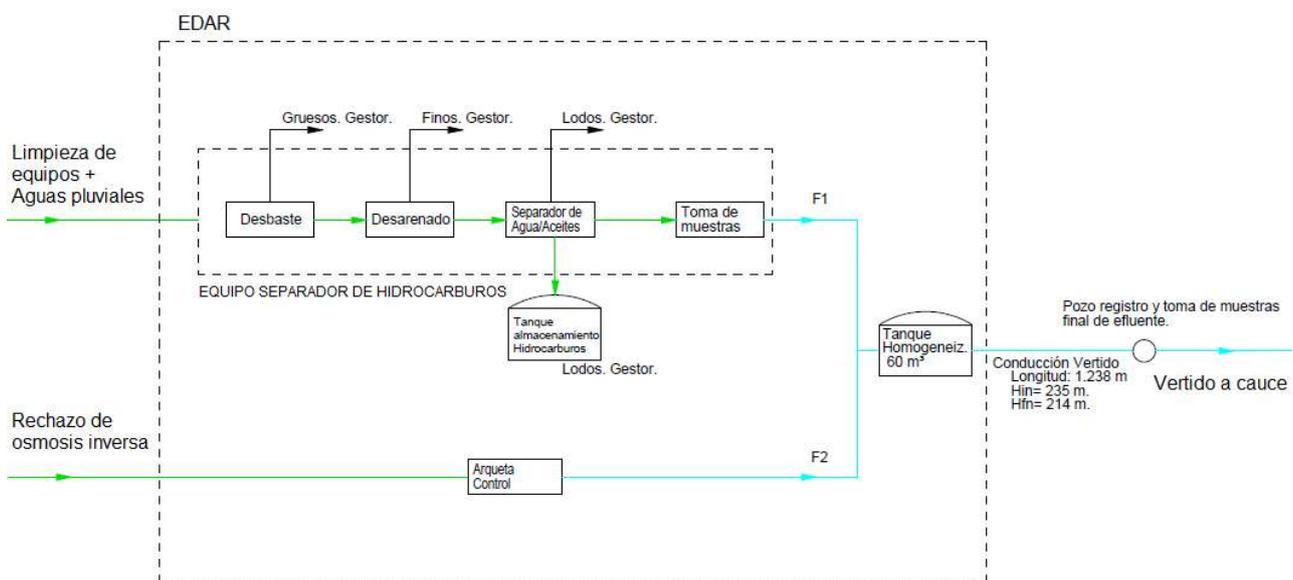
MTD 7. Para reducir el consumo de agua y la generación de aguas residuales, la MTD consiste en reducir el volumen y/o la carga contaminante de los flujos de aguas residuales, fomentar la reutilización de aguas residuales en el proceso de producción y recuperar y reutilizar las materias primas. El único parámetro crítico que afecta a las aguas del proyecto es la conductividad del agua de descarte del proceso de osmosis. El vertido dependerá principalmente de la autorización de la Confederación Hidrográfica de la zona que establece las condiciones límite de vertido. A partir de dicho requisito se dimensionará todo el proceso de

aguas, ajustando la conductividad al requisito establecido y tratando de darle un segundo uso, si fuese posible, como agua de riego. No se espera que dicho agua tenga carga de ningún otro tipo de contaminante reseñable.

11.3.2 Recogida y separación de aguas residuales

MTD 8. Para evitar la contaminación de aguas no contaminadas y reducir las emisiones al agua, la MTD consiste en separar los flujos de aguas residuales no contaminadas de los flujos de aguas residuales que requieran tratamiento. Por ello **se diferenciarán claramente el agua del proceso productivo**, que no requerirá de tratamientos adicionales ni llevará contaminantes en ella, y el agua que se utilice para otros usos (limpieza, mantenimiento y otros usos secundarios en la planta). Las aguas de limpieza y pluviales se recogerán y se harán pasar por un separador de grasas e hidrocarburos. Y las aguas sanitarias que se generen en la planta irán a fosa séptica vaciada periódicamente por un gestor autorizado, de modo que en el vertido tan solo se ve afectado por el flujo de rechazo de la osmosis y el flujo de limpieza de equipos y pluviales.

MTD 9. Para evitar las emisiones incontroladas al agua, la MTD consiste en prever una **capacidad de almacenamiento tampón** adecuada para las aguas residuales generadas en condiciones distintas de las condiciones normales de funcionamiento, sobre una base de una evaluación del riesgo y adoptar otras medidas adecuadas. Por ello se instalará un **depósito pulmón con capacidad de retener el agua de vertido equivalente a dos días completos de producción nominal**. Esto garantiza tanto la retención de agua de vertido en caso de funcionamiento anormal como en caso de limitaciones temporales por otro tipo de cuestiones en el punto de vertido. Además, se plantearán medidas adicionales como la reutilización de dicha agua, previa autorización de Confederación Hidrográfica, para riego. Este almacenamiento pulmón recogerá también las aguas pluviales tras su paso por un separador de grasas e hidrocarburos



Tratamiento del sistema de aguas de la planta

11.3.3 Tratamiento de aguas residuales

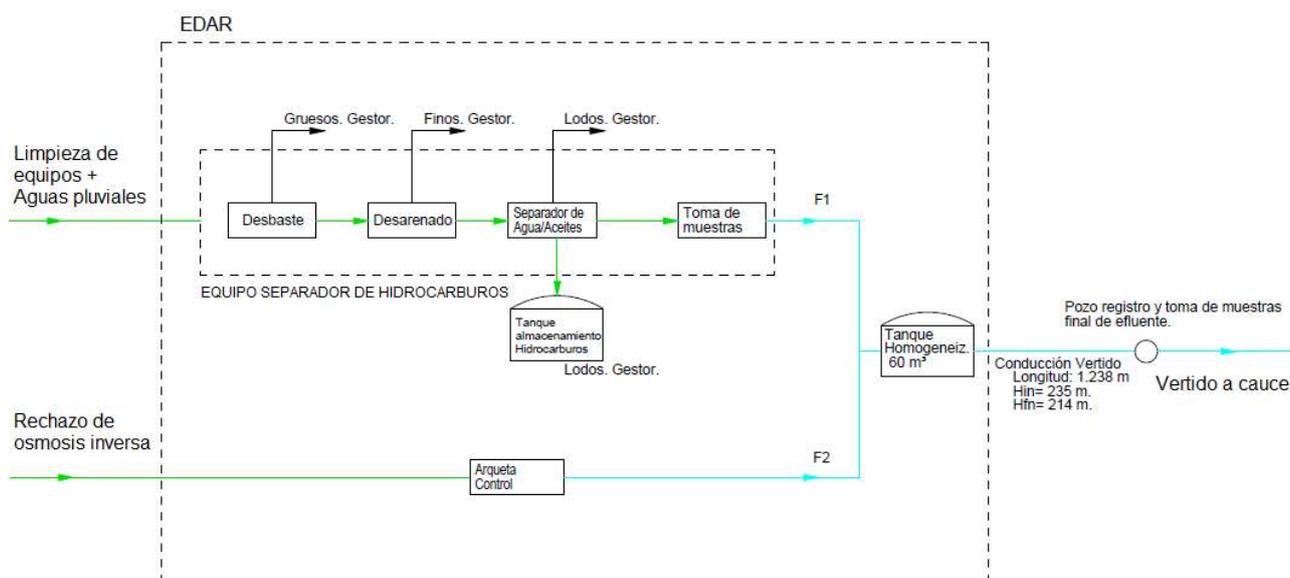
MTD 10. Para reducir las emisiones al agua, la MTD consiste en utilizar una **estrategia integrada de gestión y tratamiento de aguas residuales** que incluya una combinación adecuada de las técnicas descritas en el documento, en el orden de prioridad que establece. Esto es priorizando técnicas para evitar o reducir la generación de contaminantes del agua, técnicas para recuperar contaminantes antes de su descarga al sistema de recogida de aguas residuales, técnicas para reducir contaminantes antes del tratamiento final de aguas residuales y el tratamiento final de las aguas residuales. Esto ha sido tenido en cuenta en diseño de modo que:

- Para el agua de proceso no se espera necesario ningún tipo de actuación y simplemente se tendrá una arqueta de control para la toma y medición de parámetros con la frecuencia que se estime necesaria.
- Para las aguas pluviales en zonas frecuentadas con vehículos y las aguas de efluentes aceitosos se instalará un separador de grasas e hidrocarburos para eliminar posibles derrames accidentales de combustibles como consecuencia del tráfico rodado antes de su llegada al punto de vertido. Este proceso incluye un desbaste, desarenado y separación de agua y aceites.
- Para aguas de consumo auxiliar, limpieza, mantenimiento y sanitarias, estas se dirigirán a una fosa séptica enterrada, donde serán almacenadas para su posterior recogida y tratamiento por gestor autorizado.

Todos los residuos generados a raíz del tratamiento de aguas se tratarán a través de gestor autorizado, como son los lodos o residuos de los filtros de la planta de osmosis inversa y separador de hidrocarburos.

MTD 11. Para reducir las emisiones al agua, la MTD consiste en **pretratar las aguas residuales** que contienen contaminantes que no pueden eliminarse adecuadamente durante el tratamiento final de las aguas residuales por medio de técnicas apropiadas. Respecto a esta MTD, **las aguas son tratadas en función de su origen**, adaptando la técnica de acuerdo con los potenciales contaminantes. Así el agua de descarte de la osmosis al no contener productos ni contaminantes adicionales no es tratada, las aguas de efluentes aceitosos o pluviales potencialmente contaminadas pasa a través de un equipo separador de aceites e hidrocarburos y las aguas sanitarias, que requieren un proceso más complejo, irán a fosa séptica y periódicamente vaciada y enviada para su tratamiento por gestor autorizado. Estos equipos son compactos e incluyen pretratamientos como el desbaste o desarenado.

MTD 12. Para reducir las emisiones al agua, la MTD consiste en utilizar una combinación adecuada de las técnicas de tratamiento final de aguas residuales. Los tratamientos empleados son los siguientes:



Tratamiento del sistema de aguas de la planta

Como se ha mencionado, cada flujo de aguas es tratado de manera personalizada, y de las técnicas señaladas en la MTD 12 aplican las siguientes:

Tratamiento preliminar y primario:

- **Homogeneización:** No aplica. Al tratarse de flujos bastante característicos, se realizan los tratamientos y se homogeneiza el vertido final. Las aguas provenientes de pluviales y limpieza e equipos pueden considerarse homogeneizadas al pasar antes por un tanque de tormentas.
- **Neutralización:** No aplica, pues se espera que el pH de ambos flujos esté comprendido entre 6 y 8.
- **Separación física:** Se produce en el separador de hidrocarburos, como pretratamientos antes de sus respectivos tratamientos, usando el desbaste y el desarenado.

Tratamiento biológico:

No aplica, ya que los dos flujos tratados en la planta no presentan compuestos orgánicos que se traten con microorganismos. Las aguas sanitarias se depositan en fosa séptica y son retiradas por gestor autorizado para su tratamiento.

Eliminación de nitrógeno:

No aplica, ya que los dos flujos tratados en la planta no presentan compuestos nitrogenados que deban tratarse. Las aguas sanitarias se depositan en fosa séptica y son retiradas por gestor autorizado para su tratamiento.

Eliminación de fósforo:

No aplica al no utilizarse ningún tipo de compuesto fosfórico.

Eliminación final de los sólidos:

Tan solo se esperan posibles lodos en el proceso de separación de grasas e hidrocarburos, que se obtendrán por sedimentación o decantación, retirados y tratados por gestor autorizado.

11.3.4 Niveles de emisiones asociados a las MTD para las emisiones al agua

Los niveles de emisión asociados a las MTD (NEA-MTD) para las emisiones al agua previstas a las emisiones directas que van a una masa de agua receptora procedentes de instalaciones de producción de hidrógeno y de depuradoras que funcionan de forma independiente, como es el caso, les corresponden los niveles de emisión reflejados en los cuadros 1, 2 y 3 del documento y se aplican en el punto en que las emisiones salen de la instalación. No se espera cumplir en ninguno de los parámetros establecidos una media anual superior a la indicada y tampoco se espera que la NEA-MTD sea de aplicación al no estimarse emisión superior a los umbrales señalados en dichos cuadros. Estos parámetros serán controlados de acuerdo con la MTD 4 y el SGA.

11.4 Residuos

Existe un plan de gestión de residuos en el estudio de impacto ambiental y se desarrollará también dentro del marco del sistema de gestión ambiental de la planta de acuerdo con las primeras MTD. Los volúmenes de residuos generados en la planta se estiman muy reducidos, pues una vez la planta se encuentre en funcionamiento el proceso productivo no consume ni genera nada distinto de agua, electricidad, hidrógeno y oxígeno. Cualquier residuo que se genere será en pequeña cantidad y como consecuencia de una acción de mantenimiento de los equipos instalados.

MTD 13. Para evitar la generación, o cuando esto no sea posible, reducir la cantidad de residuos que van a enviarse para su eliminación, la MTD consiste en **establecer y aplicar, en el marco del sistema de gestión ambiental, un plan de gestión de residuos** que, por orden de prioridad, garantice que los residuos se eviten, se preparen para su reutilización, se reciclen o se recuperen por otros medios. Tal y como se ha mencionado, en el estudio de impacto ambiental, así como en el SGA desarrollado figurarán el plan de gestión de residuos que reducirá en la medida de lo posible, se revalorizará, reciclará y recuperarán los residuos. En última instancia se gestionarán dichos residuos mediante gestor autorizado.

MTD 14. Para **reducir el volumen de lodos de aguas residuales** que exigen un tratamiento ulterior o la eliminación y para reducir su posible impacto ambiental, la MTD consiste en **utilizar una o varias de las técnicas descritas de acondicionamiento, espesamiento y deshidratación, estabilización y secado**. La generación de lodos se estima reducida, al ser exclusivamente consecuencia de la separación de aguas y aceites por lo que su volumen es lo suficientemente reducido como para ser almacenado y gestionado a través de gestor autorizado. Se estudiará como parte del proceso del SGA el uso del calor residual de la planta para un proceso de secado de los mismos antes de ser encargado a gestor autorizado.

11.5 Emisiones al aire

Las emisiones al aire que se realizarán en la planta se limitarán al oxígeno generado en el proceso de electrólisis que se venteará directamente a la atmósfera al no tratarse de una sustancia dañina o contaminante. Este flujo de oxígeno irá acompañado de algo de vapor de agua, así como pequeñas emisiones parásitas de hidrógeno. La emisión de oxígeno a la atmósfera puede parecer considerable, al tratarse de 16 veces la cantidad estequiometría de hidrógeno, pero es un gas inocuo una vez venteadado y disuelto.

Por otro lado, y de manera accidental o por razones de mantenimiento o seguridad se liberará hidrógeno a la atmósfera. El hidrógeno es un gas muy ligero y que asciende con velocidad hasta prácticamente salir del planeta. No es necesaria la quema del gas en antorcha ni es necesario tratar este gas al ser inocuo para la salud y la seguridad de las personas y el medioambiente. No se espera la aplicación de otras MTD al no existir otro tipo de emisiones molestas. Si se dará especial atención a la emisión de ruidos molestos al ambiente, siendo este un punto importante en el sistema de gestión ambiental para garantizar que los ruidos que se estiman se mantengan dentro de los parámetros esperados y estos no se vean incrementados por fallos o faltas de mantenimiento o malfuncionamientos.

11.5.1 Recogida de gases residuales

MTD 15. Con el fin de facilitar la recuperación de los compuestos y la reducción de emisiones a la atmósfera, la MTD consiste en **confinar las fuentes de emisión y en tratar las emisiones** en la medida de lo posible. Como compuestos gaseosos del proceso productivo y/o que puedan generarse en la planta tan solo encontramos el hidrógeno y el oxígeno. El oxígeno es liberado directamente a la atmósfera al tratarse de un gas inocuo a efectos de impacto en el medioambiente. El hidrógeno es recogido para su venta, como objeto del proyecto y por seguridad, en caso de fugas, purgas controladas o liberaciones de hidrógeno por mantenimientos, reparaciones, paradas o cualquier otra circunstancia, este hidrógeno será liberado directamente a la atmósfera. Al tratarse el hidrógeno de un gas muy ligero asciende rápidamente y se pierde en las capas altas de la atmósfera sin perjuicio para la salud o el medio. Se estima mucho más dificultoso y peligroso, a efectos de seguridad y riesgo de explosión y/o incendio, tratar de recoger dicho hidrógeno, por lo que la presente MTD **no aplicaría**.

11.5.2 Tratamiento de gases residuales

MTD 16. Para reducir las emisiones al aire, la MTD consiste en **utilizar una estrategia integrada de gestión y tratamiento de gases residuales** que incluya técnicas de tratamiento de gases residuales integradas en el proceso. Se incorporará en el SGA y en el propio plan de operación de la planta el control de gases, y reiterando lo comentado en el punto de la MTD 15 y por motivos de seguridad, atmósferas ATEX y riesgos de incendio/explosión, los gases residuales, oxígeno e hidrógeno, no serán sometidos a tratamientos, por lo que **no aplicaría**.

11.5.3 Combustión en antorcha

MTD 17. Para evitar las emisiones al aire de las antorchas, la MTD consiste en **utilizar la combustión en antorcha, solo por motivos de seguridad o en condiciones operativas no rutinarias.** En el caso que aplica y por motivos de seguridad no se estima oportuno la canalización y recolección de hidrógeno que tenga que liberarse en condiciones operativas no rutinarias, prefiriéndose su liberación directa a la atmósfera sin quema en antorcha. El hidrógeno es muy ligero, asciende rápidamente una vez liberado y escapa de la atmósfera, sin tener impacto en el medioambiente, por lo que **no aplica.**

MTD 18. Para **reducir las emisiones atmosféricas de las antorchas cuando su uso sea inevitable,** la MTD consiste en utilizar técnicas de diseño correcto de los dispositivos de combustión en antorcha y control y registro de datos en el marco de la gestión de las antorchas. Por la misma razón planteada previamente, **no aplica,** al no ser factible la quema del hidrógeno en antorcha por motivos de seguridad.

11.5.4 Emisiones difusas de COV

MTD 19. Para evitar o, cuando no sea posible, reducir las **emisiones difusas de COV** a la atmósfera, la MTD consiste en utilizar técnicas planteadas en el documento. Al no existir emisiones difusas de COV al no tratar con hidrocarburos u otros compuestos orgánicos volátiles, **no aplica.**

11.5.5 Emisiones de olores

MTD 20. Para evitar o, cuando ello no sea posible, **reducir las emisiones de olores,** la MTD consiste en establecer, aplicar y revisar periódicamente un plan de gestión de olores, como parte del sistema de gestión ambiental. Se incluirán los controles y protocolos establecidos en el documento en el SGA de acuerdo con lo indicado en la MTD, localizando estas actuaciones en los procesos de depuración de aguas residuales que producen lodos. **Estos lodos se almacenarán en recipientes cerrados para evitar la emisión de olores y su tratamiento será mediante gestor autorizado.**

MTD 21. Para evitar, o cuando ello no sea posible, **reducir las emisiones de olores derivada de la recogida y tratamiento de aguas residuales y del tratamiento de lodos,** la MTD consiste en utilizar alguna de las técnicas descritas en el documento. En el caso que aplica, por un lado a la planta de depuración de aguas sanitarias se le aplica un tratamiento biológico, pues los compuestos que puedan encontrarse en dichas aguas son fácilmente solubles en agua y fácilmente bioeliminables, y por otro lado para las aguas y lodos del separador de hidrocarburos los lodos se almacenarán y se establecerán unos tiempos de permanencia de esos lodos hasta su recogida y se regulará un mantenimiento frecuente del sistema de aireación, con opción a utilizar el excedente de oxígeno puro generado en la planta para optimizar el tratamiento aeróbico de dichos lodos.

11.5.6 Emisiones de ruidos

MTD 22. Para evitar, o cuando ello no sea posible, **reducir las emisiones de ruido**, la MTD consiste en establecer y aplicar un plan de gestión de ruidos, como parte del sistema de gestión ambiental que incluya protocolos de actuaciones y plazos, protocolos de control de ruidos, protocolos de respuesta a incidentes concretos de ruidos y un programa de prevención y reducción de ruidos. Las emisiones de ruido están siendo consideradas desde la fase de diseño, con el fin de garantizar el cumplimiento de la normativa aplicable y se incorporarán los protocolos y programas indicados en el documento en el SGA. En cualquier caso, dada la ubicación de la planta y los requisitos de diseño, no cabe esperar molestias por ruidos.

MTD 23. Para evitar o, cuando sea posible, **reducir las emisiones de ruidos**, la MTD consiste en utilizar una o varias de las técnicas descritas en el documento. Al tratarse de una planta en desarrollo, las técnicas descritas en el documento han sido tenidas en cuenta, localizando de manera adecuada los equipos y edificios y considerando los ruidos de cada equipo para cumplir la normativa aplicable y reducir las emisiones de ruido de acuerdo con dicha normativa. Si se detectasen anomalías, el SGA contempla la revisión de equipos y se plantearán alternativas de reducción y control de ruidos.

11.6 Mejores técnicas disponibles para la producción de hidrógeno

En el BREF (documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles (MTD) titulado "Industria química inorgánica de gran volumen de producción - sólidos y otros productos (LVIC-S)", no hace referencia a la fabricación de hidrógeno por electrólisis no hay "mejores técnicas disponibles (MTD) publicadas para la producción de hidrógeno a través de electrolizadores alimentados con energías renovables.

Sin embargo, aunque la producción de hidrógeno verde abre la vía a nuevos usos como vector energético clave, cabe destacar que la producción de hidrógeno es por sí misma una actividad de gran volumen, dónde casi el 90% de la producción se produce a partir de combustibles fósiles sin ningún tipo de control de emisiones de gases de efecto invernadero. Sólo un 0,6% se produce a través de electrólisis.

Según datos del IEA "*International Energy Agency*" se espera un incremento del 240% en la producción de hidrógeno a nivel mundial entre 2020 y 2030, de 88,4 a 212 Mt (megatoneladas de H₂), y que dicho incremento esté vinculado a hidrógeno libre de emisiones, ya sea a través de la captura de CO₂ (CCS) en el reformado con vapor, pero sobre todo, a través de electrólisis asociada a fuentes de energía renovables.

Producción mundial de hidrógeno por tecnología 2020 - 2030 (Predicción)



Ilustración 16. Generación de hidrógeno por tecnologías 2020 – 2030 (Predicción) Fuente: IEA.

11.6.1 Alternativas de generación de hidrógeno.

Alternativa 1: Electrólisis del agua a partir de fuentes de energía renovables (H2 verde)

La electrólisis es un proceso electroquímico en el cual se obtiene hidrógeno y oxígeno a través de la descomposición de la molécula de agua. Se trata de un método que permite la producción de hidrógeno de manera limpia, siempre y cuando la energía que se utilice para el proceso provenga de fuentes no contaminantes. De hecho, la electrólisis del agua es la principal vía que existe actualmente para producir hidrógeno mediante el uso de energías renovables.

Este proceso conlleva una forma de generación de hidrógeno sin emisiones de gases de efecto invernadero, pero conlleva los impactos asociados a la instalación de una planta solar fotovoltaica anexa para suministrar la energía eléctrica necesaria para la electrólisis del agua. Los impactos principales asociados a este proceso son la ocupación del suelo y el impacto visual.

Alternativa 2. Reformado con vapor y Gasificación

Consiste en la generación de hidrógeno a partir de hidrocarburos. El proceso consiste en la exposición del hidrocarburo a vapor de agua a alta temperatura y a una presión moderada. Como resultado de la reacción química se obtiene fundamentalmente hidrógeno, monóxido y dióxido de carbono y otros compuestos.

Este proceso de generación de hidrógeno lleva asociado importantes emisiones de gases de efecto invernadero procedentes tanto de las reacciones químicas durante el proceso como del consumo de

combustibles fósiles para generar la energía necesaria para llevarlo a cabo.

Una planta de reformado tiene mayor impacto visual que una de hidrógeno verde pero no es necesario que lleve asociado una planta solar fotovoltaica para el aporte de energía eléctrica.

Además del impacto sobre la calidad del aire y el cambio climático, es una actividad potencialmente contaminadora del suelo.



Ilustración 17. Planta de producción de hidrógeno por reformado con vapor.

11.6.2 Justificación de la alternativa seleccionada.

La alternativa seleccionada siguiendo criterios ambientales, socioeconómicos y técnicos es la planta de generación de hidrógeno por electrólisis del agua con aporte de energía eléctrica de fuente renovable, en este caso un parque solar fotovoltaico, por su beneficio a la calidad del aire y al clima, al no generar emisiones de gases de efecto invernadero, y su aporte al cumplimiento del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima de España y el Pacto Verde Europeo.

12 Presupuesto

A continuación, se actualiza el presupuesto para la planta de electrólisis y la zona de almacenamiento prevista.

El proveedor del electrolizador incluye en el alcance algunos equipos auxiliares dentro del precio final, y por este motivo no aparecen importes desglosados.

1. Presupuesto planta de electrólisis	29.244.000,00 €
2. Presupuesto almacenamiento y carga de hidrógeno	14.606.000,00 €
PRESUPUESTO TOTAL	43.850.000,00 €

Cuarenta y tres millones ochocientos cincuenta mil euros.

1. Planta de electrólisis

1.1. Electrolizador y alcances adicionales	Cant.	Precio unitario	Precio
Electrolizador 10 MW, @ 40 Bar	4		27.600.000,00 €
Transformador principal 6,6 MVA 30 kV	8	<i>incluido alcance</i>	- €
Rectificador CC 4,81 MW	8	<i>incluido alcance</i>	- €
Sistema de refrigeración	1	<i>incluido alcance</i>	- €
Sistema de purificación y secado de hidrógeno	1	<i>incluido alcance</i>	- €
Interconexión de sistemas	1	<i>incluido alcance</i>	- €
Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha	1	170.000,00 €	170.000,00 €
Obra civil, nave industrial de electrolizadores	1	400.000,00 €	400.000,00 €
Transformadores auxiliares	2	50.000,00 €	100.000,00 €
Montaje en obra, ingeniería EPC de los equipos principales	1	600.000,00 €	600.000,00 €
SUBTOTAL 1.1. Electrolizador y alcances adicionales			28.870.000,00 €

1.2. Suministro de agua bruta y planta de tratamiento

Sistema de Osmosis Inversa de dos pasos	1	<i>incluido alcance</i>	- €
Sistema de Electrodesionización	1	<i>incluido alcance</i>	- €
Tanque de agua bruta 250 m ³	1	22.000,00 €	22.000,00 €
Tanque de agua de proceso 60 m ³	2	20.000,00 €	40.000,00 €
Bombas de extracción agua de pozo	2	8.000,00 €	16.000,00 €
Interconexión de sistemas e instrumentación	1	50.000,00 €	50.000,00 €
SUBTOTAL 1.2. Suministro de agua bruta y planta de tratamiento			128.000,00 €

1.3. Sistema de inertización y aire de instrumentos

Tanque de nitrógeno líquido y auxiliares	1	32.000,00 €	32.000,00 €
Skid de control para inertización	1	40.000,00 €	40.000,00 €
Set compresores para aire instrumentos	2	15.000,00 €	30.000,00 €
Interconexión de sistemas e instrumentación	2	7.000,00 €	14.000,00 €
Contenedor 40 pies	1	10.000,00 €	10.000,00 €
SUBTOTAL 1.3. Sistema de inertización y aire de instrumentos			126.000,00 €

1.4. Sistema contra incendios

Bombas, tanques y valvulería de sistema anti incendios.	1	120.000,00 €	120.000,00 €
SUBTOTAL 1.4. Sistema contra incendios			120.000,00 €

2. Almacenamiento y carga de hidrógeno

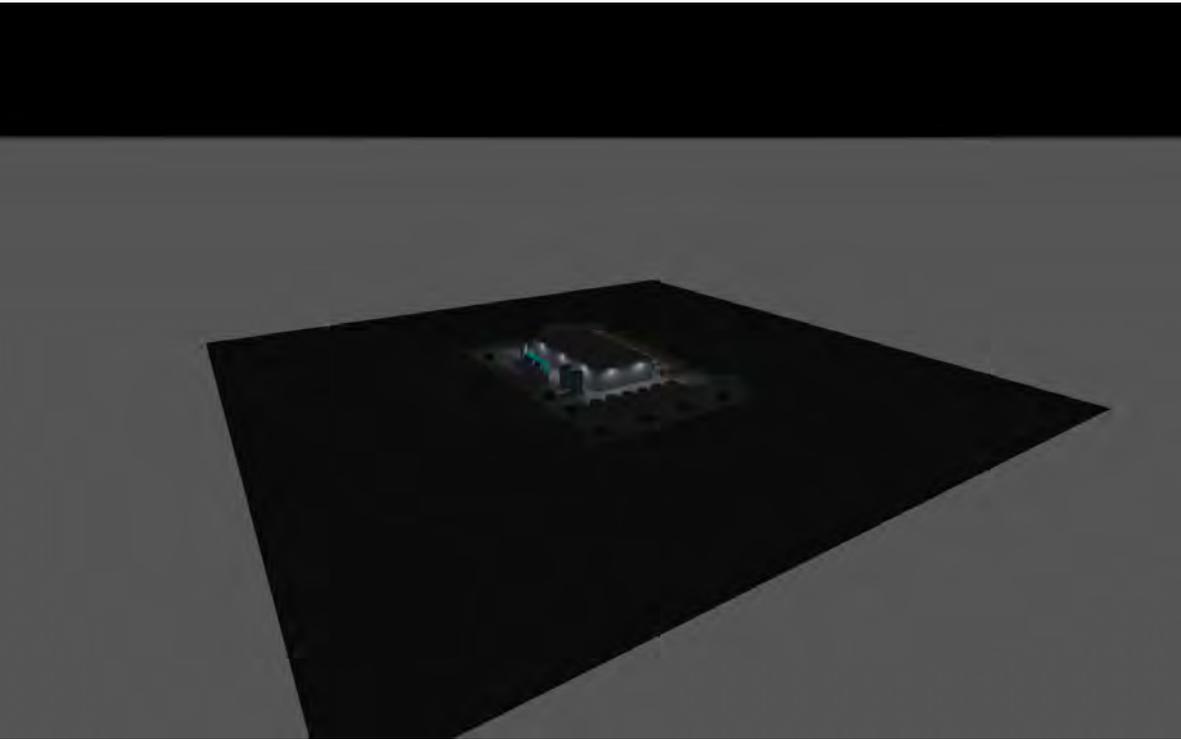
2.1. Almacenamiento 40 toneladas

Tanque horizontal 200 m ³ para H ₂ @40 Bar (660 kg)	60	225.000,00 €	13.500.000,00 €
Valvulería e interconexión, (x10 tanques)	6	30.000,00 €	180.000,00 €
Instalación de equipos y puesta en marcha	1	100.000,00 €	100.000,00 €
SUBTOTAL 2.1. Almacenamiento 40 ton H₂			13.780.000,00 €

2.2. Estación de carga de camiones

Compresores	4	165.000,00 €	660.000,00 €
Panel eléctrico de control (2x)	2	25.000,00 €	50.000,00 €
Sistema de refrigeración de 75 KW	4	14.700,00 €	58.800,00 €
Válvula de control proporcional	4	3.800,00 €	15.200,00 €
Contenedor 30 pies	2	6.000,00 €	12.000,00 €
Integración eléctrica e interconexión del contenedor	2	15.000,00 €	30.000,00 €
SUBTOTAL 2.2. Estación de carga de camiones			826.000,00 €

13 Anejo: Actualización cálculos lumínicos



Instalación de alumbrado exterior para planta de Electrólisis "Moreruela"

Instalación de alumbrado exterior de la instalación industrial de Electrólisis Moreruela en el término municipal de Granja de Moreruela (Zamora)

Observaciones preliminares

Indicaciones para planificación

Las magnitudes de consumo de energía no enen en c en a
escenas de z n s s es ados de a en ac ón

Contenido

Porada	1
Observaciones preliminares	2
Contenido	3
Condiciones	4
Descripción	5
de luminarias	6

Fichas de producto

Ficha VGP703 T25 1x ED40 4S/830 DM10 (1x ED40 4S/830)	7
---	---

Terreno 1

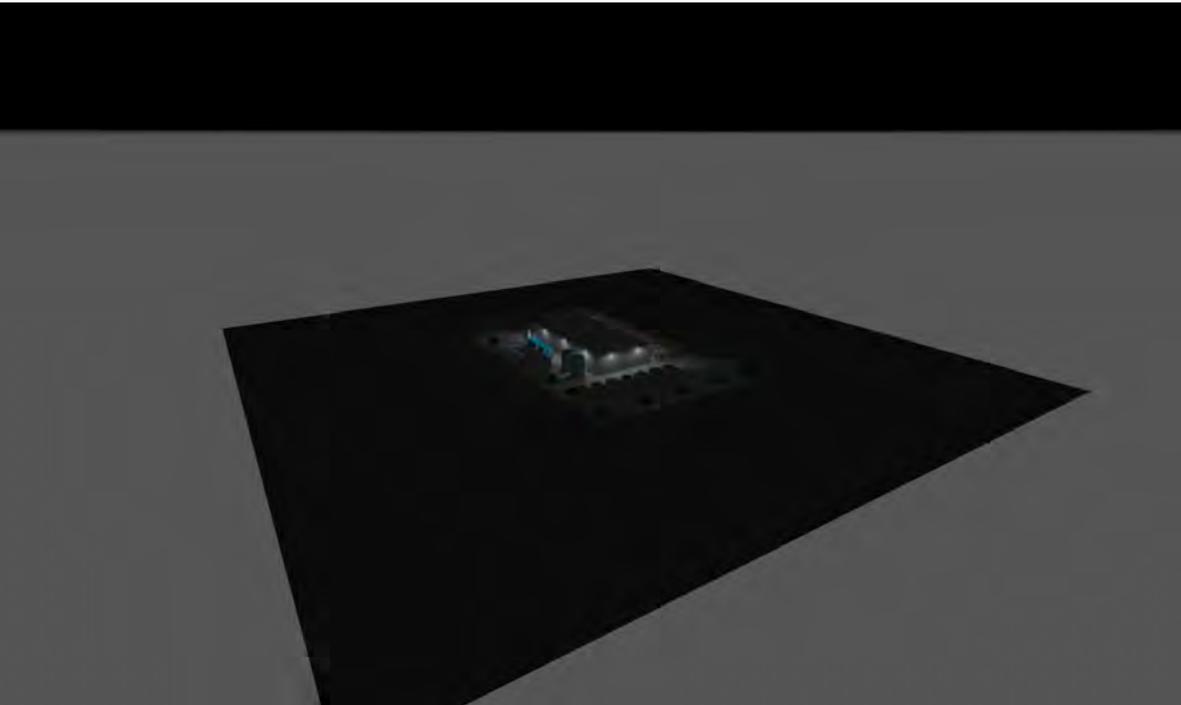
Plano de selección de luminarias	8
de luminarias	11
Objetos de cálculo / Escena de z1	12
Paso Refracción / Escena de z1 / Iluminancia perpendicular	20
Paso OyM / Escena de z1 / Iluminancia perpendicular	21
Paso Potencia / Escena de z1 / Iluminancia perpendicular	22
Glosario	23

Contactos



Ansaso, S
Paseo de Bovala, 11
Urbanización
29604 Marbella

T 95276566
F 952765627
info@ansaso.com



Descripción

Desarrollo de las instalaciones de alumbrado exterior de acuerdo con el Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones Técnicas Complementarias EA 01 a EA 07 así como toda la normativa derivada de esta.

Ansaso, S
Paseo de Bovalva, 11
Urbanización
29604 Marbella

T 95276566

F 952765627

info@ansaso.com

Lista de luminarias

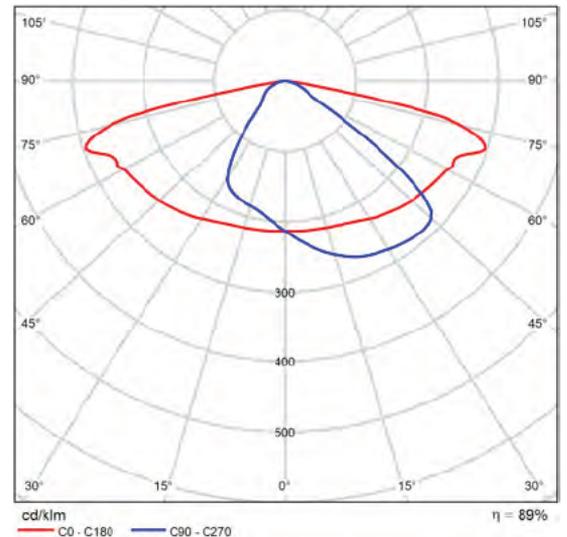
Φ_{total} 36630 lm		P_{total} 2850 W		Rendimiento lumínico 128.5 lm/W		
Unid.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre de artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
10	Philips		VGP703 T25 1 x ED40 4S/830 DM10	28.5 W	3663 lm	128.5 lm/W

Ficha de producto

Philips VGP703 T25 1 xLED40 4S/830 DM10



P	28.5 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	4100 mm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	3663 mm
η	89.33 %
Rendimiento luminoso	128.5 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80

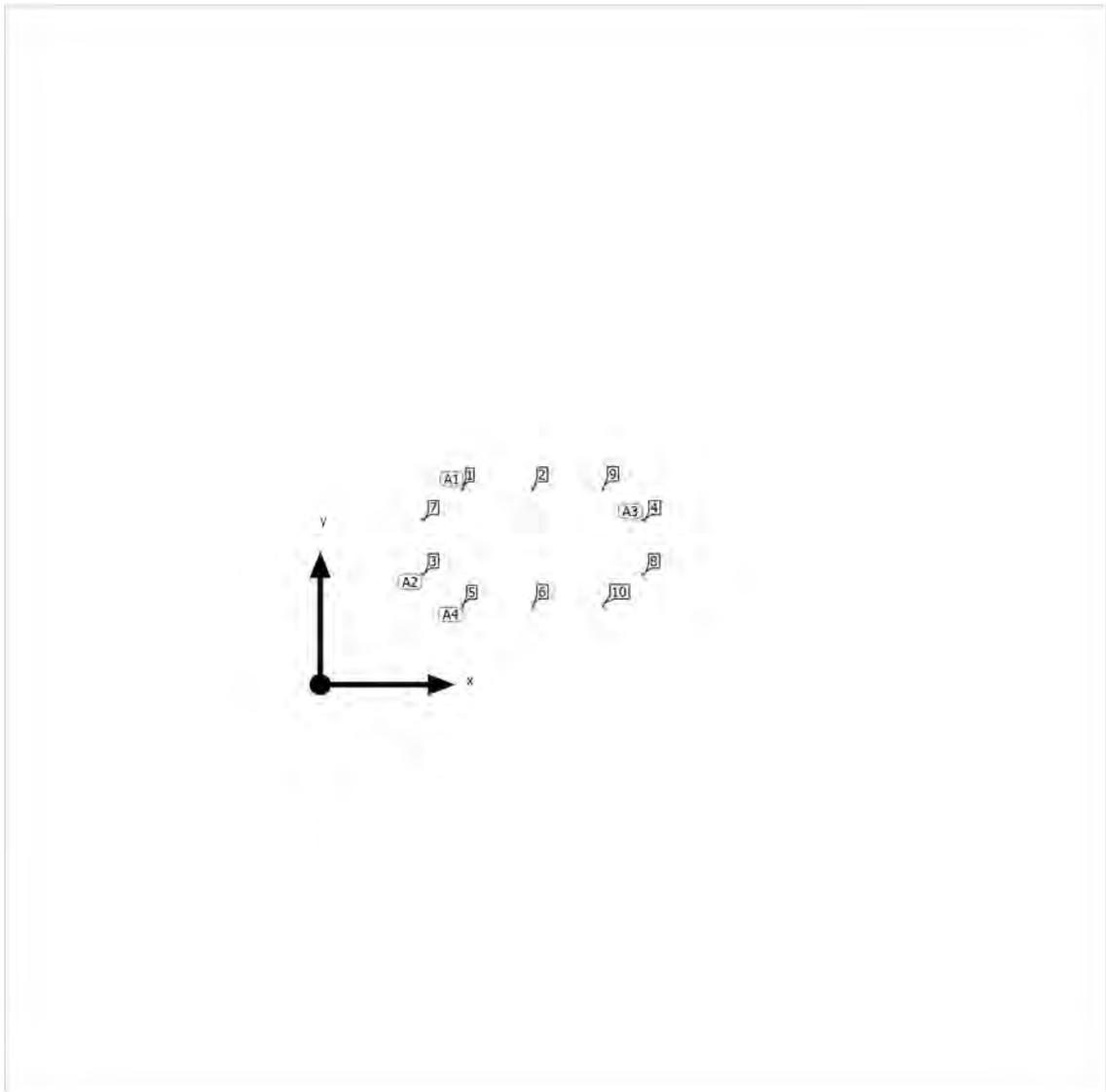


CDL po ar

ma gen2 So ar Us ng So ar power o gh p yo r s ree s Mee
 yo r s s a nab y arge s n an easy and fas way
 we pgraded yo r mos preferred m na re ma gen2 o be
 powered by So ar energy Fn ess des gn, f ree proof arch ec re,
 h s e free ma n enance and bes n c ass gh ng performance are
 some of he reasons we are pro d of ma gen2 So ar e s ake a
 deep d ve n a he charac er s cs we worked on o mee yo r
 gh ng needs

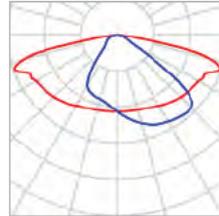
Terreno 1

Plano de situación de luminarias



Terreno 1

Plano de situación de luminarias



Fabricante	Philips	P	28,5 W
Nombre de artículo	VGP703 T25 1 x ED40 4S/830 DM10	$\Phi_{Luminaria}$	3663 m
Lámpara	1x ED40 4S/830		

3 x Philips VGP703 T25 1 x LED40 4S/830 DM10

Tipo	Distribución en planta	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	23 892 m / 33 000 m / 6 000 m	23 892 m	33 000 m	6 000 m	1
Dirección X	3 Unidades, Centro centro, 11 783 m	35 675 m	33 000 m	6 000 m	2
Organización	A1	47 458 m	33 000 m	6 000 m	9

2 x Philips VGP703 T25 1 x LED40 4S/830 DM10

Tipo	Distribución en planta	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	17 500 m / 18 712 m / 6 000 m	17 500 m	18 712 m	6 000 m	3
Dirección X	2 Unidades, Centro centro, 9 225 m	17 500 m	27 937 m	6 000 m	7
Organización	A2				

2 x Philips VGP703 T25 1 x LED40 4S/830 DM10

Terreno 1

Plano de situación de luminarias

Tipo	Distribución en planta	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	53 900 m / 27 900 m / 6 000 m	53 900 m	27 900 m	6 000 m	4
Dirección X	2 Unidades, Centro centro, 9 200 m	53 900 m	18 700 m	6 000 m	8
Organización	A3				

3 x Philips VGP703 T25 1 xLED40 4S/830 DM10

Tipo	Distribución en planta	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	23 900 m / 13 600 m / 6 000 m	23 900 m	13 600 m	6 000 m	5
Dirección X	3 Unidades, Centro centro, 11 800 m	35 700 m	13 600 m	6 000 m	6
Organización	A4	47 500 m	13 600 m	6 000 m	10

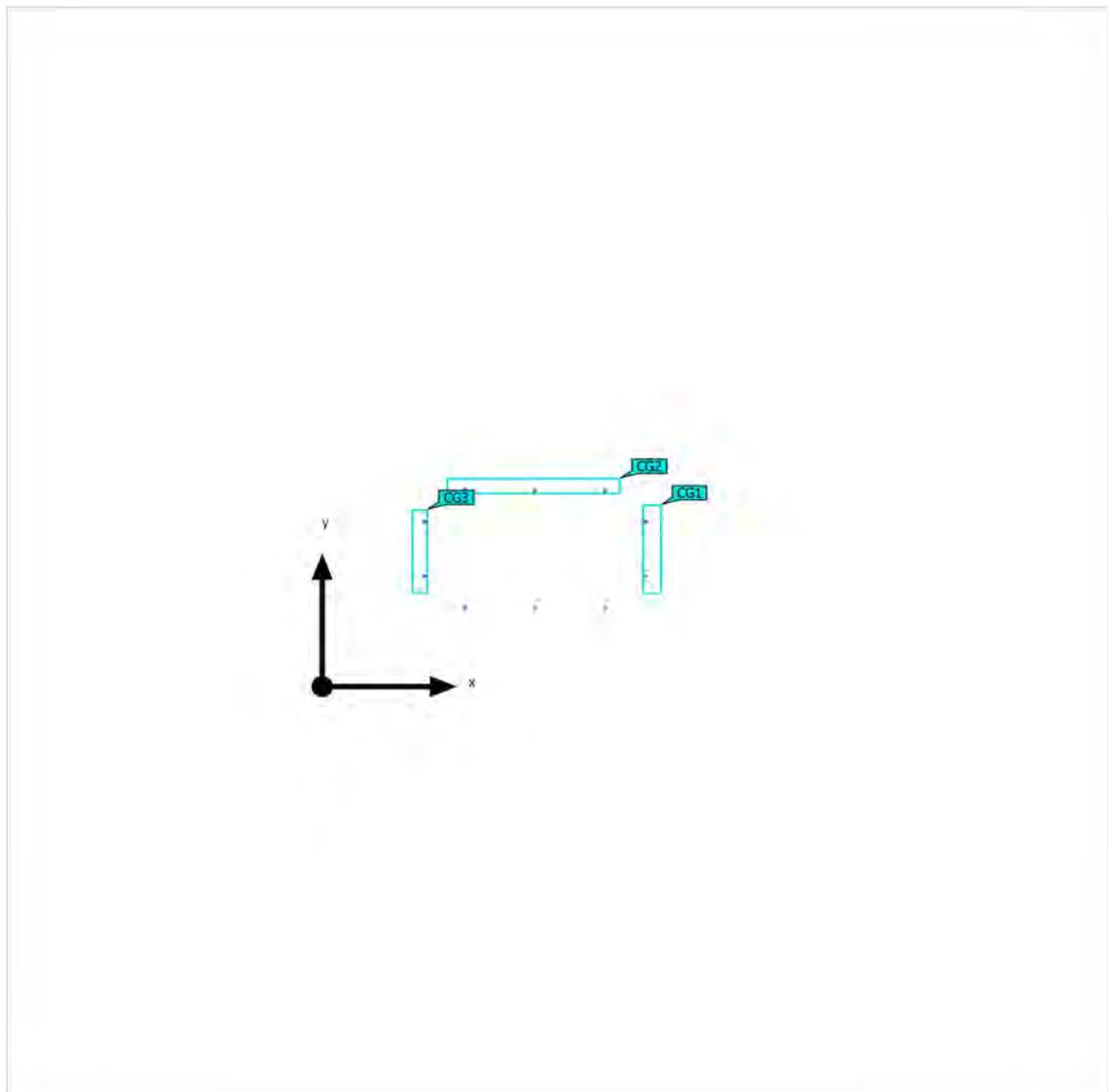
Terreno 1

Lista de luminarias

Φ_{total} 36630 lm		P_{total} 2850 W		Rendimiento lumínico 128.5 lm/W		
Unid.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre de artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
10	Philips		VGP703 T25 1 x ED40 4S/830 DM10	28.5 W	3663 lm	128.5 lm/W

Terreno 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Terreno 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Superficie de cálculo

Propiedades	\bar{E}	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Pasillo Refrigeración Iluminancia perpendicular Área 1200 m	317 lx	233 lx	382 lx	0.74	0.61	CG1
Pasillo Poincaré Iluminancia perpendicular Área 1200 m	272 lx	173 lx	375 lx	0.64	0.46	CG2
Pasillo OyM Iluminancia perpendicular Área 1200 m	329 lx	238 lx	389 lx	0.72	0.61	CG3

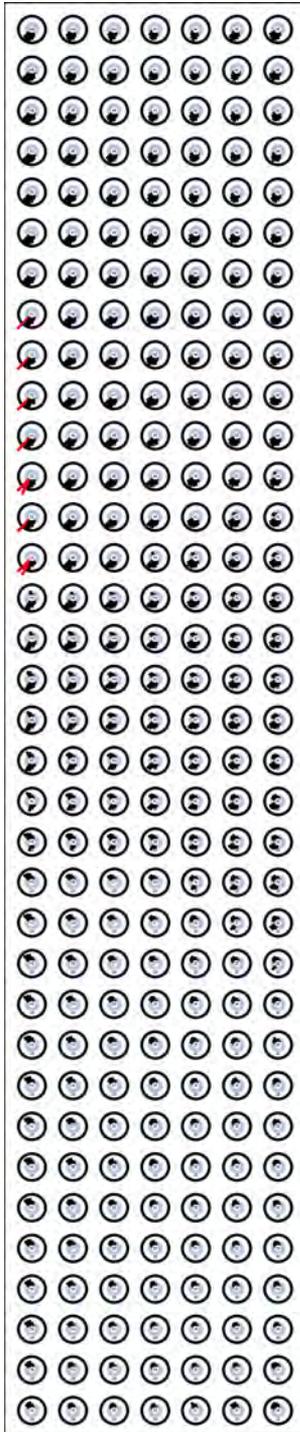
Pasillo Refrigeración (GR)

Máx. deslumbramiento	225°
máx	53
Nomina	≤50
Área de ángulo visual	0° - 360°
Amplitud de paso	15°
Ángulo de inclinación	2°
Átura	1200 m
Índice	CG1
Método	cálculo exacto

Terreno 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Pasillo Refrigeracion (GR)



Terreno 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

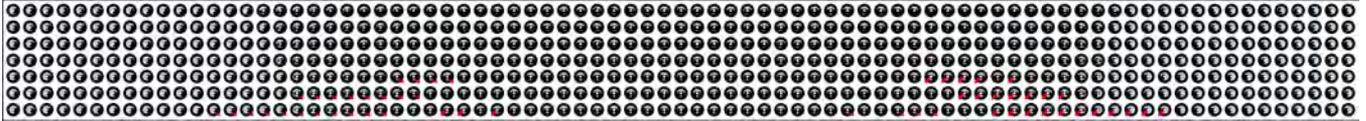
Pasillo Potencia (GR)

Máx. deslumbramiento	225°
máx	54
Nomina	≤50
Área de ángulo v suya	0° - 360°
Amplitud de paso	15°
Ángulo de inclinación	2°
Altura	1.200 m
Índice	CG2
Método	cálculo exacto

Terreno 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Pasillo Potencia (GR)



Terreno 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

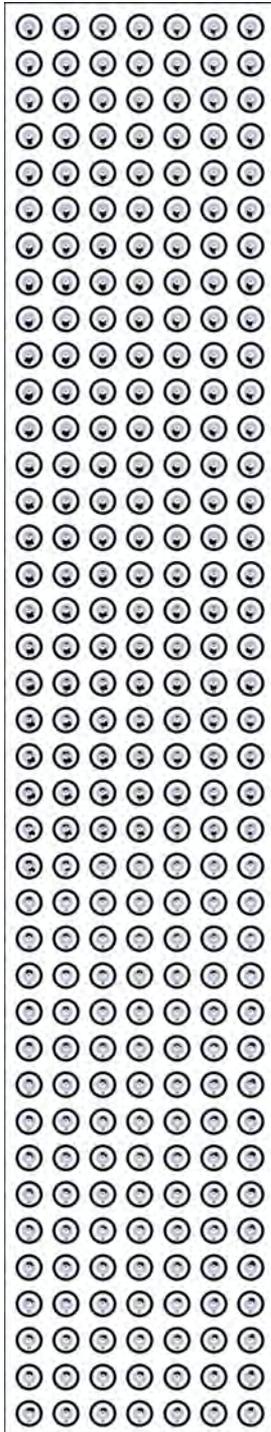
Pasillo OyM (GR)

Máx. deslumbramiento	270°
máx	37
Nomina	≤50
Área de ángulo v suya	0° - 360°
Amplitud de paso	15°
Ángulo de inclinación	2°
Altura	1.200 m
Índice	CG3
Método	cálculo exacto

Terreno 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Pasillo OyM (GR)

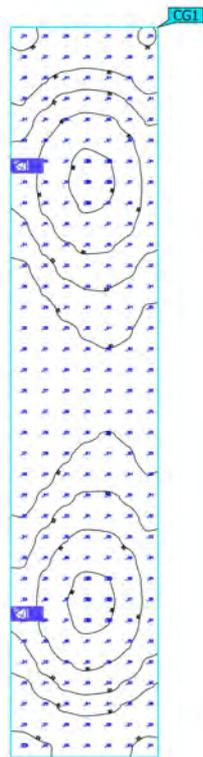


Terreno 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Perfil de uso Configuración DIALux predeterminada, Estándar (área de tránsito a aire libre)

Terreno 1 (Escena de luz 1)
Pasillo Refrigeracion

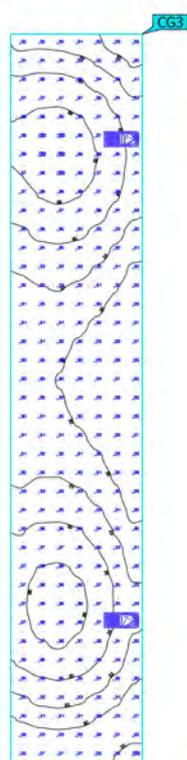


Propiedades	\bar{E}	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Pasillo Refrigeracion Iluminancia perpendicular Altura 1200 m	317 lx	233 lx	382 lx	0.74	0.61	CG1

Perfil de uso Configuración DIALux predeterminada, Estándar (área de tránsito a la rebre)

Terreno 1 (Escena de luz 1)

Pasillo OyM

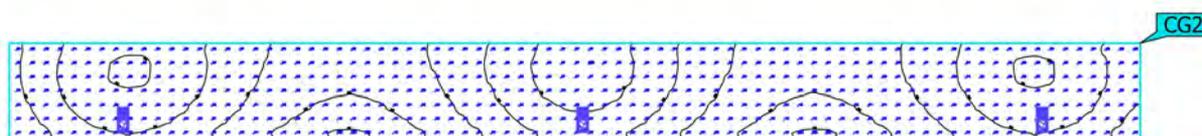


Propiedades	\bar{E}	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Pasillo OyM Iluminancia perpendicular Área 1200 m ²	32.9 lx	23.8 lx	38.9 lx	0.72	0.61	CG3

Perfil de uso Configuración DIALux predeterminada, Estándar (área de tránsito a aire libre)

Terreno 1 (Escena de luz 1)

Pasillo Potencia



Propiedades	\bar{E}	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Pasillo Potencia Iluminancia perpendicular Altura 1.200 m	27.2 lx	17.3 lx	37.5 lx	0.64	0.46	CG2

Perfil de uso Configuración DIALux predeterminada, Estándar (área de tránsito a aire libre)

Glosario

A

A	Símbolo para las superficies en la geometría
Altura neta de la boca	Designación para la distancia en el borde superior de la boca y el borde inferior de la boca (para la boca en sí es el llamado)

Á

Área circundante	El área circundante es la distancia con el área de la boca y debe coincidir con la anchura de al menos 0,5 m, según DIN EN 12464-1. Se encierra a la misma altura que el área de la boca.
Área de fondo	El área de fondo es la, según DIN EN 12464-1, con el área mínima circundante y la canchales de la boca. En el caso de bocas grandes, el área de fondo tiene al menos 3 m de anchura. Es horizontal y se encierra a la altura de la boca.
Área de la tarea visual	El área requerida para evaluar la boca según DIN EN 12464-1. La altura corresponde a la altura de la boca.

C

CCT	<p>(temperatura de color de la lámpara)</p> <p>Temperatura de color de la lámpara proyectada, que se utiliza para la descripción de la temperatura de color. Unidad Kelvin [K]. En menor sea el valor, más rojo, a mayor valor, más azul será el color de la lámpara de color de las lámparas de descarga gaseosa y semiconductores se denominan, a continuación de las lámparas de color de los proyectores, como lámpara de color correccionada.</p> <p>Correspondencia en colores de luz y rangos de temperatura de color según EN 12464-1</p> <p>Color de luz lámpara de color [K]</p> <p>blanco cálido (ww) < 3300 K</p> <p>blanco neutro (nw) ≥ 3300 - 5300 K</p> <p>blanco frío (w) > 5300 K</p>
Cociente de utilización	<p>Reacción en la iluminación que se alcanza en un punto en el espacio interior, dada la inclinación de la lámpara, y la iluminación horizontal en el espacio exterior bajo cielo abierto.</p> <p>Símbolo U (utilization factor)</p> <p>Unidad %</p>

Glosario

CRI (índice de reproducción cromática)

Denominación para el índice de reproducción cromática de una muestra de una fuente de luz según DIN 6169/1976 o CIE 133/1995

El índice general de reproducción cromática Ra (o CRI) es un coeficiente adimensional que describe la calidad de una fuente de luz blanca en lo que respecta a su semejanza a una fuente de luz de referencia, en los espectros de emisión de 8 colores de prueba definidos (ver DIN 6169 o CIE 1974)

D

Densidad luminosa

Medida de la impresión de claridad que el ojo humano percibe de una superficie. Es proporcional a la superficie misma, independientemente de la distancia (valor de emisión). Es una cantidad escalar que el ojo humano puede percibir

Unidad: Candela por metro cuadrado
 Abreviatura: cd/m²
 Símbolo:

E

Eta (η) (eficiencia)

El grado de eficacia de funcionamiento de una muestra describe qué porcentaje de flujo luminoso de una fuente de luz de radiación libre (o modo ED) abandona la muestra

Unidad: %

F

Factor de degradación Véase MF

Fujo luminoso

Medida para la potencia luminosa o la emitida por una fuente de luz en todas direcciones. Es el valor de emisión que es específica a la potencia de emisión o a la eficiencia luminosa de una fuente de luz solo puede determinarse en el laboratorio. Se diferencia en el flujo luminoso de una lámpara o de modo ED y el flujo luminoso de una muestra

Unidad: lumen
 Abreviatura: lm
 Símbolo: Φ

Glosario

G

g_1	Con frecuencia también U_o (ngovera nform y) Denominación formada o a de alumbrado sobre na s perf c e Es e coc en e de E_{min} y E_{max} y se usa, en re o ras, en normas para a especificación de m nac ó n en
g_2	Denominación de la des g a dad de alumbrado sobre na s perf c e Es e coc en e en re E_{min} y E_{max} y por o genera es re evan e so o como ev denc a de m nac ó n de emergencia seg n EN 1838
Grado de ref ex ó n	El grado de ref ex ó n de na s perf c e descr be q é can dad de a z nc den e es ref ejada El grado de ref ex ó n se define med an e a co orac ó n de a s perf c e

I

I um nanc a, adaptat va	Para a de rm nac ó n de alumbrado med a adap a va sobre na s perf c e, és a se ras er za en forma adap a va En e área en q e hay as mayores d ferenc as en m nanc a den ro de a s perf c e, a ras er zac ó n se hace más f na, en e área de menores d ferenc as, se rea za na ras er zac ó n más gr esa
I um nanc a, hor zonta	I m nanc a, ca c ada o med da sobre n p ano hor zonta (és e p ede ser pe j na s perf c e de na mesa o e s e o) a m nanc a hor zonta se den f ca por o genera con as e ras E_h
I um nanc a, perpend cu ar	I m nanc a perpend cu ar a na s perf c e, med da o ca c ada Es e se debe cons derar en s perf c es nc nadas S a s perf c e es hor zonta o ver ca, no ex s e d ferenc a en re a m nanc a perpend cu ar y a ver ca hor zonta
I um nanc a, vert ca	I m nanc a, ca c ada o med da sobre n p ano ver ca (es e p ede ser pe j a par e fron a de na es an er a) a m nanc a ver ca se den f ca por o genera con as e ras E_v
Intens dad um nca	Descr be a n ens dad de z en na d recc ó n de erm nada (va or de em sor) a n ens dad m nca es e f jo m noso Φ , en regado en n áng o de erm nado Ω de espacio a carac er s ca de em s ó n de na f en e de z se represen a gráf camen e en na c rva de d s r b c ó n de n ens dad m nca (CD) a n ens dad m nca es na n dad bás ca SI Un dad Cande a Abrev a ra cd Smbo o I

Glosario

Intensidad luminosa	Describe la acción de flujo luminoso que cae sobre una superficie de iluminación y el tamaño de esa superficie ($m^2 = x$) a la luminancia no es asociada a una superficie de iluminación. Puede determinarse en cualquier punto del espacio (error o ex error) a la luminancia no es una propiedad de un producto, ya que se trata de un valor de receptor. Para simular se utilizan aparatos de medición de luminancia.
	Unidad: lx Abreviatura: lx Símbolo: E
<hr/>	
L	
LENI	(energía consumida por metro cuadrado) Indicador de eficiencia energética de iluminación según EN 15193
	Unidad: kWh/m ² año
<hr/>	
LLMF	(energía consumida por hora por metro cuadrado por hora) Factor de mantenimiento de flujo luminoso de lámparas, tiene en cuenta la disminución de flujo luminoso de una lámpara o del modo ED en el curso de su vida útil de funcionamiento. El factor de mantenimiento de flujo luminoso de lámparas se especifica como un número decimal y puede variar en un valor máximo de 1 (sin disminución de flujo luminoso).
<hr/>	
LMF	(energía consumida por hora por hora) Factor de mantenimiento de iluminación, tiene en cuenta el encendido de la iluminación en el curso de su vida útil de funcionamiento. El factor de mantenimiento de iluminación se especifica como un número decimal y puede variar en un valor máximo de 1 (sin suciedad).
<hr/>	
LSF	(energía consumida por hora por hora) Factor de supervivencia de una lámpara, tiene en cuenta el fallo de una lámpara en el curso de su vida útil de funcionamiento. El factor de supervivencia de una lámpara se expresa como un número decimal y puede variar en un valor máximo de 1 (dentro del tiempo considerado, no hay fallo, o si se considera a ras de fondo).
<hr/>	
M	
MF	(energía consumida por hora por hora) Factor de mantenimiento, número decimal entre 0 y 1, describe la acción de reemplazo o renovación de la iluminación por un factor de mantenimiento (por ejemplo, luminancia) y el valor de mantenimiento. El factor de mantenimiento tiene en cuenta el encendido de lámparas y otras cosas, así como la disminución de flujo luminoso y el fallo de los dispositivos. El factor de mantenimiento se considera en forma general aproximada o se calcula en forma adecuada según CIE 97:2005, por medio de la fórmula: $MF = MF_x \cdot MF_y \cdot MF_z \cdot SF$

Glosario

O

Observador UGR Píntalo de cálculo en el espacio, para el caso de DIALux de determinar el valor UGR a la posición y altura de píntalo de cálculo deben corresponder a la posición de observador píntalo (posición y altura de los ojos de píntalo)

P

P (ing power)
Consumo de potencia eléctrica

Unidad: Vatio
Abreviatura: W

Plano útil Superficie vertical de medición de cálculo a la altura de la zona vs. a, por lo general sigue la geometría de la zona útil. El plano puede ambientarse dentro de la zona marginal

R

Rendimiento luminoso Reacción en la potencia luminosa emitida Φ [lm] y la potencia eléctrica consumida P [W] Unidad: lm/W

Es la reacción puede formarse para la lámpara o el módulo LED (rendimiento luminoso de lámpara o de módulo), para la lámpara o módulo jónico con sistema de control (rendimiento luminoso de sistema) y para la luminaria completa (rendimiento luminoso de luminaria)

RMF (ing room maintenance factor)/según CIE 97:2005
Factor de mantenimiento de la zona, tiene en cuenta el ensuciamiento de las superficies que rodean la zona en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento de la zona se especifica como número decimal y puede variar entre 0 y 1 (sensibilidad)

S

Superficie útil Cociente de luz diurna Una superficie de cálculo, dentro de la cual se calcula el cociente de luz diurna

Glosario

U

UGR (max)

(ángulo de glare)

Medida para el efecto psicológico de deslumbramiento en el espacio interior. Además de la luminancia de la pantalla, el valor UGR depende también de la posición del observador, la dirección de observación y la luminancia del entorno. En otras palabras, en la norma EN 12464-1 se especifican valores UGR máximos permitidos para diversos tipos de trabajo en espacios interiores.

Z

Zona marginal

Zona circundante en el plano y las paredes, que no se considera en el cálculo.

14 Anejo: Actualización estudio de eficiencia inst. lumínica.

Cumplimiento del RD 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07

0 Objeto

El presente anexo pretende justificar el cumplimiento del Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior que establece las condiciones técnicas de diseño, ejecución y mantenimiento que deben reunir las instalaciones de alumbrado exterior con el fin último de:

- a) Mejorar la eficiencia y ahorro energético, así como la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- b) Limitar el resplandor luminoso nocturno o contaminación luminosa y reducir la luz intrusa o molesta.

El reglamento no establece valores mínimos para los niveles de iluminación en los distintos tipos de espacios a iluminar, que se rigen por la normativa de aplicación específica.

1 Ámbito de aplicación

Este reglamento aplica como consecuencia de tratarse de una instalación de más de 1 kW de potencia instalada y consideramos a efectos reglamentario el tipo de alumbrado como de vigilancia y seguridad nocturna.

2 ITC EA – 01 Eficiencia energética

2.1 Eficiencia energética de la instalación.

La eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior se define como la relación entre el producto de la superficie iluminada por la iluminancia media en servicio de la instalación entre la potencia activa total instalada.

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} \left(\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right)$$

La eficiencia energética se puede determinar mediante la utilización de los siguientes factores:

ε_L =eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares (lum/W) siendo la relación entre el flujo luminoso emitido por una lámpara y la potencia total consumida por la lámpara y su equipo auxiliar.

f_m = factor de mantenimiento de la instalación (en por unidad) siendo la relación entre los valores de iluminancia que se pretenden mantener a lo largo de la vida de la instalación de alumbrado y los valores iniciales.

f_u = factor de utilización de la instalación (en por unidad) siendo la relación entre el flujo útil procedente de las luminarias que llega a la calzada o superficie a iluminar y el flujo emitido por las lámparas instaladas en las luminarias.

$$\varepsilon = \varepsilon_L \cdot f_m \cdot f_u = \left(\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right)$$

El factor de utilización de la instalación es función del tipo de lámpara, de la distribución de la intensidad luminosa y rendimiento de las luminarias, así como de la geometría de la instalación, tanto en lo referente a las características dimensionales de la superficie a iluminar (longitud y anchura), como a la disposición de las luminarias en la instalación de alumbrado exterior (tipo de implantación, altura de las luminarias y separación entre los puntos de luz).

Para la mejora de la eficiencia energética de una instalación de alumbrado se podrá actuar incrementando el valor de cualquiera de los tres factores anteriores, de forma que la instalación más eficiente será aquella en la que el producto de los tres factores –eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares y factores de mantenimiento y utilización de la instalación– sea máximo.

En este caso, para la presente instalación, el valor de la eficiencia sería:

$$\varepsilon = \frac{\sum S \cdot E_m}{P} \left(\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right) = 29,3 \frac{m^2 \cdot lux}{W}$$

2.2 Requisitos mínimos de eficiencia energética.

Para otras instalaciones de alumbrado, distintas de alumbrado vial funcional o ambiental, como son el alumbrado específico, el ornamental, el de vigilancia y seguridad nocturna y el de señales y anuncios luminosos, se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- Se iluminará únicamente la superficie que se quiere dotar de alumbrado.
- Se instalarán lámparas de elevada eficacia luminosa compatibles con los requisitos cromáticos de la instalación y con valores no inferiores a los establecidos en el capítulo 1 de la ITC-EA-04.
- Se utilizarán luminarias y proyectores de rendimiento luminoso elevado según la ITC-EA-04.
- El equipo auxiliar será de pérdidas mínimas, dándose cumplimiento a los valores de potencia máxima del conjunto lámpara y equipo auxiliar, fijados en la ITC-EA-04.
- El factor de utilización de la instalación será el más elevado posible, según la ITC-EA-04.

- El factor de mantenimiento de la instalación será el mayor alcanzable, según la ITC-EA-06.

2.3 Calificación energética de las instalaciones de alumbrado

Las instalaciones de alumbrado exterior, excepto las de alumbrados de señales y anuncios luminosos y festivo y navideño, se calificarán en función de su índice de eficiencia energética.

El índice de eficiencia energética (I_{ϵ}) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación (ϵ) y el valor de eficiencia energética de referencia ϵ_R en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada, que se indica en la tabla:

$$I_{\epsilon} = \frac{\epsilon}{\epsilon_R}$$

Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia ϵ_R $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$	Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia ϵ_R $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
≥ 30	32	--	--
25	29	--	--
20	26	≥ 20	13
15	23	15	11
10	18	10	9
$\leq 7,5$	14	7,5	7
--	--	≤ 5	5

Nota: Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal.

De cara a facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de alumbrado y en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones, se define una etiqueta que caracteriza el consumo de energía de la instalación mediante una escala de siete letras que va desde la A (instalación más eficiente y con menos consumo de energía) a la letra G (instalación menos eficiente y con más consumo de energía). El índice utilizado para la escala de letras será el índice de consumo energético (ICE) que es igual al inverso del índice de eficiencia energética:

$$ICE = \frac{1}{I_{\epsilon}}$$

La siguiente tabla determina los valores definidos por las respectivas letras de consumo energético, en función de los índices de eficiencia energética declarados.

Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
A	ICE < 0,91	$I_e > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I_e > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I_e > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I_e > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I_e > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I_e > 0,20$
G	ICE $\geq 5,00$	$I_e \leq 0,20$

ÍNDICE DE CONSUMO ENERGÉTICO DE LA INSTALACIÓN

$$ICE = \frac{1}{I_e} = \frac{\epsilon_R}{\epsilon} = \frac{13}{29,3} = 0,4437 \text{ (CLASIFICACIÓN ENERGÉTICA A)}$$

3 ITC EA-02 Niveles de iluminación

3.1 Generalidades

Se entiende por nivel de iluminación el conjunto de requisitos luminotécnicos o fotométricos (luminancia, iluminancia, uniformidad, deslumbramiento, relación de entorno, etc.) cubiertos por la presente instrucción.

Los niveles máximos de luminancia o de iluminancia media de las instalaciones de alumbrado descritas a continuación no podrán superar en más de un 20% los niveles medios de referencia establecidos en la presente ITC. Estos niveles medios de referencia están basados en las normas de la serie UNE-EN 13201 "Iluminación de carreteras", y no tendrán la consideración de valores mínimos obligatorios, pues quedan fuera de los objetivos del reglamento.

Deberá garantizarse asimismo el valor de la uniformidad mínima, mientras que el resto de requisitos fotométricos, por ejemplo, valor mínimo de iluminancia en un punto, deslumbramiento e iluminación de alrededores, descritos para cada clase de alumbrado, son valores de referencia, pero no exigidos, que deberán considerarse para los distintos tipos de instalaciones.

3.2 Alumbrado de áreas de trabajo exteriores.

Se considerarán como valores de referencia, los niveles de iluminación especificados en la norma EN 12464-2:2007.

3.3 Alumbrado para vigilancia y seguridad nocturna.

Es el correspondiente a la iluminación de fachadas y áreas destinadas a actividades industriales, comerciales, de servicios, deportivas, recreativas, etc. con fines de vigilancia y seguridad durante la noche.

La siguiente tabla incluye los valores de referencia de los niveles de iluminancia media vertical en fachada del edificio y horizontal en las inmediaciones del mismo, en función de la reflectancia o factor de reflexión ρ de la fachada.

Factor de reflexión Fachada Edificio		Iluminancia Media Em (lux) ⁽¹⁾	
		Vertical en Fachada ⁽²⁾	Horizontal en Inmediaciones
Muy clara	$\rho=0,60$	1	1
Normal	$\rho =0,30$	2	2
Oscura	$\rho =0,15$	4	2
Muy oscura	$\rho =0,075$	8	4

⁽¹⁾ Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado.
⁽²⁾ La iluminancia media vertical solo se considerará hasta una altura de 4 m desde el suelo.

En áreas destinadas a actividades industriales, comerciales, de servicios, deportivas, recreativas, etc. los niveles de referencia medios de iluminancia serán los siguientes:

- Áreas de riesgo normal: 5 lux
- Áreas de riesgo elevado: 20 lux
- Áreas de alto riesgo 50 lux

Para la obtención de los niveles anteriores se admitirá la instalación de un sistema de alumbrado de seguridad temporizado, activado por detectores de presencia.

En este caso se garantiza una iluminación medio de 20 luxes en las áreas más próximas a la instalación industrial.

Propiedades	\bar{E}	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2	Índice
Pasillo Refrigeración Iluminancia perpendicular Altura: 1.200 m	31.7 lx	23.3 lx	38.2 lx	0.74	0.61	CG1
Pasillo OyM Iluminancia perpendicular Altura: 1.200 m	32.9 lx	23.8 lx	38.9 lx	0.72	0.61	CG2
Pasillo Potencia Iluminancia perpendicular Altura: 1.200 m	27.2 lx	17.3 lx	37.5 lx	0.64	0.46	CG3

3.4 Deslumbramientos

Para evaluar el deslumbramiento en la iluminación –de recintos abiertos- superficies, instalaciones deportivas y áreas de trabajo exteriores, aparcamientos y, en general, en la iluminación a gran altura se utiliza el índice de deslumbramiento GR cuya escala de 0 a 100, en orden creciente de deslumbramiento es la indicada como:

Deslumbramiento	Índice GR
Insignificante	10
Ligero	30
Límite admisible	50
Molesto	70
Insoportable	90

Los límites de deslumbramiento para este tipo de instalaciones de alumbrado son los siguientes:

Destino del alumbrado	Tipo de Actividad	GR _{máx}
A la salvaguarda y seguridad	Riesgos bajos	55
	Riesgos medios	50
	Riesgos altos	45
Al movimiento y seguridad	Solamente peatones	55
	Tráfico lento	50
	Tráfico normal	45
Al trabajo	Basto	55
	Basto y medio	50
	Fino	45
Instalaciones deportivas	Entrenamiento	55
	Competición	50

Para tareas decisivas de visión en áreas de trabajo los valores de GR máx serán 5 unidades por debajo de las establecidas.

Para una instalación de salvaguarda y seguridad de riesgo bajo o medio, se garantiza un GR máximo de 55 correspondiente con un deslumbramiento en el límite de lo admisible. Esto puede comprobarse en el apartado cálculos lumínicos, donde el máximo índice de deslumbramiento (GR) es de 54.

3.5 Niveles de iluminación reducidos

Con la finalidad de ahorrar energía, disminuir el resplandor luminoso nocturno y limitar la luz molesta, a ciertas horas de la noche, se reducirá el nivel de iluminación en las instalaciones de alumbrado específico hasta que sea realmente necesario, siempre manteniéndose los niveles y criterios de luminancia/iluminancia y deslumbramiento establecidos.

4 ITC EA-03 Resplandor luminoso nocturno y luz intrusa o molesta.

4.1 Resplandor luminoso nocturno

El resplandor luminoso nocturno o contaminación lumínica es la luminosidad producida en el cielo nocturno por la difusión y reflexión de la luz en los gases, aerosoles y partículas en

suspensión en la atmósfera, procedente, entre otros orígenes, de las instalaciones de alumbrado exterior, bien por emisión directa hacia el cielo o reflejada por las superficies iluminadas.

Las diferentes zonas en función de su protección contra la contaminación luminosa y el tipo de actividad a desarrollar en cada zona son las siguientes:

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	DESCRIPCIÓN
E1	ÁREAS CON ENTORNOS O PAISAJES OSCUROS: Observatorios astronómicos de categoría internacional, parques nacionales, espacios de interés natural, áreas de protección especial (red natura, zonas de protección de aves, etc.), donde las carreteras están sin iluminar.
E2	ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD BAJA: Zonas periurbanas o extrarradios de las ciudades, suelos no urbanizables, áreas rurales y sectores generalmente situados fuera de las áreas residenciales urbanas o industriales, donde las carreteras están iluminadas.
E3	ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD MEDIA: Zonas urbanas residenciales, donde las calzadas (vías de tráfico rodado y aceras) están iluminadas.
E4	ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD ALTA: Centros urbanos, zonas residenciales, sectores comerciales y de ocio, con elevada actividad durante la franja horaria nocturna.

En este caso se clasifica como un área tipo E2, de brillo o luminosidad baja correspondiente a suelos no urbanizables y áreas rurales fuera de áreas residenciales urbanas y/o industriales.

4.1.1 Limitaciones de las emisiones luminosas.

Se limitarán las emisiones luminosas hacia el cielo en las instalaciones de alumbrado exterior, con excepción de las de alumbrado festivo y navideño.

La luminosidad del cielo producida por las instalaciones de alumbrado exterior depende del flujo hemisférico superior instalado y es directamente proporcional a la superficie iluminada y a su nivel de iluminancia, e inversamente proporcional a los factores de utilización y mantenimiento de la instalación.

El flujo hemisférico superior instalado FHS_{INST} o emisión directa de las luminarias a implantar en cada zona E1, E2, E3 y E4, no superarán los siguientes límites:

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR INSTALADO FHS _{INST}
E1	≤ 1%
E2	≤ 5%
E3	≤ 15%
E4	≤ 25%

Se garantiza en la presente instalación clasificada como E2 que no supera los valores reglamentarios, siendo el flujo hemisférico superior instalado de la instalación inferior al 5%. **En este caso por ficha técnica de las luminarias y su instalación horizontal, se estima un valor de 0.**

Además de ajustarse a estos valores, para reducir las emisiones hacia el cielo tanto directas, como las reflejadas por las superficies iluminadas, la instalación de las luminarias deberá cumplir con lo siguiente:

- Se iluminará solamente la superficie que se quiere dotar de alumbrado.
- Los niveles de iluminación no deberán superar los valores máximos establecidos en la ITC-EA-02.
- El factor de utilización y el factor de mantenimiento de la instalación satisfarán los valores mínimos establecidos en la ITC-EA-04.

4.2 Limitación de la luz intrusa o molesta

Con objeto de minimizar los efectos de la luz intrusa o molesta procedente de instalaciones de alumbrado exterior, sobre residentes y sobre los ciudadanos en general, las instalaciones de alumbrado exterior, con excepción del alumbrado festivo y navideño, se diseñarán para que cumplan los valores máximos establecidos en la siguiente tabla:

Parámetros luminotécnicos	Valores máximos			
	Observatorios astronómicos y parques naturales E1	Zonas periurbanas y áreas rurales E2	Zonas urbanas residenciales E3	Centros urbanos comerciales E4
Iluminancia vertical (E_v)	2 lux	5 lux	10 lux	25 lux
Intensidad luminosa emitida por las luminarias (I)	2.500 cd	7.500 cd	10.000 cd	25.000 cd
Luminancia media de las fachadas (L_m)	5 cd/m ²	5 cd/m ²	10 cd/m ²	25 cd/m ²
Luminancia máxima de las fachadas (L_{max})	10 cd/m ²	10 cd/m ²	60 cd/m ²	150 cd/m ²
Luminancia máxima de señales y anuncios luminosos ($L_{máx}$)	50 cd/m ²	400 cd/m ²	800 cd/m ²	1.000 cd/m ²
Incremento de umbral de contraste (TI)	Clase de Alumbrado			
	Sin iluminación	ME 5	ME3 / ME4	ME1 / ME2
	TI = 15% para adaptación a $L = 0,1$ cd/m ²	TI = 15% para adaptación a $L = 1$ cd/m ²	TI = 15% para adaptación a $L = 2$ cd/m ²	TI = 15% para adaptación a $L = 5$ cd/m ²

Donde:

- E_v = Iluminancia vertical en ventanas;
- L = Luminancia de las luminarias medida como Intensidad luminosa (I) emitida por cada luminaria en la dirección potencial de la molestia;
- L_m = Luminancia media de las superficies de los parámetros de los edificios que como consecuencia de una iluminación excesiva pueda producir molestias.
- L_{max} = Luminancia máxima de señales y anuncios luminosos.
- TI = Incremento umbral de contraste que expresa la limitación del deslumbramiento perturbador o incapacitivo en las vías de tráfico rodado producido por instalaciones de alumbrado distintas de las de viales. Dicho incremento constituye la medida por la que se cuantifica la pérdida de visión causada por dicho deslumbramiento. El TI producido por el alumbrado vial está limitado por la ITC-EA-02.

Se satisfacen estos parámetros de la tabla con las luminarias seleccionadas para áreas tipo E2.

4.3 ITC EA-04 Componentes de las instalaciones

4.3.1 Generalidades

En lo referente a los métodos de medida y presentación de las características fotométricas de lámparas y luminarias, se seguirá lo establecido en las normas relevantes de la serie UNE-EN 13032 "Luz y alumbrado". Medición y presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias".

El flujo hemisférico superior instalado (FHS_{INST}), rendimiento de la luminaria (η), factor de utilización (f_U), grado de protección IP, eficacia de la lámpara y demás características relevantes para cada tipo de luminaria, lámpara o equipos auxiliares, deberán ser garantizados por el fabricante, mediante una declaración expresa o certificación de un laboratorio acreditado.

A fin de garantizar que los parámetros de diseño de las instalaciones se ajustan a los valores nominales previstos, los equipos auxiliares que se incorporen en las instalaciones de alumbrado, deberán cumplir las condiciones de funcionamiento establecidas en las normas UNE-EN de prescripciones de funcionamiento siguientes:

- A) UNE-EN 60921 – Balastos para lámparas fluorescentes.
- B) UNE-EN 60923 – Balastos para lámparas de descarga, excluidas las fluorescentes.
- C) UNE-EN 60929 – Balastos electrónicos alimentados en c.a. para lámparas fluorescentes.

4.3.2 Lámparas

Con excepción de las iluminaciones navideñas y festivas, las lámparas utilizadas en instalaciones de alumbrado exterior tendrán una eficacia luminosa superior a:

- a) 40 lum/W, para alumbrados de vigilancia y seguridad nocturna y señales y anuncios luminosos.
- b) 65 lum/W, para alumbrados vial, específico y ornamental.

4.3.3 Luminarias

Las luminarias incluyendo los proyectores, que se instalen en las instalaciones de alumbrado excepto las de alumbrado festivo y navideño, deberán cumplir con los requisitos de la tabla respecto a los valores de rendimiento de la luminaria (η) y factor de utilización (f_U).

En lo referente al factor de mantenimiento (f_m) y al flujo hemisférico superior instalado (FHS_{INST}), cumplirán con lo dispuesto en las ITC-EA-06 y la ITC-EA-03 respectivamente.

Además, las luminarias deberán elegirse de forma que se cumplan los valores de eficiencia energética mínima, para instalaciones de alumbrado vial y el resto de requisitos para otras instalaciones de alumbrado, según lo establecido en la ITC-EA-01.

PARÁMETROS	ALUMBRADO VIAL		RESTO ALUMBRADOS (1)	
	Funcional	Ambiental	Proyectores	Luminarias
Rendimiento	≥ 65%	≥ 55%	≥ 55%	≥ 60%
Factor de utilización	(2)	(2)	≥ 0,25	≥ 0,30

(1) A excepción de alumbrado festivo y navideño.
(2) Alcanzarán los valores que permitan cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos en las tablas 1 y 2 de la ITC-EA-01.

4.3.3.1 Prescripciones específicas de los proyectores

Los proyectores son luminarias cuya distribución fotométrica, conseguida mediante un sistema óptico especialmente diseñado, permite la iluminación a cierta distancia de la ubicación del proyector.

Al fin de conseguir una elevada eficiencia energética, cuando se utilicen proyectores para la iluminación de superficies horizontales, deberán cumplirse los siguientes aspectos:

- a) Se emplearán preferentemente proyectores del tipo asimétrico con objeto de controlar la luz emitida hacia el hemisferio superior.
- b) El ángulo de inclinación en el desplazamiento corresponde al valor de $I_{m\acute{a}x}/2$ por encima de la intensidad máxima emitida por el proyector, que será inferior a 70° respecto a la vertical. Es decir, que la inclinación de la intensidad máxima debe ser inferior a:
 - a. 60° para un proyector cuyo semiángulo de apertura por encima de la $I_{m\acute{a}x}$ sea de 10° .
 - b. 65° para un proyector cuyo semiángulo de apertura por encima de la $I_{m\acute{a}x}$ sea de 5° .

No obstante, en todo caso, el ángulo de inclinación correspondiente a la intensidad máxima ($I_{m\acute{a}x}$) será inferior a 70° respecto a la vertical.

- c) La intensidad en ángulos superiores a 85° emitida por el proyector, se limitará a 50 cd/klm como máximo.

4.3.4 Equipos auxiliares.

La potencia eléctrica máxima consumida por el conjunto del equipo auxiliar y la lámpara de descarga, no superará los siguientes valores:

POTENCIA NOMINAL DE LÁMPARA (W)	POTENCIA TOTAL DEL CONJUNTO (W)			
	SAP	HM	SBP	VM
18	--	--	23	--
35	--	--	42	--
50	62	--	--	60
55	--	--	65	--
70	84	84	--	--
80	--	--	--	92
90	--	--	112	--
100	116	116	--	--
125	--	--	--	139
135	--	--	163	--
150	171	171	--	--
180	--	--	215	--
250	277	270 (2,15A) 277 (3A)	--	270
400	435	425 (3,5A) 435 (4,6A)	--	425

La potencia eléctrica máxima consumida del conjunto equipo auxiliar y lámpara fluorescente se ajustarán a los valores admitidos por el Real Decreto 838/2002, de 2 de agosto, por el que se establecen los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes.

Al usarse tecnología de iluminación tipo LED se cumple sobradamente con todos los parámetros indicados.

4.3.5 Sistema de accionamiento.

Los sistemas de accionamiento deberán garantizar que las instalaciones de alumbrado exterior se enciendan y apaguen con precisión a las horas previstas cuando la luminosidad ambiente lo requiera, a objeto de ahorrar energía.

El accionamiento de las instalaciones de alumbrado exterior podrá llevarse a cabo mediante diversos dispositivos, como por ejemplo, fotocélulas, relojes astronómicos y sistemas de encendido centralizado.

Toda instalación de alumbrado exterior con una potencia de lámparas y equipos auxiliares superiores a 5 kW, deberá incorporar un sistema de accionamiento por reloj astronómico o sistema de encendido centralizado, mientras que en aquellas con una potencia en lámparas y equipos auxiliares inferior o igual a 5 kW también podrá incorporarse un sistema de accionamiento mediante fotocélula.

4.3.6 Sistema de regulación del nivel luminoso

Con la finalidad de ahorrar energía, las instalaciones de alumbrado recogidas en el capítulo 9 de la ITC-EA-02, se proyectarán con dispositivos o sistemas para regular el nivel luminoso mediante alguno de los sistemas siguientes:

- a) Balastos serie de tipo inductivo para doble nivel de potencia;
- b) Reguladores – estabilizadores en cabecera de línea;
- c) Balastos electrónicos de potencia regulable.

Los sistemas de regulación del nivel luminoso deberán permitir la disminución del flujo emitido hasta un 50% del valor en servicio normal, manteniendo la uniformidad de los niveles de iluminación, durante las horas con funcionamiento reducido.

4.4 ITC EA-06 Mantenimiento de la eficiencia energética de las instalaciones

4.4.1 Generalidades

Las características y las prestaciones de una instalación de alumbrado exterior se modifican y degradan a lo largo del tiempo. Una explotación correcta y un buen mantenimiento permitirán conservar la calidad de la instalación, asegurar el mejor funcionamiento posible y lograr una idónea eficiencia energética.

Las características fotométricas y mecánicas de una instalación de alumbrado exterior se degradarán a lo largo del tiempo debido a numerosas causas, siendo las más importantes:

- La baja progresiva del flujo emitido por las lámparas.
- El ensuciamiento de las lámparas y del sistema óptico de la luminaria.
- El envejecimiento de los diferentes componentes del sistema óptico de las luminarias (reflector, refractor, cierre, etc.).
- El prematuro cese de funcionamiento de las lámparas.
- Los desperfectos mecánicos debidos a accidentes de tráfico, actos de vandalismo, etc.

La peculiar implantación de las instalaciones de alumbrado exterior a la intemperie, sometidas a los agentes atmosféricos, el riesgo que supone que parte de sus elementos sean fácilmente accesibles, así como la primordial función de dichas instalaciones desempeñan en materia de seguridad vial, así como de las personas y los bienes, obligan a establecer un correcto mantenimiento de las mismas.

4.4.2 Factor de mantenimiento

El factor de mantenimiento (f_m) es la relación entre la iluminancia media en la zona iluminada después de un determinado periodo de funcionamiento de la instalación de alumbrado exterior (Iluminancia media en servicio - $E_{servicio}$), y la iluminancia media obtenida al inicio de su funcionamiento como instalación nueva (Iluminación media inicial - $E_{inicial}$).

$$f_m = \frac{E_{servicio}}{E_{inicial}} = \frac{E}{E_i}$$

El factor de mantenimiento será siempre menor que la unidad ($f_m < 1$), e interesará que resulte lo más elevado posible para una frecuencia de mantenimiento lo más baja que pueda llevarse a cabo.

El factor de mantenimiento será función fundamental de:

- El tipo de lámpara, depreciación del flujo luminoso y su supervivencia en el transcurso del tiempo;
- La estanqueidad del sistema óptico de la luminaria mantenida a lo largo de su funcionamiento;
- La naturaleza y modalidad de cierre de la luminaria;
- La calidad y frecuencia de las operaciones de mantenimiento;
- El grado de contaminación de la zona donde se instale la luminaria.

El factor de mantenimiento será el producto de los factores de depreciación del flujo luminoso de las lámparas, de su supervivencia y de depreciación de la luminaria, de forma que se verificará:

$$f_m = FDFL \cdot FSL \cdot FDLU$$

Siendo:

FDFL: Factor de depreciación del flujo luminoso de la lámpara.

FSL: Factor de supervivencia de la lámpara.

FDLU: Factor de depreciación de la luminaria.

Y estos factores son los siguientes:

Factores de depreciación del flujo luminoso de las lámparas (FDFL)

Tipo de lámpara	Período de funcionamiento en horas				
	4.000 h	6.000 h	8.000 h	10.000 h	12.000 h
Sodio alta presión	0,98	0,97	0,94	0,91	0,90
Sodio baja presión	0,98	0,96	0,93	0,90	0,87
Halogenuros metálicos	0,82	0,78	0,76	0,76	0,73
Vapor de mercurio	0,87	0,83	0,80	0,78	0,76
Fluorescente tubular Trifósforo	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
Fluorescente tubular Halofosfato	0,82	0,78	0,74	0,72	0,71
Fluorescente compacta	0,91	0,88	0,86	0,85	0,84

Factores de supervivencia de las lámparas (FSL)

Tipo de lámpara	Período de funcionamiento en horas				
	4.000 h	6.000 h	8.000 h	10.000 h	12.000 h
Sodio alta presión	0,98	0,96	0,94	0,92	0,89
Sodio baja presión	0,92	0,86	0,80	0,74	0,62
Halogenuros metálicos	0,98	0,97	0,94	0,92	0,88
Vapor de mercurio	0,93	0,91	0,87	0,82	0,76
Fluorescente tubular Trifósforo	0,99	0,99	0,99	0,98	0,96
Fluorescente tubular Halofosfato	0,99	0,98	0,93	0,86	0,70
Fluorescente compacta	0,98	0,94	0,90	0,78	0,50

Factores de depreciación de las luminarias (FDLU)

Grado protección sistema óptico	Grado de contaminación	Intervalo de limpieza en años				
		1 año	1,5 años	2 años	2,5 años	3 años
IP 2X	Alto	0,53	0,48	0,45	0,43	0,42
	Medio	0,62	0,58	0,56	0,54	0,53
	Bajo	0,82	0,80	0,79	0,78	0,78
IP 5X	Alto	0,89	0,87	0,84	0,80	0,76
	Medio	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82
	Bajo	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88
IP 6X	Alto	0,91	0,90	0,88	0,85	0,83
	Medio	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87
	Bajo	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90

A los efectos del cálculo del factor de mantenimiento, 1 año equivale a 4.000 h de funcionamiento.

El grado de contaminación atmosférica referido corresponderá a las siguientes especificaciones:

1) Grado de contaminación alto.

Existe en las proximidades actividades generadores de humo y polvo con niveles elevados. Con frecuencia las luminarias se encuentran envueltas en penachos de humo y nubes de polvo, que comportará un ensuciamiento importante de la luminaria en un medio corrosivo y corresponderá, entre otras, a:

- a) Vías de tráfico rodado de muy alta densidad de tráfico.
- b) Zonas expuestas al polvo, contaminación atmosférica elevada y, eventualmente, a compuestos corrosivos generados por la industria de producción o transformación.
- c) Sectores sometidos a la influencia marítima.

2) Grado de contaminación medio.

Hay en el entorno actividades generadoras de humo y polvo con niveles moderados con intensidad de tráfico media, compuesto de vehículos ligeros y pesados, y un nivel de partículas en el ambiente igual o inferior a $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que supondrá un ensuciamiento intermedio o mediano de la luminaria y corresponderá, entre otras, a:

- a) Vías urbanas o periurbanas sometidas a una intensidad de tráfico medio.
- b) Zonas residenciales, de actividad u ocio, con las mismas condiciones de tráfico de vehículos.
- c) Aparcamientos al aire libre de vehículos.

3) Grado de contaminación bajo.

Ausencia en las zonas circundantes de actividades generadoras de humo o polvo, con poca intensidad de tráfico casi exclusivamente ligero. El nivel de partículas en el ambiente es igual o inferior a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que corresponderá, entre otras, a:

- a) Vías residenciales no sometidas a un tráfico intenso de vehículos.
- b) Grandes espacios no sometidos a contaminación.
- c) Medio rural.

En el proyecto de alumbrado exterior, de acuerdo con los valores de las tablas, se efectúa el cálculo del factor de mantenimiento (f_m), que servirá para determinar la iluminancia media inicial (E_i) en función de los valores de iluminancia media (E) en servicio con mantenimiento de la instalación establecidos en la ITC-EA-02 ($E_i = E/f_m$).

Como no se disponen de valores para luminarias LED, los valores de referencia de la tabla serán los correspondientes a una lámpara de vapor de sodio de alta presión, con un funcionamiento de 10.000 h, con un grado de protección IP6X en una zona de baja contaminación y con un intervalo de limpieza de 2 años.

$$f_m = FDFL \cdot FSL \cdot FDLU = 0,91 \cdot 0,92 \cdot 0,91 = 0,76$$

4.4.3 Operaciones de mantenimiento y su registro

Para garantizar en el transcurso del tiempo el valor del factor de mantenimiento de la instalación, se realizarán las operaciones de reposición de lámparas y limpieza de luminarias con la periodicidad determinada por el cálculo del factor.

El titular de la instalación será el responsable de garantizar la ejecución del plan de mantenimiento de la instalación descrito en el proyecto.

Las operaciones de mantenimiento relativas a la limpieza de las luminarias y a la sustitución de lámparas averiadas podrán ser realizadas directamente por el titular de la instalación o mediante subcontratación.

Las mediciones eléctricas y luminotécnicas incluidas en el plan de mantenimiento serán realizadas por un instalador autorizado en baja tensión, que deberá llevar un registro de operaciones de mantenimiento, en el que se reflejen los resultados de las tareas realizadas.

El registro podrá realizarse en un libro u hojas de trabajo o un sistema informatizado. En cualquiera de los casos, se numerarán correlativamente las operaciones de mantenimiento de la instalación de alumbrado exterior, debiendo figurar, como mínimo, la siguiente información:

- a) El titular de la instalación y la ubicación de esta.
- b) El titular del mantenimiento.
- c) El número de orden de la operación de mantenimiento preventivo en la instalación.
- d) El número de orden de la operación de mantenimiento correctivo.
- e) La fecha de ejecución.
- f) Las operaciones realizadas y el personal que las realizó.

Además, con objeto de facilitar la adopción de medidas de ahorro energético, se registrará:

- g) Consumo energético anual.
- h) Tiempos de encendido y apagado de los puntos de luz.

- i) Medida y valoración de la energía activa y reactiva consumida, con discriminación horaria y factor de potencia.
- j) Niveles de iluminación mantenidos.

El registro de las operaciones de mantenimiento de cada instalación se hará por duplicado y se entregará una copia al titular de la instalación. Tales documentos deberán guardarse al menos durante cinco años, contados a partir de la fecha de ejecución de la correspondiente operación de mantenimiento.

15 Anejo: Actualización Estudio de Ruidos

**ESTUDIO ACUSTICO DE LA INSTALACIÓN
ELECTROLIZADORA “MORERUELA I”,
SUBESTACIÓN E INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE
AUTOCONSUMO EN GRANJA DE MORERUELA
(ZAMORA)**

MARZO 2022

1	OBJETO:.....	106
2	JUSTIFICACIÓN DEL ARTÍCULO 30 DE LA LEY 5/2009:.....	106
3	TITULAR DE LA ACTIVIDAD.....	107
4	TIPO DE ACTIVIDAD Y HORARIO PREVISTO:.....	107
5	NOMENCLATURA, PARÁMETROS Y DEFINICIONES:.....	107
6	NORMATIVA DE REFERENCIA:.....	108
7	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	111
8	ESTIMACIÓN DE NIVELES SONOROS EN LA FASE POST-OPERACIONAL.	113
9	CÁLCULOS DE EMISIÓN DE RUIDOS.	115
10	CONCLUSIONES.	116
11	JUSTIFICACIÓN CÁLCULOS.	118

1 Objeto:

El presente documento se redacta de acuerdo con las exigencias establecidas en la Ley 5/2009, de 4 de junio, del ruido de Castilla y León para la futura instalación de electrólisis para la producción de hidrógeno verde "Morueruela" compuesta por la instalación industrial de electrólisis, línea eléctrica de consumo, subestación eléctrica, hidroduto y planta fotovoltaica de autoconsumo.

2 Justificación del Artículo 30 de la Ley 5/2009:

Artículo 30. Actividades y proyectos sujetos a autorización ambiental, licencia ambiental, comunicación ambiental o evaluación de impacto ambiental.

Quando se trate de actividades sometidas al régimen de autorización ambiental o de licencia ambiental que puedan causar molestias por ruidos y vibraciones, se presentará junto a la correspondiente solicitud de autorización o licencia ambiental, un proyecto acústico redactado por técnico titulado competente, en el que se contemplen todos los extremos indicados en el anexo VII.

Y este anexo articula:

De acuerdo con el artículo 30 de la ley, los proyectos acústicos relativos a actividades sujetas al régimen de autorización ambiental, de licencia ambiental, de comunicación ambiental o de evaluación de impacto ambiental, deberán tener el siguiente contenido:

Memoria:

- a) Titular de la actividad
- b) Tipo de actividad
- c) Horario de funcionamiento de la actividad
- d) Área acústica donde se ubicará la actividad.
- e) Emisión sonora a 1 m de distancia, en tercios de octava, de los focos sonoros que existirán en la actividad.
- f) Aislamiento acústico, en tercios de octava, de los cerramientos acústicos que delimitarán la actividad, indicando los materiales y la forma de instalación y/o sujeción de los mismos para evitar puentes acústicos.
- g) Sistemas para atenuar la inmisión sonora en el exterior producida por las salidas de ventilación forzada.
- h) Descripción de los tratamientos antivibratorios que se emplearán en el suelo y en las fijaciones de las máquinas susceptibles de producir vibraciones.
- i) Cálculo justificativo del cumplimiento de los valores límite establecidos.

Planos:

- a) Plano de situación de la actividad respecto a los recintos colindantes.

- b) Plano en planta de la actividad en el cual se ubiquen los distintos focos sonoros que existirán en ella.
- c) Detalle de los sistemas de aislamiento acústico de los cerramientos que delimitan el recinto que alberga la actividad.

3 Titular de la actividad

El titular de la instalación es "UTU SOLAR, S.L. " con NIF B-04959284.

4 Tipo de actividad y horario previsto:

La actividad que se va a desarrollar en esta planta fotovoltaica es la generación de hidrógeno verde a partir de energía eléctrica. Esta energía eléctrica vendrá principalmente de la instalación solar fotovoltaica de autoconsumo y además se complementará la producción fotovoltaica mediante conexión a red eléctrica. Esto supondrá una producción industrial estimada máxima 24/7 durante unos 350 días al año.

La producción fotovoltaica, y los ruidos asociados a la misma se limitarán a las horas con irradiación solar, correspondiendo en su totalidad al periodo denominado como día y tarde entre las 7 horas y las 22 horas del día.

5 Nomenclatura, parámetros y definiciones:

En el presente apartado se incluye una breve explicación de la terminología relacionada con el estudio acústico.

- Leq.- Nivel continuo equivalente.
- Lday.- Nivel continuo equivalente en período comprendido entre las 7h y 19h-
- Levening.- Nivel continuo equivalente en período comprendido entre las 19h y 23h.
- Lnight.- Nivel continuo equivalente en período comprendido entre las 23h y las 7h.
- Lden.- Nivel continuo equivalente día-tarde-noche (24h).
- Lmax.- Nivel máximo alcanzado durante un período de medición.
- Lmin.- Nivel mínimo alcanzado durante un período de medición.
- Ln (percentil).- Nivel alcanzado o sobrepasado el "n" % del tiempo de medición.

Todos los niveles sonoros presentados en este documento son ponderados de acuerdo a la red de ponderación A, por tanto, se expresan en dBA.

6 Normativa de referencia:

Directiva 2002/49/CE, de 25 de junio, sobre la evaluación y gestión del ruido ambiental

La pertenencia de España a la Unión Europea conlleva el obligado cumplimiento del ordenamiento jurídico correspondiente al Derecho Comunitario. La Unión Europea ha abordado la lucha contra el ruido en el marco de su política medioambiental a través de directivas comunitarias cuya finalidad es reducir la contaminación acústica producida por distintos tipos de emisiones.

Con la entrada en vigor de la directiva 2002/49/CE de 25 de junio, sobre la evaluación y gestión del ruido ambiental, se establecen una serie de objetivos entre los que destaca la creación de un marco común para la evaluación y gestión de la exposición al ruido ambiental.

Con el objetivo de complementar el anexo II de la Directiva 2002/49/CE, la Comisión emitió una "Recomendación de 6 de agosto de 2003 relativa a las Orientaciones sobre los métodos de cálculo provisionales revisados para el ruido industrial, precedentes de aeronaves, del tráfico rodado ferroviario y los datos de emisiones correspondientes".

En ella, por modo de transporte, se analiza la aplicabilidad y descripción de los modelos recomendados, así como de las adaptaciones necesarias de los mismos para verificar el cumplimiento de la Directiva 2002/49/CE.

LEGISLACIÓN NACIONAL

Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.

La directiva fue traspuesta al ordenamiento estatal mediante la Ley 37/2003, de 17 de noviembre del Ruido que regula la realización de los mapas de ruido (concretamente los mapas estratégicos) y la forma y competencias para la gestión del ruido ambiental.

Sin embargo, la Ley 37/2003 no se limita únicamente al contenido de la Directiva que traspone, sino que desarrolla con mayor profundidad la regulación de la materia que hasta ese momento se encontraba dispersa en diferentes textos legales y reglamentarios, tanto estatales como autonómicos, así como en ordenanzas municipales ambientales y sanitarias de algunos ayuntamientos.

El objeto de la Ley del Ruido es prever, vigilar y reducir la contaminación acústica, para evitar riesgos y reducir los daños que de ésta pueden derivarse para la salud humana, los bienes o el medio ambiente, así como proteger el derecho a la intimidad de las personas y el disfrute de un entorno adecuado para su desarrollo y el de las actividades, con el fin de garantizar el bienestar y la calidad de vida de los ciudadanos.

El ámbito de aplicación delimita por referencia a todos los emisores que, a los efectos de la Ley se refiere a cualquier actividad, infraestructura, equipo, maquinaria o comportamiento que genere contaminación acústica.

Un aspecto relevante de la Ley del Ruido es el de "calidad acústica", definida como el grado de adecuación de las características acústicas de un espacio a las actividades que se realizan en su ámbito, evaluado, entre otros factores, de acuerdo a los niveles de inmisión y emisión.

De acuerdo a la ley, corresponde al gobierno fijar, a través del correspondiente reglamento, los objetivos de calidad acústica aplicables a los distintos tipos de área acústica en que se zonifica el territorio, atendiendo a los distintos usos del suelo, de manera que garantice, en todo el territorio, un nivel mínimo de protección frente a la contaminación acústica.

Real decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.

La Ley del Ruido fue parcialmente desarrollada por el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental. En esta norma se precisan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos sobre la población, junto a una serie de medidas necesarias para la consecución de los objetivos previstos, tales como la elaboración de los mapas estratégicos de ruido y los planes de acción o las obligaciones de suministro de información.

En él se define un marco básico destinado a evitar, prevenir o reducir con carácter prioritario los efectos nocivos, incluyendo las molestias, de la exposición al ruido ambiental y completar la incorporación a nuestro ordenamiento jurídico de la Directiva 2002/49/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental. El Real Decreto hace una mención especial sobre la descripción de los requisitos y metodología de cálculo que deberán cumplir los mapas estratégicos de ruido que fuese necesario presentar en el año 2007 de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE.

Real decreto 1367/2007, de 19 de octubre, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

El Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en lo referente a la evaluación y gestión de ruido ambiental supuso un desarrollo parcial de la ley de Ruido, que comprende la contaminación acústica derivada del ruido ambiental y la prevención y corrección en su caso, de sus efectos en la población.

El desarrollo completo de esta ley se da con el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, donde se definen índices de

ruido y de vibraciones, sus aplicaciones, efectos y molestias sobre la población y su repercusión en el medio ambiente. Se delimitan, además, los distintos tipos de servidumbres y áreas acústicas definidas en la ley del Ruido y se establecen los objetivos de calidad acústica para cada área, incluyéndose el espacio interior de determinadas edificaciones. Por último, se regulan los emisores acústicos, fijándose valores límite de emisión o de inmisión, así como los procedimientos y los métodos de evaluación de ruido y vibraciones.

En dicho texto jurídico se incluyen los índices de ruido L_d , L_e y L_n para la verificación del cumplimiento de los objetivos de calidad acústica aplicables, entre otros emisores y situaciones, a la evaluación de los niveles sonoros producidos por las infraestructuras. Estos indicadores se definen, en el RD1513/2005, de 16 de diciembre, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.

En el caso que nos ocupa, una planta solar FV, se trata de una instalación industrial por lo que los valores límites de inmisión vendrán regulados únicamente por el artículo 24 Real Decreto 1326/2007 ya que los efectos indirectos de tráfico generado por la actividad serán prácticamente nulos. De acuerdo con dicho artículo los valores límite vendrán dados por la tabla B1 de anexo III del RD 1367/2007:

Tabla B1. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a infraestructuras portuarias y a actividades.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		$L_{K,d}$	$L_{K,e}$	$L_{K,n}$
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	50	50	40
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	55	55	45
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c.	60	60	50
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	63	63	53
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	65	65	55

LEGISLACIÓN AUTONÓMICA

Decreto 5/2009, de 4 de junio, del ruido de Castilla y León

Se establecen las condiciones a cumplir por los niveles sonoros en actividades clasificadas.

Se establece un límite de inmisión en exteriores de modo que ninguna instalación, establecimiento, maquinaria, actividad o comportamiento podrán transmitir al medio ambiente exterior niveles sonoros superiores a los siguientes:

AREA RECEPTORA EXTERIOR	$L_{Aeq 5s}$ dB(A)*	
	DIA	NOCHE
	8 h - 22 h	22 h - 8 h
Tipo 1. Área de silencio	50	40
Tipo 2. Área levemente ruidosa	55	45
Tipo 3. Área tolerablemente ruidosa		
- Uso de oficinas o servicios y comercial.	60	50
- Uso recreativo y espectáculos	63	53
Tipo 4. Área ruidosa	65	55

Y además se busca que no se superen los siguientes valores:

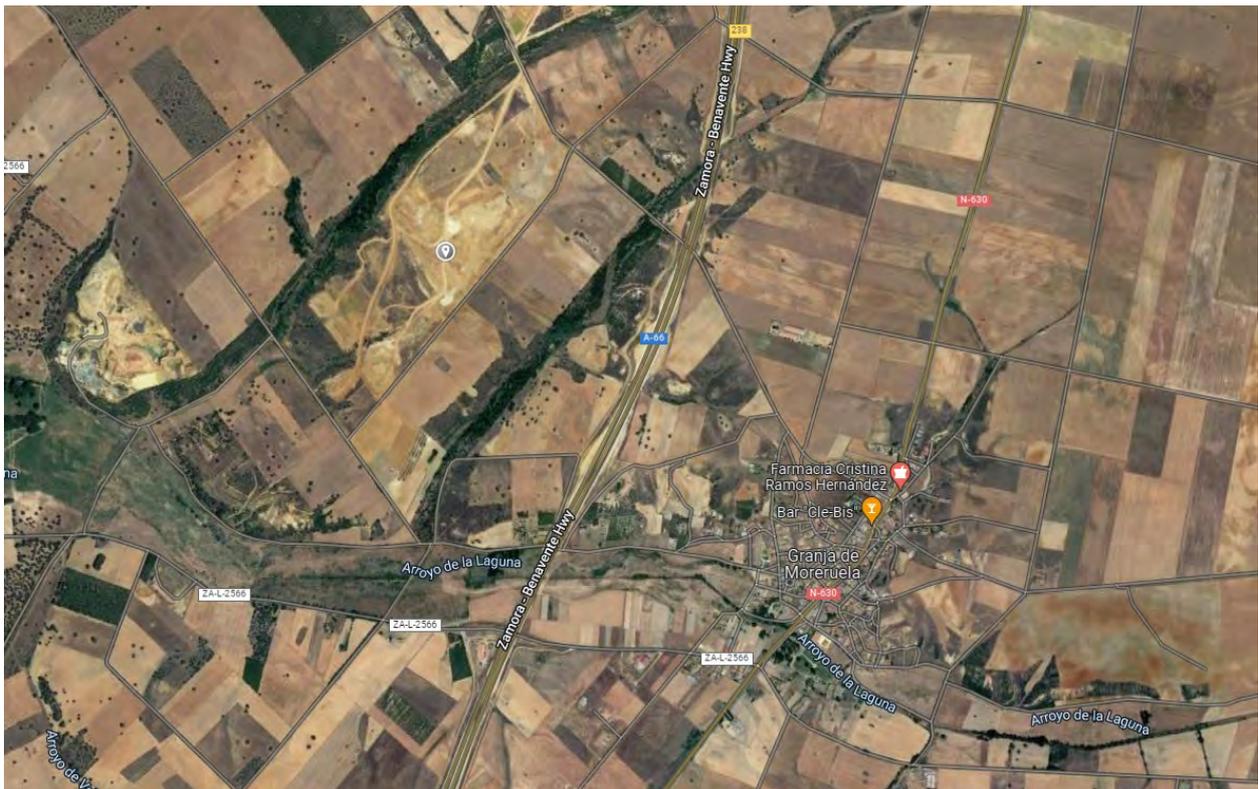
AREA RECEPTORA Situación nueva	Índices de ruido dB(A)			
	L_d	L_e	L_n	L_{den}
	7 h - 19 h	19 h - 23 h	23 h - 7 h	
Tipo 1. Área de silencio	55	55	45	56
Tipo 2. Área levemente ruidosa	60	60	50	61
Tipo 3. Área tolerablemente ruidosa	65	65	55	66
Tipo 4. Área ruidosa	70	70	60	71
Tipo 5. Área especialmente ruidosa	sin determinar			

7 Descripción de la zona de estudio.

La instalación se ubicará en el término municipal de Granja de Moreruela en la provincia de Zamora. El proyecto toca otros términos municipales con la línea eléctrica e hidroduto pero estas instalaciones no producirán ruidos en su fase de operación.



Localización



Emplazamiento

La infraestructura más próxima al emplazamiento es la autovía A-66 entre Zamora y Benavente y en segundo lugar la Nacional N-630 paralela a la primera. A unos 500 m se encuentran las primeras edificaciones del pueblo de Granja de Moreruela, en dirección este al emplazamiento. Además, en las proximidades existen algunas canteras de áridos.

Pese a ello, y dado que la zona en que se implantará la instalación es rústica, consideraremos la implantación como:

**SECTORES DEL TERRITORIO CON PREDOMINIO DE SUELO DE USO INDUSTRIAL o
TIPO 4. ÁREA RUIDOSA.**

Por este motivo y de acuerdo con la tabla VII del artículo 30 Decreto 5/2009, y los correspondientes anexos a los que se refiere, la inmisión de ruido en los límites de la instalación deberá cumplir:

$$L_{kd} < 65 \text{ dBA} \quad L_{ke} < 65 \text{ dBA} \quad L_{kn} < 55 \text{ dBA}$$

Siendo L_{kd} , L_{ke} y L_{kn} los índices de ruido corregidos por presencia de tonos puros, baja frecuencia y tonos impulsivos para los periodos de día, tarde y noche, respectivamente.

8 Estimación de niveles sonoros en la fase post-operacional.

El área receptora exterior de nuestro proyecto sería de tipo 4 (área ruidosa).

La fuente de ruido durante la fase de obras será principalmente el tránsito de maquinaria y vehículos. Durante la fase de explotación las fuentes de ruido serán los siguientes equipos:

Instalación	Emisión a 0 metros (dB)	A 100 metros (dB)
Inversores (PSFV)	65	30
Transformadores (PSFV)	70	30
Subestación (2 trafos)	80	40
Compresor (estación electrolizadora)	70	30
Refrigerador por aire (estación electrolizadora)	80	40

En el entorno de la instalación no hay viviendas residenciales. Las edificaciones más cercanas son bodegas.

La nave donde se instalará la estación electrolizadora y equipos asociados vendrán de fábrica con aislamiento acústico. Los equipos exteriores (compresor y torre de refrigeración) llevarán asociados sistemas de apantallamiento/aislamiento acústicos.

Los trafos cumplirán con el Reglamento de Alta Tensión con respecto a los niveles de emisión de ruidos

Respecto a las vibraciones, éstas se producirán exclusivamente durante la fase de inca de los postes que aguantarán los módulos fotovoltaicos. El método elegido, mediante hinca, tiene un gran beneficio ambiental, ya que no serán necesarias excavaciones y construcción de zapatas, lo que evita gran cantidad de impactos ambientales: evita emisión de partículas en suspensión por movimiento de tierras, emisión de gases de combustión por utilización de maquinaria de excavación, consumo de agua y recursos (cemento, arena, etc) que serían necesarios para la construcción de las zapatas, etc. Vistos los beneficios que genera la elección de la hinca como método de instalación de los paneles fotovoltaicos, y dado el despoblamiento general de la zona, se estima conveniente la opción elegida.

INVERSORES

Se instalarán 270 inversores ABB PVS-175TL de 175 kW de potencia nominal con salida trifásica de 800 V. Según el fabricante estos dispositivos generan un nivel sonoro inferior a 65 dBA a 1 metros de distancia por lo que tomaremos este valor de 65 dBA como el valor de emisión de los inversores.

TRANSFORMADORES CTs

Se instalarán 15 Centros de Transformación de carácter prefabricado de interior y privado. Los Centros de Transformación llevarán transformadores de 3.330 kVA. Estos equipos generan un nivel de potencia sonora de 65 dBA por transformador según documentación técnica del transformador.

TRANSFORMADORES SUBESTACIÓN

Se instalará un transformador en la subestación, con espacio disponible para futuras ampliaciones. Estos trafos tienen una emisión directa de hasta 80 dBA. Están en un recinto vallado y al que no se permite acceso.

SILYTZER Y EQUIPOS DE COMPRESIÓN

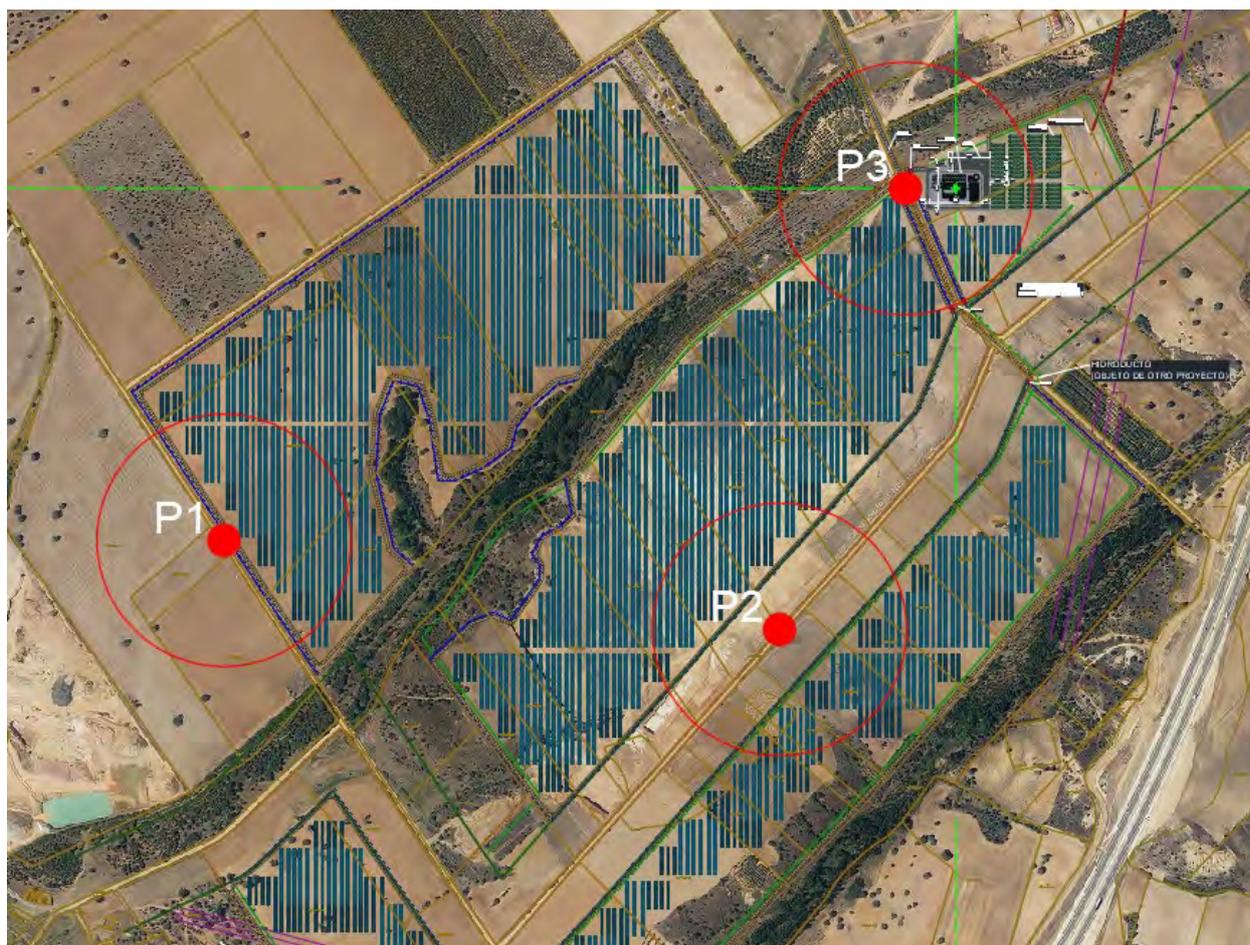
Se instalarán equipos de electrólisis (Silytzer) y de compresión de hidrógeno y otros equipos auxiliares de aire comprimido o nitrógeno comprimido para mantenimiento. Estos irán en naves, de las cuales se garantizará que no hay una emisión de ruidos hacia el exterior de la nave mayor a 65 dBA.

REFRIGERADOR POR AIRE

El sistema de refrigerador será por aire (fin fan cooler). Este refrigerador hace circular agua a través de tubos aleteados a través de los que se impulsa aire con unos ventiladores. De acuerdo con ficha técnica estos emiten un máximo de 75 dBA si se instalan como flujo de aire forzado y un máximo de 80 dBA si se instalan como flujo de aire inducido. Se supondrá 80 dBA como el máximo nivel de ruido posible que pueda existir en caso de que se instalase el refrigerador con el sistema de aire inducido.

9 Cálculos de emisión de Ruidos.

Para el cálculo del nivel acústico se han estimado 3 ubicaciones rodeando la instalación. Se ha calculado la distancia desde ese punto hasta cada uno de los inversores y cada uno de los focos de ruido. Aquellos focos que se encuentran a 200 metros de distancia o más se desecharan por ser el ruido provocado por los componentes por encima de esta distancia inapreciables o indistinguibles del ruido de fondo habitual.



Ubicación P1, P2 y P3

Se han situado los puntos en las zonas de mayor potencial afección. P1 y P2 son dos puntos situados en los caminos que dividen el parque, donde solo se estima afección por la instalación fotovoltaica. P3 es un punto situado junto a la planta industrial. Este último punto se presupone el de mayor afección acústica, al ser el punto exterior a la instalación más desfavorable por encontrarse las mayores fuentes de ruido en esa zona.

La fórmula aplicada para calcular el ruido a una distancia de un solo componente será:

$$N_t = \text{Ruidodelcomponente} - 20 \times \log(\text{distancia} / 1) = db$$

Para calcular la suma de todos los componentes hasta el lugar de muestra se utiliza la expresión:

$$Nt = 10x \log(\sum (10^{d/10})) = db$$

10 Aislamiento acústico

La maquinaria planteada, así como la medición conforme a fabricante de los niveles de emisión de ruidos, corresponde principalmente a unidades exteriores, como pueden ser los transformadores de subestación y servicios auxiliares, el sistema de refrigeración de aire, etc. Estos equipos se encuentran lo suficientemente lejos del exterior de la instalación objeto del proyecto como para que la incidencia del ruido sea mínima hacia el exterior por su reducción de presión de ruido con la distancia. En cualquier caso, y como consecuencia de aplicación de otros criterios se prevé la instalación de sistemas de apantallamiento locales como consecuencia de aplicación de normativa respecto a la seguridad de los trabajadores, como puede ser en los trafos auxiliares. Adicionalmente en las zonas visibles se prevé la instalación de una pantalla vegetal. Esto es principalmente por impacto visual, pero también permite atenuar y apantallar parte del ruido.

La inmisión sonora de los sistemas de ventilación forzada de las instalaciones se considera inapreciable en el exterior, al situarse estas fuentes sonoras junto a equipos de un nivel de ruido similar, aplicando la misma atenuación con la distancia que el resto de fuentes sonoras. En cualquier caso, se instalarán salidas de aire forzado con silenciadores si su emisión es directa hacia el exterior sin ningún tipo de apantallamiento u obstáculo en su direccionalidad hacia el exterior.

En general, siempre se va a actuar en primer lugar sobre la fuente emisora de ruidos, verificando su correcta instalación, así como sistema de amortiguación, de modo que la emisión de ruidos no se acentúe por una mala instalación o un mal mantenimiento de los sistemas.

Las construcciones que contienen en su envolvente fuentes de ruido irán adecuadamente aisladas contra la transmisión de vibraciones, amortiguadas principalmente en las máquinas, y contra la emisión de ruidos al exterior de la envolvente con su correspondiente aislamiento.

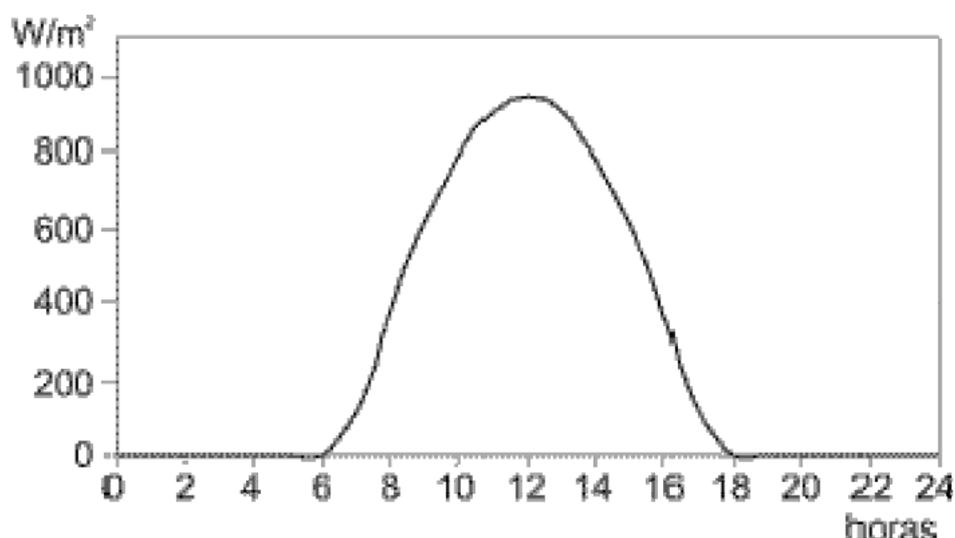
11 Conclusiones.

La instalación de generación de hidrógeno verde así como la subestación y la planta fotovoltaica de autoconsumo, tanto de manera individual como considerada como un todo, satisfacen los niveles admisibles de ruido para la zona estudiada. Estos niveles han sido estudiados para el funcionamiento a pleno rendimiento de la planta e instalación fotovoltaica, de modo que satisfechos los requisitos de presión de ruido durante el día, cuando la fotovoltaica está funcionando, estos niveles serán ligeramente menores durante las horas nocturnas o sin producción solar, e igualmente se encuentra dentro de los límites exigidos para la zona.

PUNTO DE MEDIDA	Lactividad	LIMITE LEY 5/2009 diurno y vespertino	LIMITE LEY 5/2009 nocturno	EVALUACION DEL IMPACTO ACUSTICO
P1	42,45	65	55	FAVORABLE
P2	36,41	65	55	FAVORABLE
P3	47,31	65	55	FAVORABLE
P4	46,83	65	55	FAVORABLE

El ruido máximo estimado en los puntos donde se ha realizado el estudio será de 47,31 dBA, muy por debajo del nivel permitido de 65 dBA y que quedará totalmente asumido dentro de los niveles de ruido habituales. Este valor nos es perfectamente válido además para el funcionamiento 24/7 de la planta, pues el máximo nivel de ruido incluso en periodo nocturno es de 55 dBA, menor a las emisiones esperadas en el exterior de la instalación.

Este valor estimado es para un funcionamiento 100% de la planta, siendo realmente este valor, muy por debajo en la mayoría de horas. Una instalación FV empieza a funcionar a los primeros rayos de sol, siendo el valor máximo generado en las horas en las que está el sol más alto, decreciendo conforme el Sol se va poniendo. Esto afecta a los puntos P1 y P2 principalmente, P3 al ser independiente de la generación solar y verse afectado solo en parte por la fotovoltaica, no alterará apenas sus valores.



Los ruidos de los componentes serán proporcionales a las horas de radicación solar, siendo el ruido más intenso en las horas intermedias del día. Los correspondientes a la planta industrial se esperan constantes a lo largo del tiempo, por su funcionamiento 24/7.

12 Justificación cálculos.

CÁLCULOS EN P1

$$N_t = \text{Ruidodelco mponente} - 20 \times \log((\text{dis tan cia} / 1)) = db$$

Fuente	Distancia a P1	Ruido asociado (dBA)	Nivel sonoro apreciado en P1
Inversor	181	65	19,8464285
Inversor	183	65	19,75097821
Inversor	191	65	19,37933266
Inversor	195	65	19,19930777
Inversor	192	65	19,33397543
Inversor	97	65	25,26456531
Inversor	52	65	30,67993313
Inversor	27	65	36,37272472
Inversor	76	65	27,38372815
Inversor	128	65	22,85580061
Inversor	177	65	20,04053467
Inversor	195	65	19,19930777
T1	90	75	35,91514981
T2	70	75	38,0980392

Nivel sonoro total, aplicando la fórmula:

$$N_t = 10 \times \log(\sum (10^{d/10})) = db$$

NIVEL SONORO ACUMULATIVO APRECIADO EN P1
42,4482747

CÁLCULOS EN P2

$$N_t = \text{Ruidodelco mponente} - 20 \times \log((\text{dis tan cia} / 1)) = db$$

Fuente	Distancia a P2	Ruido asociado (dBA)	Nivel sonoro apreciado en P2
Inversor	195	65	19,19930777
Inversor	147	65	21,65365331
Inversor	107	65	24,41232445
Inversor	92	65	25,72424345
Inversor	110	65	24,1721463
Inversor	159	65	20,97205751
Inversor	200	65	18,97940009
Inversor	170	65	20,39102157
Inversor	127	65	22,92392558
Inversor	104	65	24,65933321
Inversor	112	65	24,01563955
Inversor	148	65	21,59476569
Inversor	175	65	20,13923903
CT	155	70	26,19336604
CT	93	70	30,63034103
CT	166	70	25,59783824

Nivel sonoro total, aplicando la fórmula:

$$Nt = 10 \times \log\left(\sum (10^{d/10})\right) = db$$

NIVEL SONORO ACUMULATIVO APRECIADO EN P2
36,41248122

CÁLCULOS EN P3

$$Nt = \text{Ruidodelcomponente} - 20 \times \log((\text{distancia} / 1)) = db$$

Fuente	Distancia a P3	Ruido asociado (dBA)	Nivel sonoro apreciado en P3
Refrigerador	104	75	34,65933321
Refrigerador	104	75	34,65933321
Refrigerador	103	75	34,74325551
Refrigerador	103	75	34,74325551
Refrigerador	103	75	34,74325551
Refrigerador	103	75	34,74325551
Refrigerador	103	75	34,74325551
Bombeo	100	65	25
Trafo E	59	70	34,58295977
Trafo E	64	70	33,87640052
Trafo E	69	70	33,22301819
Trafo E	73	70	32,7335428
Trafo E	78	70	32,15810795
Trafo E	82	70	31,72372295
Trafo E	87	70	31,20961495
Trafo E	92	70	30,72424345
Trafo SSAA	46	70	36,74484337
Edif. Electrolisis	58	65	29,73144013
Equipo Nitrógeno	63	65	29,01318901
De-Oxo	72	65	27,85335007
Edificio de control	43	65	32,33063089
Inversor	115	65	23,78604319
Inversor	161	65	20,86348248
Inversor	148	65	21,59476569
Inversor	80	65	26,93820026
Inversor	25	65	37,04119983
Inversor	104	65	24,65933321
Inversor	200	65	18,97940009
CT	185	70	24,65656543
CT	70	70	33,0980392
CT	186	70	24,60974112

Nivel sonoro total, aplicando la fórmula:

$$N_t = 10 \times \log\left(\sum (10^{d/10})\right) = db$$

NIVEL SONORO ACUMULATIVO APRECIADO EN P3
47,3100524

En Málaga, Marzo 2022

████████████████████
████████████████████
████████████████████

████████████████████

16 PLANOS

16.1 Situación

16.2 Distancias 5 km

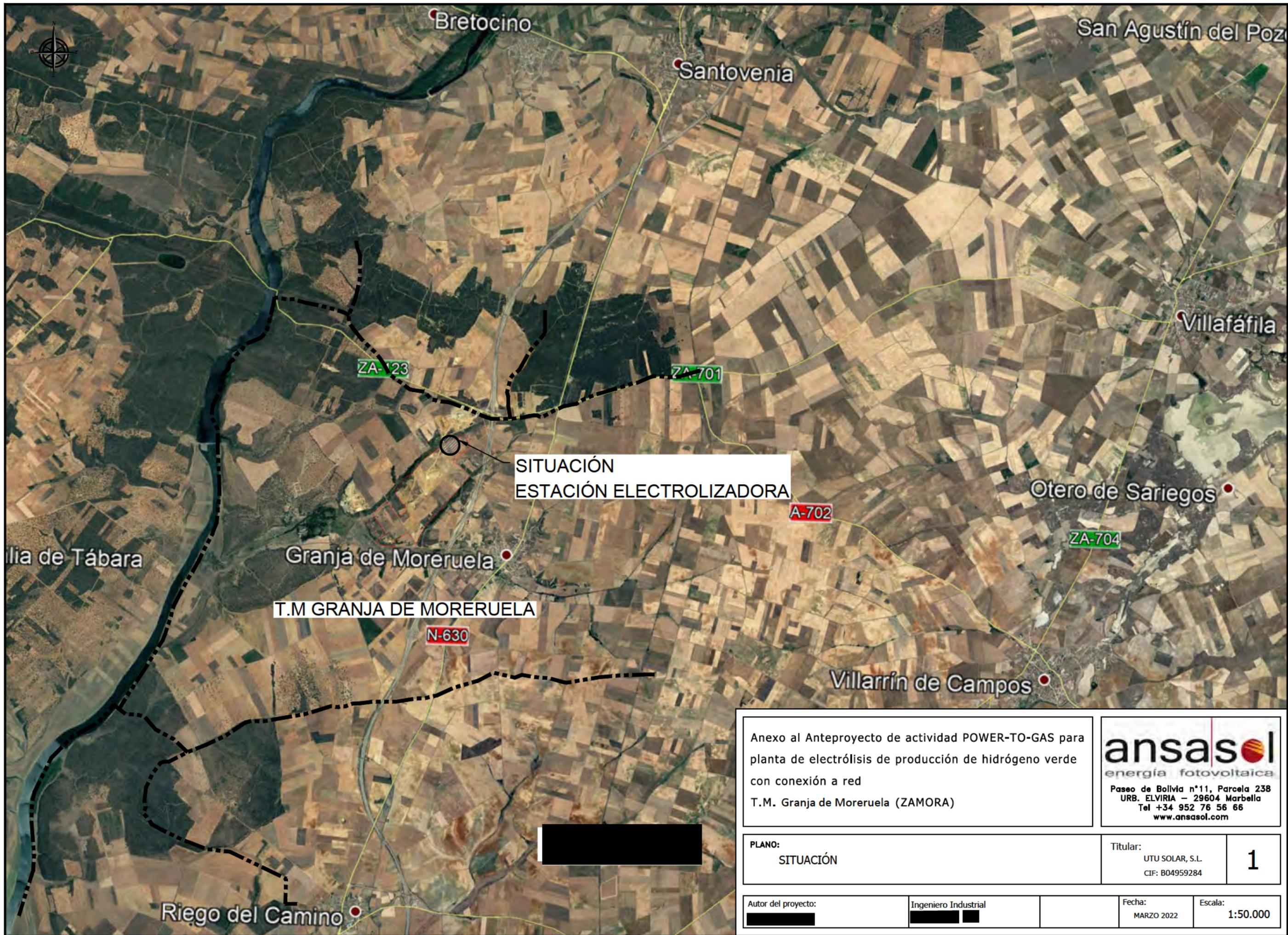
16.3 Emplazamiento

16.4 Distribución de sistemas de la instalación

16.5 Vistas y cotas de la instalación

16.6 Instalación de iluminación exterior

16.7 Esquema de proceso



SITUACIÓN
ESTACIÓN ELECTROLIZADORA

T.M GRANJA DE MORERUELA

Anexo al Anteproyecto de actividad POWER-TO-GAS para planta de electrólisis de producción de hidrógeno verde con conexión a red
T.M. Granja de Moreruela (ZAMORA)

ansasol
energía fotovoltaica
Paseo de Bolivia nº11, Parcela 238
URB. ELVIRIA - 29604 Marbella
Tel +34 952 76 56 66
www.ansasol.com

PLANO:
SITUACIÓN

Titular:
UTU SOLAR, S.L.
CIF: B04959284

1

Autor del proyecto:

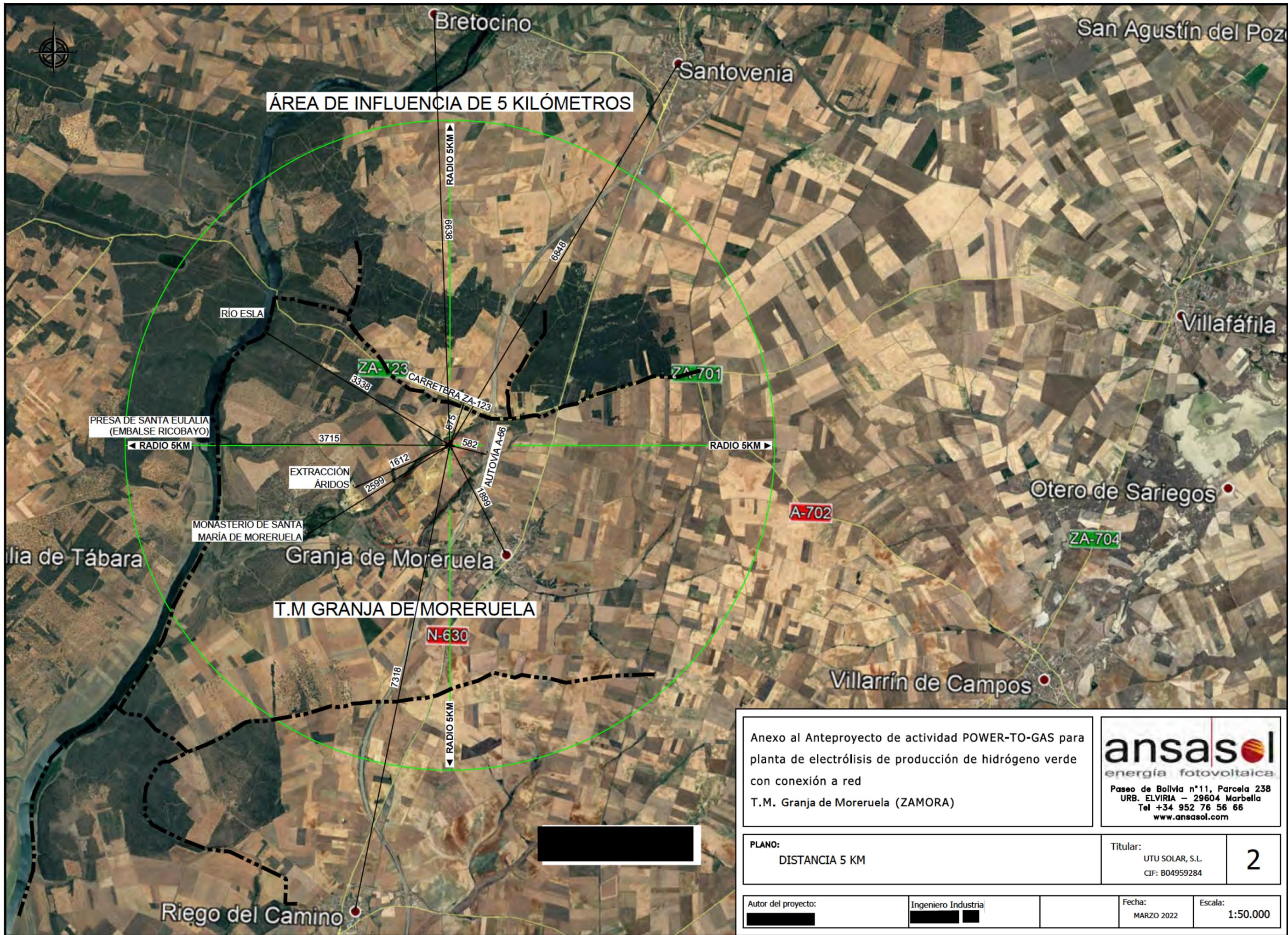
Ingeniero Industrial

Fecha:

MARZO 2022

Escala:

1:50.000



Anexo al Anteproyecto de actividad POWER-TO-GAS para planta de electrólisis de producción de hidrógeno verde con conexión a red
 T.M. Granja de Moreruela (ZAMORA)

ansasol
 energía fotovoltaica
 Paseo de Bolivia n°11, Parcela 238
 URB. ELVIRIA - 29604 Marbella
 Tel +34 952 76 56 66
 www.ansasol.com

PLANO:
 DISTANCIA 5 KM

Titular:
 UTU SOLAR, S.L.
 CIF: B04959284

2

Autor del proyecto:
 [Redacted]

Ingeniero Industria
 [Redacted]

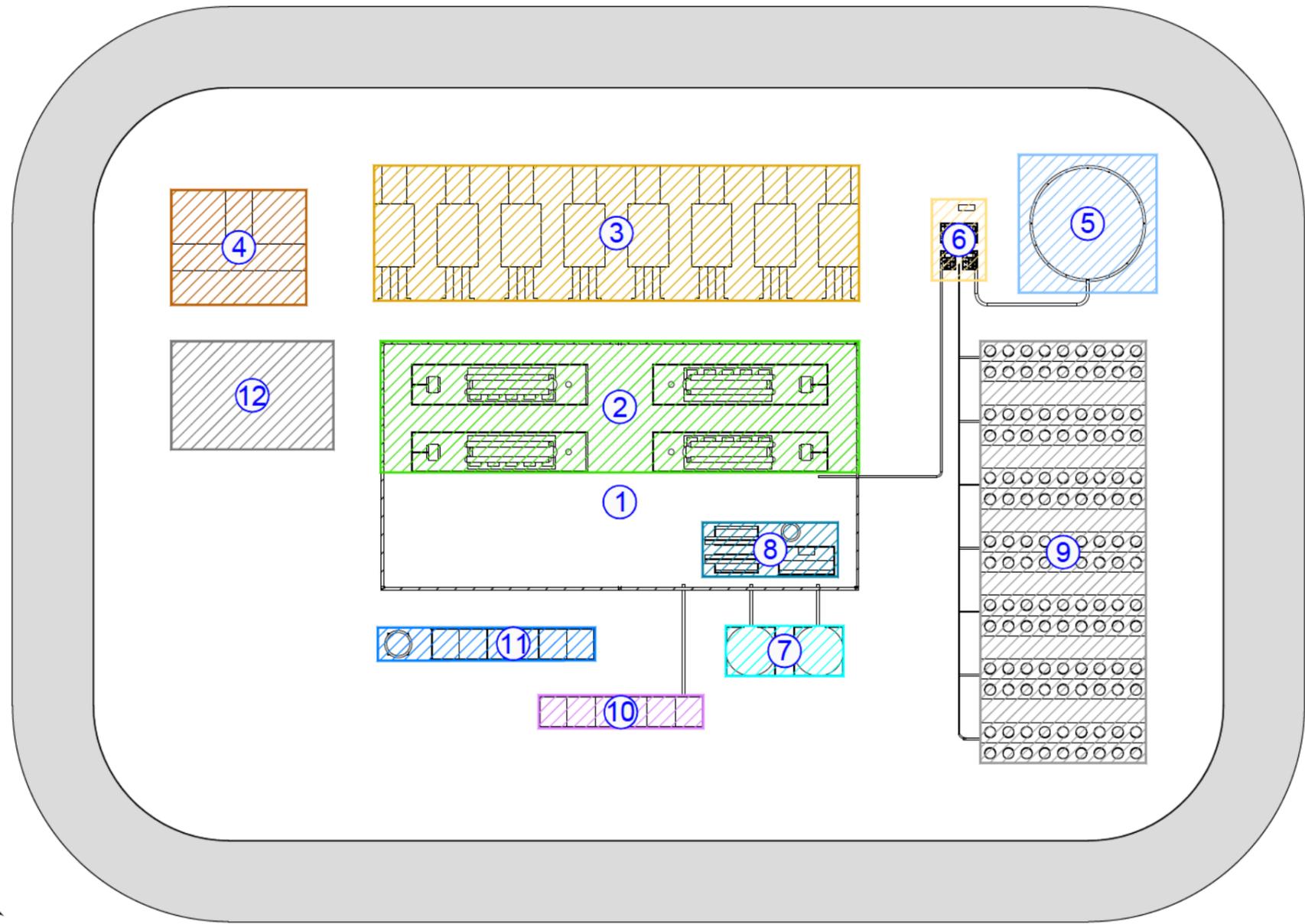
Fecha:
 MARZO 2022

Escala:
 1:50.000

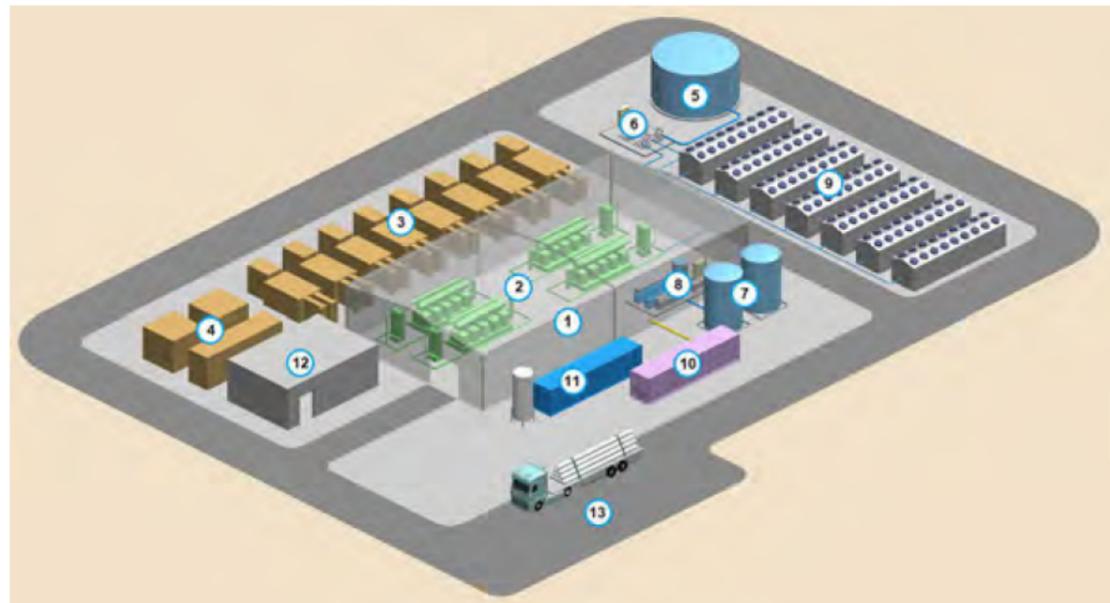
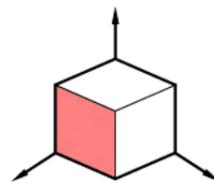
LEYENDA

- 1 NAVE ELECTROLIZADORES
- 2 ELECTROLIZADORES 4 x 10 MW
- 3 EQUIPOS TRANSFORMADORES-RECTIFICADORES
- 4 TRANSFORMADORES AUXILIARES
- 5 TANQUE DE AGUA BRUTA
- 6 BOMBAS DE REFRIGERACIÓN
- 7 TANQUES DE AGUA DE PROCESO
- 8 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
- 9 PLANTA DE REFRIGERACIÓN
- 10 SISTEMA DE PURIFICACIÓN DE HIDRÓGENO
- 11 SISTEMA DE INERTIZACIÓN CON N2 Y AIRE COMPRIMIDO
- 12 SALA DE CONTROL
- 13 ZONA DE CARGA DE CAMIONES

DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA DE ELECTRÓLISIS



VISTA 3D INSTALACIÓN



Anexo al Anteproyecto de actividad POWER-TO-GAS para planta de electrólisis de producción de hidrógeno verde con conexión a red
 T.M. Granja de Moreruela (ZAMORA)

ansasol
 energía fotovoltaica
 Paseo de Bolivia n°11, Parcela 238
 URB. ELVIRIA - 29604 Marbella
 Tel +34 952 76 56 66
 www.ansasol.com

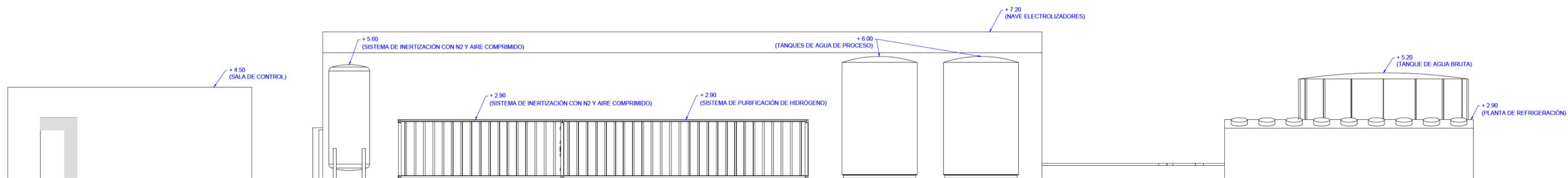
PLANO:
 DISTRIBUCIÓN DE SISTEMAS DE LA INSTALACIÓN

Titular:
 UTU SOLAR, S.L.
 CIF: B04959284

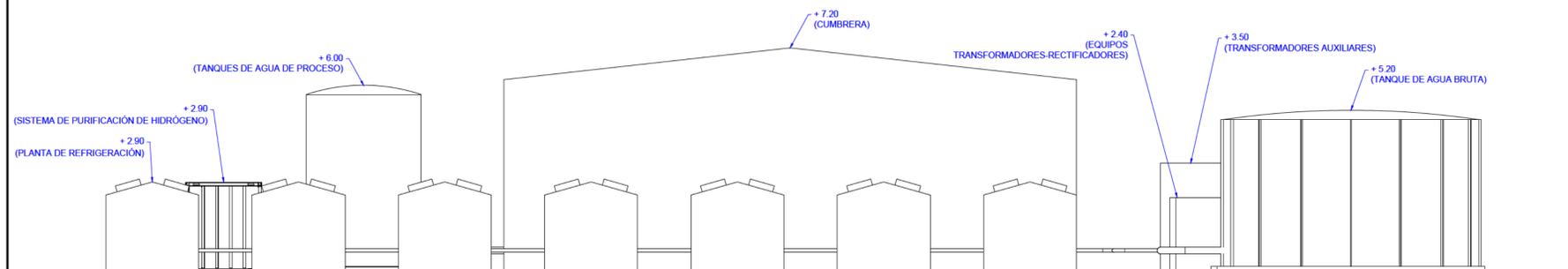
4

Autor del proyecto:
 Ingeniero Industrial

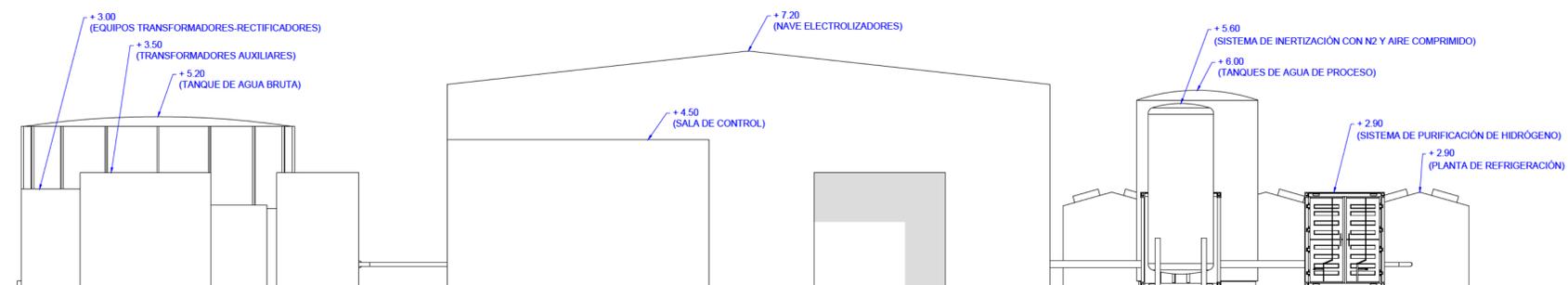
Fecha:
 MARZO 2022
 Escala:
 1:400



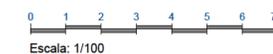
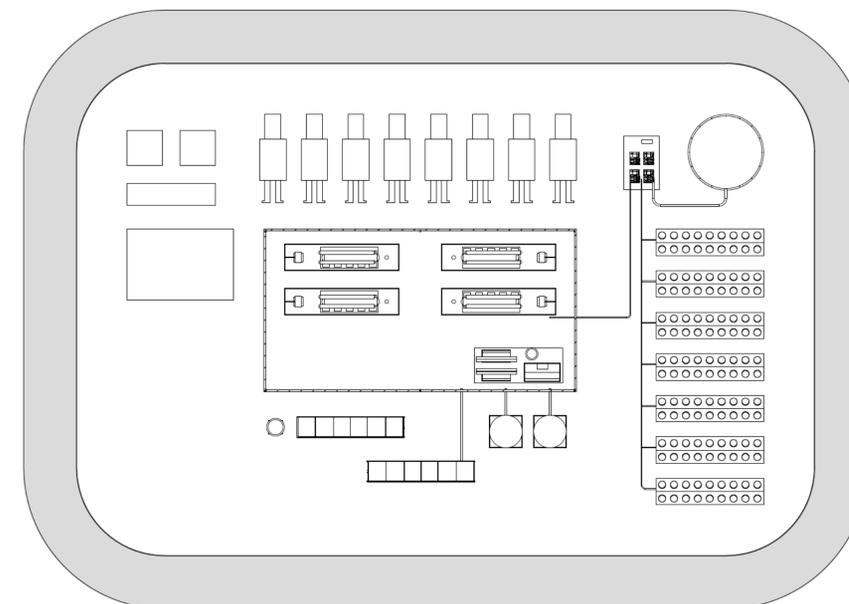
ALZADO FRONTAL



ALZADO LATERAL DERECHO



ALZADO LATERAL IZQUIERDO



Anexo al Anteproyecto de actividad POWER-TO-GAS para planta de electrólisis de producción de hidrógeno verde con conexión a red
T.M. Granja de Moreuela (ZAMORA)

ansasol
energía fotovoltaica
Paseo de Bolivia nº11, Parcela 238
URB. ELVIRIA - 29604 Morbella
Tel +34 952 76 56 66
www.ansasol.com

PLANO:
ALZADOS Y COTAS INSTALACIÓN

Titular:
UTU SOLAR, S.L.
CIF: B04959284

5

Autor del proyecto: [Redacted] Ingeniero Industrial

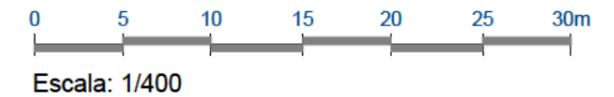
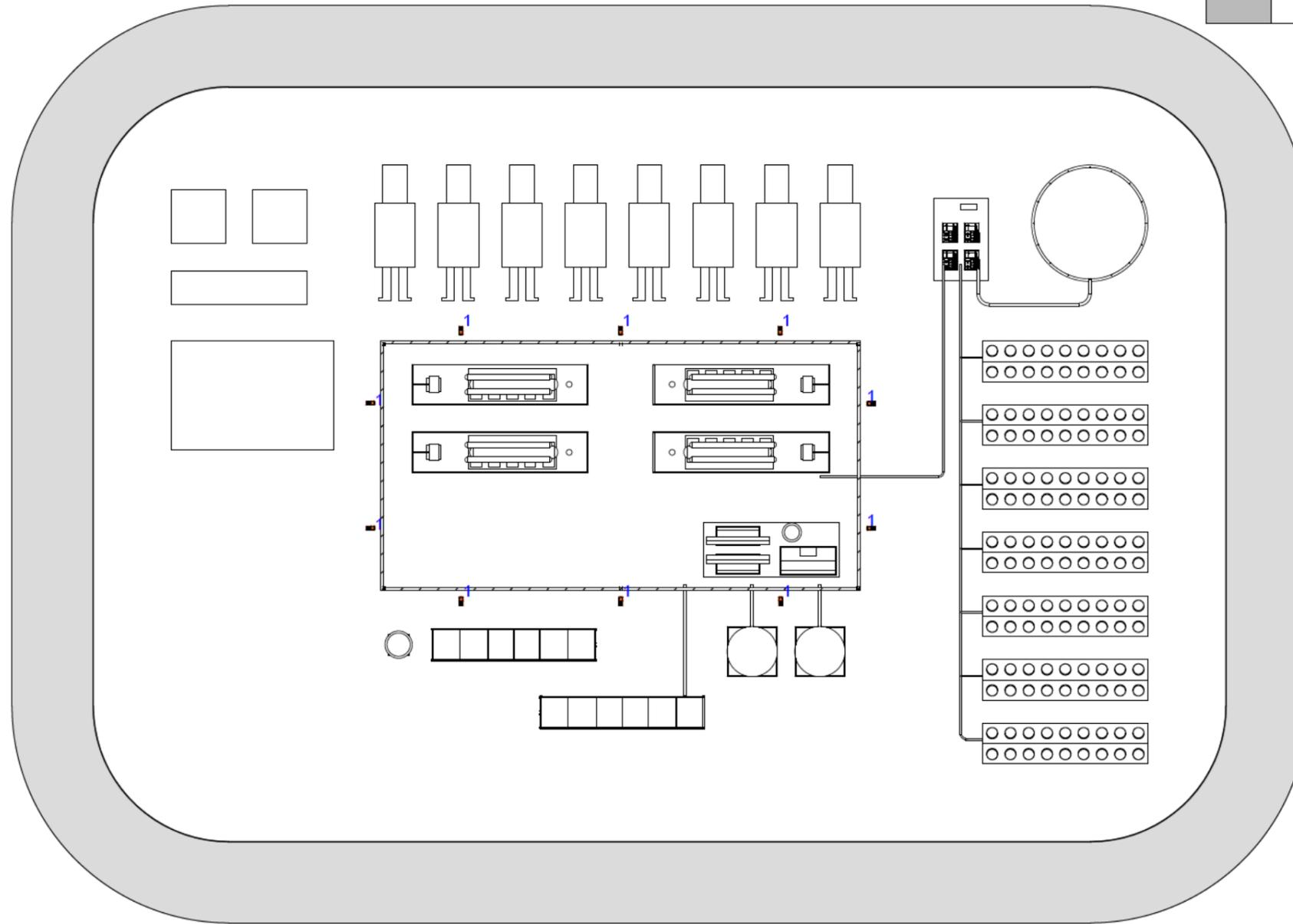
Fecha: MARZO 2022 Escala: 1:100

INSTALACIÓN ILUMINACIÓN EXTERIOR

Lista de luminarias (Terreno 1)

Índice	Fabricante	Nombre del artículo	Número de artículo	Lámpara	Flujo luminoso	Factor de degradación	Potencia de conexión	Cantidad
1	Philips	VGP703 T25 1 xLED40-4S/830 DM10		1x LED40-4S/830	4100 lm	0.80	28.5 W	10

#	Nombre	Parámetros	Min.	Máx.	Media	Min./Medio	Min./Máx.
1	Pasillo Potencia	Iluminancia perpendicular	17.3 lx	37.5 lx	27.2 lx	0.64	0.46
		Glare Rating (GR)	/	>50	/	/	/
2	Pasillo Refrigeracion	Iluminancia perpendicular	23.3 lx	38.2 lx	31.7 lx	0.74	0.61
		Glare Rating (GR)	/	>50	/	/	/
3	Pasillo O&M	Iluminancia perpendicular	23.8 lx	38.9 lx	32.9 lx	0.72	0.61
		Glare Rating (GR)	/	37	/	/	/



Anexo al Anteproyecto de actividad POWER-TO-GAS para planta de electrólisis de producción de hidrógeno verde con conexión a red
T.M. Granja de Moreruela (ZAMORA)

ansasol
energía fotovoltaica
Paseo de Bolivia n°11, Parcela 238
URB. ELVIRIA - 29604 Marbella
Tel +34 952 76 56 66
www.ansasol.com

PLANO:
INSTALACIÓN ILUMINACIÓN EXTERIOR

Titular:
UTU SOLAR, S.L.
CIF: B04959284

6

Autor del proyecto:

Ingeniero Industrial

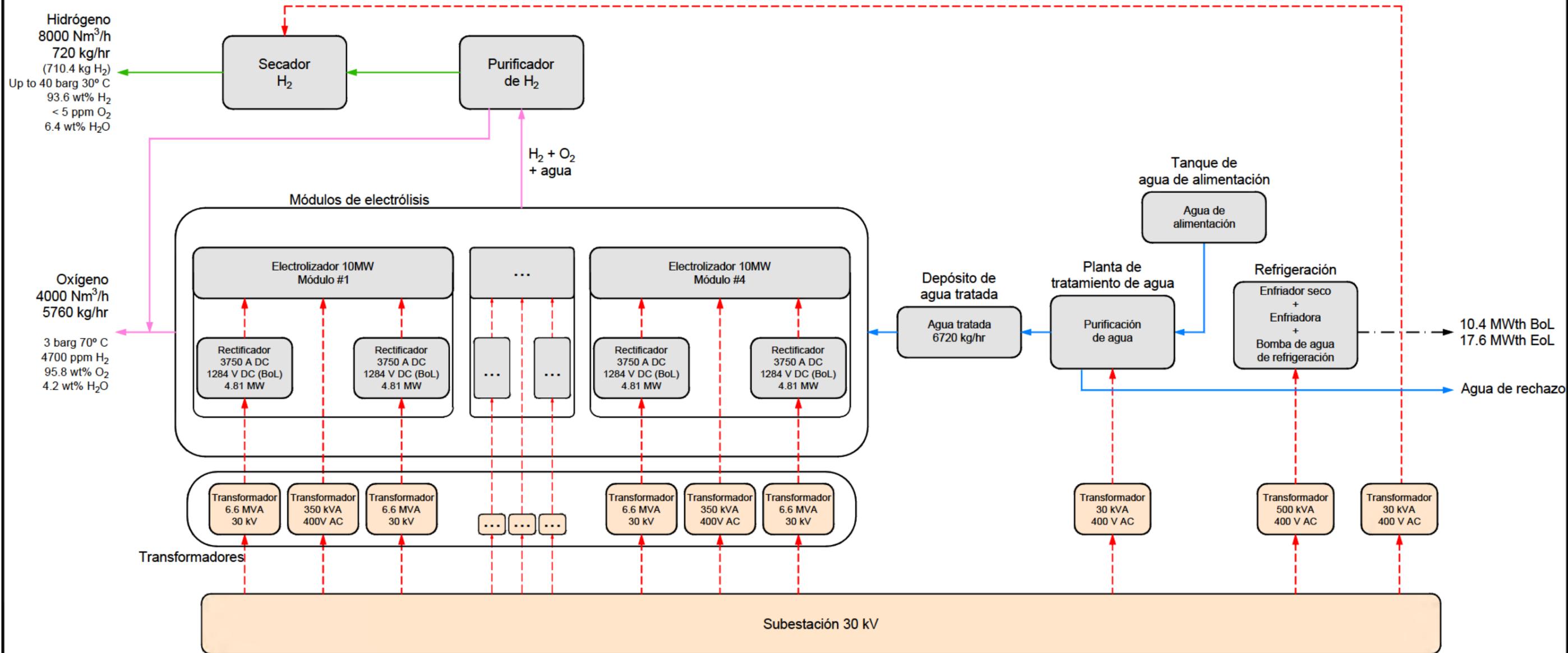
Fecha:

MARZO 2022

Escala:

1:400

ELECTROLIZADOR 40 MW (A PLENA CARGA)



LEGEND	
	Sistema eléctrico
	Flujo de proceso H ₂ / O ₂ / H ₂ O
	Agua
	Hidrógeno
	Oxígeno
	Electricidad
	Calor

Anexo al Anteproyecto de actividad POWER-TO-GAS para planta de electrólisis de producción de hidrógeno verde con conexión a red
T.M. Granja de Moreruela (ZAMORA)

ansasol
energía fotovoltaica

Paseo de Bolivia n°11, Parcela 238
URB. ELVIRIA - 29604 Marbella
Tel +34 952 76 56 66
www.ansasol.com

PLANO: ESQUEMA DE PROCESO	Titular: UTU SOLAR, S.L. CIF: B04959284	7
------------------------------	---	---

Autor del proyecto: [Redacted]	Ingeniero Industria [Redacted]	Fecha: MARZO 2022	Escala: S/E
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------	----------------